



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ
INGENIERÍA INDUSTRIAL

**INFORME FINAL DEL PROYECTO DE RESIDENCIA
PROFESIONAL**

**“PROPUESTA DE MEJORA DEL ÁREA DE ROLLOS
PUNTEADOS DE LA EMPRESA CHIAPLAST SAPI DE
C.V., BASADA EN LA FILOSOFÍA SEIS-SIGMA”**

DESARROLLADO POR
SALVADOR MORALES HERNÁNDEZ
10270175

ASESOR (ES)

DR. ELÍAS NEFTALÍ ESCOBAR GÓMEZ
SR. LUIS FERNANDO TOALÁ AGUILAR

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Junio 2014



TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS 31 DE ENERO 2014

ASUNTO. CARTA ACEPTACION

LIC. HIGINIO GARCIA MENDOZA
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE GESTION
TECNOLOGICA Y VINCULACION.
TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS

Por este medio hago de su conocimiento que el **C. SALVADOR MORALES HERNANDEZ**, con número de control **10270175** alumno de la carrera de **Ingeniería Industrial** de ese instituto tecnológico, ha sido aceptado para realizar su Residencia Profesional en las instalaciones de esta empresa la cual desarrollara el Proyecto denominado **PROPUESTA DE MEJORA DEL AREA DE ROLLOS PUNTEADOS DE LA EMPRESA CHIAPLAST SAPI DE C.V., BASADA EN LA FILOSOFIA SEIS-SIGMA.**, durante el periodo **ENERO – JUNIO 2014** el cual deberá cubrir un total de 640 en horario de 8:00 a 17:00 hrs .

Aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE

LIC. OLGA LIBIA RIOS GONZALEZ
GERENTE DE RECURSOS HUMANOS
DIV. EMPAQUE Y DIV. POLIDUCTO



CHIAPLAST, S.A.P.I. DE C.V.

R.F.C. CHI-980512-P90 Carretera Emiliano Zapata No. 1316-A Col. Loma Bonita, Terán Tuxtla Gutiérrez, Chiapas
C.P. 29050 Tel y Fax: (961) 615 77 77 www.chiaplast.com

2014 Año de Octavio Paz

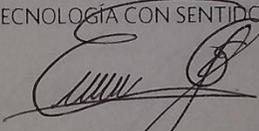
CONSTANCIA DE LIBERACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTO DE RESIDENCIA PROFESIONAL

M.C. JORGE ANTONIO OROZCO TORRES
JEFE DEL DEPTO. DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
EDIFICIO.

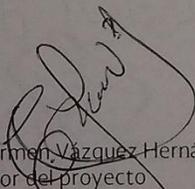
Por medio de la presente me permito informarle que ha concluido la asesoría y revisión del proyecto de Residencia Profesional cuyo título es: **Propuesta de mejora del área de rollos punteados de la empresa CHIPLAST SAPI de C.V., basada en la filosofía Seis Sigma**, desarrollado por el **C. SALVADOR MORALES HERNÁNDEZ**, con número de control 10270175, desarrollado en el período "ENERO - JUNIO 2014".

Por lo que, se emite la presente Constancia de Liberación y Evaluación del Proyecto a los tres días del mes de julio de 2014.

ATENTAMENTE
"CIENCIA Y TECNOLOGÍA CON SENTIDO HUMANO"



Dr. Elías Neftalí Escobar Gómez
Asesor del Proyecto



Ing. José del Carmen Vázquez Hernández
Revisor del proyecto



M.C. Carlos Venturino de Coss Pérez
Revisor del proyecto

C.c.p.- Archivo.



Índice general

Introducción.....	1
Capítulo 1	
1.1 Antecedentes del problema	4
1.2 Descripción del problema	4
1.3 Objetivos	5
1.3.1 General	5
1.3.2 Específicos	5
1.4 Justificación del proyecto	5
1.5 Delimitación.....	6
1.6 Impactos.....	7
1.6.1 Impacto económico.....	7
1.6.2 Impacto ambiental.....	7
Capítulo 2	
2.1 Localización de la Empresa.....	9
2.2 Antecedentes de la empresa.....	9
2.5 Misión	10
2.6 Visión.....	10
2.7 Valores	10
2.8 Políticas de calidad	11
2.9 Estructura organizacional.....	11
2.9.1 Descripción de puestos del organigrama.....	12
2.10 Productos	23

Capítulo 3

3.1 Antecedentes de seis sigma.....	28
3.3 Características de Seis Sigma	30
3.4 Etapas de un proyecto Seis Sigma	38
3.4.1 Definir el proyecto	38
3.4.2 Medir la situación actual	41
3.4.3 Analizar las causas raíz	42
3.4.4 Mejorar.....	42
3.4.5 Controlar para mantener la mejora	43
3.5 Herramientas básicas para seis sigma.....	46
3.5.1 Diagrama de Pareto.....	46
3.5.2 Estratificación	48
3.5.3 Hoja de verificación.....	49
3.5.4 Diagrama de Ishikawa (o de causa-efecto).....	51
3.5.5 Lluvia de ideas	57
3.5.6 Diagrama de dispersión	59
3.5.7 Diagramas de procesos	62
3.5.8 Sistemas poka-yoke.....	64

Capítulo 4

4.1 Aplicación de la metodología.....	67
4.2 Etapa definir	70
4.3 Etapa medir	80
4.3.4 Producción y desperdicio generado por maquinas	88
4.3.5 Gráficas de proporción del turno de la mañana	93
4.4 Etapa analizar	107
4.4.1 Diagrama de pareto para el turno de la mañana	108
4.4.2 Diagrama de pareto para el turno de la tarde	109
4.4.3 Diagrama de pareto para el turno de la noche.....	111

4.4.2	Histograma de comparación del desperdicio total generado por ajuste con el desperdicio total generado por los defectos	112
4.4.3	Estudio de los 5 porqués del desperdicio por ajuste.....	113
4.4.4	Estudio de los 5 porqués del defecto del descalibre.....	114
4.4.4	Estudio de los 5 porqués del defecto de rollos contaminados.	116
4.4.5	Estudio de los 5 porqués del defecto de rollos aguados.....	117
4.4.5	Estudio de los 5 porqués del defecto de sello de fondo.....	118
4.5	Etapa mejorar.....	119
4.5.1	Observar y comprender el proceso.....	120
4.5.2	Separación de actividades internas y externas.....	123
4.5.3	Conversión de actividades internas en externas.....	125
4.5.4	Refinar todo el proceso.....	126
4.5.5	Balanceo de líneas.	129
4.6	Etapa controlar	131

Capítulo 5

5.1	Resultados obtenidos de la producción y el desperdicio al aplicar la técnica SMED en el área de rollos punteados del turno de la mañana.....	136
5.2	Comparación de producción obtenida en la mañana antes y después de la mejora.....	141
5.3	Comparación del desperdicio obtenida en la mañana antes y después de la mejora.....	142
5.4	Análisis de capacidad antes y después de aplicar la filosofía seis sigma.....	143

Capítulo 6

6.1	Conclusiones.....	146
6.2	Recomendaciones.....	147

Fuentes de información

Bibliografía	149
--------------------	-----

Fuentes electrónicas 150

Anexos

Anexo A. Manual de procedimientos para el ajuste del rollo madre en la máquina de
rollos punteados.....152

Anexo B. Manual de procedimientos para el ajuste de cuchillas..... 162

Anexo C. Check list para el área de extrusión..... 165

Índice de figuras

Figura 2.1 Ubicación de la planta Chiaplast SAPI de C.V.	9
Figura 2.2 Organigrama de la planta Chiaplast SAPI de C.V.....	12
Figura 2.3 Bolsas de tipo estándar y sello lateral.....	24
Figura 2.4 Bolsas de tipo camiseta	24
Figura 2.5 Bolsas de basura.....	24
Figura 2.6 Rollo punteado	25
Figura 2.7 Bolsas de impresión	25
Figura 2.8 Tubulares	26
Figura 2.9 Bolsas para hielo.....	26
Figura 3.1 Estructura directiva y técnica de 6 σ	32
Figura 3.2 Las 5 etapas de la realización de un proyecto 6 σ	36
Figura 3.3 Ejemplo de diagrama SIPOC	64
Figura 4.1 Metodología implementada	67
Figura 4.2 Equipo DIMAC.....	72
Figura 4.3 Proceso de entradas y salidas en el área de rollos punteados	73
Figura 4.4 Diagrama SIPOC.....	74
Figura 4.5 Diagrama CTQ	75
Figura 4.6 Layout del área de rollos conversión.....	79
Figura 4.7 Formato de muestreo	80
Figura 4.8 Histograma de frecuencia de defectos en el turno de la mañana	85
Figura 4.9 Histograma de frecuencia de defectos en el turno de la tarde	86
Figura 4.10 Histograma de frecuencia de defectos en el turno de la noche.....	87
Figura 4.11 Gráfica de proporción del turno de la mañana	94
Figura 4.12 Gráfica de proporción del turno de la mañana de la máquina 1	95
Figura 4.13 Gráfica de proporción del turno de la mañana de la máquina 2.....	96
Figura 4.14 Gráfica de proporción del turno de la mañana de la máquina 3.....	97

Figura 4.15	Gráfica de proporción del turno de la tarde	99
Figura 4.16	Gráfica de proporción del turno de la tarde de la máquina 1	100
Figura 4.17	Gráfica de proporción del turno de la tarde de la máquina 2.....	101
Figura 4.18	Gráfica de proporción del turno de la tarde de la máquina 3.....	102
Figura 4.19	Gráfica de proporción del turno de la tarde	104
Figura 4.20	Gráfica de proporción del turno de la noche de la máquina 1	105
Figura 4.21	Gráfica de proporción del turno de la noche de la máquina 2	106
Figura 4.22	Gráfica de proporción del turno de la noche de la máquina 3.....	107
Figura 4.23	Diagrama de pareto del desperdicio generado en el turno de la mañana	108
Figura 4.24	Diagrama de pareto del desperdicio generado en el turno de la tarde.....	110
Figura 4.25	Diagrama de pareto del desperdicio generado en el turno de la noche	111
Figura 4.26	Grafica de comparación del desperdicio	113
Figura 4.27	Proceso de la técnica SMED.....	119
Figura 4.28	Maquina de rollos punteados TSA-MP	120
Figura 4.29	Sistema Poka Yoke	127
Figura 4.30	Utilización del sistema Poka Yoke.....	128
Figura 4.31	Manual de operaciones para el ajuste de rollo.....	129
Figura 4.32	Políticas de ajuste en el área de rollos punteados	132
Figura 4.33	Políticas de trabajo en el área de rollos punteados.....	133
Figura 4.34	Formato de control de calidad.....	134
Figura 5.1	Gráfica de proporción del turno de la mañana despues de la mejora ...	139
Figura 5.2	Gráfica de proporción del turno de la mañana antes de la mejora	141
Figura 5.3	Gráfica de comparación de producción, antes y después de la mejora.	142
Figura 5.5	Gráfica de comparación desperdicio, antes y después de la mejora.....	142
Figura 5.6	Análisis de capacidad antes de la mejora.....	143
Figura 5.7	Análisis de capacidad después de la mejora.....	144

Índice de tablas

Tabla 3.1	Actores y roles en Seis Sigma.....	33
Tabla 3.2	Criterios para la selección y definición de proyectos.....	38
Tabla 3.3	Elementos del marco de un proyecto de Seis Sigma.	41
Tabla 4.1	Mapeo de proceso actual	76
Tabla 4.2	Resultados de muestreo en el turno de la mañana	81
Tabla 4.3	Resultados de muestreo en el turno de la tarde.....	82
Tabla 4.4	Resultados de muestreo en el turno de la noche	83
Tabla 4.5	Defectos generados en el turno de la mañana.....	85
Tabla 4.6	Defectos generados en el turno de la tarde.....	86
Tabla 4.7	Defectos generados en el turno de la noche	87
Tabla 4.8	Producción y desperdicio obtenido en el turno de la mañana	88
Tabla 4.9	Producción y desperdicio obtenido en el turno de la tarde	90
Tabla 4.10	Producción y desperdicio obtenido en el turno de la noche	91
Tabla 4.11	Producción y desperdicio total obtenido en el turno de la mañana	93
Tabla 4.12	Producción y desperdicio total obtenido en el turno de la tarde	98
Tabla 4.13	Producción y desperdicio total obtenido en el turno de la noche.....	103
Tabla 4.14	Desperdicio en kilogramos obtenido en el turno de la mañana	108
Tabla 4.15	Desperdicio en kilogramos obtenido en el turno de la mañana	109
Tabla 4.16	Desperdicio en kilogramos obtenido en el turno de la noche	111
Tabla 4.17	Estudio de los 5 porque del desperdicio por ajuste	114
Tabla 4.18	Estudio de los 5 porque del desperdicio generado por el descalibre.....	115
Tabla 4.19	Estudio de los 5 porque del desperdicio generado por rollos contaminados.....	116
Tabla 4.20	Estudio de los 5 porque del desperdicio generado por rollos aguados.	117
Tabla 4.21	Estudio de los 5 porque del desperdicio generado por sello defondo ...	118
Tabla 4.22	Estudio de tiempo de las actividades que se realizan en el ajuste.....	121

Tabla 4.23 Separación de actividades internas y externas	124
Tabla 4.24 Conversión de actividades internas a externas	125
Tabla 4.25 Tiempos al ejecutar el ajuste en el área de rollos punteados antes de las mejoras	130
Tabla 4.26 Tiempos al ejecutar el ajuste en el área de rollos punteados después de las mejoras	130
Tabla 5.1 Producción y desperdicio obtenido en el turno de la mañana aplicando la técnica SMED.....	136
Tabla 5.2 Producción y desperdicio total obtenido en el turno de la mañana aplicando después de la mejora	138
Tabla 5.3 Producción y desperdicio total obtenido en el turno de la mañana antes de la mejora.....	140

Introducción

Las empresas para que sean competitivas deben satisfacer las necesidades del cliente, para esto deben ofrecer productos de calidad que cumpla con sus expectativas, sin embargo, la calidad no solamente se basa en un buen producto o servicio, si no también deben tomarse en cuenta cada uno de los procesos involucrados ya que estos también deben ser de calidad.

Día con día las empresas enfrentan problemas que afectan su productividad y a sus clientes; la filosofía seis sigma permite de acuerdo a su metodología DMAIC ser implementada de manera que mediante un análisis se identifiquen aquellos factores que afectan su productividad, permitiendo reducir su variabilidad.

Cabe destacar que el principal objetivo de seis sigma es la reducción de la variabilidad de un proceso o servicio y esto conlleva al aumento de la productividad. Seis Sigma se ha destacado por otorgar buenos resultados a las empresas, mejorando las áreas de producción permitiendo que estas se mantengan en constante mejora.

El presente trabajo tiene como objetivo mejorar el proceso del área de rollos punteados de la empresa CHIAPLAST SAPI de C.V., se utilizó la metodología DMAIC que forma parte de la filosofía Seis Sigma, en donde de acuerdo a las cinco etapas, primero se definió el problema identificando el área de oportunidad a mejorar. Una vez identificando el área de oportunidad y las actividades que se realizan se siguió con la etapa medir, en esta etapa se llevaron a cabo muestreos utilizando formatos en donde se plasmaron los defectos, la producción y desperdicio de los tres diferentes turnos y de las tres diferentes máquinas.

El siguiente paso es el análisis de la información obtenida en la etapa medir, de acuerdo a la metodología DMAIC se realizaron diagramas de pareto y gráficas de control para analizar el comportamiento de estos datos, a su vez se utilizó la técnica

de los 5 porqués con el objetivo de encontrar las causas y proponer alternativas, una vez concluyendo con el análisis, se siguió con la etapa mejorar en donde de acuerdo con a las conclusiones del análisis, se utilizó la técnica SMED para mejorar el área de rollos punteados finalizando con la última etapa que es mejorar, en donde se implementaron políticas para mantener el área en constante mejora continua.

Cabe destacar que el presente proyecto está constituido por cinco capítulos los cuales se estructuran de la siguiente manera:

En el capítulo uno se presenta la descripción y planteamiento del problema así como también los objetivos, la justificación y las limitantes que se tuvieron al aplicar la filosofía seis sigma dentro de la empresa.

En el capítulo dos se mencionan las características de la empresa, su funcionamiento y la estructura organizacional con la que cuenta actualmente, así como también de los productos que se fabrican.

Los pasos que se deben de seguir para poder aplicar la filosofía seis sigma y de las herramientas que se deben utilizar se mencionan en el capítulo tres.

El desarrollo de la filosofía seis sigma en la empresa CHIAPLAST se explica a detalle en el capítulo cuatro.

Y por último los resultados que se obtuvieron en la empresa al implementar este proyecto se dan a conocer en el capítulo cinco.

Capítulo 1.

Caracterización del problema

1.1 Antecedentes del problema

Toda organización lucha día con día para superar las expectativas del cliente y de esta forma mantenerse en el mercado, para esto debe cumplir con alto índices de calidad tanto en el producto como en el proceso, además, en el entorno laboral constantemente resaltan nuevas áreas de oportunidad que hay que mejorar, esto conlleva a las empresas a proponer nuevos objetivos e implementar técnicas que permitan disminuir considerablemente los problemas y de esta forma cumplir con la calidad.

La empresa CHIAPLAST SAPI de C.V. es una organización dedicada a la fabricación de bolsas de plásticos en diferentes presentaciones y está constituida en diferentes áreas, el área de conversión es el área principal de la empresa ya que es en donde se fabrican los productos: bolsas estándar, bolsas de basura, bolsas de camiseta, bolsas con sello lateral y rollos punteados, esta última ha generado mayor demanda en los últimos años por lo que el índice de producción de esta corresponde aproximadamente al 35% generada en la empresa.

El índice de desperdicio aumenta día con día en el área de conversión principalmente en el proceso de los rollos punteados, la inquietud de los líderes y jefes del área de conversión ha generado la necesidad de llevar a cabo programas de mejora.

1.2 Descripción del problema

El área de conversión de la empresa CHIAPLAST SAPI DE C.V. no cumple con las metas propuestas de producción de los tres diferentes turnos debido al incremento de desperdicio en el proceso de los rollos punteados.

1.3 Objetivos

1.3.1 General

Reducir el nivel de desperdicios en el área de rollos punteados en la empresa CHIAPLAST SAPI de C.V., aplicando la filosofía seis-sigma.

1.3.2 Específicos

- ✓ Identificar las causas que genera el desperdicio del área de rollos punteados.
- ✓ Establecer alternativas al problema de desperdicio de acuerdo a las causas que la generan.
- ✓ Disminuir el índice de desperdicio un 2% en el área de rollos punteados.
- ✓ Aumentar la producción del área de rollos punteados a un 3%.

1.4 Justificación del proyecto

Para encontrar, solucionar y mejorar los problemas que se pueden encontrar dentro de una empresa la aplicación de la filosofía seis sigma permite dar solución y estar en constante mejora ya que al adecuar las cinco etapas de su metodología DMAIC permitirá ser más eficientes en los procesos.

La aplicación de esta filosofía otorgará diversos beneficios en la empresa como la reducción del desperdicio lo que conllevará al aumento de producción de la empresa. También se logrará aumentar el rendimiento de las máquinas ya que se lograra identificar aquellos factores que no permite a la empresa cumplir con las metas propuestas debido a los paros innecesarios.

Se reducirá el índice de ocio en los trabajadores identificando aquellas causas que le provocan distracción dando como resultado un aumento de productividad en la mano de obra.

Y por último se pretende reducir el índice de defectos que se obtienen por productos, identificando las causas que la provocan y de esta forma proponer alternativas que den solución.

Cada uno de estos beneficios se verá reflejado en las utilidades de la empresa, lo que conllevará a ser más eficiente, más productivo, más rentable y por consecuencia

1.5 Delimitación

El proyecto se llevó a cabo en los meses de enero a junio del año 2014 en el área de conversión de la empresa Chiaplast SAPI de C.V., ubicada en Loma Bonita Terán Carretera Emiliano Zapata en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Dentro de las limitaciones se encuentran las siguientes:

- Las evidencias que se obtuvieron de la empresa fueron mínimas por las políticas que se tienen establecidas dentro de la empresa.
- Falta de compromiso de la gerencia para poder darle seguimiento al proyecto.
- La resistencia al cambio por parte de los operadores.

1.6 Impactos

1.6.1 Impacto económico

Al reducir el índice de desperdicio en el área de rollos punteados se obtiene como resultados el incremento la productividad de la empresa, se reduce el uso de energía y reprocesamiento, lo cual se verá reflejado en las utilidades de la empresa así como también el ahorro de materia prima.

1.6.2 Impacto ambiental

La empresa para poder producir las bolsas de plástico utiliza materiales que son derivados del petróleo y este si no es tratado de una forma correcta afecta al medio ambiente por los gases que se emiten, por lo tanto al reducir el índice de desperdicio de las bolsas de plástico de la empresa CHIAPLAST el ecosistema ya no se verá tan afectado por estos contaminantes.

Capítulo 2.

Caracterización de la empresa

2.1 Localización De La Empresa

CHIAPLAST SAPI de C.V. se encuentra ubicada en carretera Emiliano zapata No. 1316-A, colonia Loma Bonita, Terán, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, ver figura 2.1 donde se muestra la ubicación vía satélite de la empresa CHIAPLAST SAPI.

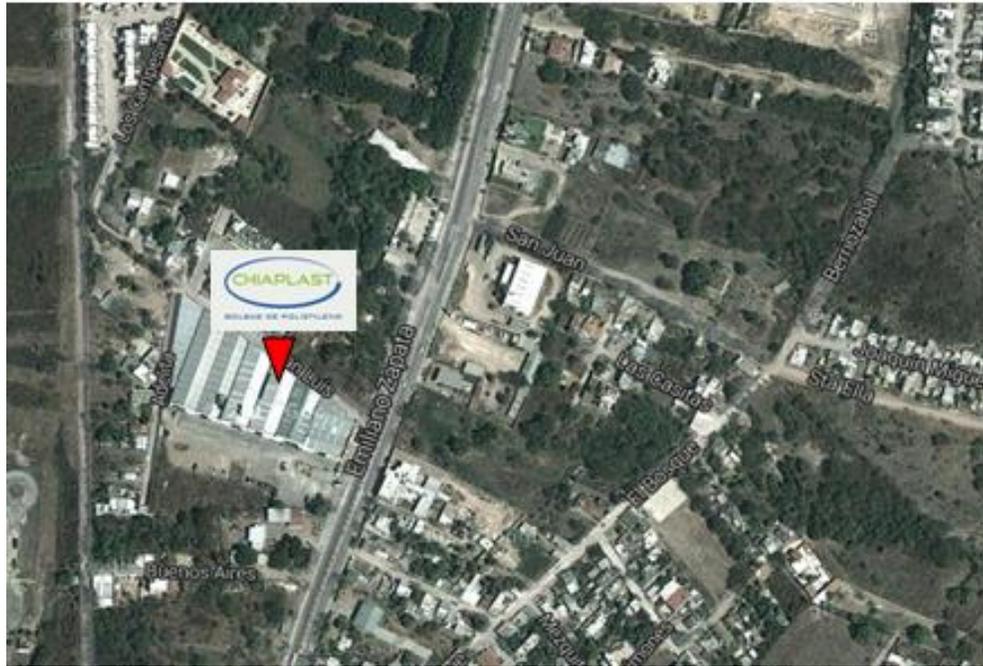


Figura 2.1 Ubicación de la planta Chiaplast SAPI de C.V.

Fuente: <https://maps.google.com.mx/>

2.2 Antecedentes de la empresa

CHIAPLAST es una empresa 100% chiapaneca, dedicada a la fabricación de poliductos, electro ductos y bolsas de polietileno de alta y baja densidad.

Bolsa impresa, bolsa tipo camiseta, bolsas de hielo, para basura y vivero, bolsas de polietileno en rollo punteado, tubulares en colores y natural. Tienen más de 20 años de experiencia. Durante todos estos años, se han perfeccionado los procesos de producción para ofrecer productos hechos a la medida, que cumplen con las necesidades y especificaciones requeridas por el cliente, logrando satisfacción total en cada uno de ellos.

2.5 Misión

Nuestro compromiso diario es:

Fabricar y comercializar bolsas de polietileno que garanticen la satisfacción total de nuestros clientes.

2.6 Visión

Ser la empresa fabricante de bolsas de polietileno mejor posicionada en el Sureste Mexicano y Centroamérica por:

- ✓ La calidad de sus productos y servicios
- ✓ Su innovación tecnológica
- ✓ El profesionalismo de su gente, y
- ✓ Su sentido de responsabilidad social.

2.7 Valores

- Honestidad: siendo íntegros con nuestros compañeros y jefes para recibir a cambio la confianza y respeto de cada uno de ellos.
- Compromiso: lograr los objetivos establecidos cumpliendo responsablemente con las actividades propias del puesto
- Mejora continua: cumplimos de manera permanente y ordenada garantizando nuestra permanencia como organización
- Responsabilidad: cumplimos de manera oportuna y eficiente las actividades, para el logro de las metas fijadas.
- Respeto: buscamos constantemente mantener la convivencia en armonía con compañeros de trabajo, líderes y jefes de área.
- Cooperación: nos apoyamos mutuamente para llegar a los objetivos fijados.

2.8 Políticas de calidad

Nuestro compromiso con nuestros clientes es asegurar su satisfacción total a través de:

- Productos de alta calidad.
- Atención personalizada.
- Puntualidad en la entrega.
- Precios competitivos.
- Disponibilidad de productos.
- Actitud de servicio.

2.9 Estructura organizacional

La empresa Chioplast SAPI de C.V. está constituida en diferentes áreas las cuales son; Recursos Humanos, Mantenimiento, Control de calidad, Almacén, Extrusión y Conversión, en la figura 2.7 se muestra como está organizada toda la planta actualmente.

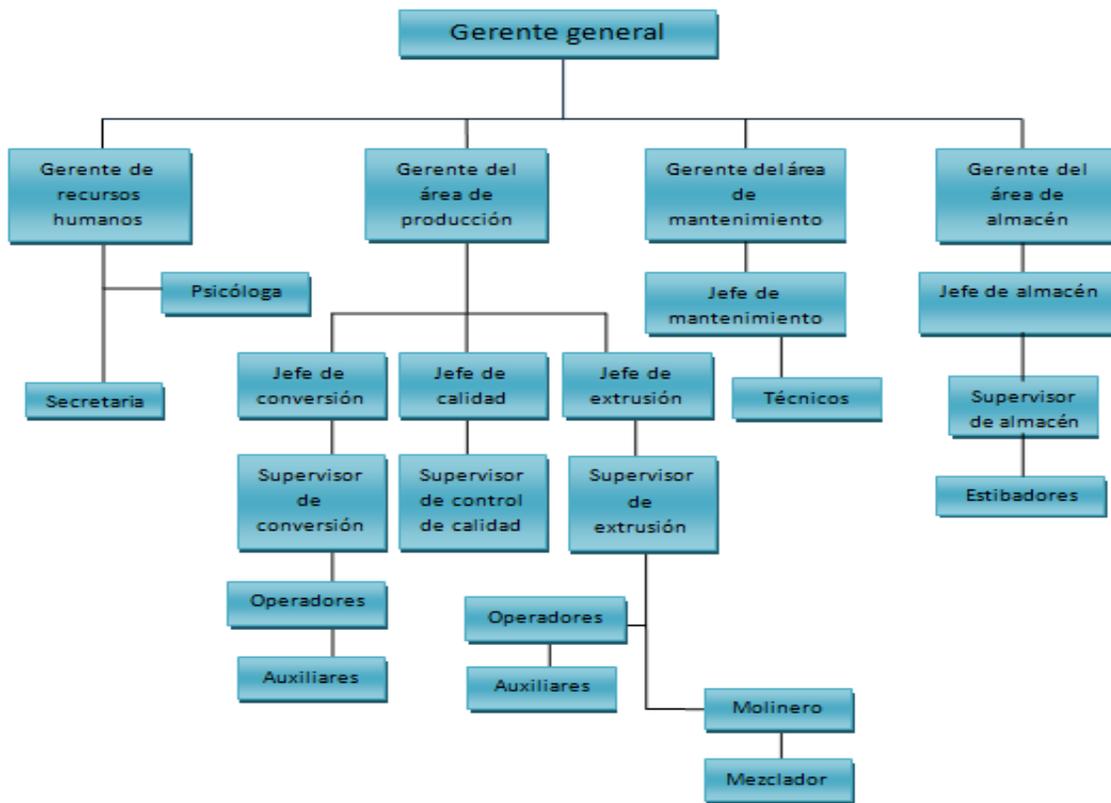


Figura 2.2 Organigrama de la planta Chioplast SAPI de C.V.
Fuente: Creación propia

2.9.1 Descripción de puestos del organigrama

A continuación se da una breve descripción de los puestos de trabajo y que actividades son realizadas por estos

.

1. Gerente general

El gerente general de la empresa es responsable del comportamiento de la empresa en general ya que es el dirige a sus subordinados para que se cumplan las metas

Se encarga de planificar, dirigir y coordina los diversos aspectos de su área de trabajo. Siempre está al pendiente de que las operaciones se ejecuten sin problemas y de acuerdo a la política de la empresa. Él se asegurará de que los vendedores y

los proveedores estén debidamente compensados y que continúen satisfaciendo las necesidades de la empresa.

El gerente de la empresa CHIAPLAST realiza las siguientes funciones:

- Controla y dirige las actividades generales y fundamentales de la empresa.
- Establece objetivos, políticas y planes globales junto con los niveles jerárquicos altos (con los jefes de cada departamento).
- Es el representante de la empresa, es decir, vigila el buen funcionamiento.
- Aprueba los procedimientos de las compras (es decir, la materia prima, la calidad del producto y el precio adecuado).
- Realiza evaluaciones periódicas acerca del cumplimiento de las funciones de los departamentos.

2. Gerente de recursos humanos

La Gerente de Recursos Humanos tiene como finalidad administrar eficientemente el Recurso Humano de la Empresa mediante una efectiva contratación, capacitación, prestación de servicios a empleados y sistema de planillas.

La gerente de la empresa CHIAPLAST realiza las siguientes funciones:

- Elabora e implanta la política de personal, para conseguir que el equipo humano de la organización sea el adecuado, motivado y comprometido.
- Diseñar las políticas a seguir en el reclutamiento, selección, formación, desarrollo, promoción y desvinculación, del personal.
- Colaborar en la definición de la cultura empresarial, controlando las comunicaciones a nivel interno y facilitando la creación de valores apropiados en cada momento.

La Gerencia de recursos humanos tiene a su cargo el siguiente personal:

2A. Psicóloga

Funciones:

- Selección, Evaluación y Orientación de personal: se pueden encargar del análisis de los requerimientos del puesto de trabajo. Ayudar al personal de Recursos Humanos en la realización de entrevistas de evaluación y selección. Determinación de requisitos físicos, mentales, de formación y otros. Realizar los Test psicológicos para valorar habilidades y aptitudes. Evaluación de condiciones específicas: conducción, autocontrol, tolerancia al estrés. Orientación profesional.
- Formación y Desarrollo del personal: Pueden realizar el análisis de necesidades formativas. Diseño e impartición de programas y acciones. Evaluación y medición de la eficacia de los métodos de formación mediante análisis estadísticos de reducción de accidentes, ausentismo.
- Condiciones de Trabajo y Salud: Salud, Higiene y Prevención de Riesgos Laborales. Ergonomía, mejora de las condiciones de trabajo. Seguridad e Higiene en el Trabajo. Reconocimientos Psicológicos en puestos especiales y trabajos nocturnos. Detección e intervención en Psicopatologías con Inadaptación Laboral.

3. Gerente de producción

Su principal objetivo es de promover, impulsar y motivar a los líderes y jefes de las diferentes áreas para que estos puedan obtener mejores resultados en los procesos que conlleva que conlleve al cumplimiento de las metas propuesta.

El gerente de producción de la empresa CHIAPLAST realiza las siguientes funciones:

- Tiene como objetivo cumplir con los estándares de calidad requeridos por la empresa en cada uno de los procesos y procedimientos.
- Promueve y participar en la organización llevando a cabo reuniones semanales para saber los problemas e inconformidades que existan en las diferentes áreas.

El gerente de producción cuenta con varias personas a su cargo como son:

3A-1. Jefe de extrusión

Tiene la responsabilidad de verificar el mezclado de la materia, verificar el funcionamiento de la maquinaria y solicitar el pedido de nuevas mezclas para los productos.

3A-2. Supervisor de extrusión

Estudiar cuales son los pasos a seguir en la producción que se está fabricando identificando que en el proceso no existan problemas y de ser así buscar soluciones que eviten paros de máquinas.

El supervisor del área de extrusión realiza las siguientes funciones:

- Mejorar la productividad de los empleados
- Desarrollar un uso óptimo de los recursos

- Obtener una adecuada rentabilidad de cada actividad realizada: tiempos, bajo.
- Desarrollar constantemente a los empleados de manera integral
- Monitorear las actitudes de su personal

3A-3. Operador

Es la persona encargada de ajustar y elevar los globos de polietileno para formar la una película de polietileno y así poder ser embobinado.

3A-4. Auxiliar

Es el encargado de apoyar al operador cuando este no se encuentra en su área, también realiza labores que el operador le pide cuando está llevando a cabo el ajuste de la maquina

3A-5. Mezclador

Es la persona encargada de vaciar en la tina de mezcla los contenidos de diferentes tipos de polietilenos para así formar la mezcla adecuada para la producción de los globos de polietileno.

