

UNIVERSIDAD LATINOAMERICANA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DIRECCIÓN ACADÉMICA

**MEJORAMIENTO DEL DESEMPEÑO Y DE LOS ÍNDICES
DE CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO
PRODUCTIVO DE LOS ESTILOS "A", POR MEDIO DE
LOS PASOS DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA: EL
CASO DE LA EMPRESA SOHATEXTEL S.A.**

ALEJANDRA HERRERA ROJAS

PROYECTO DE GRADUACIÓN PRESENTADO ANTE EL
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL COMO PARTE DE LOS
REQUISITOS PARA OPTAR POR EL GRADO DE LICENCIATURA

SETIEMBRE, 2005

DECLARACION JURADA

Yo Alejandra Herrera Rojas alumna de la Universidad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología (ULACIT), declaro bajo la fe de juramento y consciente de la responsabilidad penal de este acto, que soy la autora intelectual de la Tesis de Grado titulada: *Mejoramiento del desempeño índices de calidad y productividad del proceso productivo de los estilos "A", por medio de los pasos de la metodología seis sigma: El caso de la empresa Sohatextil S.A.*, por lo que libero a la ULACIT, de cualquier responsabilidad en caso de que mi declaración sea falsa.

Brindada en San José – Costa Rica en el día 22 del mes de agosto del año 2005.

Firma del estudiante: _____

Cédula de Identificación: _____

San José, Costa Rica

17 de agosto de 2005

Lic. Mauricio Vega

Director

Centro de Investigación y Desarrollo Empresarial

CIDE

Universidad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología

ULACIT

Estimado señor,

Sirva este documento para hacer constar que he revisado la tesis titulada Mejoramiento del desempeño y de los índices de productividad y calidad del proceso productivo de los estilos "A", por medio de los pasos de la metodología Seis Sigma: El caso de la empresa Sohatextil S.A. de la señorita Alejandra Herrera Rojas, cédula 1-1094-0096, para optar por el grado de licenciatura en ingeniería industrial.

La tesis de la señorita Herrera Rojas, es el primer documento formal que se elabora en ULACIT, en la carrera de Ingeniería Industrial, sobre los procesos de mejoramiento mediante la utilización de la metodología Six Sigma, y una de las pocas a nivel nacional. De esto doy fe, dado que mi profesión me facilita poder tener acceso a esta información.

Con agrado, compromiso y seriedad he revisado el documento y hago constar que cuenta con los elementos necesarios para ser defendido.

Es necesario anotar que las ideas, planteamientos y soluciones propuestas son pertenecientes a la señorita Herrera Rojas. La función de tutoría orientó, facilitó y condujo de mejor manera la investigación, pero la decisión de las soluciones propuestas, y demás elementos de contenido intelectual y técnico del documento, son propios de la autora.

Igualmente, se menciona que la revisión filológica estaba fuera del alcance de la tutoría brindada.

Sea entonces este documento parte formal de los requisitos, que autorizan a la defensa de la tesis en cuestión, según el CIDE lo disponga.

Se despide atentamente,

Ing. Omar Mora Navarro
MSc. CQE, CPIM, CSSBB

ULACIT
UNIVERSIDAD LATINOAMERICANA DE CIENCIA Y
TECNOLOGIA

TRIBUNAL EXAMINADOR

Reunidos par los efectos respectivos, el Tribunal Examinador compuesto por:

Mauricio Vega Díaz, M.Sc
Director del CIDE

Orlando Torres
Director de la Escuela de Ingeniería Industrial

Omar Mora
Tutor

Resumen Ejecutivo

La empresa Sohatextil S.A., se dedica al ensamble de prendas de vestir de diversos estilos como: abrigos, camisetetas, blusas, manganos, shorts, entre otros. Su proveedor y único cliente es SOFFE (casa matriz ubicada en EE.UU.), por lo que su producción depende de la demanda que este presente a lo largo del año.

Para que ésta compañía sobreviva y sea competitiva entre otras empresas de su misma rama, debe adaptarse rápidamente al cambio constante que presenta tanto el mercado nacional como internacional. Una de las características principales que la deben identificar y distinguir de entre otras es la buena calidad de sus productos.

Mediante la aplicación de las herramientas de la metodología Seis Sigma se puede mejorar la calidad de los productos dentro del proceso productivo; esto, por medio de los pasos del DMAIC (definir, medir, analizar, mejorar y controlar).

Mientras mejor sea la calidad de las prendas, la productividad de la empresa será más alta, ya que se podrán eliminar gran parte de los reprocesos de los productos.

Con el diagnóstico que se realizó a la empresa, se pudo demostrar que existen pérdidas económicas relacionadas a la aparición de prendas de segunda calidad e irregulares, esto, porque no cumplen con las especificaciones finales dadas por el cliente. De ahí nace la necesidad de la aplicación de la metodología anteriormente citada.

INDICE DE CONTENIDOS

CAPITULO I.....	1
1. INTRODUCCION	1
1.1. Justificación	3
1.2. Planteamiento del problema	5
1.2.1. Formulación del problema	6
1.2.3. Matriz básica de diseño de investigación	7
1.2.4. Matriz de operación de variables.....	8
CAPITULO II.....	9
2. MARCO TEORICO	9
CAPITULO III.....	16
3. MARCO METODOLOGICO.....	16
3.1. Tipo de investigación	16
3.2. Sujetos y fuentes de información.....	17
3.2.1. Fuentes de información primarias	17
3.2.2. Fuentes de información secundaria	17
3.3. Tipo de muestreo	18
3.4. Instrumentos de recolección de datos	18
3.4.1 Modelo SIPOC	21
3.5. Alcances y limitaciones de la investigación	24
CAPITULO IV	25
4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	25
4.1. Identificación de los procesos directamente relacionados con la confección de las prendas.	25

4.2 Principales causas que provocan las prendas de “segunda calidad o irregulares”.....	32
4.3 Clasificación de los diferentes estilos de acuerdo a un orden de prioridad, con relación a la ocurrencia de prendas de “segunda calidad o irregulares”...	33
4.4 Análisis de las principales causas del problema, mediante la utilización de los pasos y herramientas de la metodología Seis Sigma.	37
CAPITULO V	52
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	52
5.1 Elaboración de una propuesta que permita medir el impacto provocado por la aparición de prendas de segunda calidad e irregulares.....	55
5.2 Diseño de instrumentos para el mejoramiento y control de la calidad de las prendas que se confeccionan.....	57
BIBLIOGRAFÍA	67
ANEXOS.....	68

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1	15
Gráfico de Seis Sigma	
FIGURA 2	20
Herramientas de administración y planeamiento de un flujo típico	
FIGURA 3	23
Modelo SIPOC	
FIGURA 4	27
Diagrama de recorrido del proceso productivo	
FIGURA 5	30
Diagrama de flujo del proceso productivo	
FIGURA 6	32
Diagrama de Ishikawa	
FIGURA 7	40
Diagrama de Árbol. Defectos de calidad huecos pequeños	
FIGURA 8	42
Diagrama de Árbol. Defectos de calidad manchas en las prendas	
FIGURA 9	44
Diagrama de Árbol. Defectos de calidad piezas mal cortadas	
FIGURA 10	44
Diagrama de Árbol. Defectos de calidad líneas blancas en prendas	
FIGURA 11	45
Diagrama de Árbol. Defectos de calidad piezas no reparables	
FIGURA 12	47
Diagrama de Árbol. Defectos de calidad huecos de costura	
FIGURA 13	58
Modelo de capacitación sobre la calidad	
FIGURA 14	61
Diagrama de Gantt.	
FIGURA 15	62
Diagrama PERT	

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1	34
Diagrama de Pareto. Exportaciones de estilos con mayor demanda	
GRÁFICO 2	35
Diagrama de Pareto. Estilos con mayor cantidad de defectos	
GRÁFICO 3	36
Diagrama de Pareto. Defectos de calidad	
GRÁFICO 4	41
Porcentaje con principales causas de los huecos pequeños	
GRÁFICO 5	43
Porcentaje con las principales causas de las manchas	
GRÁFICO 6	46
Porcentaje con principales causas de piezas no reparables	
GRÁFICO 7	48
Porcentaje con principales causas de huecos de costura	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	15
Nivel de Sigma	
Tabla 2	38
Formato para el control de defectos de calidad	
Tabla 3	39
Documento de corte semestral de defectos	
Tabla 4	49
Indicadores de calidad y productividad	
Tabla 5	50
Comparación de productividades	
Tabla 6	53
Resumen de hallazgos encontrados	
Tabla 7	56
Ficha técnica. Exportación semanal por estilo	
Tabla 8	59
Recomendaciones para el mejoramiento a corto plazo	
Tabla 9	63
Costos de la propuesta a corto plazo	
Tabla 10	66
Ficha técnica. Formato programa de mantenimiento	

CAPITULO I

1. INTRODUCCION

Las empresas textiles han existido durante mucho tiempo en los países centroamericanos incluyendo a Costa Rica, representando esta rama de la industria un ingreso importante para las economías nacionales.

Sin embargo, desde hace un tiempo atrás estas empresas han migrado de un país a otro, buscando menores costos de operación. Costa Rica no se ha quedado sin sufrir las consecuencias de estos cierres, lo que ha provocado desempleo.

A partir de inicios del presente año (2005), China ocupa más del 50% a nivel mundial de la producción textil mundial, disminuyendo las posibilidades de crecimiento de otras empresas de su misma rama en Costa Rica.

Para que una compañía textil sobreviva, es de gran importancia que tenga un alto desempeño en sus operaciones, disminuyendo sus costos de operación al máximo, esto, tomando en cuenta la calidad y la productividad que van de la mano con el progreso de la empresa.

Es necesario realizar un estudio sobre las causas del bajo desempeño de operación que se presentan en la empresa, de esta forma se podrá hacer el análisis adecuado de la situación que se presenta y se establecerán propuestas de mejoramiento para el mismo.

Es importante destacar que Sohate Textil presenta pérdidas económicas, ocasionadas por la confección de prendas con segunda calidad o irregulares (tomando en cuenta desde el 5 de enero hasta el 13 de abril del 2005), se han exportado 20000 prendas con baja calidad de los diferentes estilos, las cuales

representan en promedio \$10000 dejados de percibir por la empresa en un periodo de tres meses, lo que provoca un bajo desempeño en las operaciones productivas. Lo cual representaría en promedio al final de año una pérdida de \$30.000 (únicamente por costos de producción), sin tomar en cuenta otros costos indirectos.

A pesar de esto, no se ha realizado un análisis adecuado de las principales causas que generan estas variaciones en la calidad de los productos de los diferentes estilos de la compañía, pasando desapercibido las cifras monetarias de pérdidas en este periodo.

1.1. Justificación

Como bien es conocido, la industria textil esta viviendo una crisis existencial en todos los países de Centroamérica, debido a que el mercado chino ocupa el porcentaje mas elevado de oferta textilera hacia Norte América, donde se encuentra la mayor demanda de la rama.

Para que una empresa textil sobreviva, debe ser altamente productiva, teniendo en consideración sus puntos débiles y sus fortalezas para utilizarlas en su propio beneficio.

Sohatextil S.A., presenta pérdidas económicas ocasionadas por un bajo desempeño de operación en su proceso productivo.

Se realizó un análisis económico de las exportaciones de la empresa del año pasado (enero- diciembre 2004), con el fin de conocer la totalidad de dólares en productos terminados que se exportaron hacia la casa matriz (EE.UU.). Del cual resultó que el 2% del total de las exportaciones fueron prendas de segunda calidad o irregulares de todos los estilos que se confeccionaban.

Este 2% corresponde a 48124 prendas de ropa defectuosas, las cuales representan un costo de \$24062¹ de pérdidas para la empresa. Sin embargo este dato únicamente se toma como punto de partida para demostrar que existe un problema real en la compañía. Para el desarrollo del proyecto se utiliza como dato el que se estableció en la introducción del proyecto.

Es importante destacar que este costo únicamente toma en cuenta el costo por unidad producida, no el costo de mano de obra, de transporte y otros costos indirectos asociados a la confección del producto terminado.

¹ Este costo representa un 2% sobre las ventas totales del periodo de análisis (2004).

Las prendas de segunda calidad o irregulares son aquellas que presentan algún defecto de calidad, por lo que no cumplen con la especificación del producto dada por el cliente (SOFFE).

Es parte de las políticas de la empresa exportar los productos con segunda calidad e irregulares; sin embargo, no se recibe ninguna remuneración económica por dichas prendas.

En el análisis realizado a las exportaciones, se tomó en consideración únicamente las pérdidas económicas obtenidas por no recibir el pago del producto, sin embargo, también existen otras pérdidas asociadas como: el espacio desaprovechado en el contenedor con prendas de primera calidad, el pago de las horas laborales de los trabajadores y otros costos indirectos que se presentan ².

Por las características del problema se ve la necesidad de la aplicación de herramientas rápidas, que ayuden a detectar las causas del problema y a reducir al máximo la aparición del mismo.

² Vale la pena destacar que dentro de las pérdidas asociadas que se menciona, si por ejemplo un 2% del espacio dentro del contenedor es ocupado con producto de baja calidad y en total se proyectaba facturar \$40.000, se dejarán de percibir \$800 solo por el uso inadecuado del espacio. Dentro de los costos indirectos se encuentran la luz, el agua, pago del transporte por trabajar en horas de la noche, entre otros.

1.2. Planteamiento del problema

Actualmente la empresa Sohate Textil S.A., presenta algunos problemas en el desempeño de operación de su proceso productivo, lo que se ve reflejado en la calidad del producto final de la compañía, obstaculizando el mejoramiento continuo de su productividad (por ejemplo en la cantidad de piezas defectuosas por millón).

Es debido a este problema que se pretende medir y controlar el mismo. Con el fin de obtener un mejoramiento en su desempeño de operación, el cual ayude a la empresa a ser más rentable y alcanzar mayores utilidades sobre sus actividades.

Los problemas asociados a las prendas de segunda e irregulares son ocasionados por deficiencias en la calidad del producto, ya sean estas provocadas por los operarios, por las máquinas o por cualquier otra índole que altere la especificación del producto terminado, por ejemplo: manchas, huecos, otra medida, entre otros.

Este proyecto se enfoca en el mejoramiento de la calidad de los estilos con prioridad "A" (estos son todos los estilos que mediante el análisis que se realizó en la etapa de diagnóstico, se demostró que ocasionan mayores pérdidas económicas a la empresa), dentro del proceso productivo, ya que la calidad es la imagen que da empresa a su cliente y es uno de los factores internos más importantes que ayuda al mejoramiento del desempeño.

Como base para el establecimiento de la priorización de los estilos se tomaron en cuenta dos criterios: el volumen de exportación y el costo de operación.

Es importante tomar como punto de partida el funcionamiento del proceso productivo, para conocer todas las actividades que se realizan previa y posteriormente a la confección de las prendas.

Para el diagnóstico de la situación actual de la empresa y específicamente para contrarrestar la problemática existente, la metodología seis sigma presenta herramientas estadísticas alternativas, que ayudan a la realización de un análisis detallado del problema en cuestión.

1.2.1. Formulación del problema

Seguidamente se presenta el problema de investigación:

¿Cómo mejorar el desempeño en los índices de calidad y productividad del proceso productivo de los estilos "A", por medio de los pasos de la metodología seis sigma: El caso de la empresa Sohate Textil S.A.?

1. ¿Cuál es el flujo productivo que siguen las prendas, desde que llega la materia prima, hasta que son empacadas como producto final, en la empresa Sohate Textil S.A.?
2. ¿Cómo disminuir las causas que provocan el bajo desempeño de operación en la empresa Sohate Textil S.A., presentando una propuesta de mejoramiento?

Subproblemas de investigación:

1. ¿Cómo identificar las causas de variación asignable que generen defectos en el producto?
2. ¿Cómo medir la variación y/o su impacto en el proceso productivo y/o desempeño del producto?

1.2.3. Matriz básica de diseño de investigación

Tema	Problema	Objetivos de diagnóstico y mejoramiento	
		Generales	Específicos
Mejoramiento del desempeño en los índices de calidad y productividad del proceso productivo de los estilos "A", por medio de los pasos de la metodología seis sigma: El caso de la empresa Sohatextil S.A.	¿Cómo disminuir las prendas de segunda calidad e irregulares dentro del proceso productivo de los estilos "A", por medio de los pasos de la metodología seis sigma: El caso de la empresa Sohatextil S.A.?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Disminuir la aparición de prendas de segunda calidad e irregulares. 2. Adaptar una herramienta para disminuir las prendas de segunda e irregulares de la empresa Sohatextil S.A. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar los procesos directamente relacionados con la confección de las prendas de la empresa Sohatextil S.A. 2. Determinar las principales causas que provocan las prendas con "segunda calidad o irregulares". 3. Clasificar los diferentes estilos de acuerdo a un orden de prioridad, con relación a la ocurrencia de prendas con "segunda calidad o irregulares". 4. Analizar las principales causas del problema, mediante la utilización de los pasos y herramientas de la metodología seis sigma. 5. Elaborar una propuesta que permita medir el impacto provocado por la aparición de prendas de segunda calidad e irregulares. 6. Diseñar instrumentos para el mejoramiento y control de la calidad de las prendas que se confeccionan.