3B-1. Jefe de calidad

Busca la manera de cumplir con la calidad en los productos, se encarga de dirigir a un grupo de líderes encargados de supervisar la calidad de los diferentes productos obtenidos en las distintas áreas

El jefe de calidad de la empresa CHIAPLAST realiza las siguientes Funciones:

- Aprueba y distribuye los procedimientos técnicos.
- Inicia acciones para prevenir la aparición de no conformidades.
- Identifica y registra cualquier problema relacionado con la calidad y recomienda soluciones.
- Controla el tratamiento de los productos no conformes.
- Contacta con los clientes respecto a la calidad de los productos servidos.

3B -2. Líder de control de calidad

Se encarga de que el producto que se ofrecen en la empresa, sea excelente, cumpla con las expectativas tanto de la empresa como del consumidor y que cumpla con las metas que se propongan en la empresa.

Las funciones que realiza son las siguientes:

- De acuerdo a los muestreos que saque toma la decisión de aprobar o rechazar, las materias primas, materiales de envase y empaque, producto en proceso y producto terminado.
- Verificar que se efectúen las validaciones apropiadas, incluyendo las correspondientes a los procedimientos y las calibraciones que deben tener los rollos madre de acuerdo a los pedidos.
- Verificar la aprobación y control de proveedores de materiales y fabricantes de materia prima.

3C-1. Jefe de conversión

Ejerce una gran responsabilidad, dado que es la persona encargada de verificar que los pedidos de las bolsas estén en el momento que se requieran y además verifica las todas las maquinas del área de conversión.

3C-2. Operador

Es la persona encargada de ajustar la máquina correspondiente a su área y supervisa su proceso

3C-3. Auxiliar

Es el encargado de apoyar al operador, se encarga de empacar y sellar con termo los rollos que se procesaron, así como también de ir a traer aquellos objetos que el operador de la maquina necesite para el producto.

4. Gerente de Mantenimiento

Agrupar a los trabajadores encargados del mantenimiento tanto de la maquinaria de producción de la empresa, así como del cuidado de las instalaciones de la misma.

Funciones:

- Controlar el correcto funcionamiento de las maquinarias.
- Coordinar las reparaciones y operaciones de mantenimiento de la planta.
- Confeccionar el Plan Anual de mantenimiento, elevándolo a la Gerencia General para su aprobación

- Analizar y justificar los desvíos con el plan anual de mantenimiento trazado e informarlos a la Gerencia General
- Establecer las prioridades sobre las reparaciones solicitadas por los diversos sectores

4A. Jefe de mantenimiento

Es el que dirige y es responsable de las operaciones del mantenimiento e instalación, teniendo bajo su dependencia a los operarios que realizan este cometido.

Funciones:

- Dirigir y controlar el grupo de técnicos mecánicos y locativos.
- Revisar y verificar el correcto diligenciamiento de las planillas de los Técnicos.
- Elaborar y actualizar las Hojas de Vida de cada una de las máquinas de locativo y de confección.
- Realizar pedidos de repuestos, herramientas y suministros a través de compras.
- Hacer el análisis de datos por mantenimientos y consumos del Proceso.

4B. Técnico

Es el que ejerce una o varias funciones propias de su grupo profesional, pero sin la responsabilidad y conocimientos exigidos para el especialista de mantenimiento

- Ronda de inspección y control de las instalaciones, realizando una supervisión de las instalaciones.
- Realización de trabajos de mantenimiento general de las instalaciones, ya sean trabajos con hierro, trabajos de pintura, trabajos de fontanería, trabajos de electricidad, etc.

5. Gerente de almacén

Supervisa los procesos de almacenamiento y despacho de materiales y equipos adquiridos, revisando, organizando y distribuyendo los mismos; a fin de mantener los niveles de inventarios necesarios y garantizar un servicio eficiente a la organización.

Funciones:

- Planificar, coordinar y supervisar todos los movimientos operativos del almacén y del centro de distribución.
- Supervisar y dirigir actividades operativas del almacén y del centro de distribución.
- Velar por la integridad de la carga que está bajo su custodia.
- Controlar que la mercancía esté almacenada en el lugar y bajo las condiciones que le han sido asignadas.
- Controlar la documentación archivada con relación a la mercancía recibida y despachada del centro de distribución.

El gerente de almacén cuenta con varias personas a su cargo como son:

5A. Jefe de almacén

Es el que dirige y es responsable de las operaciones de almacenamiento y expedición dentro de la empresa, teniendo bajo su dependencia a los operarios que realizan este cometido

Funciones:

- Supervisa y distribuye las actividades del personal a su cargo.
- Supervisa la entrada y salida de materiales y equipos del almacén.
- Verifica la codificación y registro de mercancías que ingresa al almacén.
- Elabora la programación anual de las adquisiciones para la dotación del almacén.
- Supervisa la clasificación y organización de la mercancía en el almacén.
- Elabora órdenes de compra para la adquisición de materiales e informa a la unidad de compras y suministros.
- Atiende e informa al público en general.
- Supervisa los niveles de existencia de inventario establecidos de bienes y servicios.
- Mantiene actualizados los sistemas de registros.
- Supervisa la selección de materiales y equipos en cuanto a identificación, tipo y calidad.

5B. Supervisor de almacén

Se encarga de revisar que la materia prima esté en perfecto orden, cuando entró, como se cuida, cuando y cuánta materia salió del almacén, los tiempos de trabajo de los empleados, que no haya mermas (desperdicios), etc.

Funciones:

- Programa, coordina, controla y supervisa las tareas del personal del almacén.
- Lleva el registro y control sobre materiales existentes y entregados.
- Autoriza la entrega de material del almacén, previa revisión de las requisiciones respectivas.
- Recibe, verifica y conforma el material, herramientas y equipos diversos.
- Realiza inventario general de almacén, solicitando lo que no se tiene en existencia.
- Adiestra al personal bajo su cargo.
- Lleva el control de asistencia del personal a su cargo, reportando ausencias y solicitando los suplentes respectivos.

5C. Estibadores

Auxiliar en la administración y suministro de materiales a las diferentes áreas de la empresa.

Funciones:

- Distribución y clasificación del producto según esquema establecido.
- Inventario diario de los productos salientes y entrantes en el almacén.
- Empaquetado y embalaje de la producción.
- Reportar al Supervisor de Almacén y Despachos.

2.10 Productos

Conversión es el área principal ya que es donde se fabrican los productos siendo estas las siguientes:

- Bolsas estándar
- Bolsas de camiseta
- Bolsas de basura
- Rollos punteados
- Bolsas impresas
- Tubulares
- Bolsas de hielo

Cabe destacar que el nombre del producto va de acuerdo al proceso y las cuales en las figuras 2.3, 2.4, 2.5 y 2.6 se presentan ejemplos de los productos que se fabrican.



Figura 2.3 Bolsas de tipo estándar y sello lateral
Fuente: Cortesía Chiaplast SAPI de C.V.



Figura 2.4 Bolsas de tipo camiseta
Fuente: Cortesía Chiaplast SAPI de C.V.



Figura 2.5 Bolsas de basura
Fuente: Cortesía Chiaplast SAPI de C.V.



Figura 2.6 Rollo punteado
Fuente: Cortesía Chiaplast SAPI de C.V.



Figura 2.7 Bolsas de impresión
Fuente: Cortesía Chiaplast SAPI de C.V.



Figura 2.8 Tubulares
Fuente: Cortesía Chiaplast SAPI de C.V.



Figura 2.9 Bolsas para hielo
Fuente: Cortesía Chiaplast SAPI de C.V.

Capítulo 3.
Marco teórico

3.1 Antecedentes de seis sigma

Gutiérrez & De la Vara (2009) mencionan que la letra sigma (σ) proveniente de Grecia y usada para denotar la desviación estándar de un proceso proporciona una forma de cuantificar la variación que tiene una variable de dicha población o proceso. El nivel de sigmas que tiene un proceso es una forma de describir qué tan bien el proceso cumple las especificaciones o requerimientos del cliente. La meta ideal es que el proceso tenga un nivel de calidad de Seis Sigma.

Gutiérrez & De la Vara (2009) indican que seis sigma es una estrategia de mejora continua del negocio enfocada al cliente, que busca encontrar y eliminar las causas de errores, defectos y retrasos en los procesos, a su vez mencionan que seis sigma es una táctica que busca mejorar el trabajo de los procesos de una estructura organizacional y reducir su varianza. En todo momento se toma como punto de referencia a los clientes y sus necesidades. La estrategia seis sigma se apoya en la metodología DMAIC. Asimismo, tiene tres sitios de prioridad que son: satisfacción del cliente, reducción del tiempo de ciclo y disminución de los defectos.

Seis sigma tiene como meta conseguir procesos con una calidad Seis Sigma, es decir, que como máximo generen 3.4 defectos por millón de oportunidades. Esta meta se intenta lograr mediante un esquema vigoroso de mejora, creado y promovido por la alta dirección de una institución, en donde se desenvuelven proyectos seis sigma dentro en toda la institución con el objetivo de obtener mejoras, así como eliminar defectos y retrasos de productos, procesos y transacciones.

En 1987, Seis Sigma fue introducido por primera vez en Motorola por un equipo de directivos encabezados por Bob Galvin, presidente de la compañía, con el propósito de reducir los defectos de productos electrónicos. Desde ese entonces 6σ ha sido adoptada, enriquecida y generalizada por un gran número de compañías.

Además de Motorola, dos organizaciones que se contribuyeron a consolidar la estrategia Seis Sigma y sus herramientas son Allied Signal, que inició su programa en 1994, y General Electric (GE), que inició en 1995. Un factor decisivo de su éxito fue que sus presidentes, Larry Bossidy y Jack Welch, respectivamente, encabezaron de manera entusiasta y firme el programa en sus organizaciones. En Latinoamérica, la empresa Mabe es una de las organizaciones que ha logrado conformar uno de los programas Seis Sigma más exitosos (Gutiérrez & De la Vara, 2009).

Los resultados logrados por Motorola, Allied Signal y GE gracias a Seis Sigma fueron:

- Motorola logró aproximadamente 1,000 millones de dólares en ahorros durante tres años, y el premio a la calidad Malcolm Baldrige en 1988.
- Allied Signal ahorró más de 2 000 millones de dólares entre 1994 y 1999.
- GE alcanzó más de 2 570 millones de dólares en ahorros en tres años (1997-1999).

Seis Sigma es una herencia de las filosofías de Edward Deming y Joseph Juran, tiene como principal objetivo la satisfacción total del cliente, y consiste en ofrecer productos de alta calidad a un bajo costo y a un menor tiempo de servicio.

Brue & Greg (2003) mencionan en su libro que Sigma es un término utilizado en estadística para representar la desviación estándar, un indicador del grado de variación

Un defecto es una característica medible del proceso o de la salida de un producto/servicio que no está dentro de los límites aceptables para el cliente, es decir, que no está conforme a las especificaciones.

Para Escalante (1998) Seis Sigma es representada desde tres diferentes enfoques “una métrica, una filosofía de trabajo y una meta” sin importar a cuál de ellos se haga referencia. Como Métrica, Seis Sigma simboliza un modo de evaluar el desempeño de un proceso en cuanto a su nivel de productos/servicios fuera de su especificación.

Como Filosofía, Seis Sigma significa constante mejora de los procesos y productos aplicando la metodología DMAIC, la cual incluye principalmente el uso de herramientas estadísticas, entre otras herramientas de apoyo.

Y como meta, un proceso con nivel de calidad Seis Sigma significa estadísticamente tener un nivel de clase mundial, al no producir servicios/productos defectuosos y por consiguiente ser una compañía competitiva en el mercado.

3.3 Características de Seis Sigma

Para Brue & Greg (2003) Seis sigma está conformada por las siguientes doce características:

- 1.- Liderazgo comprometido de arriba hacia abajo:* Seis Sigma es ante todo un programa gerencial que implica un cambio en la forma de operar y tomar decisiones. Por ello, la estrategia debe ser comprendida y apoyada desde los niveles altos de la dirección de la organización, empezando por el máximo líder de la organización.
- 2.- Seis Sigma se apoya en una estructura directiva que incluye gente de tiempo completo:* La forma de manifestar el compromiso por Seis Sigma es creando una estructura directiva que integre líderes del negocio, líderes de proyectos, expertos y facilitadores. Donde cada uno tiene roles y responsabilidades específicas para lograr proyectos de mejora exitosos. Los roles, tomados de las

artes marciales, que usualmente se reconocen dentro de los programas 6σ son: líder ejecutivo, champions (campeones o patrocinadores), master black belt (maestro cinta negra o asesor senior), black belt (cinta negra), green belt (cinta verde), yellow belt (cinta amarilla).

La figura 3.1 y en la tabla 3.1 se describen estos roles, la capacitación que reciben las personas que los desempeñan y la manera de acreditarse. En la parte directiva, además del comité que dirige la iniciativa 6σ , los champions (campeones o patrocinadores) tienen un rol vital, pues además de estar encargados de seleccionar los proyectos que deben ejecutarse, son los promotores y revisores de éstos. Sin lugar a dudas, éste fue un aporte decisivo de 6σ , ya que en los movimientos por la calidad y en general en las organizaciones, muchos proyectos ni siquiera concluyen debido a la falta de apoyo y seguimiento.

Por su parte, los black belts (BB), y sus mentores los Messerschmitt-Bölkow-Blohm (MBB) en empresas grandes, normalmente se dedican por completo a 6σ ; por lo tanto, ellos forman el corazón técnico de la iniciativa 6σ , además son los agentes de cambio, y ayudan a promocionar el uso de los métodos y soluciones Seis Sigma. Es usual que los candidatos a BB se seleccionen de entre gente relativamente joven, que ya tiene experiencia en la empresa y que se le ve futuro de crecimiento dentro de la organización. Por ello, la función de BB no se debe asignar de forma automática a los tradicionales ingenieros de calidad de los departamentos de aseguramiento de calidad, deben estar en todas las áreas de la organización.

3.- Entrenamiento: En la tabla 3.1 se detalla el tipo de capacitación que reciben los diferentes actores de un programa seis sigma. Varios de ellos deben tomar un entrenamiento amplio, que en general se conoce como el currículo de un black belt. La duración del entrenamiento es de entre 120 y 160 horas. Es frecuente

organizar este entrenamiento en cuatro o cinco semanas, no consecutivas, de capacitación intensiva, relacionadas con las cinco fases del proceso DMAMC.

Durante cada semana de entrenamiento el alumno deja sus responsabilidades cotidianas. Cada semana de capacitación es separada por tres o cuatro semanas de receso, donde el alumno regresa a sus actividades normales, aplica parte de que aprendió en el aula y avanza en el desarrollo de un proyecto 6s.

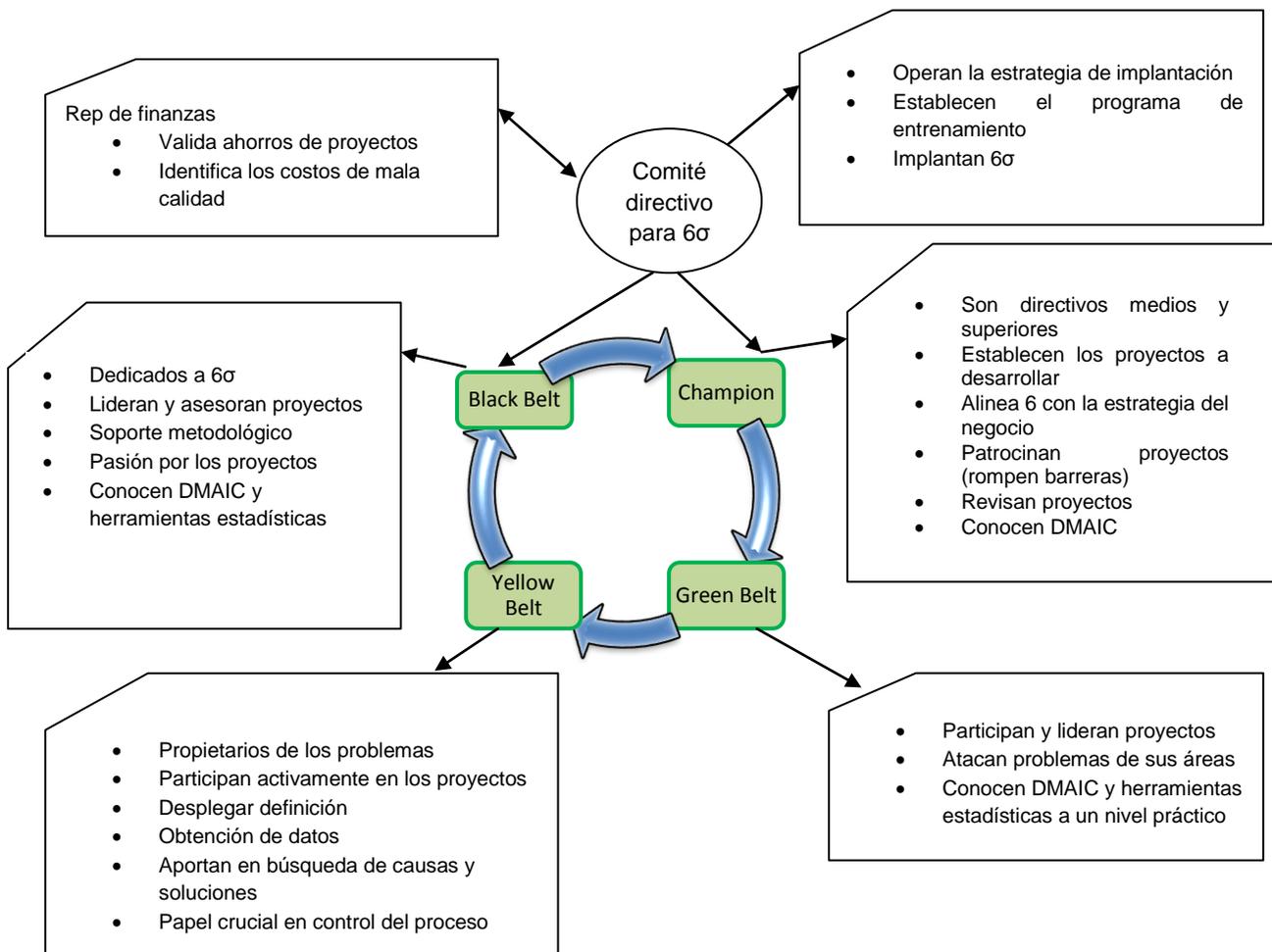


Figura 3.1 Estructura directiva y técnica de 6σ
Fuente: Control estadístico de la calidad y seis sigma

Tabla 3.1 Actores y roles en Seis Sigma
Fuente: Control estadístico de la calidad y seis sigma.

NOMBRE	ROL	CARACTERÍSTICAS	CAPACITACIÓN A RECIBIR	ACREDITACIÓN
Líder de implementación	Dirección del comité directivo para 6s. Suele tener una jerarquía sólo por abajo del máximo líder ejecutivo de la organización.	Profesional con experiencia en la mejora empresarial en calidad, es muy respetado en la estructura directiva.	Liderazgo, calidad, conocimiento estadístico básico (pensamiento estadístico); entendimiento del programa 6s y de su metodología (DMAMC).	
Champions y/o patrocinadores	Gerentes de planta y gerentes de área, son los dueños de los problemas; establecen problemas y prioridades. Responsables de garantizar el éxito de la implementación de 6s en sus áreas de influencia.	Dedicación, entusiasmo, fe en sus proyectos, capacidad para administrar.	Liderazgo, calidad, conocimiento estadístico básico, y un buen entendimiento del programa Seis Sigma, así como de su metodología de desarrollo de proyecto (DMAMC).	Aprobar examen teórico- práctico acerca de las generalidades de 6s y el proceso DMAMC.
Master black belt (MBB)	Dedicados 100% a 6s, brindan asesoría y tienen la responsabilidad de mantener una cultura de calidad dentro de la empresa. Dirigen o asesoran proyectos clave. Son mentores de los BB.	Habilidades y conocimientos técnicos, estadísticos y en liderazgo de proyectos	Requieren amplia formación en estadística y en los métodos de 6s (de preferencia Maestría en estadística o calidad), y recibir el entrenamiento BB.	Haber dirigido cuando menos un proyecto exitoso y asesorado 20 proyectos exitosos. Aprobar examen teórico- práctico acerca de currículo BB y aspectos críticos de 6s.
Black belt (BB)	Gente dedicada de tiempo completo a Seis Sigma, realizan y asesoran proyectos	Capacidad de comunicación. Reconocido por el personal por su experiencia y conocimientos. Gente con futuro en la empresa.	Recibir el entrenamiento BB con una base estadística sólida.	Haber dirigido dos proyectos exitosos y asesorado cuatro. Aprobar examen teórico- práctico acerca del currículo BB y aspectos críticos de 6s.
Green belt	Ingenieros, analistas financieros, expertos técnicos en el negocio; atacan problemas de sus áreas y están dedicados de tiempo parcial a 6s. Participan y lideran equipos Seis Sigma.	Trabajo en equipo, motivación, aplicación de métodos (DMAMC), capacidad para dar seguimiento.	Recibir el entrenamiento BB.	Haber sido el líder de dos proyectos exitosos. Aprobar examen teórico- práctico acerca de Currículo BB.
Yellow belt	Personal de piso que tiene problemas en su área.	Conocimiento de los problemas, motivación y voluntad de cambio.	Cultura básica de calidad y entrenamiento en herramientas estadísticas básicas, DMAMC y en solución de problemas	Haber participado en un proyecto. Aprobar examen teórico- práctico acerca del entrenamiento básico que recibe.

4.- Acreditación: En la tabla 3.1 se menciona el proceso de acreditación de cada uno de los actores de Seis Sigma, sólo bastaría agregar que es importante mantener el nivel de dificultad y no proveer el eficacia de cada estilo. Ser GB, BB, MBB o campeón debe implicar un esfuerzo, recibir entrenamiento y garantizar que se tienen los conocimientos y experiencia que exige la distinción. Cabe señalar que, en términos generales, para lograr la acreditación como alguno de los actores de Seis Sigma, BB por ejemplo, no hay un proceso único y estandarizado.

En este sentido, existen empresas consultoras que, con tal de vender, reducen en gran medida la cantidad de entrenamiento y los requisitos para acreditar a una persona, como *black belt*, por ejemplo. Sin embargo, muchas veces se cree que para lograr los éxitos prometidos con Seis Sigma, basta acreditar cierta cantidad de BBS. Nada más alejado de la realidad, ya que Seis Sigma implica una nueva forma de trabajar, de solucionar problemas, de establecer prioridades y, sobre todo, con una orientación de lograr la satisfacción del cliente.

En otras palabras, Seis Sigma no es sólo acreditar BBS porque cuando se piensa eso se convierte en un programa de capacitación. Pero además cuando esto se da, por lo general los criterios de la tabla 3.1 se flexibilizan tanto que se termina acreditando como BB a gente de la que se duda tengan en realidad los conocimientos y experiencias que se requieren.

Desempeñarse como BB durante un tiempo (dos a tres años) debe ser una plataforma para otras oportunidades en la organización, incluyendo promociones e incentivos. Si al BB se le asigna otra responsabilidad, aunque no deja de tener la categoría, dejará de cumplir con los roles de un BB, aunque su aprendizaje y pasión por Seis Sigma seguirán siendo uno de los activos fundamentales de ese recurso humano.

5.- Orientada al cliente y con enfoque a los procesos: Otras de las características de Seis Sigma es investigar que todos los procesos se efectúen con las exigencias del cliente (en cantidad o volumen, calidad, tiempo y servicio) y que los niveles de desempeño de la organización estén al nivel de calidad Seis Sigma. De aquí que al desarrollar la estrategia 6s en una organización se tenga que profundizar en el entendimiento del cliente y sus necesidades, y para responder a ello, es necesario revisar de manera crítica los procesos de la organización.

A partir de ahí, se deben crear preferencias y trabajar para crear nuevos procesos, conceptos, productos y servicios que excedan las expectativas del cliente.

6.- Seis Sigma se dirige con datos: Los fundamentos y la ideología estadística guían los esfuerzos en la estrategia seis sigma, ya que los datos son necesarios para identificar las variables críticas de la calidad (VCC) y los procesos o áreas a ser mejorados. Las mejoras en la calidad no pueden ser implementadas al azar, por el contrario, el apoyo a los proyectos se asigna cuando a través de datos es posible demostrar que, con la ejecución del proyecto, la diferencia será percibida y sentida por el cliente.

7.- Seis Sigma se apoya en una metodología robusta: Los datos por sí solos no resuelven los problemas del cliente y del negocio, por ello es necesaria una metodología. En 6s los proyectos se desarrollan en forma rigurosa con la metodología de cinco fases:

- Definir,
- Medir,
- Analizar,
- Mejorar y
- Controlar.

En la figura 3.2 se puede apreciar un diagrama de las cinco etapas que hay que seguir en la metodología DMAIC con una breve descripción en cada una de ellas.

8.- *Seis Sigma se apoya en entrenamiento para todos:* La filosofía Seis Sigma se apoya de la metodología DMAIC y sus herramientas relacionadas. La capacitación se da sobre la base de un proyecto que se desarrolla de manera paralela al entrenamiento, lo cual proporciona un soporte práctico.

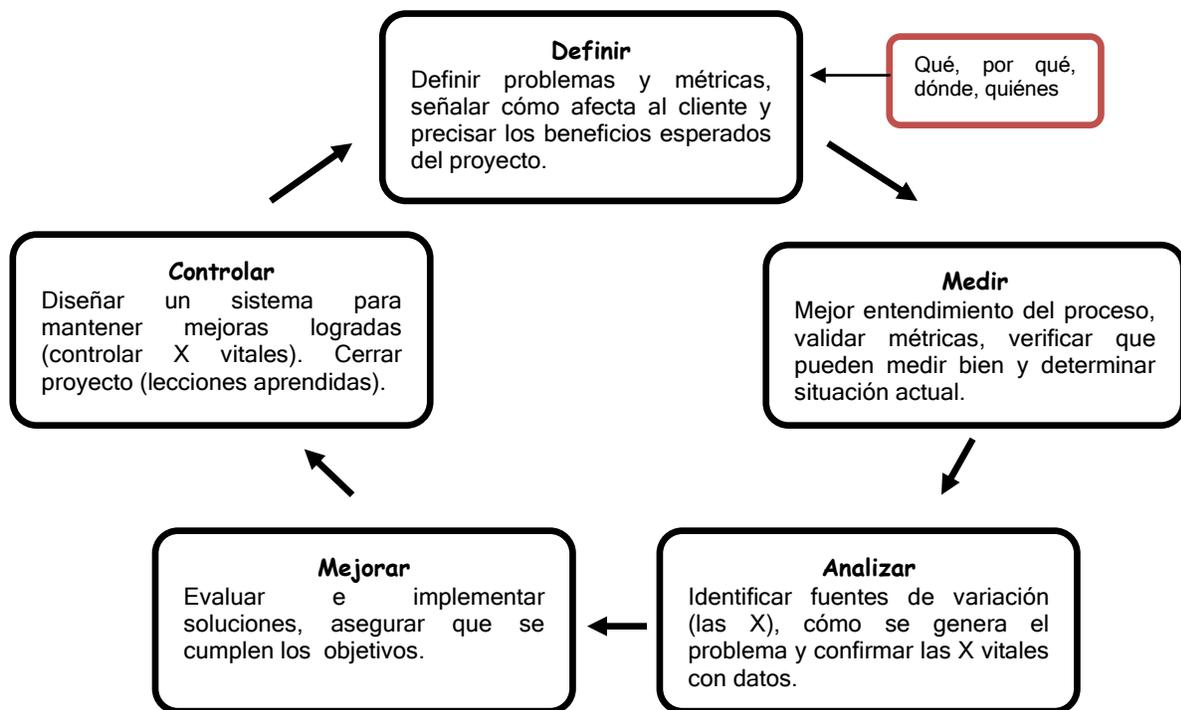


Figura 3.2 Las 5 etapas de la realización de un proyecto 6 σ
Fuente: Gutiérrez y de la vara (2009)

9.- *Los proyectos realmente generan ahorros o aumento en ventas:* Una de las características de implementar Seis Sigma y que este sea exitoso es que la metodología DMAIC realmente logran ahorrar e incremento las ventas. Esto implica varias cosas: se seleccionan proyectos clave que en realidad atienden sus verdaderas causas, se generan soluciones de fondo y duraderas, y se tiene un buen sistema para evaluar los logros de los proyectos. Esto tiene que ser así, porque es sabido que la mala calidad y bajo desempeño de los procesos generan altos costos de calidad.

10.- *El trabajo por Seis Sigma se reconoce:* Seis Sigma se apoya a lo largo del tiempo robusteciendo y examinando a los líderes en los que se apoya el programa, así como a los equipos que logran proyectos DMAIC exitosos. Por ejemplo, antes mencionamos que GE cambió su sistema de compensaciones a directivos, con el cambio el 40% de éstas se basaron en los resultados logrados con Seis Sigma. De esta manera, la estrategia debe diseñar formas específicas en las que se van a reconocer esfuerzos y éxitos por 6s.

Los cuatro niveles y formas de reconocer el trabajo de otros en una organización; se refiere a las *cuatro P*, donde el primer nivel de reconocimiento; el directivo da elogio a quien desea reconocer y con ello señala que está enterado y satisfecho con el trabajo realizado. El segundo nivel, más importante que el primero, es la *presentación*, y es cuando a quienes se desea reconocer exponen ante colegas y superiores los hechos y logros obtenidos. La tercera P es *pesos*, en este nivel el reconocimiento se refleja en una compensación monetaria. La última P es *puesto*, donde se reconocen esfuerzos y logros, y se encomienda una responsabilidad con mayor jerarquía en la organización.

11.- *Seis Sigma es una iniciativa con horizonte de varios años, por lo que no desplaza otras iniciativas estratégicas, por el contrario, se integra y las refuerza:* Dadas las características de seis sigma que se ha descrito, ésta es una iniciativa que debe perdurar y profundizarse a lo largo de varios años. Por ello,

cuando se inicia seis sigma se debe cuestionar qué va pasar con las iniciativas estratégicas que se venían trabajando. La respuesta es que la iniciativa seis sigma debe integrarse al resto de las iniciativas necesarias en la organización.

12.- Seis Sigma se comunica: Seis sigma se fundamenta en un programa intenso de comunicación que forma conocimiento, soporte y responsabilidad, tanto en el interior de la organización como en el exterior (proveedores, clientes clave). Esto permitirá afianzar esta nueva filosofía en toda la organización, partiendo de explicar qué es Seis Sigma y por qué es necesario trabajar por ella. Los resultados que se obtengan deben ser parte de este programa de comunicación.

3.4 Etapas de un proyecto Seis Sigma

3.4.1 Definir el proyecto

Snee (2001) menciona que en la etapa de definir se enfoca el proyecto, se fija y se crean las bases para su éxito. Al culminar esta etapa se debe tener claro el objetivo del proyecto, la forma de medir su éxito, su alcance, los beneficios potenciales y las personas que intervienen en éste.

Teniendo descrito un proyecto tentativo por parte de un *champion*, lo que sigue es asignar un líder o responsable del proyecto. Puede ser un *black belt*, *green belt* o un candidato a estas categorías, quien debe tener un buen conocimiento operativo del problema, pero que no se sospeche que sea parte del mismo. Además, se debe buscar que el líder cuente con la motivación y el liderazgo que le permitan guiar a los miembros del equipo.

El resto de los integrantes del equipo se asignan con base en lo que pueden aportar y la necesidad de contar con diferentes puntos de vista, experiencias y especialidades.

El propio líder del equipo es copartícipe de la formación del mismo. Quizá la formación quede definida después de iniciado el proyecto,

En la tabla 3.2 se da una lista de los aspectos a considerar en la selección y definición de un proyecto.

Tabla 3.2 Criterios para la selección y definición de proyectos
Fuente: Gutiérrez y de la vara (2009)

<p>Aborda áreas de mejora de alto impacto:</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Reducir defectos o desperdicios en las etapas más críticas de un proceso.▪ Ligado directamente a la satisfacción del cliente (quejas, reclamos, tiempos largos de atención, burocracia). Mejorar la capacidad de los procesos.▪ Incrementar el flujo del trabajo en los procesos (organización del proceso.▪ Reducción del tiempo de ciclo, eliminar actividades que no agregan valor).
<p>Apoyo y comprensión de la alta dirección:</p> <ul style="list-style-type: none">▪ La importancia del proyecto es clara para la organización y se percibe como algo importante.▪ El proyecto tiene el apoyo y la aprobación de la dirección (o gerencia) de la empresa.
<p>Efectos fundamentales:</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Se espera que el proyecto tenga beneficios monetarios importantes (medibles), que se reflejen en un tiempo menor a un año.▪ Factible de realizarse en 3 a 6 meses.▪ Para medir el éxito del proyecto se tienen métricas cuantitativas claras, por lo que es fácil medir el punto de partida y los resultados.
<p>Aspectos a evitar en el proyecto:</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Objetivos vagos e imprecisos.▪ Pobres métricas para medir impacto.▪ No ligado a lo financieros.▪ Alcance demasiado amplio.▪ No ligado a los planes estratégicos anuales.▪ Soluciones indefinidas.▪ Demasiados objetivos.

En la tabla 3.3 se muestran los elementos típicos que debe reunir el marco del proyecto, junto con una breve definición.