1.2.4. Matriz de operación de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Instrumentos de recolección de datos
Desempeño de operación	Grado en que se logran alcanzar las metas establecidas para cada actividad en específico.	Utilización adecuada de los recursos de la planta.	1. Porcentaje de actividades que agregan valor al proceso productivo.	1. Cursograma analítico. 2. Diagrama de recorrido.
Calidad de las prendas	Grado de precisión en que se genera un bien o servicio, cumpliendo con los requerimientos, las necesidades y las expectativas de los clientes. (De Domingo y Arranz, 2000).	Producción de la mayor cantidad de prendas con excelente calidad, cumpliendo con las especificaciones del cliente.	1. Porcentajes de piezas confeccionadas con primera calidad. 2. Porcentaje de piezas defectuosas. 3. Cantidad de estilos críticos que ocasionan defectos de calidad.	1. Diagramas de Pareto. 2. Análisis de los reportes de las exportaciones.
Productividad	Proporción entre el resultado total y la suma de todos los factores de insumos. (Sumanth, 2001).	Utilización eficaz de los recursos con los que cuenta la empresa.	1. Porcentaje de piezas exportadas de primera calidad. 2. Cantidad de defectos de partes por millón.	1. Análisis de las exportaciones.

CAPITULO II

2. MARCO TEORICO

En este capítulo se trata de aclarar ciertos términos y definiciones importantes para el entendimiento del problema en cuestión.

La calidad y la productividad dentro de una empresa son parte de la base sobre la que se deben cimentar sus esfuerzos de supervivencia.

En este momento, Sohate Textil debe dirigir sus esfuerzos al mejoramiento de la calidad de sus productos, ya que debido a los defectos que existen en las prendas, la empresa tiene grandes pérdidas económicas que actualmente pueden no ser percibidas por los miembros de la compañía.

De Domingo (2000) define que: “La calidad es el grado de precisión con que se genera un bien o un servicio, cumpliendo con los requerimientos, las necesidades y las expectativas de los clientes, todo esto efectuado con las especificaciones y objetivos para los que fue confeccionado el producto o servicio”³(p.10).

De ahí que cuando existe una prenda que no cumpla con alguna de las especificaciones dadas por el cliente, se dice que ésta tiene baja calidad.

Parte de los reglamentos de la compañía hace que la calidad de las prendas que se confeccionan en ella, se clasifiquen en diferentes niveles de calidad, según el cumplimiento con las especificaciones del cliente, estos pueden ser primeras, segundas e irregulares.

Como se mencionó en la justificación del proyecto, la empresa tiene como parte de sus políticas la exportación de las prendas de segunda calidad e irregulares; estas son piezas que presentan algún defecto, ya sea provocado

³ De Domingo, José, P.10

por el operario (como carriles, huecos, malas medidas, etc.), por la maquina (como manchas, huecos, etc.) o por problemas con la tela (como tonos, carriles, huecos, etc.), lo que hace que no cumpla con las especificaciones de calidad del producto. Según sea el defecto el personal de inspección lo clasifica en prenda irregular cuando el daño es leve y en segunda cuando el daño es mayor.

Cuando se inspecciona el producto y se obtiene gran cantidad de prendas defectuosas provenientes de la línea de producción, esto provoca que la productividad de la empresa disminuya, ya que del total de piezas confeccionadas solo un porcentaje de las mismas (98%) serán pagadas por el cliente.

Según Sumanth (2001) la productividad es: “La proporción entre el resultado total y la suma de todos los factores de insumos”⁴(p.5).

Contrario a lo que muchas personas pueden creer, el mejoramiento de la calidad en la compañía puede traer consigo un aumento en los niveles de la productividad. Una de las razones es que si mejora la calidad de los productos, disminuye la cantidad de rechazos en las líneas de producción, incrementando automáticamente los niveles de productividad de la empresa.

La productividad en cualquier empresa va de la mano con la calidad de sus productos y servicios, no se puede ser productivo si no se tiene una buena calidad.

Para determinar el porcentaje de piezas defectuosas confeccionadas en Sohate Textil, se realizó un estudio previo al desarrollo del proyecto, donde se encontró que solo el año pasado del total de las exportaciones, un 2% correspondió a prendas de segunda e irregulares (ver justificación para más detalle); aproximadamente cada tres meses y medio se confeccionan

⁴ Sumanth, David, P.5

1000000 de prendas, lo que arrojaría que al final de año se tendrían en promedio 60000 prendas con baja calidad.

Donde:

1000000 = 3,5 Meses
2% = 20000 prendas
1 año = 60000 prendas defectuosas
aproximadamente

Como parte del mejoramiento tanto de la calidad como de la productividad que se debe dar en empresa, es importante tomar en cuenta las inspecciones que se le brinda al producto en diferentes puntos del proceso productivo, ya que se realizan diferentes tipos de chequeos, sin que agreguen ningún valor al producto terminado.

Todas las actividades que agregan un beneficio al producto o que son necesarias para la confección del mismo, son parte del proceso productivo, ya que intervienen directamente con el producto.

Las inspecciones se pueden clasificar en tres tipos:

- Inspecciones evaluativas: son las que se realizan al final del proceso productivo, y es ahí, donde se decide si el producto cumple o no con las especificaciones del cliente y es retrabajado o desechado por completo.
- Inspecciones informativas: en estas se está realizando una inspección en cada operación o puesto de trabajo, corrigiendo de inmediato los defectos encontrados.
- Inspecciones en la fuente: en esta, se busca encontrar las causas del problema en los puestos de trabajo y corregirlos de inmediato, para que éstos no pasen a convertirse en defectos (p.74).

En Sohate Textil se presentan los tres tipos de inspección anteriormente citados, sin embargo, la inspección en la fuente es la que más se debe utilizar, ya que es desde los puestos de trabajo donde es importante atacar el problema y no esperar que cause más daños y más costos por reparaciones.

La mayoría de los problemas de las prendas son provocados por la variabilidad en el proceso. La variabilidad hace que una línea de producción sea inestable o sea, que por diferentes causas que se presenten no todas las prendas que se confeccionan tengan las mismas características finales.

Para disminuir la variabilidad en el proceso existen diferentes metodologías a seguir, una de ellas es Seis Sigma.

Según Welch (2001), Seis Sigma “es un proceso altamente disciplinado que se enfoca en el desarrollo y entrega de productos casi perfectos. También es una estrategia de administración que usa herramientas estadísticas y proyectos de trabajo para alcanzar la calidad en los productos”⁵ (p.2)

Es importante aclarar, que no todas las herramientas que propone la metodología de seis sigma, serán utilizadas en el proyecto. Únicamente se utilizaron las herramientas que mejor se adaptaron a las necesidades de la investigación.

Una vez encontrado el problema, mediante la aplicación de herramientas estadísticas propuestas por seis sigma, se puede reducir la variabilidad en el proceso.

La variabilidad es toda aquella diferencia (por mínima que sea), que se crea en cada operación del proceso productivo, por lo cual al final de éste, la variación puede ser notada a simple vista. Es una de las principales causas de las no conformidades de calidad o fallas en el sistema y de los costos de

la no calidad, por ende disminuye en gran medida la calidad del producto final.

Seis Sigma establece los pasos que se deben seguir para la aplicación de su metodología DMAIC (definir, medir, analizar, mejorar y controlar); es importante llevar el orden de los pasos ya que si no se cuenta con alguno de ellos es imposible continuar con el siguiente :

1. Definir: en este primer paso, se debe definir claramente el problema que debe ser mejorado. Para la definición del mismo se pueden utilizar las siguientes herramientas: - lista de chequeo (para saber si el problema está bien definido) – Diagrama de Pareto (para cuantificar el problema y determinar si es viable o no el estudio) – SIPOC (para establecer la relación existente entre todos los involucrados con el producto) – Diagrama de Ishikawa (para determinar las causas del problema) – Diagrama de flujo (para determinar la secuencia lógica del proceso).
2. Medir: en el segundo paso se utilizan los datos generados en el primer paso para medir el problema encontrado. Se pueden utilizar las herramientas a continuación: - Diagrama de Pareto (por ejemplo, para clasificar los problemas y establecer los porcentajes de defectos o pérdidas) – Diagrama de Árbol (para establecer la relación entre cada parte estudiada).
3. Analizar: en el tercer paso de la metodología se debe identificar la raíz de las causas de los defectos y analizar las medidas de desviación que se salgan de las especificaciones. La mejor herramienta que se puede utilizar en el análisis del proyecto es el Diagrama de Ishikawa (para establecer las causas más importantes del problema principal y de sus subproblemas).

⁵ Welch, John, Quality council of Indiana. P 2.

4. Mejorar: en el cuarto paso se trata de reducir la variabilidad o eliminar la causa; esto mediante la implementación de instrumentos que se deben diseñar y adaptar al problema específico que está presentando Sohatextil.
5. Controlar: en el quinto y último paso se da monitoreo el proceso con el fin de encontrar alternativas para mejorar; en este paso se pueden aplicar herramientas como gráficas de control para dar seguimiento al comportamiento del problema.

Los tres primeros pasos son parte del diagnóstico que se debe realizar sobre la situación problemática que se está teniendo. Los últimos dos pasos son con el fin de generar propuestas a la empresa que le permitan mejorar el proceso y mantenerlo bajo control.

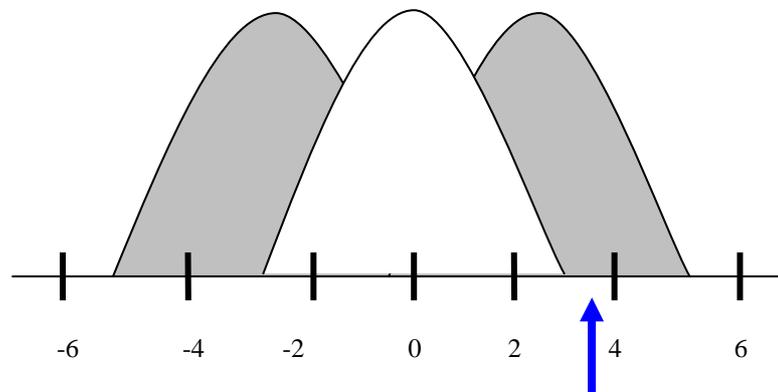
Todo esto con el fin de reducir los costos de operación, reducir los defectos, obtener mejoramientos en el desempeño productivo, reducir el ciclo del producto, entre otros beneficios que se presentan. Una vez que se logre alcanzar todos estos beneficios, el desempeño de operación será mayor.

El desempeño de operación es el grado en que se logran alcanzar las metas establecidas para cada actividad en específico.

La metodología de Seis Sigma cataloga las empresas de la siguiente forma:

1. Si el índice de seis sigma está entre 4 y 5, se le llama "en ascenso".
2. Si el índice de seis sigma está entre 3 y 4, se le llama "mediocre".
3. Si el índice de seis sigma es menor que 3, se dice que la empresa solo sobrevivirá si el mercado es oligopólico.

Figura 1
Gráfico de Seis Sigma



La tabla 1, presenta las partes defectuosas que se presentan por millón de acuerdo a la metodología Seis Sigma.

Tabla 1
Nivel de Sigma

Nivel de Sigma	Partes por millón
6 sigma	3.4 ppm
5 sigma	233 ppm
4 sigma	6210 ppm
3.5 sigma	20000 ppm
3 sigma	66810 ppm
2 sigma	308770 ppm
1 sigma	697672 ppm

Nivel de sigma de Sohatextil →

← Partes por millón defectuosas

Fuente: Quality Council of Indiana

Actualmente, la empresa cuenta con un nivel de seis sigmas (6σ) igual a $3.5\sigma^6$, por lo que se puede decir que en términos de seis sigma la empresa Sohatextil, es una compañía mediocre.

⁶ Isixsigma, 2005.

CAPITULO III

3. MARCO METODOLOGICO

El capítulo desarrollado en este apartado, presenta la metodología de investigación utilizada en el proyecto.

3.1. Tipo de investigación

Investigación Descriptiva:

El presente proyecto se desarrollará bajo un tipo de investigación descriptiva, ya que en primera instancia es necesario hacer un diagnóstico de la empresa de tal forma que muestre y describa la situación actual de la misma. En el mismo se debe describir el proceso productivo actual para conocer como se manejan las prendas. También es importante que todas las mediciones que se realicen se desarrollen con toda la precisión posible de tal forma que presente situaciones reales que puedan servir de guía para las propuestas por desarrollar.

Según Hernández, Fernández, Baptista (2003), “los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, características y los perfiles importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis”⁷ (p. 227). En el presente proyecto se describirán la situación que se vive con respecto a los defectos de calidad que se presentan en el producto final de las líneas de producción.

En esta investigación también se cae en la necesidad de medir y evaluar diferentes aspectos para determinar las causas que provocan el problema, y de esta forma, describir como afectan y/o influyen las mismas sobre el desempeño de la compañía.

⁷ Hernández, Fernández, Baptista, 2003, P. 227.

3.2. Sujetos y fuentes de información

Los sujetos de información investigados en este proyecto fueron los que a continuación se presentan:

- a. Acuña, J. (1996). *Control de la calidad*. Cartago: Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- b. De Domingo, J. Y Arranz, A (2000). *Calidad y mejora continua*. España: Donostiarra.
- c. Oficina Internacional del Trabajo (OIT). (1996). *Introducción al estudio del trabajo*. Ginebra: Kanawaty, G.
- d. Sumanth, D. J. (2001). *Administración para la productividad total*. México: Continental.
- e. Welch, John y Chairman, Former (2001). *Certified Six Sigma Black Belt*. Indiana.

3.2.1. Fuentes de información primarias

Las fuentes primarias utilizadas en esta investigación fueron las siguientes:

- a. Gerente de producción de la empresa Sohatextil S.A.
- b. Jefe de calidad de Sohatextil S.A.
- c. Supervisores de producción
- d. Personal de la empresa Sohatextil S.A.

3.2.2. Fuentes de información secundaria

Las fuentes de información secundarias utilizadas son:

- a. Reporte de exportaciones.

- b. Reporte de calidad con prendas de segunda e irregulares.

3.3. Tipo de muestreo

El muestreo utilizado en esta investigación fue no probabilística. Para la realización del mismo se tomó como punto de partida el juicio, ya que en virtud de las limitaciones que se presentaron en cuanto al tiempo; este tipo de muestreo es el que mejor se adapta a la investigación.

Al señalar que se realizó un muestreo no probabilística, debe entenderse que se analizó todo el universo existente (todos los datos disponibles).

Para la justificación del proyecto se realizó un premuestreo que comprendió todos los productos confeccionados a lo largo del año anterior a la investigación. Para el desarrollo del presente proyecto se realizó un muestreo donde se consideraron aproximadamente un millón de piezas producidas, en el primer trimestre del año 2005.

3.4. Instrumentos de recolección de datos

En la fase de prediagnóstico:

1. Diagramas de Pareto (exportaciones del año 2004 – estilos con mayor cantidad de defectos de calidad).

El diagrama de Pareto se utiliza para establecer las prioridades dentro de las variables de estudio, por lo que permite dirigir los esfuerzos hacia aquellas características realmente importantes.

Para el establecimiento de las prioridades se suele utilizar la regla del 80% que consiste en:

De 0 a 80% = características críticas

Entre 80 y 95% = características mayores

Entre 95 y 98% = características menores

Entre 98 y 100% = características incidentales

En la fase de la investigación del diagnóstico (definición):

Esta fase incorpora elementos de la metodología de seis sigma para mejoramiento del proceso. Específicamente las herramientas del “Define” (Definir).

1. Entrevista con el encargado de las exportaciones para el establecimiento de los productos “A” de la empresa.
2. Diagrama de Pareto.
3. SIPOC (ver sección 3.4.1 para más detalle).
4. Diagrama de Ishikawa
5. Diagrama de Flujo de datos

Para saber si el proyecto puede continuar hacia la segunda etapa de la metodología de Seis sigma (Medición), se aplicó una lista de cotejo para la definición del proyecto. (Ver anexo 3, para detalle).