Tabla 3.3 Elementos del marco de un proyecto de Seis Sigma.
Fuente: Gutiérrez y de la vara (2009)

MARCO DEL PROYECTO SEIS SIGMA	FECHA	VERSIÓN
Título/propósito: es una declaración breve de la intención del proyecto (usar métricas: financieras, calidad, tiempo de ciclo).		
Necesidades del negocio a ser atendidas: indicar los argumentos (desde la óptica de la empresa) para llevar a cabo el proyecto. ¿Por qué se debe apoyar el proyecto?		
Declaración del problema: resume los problemas que serán abordados. Debe incluir condiciones actuales o históricas, tales como índices de defectos y/o costos por el pobre desempeño, en términos de variables críticas para la calidad (Y).		
Objetivo: es una declaración más específica del resultado deseado.		
Alcance: establecer el aspecto específico del problema que será abordado.		
Roles y responsabilidades: los que intervienen en el proyecto.		
Propietarios: se refiere a los departamentos, clientes o proveedores que serán afectados por las actividades del proyecto o por sus resultados.		
Patrocinador o champion: directivo que apoya el proyecto y le da seguimiento.		
Equipo: miembros específicos de los grupos de propietario que juegan un papel activo en el proyecto		
Recursos: son los procesos, equipos, bancos de datos o gente que no es miembro del equipo, y que se pueden requerir para la realización del proyecto.		
Métricas: variable a través de las cuales se medirá el éxito del proyecto.		
Fecha de inicio del proyecto:		
Fecha planeada para finalizar el proyecto:		
Entregable del proyecto: incluye todos los beneficios medibles y tangibles que se espera tener si se concluye en forma exitosa el proyecto		

Establecer el marco del proyecto: Con el bosquejo de definición de proyecto que el *champion* le entrega al líder del equipo, éste debe completar la definición especificando los diferentes elementos del *marco del proyecto*. De tal forma que a través de éste quede claro de qué trata el proyecto, los involucrados, los beneficios esperados, etc. De manera adicional a lo que se establece en la tabla 3.3 es usual hacer un diagrama de proceso; puede ser un diagrama PEPSU, de flujo o un mapeo de proceso de un nivel macro o intermedio.

En la selección de las métricas es importante asegurarse de que a través de ellas se está escuchando al cliente, por lo que pueden ser variables críticas del desempeño y calidad del proceso (tiempo de ciclo, costos, defectos, quejas, productividad)

3.4.2 Medir la situación actual

El objetivo de esta segunda etapa es deducir y medir mejor la magnitud del problema que se aborda con el proyecto. Por ello, el proceso se define a un nivel más detallado para entender el flujo del trabajo, los puntos de decisión y los detalles de su funcionamiento; asimismo, se establecen con mayor detalle las métricas (las Y) con las que se evaluará el éxito del proyecto. Además se analiza y valida el sistema de medición para garantizar que las Y pueden medirse en forma consistente. Además, con el sistema de medición validado se mide la situación actual (o línea base) para clarificar el punto de arranque del proyecto con respecto a las Y.

Las herramientas de mayor utilidad en esta etapa son: mapeo de procesos a un nivel detallado, métodos para realizar estudios de repetitividad y reproducibilidad y otras técnicas estadísticas, como herramientas básicas, capacidad de proceso, AMEF y métricas Seis Sigma.

3.4.3 Analizar las causas raíz

La meta de esta fase es identificar la(s) causa(s) raíz del problema (identificar las X vitales), entender cómo es que éstas generan el problema y confirmar las causas con datos. Se trata de comprender cómo y por qué se genera el problema, se busca llegar hasta las causas más profundas y confirmarlas con datos.

Las herramientas de utilidad en esta fase son muy variadas, por ejemplo lluvia de ideas, diagrama de Ishikawa, Pareto de segundo nivel, estratificación, cartas de control, mapeo de procesos, los cinco por qué, despliegue de la función de calidad para relacionar variables de entrada con variables de salida, diseño de experimentos, prueba de hipótesis, diagrama de dispersión, entre otras.

3.4.4 Mejorar

El objetivo de esta etapa es proponer e implementar soluciones que atiendan las causas raíz; es decir, asegurarse de que se corrige o reduce el problema. Es recomendable generar diferentes alternativas de solución que atiendan las diversas causas, apoyándose en algunas de las siguientes herramientas: lluvia de ideas, técnicas de creatividad, hojas de verificación, diseño de experimentos, poka-yoke, etc.

La clave es pensar en soluciones que ataquen la fuente del problema (causas) y no el efecto. Una vez que se generan diferentes alternativas de solución es importante evaluarlas mediante una matriz que refleje los diferentes criterios o prioridades sobre los que se debe tomar la solución.

3.4.5 Controlar para mantener la mejora

Una vez que las mejoras deseadas han sido alcanzadas, en esta etapa se diseña un sistema que mantenga las mejoras logradas (controlar las X vitales) y se cierra el proyecto. Muchas veces esta etapa es la más dolorosa o difícil, puesto que se trata de que los cambios realizados para evaluar las acciones de mejora se vuelvan permanentes, se institucionalicen y generalicen. Esto implica la participación y adaptación a los cambios de toda la gente involucrada en el proceso, por lo que se pueden presentar resistencias y complicaciones. Al final de cuentas, el reto de la etapa de control es que las mejoras soporten la prueba del tiempo. En este sentido es necesario establecer un sistema de control para:

- Prevenir que los problemas que tenía el proceso no se vuelvan a repetir.
- Impedir que las mejoras y conocimiento obtenido se olviden.
- Mantener el desempeño del proceso.
- Alentar la mejora continua.

De acuerdo con lo anterior se deben acordar acciones de control en tres niveles: proceso, documentación y monitoreo, como se explica en seguida:

1. Estandarizar el proceso. En este nivel se deciden acciones para asegurar las mejoras a través de cambios en los sistemas y estructuras que forman el proceso,

Tratando de no depender de controles manuales y de vigilancia sobre el desempeño.

En otras palabras, se deben buscar cambios permanentes en los procesos y en sus métodos de operación. Aquí las ideas de los dispositivos tipo poka-yoke podrían resultar de utilidad.

2. Documentar el plan de control. Se busca trabajar para mejorar o desarrollar nuevos documentos que faciliten el apego a los procedimientos estándar de operación del proceso.

La estandarización vía documentación contempla procedimientos bien escritos, videos y hojas de trabajo ilustradas.

Otras alternativas para lograr la estandarización de los métodos son: la capacitación, tanto para nuevos trabajadores como para los actuales, así como los sistemas a pruebas de errores (poka-yoke, véase capítulo 6). Algunos consejos para documentar procedimientos son los siguientes:

- Involucrar a la gente que supervisa y aplica los métodos.
- Probar el procedimiento tal como se documentó.
- Ser completo, pero conciso.
- Colocar el procedimiento donde esté disponible fácilmente.
- Bosquejar un método para actualizar los procedimientos (mejora continua).
- Poner fecha a los procedimientos.
- Destruir los procedimientos obsoletos.

3. Monitorear el proceso. Se deciden las mejoras al monitoreo del proceso para que mediante éste se tenga evidencia de que el nivel de mejoras logrado se siga manteniendo. Los monitoreos pueden realizarse sobre entradas claves del proceso, así como sobre variables de salida crítica. Por excelencia, las herramientas para analizar y monitorear el desempeño de un proceso son las cartas de control, pero debe asegurarse una elección y operación adecuada. Se debe tener cuidado especial de no confundir los conceptos de capacidad y estabilidad. Algunas preguntas de evaluación acerca del monitoreo de un proceso con respecto a sus entradas y salidas clave, son las siguientes:

- ¿Cómo se monitorean?
- ¿Con qué frecuencia se verifican?
- ¿Se conocen las especificaciones y valores meta óptimos?
- ¿Cuál es su capacidad y estabilidad?
- ¿Cuáles deben tener cartas de control?

4. Cerrar y difundir el proyecto. El objetivo de esta última actividad es asegurarse de que el proyecto 6 σ sea fuente de evidencia de logros, de aprendizaje y que sirva como herramienta de difusión para fortalecer la estrategia 6 σ .

Esta difusión ayudará a elevar el nivel de compromiso de los involucrados para mantener el éxito del proyecto, así como a fortalecer el aprendizaje y la mejora continua en la organización.

Por ello, el equipo de caracterización debe desarrollar las siguientes actividades.

a) Documentar el proyecto a través de la carpeta del historial del proyecto, en la que típicamente se agregan los siguientes elementos:

- Los elementos considerados para seleccionar y definir el proyecto.
- Datos iniciales de línea base.
- Evidencia de cómo se validó el sistema de medición.
- Análisis del estado inicial del proceso.
- Evidencias de lo realizado y herramientas aplicadas en las fases de análisis y mejora.
- Datos del análisis o corrida confirmatoria.
- Datos financieros (costos y beneficios).
- Decisión final sobre la mejora y conclusiones.
- Plan de control.

- b) Elaborar un resumen de los principales cambios o soluciones dados para el problema, el impacto del proyecto y resumir los aprendizajes alcanzados con el proyecto.
- c) Difundir lo realizado, así como los logros alcanzados, que puede incluir: elaboración de reporte técnico, presentación ante colegas y directivos, y difusión interna por los canales adecuados.

3.5 Herramientas básicas para seis sigma

3.5.1 Diagrama de Pareto

Se reconoce que más de 80% de la problemática en una organización es por causas comunes, es decir, se debe a problemas o situaciones que actúan de manera permanente sobre los procesos. Pero, además, en todo proceso son pocos los problemas o situaciones vitales que contribuyen en gran medida a la problemática global de un proceso o una empresa. Lo anterior es la premisa del *diagrama de Pareto*, el cual es un gráfico especial de barras cuyo campo de análisis o aplicación son los datos categóricos, y tiene como objetivo ayudar a localizar el o los problemas vitales, así como sus principales causas. La idea es que cuando se quiere mejorar un proceso o atender sus problemas, no se den “palos de ciego” y se trabaje en todos los problemas al mismo tiempo atacando todas sus causas a la vez, sino que, con base en los datos e información aportados por un análisis estadístico, se establezcan prioridades y se enfoquen los esfuerzos donde éstos tengan mayor impacto.

La viabilidad y utilidad general del diagrama está respaldada por el llamado principio de Pareto, conocido como “Ley 80-20” o “Pocos vitales, muchos triviales”, en el cual se reconoce que pocos elementos (20%) generan la mayor parte del efecto (80%), y

el resto de los elementos propician muy poco del efecto total. El nombre del principio se determinó en honor al economista italiano Wilfredo Pareto (1843-1923).

Pasos para la construcción de un diagrama de Pareto:

1. Es necesario decidir y delimitar el problema o área de mejora que se va a atender, así como tener claro qué objetivo se persigue. A partir de lo anterior, se procede a visualizar o imaginar qué tipo de diagrama de Pareto puede ser útil para localizar prioridades o entender mejor el problema.
2. Con base en lo anterior se discute y decide el tipo de datos que se van a necesitar, así como los posibles factores que sería importante estratificar. Entonces, se construye una hoja de verificación bien diseñada para la colección de datos que identifique tales factores.
3. Si la información se va a tomar de reportes anteriores o si se va a coleccionar, es preciso definir el periodo del que se tomarán los datos y determinar a la persona responsable de ello.
4. Al terminar de obtener los datos se construye una tabla donde se cuantifique la frecuencia de cada defecto, su porcentaje y demás información.
5. Se decide si el criterio con el que se van a jerarquizar las diferentes categorías será directamente la frecuencia o si será necesario multiplicarla por su costo o intensidad correspondiente. De ser así, es preciso multiplicarla. Después de esto, se procede a realizar la gráfica.
6. Documentación de referencias del DP, como son títulos, periodo, área de trabajo, etc.

7. Se realiza la interpretación del DP y, si existe una categoría que predomina, se hace un análisis de Pareto de segundo nivel para localizar los factores que más influyen en el mismo.

3.5.2 Estratificación

De acuerdo con el principio de Pareto existen unos cuantos problemas vitales que son originados por pocas causas clave, pero resulta necesario identificarlos mediante análisis adecuados. Uno de estos análisis es la estratificación o clasificación de datos.

Estratificar es analizar problemas, fallas, quejas o datos, clasificándolos o agrupándolos de acuerdo con los factores que se cree pueden influir en la magnitud de los mismos, a fin de localizar las mejores pistas para resolver los problemas de un proceso.

Por ejemplo, los problemas pueden analizarse de acuerdo con tipo de fallas, métodos de trabajo, maquinaria, turnos, obreros, materiales o cualquier otro factor que proporcione una pista acerca de dónde centrar los esfuerzos de mejora y cuáles son las causas vitales.

La estratificación es una poderosa estrategia de búsqueda que facilita entender cómo influyen los diversos factores o variantes que intervienen en una situación problemática, de forma que sea posible localizar diferencias, prioridades y pistas que permitan profundizar en la búsqueda de las verdaderas causas de un problema.

La estratificación recoge la idea del diagrama de Pareto y la generaliza como una estrategia de análisis y búsqueda. No sólo se aplica en el contexto del diagrama de Pareto, más bien, es una estrategia común a todas las herramientas básicas.

Por ejemplo, un histograma multimodal puede ser la manifestación de diferentes estratos que originan los datos bajo análisis.

Recomendaciones para estratificar:

1. A partir de un objetivo claro e importante, determine con discusión y análisis las características o factores a estratificar.
2. Mediante la colección de datos, evalúe la situación actual de las características seleccionadas. Exprese de manera gráfica la evaluación de las características (diagrama de Pareto, histograma, cartas de control, diagrama de caja, etcétera).
3. Determine las posibles causas de la variación en los datos obtenidos con la estratificación.
Esto puede llevar a estratificar una característica más específica, como en los ejemplos.
4. Ir más a fondo en alguna característica y estratificarla.
5. Estratifique hasta donde sea posible y obtenga conclusiones de todo el análisis realizado.

3.5.3 Hoja de verificación

La hoja de verificación es un formato construido para coleccionar datos, de forma que su registro sea sencillo, sistemático y que sea fácil analizarlos. Una buena hoja de verificación debe reunir la característica de que, visualmente, permita hacer un primer análisis para apreciar las principales características de la información

buscada. Algunas de las situaciones en las que resulta de utilidad obtener datos a través de las hojas de verificación son las siguientes:

- Describir el desempeño o los resultados de un proceso.
- Clasificar las fallas, quejas o defectos detectados, con el propósito de identificar sus magnitudes, razones, tipos de fallas, áreas de donde proceden, etcétera.
- Confirmar posibles causas de problemas de calidad.
- Analizar o verificar operaciones y evaluar el efecto de los planes de mejora.

La finalidad de la hoja de verificación es fortalecer el análisis y la medición del desempeño de los diferentes procesos de la empresa, a fin de contar con información que permita orientar esfuerzos, actuar y decidir objetivamente.

Esto es de suma importancia, ya que en ocasiones algunas áreas o empresas no cuentan con datos ni información de nada. En otros casos, el problema no es la escasez de datos; por el contrario, en ocasiones abundan (reportes, informes, registros); el problema más bien es que tales datos están archivados, se registraron demasiado tarde, se colectaron de manera inadecuada o no existe el hábito de analizarlos y utilizarlos de manera sistemática para tomar decisiones, por lo que en ambos casos el problema es el mismo: no se tiene información para direccionar de forma objetiva y adecuada los esfuerzos y actividades en una organización.

Recomendaciones para el uso de una hoja de verificación:

1. Determinar qué situación es necesario evaluar, sus objetivos y el propósito que se persigue. A partir de lo anterior, definir qué tipo de datos o información se requiere.
2. Establecer el periodo durante el cual se obtendrán los datos.

3. Diseñar el formato apropiado. Cada hoja de verificación debe llevar la información completa sobre el origen de los datos: fecha, turno, máquina, proceso, quién toma los datos.

Una vez obtenidos, se analizan e investigan las causas de su comportamiento. Para ello se deben utilizar gráficas. Es necesario buscar la mejora de los formatos de registro de datos para que cada día sean más claros y útiles.

3.5.4 Diagrama de Ishikawa

El diagrama de Ishikawa o de causa-efecto es un método gráfico que relaciona un problema o efecto con los factores o causas que posiblemente lo generan. La importancia de este diagrama radica en que obliga a buscar las diferentes causas que afectan el problema bajo análisis y, de esta forma, se evita el error de buscar de manera directa las soluciones sin cuestionar cuáles son las verdaderas causas.

El uso del diagrama de Ishikawa, junto con el sustento de otras herramientas de calidad ayudará a no dar por obvias las causas, sino que se trate de ver el problema desde diferentes perspectivas.

Existen tres tipos básicos de diagramas de Ishikawa, los cuales dependen de cómo se buscan y se organizan las causas en la gráfica.

Método de las 6 M:

El método de las 6 M es el más común y consiste en agrupar las causas potenciales en seis ramas principales (6 M): métodos de trabajo, mano de obra, materiales, maquinaria, medición y medio ambiente. Estos seis elementos definen de manera global todo proceso y cada uno aporta parte de la variabilidad del producto final, por

lo que es natural esperar que las causas de un problema estén relacionadas con alguna de las 6 M.

La pregunta básica para este tipo de construcción es: ¿qué aspecto de esta M se refleja en el problema bajo análisis? Más adelante se da una lista de posibles aspectos para cada una de las 6 M que pueden ser causas potenciales de problemas en manufactura.

Aspectos o factores a considerar en las 6 M:

Mano de obra o gente:

- Conocimiento (¿la gente conoce su trabajo?).
- Entrenamiento (¿los operadores están entrenados?).
- Habilidad (¿los operadores han demostrado tener habilidad para el trabajo que realizan?).
- Capacidad (¿se espera que cualquier trabajador lleve a cabo su labor de manera eficiente?).
- ¿La gente está motivada? ¿Conoce la importancia de su trabajo por la calidad?

Métodos:

- Estandarización (¿las responsabilidades y los procedimientos de trabajo están definidos de manera clara y adecuada o dependen del criterio de cada persona?).
- Excepciones (¿cuando el procedimiento estándar no se puede llevar a cabo existe un procedimiento alternativo definido claramente?).
- Definición de operaciones (¿están definidas las operaciones que constituyen los procedimientos?, ¿cómo se decide si la operación fue realizada de manera correcta?).

La contribución a la calidad por parte de esta rama es fundamental, ya que por un lado cuestiona si están definidos los métodos de trabajo, las operaciones y las responsabilidades; por el otro, en caso de que sí estén definidas, cuestiona si son adecuados.

Máquinas o equipos:

- Capacidad (¿las máquinas han demostrado ser capaces de dar la calidad que se requiere?).
- Condiciones de operación (¿las condiciones de operación en términos de las variables de entrada son las adecuadas?, ¿se ha realizado algún estudio que lo respalde?).
- ¿Hay diferencias? (hacer comparaciones entre máquinas, cadenas, estaciones, instalaciones, etc. ¿Se identificaron grandes diferencias?).
- Herramientas (¿hay cambios de herramientas periódicamente?, ¿son adecuados?).
- Ajustes (¿los criterios para ajustar las máquinas son claros y han sido determinados de forma adecuada?).
- Mantenimiento (¿hay programas de mantenimiento preventivo?, ¿son adecuados?).

Material:

- Variabilidad (¿se conoce cómo influye la variabilidad de los materiales o materia prima sobre el problema?).
- Cambios (¿ha habido algún cambio reciente en los materiales?).
- Proveedores (¿cuál es la influencia de múltiples proveedores?, ¿se sabe si hay diferencias significativas y cómo influyen éstas?).
- Tipos (¿se sabe cómo influyen los distintos tipos de materiales?).

Mediciones:

- Disponibilidad (¿se dispone de las mediciones requeridas para detectar o prevenir el problema?).
- Definiciones (¿están definidas de manera operacional las características que son medidas?).
- Tamaño de la muestra (¿han sido medidas suficientes piezas?, ¿son representativas de tal forma que las decisiones tengan sustento?).
- Repetibilidad (¿se tiene evidencia de que el instrumento de medición es capaz de repetir la medida con la precisión requerida?).
- Reproducibilidad (¿se tiene evidencia de que los métodos y criterios usados por los operadores para tomar mediciones son adecuados?).
- Calibración o sesgo (¿existe algún sesgo en las medidas generadas por el sistema de medición?).

Esta rama destaca la importancia que tiene el sistema de medición para la calidad, ya que las mediciones a lo largo del proceso son la base para tomar decisiones y acciones; por lo tanto, debemos preguntarnos si estas mediciones son representativas y correctas, es decir, si en el contexto del problema que se está analizando, las mediciones son de calidad, y si los resultados de medición, las pruebas y la inspección son fiables.

Medio ambiente:

- Ciclos (¿existen patrones o ciclos en los procesos que dependen de condiciones del medio ambiente?).
- Temperatura (¿la temperatura ambiental influye en las operaciones?).

Ventajas del método 6 M:

- Obliga a considerar una gran cantidad de elementos asociados con el problema.
- Es posible usarlo cuando el proceso no se conoce a detalle.
- Se concentra en el proceso y no en el producto.

Desventajas del método 6 M:

- En una sola rama se identifican demasiadas causas potenciales.
- Se tiende a concentrar en pequeños detalles del proceso.
- No es ilustrativo para quienes desconocen el proceso.

Pasos para la construcción de un diagrama de Ishikawa:

1. Especificar el problema a analizar. Se recomienda que sea un problema importante y, de ser posible, que ya esté delimitado mediante la aplicación de herramientas como Pareto y estratificación. También es importante que se tenga la cuantificación objetiva de la magnitud del problema.
2. Seleccionar el tipo de DI que se va a usar. Esta decisión se toma con base en las ventajas y desventajas que tiene cada método.
3. Buscar todas las probables causas, lo más concretas posible, que pueden tener algún efecto sobre el problema. En esta etapa no se debe discutir cuáles causas son más importantes; por el momento, el objetivo es generar las posibles causas. La estrategia para la búsqueda es diferente según el tipo de diagrama elegido, por lo que se debe proceder de acuerdo con las siguientes recomendaciones:

- Para el método 6 M: trazar el diagrama de acuerdo con la estructura base para este método e ir preguntándose y reflexionando acerca de cómo los diferentes factores o situaciones de cada M pueden afectar el problema bajo análisis.
 - Método flujo del proceso: construir un diagrama de flujo en el que se muestre la secuencia y el nombre de las principales operaciones del proceso que están antes del problema, e iniciando de atrás hacia delante.
Es preciso preguntarse: ¿Qué aspectos o factores en esta parte del proceso afectan al problema especificado?
 - Método enumeración de causas: mediante una lluvia de ideas generar una lista de las posibles causas y después agruparlas por afinidad. Es preciso representarlas en el diagrama, considerando que para cada grupo corresponderá una rama principal del diagrama; también, se asigna un título representativo del tipo de causas en tal grupo.
4. Una vez representadas las ideas obtenidas, es necesario preguntarse si faltan algunas otras causas aún no consideradas; si es así, es preciso agregarlas.
 5. Decidir cuáles son las causas más importantes mediante diálogo y discusión respetuosa y con apoyo de datos, conocimientos, consenso o votación del tipo 5, 3,1. En este tipo de votación cada participante asigna 5 puntos a la causa que considera más importante, 3 a la que le sigue, y 1 a la tercera en importancia; después de la votación se suman los puntos, y el grupo deberá enfocarse en las causas que recibieron más puntos.
 6. Decidir sobre cuáles causas se va a actuar. Para ello se toma en consideración el punto anterior y lo factible que resulta corregir cada una de las causas más importantes. Con respecto a las causas que no se decida actuar debido a que es imposible por distintas circunstancias, es importante reportarlas a la alta dirección.

7. Preparar un plan de acción para cada una de las causas a ser investigadas o corregidas, de tal forma que determine las acciones que se deben realizar; para ello se puede usar nuevamente el DI.

Una vez determinadas las causas, se debe insistir en las acciones para no caer en sólo debatir los problemas y en no acordar acciones de solución.

3.5.5 Lluvia de ideas

Las sesiones de lluvia o tormenta de ideas son una forma de pensamiento creativo encaminada a que todos los miembros de un grupo participen libremente y aporten ideas sobre determinado tema o problema. Esta técnica es de gran utilidad para el trabajo en equipo, ya que permite la reflexión y el diálogo con respecto a un problema y en términos de igualdad. Se recomienda que las sesiones de lluvia de ideas sean un proceso disciplinado a través de los siguientes pasos:

- 1.-Definir con claridad y precisión el tema o problema sobre el que se aportan ideas. Esto permitirá que el resto de la sesión sólo esté enfocada a ese punto y no se dé pie a la divagación en otros temas.
- 2.-Se nombra un moderador de la sesión, quien se encargará de coordinar la participación de los demás participantes.
- 3.- Cada participante en la sesión debe hacer una lista por escrito de ideas sobre el tema (una lista de posibles causas si se analiza un problema). La razón de que esta lista sea por escrito y no de manera oral es que así todos los miembros del grupo participan y se logra concentrar más la atención de los participantes en el objetivo. Incluso, esta lista puede encargarse de manera previa a la sesión.

4.- Los participantes se acomodan de preferencia en forma circular y se turnan para leer una idea de su lista cada vez. A medida que se leen las ideas, éstas se presentan visualmente a fin de que todos las vean. El proceso continúa hasta que se hayan leído todas las ideas de todas las listas. Ninguna idea debe tratarse como absurda o imposible, aun cuando se considere que unas sean causas de otras; la crítica y la anticipación de juicios tienden a limitar la creatividad del grupo, que es el objetivo en esta etapa. En otras palabras, es importante distinguir dos procesos de pensamiento:

Primero pensar en las posibles causas y después seleccionar la más importante. Realizar ambos procesos al mismo tiempo entorpecerá a ambos. Por eso, en esta etapa sólo se permite el diálogo para aclarar alguna idea señalada por un participante. Es preciso fomentar la informalidad y la risa instantánea, pero la burla debe prohibirse.

5.- Una vez leídos todos los puntos, el moderador le pregunta a cada persona, por turnos, si tiene comentarios adicionales. Este proceso continúa hasta que se agoten las ideas. Ahora se tiene una lista básica de ideas acerca del problema o tema. Si el propósito era generar estas ideas, aquí termina la sesión; pero si se trata de profundizar aún más la búsqueda y encontrar las ideas principales, entonces se deberá hacer un análisis de las mismas con las siguientes actividades.

6.- Agrupar las causas por su similitud y representarlas en un diagrama de Ishikawa, considerando que para cada grupo corresponderá una rama principal del diagrama, a la cual se le asigna un título representativo del tipo de causas en tal grupo.

Este proceso de agrupación permitirá clarificar y estratificar las ideas, así como tener una mejor visión de conjunto y generar nuevas opciones.

- 7.- Una vez realizado el DI se analiza si se ha omitido alguna idea o causa importante; para ello, se pregunta si hay alguna otra causa adicional en cada rama principal, y de ser así se agrega.
- 8.- A continuación se inicia una discusión abierta y respetuosa dirigida a centrar la atención en las causas principales. El objetivo es argumentar en favor de y no de descartar opciones. Las causas que reciban más mención o atención en la discusión se pueden señalar en el diagrama de Ishikawa resaltándolas de alguna manera.
- 9.- Elegir las causas o ideas más importantes de entre las que el grupo ha destacado previamente.
- 10.- Si la sesión está encaminada a resolver un problema, se debe buscar que en las futuras reuniones o sesiones se llegue a las acciones concretas que es necesario realizar, para lo cual se puede utilizar de nuevo la lluvia de ideas y el diagrama de Ishikawa. Es importante dar énfasis a las acciones para no caer en el error o vicio de muchas reuniones de trabajo, donde sólo se debaten los problemas pero no se acuerdan acciones para solucionarlos.

3.5.6 Diagrama de dispersión

Dadas dos variables numéricas X y Y , medidas usualmente sobre el mismo elemento de la muestra de una población o proceso, el diagrama de dispersión es un gráfica del tipo X - Y , donde cada elemento de la muestra es representado mediante un par de valores (x_i, y_j) y el punto correspondiente en el plano cartesiano X - Y .

El objetivo de esta gráfica es analizar la forma en que estas dos variables están relacionadas. Por ejemplo, estudiar en un grupo de estudiantes, la relación entre su estatura (X) y su peso (Y); o podría ser de interés investigar la relación entre una

variable de entrada (X) de un proceso con el valor de alguna característica de calidad (Y) del producto final. Al graficar todos los puntos, es decir, todas las parejas de valores (x_i, y_j) , si se observa que los puntos siguen algún patrón definido, esto será evidencia de una posible relación entre las dos variables.

Construcción de un diagrama de dispersión:

1. Obtención de datos. Una vez que se han seleccionado las variables que se desea investigar, se colectan los valores de ambas sobre la misma pieza o unidad. Entre mayor sea el número de puntos con el que se construye un diagrama de dispersión es mejor. Por ello, siempre que sea posible se recomienda obtener más de 30 parejas de valores.
2. Elegir ejes. Por lo general, si se trata de descubrir una relación causa-efecto, la posible causa se representa en el eje X y el probable efecto en el eje Y. Por ejemplo, X puede ser una variable de entrada y Y una de salida.
Si lo que se está investigando es la relación entre dos variables cualesquiera, entonces en el eje X se anota la que se puede controlar más, medir de manera más fácil o la que ocurre primero durante el proceso. Es necesario anotar en los ejes el título de cada variable.
3. Construir escalas. Los ejes deben ser tan largos como sea posible, pero de longitud similar. Para construir la escala se sugiere encontrar el valor máximo y el mínimo de ambas variables. Es preciso escoger las unidades para ambos ejes de tal forma que los extremos de éstos coincidan de manera aproximada con el máximo y el mínimo de la correspondiente variable.
4. Graficar los datos. Con base en las coordenadas en el eje X y en el eje Y, representar con un punto en el plano X-Y los valores de ambas variables. Cuando existen parejas de datos repetidos (con los mismos valores en ambos

ejes), en el momento de estar graficando se detectará un punto que ya está graficado, y entonces se traza un círculo sobre el punto para indicar que está repetido una vez. Si se vuelve a repetir, se traza otro círculo concéntrico y así sucesivamente.

5. Documentar el diagrama. Registrar en el diagrama toda la información que sea de utilidad para identificarlo, como son títulos, periodo que cubren los datos, unidades de cada eje, área o departamento, y persona responsable de coleccionar los datos.

Coefficiente de correlación

El coeficiente de correlación es de utilidad para asegurarse de que la relación entre dos variables que se observa en un diagrama no se debe a una construcción errónea del diagrama de dispersión (por ejemplo, el tamaño y las escalas), así como para cuantificar la magnitud de la correlación lineal en términos numéricos. Para un conjunto de n valores del tipo (x_i, y_j) , obtenidos a partir de n unidades o productos, este coeficiente se calcula con:

$$r = \frac{S_{xy}}{\sqrt{S_{xx} \cdot S_{yy}}}$$

Donde:

$$S_{xy} = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) = \sum_{i=1}^n x_i y_i - \frac{\left(\sum_{i=1}^n x_i \right) \left(\sum_{i=1}^n y_i \right)}{n}$$

$$S_{xx} = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = \sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2}{n}$$

$$S_{yy} = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 = \sum_{i=1}^n y_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n y_i \right)^2}{n}$$

3.5.7 Diagramas de procesos

Se encuentran el diagrama de flujo de procesos, el diagrama PEPSU (SIPOC) y el mapeo de procesos, los cuales son de gran utilidad para entender y describir los procesos.

- Diagrama de flujo de proceso

Es una representación gráfica de la secuencia de los pasos o actividades de un proceso, que incluye transportes, inspecciones, esperas, almacenamientos y actividades de retrabajo o reproceso. Por medio de este diagrama es posible ver en qué consiste el proceso y cómo se relacionan las diferentes actividades; asimismo, es de utilidad para analizar y mejorar el proceso. Con un rectángulo, se identifica un paso o tarea del proceso, mientras que con un rombo se distinguen los puntos de verificación o de decisión (la respuesta a la pregunta determina el camino que debe tomarse). Hay otros símbolos que se pueden consultar en la pestaña de formas de Word y Power Point.

- Diagrama SIPOC

Este diagrama de proceso tiene el objetivo de analizar el proceso y su entorno. Para ello se identifican los proveedores (P), las entradas (E), el proceso mismo (P), las salidas (S) y los usuarios (U). El acrónimo en inglés de este diagrama es SIPOC (*suppliers, inputs, process, outputs and customers*). En la figura 3.3 se muestra un ejemplo de este diagrama para el proceso de expedición de una factura. Los pasos para realizar un diagrama PEPSU son los siguientes:

1. Delimitar el proceso y hacer su diagrama de flujo general donde se especifiquen las cuatro o cinco etapas principales.
2. Identificar las salidas del proceso, las cuales son los resultados (bienes o servicios) que genera el proceso.
3. Especificar los usuarios/clientes, que son quienes reciben o se benefician con las salidas del proceso.
4. Establecer las entradas (materiales, información, etc.) que son necesarias para que el proceso funcione de manera adecuada.
5. Por último, identificar proveedores, es decir, quienes proporcionan las entradas.

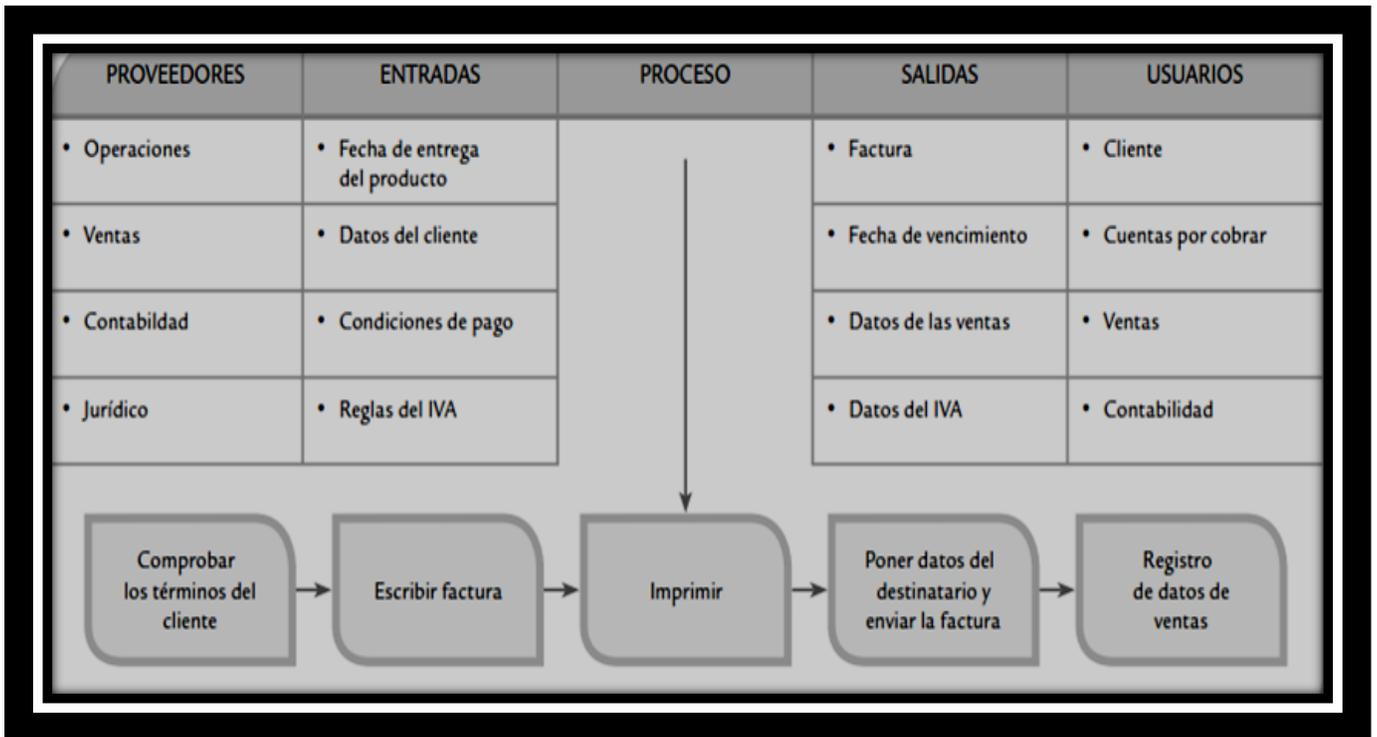


Figura 3.3 Ejemplo de diagrama SIPOC
 Fuente: Control estadístico de la calidad y seis sigma

3.5.8 Sistemas poka-yoke

La inspección o detección de los defectos por sí sola no mejora el desempeño de un proceso. La inspección y el monitoreo de procesos debe enfocarse a detectar la regularidad estadística de las fallas, para identificar dónde, cuándo y cómo están ocurriendo las fallas, a fin de enfocar mejor las acciones correctivas. El reto no sólo es detectar los defectos antes que lleguen al cliente, sino eliminarlos. Con frecuencia, lo anterior se olvida y la inspección se utiliza para detectar efectos y a partir de eso generar acciones reactivas que sólo atienden el efecto y no la causa.

La situación empeora cuando las causas están relacionadas con errores humanos, ya que las personas tienen olvidos y la rutina de trabajo las puede llevar a descuidos.

En este contexto, el propósito fundamental de un sistema poka-yoke es diseñar sistemas y métodos de trabajo y procesos a prueba de errores. El término proviene del japonés: poka (error inadvertido), yoke (prevenir).

El enfoque poka-yoke propone atacar los problemas desde su causa y actuar antes de que ocurra el defecto entendiendo su mecánica. Asimismo, reconoce que el ser humano comete errores, que olvida, y que olvida que olvida. Por ello, en algunas situaciones no es suficiente la capacitación ni la experiencia. De esta forma, para aquellos errores más críticos que están influidos por el cansancio de las personas, por estados de ánimo, por la urgencia de la producción o por la presión, es necesario diseñar sistemas a pruebas de errores (dispositivo poka-yoke) que permitan eliminar la posibilidad de falla, que el sistema advierta y prevenga lo más posible antes de que el error tenga consecuencias.

En otras palabras, un sistema poka-yoke hace la inspección en la fuente o causa del error, determinando si existen las condiciones para producir con calidad. En caso de que estas condiciones no existan, el sistema impide que el proceso continúe o por lo menos manda una señal de alerta. Un dispositivo poka-yoke también permite a las personas revisar su propio trabajo. Existen dos tipos: los dispositivos preventivos poka-yoke que nunca permiten el error (el microondas no funciona si la puerta está abierta) y el dispositivo detector, el cual manda una señal cuando hay posibilidad de error (cuando se abre la puerta del carro y la llave de encendido aún está puesta).

Al japonés Shigeo Shingo (1909-1990) se le reconoce como el impulsor principal de la idea de los dispositivos poka-yoke, véase Shigeo y Bodek, (1986). En realidad la idea no es nueva, inició en el decenio de 1960-1969 pero en los últimos años se le ha dado un impulso significativo y, en las plantas, cada vez hay más personas hablando de diseñar dispositivos poka-yoke para prevenir la ocurrencia de defectos. Veamos algunos ejemplos de dispositivos que cumplen con la filosofía poka-yoke.

Capítulo 4.

Desarrollo del proyecto

4.1 Aplicación de la metodología

La metodología DMAIC está conformada por cinco etapas, cada una de éstas con el objetivo de identificar realmente como se genera el problema, cuáles son las causas que la generan, dónde se generan y porqué se generan para luego darle una solución, en la figura 4.1 se explica de manera general cada de una de estas etapas.

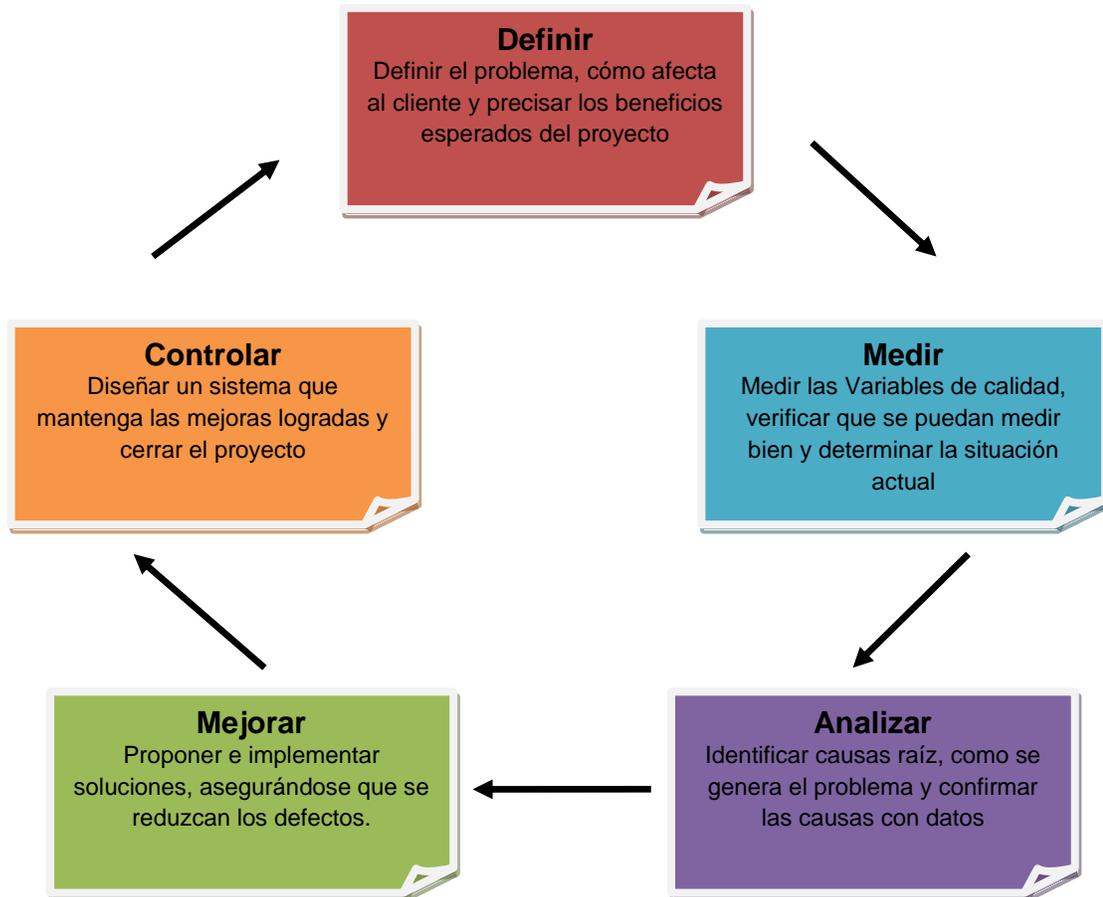


Figura 4.10 Metodología implementada

Fuente: Elaboración propia

A continuación, haciendo referencia a la figura 4.1 se describirá cada etapa de la metodología DMAIC, para tener una idea más amplia de cómo fue evolucionando el proyecto al aplicarlo a la empresa CHIAPLAST SAPI de C.V.:

1. ***Etapas definir:*** Durante el proceso de la primera etapa se establecen varios aspectos fundamentales que hacen referencia con la empresa y con el objetivo de conocer más a detalle el funcionamiento de esta, es por eso que a continuación se presenta cada uno de los pasos a seguir en esta primera etapa:
 - **Se define el nombre del proyecto:** En este paso se analiza y se define el problema que esté afectando a la empresa, para luego nombrar el proyecto a realizar.
 - **Delimitar la duración del proyecto:** De acuerdo al tipo de proyecto y a la cantidad de áreas que se mejorarán se delimita la duración del proyecto.
 - **Definir alcance del proyecto:** En este punto, se especifican los resultados que se podrán obtener al aplicar la filosofía seis sigma.
 - **Definir el objetivo del proyecto:** En este punto se plasma de manera clara y específica los objetivos del proyecto.
 - **Especificar los beneficios que se desean alcanzar:** Se presenta de forma detallada las mejoras que obtendrá la empresa al aplicar la filosofía seis sigma.
 - **Definir el equipo de trabajo:** Se lleva a cabo un reclutamiento de aquellas personas que están involucradas en el proceso, de esta manera ellos formen parte del proyecto y aporten ideas con base en su experiencia para obtener mejores resultados.

- **Realizar el diagrama SIPOC:** Al utilizar esta herramienta se podrán analizar más a fondo los procesos que hay que seguir en el área a mejorar, así como conocer cuales son las entradas y salida, los proveedores y los clientes.
 - **Realizar el diagrama CTQ:** Este diagrama nos permite definir los atributos a medir más adelante, así como las unidades de medida y por lo consiguiente detectar los problemas que se presentan.
 - **Describir el proceso actual:** En este punto se realiza una descripción del proceso que se está analizando actualmente, de esta forma tener una idea más clara de su funcionamiento y el comportamiento que este tiene.
 - **Realizar un layout del proceso:** Aquí se observa como está conformado el proceso y la distribución que este tiene dentro de la empresa antes de aplicar la mejora.
2. **Etapa medir:** En esta etapa se estudia las variables que afectan el proceso, así como tambien, se busca la forma de acoplar un técnica que permite recabar información de estas variables.
 3. **Etapa analizar:** En esta etapa se estudian los datos recabados en la medición, se observa el comportamiento de los datos, plasmándolas en gráficas.

Algunas herramientas que se utilizan en el análisis son las siguientes:

- **Realizar un diagrama de Ishikawa.** La realización de este diagrama es muy importante para detectar los problemas que se están presentando en el proceso, con la ayuda de las 6M's (Material, Mano de Obra, Maquinaria,

Método, Medio ambiente y Mantenimiento), de igual forma se tiene una visión más clara de los problemas que ocasionan atrasos.

- **Técnica de los 5 porqués:** Es una técnica de análisis utilizada para la resolución de problemas que consiste en realizar sucesivamente la pregunta "¿por qué?" hasta obtener la causa raíz del problema.
4. **Etapa mejorar:** En esta etapa se toman acciones de acuerdo a los resultados obtenidos, se implementan alternativas que reduzcan considerablemente los problemas que se encontraron dándole prioridad a la que realmente está afectando más.
 5. **Etapa controlar:** Si se obtuvieron los resultados que se deseaban alcanzar, se sigue con la etapa controlar, aquí se busca la forma de mantenerse en constante mejora sin que se pierda lo obtenido ya sea implementando formatos de control de calidad, fichas técnicas, políticas entre otras.

4.2 Etapa definir

De acuerdo a la metodología DMAIC, se dio inicio con el primer punto que es definir el nombre del proyecto, en este caso se llevó a cabo el trabajo intitulado "**Propuesta de mejora del área de rollos punteados de la empresa CHIAPLAST SAPI de C.V., basada en la filosofía seis sigma**", dando inicio el 6 de enero del 2014. Como se hizo mención en el primer capítulo de acuerdo a las experiencias obtenidas por parte de los supervisores y operarios el índice de desperdicio en el área de rollos punteados es alto ya que aun no se realiza un estudio formal, las ideas de que existe el problema ha generado inquietud.

4.2.1 Alcance del proyecto

El alcance del proyecto tiene como metas, mejorar los procesos del área de rollos punteados.

4.2.2 Objetivo del proyecto

Con la información recabada se tiene como objetivo, reducir el nivel de desperdicios en el área de rollos punteados en la empresa CHIAPLAST SAPI de C.V., aplicando la filosofía seis-sigma.

4.2.3 Beneficios del proyecto

Se encontrarán las causas primordiales que generan los defectos en el producto dando como resultado el rechazo de este y a su vez buscar alternativas que nos permitan mejorar el área de rollos punteados teniendo como resultado el aumento de la producción y la disminución del desperdicio.

4.2.4 Equipo de DMAIC

El equipo que se formó para poder desarrollar la metodología DMAIC en el área de rollos punteados está integrado por el gerente del área de conversión, el jefe del área de conversión, 3 líderes del área de conversión, 3 operarios del área de rollos punteados y 1 jefe de control de calidad como se muestra en la figura 4.2.



Figura 4.2 Equipo DMAIC
Fuente: Elaboración propia

4.2.5 Diagrama SIPOC

Para identificar el proceso que se lleva a cabo en el área de rollos punteados se realizó un diagrama SIPOC para hacer más claro las entradas y salidas, por ende se

determinó el proveedor, los clientes y otras variables esto se puede observar en las figura 4.3 y 4.4, a continuación se explicará más a detalle:

El proveedor que suministra el material al área de rollos punteados es el área de extrusión, esta procesa utilizando materia prima virgen, los rollos madres, rollos con impresión y rollos de cristal, ya sea de alta o de baja densidad, y con medidas de: 150 cm de ancho, 140 cm de ancho, 135 cm de ancho, 120 cm de ancho y 100 cm de ancho de acuerdo al requerimiento.

Una vez que el proveedor le hace entrega del producto al área de rollos punteados, de acuerdo a la necesidad, se coloca un rollo en la máquina, dando inicio al proceso de transformación donde los operarios manipulan las máquinas de acuerdo a las medidas que se requieran del producto terminado, por lo consiguiente, se obtiene como salidas aproximadamente 3 toneladas de productos al día de alta o baja densidad.

Una vez obtenidas las salidas y pasando por el correspondiente control de calidad es enviado al cliente, en este caso se considera al área de almacén como un cliente interno porque es quien exige la cantidad exacta del producto terminado y de no ser así tiene autorizado devolver o reclamar el producto.

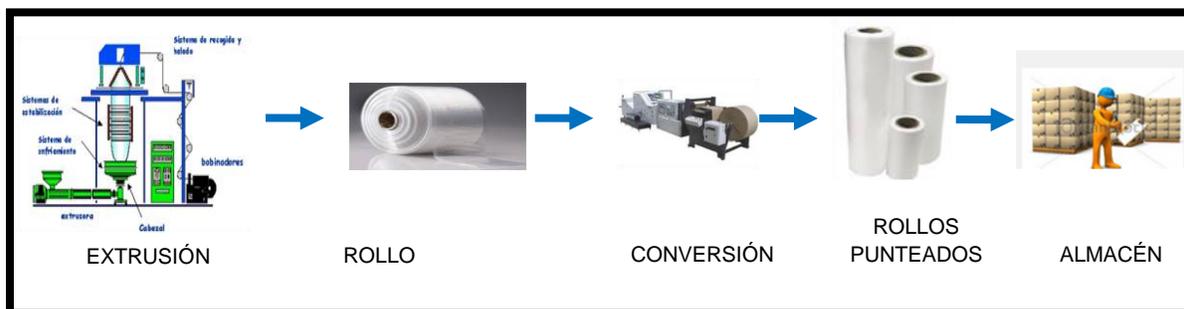


Figura 4.3 Proceso de entradas y salidas en el área de rollos punteados
Fuente: Empresa CHIAPLAST SAPI de C.V.

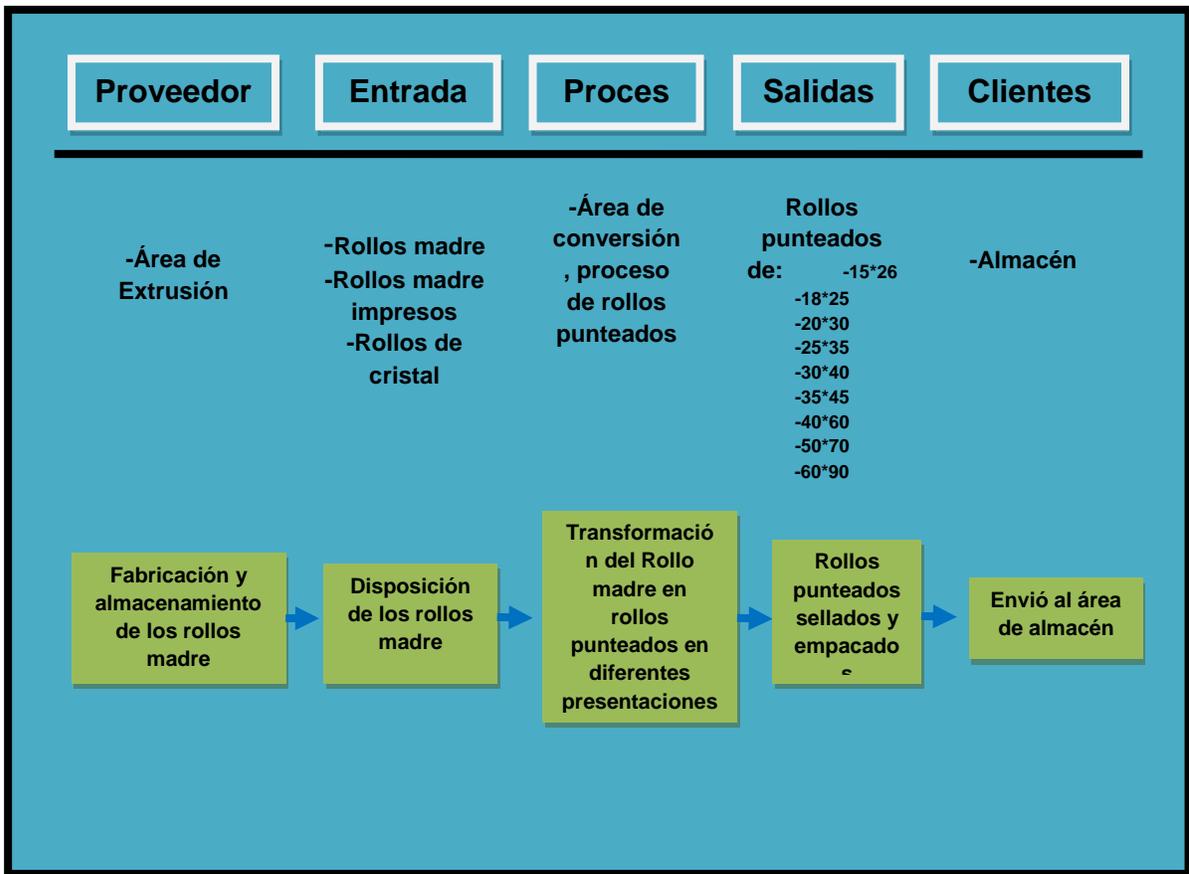


Figura 4.4 Diagrama SIPOC
Fuente: Empresa CHIAPLAST SAPI de C.V.

4.2.6 Diagrama de requerimiento del cliente

A continuación se dará a conocer los atributos a medir en el diagrama de requerimientos del cliente (de sus siglas CTQ) ya que a diferencia de otras metodologías, seis sigma se orienta a la satisfacción del cliente.

En el área de rollos punteados se pudo prestar atención a dos atributos a medir los cuales son: la calidad del producto y la eficiencia de las máquinas.

La calidad de los productos, este se medirá de acuerdo a los kilogramos de desperdicio que se generan por cada defecto que se llega a detectar en las tres máquinas de rollos punteados

Y la eficiencia de las tres máquinas de rollos punteados, el cual se medirá mediante la producción real que se debe obtener por cada máquina entre la producción planeada.

En el punto de medir de acuerdo a la metodología DMAIC se evaluará a detalle cada uno de los atributos que se muestran en el diagrama CTQ (ver figura 4.5), para luego proponer soluciones a los problemas y poder obtener los resultados.

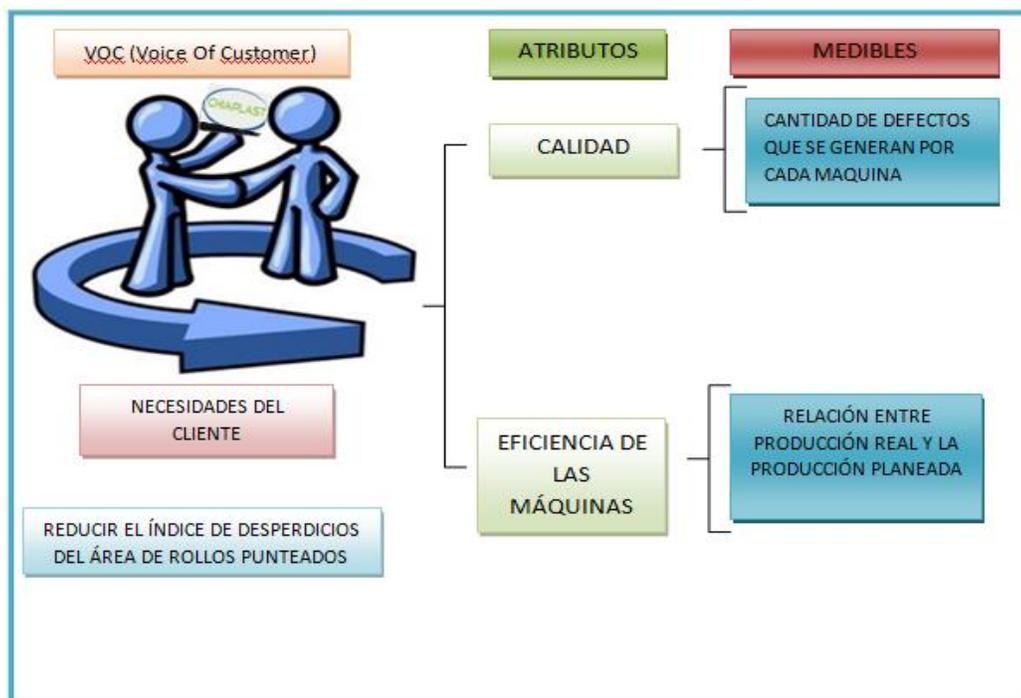


Figura 4.5 Diagrama CTQ

Fuente: Basada en la experiencia de la empresa CHIAPLAST

4.2.7 Descripción del proceso actual

De acuerdo a un análisis realizado en el área de rollos punteados se llevó a cabo el siguiente mapeo de proceso detallando paso a paso cada una de las actividades que se realizan para obtener el producto para luego ser enviado al cliente que en este caso es el área de almacén (ver tabla 4.1).

Tabla 4.1 Mapeo de proceso actual
Fuente: Elaboración propia

No.	PROCESO DE ROLLOS PUNTEADOS	MAPEO DEL ÁREA DEL DE ROLLOS PROCESO PUNTEADOS				
		OPERACIÓN 	INSPECCIÓN 	TRANSPORTE 	DEMORA 	ALMACENAJE 
1.-	Los lideres y jefes analizan los pedidos del día					
2.-	El operario va por el rollo a la jaula de extrusión.					
3.-	Se quita las sobras de la bobina instalada en la máquina					
4.-	Se extrae la bobina de la máquina sin película y se lleva a extrusión					
5.-	Se instala la flecha en el rollo nuevo					
6.-	Se mueve el rollo a la máquina					



Tabla 4.1 Mapeo de proceso actual (continuación 2)

Fuente: Elaboración propia

		MAPEO DEL ÁREA	DEL DE ROLLOS	PROCESO PUNTEADOS		
No.	PROCESO DE ROLLOS PUNTEADOS	OPERACIÓN 	INSPECCIÓN 	TRANSPORTE 	DEMORA 	ALMACENAJE 
7.-	Se instala el rollo en la máquina					
8.-	Se acomoda el rollo en la máquina y se pone a la medida requerida	 				
9.-	Se sube los brazos de la máquina donde está instalado el rollo	 				
10.-	Se le quita las cintas adhesivas del rollo	 				
11.-	Se acomoda con cinta adhesiva la película del rollo a procesar con la película que sobro del otro rollo	 				
12.-	Se baja el contrapeso el cual ajusta la película del rollo nuevo	 				
13.-	Se realizan ajustes en las cuchillas y en las medias luna de la máquina de acuerdo, de acuerdo a las medidas de los productos a sacar	 				
14.-	Se enciende y se programa la máquina	 				
15.-	Se analizan los productos y se saca una flecha de prueba	 	 			

Tabla 4.1 Mapeo de proceso actual (continuación 3)

Fuente: Elaboración propia

		MAPEO DEL ÁREA	DEL DE ROLLOS	PROCESO PUNTEADOS		
No.	PROCESO DE ROLLOS PUNTEADOS	OPERACIÓN 	INSPECCIÓN 	TRANSPORTE 	DEMORA 	ALMACENAJE 
16.-	De no cumplir con los requerimientos se regresa al paso 13					
17.-	Los productos que se van obteniendo se envían a la mesa de Sellando					
18.-	Un operario sella los rollos y los pasa al horno					
19.-	Otro operario las obtiene y analiza de estar bien pasa al siguiente proceso si no se regresa al paso 18					
20.-	Se empacan los rollos					
21.-	Los rollos empacados se envían al área de flejado					
22.-	Se fleja los rollos ya empacados					
23.-	Los rollos empacados y flejados son enviados al área de almacén					
24.-	Y finaliza cuando los operarios ordenan los paquetes de acuerdo al producto que tengan					

En la figura 4.6 se puede apreciar el layout de la situación actual del área de conversión y resaltando principalmente el área de rollos punteados.



Figura 4.11 Layout del área de rollos conversión
Fuente: Elaboración propia

4.3 Etapa medir

De acuerdo al diagrama de requerimientos de clientes “visto en la etapa definir”, la calidad y la eficiencia de las máquinas fueron medidas mediante la elaboración de un formato (ver figura 4.7), con el objetivo de registrar los defectos encontrados por los productos así como también la producción y el desperdicio obtenido por las tres máquinas con las que cuenta el área de rollos punteados.

IDENTIFICACIÓN DE DEFECTOS EN EL ÁREA DE ROLLOS PUNTEADOS

HORA : _____ FECHA: _____

REALIZÓ: _____ TURNO: _____

Introduzca el tipo de defecto que se generan en los productos en el área de rollos punteados, ejemplo de los defectos que se pueden encontrar:

Exceso de deslizante	Rollo contaminado	Medida incorrecta del rollo
Sello lateral imperfecto	Termo quemado	Sello de fondo imperfecto
Rollo descalibrado	Empacado imperfecto	Termo quemado

MAQUINA	TIPO DE DEFECTOS	MEDIDA DEL PRODUCTO	CARRIL	N° ROLLO FALLADO	TIPO DE PRODUCTO	KILOS FALLADOS

MAQ. 1: CANTIDAD DE DESPERDICIO= _____ PRODUCCIÓN= _____

MAQ. 2: CANTIDAD DE DESPERDICIO= _____ PRODUCCIÓN= _____

MAQ. 3: CANTIDAD DE DESPERDICIO= _____ PRODUCCIÓN= _____

FIRMA DEL JEFE DE CALIDAD

FIRMA DEL GERENTE

Figura 4.7 Formato de muestreo
Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos en el muestreo de los atributos de los productos, llevado a cabo del 13 de enero al 17 de febrero del año 2014, se presentan a continuación:

En el turno de la mañana se realizaron 22 muestras, los resultados se pueden observar en la tabla 4.2.

Tabla 4.2 Resultados de muestreo en el turno de la mañana

Fuente: Elaboración propia

TIPO DE DEFECTO	MÁQUINA	FECHA	MEDIDA	N° ROLLOS	PRODUCTO	KILOS DEFECTUOSOS
ROLLO DESCALIBRADO	M1	13-01-14	20*30	30	BAJA	30 KG
IMPRESIÓN CARITA	M1	13-01-14	20*30	10	BAJA	10 KG
ROLLO POROSO	M2	13-01-14	25*35	12	ALTA	10.32 KG
MEDIDA INCORRECTA DEL ROLLO	M3	13-01-14	25*35	12	BAJA	18 KG
ROLLO BLOQUEADO	M1	14-01-14	25*35	6	BAJA	18KG
SELLO IMPERFECTO	M1	14-01-14	25*35	6	BAJA	7.5 KG
MEDIDA INCORRECTA	M2	14-01-14	25*35	5	ALTA	7 KG
SELLO DE FONDO QUEMADO	M2	14-01-14	50*80	2	ALTA	5 KG
ROLLO DESCALIBRADO	M1	15-01-14	15*26	28	BAJA	18.700 KG
ROLLO DESCALIBRADO	M3	15-01-14	30*40	22	BAJA	38.2
ROLLO DESCALIBRADO	M3	15-01-14	25*35	27	BAJA	33 KG
ROLLO AGUADO	M1	17-01-14	25*35	55	BAJA	65.81 KG
ROLLO DESCALIBRADO	M3	17-01-14	20*30	24	BAJA	20.81 KG
TERMO QUEMADO	M1	19-01-14	20*30	2	BAJA	2 KG
ROLLO DESCALIBRADO	M1	19-01-14	20*30	10	BAJA	10 KG
MEDIDA INCORRECTA	M1	20-01-14	18*25	2	BAJA	1.600 KG
ROLLO DESCALIBRADO	M1	20-01-14	18*225		BAJA	3 KG
ROLLO CONTAMINADO	M2	21-01-14	30*40	4	ALTA	5.8 KG
MEDIDA INCORRECTA	M3	21-01-14	20*30	2	BAJA	1.901 KG
ROLLO AGUADO	M3	22-01-14	35*45	5	BAJA	13.500 KG
ROLLO CONTAMINADO	M2	22-01-14	30*40	4	ALTA	5.08 KG
ROLLO DESCALIBRADO	M1	24-01-14	50*80	7	BAJA	28 KG
SELLO DE FONDO IMPERFECTO	M2	24-01-14	20*30	3	ALTA	9 KG
ROLLO AGUADO	M1	24-01-14	25*35	4	BAJA	7.5 KG
ROLLO CONTAMINADO	M1	27-01-14	25*35	9	BAJA	23 KG
ROLLO DESCALIBRADO	M2	27-01-14	15*26	6	BAJA	28 KG
SELLO DE FONDO	M1	28-01-14	25*35	4	BAJA	6 KG
SELLO DE FONDO	M3	28-01-14	20*30	6	BAJA	7 KG
ROLLO DESCALIBRADO	M3	29-01-14	25*35	8	ALTA	10 KG
ROLLO VARIADO	M2	29-01-14	25*35	7	ALTA	9 KG

Tabla 4.2 Resultados de muestreo en el turno de la mañana (continuación 2)**Fuente:** Elaboración propia

TIPO DE DEFECTO	MÁQUINA	FECHA	MEDIDA	N° ROLLOS	PRODUCTO	KILOS DE DEFECTOS
ROLLO CONTAMINADO	M2	30-02-14	30*40	16	BAJA	32 KG
ROLLOS AGUADOS	M1	03-03-14	15*26	8	BAJA	4.2KG
ROLLO VARIADO	M2	04-02-14	40*60	4	ALTA	12 KG
SELLO DE FONDO QUEMADO	M1	05-02-14	20*30	2	BAJA	2 KG
SELLO DE FONDO	M2	06-02-14	30*40	2	BAJA	6 KG
ROLLO AGUADO	M1	06-02-14	25*35	12	BAJA	18.5 KG
ROLLOS CORTADOS	M2	10-03-14	18*25	37	ALTA	37 KG
SELLO LATERAL	M2	10-02-14	18*25	24	ALTA	12. 8 KG
ROLLO VARIADO	M1	10-02-14	25*35	12	ALTA	11 KG
SELLO DE FONDO	M1	10-02-14	25*35	10	ALTA	9 KG
ROLLO DESCALIBRADO	M1	11-02-14	25*35	8	ALTA	7.8 KG
SELLO LATERAL	M2	11-03-14	25*35	14	ALTA	12.6 KG
TERMO QUEMADO	M3	12-03-14	35*45	1	BAJA	2.7 KG
ROLLO CONTAMINADO	M3	19-02-14	15*26	12	BAJA	13 KG
ROLLO BLOQUEADO	M3	19-02-14	15*26	6	BAJA	15 KG
ROLLO CONTAMINADO	M3	20-02-14	25*35	3	BAJA	9KG

En la tabla 4.3 se encuentran los resultados obtenidos en el muestreo realizado en el turno de la tarde, a diferencia del turno de la mañana, y por disponibilidad de tiempo, solo se obtuvieron 14 muestras.