En la segunda fase de la investigación (medición):

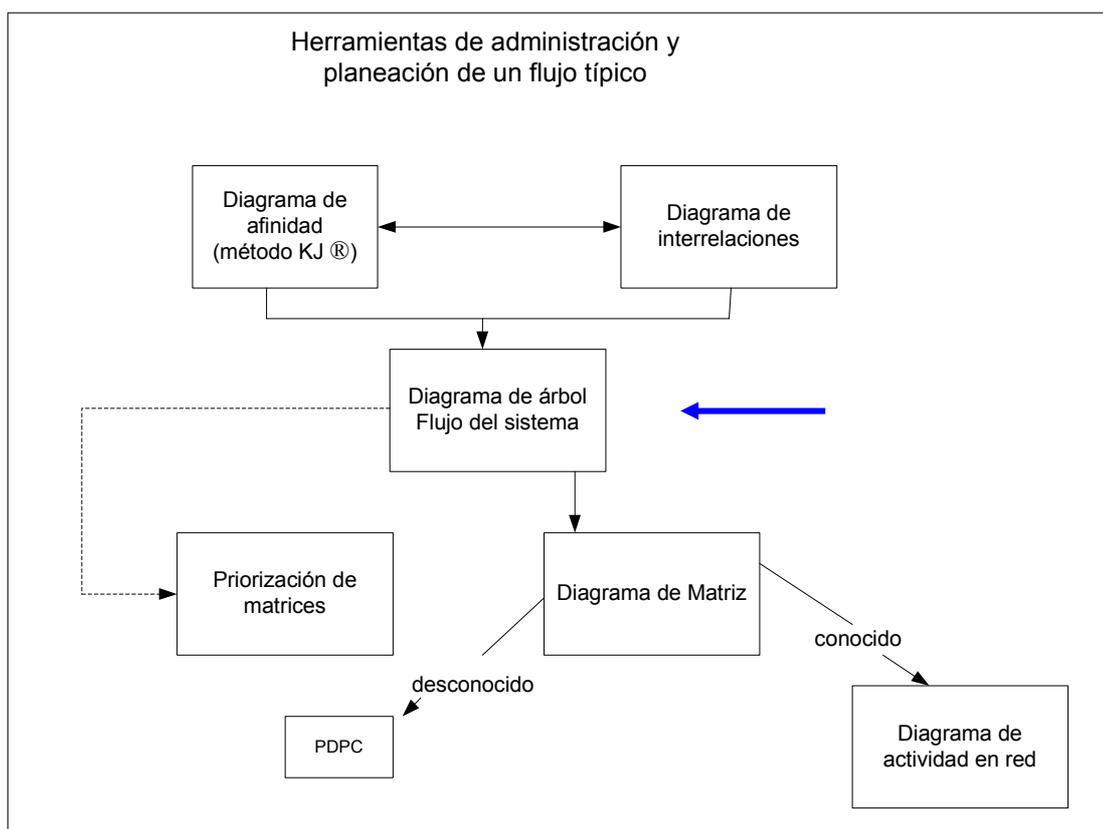
1. Entrevista (encargado de calidad)
2. Revisión de reporte segundas e irregulares.
3. Revisión de reporte de exportaciones.
4. Diagrama de Pareto
5. Lluvia de ideas

En la tercera fase de la investigación (análisis):

1. Diagramas de Ishikawa
2. Diagramas de Árbol

Como parte del estudio de las fases de medición y análisis se aplicó parte del siguiente modelo que enlaza diferentes herramientas de la metodología de Seis Sigma.

Figura 2



Fuente: Michael Brassard

Como parte de la aplicación de la metodología de Seis Sigma, en su etapa de definición y medición, se utilizó el modelo anterior, sin embargo solamente se aplicaron las herramientas del diagrama de afinidad, del diagrama de interrelación y del diagrama de Árbol, porque son las herramientas que mejor definen el problema.

Los diagramas de afinidad y de interrelación no se presentan en el documento de tesis, ya que se utilizaron dos software (MINITAB® Release 14 y Minitab Quality Companion®) los cuales una vez establecidos todos los

datos de los anteriores diagramas mencionados, permiten concatenar estos diagramas en el diagrama de Árbol, siendo éste el único que se presenta en el proyecto; sin embargo, es importante señalar que este último diagrama permite conocer la afinidad e interrelación que existe entre los factores estudiados.

Minitab Quality Companion ®, es un software que reúne herramientas no estadísticas y MINITAB ® Release 14⁸, es un software que contiene herramientas estadísticas; ambos permiten mejorar la calidad dentro de los procesos mediante su aplicación.

En la fase de la investigación de la propuesta, se debe abarcar las etapas de seis sigma que son Mejoramiento y Control; sin embargo, como este proyecto no contiene un capítulo de propuesta, estas dos etapas serán tomadas como parte de las conclusiones y/o recomendaciones que se establezcan:

Primera fase mejoramiento:

1. Instrumentos y/o formatos creados para la recolección de datos.

Segunda fase control:

1. Diagramas de Ishikawa
2. Diagramas de Árbol

3.4.1 Modelo SIPOC

El Modelo SIPOC, es una herramienta que utiliza la metodología seis sigma para establecer un mapa de todo el proceso que siguen los productos. Este

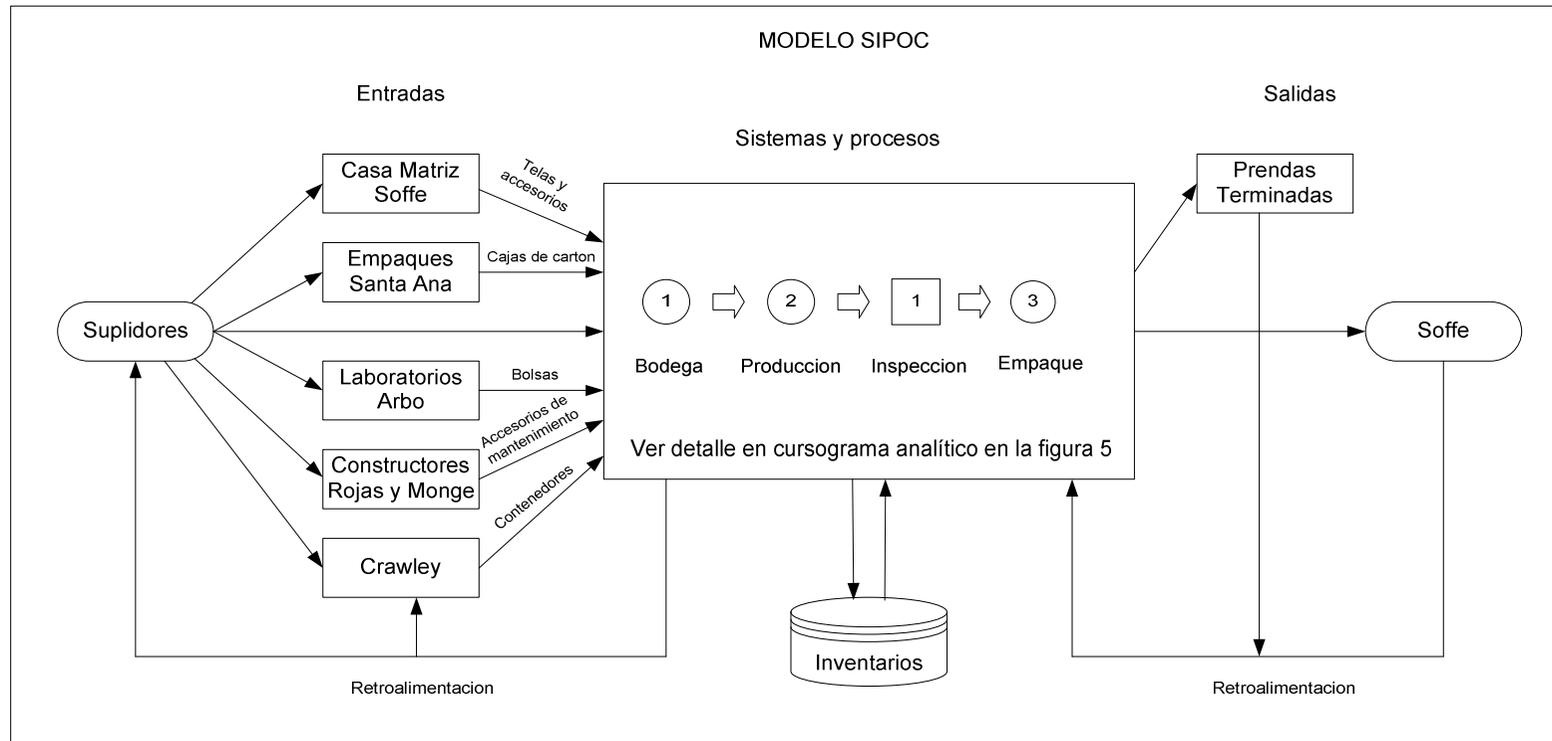
⁸ MINITAB ® Release 14 se utilizó para la elaboración de los Diagramas de Pareto.

diagrama establece la relación que existe entre los proveedores de las materias primas, las entradas al proceso, la secuencia que sigue el producto dentro de cada sistema o proceso, las salidas que se obtienen y los clientes. Su principal objetivo es identificar los flujos de trabajo esenciales y las fuentes de variación en el trabajo a través del tiempo.

Para poder aplicar el modelo SIPOC a Sohatextil, primeramente fue necesario conocer los datos con los que se contaba para esta aplicación; una vez hecho esto, a cada uno de los factores de estudio se le agregó o cambió los rubros que éstos toman en cuenta, de tal forma que se aplicaran todos los aspectos que la empresa considerara convenientes.

La figura 3, presenta el modelo para la recolección de datos relacionados a las entradas, salidas, proveedores, procesos y clientes.

Figura 3
Modelo SIPOC⁹



Elaborado por Alejandra Herrera Rojas
Marzo 2005.

⁹ SIPOC que por sus siglas en inglés quiere decir Suplidores (supplier), entradas (input), proceso (process), salidas (output), clientes (customer). En este se puede apreciar todo el ciclo de proceso productivo, desde las materias primas de los suplidores, hasta el producto final que es entregado al cliente.

3.5. Alcances y limitaciones de la investigación

Alcances

1. La investigación únicamente tomará en cuenta los estilos establecidos como prioridad "A"; debido a que la empresa no confecciona durante todo el año los mismos estilos y por que no se cuenta con el tiempo necesario para abarcar más estilos.
2. La recolección de los datos para esta investigación se extenderá hasta el 15 de Junio del año 2005.
3. La investigación de los productos se realizará desde que entran las materias primas al área de bodega, hasta que se empaca el producto terminado. No se tomarán en cuenta actividades que actúen indirectamente sobre el producto.

Limitaciones

1. Como objetivo de limitación se establece como día máximo para la recolección de datos, el 15 de Junio, con el fin de brindarle a este trabajo las evidencias necesarias para el proyecto presentado y además lograr culminar la investigación el cuatrimestre correspondiente para el proyecto de investigación.
2. No se cuenta con acceso a toda la información de la empresa referente a datos financieros, lo que provoca que no se pueda responder a algunas de las incógnitas de la investigación.

CAPITULO IV

4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En este capítulo, se desarrolla un análisis minucioso de los datos e información recolectados a lo largo del proyecto, en concordancia con los objetivos específicos propuestos al inicio de la investigación. También se lleva a cabo una interpretación de los resultados, con el fin de obtener conclusiones certeras y poder establecer posibles soluciones de mejora para Sohatestil S.A.

4.1. Identificación de los procesos directamente relacionados con la confección de las prendas.

En este punto se establecerán los procesos identificados dentro del proceso productivo de la empresa; sin embargo, para que el lector tenga un conocimiento general del proceso, se presenta a continuación una breve reseña histórica de la empresa Sohatestil S.A.

4.1.1 Reseña de Sohatestil S.A.

Sohatestil S.A. es una empresa textil, ubicada detrás de las instalaciones del balneario de la Cooperativa Victoria, en Grecia.

Esta empresa se constituye en 1998, mediante la sustitución de otra empresa de la misma rama textil, la que se encontraba en el mismo edificio, pero la anterior empresa estaba en quiebra.

SOHATEXTIL S.A. se dedica al ensamble de prendas de vestir de variados estilos, todos ellos deportivos, entre éstos camisas casuales, pantalones, manganos, camisetas y abrigos, entre otros.

Su fundador fue el Señor Arnold Haehner, quien hizo lo imposible para lograr que la marca SOFFE, compañía extranjera, adquiriera la mercadería que se confeccionaba en su empresa.

Actualmente se confeccionan prendas de vestir únicamente para la marca SOFFE, es por esto que la producción de los diferentes estilos depende de la demanda que SOFFE requiera.

Para la identificación y establecimiento del proceso productivo de la empresa, se presenta la Figura 4 con el diagrama de recorrido, el cual a su vez presenta todas las operaciones claves del proceso.

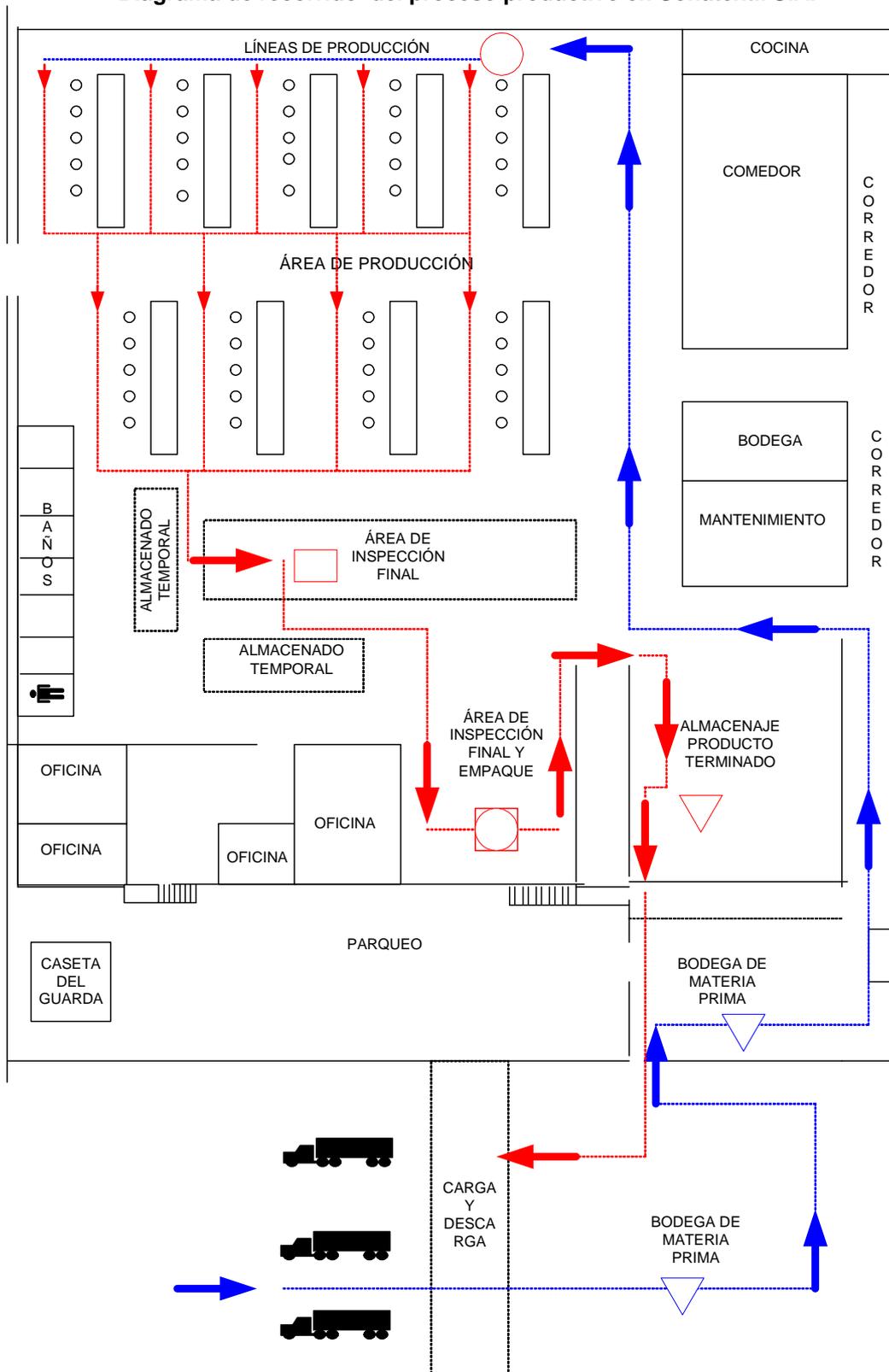
Por medio de la Figura 4 se pueden identificar los cuatro procesos claves de la empresa, los cuales son:

4.1.1. Recibo de materia prima y alistado

La materia prima llega en los contenedores provenientes de Carolina del Norte, EE.UU. ésta es descargada y almacenada en el área de bodega de materiales. Antes de que un corte de trabajo sea requerido, el mismo es alistado, lo que implica que sea contado y separado en bultos de trabajo. A la vez se verifica que existan todos los accesorios necesarios, de lo contrario el corte no se podrá llevar al área de producción.

Cuando se ha alistado y verificado que el trabajo está completo, éste es trasladado al área de producción por medio de una banda transportadora y un carrito hidráulico, que es el equipo utilizado para cargar trabajo dentro de la planta, hasta el lugar de trabajo donde es requerido.

Figura 4
Diagrama de recorrido del proceso productivo en Sohatextil S.A.



4.1.2 Producción, confección de las prendas

Cada estilo es diferente, por esta razón no tienen ni las mismas operaciones, ni la misma secuencia de confección; es por esta razón que los paqueteros, o sea, el personal responsable de mover el trabajo, son los encargados de velar porque a cada operario se le asigne las piezas adecuadas y de que no le haga falta trabajo al personal.

Para asegurar que los operarios están cumpliendo con las especificaciones de calidad requeridas, un inspector de calidad debe pasar como mínimo seis veces al día por cada operación y revisar siete prendas. También los operarios deben revisar detalladamente, al menos cuatro piezas de cada paquete.

Cuando la prenda es terminada, el paquetero recoge los paquetes y los coloca temporalmente en una tina de trabajo hasta esperar que todo el lote del corte sea terminado.