4.3 Resultados de muestreo en el turno de la tarde**Fuente:** Elaboración propia

TIPO DE DEFECTO	MÁQUINA	FECHA	MEDIDA	N° ROLLO	PRODUCTO	KILOS DEFECTUOSOS
SELLO DE FONDO IMPERFECTO	M2	13-01-14	25*35	31	ALTA	26 KG
DESPERDICIÓN DE AJUSTE	M1	14-01-14	35*45	6	CRISTAL	20 KG
MEDIDA INCORRECTA	M2	14-01-14	25*35	5	ALTA	7 KG
ROLLO LASTIMADO	M2	14-01-14	25*35	6	ALTA	10 KG
AJUSTE	M3	14-01-14	25*35		BAJA	36.8 KG

Tabla 4.3 Resultados de muestreo en el turno de la tarde (continuación 2)**Fuente:** Elaboración propia

TIPO DE DEFECTO	MÁQUINA	FECHA	MEDIDA	N° ROLLO	PRODUCTO	KILOS DEFECTUOSOS
ROLLOS VARIADOS	M1	20-01-14	25*35	4	BAJA	8 KG
ROLLOS VARIADOS	M2	20-01-14	25*35	7	ALTA	5.500 KG
ROLLO CONTAMINADO	M2	21-01-14	30*40	9	ALTA	11.43 KG
MEDIDA INCORRECTA	M2	22-01-14	30*40	10	ALTA	12.7 KG
SELLO LATERAL	M3	22-01-14	25*35	11	BAJA	33 KG
ROLLO AGUADO	M1	24-01-14	40*60	8	BAJA	25.6 KG
ROLLO AGUADO	M3	24-01-14	15*26	24	BAJA	16.800 KG
ROLLO QUEMADO	M2	27-01-14	60*90	1	ALTA	3 KG
ROLLO CONTAMINADO	M3	27-01-14	25*35	8	BAJA	12 KG
ROLLO VARIADO	M2	27-01-14	60*90	4	ALTA	15.2 KG
ROLLO AGUADO	M1	28-01-14	25*35	7	BAJA	6 KG
ROLLO VARIADO	M1	28-01-14	25*35	5	BAJA	7.5 KG
ROLLO CONTAMINADO	M2	28-01-14	20*30	7	ALTA	12.6 KG
ROLLO AGUADO	M3	29-01-14	25*35	2	BAJA	5 KG
ROLLO SELLO DE FONDO	M2	30-01-14	35*45	4	ALTA	4 KG
SELLO LATERAL	M3	09-02-14	15*26	72	BAJA	64 KG
SELLO LATERAL	M2	10-02-14	25*35	4	ALTA	2.5 KG
ROLLO CONTAMINADO	M3	12-03-14	25*35	5	BAJA	8 KG
SELLO LATERAL	M2	22-01-14	25*35	42	BAJA	37 KG

Por último, en la tabla 4.4 se muestran los resultados obtenidos en el turno de la noche, llevando a cabo 15 muestras.

Tabla 4.4 Resultados de muestreo en el turno de la noche**Fuente:** Elaboración propia

TIPO DE DEFECTO	MÁQUINA	FECHA	MEDIDA	N° ROLLO	PRODUCTO	KILOS DEFECTUOSOS
ROLLO DESCALIBRADO	M1	14-01-14	20*30	15	BAJA	15 KG
ROLLO CONTAMINADO	M1	14-01-14	20*35	16	NATURAL	16.2 KG
SELLO DE FONDO IMPERFECTO	M2	14-01-14	25*35	31	ALTA	26 KG

Tabla 4.4 Resultados de muestreo en el turno de la noche (continuación 2)

Fuente: Elaboración propia

TIPO DE DEFECTO	MÁQUINA	FECHA	MEDIDA	N° ROLLO	PRODUCTO	KILOS DEFECTUOSOS
ROLLO CONTAMINADO	M3	14-01-14	25*35	12	IMPRESO	6KG
MEDIDA INCORRECTA DEL ROLLO	M1	14-01-14	25*35	11	ALTA	10 KG
SELLO DE FONDO IMPERFECTO	M2	14-01-14	25*35	11	ALTA	2.850 KG
ROLLO DESCALIBRADO	M3	14-01-14	25*35	37	BAJA	55.5
ROLLO CONTAMINADO	M2	15-01-14	25*35	6	ALTA	7 KG
ROLLO CONTAMINADO	M3	15-01-14	20*30	7	BAJA	4.200 KG
ROLLO DESCALIBRADO	M3	15-01-14	20*30	23	BAJA	26 KG
ROLLOS AGUADOS	M1	18-01-14	20*30	12	BAJA	12.200 KG
MEDIDA VARIADA	M2	18-01-14	20*30	13	ALTA	11.21 KG
ROLLO POROSO	M2	21-01-14	25*35	5	ALTA	13 KG
ROLLO CONTAMINADO	M2	21-01-14	25*35	5	ALTA	11 KG
ROLLO VARIADO	M1	22-01-14	20*30	14	BAJA C.	13.500 KG
ARRUGAS	M2	22-01-14	30*40	3	BAJA C.	5 KG
TERMO QUEMADO	M3	22-01-14	30*40	3	BAJA C.	6.4 KG
SELLO DE FONDO QUEMADO	M2	23-01-14	60*90	2	ALTA	5 KG
SELLO DE FONDO	M3	27-01-14	20*30	2	BAJA	2 KG
ROLLO MAL IMPRESO	M3	27-01-14	20*30	11	BAJA	11 KG
SELLO LATERAL	M1	28-01-14	40*60	2	BAJA	14 KG
ROLLO AGUADO	M3	28-01-14	25*35	3	BAJA	4.50 KG
ROLLO AGUADO	M3	28-01-14	25*35	14	BAJA	21 KG
ROLLO AGUADO	M3	29-01-14	15*26	15	BAJA	10 KG
SELLO LATERAL	M1	29-01-14	50*70	1	BAJA	8.4 KG
ROLLO CONTAMINADO	M1	05-02-14	25*26	15	BAJA	20 KG
ROLLO VARIADO	M2	05-02-14	25*35	9	ALTA	10 KG
ROLLO DESCALIBRADO	M2	08-01-14	20*30		ALTA	44 KG
ROLLO CON ARRUGAS	M2	10-02-14	18*25	23	ALTA	8 KG
ROLLO CONTAMINADO	M1	11-02-14	25*35	4	ALTA	12 KG
ROLLO VARIADO	M2	11-02-14	20*30	6	BAJA	6 KG
ROLLO DESCALIBRADO	M1	12-03-14	25*35	9	ALTA	38 KG
ROLLO AGUADO	M2	12-03-14	30*40	2	ALTA	6 KG
MEDIDA INCORRECTA	M2	12-03-14	30*40	1	ALTA	9 KG
ROLLO AGUADO	M3	15-03-14	15*26	45	BAJA	31.5 KG
ROLLO AGUADO	M3	15-03-14	18*25	42	BAJA	33.6 KG
SELLO LATERAL	M3	15-03-14	30*40	6	BAJA	5.5 KG

4.3.1 Frecuencia de defectos en el turno de la mañana

En la tabla 4.5 se puede observar el registro de los defectos generados en el turno de la mañana y la frecuencia de cada una de éstas y en la figura 4.8 se puede apreciar de una forma más clara el comportamiento de estos siendo representado en un histograma.

Tabla 4.5 Defectos generados en el turno de la mañana
Fuente: Elaboración propia

DEFECTOS GENERADOS	EVENTOS	FRECUENCIA ABSOLUTA ACUMULADA	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ACUMULADA RELATIVA
ROLLO DESCALIBRADO	12	12	25.53%	25.53%
SELLO LATERAL IMPERFECTO	3	15	6.38%	31.91%
ROLLO AGUADO	4	19	8.51%	40.43%
MEDIDA INCORRECTA	4	23	8.51%	48.94%
ROLLO VARIADO	3	26	6.38%	55.32%
ROLLO CONTAMINADO	6	32	12.77%	68.09%
SELLO DE FONDO IMPERFECTO	7	39	14.89%	82.98%
TERMO QUEMADO	2	41	4.26%	87.23%
ARRUGAS	3	44	6.38%	93.62%
ROLLO MAL IMPRESO	1	45	2.13%	95.74%
ROLLO POROSO	2	47	4.26%	100.00%
TOTAL	47			

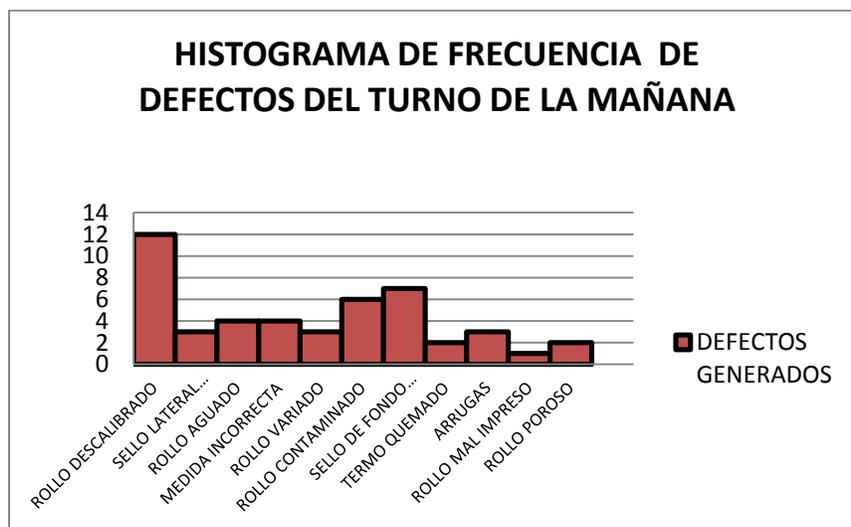


Figura 4.8 Histograma de frecuencia de defectos en el turno de la mañana
Fuente: Elaboración propia

4.3.2 Frecuencia de defectos en el turno de la tarde

En la tabla 4.6 se registraron los defectos generados con mayor frecuencia, en la figura 4.9 se puede ver el comportamiento estos defectos.

Tabla 4.6 Defectos generados en el turno de la tarde
Fuente: Elaboración propia

DEFECTOS GENERADOS	EVENTOS	FRECUENCIA ABSOLUTA ACUMULADA	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ACUMULADA RELATIVA
SELLO LATERAL IMPERFECTO	4	4	17.39%	17.39%
ROLLO AGUADO	4	8	17.39%	34.78%
MEDIDA INCORRECTA	2	10	8.70%	43.48%
ROLLO VARIADO	4	14	17.39%	60.87%
ROLLO CONTAMINADO	4	18	17.39%	78.26%
SELLO DE FONDO IMPERFECTO	2	20	8.70%	86.96%
ROLLO QUEMADO	1	21	4.35%	91.30%
ROLLO LASTIMADO	2	23	8.70%	100.00%
TOTAL	23			

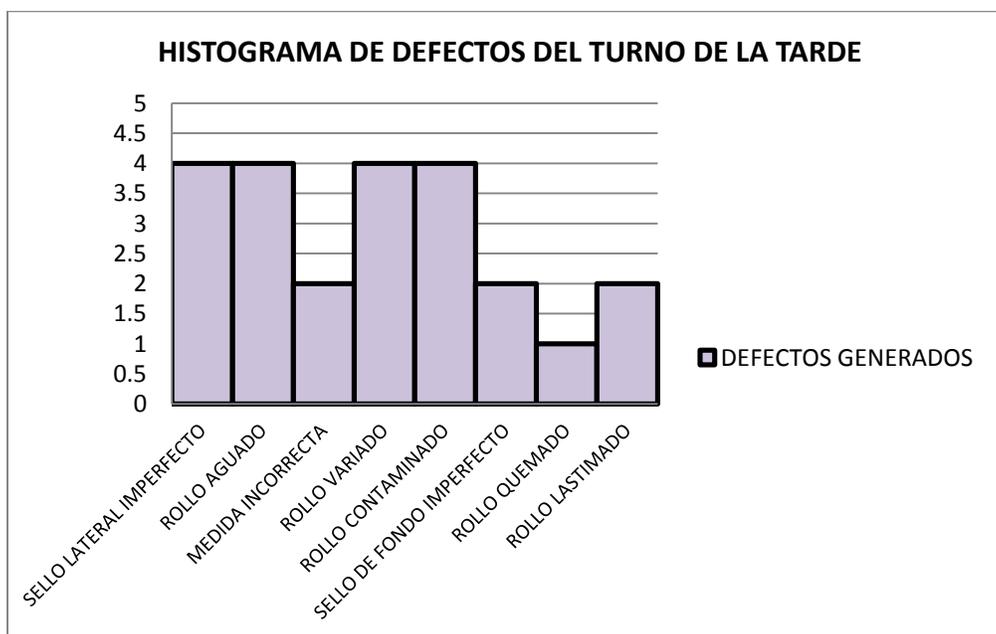


Figura 4.9 Histograma de frecuencia de defectos en el turno de la tarde
Fuente: Elaboración propia

4.3.3 Frecuencia de defectos en el turno de la noche

Por último, en la tabla 4.7 se muestra el registro de los defectos generados en el turno de la noche de acuerdo al muestreo y en la figura 4.10 se aprecia el comportamiento de cada uno de estos.

Tabla 4.7 Defectos generados en el turno de la noche
Fuente: Elaboración propia

DEFECTOS GENERADOS	EVENTOS	FRECUENCIA ABSOLUTA ACUMULADA	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA ACUMULADA RELATIVA
ROLLO DESCALIBRADO	5	5	13.51%	13.51%
SELLO LATERAL IMPERFECTO	3	8	8.11%	21.62%
ROLLO AGUADO	6	14	16.22%	37.84%
MEDIDA INCORRECTA	3	17	8.11%	45.95%
ROLLO VARIADO	3	20	8.11%	54.05%
ROLLO CONTAMINADO	7	27	18.92%	72.97%
SELLO DE FONDO IMPERFECTO	4	31	10.81%	83.78%
TERMO QUEMADO	1	32	2.70%	86.49%
ARRUGAS	2	34	5.41%	91.89%
ROLLO MAL IMPRESO	1	35	2.70%	94.59%
ROLLO POROSO	1	36	2.70%	97.30%
TOTAL	36			

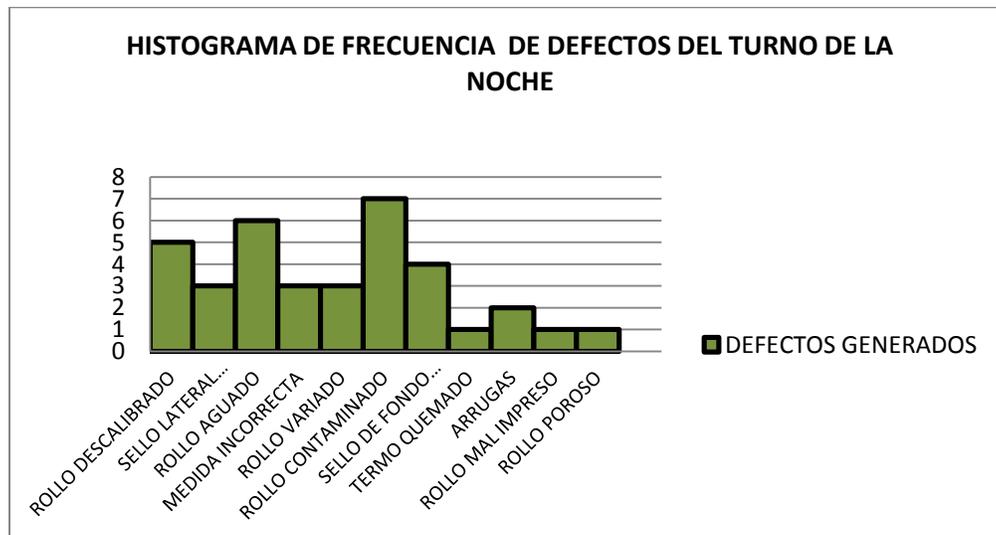


Figura 4.10 Histograma de frecuencia de defectos en el turno de la noche
Fuente: Elaboración propia

4.3.4 Producción y desperdicio generado por máquinas

En el turno de la mañana se obtuvieron 16 muestras en el área de rollos punteados donde se plasmó la producción generada por cada máquina y la cantidad total de desperdicio en el turno, esto se puede apreciar en la tabla 4.8.

Tabla 4.8 Producción y desperdicio obtenido en el turno de la mañana
Fuente: Elaboración propia.

FECHA	MÁQUINA	PRODUCCIÓN TOTAL	CANTIDAD DE DESPERDICIO
13-01-14	M1	865 KG	32KG
13-01-14	M2	833.4 KG	20KG
13-01-14	M3	926 KG	38KG
14-01-14	M1	1320 KG	62 KG
14-01-14	M2	819.8 KG	18 KG
14-01-14	M3	707 KG	21 KG
15-01-14	M1	406.2 KG	46 KG
15-01-14	M2	742.2 KG	6.8 KG
15-01-14	M3	403 KG	28 KG
22-01-14	M1	896 KG	23 KG
22-01-14	M2	549 KG	83.96
22-01-14	M3	1375.2 KG	34 KG
27-01-14	M1	1053.6 KG	61.5 KG
27-01-14	M2	827 KG	24.8 KG
27-01-14	M3	1165 KG	63.5 KG
28-01-14	M1	1142 KG	31.2 KG
28-01-14	M2	918 KG	13.8 KG
28-01-14	M3	992 KG	85.5 KG
29-01-14	M1	941.6 KG	44 KG
29-01-14	M2	717.2 KG	33 KG

Tabla 4.8 Producción y desperdicio obtenido en el turno de la mañana (continuación 2)

Fuente: Elaboración propia.

FECHA	MÁQUINA	PRODUCCIÓN TOTAL	CANTIDAD DE DESPERDICIO
29-01-14	M3	1128 KG	66.5 KG
30-01-14	M1	831.3 KG	51 KG
30-01-14	M2	565.2 KG	33 KG
30-01-14	M3	1045.2 KG	33 KG
03-02-14	M1	640 KG	79 KG
03-02-14	M2	567.6 KG	9 KG
03-02-14	M3	988 KG	15 KG
04-02-14	M1	947.6 KG	12 KG
04-02-14	M2	759 KG	25 KG
04-02-14	M3	1092 KG	16 KG
05-02-14	M1	553.4 KG	50 KG
05-02-14	M2	402 KG	22.20 KG
05-02-14	M3	998 KG	52 KG
06-02-14	M1	723.2 KG	40 KG
06-02-14	M2	485 KG	26 KG
06-02-14	M3	1296 KG	18 KG
10-02-14	M1	835.2 KG	55.1 KG
10-02-14	M2	432.4 KG	32.2 KG
10-02-14	M3	1041 KG	43.3 KG
11-02-14	M1	561.6 KG	27.2 KG
11-02-14	M2	300 KG	29.9 KG
11-02-14	M3	882.6 KG	24 KG
19-02-14	M1	744.64 KG	36 KG
19-02-14	M2	660 KG	16 KG
19-02-14	M3	866 KG	61 KG
20-02-14	M1	649 KG	29 KG
20-02-14	M2	648 KG	20 KG
20-02-14	M3	921.6 KG	43 KG

De igual forma en el turno de la tarde se obtuvieron 11 muestras en el área de rollos punteados donde se registró la producción generada por cada máquina y la cantidad total de desperdicio en el turno, esto se puede observar en la tabla 4.9.

Tabla 4.9 Producción y desperdicio obtenido en el turno de la tarde
Fuente: Elaboración propia.

FECHA	MÁQUINA	PRODUCCIÓN TOTAL	CANTIDAD DE DESPERDICIO
13-01-14	M1	900 KG	56.7 KG
13-01-14	M2	640 KG	46.2 KG
13-01-14	M3	330 KG	24.5 KG
27-01-14	M1	877.6 KG	61.5 KG
27-01-14	M2	534 KG	24.8 KG
27-01-14	M3	904.96 KG	63.5 KG
28-01-14	M1	1020 KG	38.7 KG
28-01-14	M2	632 KG	27 KG
28-01-14	M3	1356 KG	27.2 KG
29-01-14	M1	967 KG	15.30 KG
29-01-14	M2	539.6 KG	18 KG
29-01-14	M3	612 KG	26.6 KG
30-01-14	M1	1051 KG	16 KG
30-01-14	M2	574.2 KG	22 KG
30-01-14	M3	1092 KG	12 KG
04-02-14	M1	683.2 KG	12 KG
04-02-14	M2	244 KG	8.2 KG
04-02-14	M3	853.2 KG	16.4 KG
05-02-14	M1	304 KG	17 KG
05-02-14	M2	415.8 KG	15 KG
05-02-14	M3	748.8 KG	19 KG
10-02-14	M1	517.2 KG	12 KG
10-02-14	M2	306.6 KG	7 KG
10-02-14	M3	718 KG	10 KG
11-02-14	M1	428.4 KG	8 KG
11-02-14	M2	352.1 KG	10.2 KG
11-02-14	M3	717 KG	7.4 KG
12-02-14	M1	354.8 KG	22 KG
12-02-14	M2	464.2 KG	24 KG
12-02-14	M3	643 KG	40 KG
20-02-14	M1	697 KG	56.4 KG
20-02-14	M2	345 KG	57 KG
20-02-14	M3	921 KG	22.3 KG

Para finalizar se obtuvieron 16 muestras en el turno de la noche, en la tabla 4.10 se puede apreciar la cantidad de producción generada por máquina y la cantidad de desperdicio.

Tabla 4.10 Producción y desperdicio obtenido en el turno de la noche
Fuente: Elaboración propia.

FECHA	MÁQUINA	PRODUCCIÓN TOTAL	CANTIDAD DE DESPERDICIO
13-01-14	M1	1767KG	17KG
13-01-14	M2	997.8 KG	20KG
13-01-14	M3	1485.6KG	50KG
14-01-14	M1	1068 KG	24 KG
14-01-14	M2	1147.8	18 KG
14-01-14	M3	1488 KG	30 KG
15-01-14	M1	1456 KG	26 KG
15-01-14	M2	933 KG	22 KG
15-01-14	M3	1023.2 KG	30 KG
21-01-14	M1	512 KG	74.5 KG
21-01-14	M2	739 KG	42 KG
21-01-14	M3	372 KG	886 KG
22-01-14	M1	1608 KG	84.8 KG
22-01-14	M2	366 KG	26.2 KG
22-01-14	M3	737 KG	52 5 KG
23-01-14	M1	544.8 KG	47 KG
23-01-14	M2	741.7 KG	30 KG
23-01-14	M3	1527 KG	63 KG
24-01-14	M1	1200.8 KG	20.9 KG
24-01-14	M2	774.8 KG	19KG
24-01-14	M3	1672.8 KG	42 KG
27-01-14	M1	803 KG	25 KG
27-01-14	M2	970.2 KG	21 KG
27-01-14	M3	1520 KG	16 KG
28-01-14	M1	1384 KG	23 KG

Tabla 4.10 Producción y desperdicio obtenido en el turno de la noche (continuación 2)**Fuente:** Elaboración propia

10-02-14	M3	1463.4 KG	39 KG
11-02-14	M1	819.6 KG	62 KG
11-02-14	M2	484 KG	25 KG
11-02-14	M3	1047 KG	33 KG
12-02-14	M1	936 KG	29 KG
12-02-14	M2	934.2 KG	31 KG
12-02-14	M3	1788 KG	59 KG
15-02-14	M1	938.4 KG	21 KG
15-02-14	M2	799.2 KG	33 KG
15-02-14	M3	1281 KG	59 KG
20-02-14	M1	697 KG	56.4 KG
20-02-14	M2	345 KG	57 KG
20-02-14	M3	921 KG	22.3 KG
28-01-14	M2	779 KG	15 KG
28-01-14	M3	1372 KG	27 KG
29-01-14	M1	1025.8 KG	21.18 KG
29-01-14	M2	732.6 KG	18 KG
29-01-14	M3	1451 KG	15 KG
30-01-14	M1	1172.9 KG	39 KG
30-01-14	M2	637.4 KG	44 KG
30-01-14	M3	1174.8 KG	20 KG
05-02-14	M1	896 KG	43.7 KG
05-02-14	M2	797.4 KG	32 KG
05-02-14	M3	1159 KG	33.9 KG
10-02-14	M1	707.9 KG	42 KG
10-02-14	M2	665.5 KG	25 KG
10-02-14	M3	1463.4 KG	39 KG
11-02-14	M1	819.6 KG	62 KG
11-02-14	M2	484 KG	25 KG
11-02-14	M3	1047 KG	33 KG
12-02-14	M1	936 KG	29 KG
12-02-14	M2	934.2 KG	31 KG
12-02-14	M3	1788 KG	59 KG
15-02-14	M1	938.4 KG	21 KG
15-02-14	M2	799.2 KG	33 KG
15-02-14	M3	1281 KG	59 KG
20-02-14	M1	697 KG	56.4 KG
20-02-14	M2	345 KG	57 KG

4.3.5 Gráficas de proporción del turno de la mañana

Con la información plasmada en la tabla 4.8 de producción y desperdicio del turno de la mañana, utilizando el software minitab se llevaron a cabo gráficas de proporción con el objetivo de monitorear el proceso y de esta forma identificar si se encontrarían causas especiales que estuvieran afectando la producción (ver tabla 4.11).

Tabla 4.11 Producción y desperdicio total obtenido en el turno de la mañana
Fuente: Elaboración propia

FECHA	MÁQUINAS ANALIZADAS			DESPERDICIO GENERADO POR MÁQUINA			TOTAL DE PRODUCCIÓN (n)	TOTAL DE DESPERDICIO (X)	PROPORCIÓN DEL DESPERDICIO
	PRODUCCIÓN MAMUT 1	PRODUCCIÓN MAMUT 2	PRODUCCIÓN MAMUT 3	DESPERDICIO MAMUT 1	DESPERDICIO MAMUT 2	DESPERDICIO MAMUT 3			
13/01/14	865.00	833.4	926.00	32	20	38	2624.4	90	0.03429355
14/01/14	1320	819.8	707	62	18	21	2846.8	101	0.03547843
15/01/2014	406.2	742.2	403	46	6.8	28	1551.4	80.8	0.05208199
22/01/2014	896	549	1375.2	23	83.96	34	2820.2	140.98	0.04998936
27/01/2014	1053.6	827	1165	61.5	24.8	63.5	3045.6	149.8	0.04918571
28/01/2014	1142	918	992	31.2	13.8	85.5	3052	130.5	0.04275885
29/01/2014	941.6	717.2	1128	44	33	66.5	2786.8	143.5	0.05149275
30/01/2014	831.3	565.2	1045.2	51	33	33	2441.7	117	0.04791743
03/02/2014	640	567.6	988	79	9	15	2195.6	103	0.04691201
04/02/2014	947.6	759	1092	12	25	16	2798.6	53	0.01893804
05/02/2014	553.4	402	998	50	22.2	52	1953.4	124.2	0.06358145
06/02/2014	723.2	485	1296	40	26	18	2504.2	84	0.03354365
10/02/2014	835.2	432.4	1041	55.1	32.2	43.3	2308.6	130.6	0.05657108
11/02/2014	561.6	300	882.6	27.2	29.9	24	1744.2	81.1	0.04649696
19/02/2014	744.64	660	866	36	16	61	2270.64	113	0.0497657
20/02/2014	649	648	921.6	29	20	43	2218.6	92	0.04146759
TOTAL	11790.34	8572.6	15826.6	585	225.1	338.3	39162.74	1734.48	0.72047456

En la figura 4.11 se muestra la gráfica de proporción obtenida por los datos de la tabla 4.11 del turno de la mañana para apreciar el comportamiento.

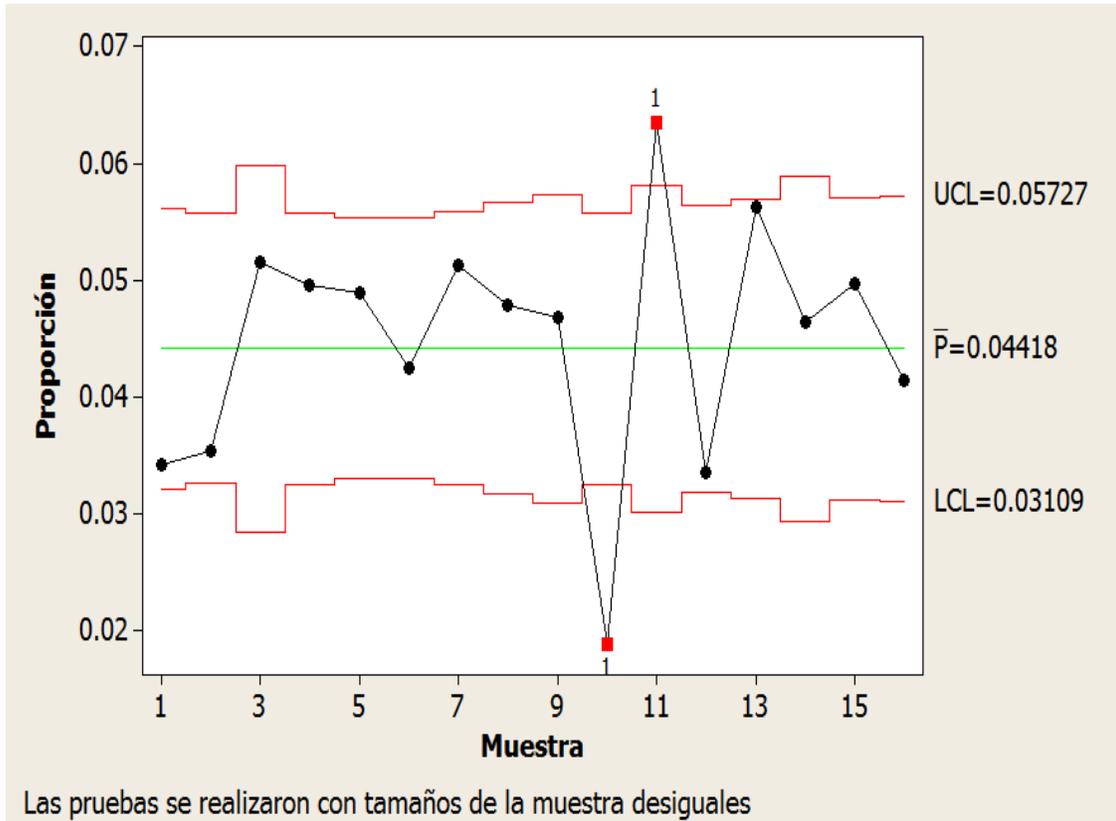


Figura 4.11 Gráfica de proporción del turno de la mañana
Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.9 se puede apreciar que de las 16 muestras 14 se encuentran dentro de los límites de control, sin embargo 2 pruebas fallaron, lo que significa que hay que analizar esas dos causas especiales.

A continuación en las figuras 4.12, 4.13 y 4.14 se muestran las gráficas de proporción por atributos de las máquinas que se tienen en el área de rollos punteados.

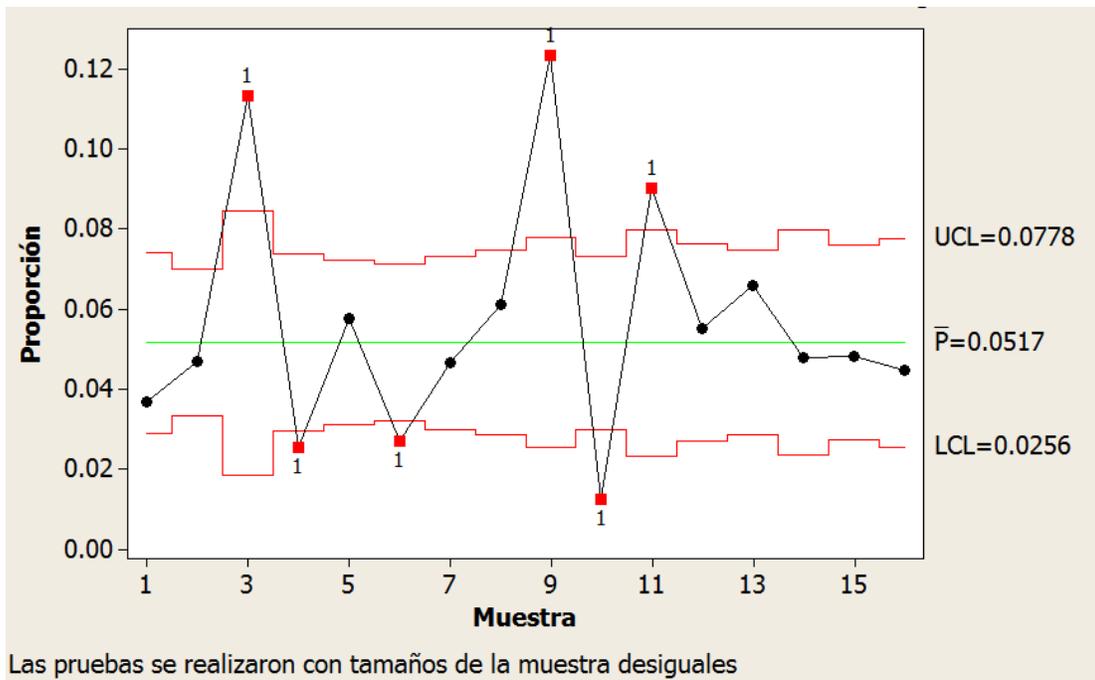


Figura 4.112 Gráfica de proporción del turno de la mañana de la máquina 1
Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.12 se puede apreciar el comportamiento de la relación del desperdicio obtenido con la producción obtenida en el turno de la mañana de la máquina 1 en donde se puede observar que de las 16 muestras 10 se encuentran dentro de los límites de control y los otros 6 se consideran causas especiales las cuales hay que analizar más a detalle.