4.1.3 Inspección 100% de las prendas

Una vez finalizado todo el proceso de confección de la prenda y que esté terminado todo el lote, el producto terminado es llevado al área de inspección final, donde el personal revisa el 100% de la producción. Si existen defectos de calidad, las prendas son devueltas al operario correspondiente, para que le haga su respectivo arreglo. Los operarios son identificados por medio de un código que cada uno escribe en los bultos de trabajo. Cuando la prenda es arreglada, nuevamente la revisan y la colocan junto a todo el lote.

4.1.4 Empaque del producto terminado

Después las prendas son empacadas en bolsas de 6 o 3 unidades según corresponda, y a la vez en cajas en el área de empaque, de esa área pasan a una auditoria final, donde se revisa al azar un porcentaje del lote; de obtenerse más de cuatro piezas defectuosas, el lote es rechazado y el 100% de la producción es devuelto a los operarios de inspección final, quienes tienen que volver a revisarlo todo.

Una vez aprobado el lote, el producto terminado es almacenado temporalmente en un área de almacenaje que se encuentra al lado del área de inspección final. Cuando están listos los contenedores para ser cargados, las prendas son trasladadas por medio de una banda transportadora al área de producto terminado, donde posteriormente se procederá a cargar en los contenedores.

A continuación se presenta la figura 5 con el diagrama de flujo del proceso productivo de la compañía.

Figura 5
Diagrama de flujo del proceso productivo

Cursograma analítico		Materiales		
Diagrama num. 1	Hoja num. 1 de 2	Resumen		
		Actividades		Cantidad
Actividad:		Operación ○		21
Proceso productivo de la empresa Sohatextil S.A.		Espera D		2
Método: actual		Inspección □		5
Elaborado por: Alejandra Herrera Rojas		Transporte ⇨		5
		Almacenamiento ▽		1
Fecha: 15/03/2005		Total		34

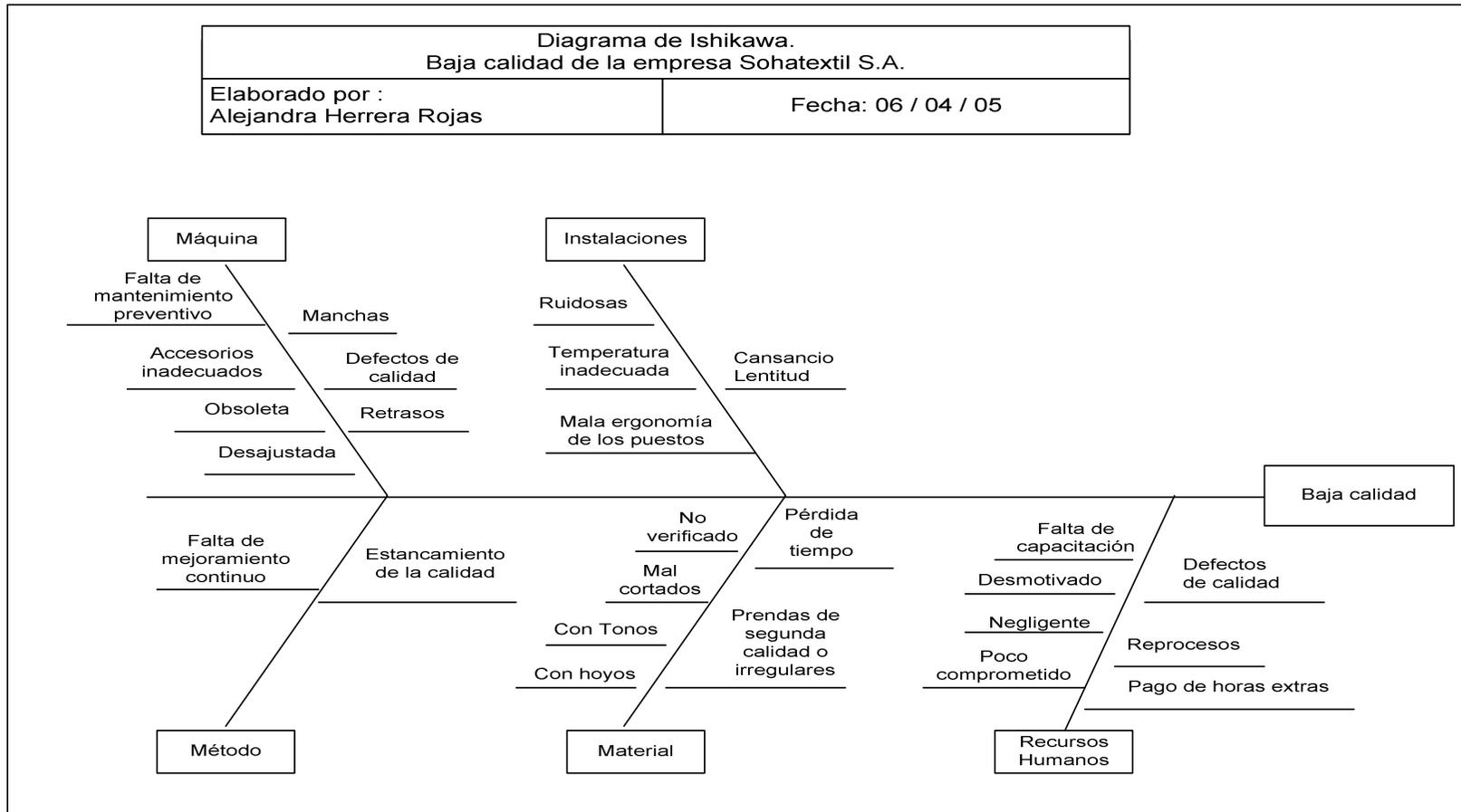
Actividades	○	▽	D	□	⇨	Observaciones
Revisión de materia prima y accesorios contra hoja de contenedor						Si la información y la materia prima es incorrecta, se notifica al Dep. de logística
Descarga de materia prima						
Almacenaje de materiales en la bodega						
Traslado de bultos y accesorios a mesa de alistado						
Conteo de piezas de cada bulto						
Separar los bultos por paquetes						
Conteo de accesorios						
Traslado de trabajo al área de producción						
Elaboración de listas de cortes						Se hace una lista con todos los # de cortes abiertos el día anterior.
Pedir stikers de bolsa a Pavas						Mediante la lista de cortes.
Confección de la prenda						
Inspección de las prendas por el operario						Al menos a 4 piezas de cada paquete una vez realizada su operación.
Inspección de las prendas en la línea de producción						Por un inspector de calidad (al menos a 6 piezas, 7 veces al día por operario).
Traslado de todo el corte al área de inspección al 100%						
Revisión de la totalidad de las prendas						Si existe rechazo se le devuelve al operario correspondiente.
Traslado de las prendas a la mesa de empaque						
Pegar el hangtag a las piezas que lo requieren						
Separar por cantidad de piezas por bolsa						
Empacar las piezas en las bolsas						
Pegar el stiker de bolsa						
Almacenar las bolsas con las prendas en tinas						
Tomar las bolsas y colocarlas en cajas						
Sellar las cajas con cinta adhesiva						
Elaboración de lista de cortes terminados						Se elabora una lista con todos los # de cortes terminados.
Pedir stikers de caja a Pavas						Mediante las listas de los cortes terminados.

A

4.2 Principales causas que provocan las prendas de “segunda calidad o irregulares”.

Para el análisis de las principales causas que ocasionan defectos de calidad, se elaboró la figura 6 con el diagrama de Ishikawa

**Figura 6
Diagrama de Ishikawa**



Cada uno de los factores que se establecen en el diagrama, pueden llegar a provocar defectos de calidad si no se manejan de una forma adecuada.

A la maquinaria se le realiza una limpieza dos veces al día por parte de los operarios, sin embargo, no se cuenta con un adecuado seguimiento al plan de mantenimiento preventivo, sino que se tiene como principal método de trabajo, el mantenimiento correctivo.

En cuanto a las instalaciones, estas tienen el espacio suficiente para la cantidad de personal que en ella labora, se cuenta con buena iluminación natural y artificial; el ruido que provocan las máquinas de coser es elevado, sin embargo se les brindan tapones para los oídos a los operarios que así lo deseen.

Existe un método de trabajo para cada operación, pero no se le da el seguimiento requerido por el mismo, para un mejoramiento continuo.

Los materiales para la confección de las prendas son traídos desde la casa matriz, pero aún así algunas veces presentan defectos de calidad como tonos, carriles, huecos pequeños, piezas mal cortadas.

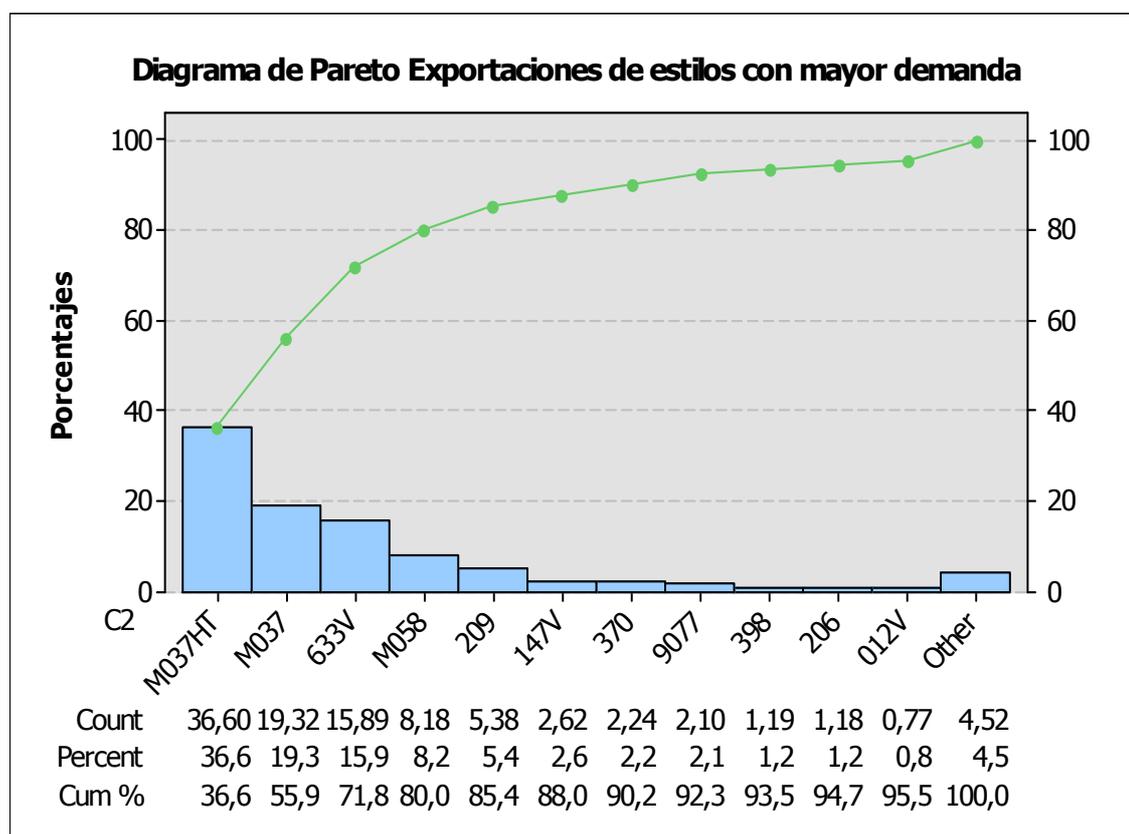
Al recurso humano no se le brinda una capacitación adecuada de los métodos de trabajo en el momento de su contratación, ya que no siempre se cuenta con el tiempo necesario para hacerlo.

4.3 Clasificación de los diferentes estilos de acuerdo a un orden de prioridad, con relación a la ocurrencia de prendas de “segunda calidad o irregulares”.

Para el diagnóstico de este objetivo se realizó una priorización tanto de los estilos con mayor demanda, como de los defectos que más se presentan en la empresa.

El gráfico 1, presenta el diagrama de Pareto con los estilos que tuvieron mayor demanda en el periodo de estudio.

Gráfico 1

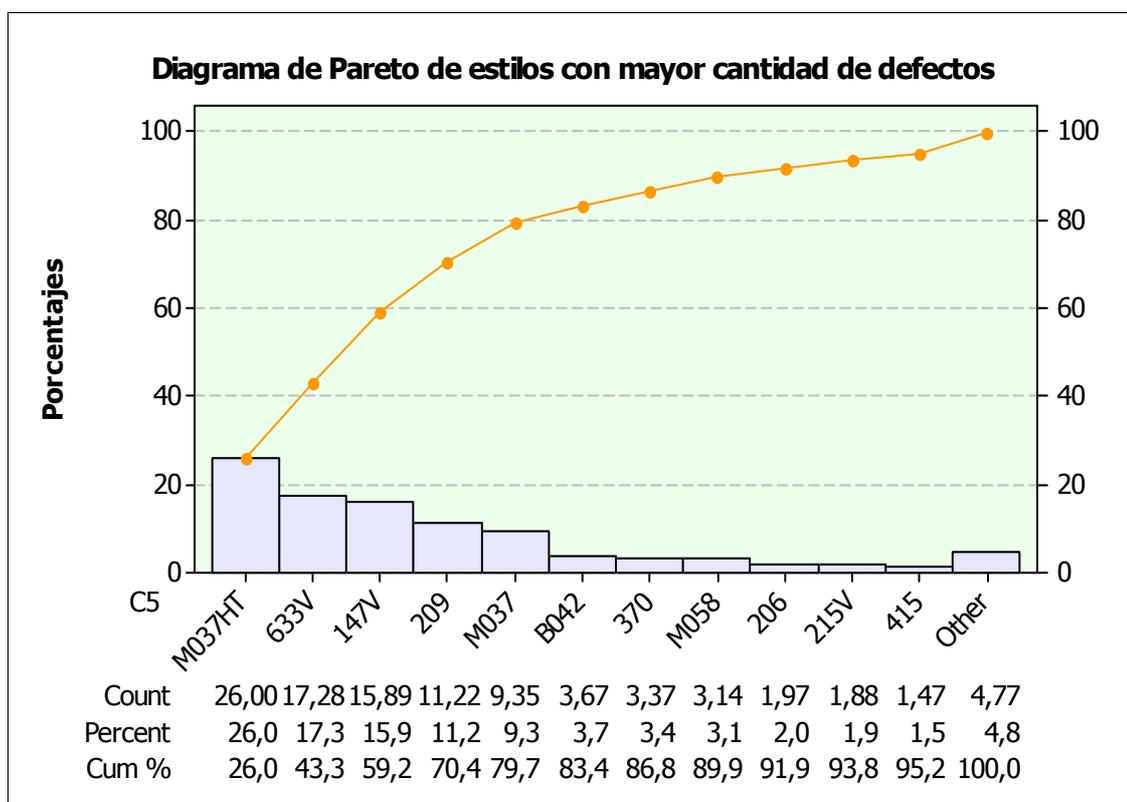


El gráfico 1, presenta el Diagrama de Pareto con todos los estilos que se exportaron durante el año 2005. Las líneas de producción o estilos que se clasificaron como tipo "A" son: M037HT, M037, 633V y M058, los cuales representan la mayor demanda en el periodo de tiempo estudiado.

Para establecer los productos tipo "A", se tomaron todos aquellos que representan de 0 al 80% de la demanda total.

El gráfico 2, muestra el diagrama de Pareto con la priorización de los estilos que produjeron mayor cantidad de defectos de calidad en el periodo de estudio.