En la figura 4.13 se observa la gráfica de proporción de la máquina 2 del área de rollos punteados del turno de la mañana.

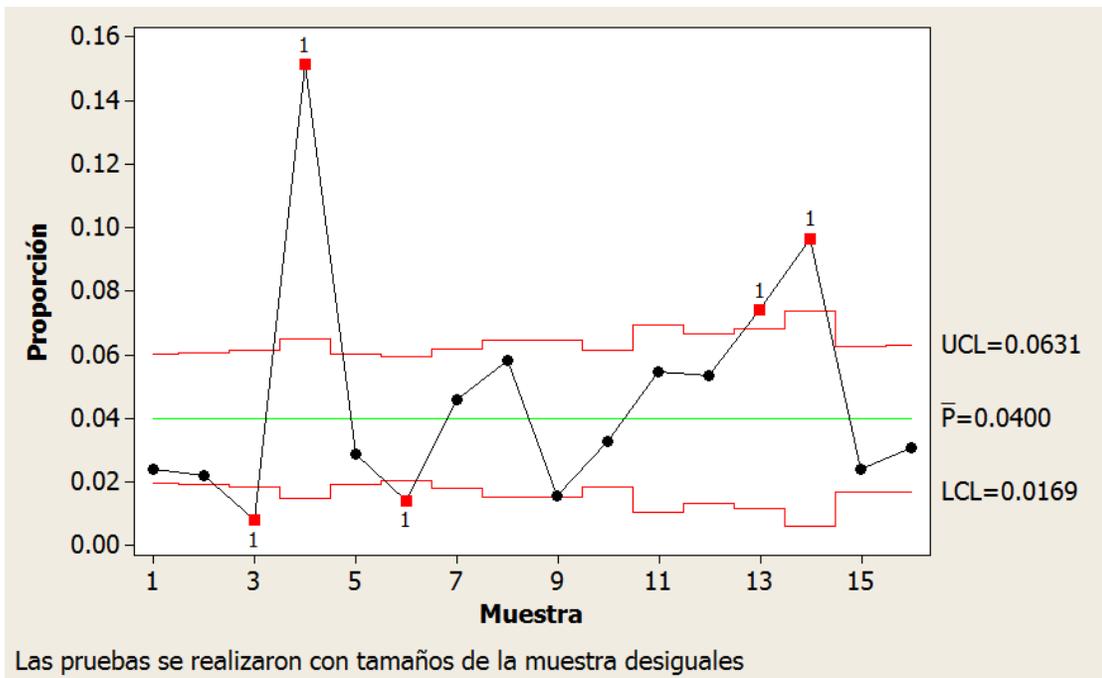


Figura 4.13 Gráfica de proporción del turno de la mañana de la máquina 2
Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.13 se puede apreciar el comportamiento de la máquina dos del área de rollos punteados en donde se puede ver que de las 16 muestras, 11 se encuentran dentro de los límites de control y los otros 5 se consideran causas especiales por que se encuentran fuera de los límites, sin embargo éstas tienen que ser analizadas para ver cuáles son las causas.

Por último en la figura 4.14 se muestra la gráfica de proporción con los datos obtenidos de la máquina tres del área de rollos punteados.

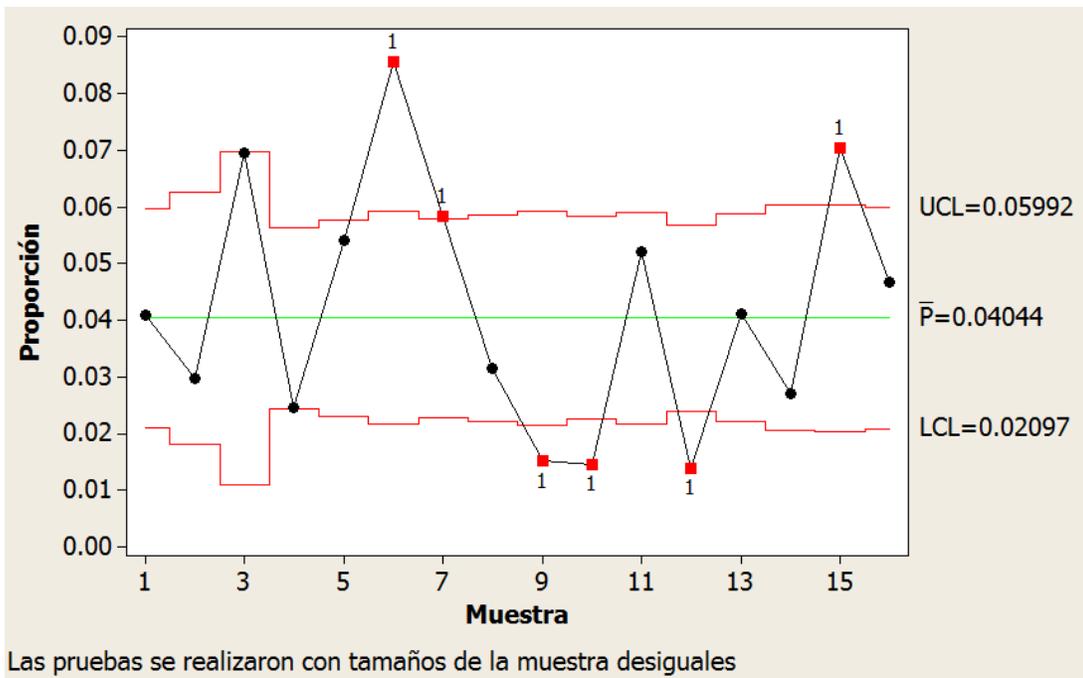


Figura 4.14 Gráfica de proporción del turno de la mañana de la máquina 3
Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.14 se puede observar que el comportamiento de las 16 muestras, 10 se encuentran dentro de los límites de control y las otras 6 muestras se encuentran fuera del límite los cuales se consideran causas especiales.

4.3.6 Gráficas de proporción del turno de la mañana

De igual forma con la información que se muestran en la tabla 4.9, se llevaron a cabo gráficas de proporción con el objetivo de monitorear el proceso y de esta forma identificar si se existen causas especiales que estuvieran afectando (ver tabla 4.15).

Tabla 4.12 Producción y desperdicio total obtenido en el turno de la tarde
Fuente: Elaboración propia

FECHA	MÁQUINAS ANALIZADAS			DESPERDICIO GENERADO POR MÁQUINA			TOTAL DE PRODUCCIÓN (n)	TOTAL DE DESPERDICIO (x)	PROPORCIÓN x/n
	PM1	PM2	PM3	DM1	DM2	DM3			
13/01/2014	900	640	330	56.7	46.2	24.5	1870	127.4	0.06812834
27/01/2014	877.6	534	904.96	61.5	24.8	63.5	2316.56	149.8	0.06466485
28/01/2014	1020	632	1356	38.7	27	27.2	3008	92.9	0.03088431
29/01/2014	967	539.6	612	15.3	18	26.6	2118.6	59.9	0.02827339
30/01/2014	1051	574.2	1092	16	22	12	2717.2	50	0.0184013
04/02/2014	683.2	244	853.2	12	8.2	16.4	1780.4	36.6	0.02055718
05/02/2014	304	415.8	748.8	17	15	19	1468.6	51	0.03472695
10/02/2014	517.2	306.6	718	12	7	10	1541.8	29	0.01880918
11/02/2014	428.4	352.1	717	8	10.2	7.4	1497.5	25.6	0.01709516
12/02/2014	354.8	464.2	643	22	24	40	1462	86	0.05882353
20/02/2014	697	345	921	56.4	57	22.3	1963	135.7	0.06912888
TOTAL	7800.2	5047.5	8895.96	315.6	259.4	268.9	21743.66	843.9	0.42949307

En la figura 4.15 se muestra la gráfica de proporción obtenida por los datos de la tabla 4.12 del turno de la tarde, para apreciar el comportamiento del desperdicio con relación a la producción.

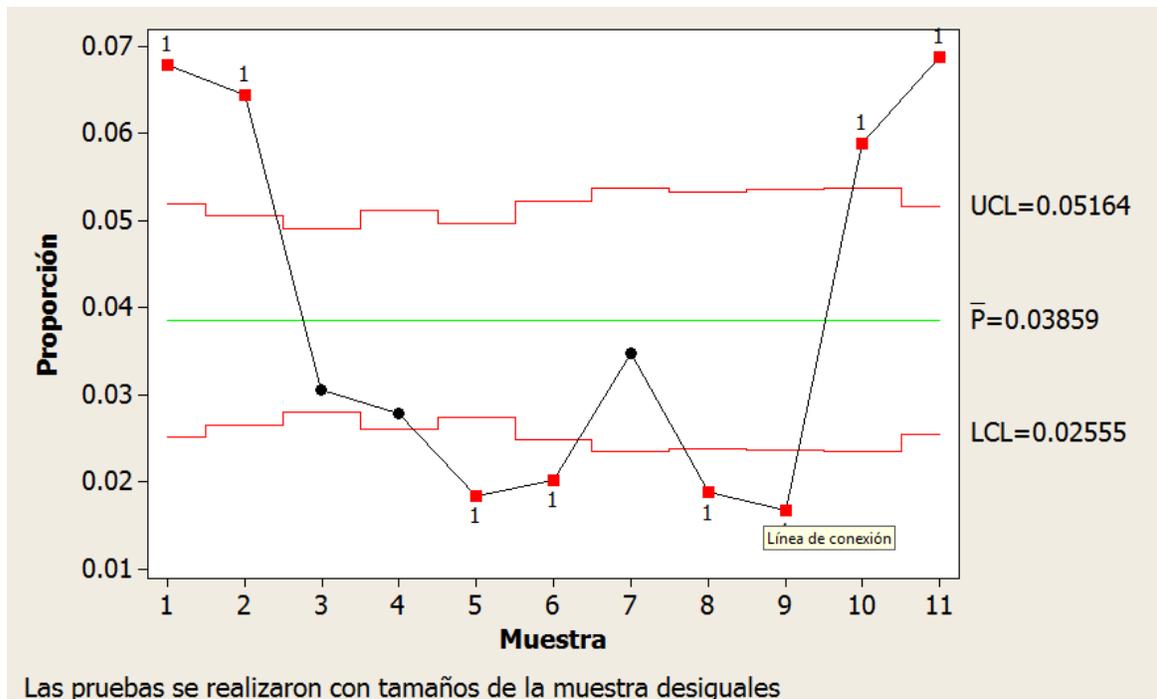


Figura 4.15 Gráfica de proporción del turno de la tarde
Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.15 se puede observar que de las 11 muestras obtenidas en el turno de la tarde 3 se encuentran dentro de los límites de control estadístico, y las otras 8 se encuentran fuera del límite de control, como se ha ido mencionando las muestras que se encuentran fuera del límite de control se deben analizar para determinar las causas que originan su variabilidad.

Para apreciar más a detalle el comportamiento del desperdicio con respecto a la producción se llevó a cabo de igual forma, gráfica de proporción por máquina como se puede ver en la figura 4.16.

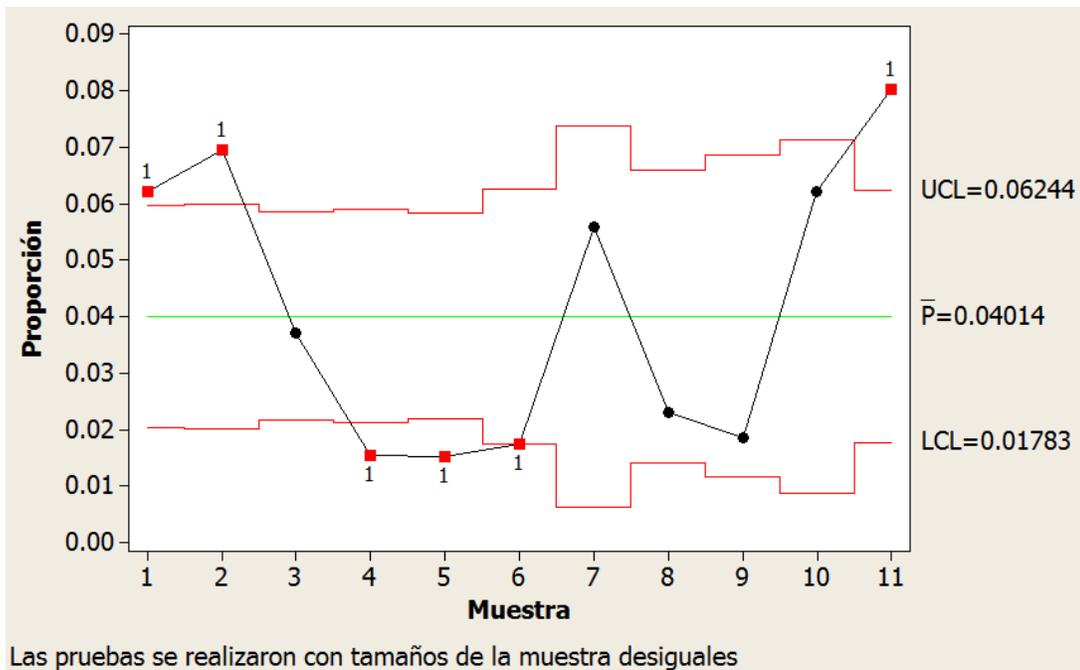


Figura 4.16 Gráfica de proporción del turno de la tarde de la máquina 1
Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que el comportamiento de la gráfica de control de la figura 4.14 de las 11 muestras 5 se encuentran dentro de los límites de control y las otras 6 se encuentran fuera de los límites de control.

A continuación en la figura 4.17 se muestra la gráfica de proporción de la máquina dos.

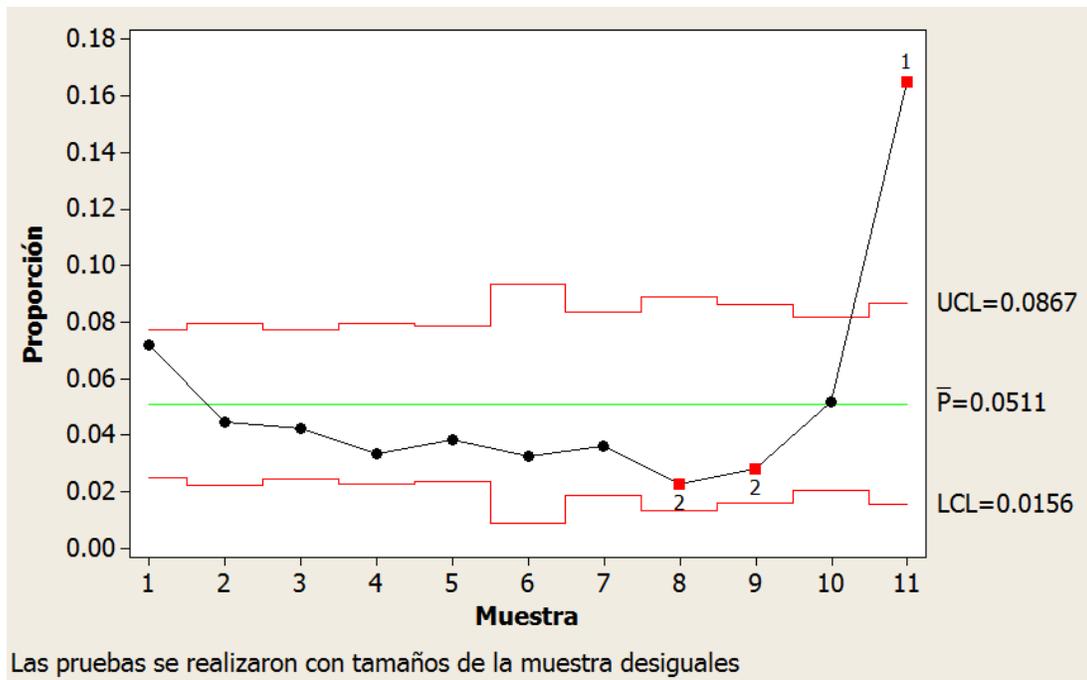


Figura 4.17 Gráfica de proporción del turno de la tarde de la máquina 2
Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la figura 4.17 la máquina dos evaluada en el turno de la tarde de las 11, 8 se encuentran dentro de los límites de control y las otras 3 muestras de acuerdo al estudio fallaron, las cuales analizarán más adelante para poder encontrar las causas.

Para culminar en el turno de la tarde, en la figura 4.18 se muestra la gráfica de proporción de la máquina tres y de esta forma ver el comportamiento que tuvo la máquina.

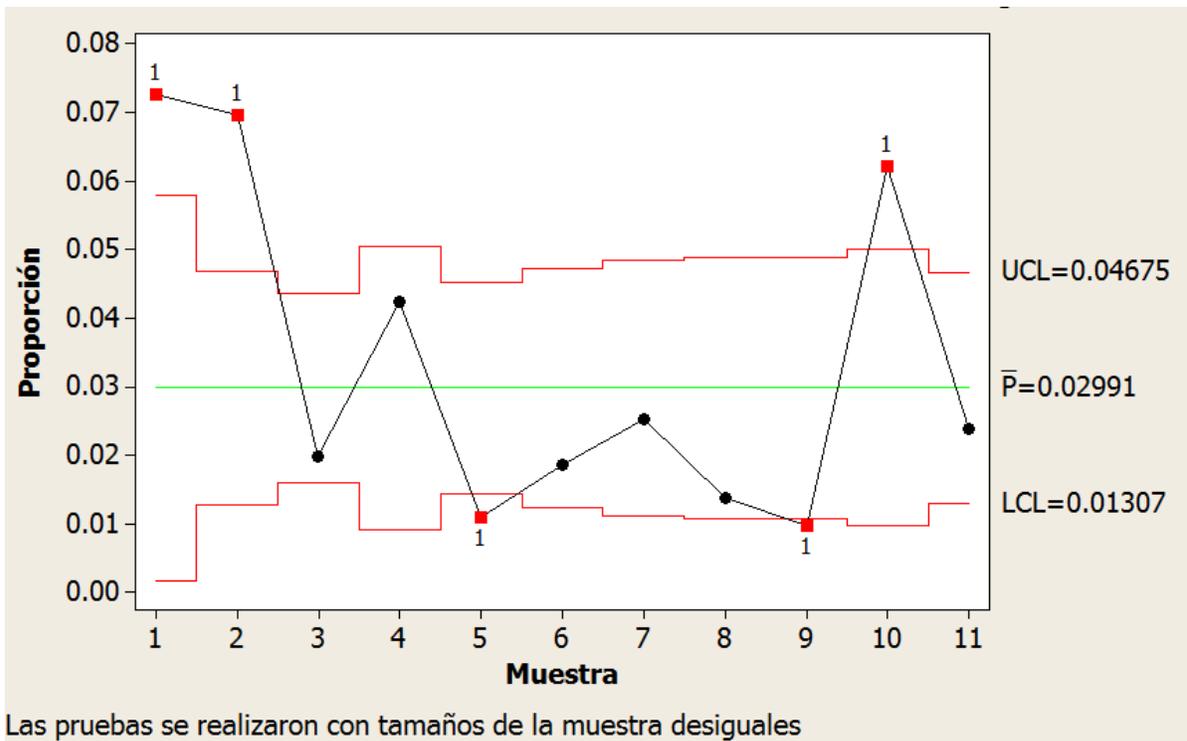


Figura 4.18 Gráfica de proporción del turno de la tarde de la máquina 3
Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.16 se puede apreciar que de las 11 muestras 6 se encuentran dentro de los límites de control y las otras 5 se consideran causas especiales.

3.3.6 Gráficas de proporción del turno de la noche

Para finalizar, de igual forma con la información que se muestran en la tabla 4.10, se llevaron a cabo gráficas de proporción, con el objetivo de monitorear el proceso y de esta forma identificar si se encontrarían causas especiales que estuvieran afectando la producción del turno de la noche (ver figura 4.19).

Tabla 4.13 Producción y desperdicio total obtenido en el turno de la noche
Fuente: Elaboración propia

FECHA	MÁQUINAS ANALIZADAS			DESPERDICIO GENERADO POR MÁQUINA			TOTAL DE PRODUCCIÓN (n)	TOTAL DE DESPERDICIO (X)	PROPORCIÓN DE DESPERDICIO
	PRODUCCIÓN MAMUT 1	PRODUCCIÓN MAMUT 2	PRODUCCIÓN MAMUT 3	DESPERDICIO MAMUT 1	DESPERDICIO MAMUT 2	DESPERDICIO MAMUT 3			
13/01/2014	1767	997.8	1485.6	17	20	50	4250.4	87	0.020468662
14/01/2014	1068	1147.8	1488	24	18	30	3703.8	72	0.019439495
15/01/2014	1456	933	1023.2	26	22	30	3412.2	78	0.022859152
22/01/2014	1608	366	737	84.8	26.2	52.5	2711	163.5	0.060309849
23/01/2014	544.8	741.7	1527	47	30	63	2813.5	140	0.049760085
24/01/2014	1200.8	774.8	1672.8	20.9	19	42	3648.4	81.9	0.022448196
27/01/2014	803	970.2	1520	25	21	16	3293.2	62	0.018826673
28/01/2014	1384	779	1372	23	15	27	3535	65	0.018387553
29/01/2014	1025.8	732.6	1451	21.18	18	15	3209.4	54.18	0.01688166
30/01/2014	1172.9	637.4	1174.8	39	44	20	2985.1	103	0.034504707
05/02/2014	896	797.4	1159	43.7	32	33.9	2852.4	109.6	0.038423783
10/02/2014	707.9	665.5	1463.4	42	25	39	2836.8	106	0.037366046
11/02/2014	819.6	484	1047	62	25	33	2350.6	120	0.051050796
12/02/2014	936	934.2	1788	29	31	59	3658.2	119	0.032529659
15/02/2014	938.4	799.2	1281	21	33	59	3018.6	113	0.037434572
20/02/2014	1281	345	921	56.4	57	22.3	2547	135.7	0.053278367
TOTAL	17609.2	12105.6	21110.8	581.98	436.2	896.8	50825.6	1914.98	0.64093181

En la figura 4.17 se muestra la gráfica de proporción obtenida por los datos de la tabla 4.13 del turno de la noche para apreciar el comportamiento del desperdicio con relación a la producción.

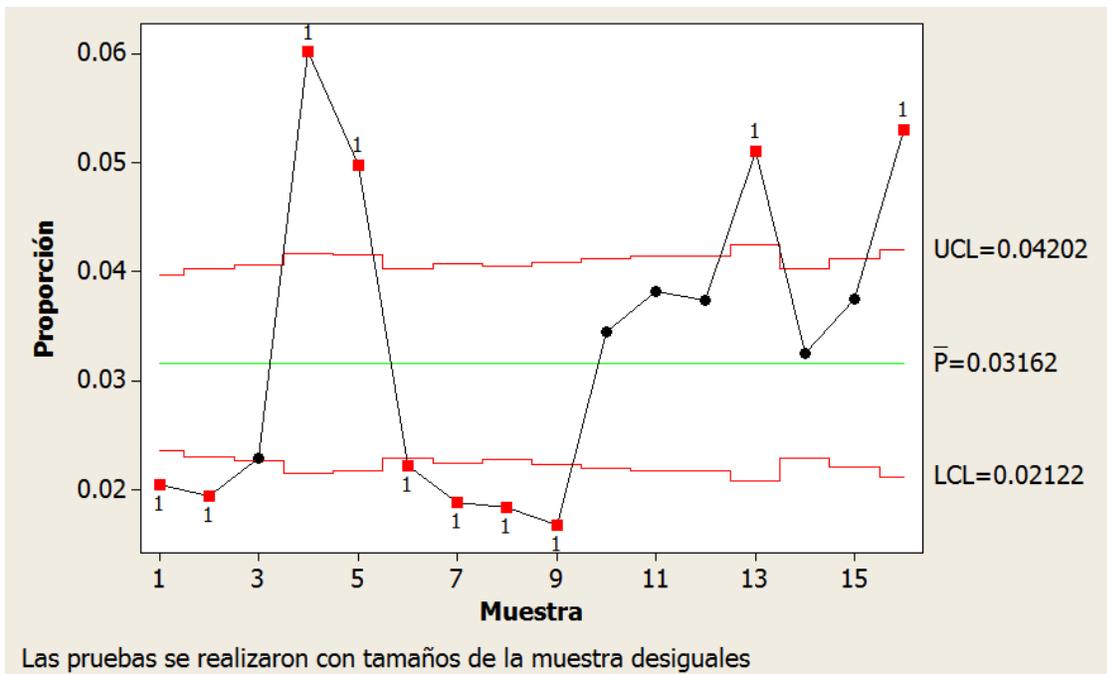


Figura 4.19 Gráfica de proporción del turno de la tarde
Fuente: Elaboración propia

De las 16 muestras obtenidas del turno de la tarde, de acuerdo a la figura 4.19 se puede observar que 7 muestras se encuentran dentro de los límites de control y 8 muestras se encuentran fuera de los límites, por lo tanto son consideradas causas especiales.

En la figura 4.20 se muestra la gráfica de proporción de la máquina uno para evaluar su comportamiento y de esta forma ver el impacto que tiene en la producción total que se obtiene en el turno de la noche.

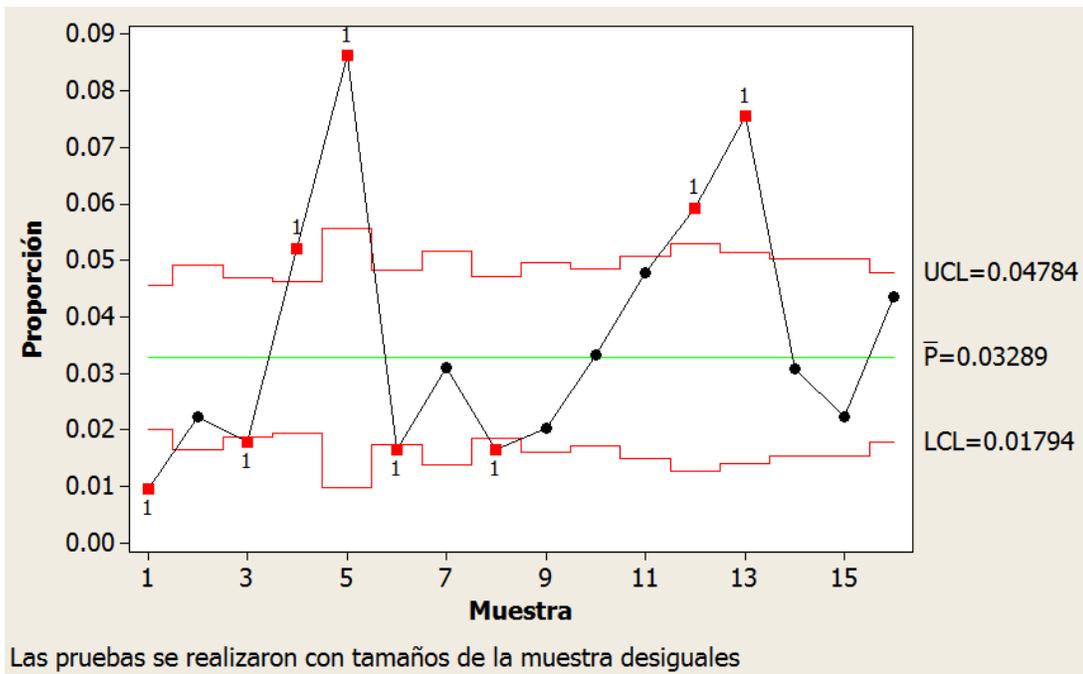


Figura 4.20 Gráfica de proporción del turno de la noche de la máquina 1
Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.20 se puede observar que de las 16 muestras obtenidas en la evaluación de la máquina, el 50% de los puntos se encuentran dentro de los límites de control y el otro 50% se encuentran fuera de los límites.

En la figura 4.21 se muestra la evaluación de la máquina dos y de esta forma ver el impacto que este tiene con respecto al desperdicio en el turno de la noche.

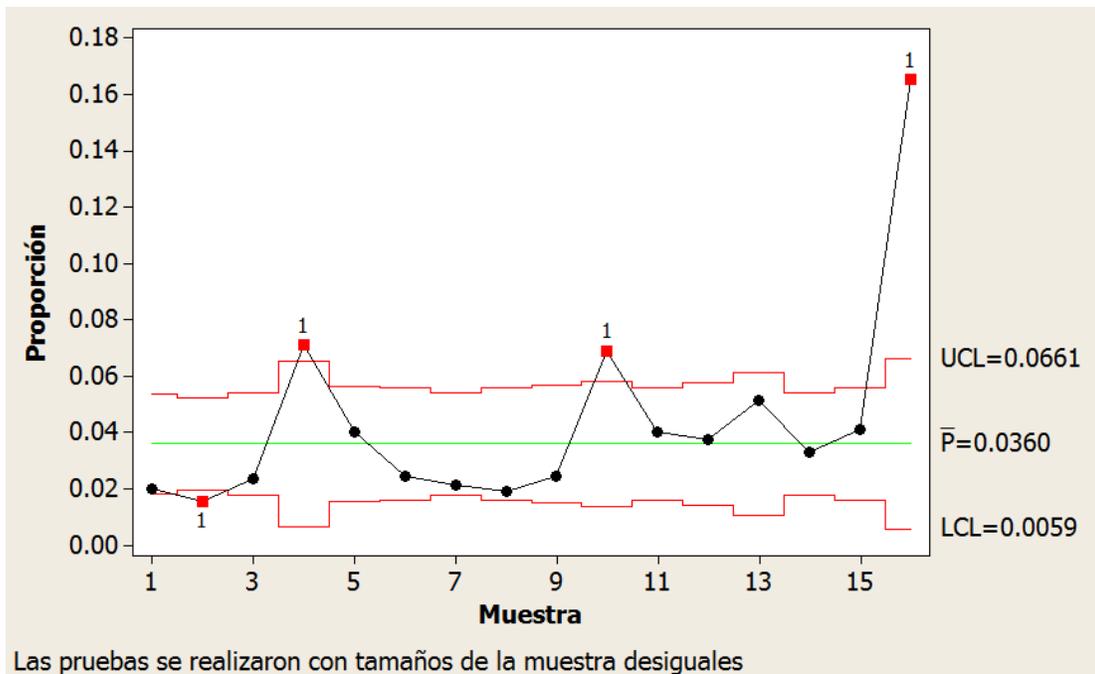


Figura 4.21 Gráfica de proporción del turno de la noche de la máquina 2
Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.21 se puede apreciar que de las 16 muestras, el 68% se encuentran dentro de los límites de control y el 32% muestras se encuentran fuera de los límites de control, por lo tanto hay que analizarlos.

Por último, en la figura 4.22 se muestra la gráfica de control de la máquina tres.

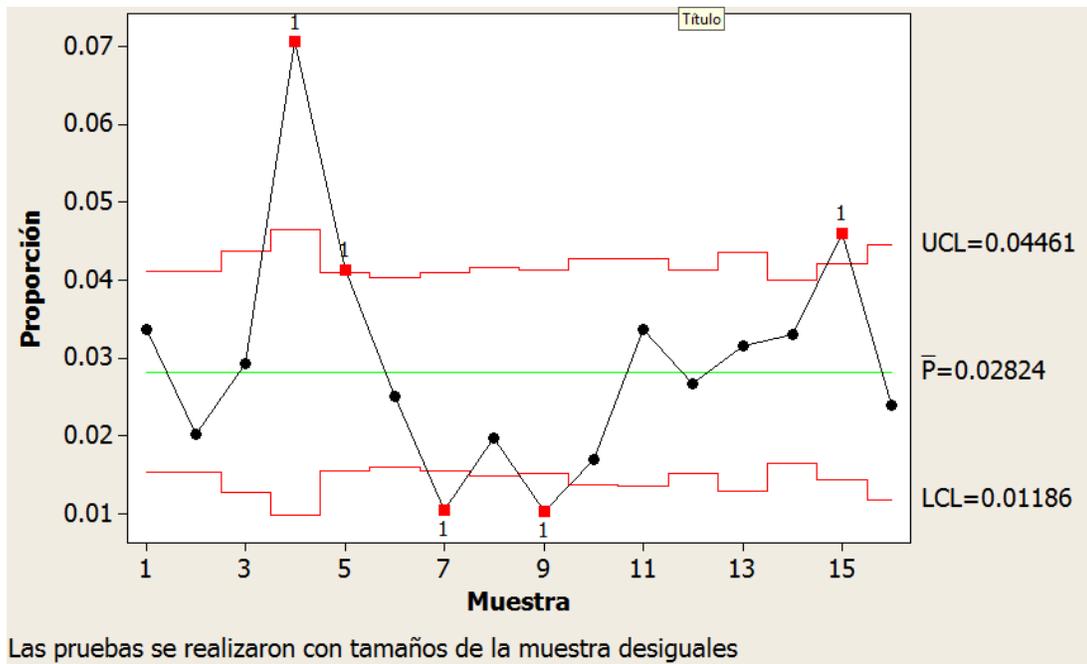


Figura 4.22 Gráfica de proporción del turno de la noche de la máquina 3
Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.23 se muestra la gráfica de proporción de la máquina 3 evaluada en la noche y se observa que de las 16 muestras, 11 se encuentran dentro de los límites de control y las otras 4 se encuentran fuera de los límites de control por lo tanto hay que analizarlas más a detalle para poder encontrar los motivos que generan estas causas especiales y que tanto afectan a la producción.