Gráfico 2

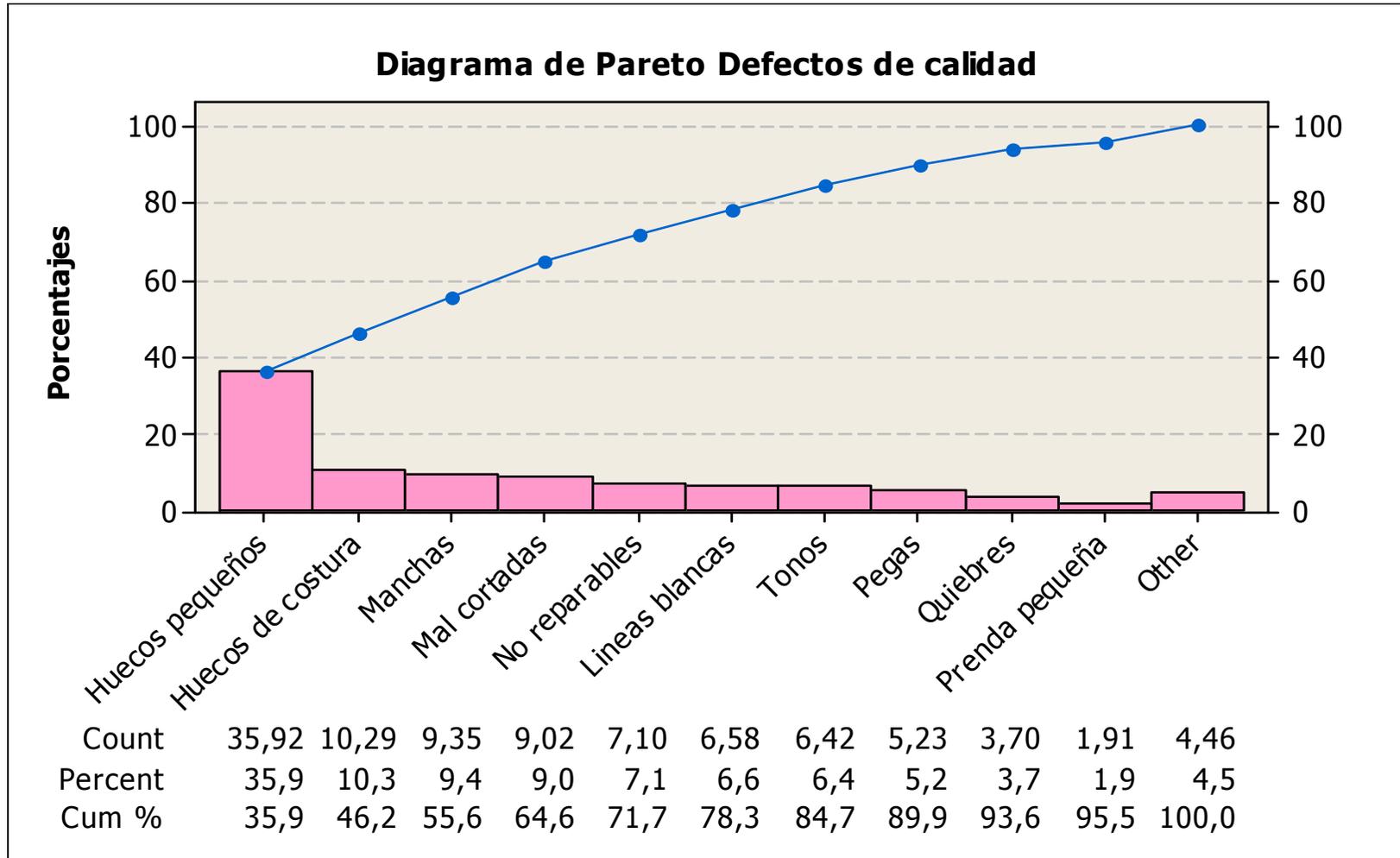


El gráfico 2, muestra el Diagrama de Pareto con todos los estilos que presentaron algún tipo de defecto de calidad entre enero y abril del 2005.

Los estilos M037HT, 633V, 147V, 209 y M037, son los que se establecieron como tipo "A", o sea críticos, ya que están entre el 0 y el 80% del total de las prendas reportadas con defectos de calidad.

El gráfico 3, presenta el diagrama de Pareto con los defectos de calidad más comunes entre las prendas exportadas entre enero y abril del 2005.

Gráfico 3



El gráfico 3, presenta el Diagrama de Pareto con los defectos de calidad que se presentan más a menudo en los diferentes estilos que confecciona la empresa.

Los defectos de calidad clasificados como críticos son en orden de prioridad: huecos pequeños, huecos por costuras, manchas en las prendas, piezas mal cortadas, piezas no reparables y líneas blancas; ya que corresponden al 80% de los defectos de todas las prendas confeccionadas durante el periodo de estudio.

4.4 Análisis de las principales causas del problema, mediante la utilización de los pasos y herramientas de la metodología Seis Sigma.

Para el análisis, de las principales causas de los problemas asociados a la baja calidad, que se presenta en un porcentaje de los productos finales, se utilizaron los pasos de la metodología de Seis Sigma:

- Definición: para la definición del problema y después del estudio realizado para el diagnóstico de la situación problemática, se generó un diagrama de Ishikawa (ver figura 6), donde se muestran las principales causas que provocan la aparición de variación en las prendas y por ende con llevan a una baja calidad en el producto final.
- Medición: en la medición del problema se elaboró un diagrama de Pareto (ver gráfico 3), donde se establecen las prioridades de las principales causas que generan los defectos en las prendas, produciendo piezas de segunda calidad e irregulares.
- Análisis: para el análisis de las principales causas se utilizaron diferentes herramientas como: lluvia de ideas, diagrama de afinidad y diagramas de

Árbol, sin embargo, solamente la última se presenta, ya que en ella se resumen los hallazgos encontrados.

La tabla 2, presenta el formato que se utiliza en la empresa SohateXtil, para recolectar los datos referentes a los defectos de calidad que se encuentran en las prendas, en los diferentes puestos de trabajo.

Tabla 2
Formato para el control de defectos de calidad

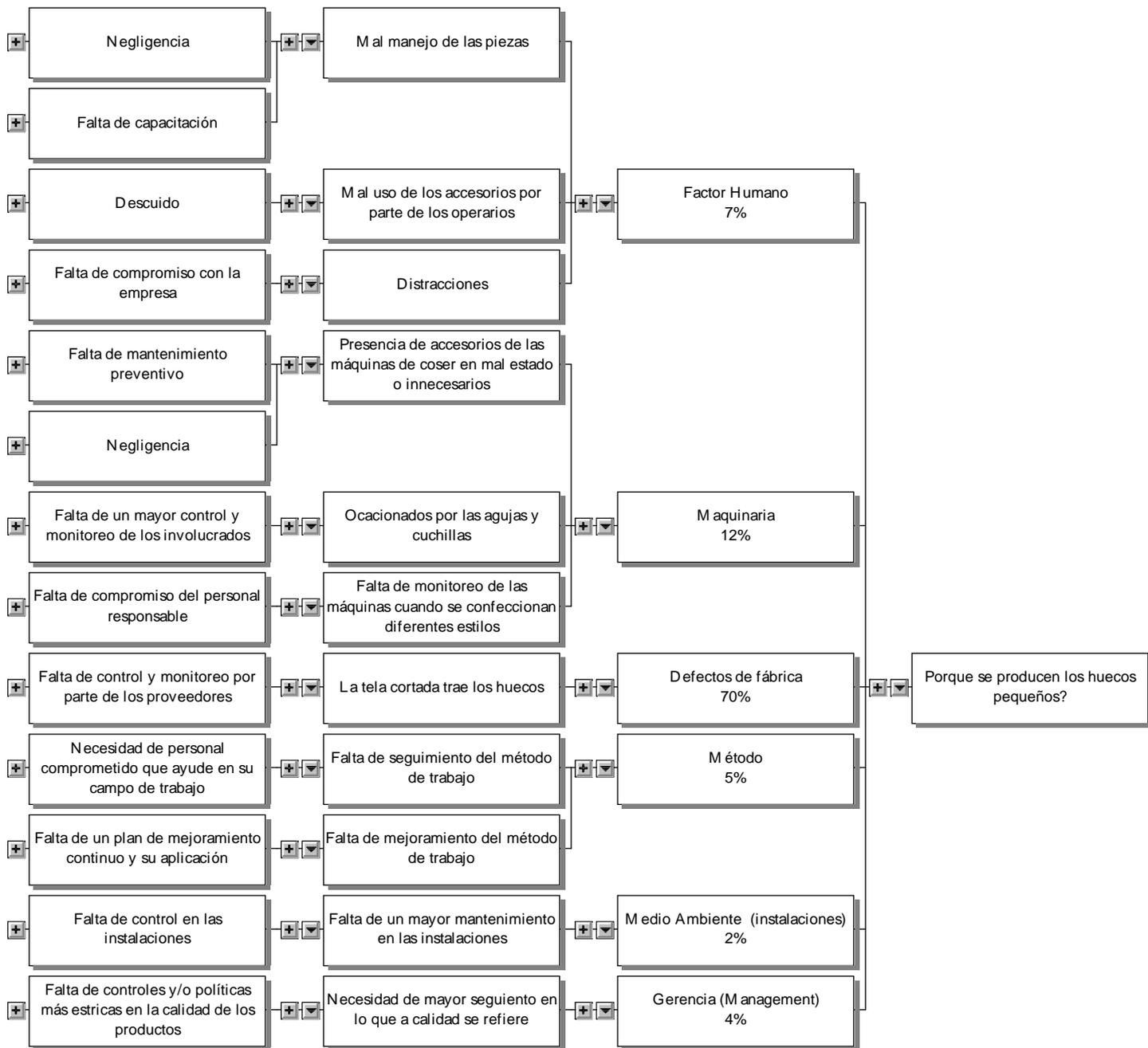
<u>Control de Defectos</u>			
Fecha: _____	<u>SohateXtil S.A</u> Departamento de Calidad		
Inspector: _____			
Estilo: _____			
Defecto Encontrado: _____			
Posible Causa	Cantidad	Total	%
Método utilizado			
Factor Humano			
Medio Ambiente			
Administración			
Materia Prima			
Maquinaria			
Otros			
Total de Piezas Revisadas: _____	Total:		<input style="width: 40px;" type="text"/>

Fuente: Departamento de calidad

La tabla 3, muestra una copia del informe semestral de defectos que utiliza el departamento de calidad de la empresa SohateXtil para realizar sus reportes.

La figura 7, muestra el diagrama de Árbol con las causas que provocan los huecos pequeños en las prendas.

Figura 7
Diagrama de Árbol
Defectos de calidad huecos pequeños

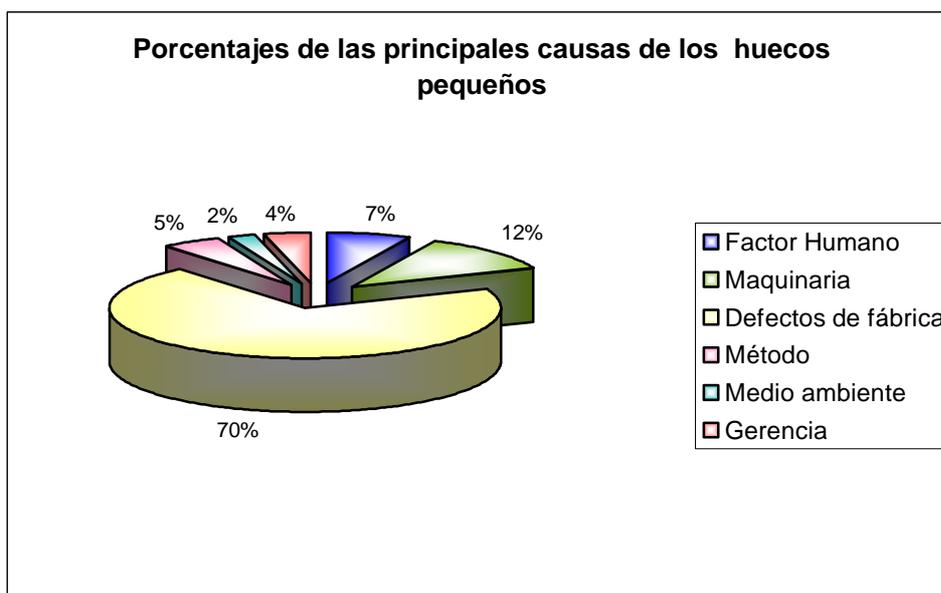


Fuente: Departamento de calidad
Elaborado por: Alejandra Herrera Rojas

La figura 7, presenta las variables que influyen en mayor o menor grado sobre la calidad de las prendas, provocando huecos pequeños en las mismas; en cada una de ellas se pueden apreciar los factores que las afectan.

El gráfico 4, muestra los porcentajes correspondientes a cada una de las variables que afectan directamente la calidad del producto final.

Gráfico 4

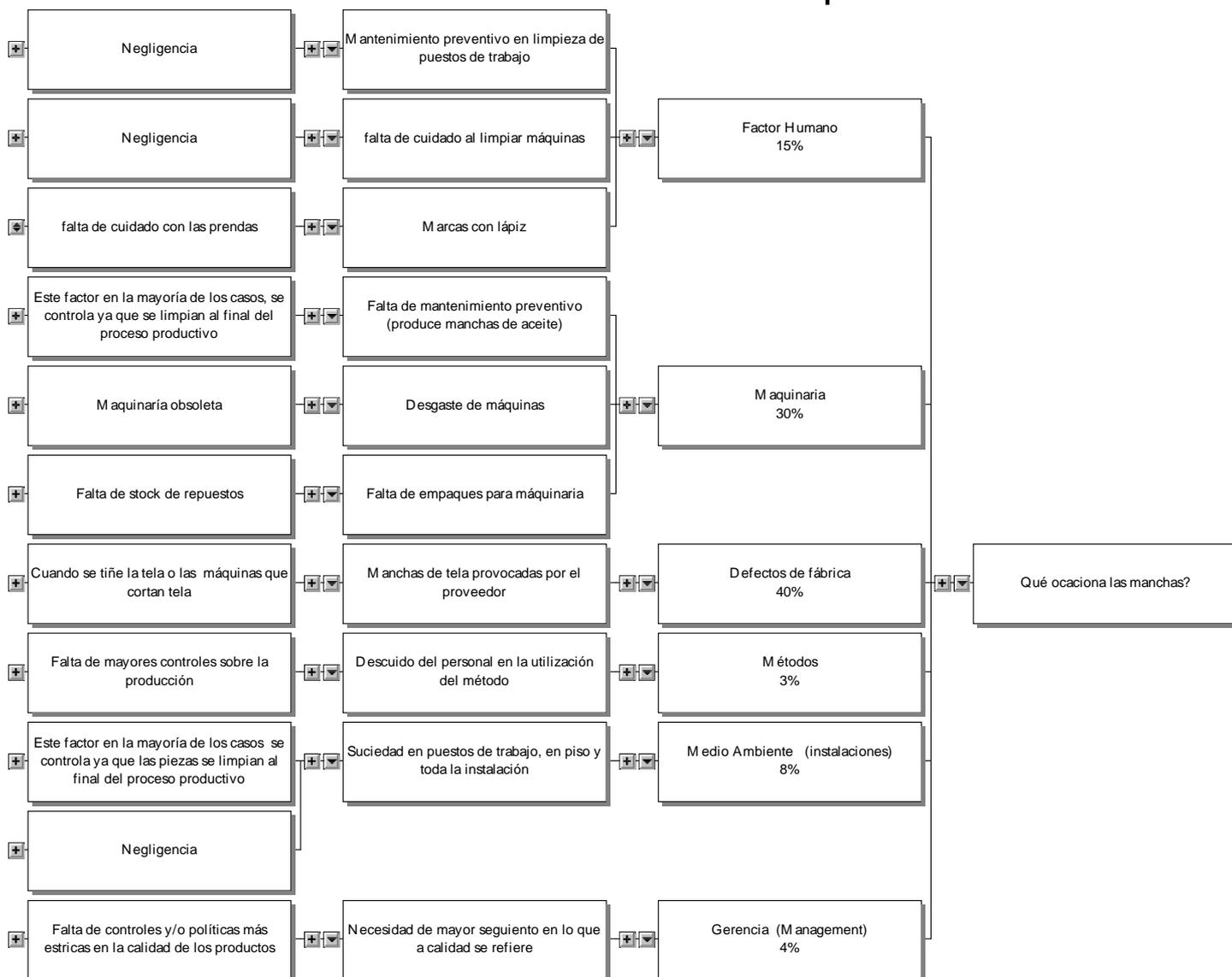


Fuente: Departamento de calidad
Elaborado por: Alejandra Herrera Rojas

Como se puede apreciar, la principal causa que provoca el tipo de defecto “huecos pequeños”, es ocasionada por el proveedor con un 70%, por lo que queda fuera del alcance de este proyecto corregirlo.

La figura 8, presenta el diagrama de Árbol con los factores que provocan las manchas en las prendas.

Figura 8
Diagrama de Árbol
Defectos de calidad manchas en las prendas

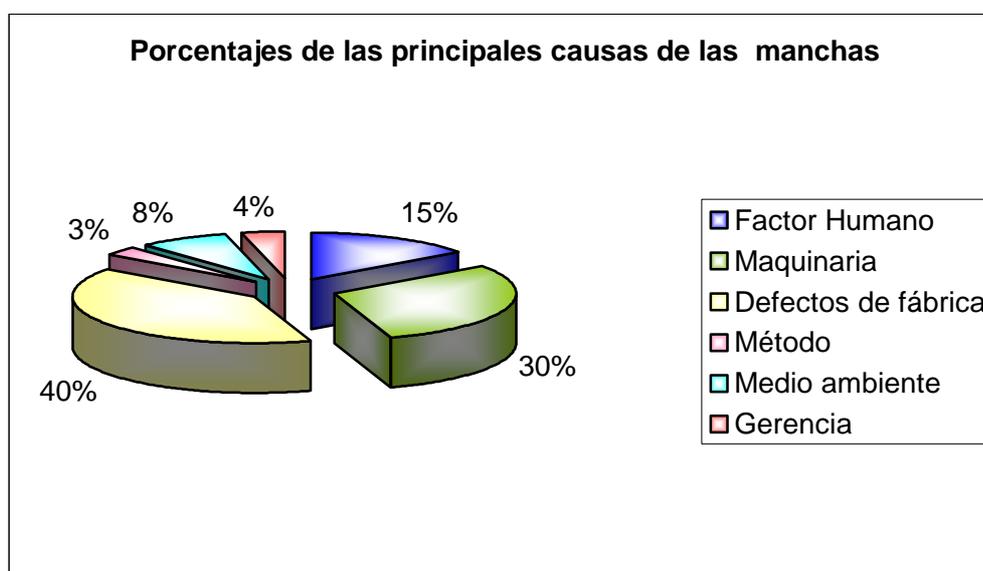


Fuente: Departamento de calidad
 Elaborado por: Alejandra Herrera Rojas

La figura 8, muestra las diferentes variables que provocan las manchas en el producto final, a su vez, se establecen los factores que producen dichas variables.

El gráfico 5, presenta los porcentajes de cada una de las variables que afectan la calidad de las prendas, provocando manchas en el producto final.

Gráfico 5

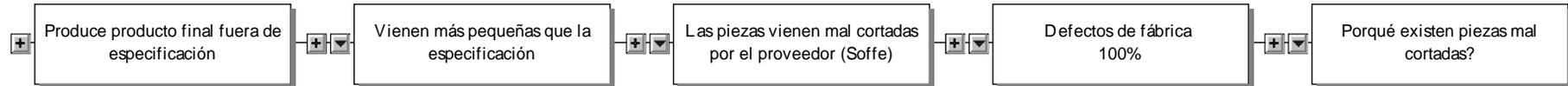


Fuente: Departamento de calidad
Elaborado por: Alejandra Herrera Rojas

Como lo muestra el gráfico, la principal causante de los defectos “manchas”, son los defectos en los materiales que suministra el proveedor, con un 40%, por lo cual está fuera del alcance del proyecto corregirlo; sin embargo, la maquinaria también presenta un porcentaje alto, con un 30%, para el cual se presentarán las respectivas recomendaciones en el capítulo de conclusiones y recomendaciones.

La figura 9, muestra el diagrama de Árbol con el único factor conocido que ocasiona las piezas mal cortadas.

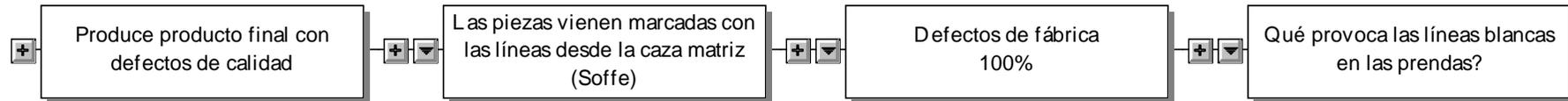
Figura 9
Diagrama de Árbol
Defectos de calidad piezas mal cortadas



Fuente: Departamento de calidad
 Elaborado por: Alejandra Herrera Rojas

La figura 10, presenta el diagrama de Árbol con el único factor conocido que provocan las líneas blancas en las prendas.

Figura 10
Diagrama de Árbol
Defectos de calidad líneas blancas en las prendas

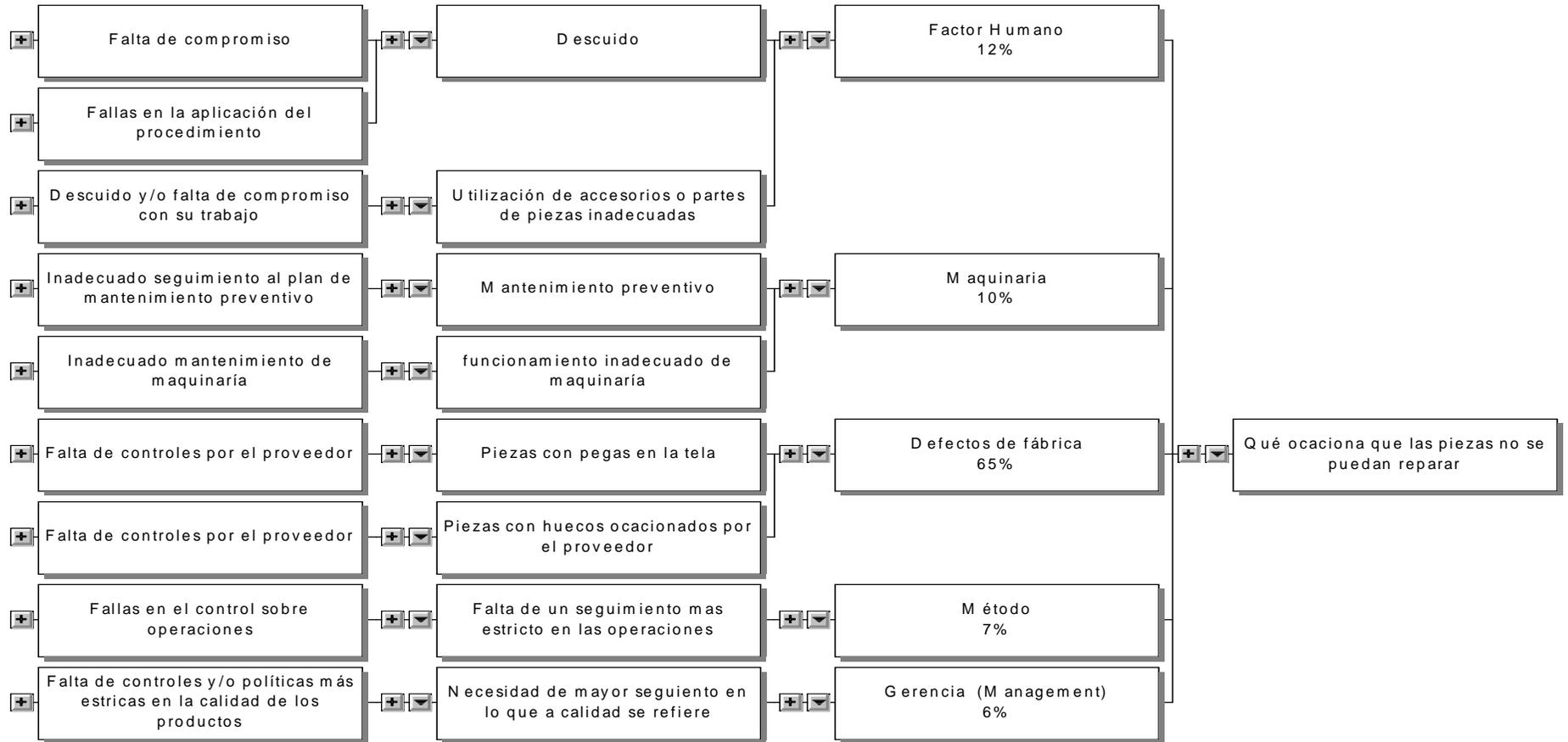


Fuente: Departamento de calidad
 Elaborado por: Alejandra Herrera Rojas

Tanto para los defectos que existen en las piezas mal cortadas como en las prendas con líneas blancas, se asigna un 100% a los problemas ocasionados por el proveedor, ya que es la casa matriz quien aporta todas las materias primas. El mejoramiento de estos defectos se limita a informar a la casa matriz de la situación actual.

La figura 11, presenta el diagrama de Árbol con los factores que provocan las piezas no reparables.

Figura 11
Diagrama de Árbol
Defectos de calidad piezas no reparables

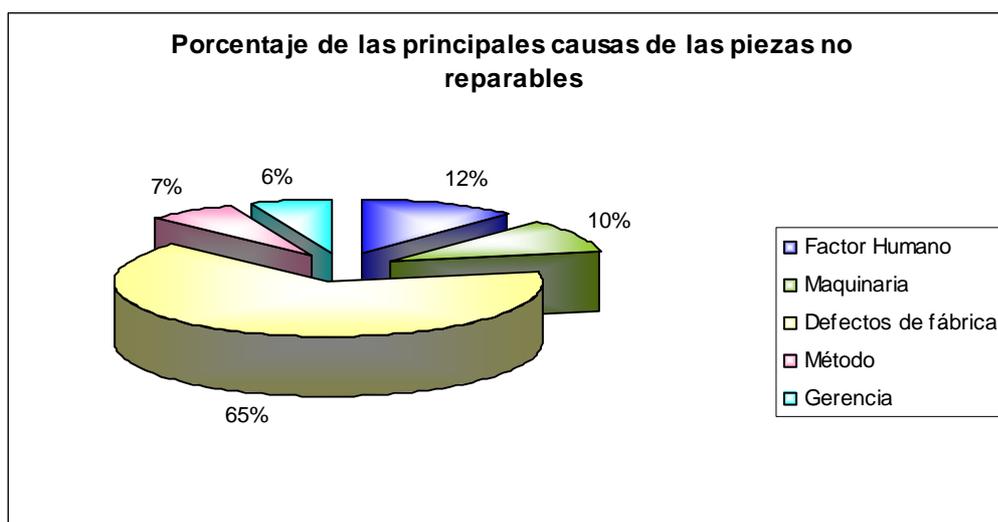


Fuente: Departamento de calidad
 Elaborado por: Alejandra Herrera Rojas

La figura 11, presenta las variables con sus respectivas causas, las cuales provocan piezas no reparables. Para este defecto de calidad, no se tomó en cuenta la variable “instalaciones”, ya que ésta no influye sobre el problema.

El gráfico 6, muestra las variables que provocan las piezas que no se pueden reparar al final del proceso productivo.

Gráfico 6



Fuente: Departamento de calidad
Elaborado por: Alejandra Herrera Rojas

Como se aprecia en el gráfico 6, los defectos de fábrica son la principal causa de “piezas no reparables”, con un 65% del total, los cuales provienen del proveedor, por lo que está fuera del alcance del proyecto eliminar la aparición de los mismos.

La figura 12, presenta el diagrama de Árbol con los factores que provocan las piezas con huecos de costura.

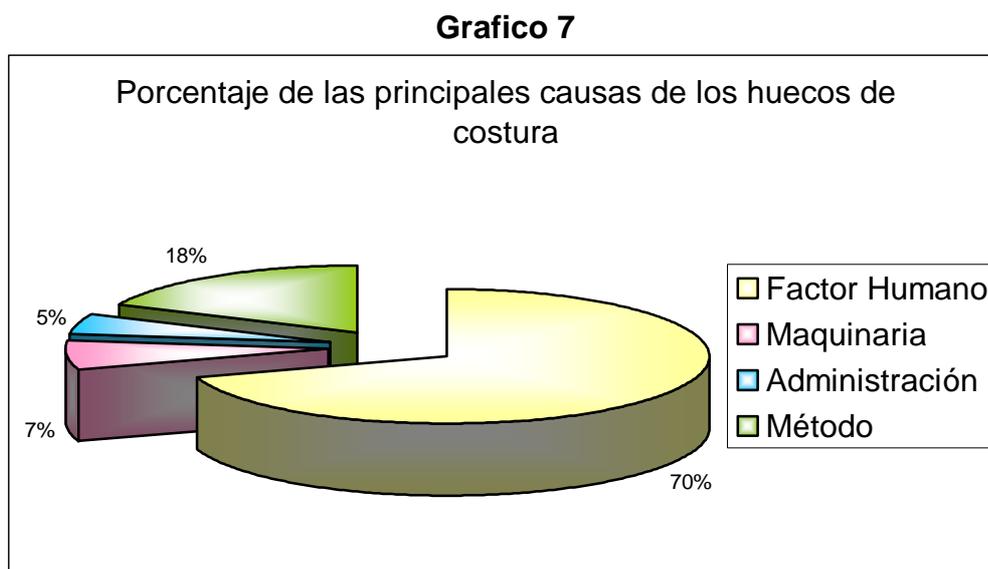
Figura 12
Diagrama de Árbol
Defectos de calidad huecos de costura



Fuente: Departamento de calidad
 Elaborado por: Alejandra Herrera Rojas

La figura 12, presenta las variables con sus respectivas causas, de las que se derivan los huecos de costura. Para este defecto de calidad, no se tomaron en cuenta las variables “instalaciones y defectos de fábrica (materiales)”, ya que éstos no influyen sobre el problema.

El gráfico 7, muestra las variables que provocan en las prendas los huecos de costura que no se pueden corregir.



Fuente: Departamento de calidad
Elaborado por: Alejandra Herrera Rojas

El gráfico 7, muestra como la principal causa de los huecos pequeños, la variable “factor humano”, con un 70% del total de las causas, por lo que este es un problema que se puede reducir y/o eliminar dentro del proceso, para lo que se presentarán las respectivas recomendaciones.

Todos los diagramas presentados anteriormente, reflejan las principales causas que provocan que el producto final no cumpla con las especificaciones de calidad de los clientes. Algunos de los defectos los traen los materiales (tela dañada), sin embargo, muchos de ellos son provocados en la planta, ya sea por descuidos o por falta de mantenimiento preventivo.

La tabla 4, presenta los indicadores encontrados en el proceso productivo de la empresa.

Tabla 4
Indicadores de calidad y productividad

INDICADORES		
Indicador	Fórmula	Resultado
Indicador de productividad	$IP = \frac{QP}{QT}$	$IP = \frac{1223894}{1247560} = 0.98$
Indicador de piezas defectuosas	$ID = \frac{QD}{QT}$	$ID = \frac{23665}{1247560} = 0.02$
Inspecciones y demoras en el proceso	$IID = \frac{QID}{QA}$	$IID = \frac{7}{34} = 0.21$
Indicador de defectos de partes por millón	$IDPPM = QPT \times PPD$	$IDPPM = 1000000 \times 2\%$ $= IDPPM = 20000$
Indicador del nivel Sigma	$INS =$	$INS = 3.5$

Fuente: Registros de exportaciones del 5 enero al 15 de abril del 2005.
Elaborado por: Alejandra Herrera Rojas

A continuación se presenta el significado de las siglas anteriores:

IP = Indicador de productividad

QP = Cantidad de prendas confeccionadas con primera calidad.

QT = Cantidad total de prendas confeccionadas

QD = Cantidad de piezas defectuosas

QID = Cantidad de inspecciones y demoras

QA = Cantidad total de actividades

IDPPM = Indicador de defectos de partes por millón

QPT = Cantidad de producto total

PPD = Porcentaje de piezas defectuosas

INS = Indicador de nivel sigma

La tabla 2, muestra que la planta fue: - productiva en un 98% de sus productos confeccionados. – Un 2% de las prendas confeccionadas presentan algún tipo de defecto de calidad y – Un 21% de las actividades que comprenden el proceso productivo, no agregan valor al producto final. – Existen 20000 prendas defectuosas por cada millón que se confeccionan. – La empresa cuenta con un nivel de sigma de 3.5.

Para el indicador de productividad de la empresa, se realizó una búsqueda de información, donde se encontró que el país carece de métricas para evaluar los índices de productividad de la industria textil. Sin embargo, se logró obtener los índices de productividad de dos empresas de la misma rama de Sohate Textil, pero se desconoce la forma en que se obtuvieron los datos suministrados por las mismas.

A continuación se presenta una tabla comparativa de la productividad de Sohate Textil S.A., contra la de otras empresas de la rama.

Tabla 5
Comparación de productividades

Empresa	Cantidad de piezas de primera calidad	Cantidad piezas de baja calidad	Fórmula	Porcentaje de productividad
Sohate Textil	1.223.894	23.665	$= (1.223.894 + 23.665) / 1.223.894$	= 98
Soffe (EE.UU.)	Desconocido	Desconocido	Desconocido	= 97.5
Nacional	436.681.620	2.526.096	$= (436.681.620 + 2.526.096) / 436.681.620$	= 99

Elaborado por: Alejandra Herrera Rojas.

Fuente: información suministrada por las empresas en cuestión.

La tabla 5, presenta los porcentajes de productividad de dos diferentes empresas, comparados contra Sohate Textil S.A.

Sin embargo, de la tabla anterior no se puede deducir si la productividad que presentan estas empresas es buena o no, ya que no existe una métrica contra qué compararlas.

El nombre de la empresa denominada “nacional”, no se presenta en este documento por petición de la misma.

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el presente capítulo se establecen todas conclusiones y recomendaciones basadas en los hallazgos determinados mediante el diagnóstico que se realizó a la empresa Sohatestil S.A.

Las recomendaciones se basan en dos objetivos principales:

- Medición del impacto ocasionado por prendas de baja calidad.
- Mejoramiento y control de la calidad de las prendas, basados en instrumentos.

El propósito de las recomendaciones no es únicamente establecer o determinar las ganancias que se están dejando de percibir, si no por el contrario, es hacer conciencia de la importancia que tiene la confección de prendas con calidad y de los beneficios que trae implícitos.

La tabla 6, muestra los hallazgos más relevantes encontrados a lo largo de la investigación. Para el establecimiento de los puntos clave, se tomaron en cuenta aquellos procesos o actividades que dentro de la compañía juegan los papeles hacia los que la misma se debe enfocar.