4.4 Etapa analizar

Con la información recaba en la etapa medir se realiza un análisis detallado en donde se compara si realmente la frecuencia de defectos impacta más en la producción o existen defectos que no suceden con frecuencia pero cuando se generan se obtiene un nivel alto de desperdicio.

4.4.1 Diagrama de pareto para el turno de la mañana

En la tabla 4.14 se analiza cada uno de los defectos encontrados y la cantidad de desperdicio en kilogramos que se generó en el turno de la mañana, de una forma más clara se puede apreciar en la figura 4.23 la representación en un diagrama de pareto con el comportamiento de estos datos.

Tabla 4.14 Desperdicio en kilogramos obtenido en el turno de la mañana
Fuente: Elaboración propia

DEFECTOS GENERADOS	KILOGRAMOS DE DEFECTOS	EVENTOS ACUMULADOS	%	% ACUMULADO	80-20
ROLLO DESCALIBRADO	227.5	227.5	43.25%	43.25%	80.00%
ROLLO AGUADO	87.8	315.3	16.69%	59.94%	80.00%
ROLLO CONTAMINADO	44	359.3	8.37%	68.31%	80.00%
SELLO DE FONDO IMPERFECTO	43.6	402.9	8.29%	76.60%	80.00%
MEDIDA INCORRECTA	32	434.9	6.08%	82.68%	80.00%
ROLLO VARIADO	28	462.9	5.32%	88.00%	80.00%
SELLO LATERAL	20.1	483	3.82%	91.83%	80.00%
ROLLO POROSO	18	501	3.42%	95.25%	80.00%
ROLLO MAL IMPRESO	10.3	511.3	1.96%	97.21%	80.00%
TERMO QUEMADO	10	521.3	1.90%	99.11%	80.00%
ROLLO BLOQUEADO	4.7	526	0.89%	100.00%	80.00%
TOTAL	526				

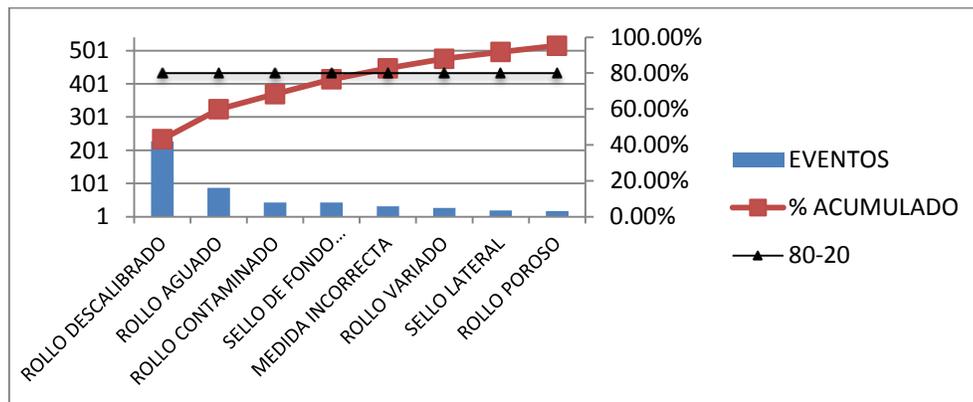


Figura 4.213 Diagrama de pareto del desperdicio generado en el turno de la mañana
Fuente: Elaboración propia

Analizando la figura 4.23 se puede observar que los defectos que generaron mayor cantidad de desperdicio fueron, rollos descalibrado con 227 kg, siguiéndole rollos aguados con 87 kg, luego sigue el rollo contaminado con 44 kg, y por último el sello de fondo.

Comparando los resultados con la frecuencia de defectos visto en la figura 4.6, efectivamente la frecuencia de descalibre impacto una alta cantidad de desperdicio, sin embargo la frecuencia de rollos aguados fue menor a la cantidad de desperdicio dando como resultado 88 kg, por lo tanto es un defecto que no sucede continuamente pero que si impacta en la producción cuando se ocurre, luego le sigue lo que es rollo contaminado, haciendo la comparación, es un defecto que si sucede frecuentemente y genero la cantidad de 44 kg, por último se tiene el defecto de sello de fondo.

4.4.2 Diagrama de pareto para el turno de la tarde

En la tabla 4.15 se puede observar la información recaba en el turno de la tarde, de igual forma se analizó cada uno de los defectos generados y la cantidad de desperdicio en kilogramos que se generó en el turno los cuales se pueden apreciar de una forma más clara en la figura 4.24 plasmando los datos en un diagrama de pareto.

Tabla 4.15 Desperdicio en kilogramos obtenido en el turno de la mañana
Fuente: Elaboración propia

DEFECTOS GENERADOS		EVENTOS ACUMULADOS	%	% ACUMULADO	80-20
ROLLO AGUADO	53.4	53.4	25.27%	25.27%	80%
ROLLO CONTAMINADO	44.03	97.43	20.83%	46.10%	80%
SELLO DE FONDO IMPERFECTO	33	130.43	15.62%	61.72%	80%
SELLO LATERAL	33	163.43	15.62%	77.33%	80%
MEDIDA INCORRECTA	19.7	183.13	9.32%	86.66%	80%
ROLLO VARIADO	15.2	198.33	7.19%	93.85%	80%
OTROS	13	211.33	6.15%	100.00%	80%
TOTAL	211.33				

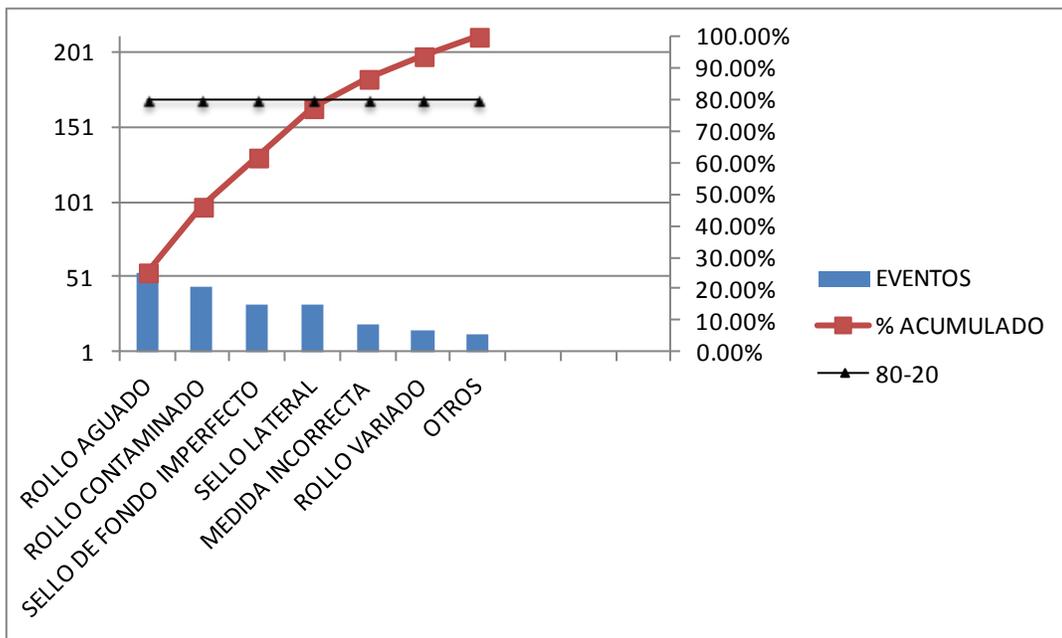


Figura 4.24 Diagrama de Pareto del desperdicio generado en el turno de la tarde
Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar en la figura 4.24 que el defecto que generó mayor cantidad de desperdicio fue de rollos aguados teniendo como resultados 53 kg de desperdicio, siguiendo el problema de rollo contaminado con 44 kg, y culminando con los defectos de sello de fondo y sello lateral generando la misma cantidad que es de 33 kg de desperdicio.

Comparando los resultados con la frecuencia de defectos visto en la figura 4.7, la frecuencia de rollos aguados si generó un impacto de desperdicio en el turno de la mañana, siguiendo el defecto de rollos contaminados que de igual forma sucedió con frecuencia y con alto índice de desperdicio, siguiendo el defecto de sello de fondo que sucedió con frecuencia y que generó un cantidad de desperdicio considerable, culminando con el defecto de sello de fondo, su frecuencia fue mínima pero si impacto considerablemente con respecto al desperdicio.

4.4.3 Diagrama de pareto para el turno de la noche

Para finalizar el análisis de la cantidad de desperdicio generado por los defectos, en la tabla 4.16 se muestra información recaba en el turno de la noche, de igual forma se analizó cada uno de los eventos ocurridos y la cantidad de desperdicio en kilogramos que se generó en el turno, todo esto se puede apreciar de una forma más clara en la figura 4.25 plasmando los datos en un diagrama de pareto.

Tabla 4.16 Desperdicio en kilogramos obtenido en el turno de la noche
Fuente: Elaboración propia

DEFECTOS GENERADOS	EVENTOS	EVENTOS ACUMULADOS	%	% ACUMULADO	80-20
ROLLO DESCALIBRADO	178.5	178.5	33.01%	33.01%	80.00%
ROLLO AGUADO	119	297.5	22.01%	55.02%	80.00%
ROLLO CONTAMINADO	76.4	373.9	14.13%	69.14%	80.00%
SELLO DE FONDO IMPERFECTO	35.85	409.75	6.63%	75.77%	80.00%
MEDIDA INCORRECTA	30.21	439.96	5.59%	81.36%	80.00%
ROLLO VARIADO	29.5	469.46	5.46%	86.81%	80.00%
SELLO LATERAL	27.9	497.36	5.16%	91.97%	80.00%
ROLLO POROSO	13	510.36	2.40%	94.38%	80.00%
ROLLO MAL IMPRESO	13	523.36	2.40%	96.78%	80.00%
TERMO QUEMADO	11	534.36	2.03%	98.82%	80.00%
ARRUGAS	6.4	540.76	1.18%	100.00%	80.00%
TOTAL	540.76				

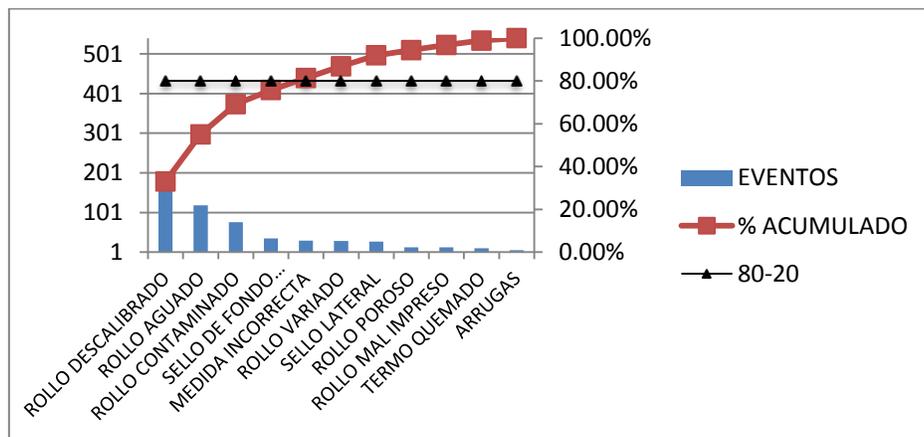


Figura 4.25 Diagrama de pareto del desperdicio generado en el turno de la noche

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.25 se puede observar que el defecto que generó mayor cantidad de desperdicio fue la de rollo descalibrado con una cantidad de 178 kg, analizando con la figura 4.7 se puede observar que realmente sucedió con frecuencia a diferencia de otros defectos, siguiendo el defecto de rollos aguados que generó 119 kg de desperdicio y que de igual forma sucedió con frecuencia, siguiendo el defecto de rollo contaminado donde se obtuvo 76 kg de desperdicio y sucedió con mayor frecuencia, culminando con el defecto de sello de fondo donde se obtuvo 35 kg de desperdicio y que sucedió con frecuencia de igual forma.

4.4.2 Histograma de comparación del desperdicio total generado por ajuste con el desperdicio total generado por los defectos

Debido a que en el análisis anterior se habló del desperdicio generado por defectos, a continuación se hará una comparación del desperdicio total por ajuste con respecto al desperdicio total obtenido por los defectos y de esta forma concluir que tanto impactan y llegar a una conclusión.

Para hacer esta comparación se tomaron 10 muestras del turno de la mañana, 10 muestras del turno de la tarde y 10 muestras del turno de la noche.

Obteniendo un total de desperdicio de 2724.26 kg, de acuerdo al análisis 1045.81 kg corresponde al desperdicio por defecto y por lo tanto en una reunión llevada a cabo el día 2 de abril del 2014 se concluyó que el desperdicio restante corresponde al desperdicio generado por ajuste, en la figura 4.26 se puede apreciar más a detalle el impacto que estos dos problemas tienen con respecto al desperdicio.

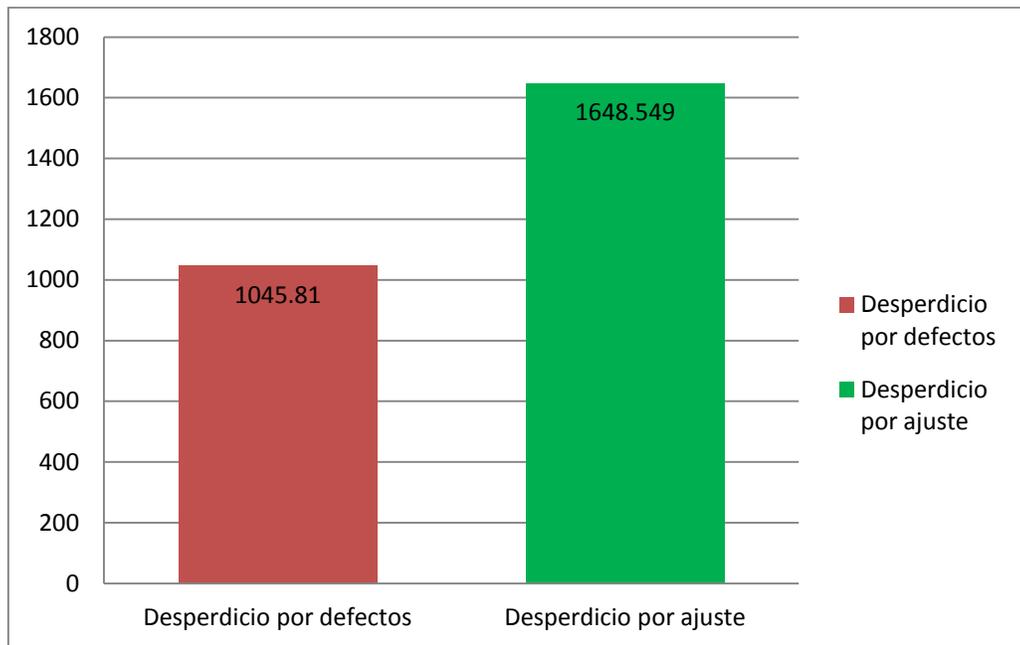


Figura 4.26 Gráfica de comparación del desperdicio

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la figura 4.26 el índice de desperdicio por ajuste es mayor que el obtenido por defectos, más adelante se darán a conocer las alternativas que permitió reducir el desperdicio tanto por ajuste como defectos, sin embargo, por los resultados obtenidos se llegó a la conclusión que el desperdicio por ajuste tendría que tomarse como prioridad para obtener los resultados que se desean alcanzar.

4.4.3 Estudio de los 5 porqués del desperdicio por ajuste

De acuerdo a los resultados que se obtuvieron en el análisis, uno de los principales problemas que generan el desperdicio es el proceso de ajuste por lo tanto se utilizó la técnica de los 5 porqués (ver tabla 4.17) con el objetivo de analizar el problema y encontrar las posibles causas provocan el problemas y así poder buscar una solución.

Tabla 4.17 Estudio de los 5 porqué del desperdicio por ajuste
Fuente: Elaboración propia

Desperdicio por ajuste
<p>¿Por qué se genera mucho desperdicio por ajuste? - Porque el operario realiza el ajuste sin analizar toda su máquina</p>
<p>¿Por qué no analiza toda su máquina? - Por que le quita mucho tiempo</p>
<p>¿Por qué le quita mucho tiempo? -Porque él operador de la máquina tiene que hacer todo el ajuste por su cuenta</p>
<p>¿Por qué el solo tiene que hacer todo el ajuste? -Porque no tiene un auxiliar quien le apoye</p>
<p>¿Por qué no tiene un auxiliar quien le apoye? -Por falta de personal</p>

Como conclusión se propuso implementar la técnica SMED en las máquinas de rollos punteados, los beneficios que se obtienen es que, de esta forma el operador podrá llevar a cabo el ajuste teniendo ya un proceso estandarizado y a su vez con el apoyo de un auxiliar podrá el operador inspeccionar más a detalle su máquina y de esta forma prever futuros acontecimientos, así como también se llevará a cabo la limpieza de aquellas partes que son fundamentales obteniendo como beneficios la reducción de los tiempos por ajuste lo que conlleva a una mayor productividad.

4.4.4 Estudio de los 5 porqués del defecto del descalibre

En la tabla 4.18 se presenta un análisis aplicando la técnica de los 5 porqués con el objetivo de encontrar las causas que generan el defecto del descalibre ya que es uno de los principales defectos que generan desperdicio y de esta forma poder plantear alternativas que nos permitan reducir el problema.

Tabla 4.18 Estudio de los 5 porqués del desperdicio generado por el descalibre
Fuente: Elaboración propia

<p>¿Por qué se genera el descalibre?</p> <p>- Por que el rollo madre no está bien elaborado por parte de extrusión.</p> <p>¿Por qué no está bien elaborado?</p> <p>- Por que el globo cuando está en proceso no es uniforme por completo</p> <p>¿Por qué el globo no es uniforme por completo</p>	
<p>- Por que el porta malla tiene impurezas lo que impide que el globo se infle correctamente</p> <p>¿Por qué la porta malla tiene impurezas?</p> <p>- por que en la mezcla en ocasiones tiene otros materiales que no son polietileno</p>	<p>-Por que el operario no hizo un buen ajuste en los dados de la máquina</p> <p>¿Por qué el operario no hizo un buen ajuste?</p> <p>-Por descuido de su parte</p> <p>¿Por qué el descuido del operario?</p> <p>-Por falta de una cultura de trabajo</p>

En conclusión se propuso elaborar una ficha técnica al área de extrusión, para que el operador de la máquina extrusora realice su ajuste de una mejor forma.

4.4.4 Estudio de los 5 porqués del defecto de rollos contaminados

En la tabla 4.19 se realizó el análisis aplicando la técnica de los 5 porqués con el objetivo de encontrar las posibles causas que generan los rollos contaminados y de esta forma poder proponer alternativas que permitan reducir el problema.

Tabla 4.19 Estudio de los 5 porqués del desperdicio generado por rollos contaminados.

Fuente: Elaboración propia

Rollo contaminado	
¿Por qué se genera el rollo contaminado?	
- Por que quedan residuos de pigmentos de color en la máquina extrusora	-Porque en la mezcla virgen existen pigmentos de color.
¿Por qué le quedan residuos de pigmento en la máquina?	¿Por qué en la mezcla existen pigmentos de color?
-Porque en el husillo, porta malla o la tolva no están limpios por completo.	-Por que en ocasiones el material que se recicla está mezclado con otros materiales.
¿Por qué no se limpio por completo?	¿Por qué esta mezclado con otros materiales?
-Por que el operador se confió y en ocasiones es muy difícil limpiarlo al 100 por ciento.	-Por que cuando se separa el desperdicio en conversión, los operarios se descuidan y no ponen el desperdicio correcto en los sacos que se les da.

En conclusión se propuso llevar a cabo una mejor supervisión de parte de los líderes y jefes del área para que estuvieran más atentos de sus operarios cuando estos juntaran su desperdicio, a su vez se propuso una ficha técnica para el cambio de porta malla ya que también es otro de los problemas que generan la contaminación del rollo madre.

4.4.5 Estudio de los 5 porqués del defecto de rollos aguados

Otros de los principales defectos que genera el desperdicio fue la de rollos aguados, en la tabla 4.20 se puede analizar de las posibles causas que generan el problema y de esta forma llegar a una conclusión y proponer alternativas.

Tabla 4.20 Estudio de los 5 porqués del desperdicio generado por rollos aguados.
Fuente: Elaboración propia

Rollos aguados	
¿Por qué se generan los rollos aguados?	
- Porque existe descalibre en los rollos que bajan de extrusión	- Por el exceso de deslizante en la mezcla
¿Por qué existe descalibre en los rollos?	¿Por qué el exceso de deslizante en la mezcla?
-Porque el globo cuando está en proceso no tiene el sistema de rotación encendido	- Por no poner la medida indicado cuando se está elaborando
¿Por qué el globo no tiene el sistema de rotación encendido?	¿Por qué no tiene la medida indicada?
-Porque el operario se descuida y no se da cuenta que no tiene el sistema en funcionamiento	- Por descuido del operario
¿Por qué que el operario se descuida?	¿Por qué el descuido del operario?
-Por falta de un mejor control y monitoreo	- Por no monitorear correctamente la mezcla

En conclusión se propuso de igual forma generar una ficha técnica para monitorear la máquina extrusora y una tener una mejor supervisión para el área de mezclas ya que las principales causas del problema de rollos aguados se debe a la falta de monitoreo por parte de los operarios y del supervisor del área.

4.4.5 Estudio de los 5 porqués del defecto de sello de fondo

Por último en la tabla 4.21 se observa el análisis del defecto de sello de fondo aplicando la técnica de los 5 porqués.

Tabla 4.21 Estudio de los 5 porqués del desperdicio generado por sello de fondo
Fuente: Elaboración propia

Sello de fondo imperfecto	
¿Por qué se rompe el sello de fondo?	
- por que el cabezal de la máquina no tiene la temperatura correcta o no tiene la presión adecuada	-por que el teflón del cabezal no está en buenas condiciones
¿Por qué el cabezal no tiene la temperatura correcta o no tiene la adecuada?	¿Por qué el teflón del cabezal no está en buenas condiciones?
-porque la máquina no está ajustada correctamente	-por el desgaste que este tiene cuando está la máquina en funcionamiento.
¿Por qué no está ajustada correctamente?	
-Porque no se inspeccionó la máquina más a detalle	
¿Por qué no se inspeccionó la máquina más a detalle?	
- por descuido del operario	

En conclusión, el defecto de sello de fondo es generado por descuido del operario que maneja la máquina de rollos punteados, a su vez, es generado por el desgaste del teflón de la máquina, por lo tanto al implementar la técnica SMED se pretende reducir este problema.

4.5 Etapa mejorar

De acuerdo a los resultados de la etapa analizar una de las principales causas que genera el desperdicio se debe por el ajuste de la máquina que realiza el operador, es por eso que se implementó la técnica SMED, a continuación se explicará a detalle todo el proceso que se realizó de acuerdo a esta técnica y su metodología (ver figura 4.27).

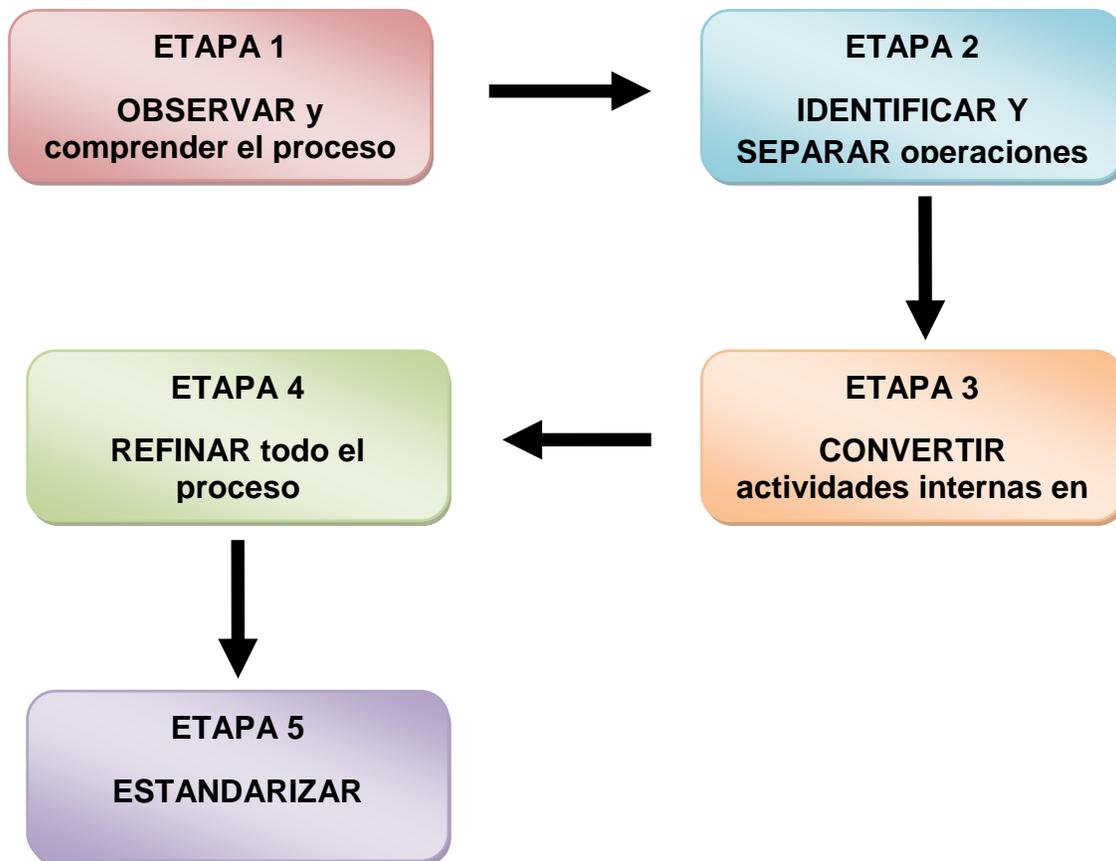


Figura 4.27 Proceso de la técnica SMED
Fuente: Elaboración propia

4.5.1 Observar y comprender el proceso

De acuerdo a la metodología SMED, todo da inicio con la observación y comprensión del proceso con el objetivo de conocer como se lleva a cabo y las actividades que se realizan en el proceso de ajuste.

El área de rollos punteados está conformada por tres máquinas que realizan el mismo proceso de fabricación, esta se puede preciar en la figura 4.28, la máquina se compone por lo siguiente:

1. Rollo madre.
2. Contrapeso.
3. Brazos
4. Piña.
5. Película.
6. Cabezal de sello de fondo.
7. Cabina de ajuste de cuchillas.
8. Cuchillas de sello lateral y medias lunas.
9. Tablero de programación.

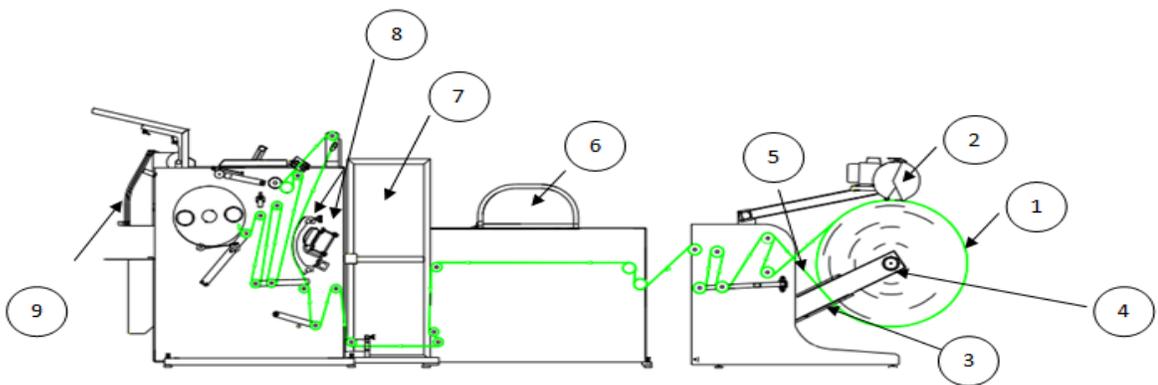


Figura 4.28 Máquina de rollos punteados TSA-MP
Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.22 se mencionan las actividades que se llevan a cabo en el área de rollos punteados para el ajuste del rollo madre a la máquina.

Tabla 4.22 Estudio de tiempo de las actividades que se realizan en el ajuste.
Fuente: Elaboración propia

PROCESO DE AJUSTE DE ROLLO							
No.	PROCESO DE ROLLOS PUNTEADOS	OPERACIÓN 	INSPECCIÓN 	TRANSPORTE 	DEMORA 	ALMACENA 	TIEMPO
1.-	El operario va por el rollo a la jaula de extrusión.						15 Seg.
2.-	Se quita las sobras del la bobina instalada en la maquina						1.10 Seg.
3.-	Ir por herramientas						32 Seg.
4.-	Sacar centro						8 Seg.
5.-	dejar el centro al área extrusión						48 seg
6.-	Desatar cuerdas						32 seg
7.-	Bajar brazos de la maquina						7 seg.
8.-	Introducir la flecha en el rollo madre a procesar						8 seg
9.-	Ajustar piñas en el rollo madre						20 seg.
10.-	Acomodar el rollo en los brazos						8 seg
11.-	Subir los brazos de la maquina						17 seg.

Tabla 4.22 Estudio de tiempo de las actividades que se realizan en el ajuste (continuación 2)

Fuente: Elaboración propia

No.	PROCESO DE ROLLOS PUNTEADOS	OPERACIÓN	INSPECCIÓN	TRANSPORTE	DEMORA	ALMACENA	TIEMPO
		●	■	➔	◐	▼	
12.-	Sacar el carro	●					12 seg
13.-	Llevar el carro a la jaula			➔			24 seg.
14.-	Tomar medidas para ajustar rolo	●					50 seg
15.-	Quitar cinta canela del rolo	●					10 seg.
16.-	Ir por cinta canela	●					27 seg.
17.-	Poner cinta canela	●					18 seg.
18.-	Poner película	●					53 seg.
19.-	Bajar contra peso	●					22 seg.
20.-	Cambiar medidas de cuchillas	●					6 min 50 Seg.
21.-	Ir por medias lunas			➔			35 Seg.
22.-	Poner medias lunas	●					48 seg
23.-	Ir al tablero			➔			7 seg.
24.-	Programar	●					1 min 20 Seg.
25.-	Poner centros			➔			2 min 24 Seg.
Total							19 min 36 seg

4.5.2 Separación de actividades internas y externas

En la tabla 4.22 se mencionó las actividades que se realizaban para el ajuste de la máquina donde fueron identificadas cada una de las actividades que se efectúan, de acuerdo a la metodología, en esta etapa se separaron las actividades internas y externas que realiza el operador en la máquina, las actividades internas son todas aquellas actividades que se llevan a cabo cuando la máquina esté sin funcionamiento; y las actividades externas, son todas las que debe ejecutar cuando la máquina esté en funcionamiento.

Se observó que durante el ajuste el operador realizaba actividades externas como internas, es decir realizaba ciertas actividades cuando la máquina estaba en paro, esta pérdida de tiempo repercutía cuando el operario no analizaba realmente las actividades que ejecutaría cuando llevará el ajuste, como por ejemplo el tener las herramientas en la mano o trasladar todo su equipo a la máquina.

Es por eso que al tener en claro cada unas de las actividades a ejecutar en el ajuste de la máquina disminuyan tiempos de paro ya que es más eficiente el proceso que se llevará a cabo.

Las principales razones que generan que el ajuste sea tardado, es porque en ocasiones no se tienen las herramientas en el momento preciso, a su vez, las actividades que se ejecutan son realizadas solamente por el operador de la máquina pero no cuenta con un auxiliar quien lo apoye para hacer un buen ajuste y por lo tanto le lleva mucho tiempo y no le permite analizar la máquina por completo.

En la tabla 4.23 se observa la separación de actividades, en donde se identificaron cuales eran actividades internas y cuales externas, de acuerdo al estudio realizado en el área, toda las actividades que realizaban se llevaban a cabo cuando la máquina estaba sin funcionamiento.