Tabla 6
Resumen de Hallazgos encontrados

Puntos claves	Hallazgos
Proceso productivo	<ol style="list-style-type: none"> Un 21% de las actividades que se realizan dentro del proceso productivo, corresponden a inspecciones y esperas que se generan sobre las prendas y no agregan valor al producto final de la empresa. Existen tres puntos de control antes de la realización de una auditoría del producto final, una de ellas es una inspección del 100% de las prendas y a pesar de esto se presentan rechazos de lotes o cortes de producción. El monto que se le paga a las 11 personas que trabajan en actividades relacionadas con la inspección de los productos haciendo anualmente a ¢16, 473,600.
Baja calidad	<ol style="list-style-type: none"> No se cuenta con un adecuado seguimiento al plan de mantenimiento preventivo para los equipos que se utilizan (principalmente máquinas de coser). Existe un nivel de ruido elevado en las instalaciones, sin embargo, para mitigarlo la empresa cuenta con equipo de protección personal para los empleados (tapones); el uso de estos no es obligatorio. No se da un mejoramiento continuo de los métodos de trabajo, por el contrario siempre se hacen de la misma forma las operaciones de los diferentes estilos a lo largo del tiempo. En muchas ocasiones la materia proveniente de la casa matriz, llega con defectos de calidad como: tonos, mal cortada, con huecos, entre otros. No existe un compromiso real de los empleados con la empresa en todos los niveles de la misma, debido a la falta de motivación. No todo el personal se encuentra capacitado para desempeñar sus actividades cotidianas. No existe una cultura de calidad o un conocimiento real del costo que tiene la producción de piezas de baja calidad, ya que se ha dado el caso de que prefieren exportar cierta cantidad de piezas como irregulares, pudiéndolas mandar como piezas cuestionables¹⁰ para que sean revisadas por el cliente y tener la posibilidad de que éste las tome como piezas de primera calidad.
Comportamiento de la demanda vrs los defectos de calidad	<ol style="list-style-type: none"> Los estilos que representan la demanda crítica en la empresa son: el 037HT, M037, 633V y B058. Los estilos que representan la prioridad debido a la aparición de defectos de calidad son: M037HT, 633V, 147V, 209 y M037. Con lo que se puede observar que los estilos con mayor prioridad o sea, los de tipo "A" en la empresa son: 037HT, 633V y M037, ya que son los que se producen en mayor volumen y causan la mayor cantidad de defectos de calidad.
Defectos de calidad	<ol style="list-style-type: none"> Los defectos de calidad (con su respectivo porcentaje de defectos), clasificados como críticos son en orden de prioridad: huecos pequeños 35.9%, huecos por costuras 10.3%, manchas en las prendas 9.4%, piezas mal cortadas 9%, piezas no reparables 7.1% y líneas blancas 6.6% (los clasificados como otros representan un 21.7%), siendo estos las causas más comunes dentro de los problemas de calidad que se producen. No existe una cultura de calidad, orientada hacia el mejoramiento

¹⁰ Las piezas cuestionables, son aquellas que tienen un defecto muy leve y que pueden ser revisadas por el cliente y tomadas como piezas de primera calidad si éste así lo decide. Siempre que se mandan esta clase de categoría de piezas, las mismas son pagadas sin importar la calidad con que se tomen.

	<p>continuo, lo que provoca que no exista una disminución en la cantidad de piezas de segunda calidad o irregulares.</p> <p>3. Es importante destacar que de todos los defectos clasificados como críticos, en un 83.3% de los casos, el principal problema, proviene de la casa matriz y solo en un 16.3% de los casos, se tiene como principal causa el factor humano.</p>
Costo de oportunidad	<p>1. Solo en el primer trimestre del año 2005, se dejó de percibir un monto de \$10.000, que corresponde a un 2% del total de las exportaciones. Lo que representaría al año 60000 prendas defectuosas (en promedio cada tres meses se confeccionan un millón de prendas), equivalentes a \$30.000 aproximadamente. Este monto únicamente contempla el costo de confección de la prenda, no se tomó en cuenta el costo de pago de horas extra, la luz, el agua, el desgaste de la maquinaria, el reproceso de las prendas, el espacio de contenedor dejado de aprovechar con piezas de primera calidad, entre otros.</p> <p>2. No se cuentan con registros donde se cuantifiquen los costos de oportunidad que ha tenido la empresa al exportar piezas con baja calidad, pudiendo exportar una mayor cantidad de las mismas con primera calidad.</p> <p>3. La empresa toma como aceptable que exista un 2% de piezas defectuosas sobre los cortes que se producen; sin embargo, si se toma en cuenta que cada 3.5 meses se confeccionan un millón de prendas y que al año existirían en promedio 60000 prendas defectuosas, este 2% no debería ser aceptable.</p>
Control sobre el proceso	<p>1. En la empresa no siempre se confeccionan los mismos estilos de ropa, sin embargo, se da el caso que un estilo que se dejó de producir, se vuelva a retomar un tiempo después. Aún así, no se cuenta con registros para todos los estilos, sobre posibles controles que se implementaron durante su desarrollo.</p>
Seis Sigma	<p>1. La empresa cuenta con un nivel de sigma igual a 3.5, por lo que de acuerdo a la metodología de Seis Sigma, la compañía es catalogada como mediocre.</p> <p>2. Seis Sigma, es una metodología para definir, medir, analizar, mejorar y controlar; posee una gran variedad de herramientas, de las cuales para el desarrollo de esta investigación las que se utilizaron tuvieron poca penetración estadística, pero si ampliamente analítica.</p>
Productividad	<p>1. El país carece de métricas de productividad, por lo que resulta imposible establecer si la productividad de Sohate Textil es buena o no, comparada con la de otras empresas de su rama.</p>

Elaborado por: Alejandra Herrera Rojas.

Para el desarrollo de las recomendaciones, estas se basarán en dos objetivos que a continuación se presentan:

5.1 Elaboración de una propuesta que permita medir el impacto provocado por la aparición de prendas de segunda calidad e irregulares.

Para la medición del impacto ocasionado por la confección de prendas defectuosas, es importante establecer todos los costos relacionados a la elaboración de las mismas, y de ahí partir para la recolección de los datos necesarios para la elaboración de informes finales.

Dentro de los costos indirectos que se deben tomar en cuenta, están:

1. Costos de electricidad y agua
2. Pago de horas extras trabajadas (si fueron necesarias).
3. Costos por el reproceso de las prendas
4. Costos de oportunidad por el uso inadecuado del espacio en los contenedores de exportación.

Dentro de los costos directos se encuentran:

1. Costo de la mano de obra
2. Costo por desperdicio de la materia prima

La tabla 7, presenta el formato de la ficha técnica para la recolección de datos acerca de los costos indirectos de la confección de las prendas de baja calidad.

Tabla 7
Ficha técnica. Exportación semanal por estilo

Ficha técnica. Recolección de datos de exportación semanal			
Reportado por:	<input style="width: 90%;" type="text"/>	Fecha	<input style="width: 90%;" type="text"/>
Estilo	<input style="width: 80%;" type="text"/>	Producción diaria	<input style="width: 80%;" type="text"/>
Horas extra	No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>	Cuántas? <input style="width: 80%;" type="text"/>
Producción semanal	<input style="width: 80%;" type="text"/>	Cantidad de piezas reparadas	<input style="width: 80%;" type="text"/>
		Cantidad de piezas defectuosas	<input style="width: 80%;" type="text"/>
		Cantidad de cajas con producto defectuoso exportadas	<input style="width: 80%;" type="text"/>
Observaciones			
<div style="border: 1px solid black; min-height: 60px; margin: 5px 0;"></div> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 2px 0;"/> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 2px 0;"/> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 2px 0;"/> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 2px 0;"/> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 2px 0;"/>			

Elaborado por: Alejandra Herrera Rojas

Mediante el uso de esta ficha técnica, se podrán obtener semanalmente los costos en que se incurrió por lo confección y exportación de prendas de baja calidad.

Esta ficha técnica deberá ser llenada cada semana, con el fin de obtener todos los costos directos e indirectos en los que se está incurriendo en la confección de prendas defectuosas. Se hará por estilo para tener un dato más exacto sobre el valor de la prenda confeccionada. Una vez iniciado el proceso de recolección de los datos, estos deberán ser presentados mediante un informe escrito al gerente de la empresa.

Dicho informe deberá contener los estilos que se confeccionaron, la cantidad de piezas defectuosas producidas por estilo y el costo de oportunidad por no

producir prendas de primera calidad. El propósito de elaborar este informe por estilo es conocer cuales son los más problemáticos, para darles seguimiento y reducir al máximo el problema.

5.2 Diseño de instrumentos para el mejoramiento y control de la calidad de las prendas que se confeccionan.

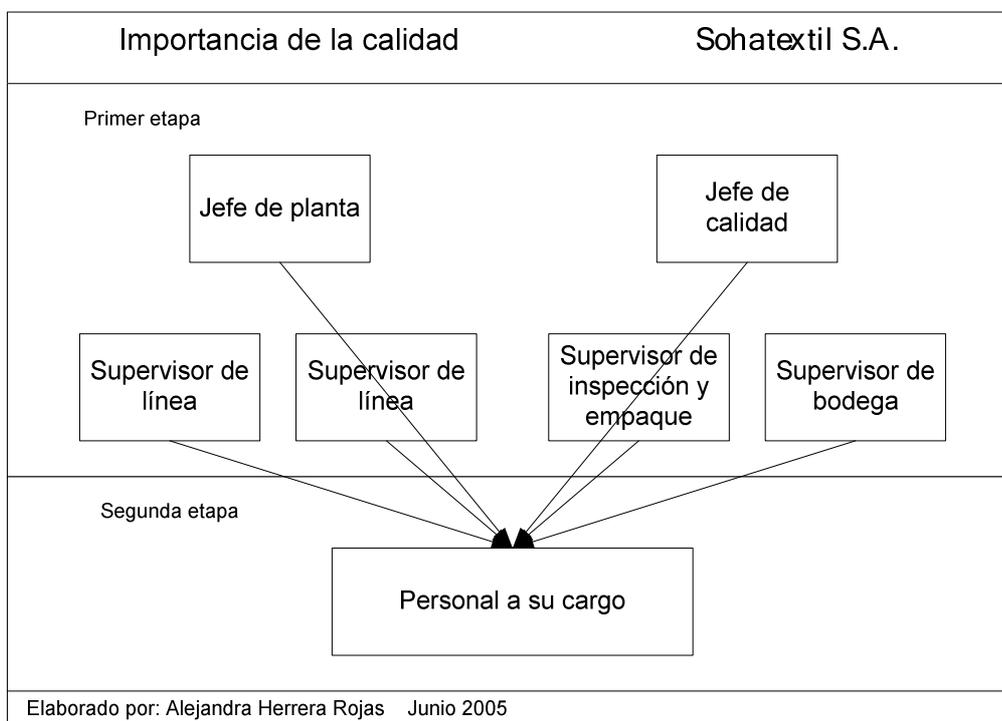
Antes de la aplicación de cualquier instrumento para el mejoramiento y control de la calidad, es importante conocer la importancia que tiene la calidad en el trabajo cotidiano. Para ello es necesario capacitar a todos los jefes y supervisores de la planta, para crear conciencia en ellos y de esta forma empezar un proceso aprendizaje de una cultura de calidad dentro de la empresa.

La figura 13, muestra un modelo de capacitación para el personal de la compañía, en donde se impartirá en una primera fase a los jefes y supervisores, esto por parte del departamento de calidad de la empresa. En la segunda fase, los altos mandos tendrán a su cargo la capacitación a todo su personal.

Una vez que los altos mandos se encuentren capacitados y motivados, éstos serán los encargados de transmitir esta cultura al personal bajo su cargo.

Para iniciar un proceso de calidad dentro de la compañía, es indispensable la implementación de controles que ayuden a detectar los problemas y mejorar la situación actual.

Figura 13
Modelo de capacitación sobre la calidad



Se tienen dos recomendaciones para disminuir y/o controlar la aparición de prendas defectuosas, una a corto plazo y otra a mediano o largo plazo.

Corto plazo:

A un corto plazo, se deben atacar todas las causas encontradas, las cuales están afectando la calidad en el producto final.

La tabla 8, presenta los defectos de calidad con prioridad 1, con sus causas, una posible solución y la forma en que se implementará la misma.

Tabla 8
Recomendaciones para el mejoramiento a corto plazo

Defecto de calidad	Causa	Solución	Implementación
Huecos pequeños	<ol style="list-style-type: none"> Método de trabajo inadecuado. Negligencia. Falta de seguimiento del plan de mantenimiento preventivo. Huecos en la tela proveniente de la casa matriz. 	<ol style="list-style-type: none"> Capacitación y mejoramiento continuo de los métodos de trabajo. Motivación al personal por medio de incentivos (monetarios o no monetarios). – Aplicación de políticas más estrictas dirigidas hacia la calidad en el trabajo. Mayor seguimiento del plan de mantenimiento preventivo dirigido tanto a la maquinaria como a las instalaciones de la empresa. Implementación de controles más estrictos de calidad, tanto en la confección como en el corte de la tela. 	<ol style="list-style-type: none"> Capacitación impartida por el supervisor a cargo. Este punto debe ser brindado por parte de la empresa para que se tome el que más le convenga. Este plan de mantenimiento deberá ser implementado por el personal de mantenimiento de la compañía (mecánicos). Únicamente se podrá implementar por la casa matriz.
Manchas en la tela	<ol style="list-style-type: none"> Falta de cuidado con las prendas. Negligencia Manchas provocadas por el proveedor. Método de trabajo inadecuado. 	<ol style="list-style-type: none"> Motivación al personal por medio de incentivos (monetarios o no monetarios). Empezando a crear una cultura de calidad (mediante charlas). Aplicación de políticas más estrictas dirigidas hacia la calidad en el trabajo. Implementación de controles más estrictos de calidad en la materia prima. Capacitación y mejoramiento continuo de los métodos de trabajo. 	<ol style="list-style-type: none"> El departamento de calidad debe impartir las charlas (de 15 minutos) a grupos de trabajadores. Este punto debe ser brindado por parte de la empresa para que se tome el que más le convenga. Únicamente se podrá implementar por la casa matriz. Capacitación impartida por el supervisor a cargo.
Piezas mal cortadas	<ol style="list-style-type: none"> Falta de controles más estrictos sobre los proveedores de la materia prima. 	<ol style="list-style-type: none"> Implementación de controles más estrictos de calidad en la materia prima. 	<ol style="list-style-type: none"> Únicamente se podrá implementar por la casa matriz.

Elaborado por: **Alejandra Herrera Rojas**

Tabla 8
Recomendaciones para el mejoramiento a corto plazo (continuación)

Defecto de calidad	Causa	Solución	Implementación
Líneas blancas	1. Falta de controles más estrictos sobre los proveedores de la materia prima.	1. Implementación de controles más estrictos de calidad en la materia prima.	1. Únicamente se podrá implementar por la casa matriz.
Piezas no reparables	1. Falta de compromiso con el trabajo. 2. Falta de aplicación del procedimiento 3. Inadecuado seguimiento al plan de mantenimiento preventivo. 4. Falta de controles más estrictos por el proveedor.	1. Motivación al personal por medio de incentivos. 2. Establecimiento de políticas más estrictas por parte de la gerencia, relacionadas al cumplimiento de sus normas y/o procedimientos. 3. Implementación de controles más estrictos de calidad en la materia prima.	1. El departamento de calidad y producción deben idear incentivos que motiven al personal. 2. Este punto debe ser brindado por parte de la empresa para que se tome el que más le convenga. 3. Implementación de un plan de mantenimiento por parte de los mecánicos. 4. Únicamente se podrá implementar por la casa matriz.
Huecos de costura	1. Utilización inadecuada de los accesorios de las máquinas de coser. 2. Descuido por parte de los operarios. 3. Accesorios mal ajustados 4. Falta de seguimiento a las operaciones.	1. Capacitación al personal en la utilización adecuada de todos los accesorios necesarios en su operación. 2. Implementación de políticas más estrictas relacionadas a la calidad de los productos. 3. Revisión periódica de los accesorios y ajustar los mismos cuando sea necesario. 4. Implementación apropiada de mejoramiento continuo sobre las operaciones.	1. Impartida por parte de los mecánicos cuando así sea necesario. 2. El departamento de calidad junto con la gerencia deben diseñar e implementar las políticas. 3. Implementación por parte de los mecánicos cada vez que se requiera. 4. Implementación por parte del jefe de calidad y el supervisor a cargo.

Elaborado por: Alejandra Herrera Rojas

La figura 14, presenta el diagrama de Gantt, con el cronograma de actividades para la implementación de las mismas.

Figura 14
Diagrama de Gantt. Capacitaciones y mantenimiento de la empresa

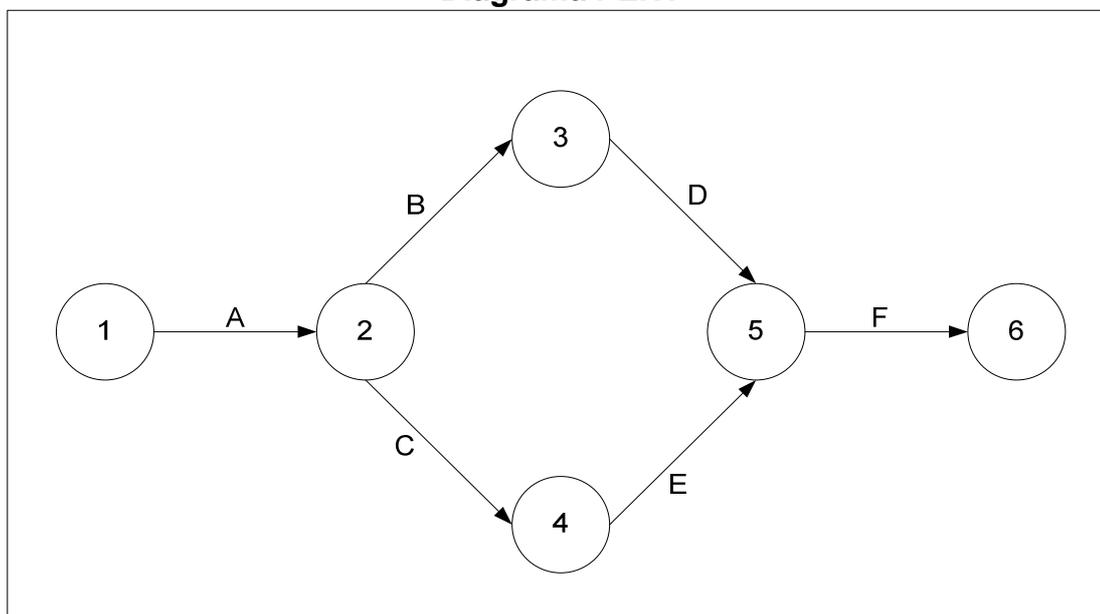
Actividades / Días	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8	Día 9	Día 10
1. Capacitación del método de trabajo impartida por el supervisor a cargo.	Todo el tiempo que cambie un estilo, una operación o que ingrese personal nuevo									
2. Implementación de un plan de mantenimiento a las maquinas e instalaciones, deberá ser implementado por el personal de mantenimiento de la compañía (mecánicos).	Crear plan (cronograma)		Implementación a lo largo del año							
1. El departamento de calidad debe impartir charlas de motivación y cultura de calidad (de 15 minutos) a grupos de trabajadores.										

Elaborado por: Alejandra Herrera Rojas. Julio de 2005

En el diagrama anterior se presenta el cronograma de las capacitaciones que deben ser impartidas en la empresa, para la implementación de mayores controles de calidad sobre todo el proceso productivo; así como el mantenimiento preventivo necesario para lograrlo.

La figura 15, muestra el diagrama PERT con la ruta crítica para la implementación de las recomendaciones.

Figura 15
Diagrama PERT



Elaborado por: Alejandra Herrera Rojas

El Diagrama PERT, presenta la ruta crítica para la implementación de las recomendaciones. Las líneas A – B – D – F, representan la ruta crítica con una duración de tres días con dos horas y treinta minutos.

El nodo 1, representa la primera capacitación de calidad, que debe ser impartida a los jefes y supervisores; con una duración de 1 hora.

El nodo 2, representa la capacitación que será brindada por los jefes y supervisores a su personal a cargo en relación a la importancia de la calidad para la empresa; con una duración de 30 minutos.

El nodo 3, representa el plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria y las instalaciones, que será realizado por los mecánicos de la compañía; con una duración de 3 días.

El nodo 4, representa la capacitación de los métodos de trabajo que será impartida a cada persona según sea necesario; tendrá una duración aproximada de 1 hora.

El nodo 5, representa las charlas sobre motivación y cultura de la calidad que serán brindadas por el departamento de calidad a todo el personal; serán cuatro con una duración aproximada de 15 minutos cada una.

Con la implementación de las recomendaciones a corto plazo, se espera reducir al menos en un 50% cada uno de los defectos de calidad que se presentan actualmente.

Costos de la implementación:

Tabla 9
Costos de la propuesta a corto plazo

Actividad	Puesto	Cantidad de personas	Costo empleado / hora	Total de horas	Total
Capacitación sobre la cultura de calidad para jefes y supervisores	*Ingeniería	001	¢1442.3	2h	¢2884.6
	* Jefes planta y calidad	002	¢1282.25	1h	¢2564.5
	*Supervisores	004	¢932.55	1h	¢3730.2
Capacitación sobre cultura de calidad para operarios	*Supervisores	004	¢932.55	1 h	¢932.55
	*Operarios	130	¢469.7	30 min.	¢30530.5
Implementación del plan de mantenimiento preventivo tanto en las instalaciones como en la maquinaria	*Mecánicos	002	¢1,667.20	28.8 h	¢96030.72
Capacitación en el método de trabajo.	*Supervisor	001	¢ 932.55	1h / por cada operario	¢18651
	*Operario	020	¢ 469.7	1h	¢9394
Charlas de cultura y motivación relacionadas a la calidad.	* Jefe de calidad	001	¢1,282.25	5 h.	¢6411.25
	* Operarios	130	¢ 469.7	1 h.	¢61061.0
Costo por material didáctico					¢ 10000
Costo total ¢ 242.190,32					

Elaborado por: Alejandra Herrera Rojas

Largo plazo:

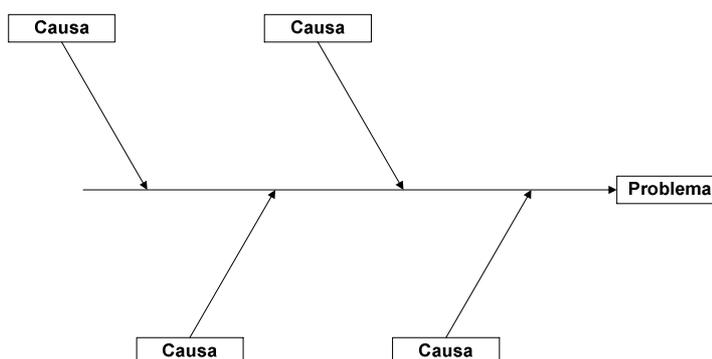
Se debe elaborar una metodología de trabajo, donde se especifique como se va a actuar ante una situación determinada y tener claro quienes son los responsables directos ante cualquier eventualidad. Sin embargo, para efecto del proyecto de investigación la metodología a seguir será sobre los controles que se deben implementar en el área de producción y calidad de la empresa:

Metodología de trabajo:

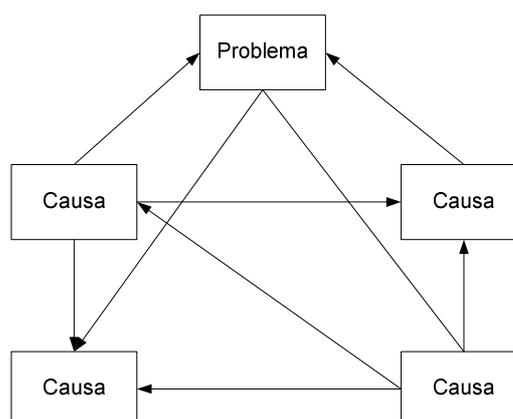
1. Diariamente se deben llenar las hojas de control de cortes con segundas e irregulares utilizadas actualmente por la empresa (Ver tabla 2), donde se detallan la cantidad de piezas con baja calidad y se codifican los defectos.
2. Diariamente se debe llenar la ficha técnica con la recolección de datos de la exportación semanal y deberá ser entregada al jefe de calidad de la planta.
3. El jefe de calidad deberá revisar los defectos que se presenten de tal forma que se pueda buscar alguna solución viable para el problema.
4. Semanalmente el jefe de calidad deberá elaborar el informe semanal de los defectos de calidad anteriormente establecido y presentárselo a su jefe inmediato.
5. En el informe semanal es importante destacar cuales problemas se solucionaron y la forma en que se hizo, por si se presentara el mismo problema posteriormente. También establecer todos los problemas que no se han eliminado y las posibles soluciones que se tienen.

Recolección de datos:

1. Para la recolección de los datos puede ser de utilidad, implementar diagramas de Ishikawa con el fin de establecer el problema y sus causas.



2. Una vez establecidas las causas del problema se pueden utilizar ya sea un diagrama de árbol o de afinidad para establecer la relación que existe entre los defectos y encontrar una mejor solución para los mismos.



3. Una vez obtenidos los datos, se deben unir todos en la ficha técnica, para tener información clara de la situación problemática.

Posibles soluciones:

1. Cuando se tenga toda la información del problema y sus causas, se debe trabajar en las posibles soluciones que se puedan tener, dependiendo del defecto de calidad, éstas podrán ser mejoramiento del plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria, incentivar las inspecciones en la fuente (en los puestos de trabajo de los operarios), cambio o mejoramiento de los métodos de trabajo, capacitación al personal, entre otros.

Para el plan de mantenimiento se deberá implementar una ficha técnica similar a la siguiente:

Tabla 10
Ficha técnica
Formato programa de mantenimiento

Empresa: Sohatextil S.A.					
Departamento de mantenimiento					
Programa de mantenimiento					
Equipo	Serie	Operario	Descripción del mantenimiento	Último mantenimiento	Próximo mantenimiento

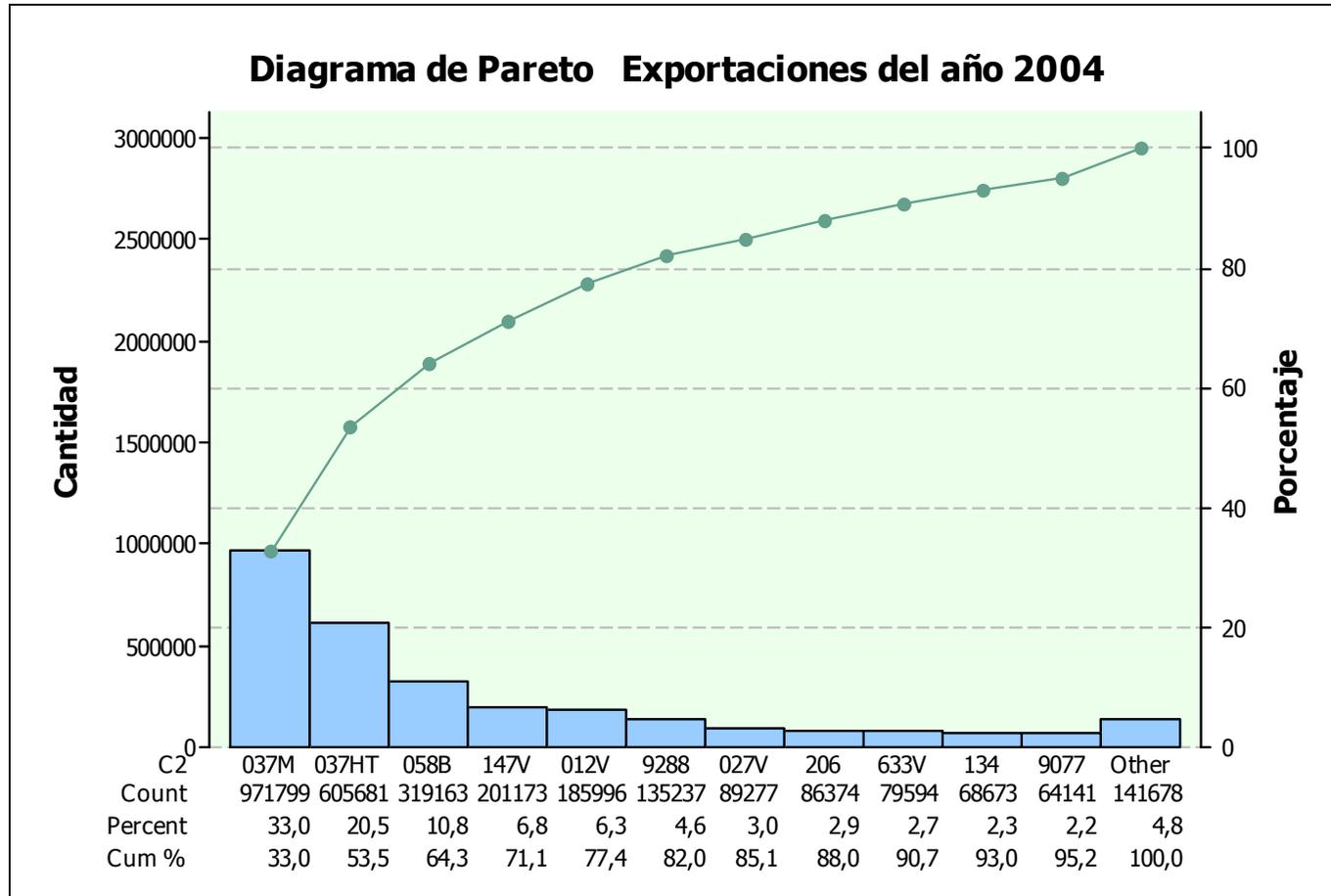
Con esta ficha, se podrá dar seguimiento a un programa de mantenimiento para los equipos de la planta.

BIBLIOGRAFÍA

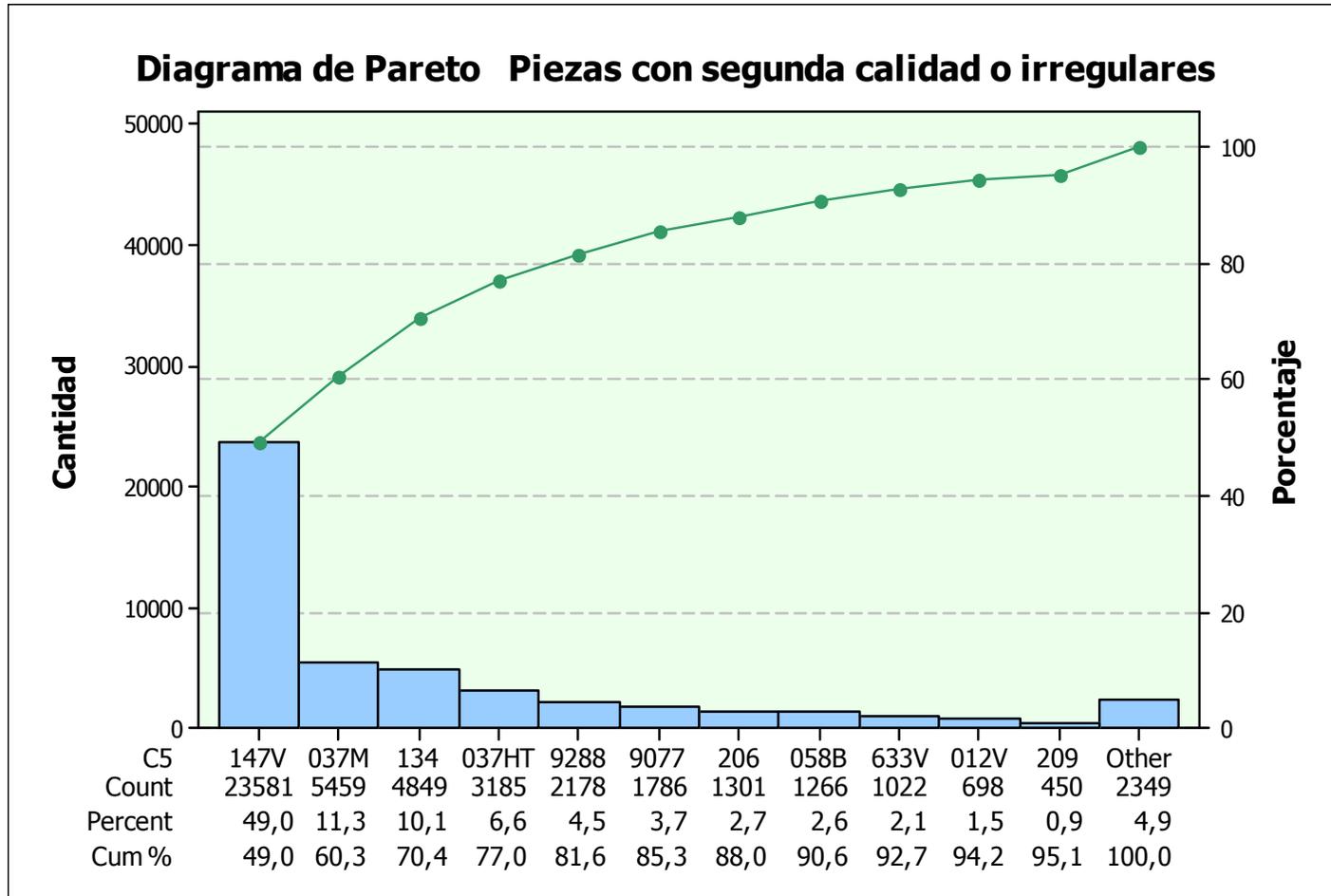
- a. Acuña, J. (1996). *Control de la calidad*. Cartago: Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- b. Brassard, M. (1996). *The memory Jogger Plus*. Editorial Goal QPC.
- c. De Domingo, J. Y Arranz, A (2000). *Calidad y mejora continua*. España: Donostiarra.
- d. Hernández Sampieri, Roberto; Fernández Collado, Carlos y Baptista Lucio, Pilar (2003). *Metodología de la Investigación*. México: Editorial Mc Graw Hill.
- e. Oficina Internacional del Trabajo (OIT). (1996). *Introducción al estudio del trabajo*. Ginebra: Kanawaty, G.
- f. Render y Heizer (1996). *Principios de administración de operaciones*. México: Editorial Prentice – Hall.
- g. Sumanth, D. J. (2001). *Administración para la productividad total*. México: Continental.
- h. Welch, J. (2001). *Certified Six Sigma Black Belt*. Indiana.
- i. Six Sigma. (2005). *Cálculo del proceso de Sigma*. Recuperado el 14 de julio de 2005, de www.isixsigma.com/sixsigma/six_sigma-calculator.asp?m=

ANEXOS

ANEXO 1



ANEXO 2



**ANEXO 3
LISTA DE COTEJO**