Tabla 4.23 Separación de actividades internas y externas
Fuente: Elaboración propia

N°	Actividad	Tipo de actividad	
		Interna	Externa
1	El operario va por el rollo a la jaula de extrusión.	√	
2	Se quita las sobras del la bobina instalada en la maquina	√	
3	Ir por herramientas	√	
4	Sacar centro	√	
5	dejar el centro al área de extrusión	√	
6	Desatar cuerdas del carrito	√	
7	Bajar brazos de la maquina	√	
8	Introducir la flecha en la máquina	√	
9	Poner piña	√	
10	Llevar el carro a la jaula	√	
11	Ir por cinta canela	√	
12	Cambiar medidas de cuchillas	√	
13	Ir por medias lunas	√	
14	Programar	√	

4.5.3 Conversión de actividades internas en externas

En esta fase se convirtieron todas aquellas actividades que se pueden efectuar con la máquina en función y de esta forma reducir el tiempo del ajuste, esto se pudo llevar a cabo mediante un análisis detallado del proceso que se realizan en el área, en este caso utilizando la tabla anterior y observado el proceso en el área se pudo ejecutar esta etapa.

A continuación se muestra en la tabla 4.24 las actividades que se ajustaron a externas dentro del área de rollos punteados.

Tabla 4.24 Conversión de actividades internas a externas
Fuente: Elaboración propia

N°	Actividad	Observaciones	Act. Externa
1	Alistamiento del rollo madre	El rollo a procesar será colocado a lado de la máquina.	√
2	Alistamiento de herramientas	El operador tendrá lista sus herramientas y las trasladara atrás de la maquina donde se llevara a cabo el ajuste.	√
3	Llevar el centro a extrusión	Un auxiliar de apoyo llevara el centro al área de extrusión	√
4	Alistamiento de medias lunas	El operador analizara su máquina para ver las medias lunas faltantes y las colocara lo más cercano de las cuchillas.	√

Se puede observar que las actividades propuestas son sencillas de llevar a cabo, como por ejemplo el tener las herramientas en el lugar correcto, acercar el carro con el rollo madre, el ir a dejar el centro sin rollo al área de extrusión y el tener las medias lunas cerca de las cuchillas, cada una de estas actividades puede efectuarse con la

máquina en función, y de esta forma estar más preparados al llevar a cabo el cambio de formato.

Ventajas de llevar a cabo estas actividades de forma externa:

- Se reduce los tiempos de preparación de la maquina.
- Se reducen las actividades que se llevan a cabo de forma interna.
- Se disminuyen las demoras de busque de herramientas y piezas.
- Se disminuyen los transportes.

Las máquinas de rollos punteados en ocasiones presentan una cantidad alta de paros por ajuste, esto en ocasiones por no llevar un análisis minucioso de cada una de sus partes que la conforman, ya sea por no realizar una limpieza a los componentes importantes ó por operadores novatos, como resultado se obtiene tiempos muertos y desperdicio.

El tener un manual de procedimientos permite tener un conocimiento más a detalle de la máquina, a su vez la estandarización del proceso de ajuste hace más ameno el ajuste de la máquina ya que se especifica a detalle el proceso que se debe de llevar a cabo evitando demoras.

4.5.4 Refinar todo el proceso

En esta etapa se busca la manera de mejorar todas y cada una de las operaciones que se consideran elementales en el proceso.

Es por eso que para el ajuste de cuchillas se implementó un sistema poka yoke con el objetivo de reducir el tiempo, ya que el método que se utilizaba era muy tardado y en ocasiones el operario no contaba con la herramienta requerida en el momento. En la figura 4.29 se puede apreciar el diseño del sistema implementado, se observó que cuando el operador realizaba el ajuste, este lo realizaba en un lapso de 11 minutos

con 26 segundos, esta actividad se ejecutaba con un flexómetro en donde el operador tenía que buscar la manera de equilibrar las medidas, al implementar el sistema poka yoke se logró reducir considerablemente un 40% aproximadamente el tiempo de ejecución de esa actividad.

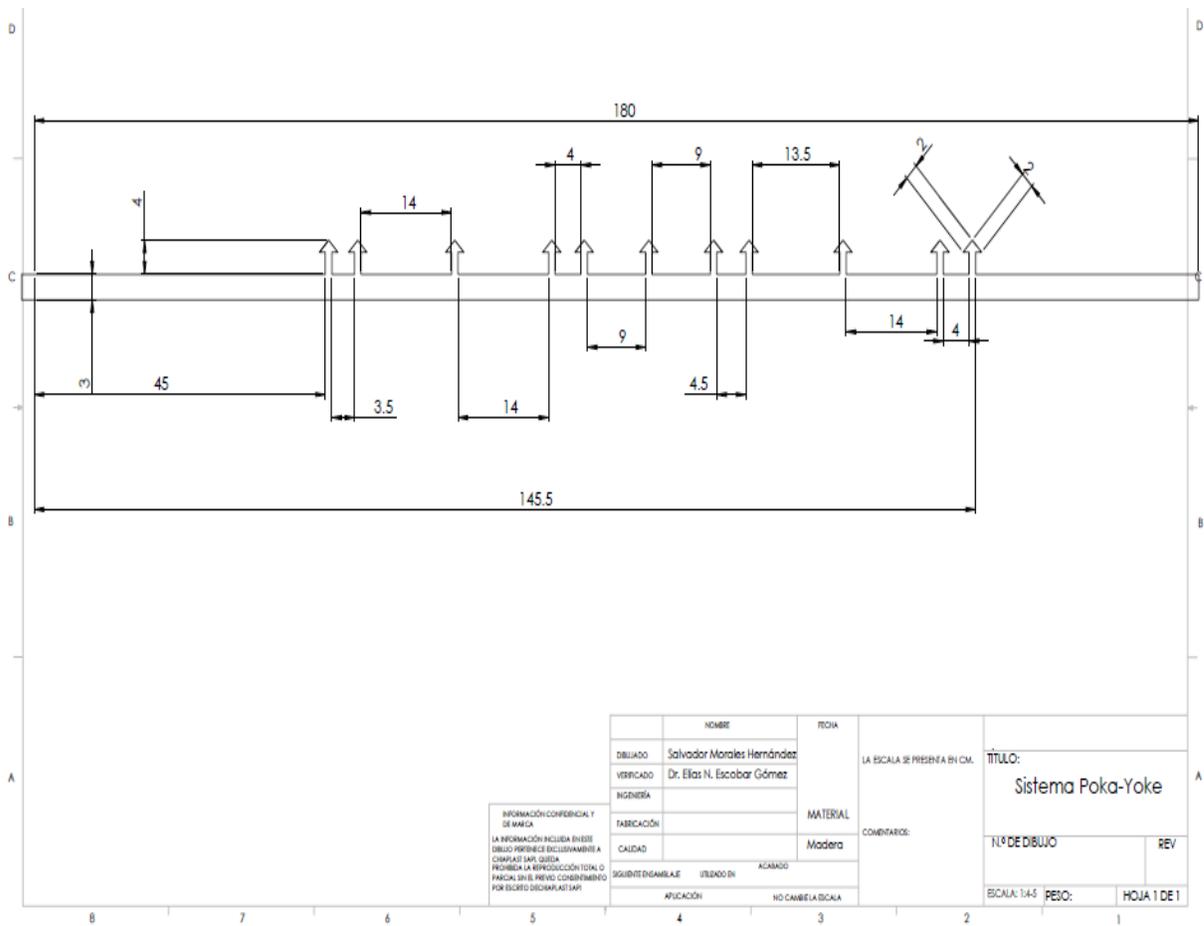


Figura 4.29 Sistema Poka Yoke
Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.30 se puede apreciar al operador utilizando el sistema poka yoke.



Figura 4.140 Utilización del sistema Poka Yoke
Fuente: Elaboración propia

Y por último, se estableció que al ejecutarse el ajuste de la máquina, el operador sería apoyado por un auxiliar del área de rollos punteados ya que antes, el operador por si solo llevaba todo el ajuste, de esta forma fue capaz de analizar toda su máquina, para esto se llevó a cabo un manual de operaciones, de esta forma se estableció el orden de las actividades que se realizan y qué tipo de actividades ejecutaría el operador de la maquina y que actividades el auxiliar.

En la figura 4.31 se puede ver parte del manual de operaciones y las actividades que el operador y auxiliar deben realizar, cabe destacar que las actividades que realizan tanto el operador como el auxiliar deberán ser llevadas a cabo al mismo tiempo (en los anexos A y B se puede observar los manuales completos) .

		PLANTA		ÁREA	
		CHIAPLAST SAPI DE C.V BOLSAS DE POLIETILENO		CONVERSIÓN	
MANUAL DE OPERACIONES PARA EL PARA LA SOLDADORA AUTOMÁTICA				CLAVE	
FECHA DE EDICIÓN	EDICIÓN	REVISIÓN	SUSTITUYE A	HOJA	
08 de mayo del 2014	1	1	N/A	4 de 10	

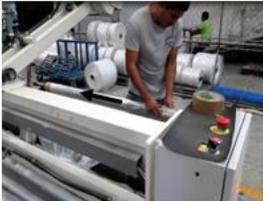
N°	Actividad	Responsable	Proceso	Figura	Herramienta
1.3	Quitar sobras del centro	Auxiliar de operador	Quitar las sobras del centro que se encuentra atrás de la maquina con la navaja.		Navaja
1.4	Quitar piñas	Auxiliar de operador	Quitar piñas de la flecha en donde se encuentra el centro utilizando llave alean N° 8 y 6.		Llave alean N° 8-6

Figura 4.31 Manual de operaciones para el ajuste de rollo
Fuente: Elaboración propia

4.5.5 Balanceo de líneas

Al llevar a cabo el ajuste de la máquina, las actividades se dividen en dos, el ajuste de las cuchillas y el ajuste del rollo madre, de las cuales se efectúan diferentes actividades. Como se mencionó en el capítulo anterior, el operador de la máquina realizaba por su cuenta todo el ajuste sin ayuda de un auxiliar.

En la tabla 4.25 se muestra los tiempos de las actividades que realiza el operador de la máquina por su cuenta.

Tabla 4.25 Tiempos al ejecutar el ajuste en el área de rollos punteados antes de las mejoras
Fuente: Elaboración propia

N°	Encargado	Actividades	Tiempo en realizarlo (min.)
1	Operador	Ajuste de cuchillas	11 min. 26 seg.
2		Ajuste de rollo madre	8 min. 10 seg.
TOTAL:			19 min. 36 seg.

El operador demoraba demasiado al llevar a cabo el ajuste, es por eso que se estableció que al enviarle un auxiliar el operador haría por su cuenta el ajuste de las cuchillas, y el auxiliar el ajuste del rollo madre, cabe destacar que estas actividades se realizan simultáneamente, el operador al utilizar el sistema poka yoke redujo su tiempo, por lo tanto en la tabla 4.26 se puede observar la reducción de tiempos al ejecutar el ajuste.

Tabla 4.26 Tiempos al ejecutar el ajuste en el área de rollos punteados después de las mejoras
Fuente: Elaboración propia

N°	Encargado	Actividades	Tiempo en realizarlo (min.)
1	Operador	Ajuste de cuchillas	9 min. 36 seg.
2	Auxiliar	Ajuste de rollo madre	

Al realizar las mejoras, se pudo observar que los tiempos se redujeron considerablemente, como se observa en la tabla 4.24, esto a su vez, le permitió al operador analizar su máquina y realizar la limpieza de las cuchillas, tanto de sello lateral como de sello de fondo, ya que estas actividades no se realizaban.

4.6 Etapa controlar

Para poder controlar y darle seguimiento a los cambios realizados en el proceso, se implementaron políticas en el área de trabajo que permite recordar al operario los pasos que debe seguir para realizar el ajuste (ver figura 4.32 y 4.33), a su vez, el área de control de calidad realizará muestreos constantes con el formato utilizado en la etapa medir (ver figura 4.34) y de esta forma llevar a cabo los análisis correspondientes para que el área se mantenga en constante mejora.

Como se aprecia en la figura 4.32, se establecieron políticas para cuando se lleve a cabo el ajuste, con el objetivo de que los operadores y auxiliares realicen esta actividad evitando los tiempos de ocio y de una forma estandarizada.

A su vez se mencionan algunas actividades que el área en general se deberá realizar para poder mantener la seguridad.

POLÍTICAS DE PROCESO DE AJUSTE DE LAS MÁQUINAS DE ROLLOS PUNTEADOS.

- El operador de la máquina ya deberá contar con los centros necesarios para el nuevo producto a procesar.
- El auxiliar deberá transportar las herramientas necesarias para hacer el cambio de de rollo y el ajuste de las cuchillas atrás de la máquina.
- una vez que el rollo de la maquina se terminó de procesar, el operario deberá programar la maquina con las especificaciones indicadas para el siguiente lote.
- El operario llevara a cabo el cambio de cuchillas en un máximo de 8 minutos.
- El auxiliar deberá llevar a cabo el ajuste del rollo en la maquina en una laxo de 8 minutos como máximo, mientras el operador lleva a cabo el ajuste de las cuchillas.
- Si no se realizara ningún ajuste de cuchillas, el operario y el auxiliar deberán apoyarse para ajustar el rollo a la maquina.
- El operador deberá limpiar el teflón y los cabezales de la maquina en un laxo de máximo de 2 minutos.
- Una vez culminando con cada uno de estos pasos, el operador pondrá a funcionar la máquina y antes de sacar la primera flecha de ajuste deberá analizar bien las medidas, sello de fondo, sello lateral, tensión de la película y la presión.

Figura 4.32 Políticas de ajuste en el área de rollos punteados
Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.33 se puede observar una serie de políticas implementadas en el área de rollos punteados, esto con el objetivo de que los empleados que se encuentren en esa área realicen su trabajo de limpieza para que este se encuentre en buen estado cuando se le entregue al otro turno, y de esta forma tener una nueva cultura de trabajo.

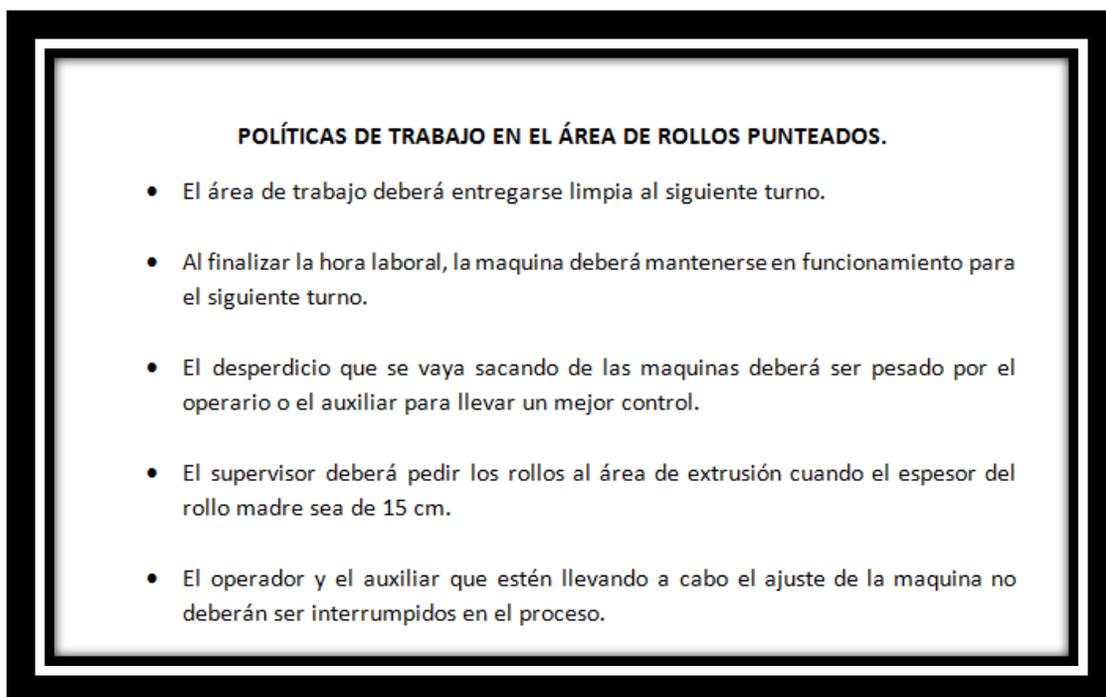


Figura 4.33 Políticas de trabajo en el área de rollos punteados
Fuente: Elaboración propia

Y por último, como se observa en la figura 4.34 se llevará a cabo constantes muestreos con el objetivo de mantenerse en mejora continua.

IDENTIFICACIÓN DE DEFECTOS EN EL ÁREA DE ROLLOS PUNTEADOS															
REALIZÓ:		HORA :		FECHA:											
				TURNO:											
<p><i>Introduzca el tipo de defecto que se generan en los productos en el área de rollos punteados, ejemplo de los defectos que se pueden encontrar:</i></p> <table border="1"> <tr> <td>Exceso de deslizante</td> <td>Rollo contaminado</td> <td>Medida incorrecta del rollo</td> </tr> <tr> <td>Sello lateral imperfecto</td> <td>Termo quemado</td> <td>Sello de fondo imperfecto</td> </tr> <tr> <td>Rollo descalibrado</td> <td>Empacado imperfecto</td> <td>Termo quemado</td> </tr> </table>							Exceso de deslizante	Rollo contaminado	Medida incorrecta del rollo	Sello lateral imperfecto	Termo quemado	Sello de fondo imperfecto	Rollo descalibrado	Empacado imperfecto	Termo quemado
Exceso de deslizante	Rollo contaminado	Medida incorrecta del rollo													
Sello lateral imperfecto	Termo quemado	Sello de fondo imperfecto													
Rollo descalibrado	Empacado imperfecto	Termo quemado													
MAQUINA	TIPO DE DEFECTOS	MEDIDA DEL PRODUCTO	CARRIL	Nº ROLLO FALLADO	TIPO DE PRODUCTO	KILOS FALLADOS									
MAQ. 1:	CANTIDAD DE DESPERDICIO=			PRODUCCIÓN=											
MAQ. 2:	CANTIDAD DE DESPERDICIO=			PRODUCCIÓN=											
MAQ. 3:	CANTIDAD DE DESPERDICIO=			PRODUCCIÓN=											
FIRMA DEL JEFE DE CALIDAD				FIRMA DEL GERENTE											

Figura 4.34 Formato de control de calidad

Fuente: Elaboración propia

Capítulo 5.
Resultados

5.1 Resultados obtenido de la producción y el desperdicio al aplicar la técnica SMED del área de rollos punteados del turno de la mañana

Los resultados obtenidos en la etapa medir de la producción y el desperdicio del turno de la mañana serán comparados con diez muestras que se obtuvieron al aplicar la técnica SMED en el área de rollos punteados del turno en de la mañana.

Tabla 5.1 Producción y desperdicio obtenido en el turno de la mañana aplicando la técnica SMED
Fuente: Elaboración propia.

FECHA	MAQUINA	PRODUCCIÓN TOTAL	CANTIDAD DE DESPERDICIO
14-04-2014	M1	1458.8	35.07
14-04-2014	M2	783.22	20.5
14-04-2014	M3	1336	27.2
15-04-2014	M1	1322.6	60.5
15-04-2014	M2	952.6	23.6
15-04-2014	M3	1620.8	24.4
16-04-2014	M1	1500	55.8
16-04-2014	M2	1146.6	17
16-04-2014	M3	1454.8	36
17-04-2014	M1	1432.4	30
17-04-2014	M2	313	16
17-04-2014	M3	1248	35
18-04-2014	M1	548.8	20

Tabla 5.1 producción y desperdicio obtenido en el turno de la mañana aplicando la técnica SMED
(continuación 2)

Fuente: Elaboración propia.

FECHA	MAQUINA	PRODUCCIÓN TOTAL	CANTIDAD DE DESPERDICIO
18-04-2014	M2	615.4	16
18-04-2014	M3	889.5	18
21-04-2014	M1	1209.6	28
21-04-2014	M2	811.2	40
21-04-2014	M3	1020	24
22-04-2014	M1	1252	22
22-04-2014	M2	720	18
22-04-2014	M3	542	27
23-04-2014	M1	1610.5	28
23-04-2014	M2	846.6	20
23-04-2014	M3	896	30
24-04-2014	M1	966	24
24-04-2014	M2	738	20
24-04-2014	M3	977.6	30
25-04-2014	M1	964.7	15
25-04-2014	M2	596	13
25-04-2014	M3	927.5	17

Con la información obtenida se realizó un análisis para observar el comportamiento del desperdicio con respecto a la producción. En la tabla 5.2 se puede observar la información obtenida por la muestra de una forma más detallada.

Tabla 5.2 Producción y desperdicio total obtenido en el turno de la mañana después de la mejora
Fuente: Elaboración propia

FECHA	MÁQUINAS ANALIZADAS			DESPERDICIO GENERADO POR MÁQUINA			TOTAL DE PRODUCCIÓN (n)	TOTAL DE DESPERDICIO (x)	PROPORCIÓN X/n
	PM1	PM2	PM3	DM1	DM2	DM3			
14-04-2014	1458.8	783.22	1336	45.07	30.5	38	3578.02	113.57	0.03174102
15-04-2014	1322.6	952.6	1620.8	60.5	28	30	3896	118.5	0.03041581
16-04-2014	1500	1146.6	1454.8	55.8	27	36	4101.4	118.8	0.02896572
17-04-2014	1432.4	327	1248	30	26	35	3007.4	91	0.0302587
18-04-2014	548.8	615.4	889.5	25.3	16	18	2053.7	59.3	0.02887471
21-04-2014	1209.6	811.2	1020	38	40	34	3040.8	112	0.03683241
22-04-2014	1252	720	542	32	18	27	2514	77	0.03062848
23-04-2014	1610.5	846.6	896	38	20	30	3353.1	88	0.02624437
24-04-2014	966	738	977.6	24	20	30	2681.6	74	0.02759547
25-04-2014	964.7	596	927.5	15	20	18	2488.2	53	0.02130054
TOTAL	12265.4	7536.62	10912.2	363.67	245.5	296	30714.22	905.17	0.29285723

En la figura 5.1 se muestra la gráfica de proporción obtenida por los datos de la tabla 5.2 para apreciar el comportamiento del desperdicio con relación a la producción, gráficas realizadas con el software minitab.

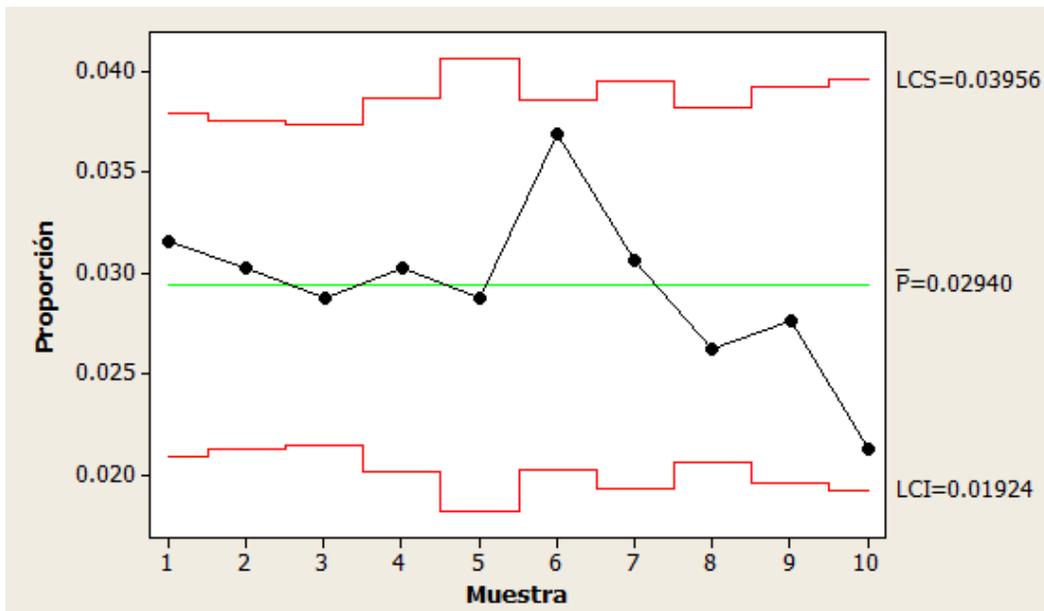


Figura 5.1 Gráfica de proporción del turno de la mañana aplicando SMED
Fuente: Elaboración propia

En la figura 5.1 se puede apreciar que de las 10 muestras todas se encuentran dentro de los límites de control por lo tanto no se encontraron causas especiales.

En la tabla 5.3 los datos que se tomaron para poder hacer la comparación en del turno de la mañana antes de aplicar la técnica SMED la cual es información extraída de la etapa medir se muestran.

Tabla 5.3 Producción y desperdicio total obtenido en el turno de la mañana antes de la mejora
Fuente: Elaboración propia

FECHA	MÁQUINAS ANALIZADAS			DESPERDICIO GENERADO POR MÁQUINA			TOTAL DE PRODUCCIÓN (n)	TOTAL DE DESPERDICIO (X)	PROPORCIÓN X/n
	PM1	PM2	PM3	DM1	DM2	DM3			
13/01/2014	865.00	833.4	926.00	32	20	38	2624.4	90	0.03429355
14/01/2014	1320	819.8	707	62	18	21	2846.8	101	0.03547843
15/01/2014	406.2	742.2	403	46	6.8	28	1551.4	80.8	0.05208199
22/01/2014	896	549	1375.2	23	83.96	34	2820.2	140.98	0.04998936
27/01/2014	1053.6	827	1165	61.5	24.8	63.5	3045.6	149.8	0.04918571
28/01/2014	1142	918	992	31.2	13.8	85.5	3052	130.5	0.04275885
29/01/2014	941.6	717.2	1128	44	33	66.5	2786.8	143.5	0.05149275
30/01/2014	831.3	565.2	1045.2	51	33	33	2441.7	117	0.04791743
03/02/2014	640	567.6	988	79	9	15	2195.6	103	0.04691201
05/02/2014	553.4	402	998	50	22.2	52	1953.4	124.2	0.06358145
TOTAL	7329.1	5288.2	9727.4	385.7	76	133	26163.9	1109.58	0.47369153

En la figura 5.2 se aprecia el comportamiento de los datos que se muestran en la tabla 5.3 y de esta forma poder analizarla y ver los resultados que se obtuvieron al aplicar la técnica SMED.

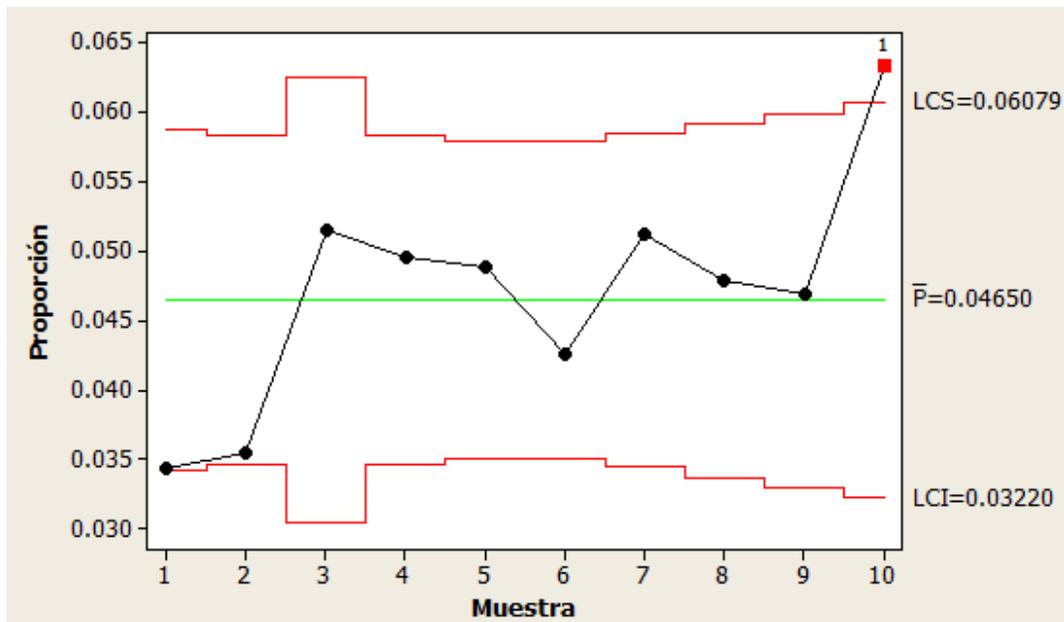


Figura 5.2 Gráfica de proporción del turno de la mañana aplicando SMED

Fuente: Elaboración propia

En la figura 5.2 se puede apreciar que de las 10 muestras solo una se encuentra fuera de los límites de control y las otras 9 muestras se encuentran dentro de los límites.

5.2 Comparación de producción obtenida en la mañana antes y después de la mejora

En la figura 5.3 se puede observar que la producción del área de rollos punteados aplicando la metodología DMAIC aumento un 8% aproximadamente lo que significa que los ajustes que se realizaron para mejorar el área de rollos punteados y reducir las mudas que afectaban, dieron buenos resultados.

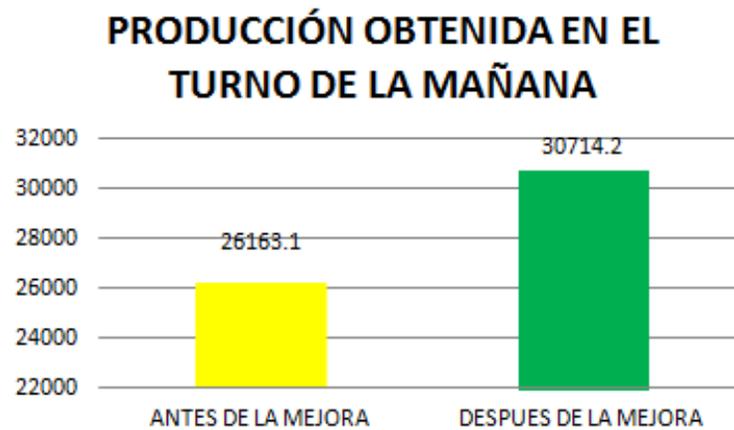


Figura 5.3 Gráfica de comparación de producción, antes y después de la mejora.
Fuente: Elaboración propia

5.3 Comparación del desperdicio obtenida en la mañana antes y después de la mejora

En la figura 5.4 se muestra la gráfica de desperdicio obtenido antes y después de aplicar la mejor.



Figura 5.4 Gráfica de comparación desperdicio, antes y después de la mejora.
Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que el desperdicio una vez aplicando la mejora, se redujo aproximadamente un 10% lo que significa que realmente se obtuvieron los resultados esperados al aplicar la metodología DMAIC.

5.4 Análisis de capacidad antes y después de aplicar la filosofía seis sigma

Utilizando el software minitab con la información obtenida con anterioridad se realizaron dos pruebas para comparar la capacidad del proceso antes y después de la mejora, de esta forma concluir si realmente se logró cumplir uno de los principales objetivos de la filosofía seis sigma que es reducir la variabilidad o tolerancias de un proceso o producto, en las figuras 5.5 y 5.6 se pueden observar las pruebas realizadas del antes y después de aplicar la filosofía seis sigma.

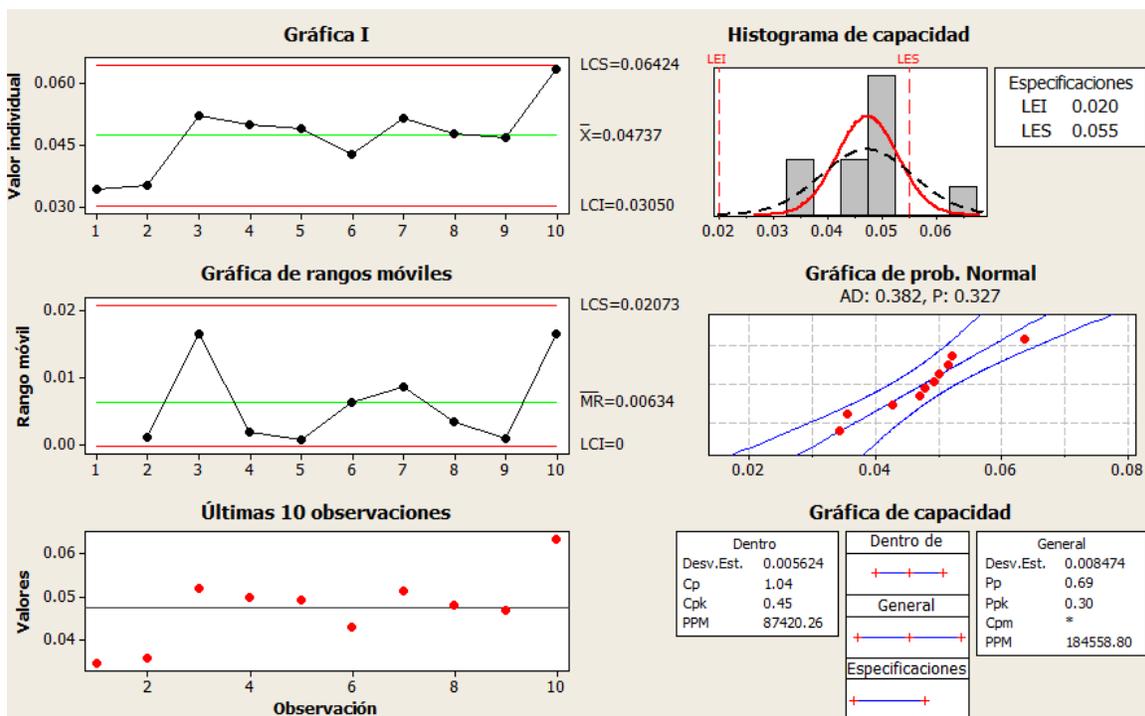


Figura 5.5 Análisis de capacidad antes de la mejora.
 Fuente: Elaboración propia

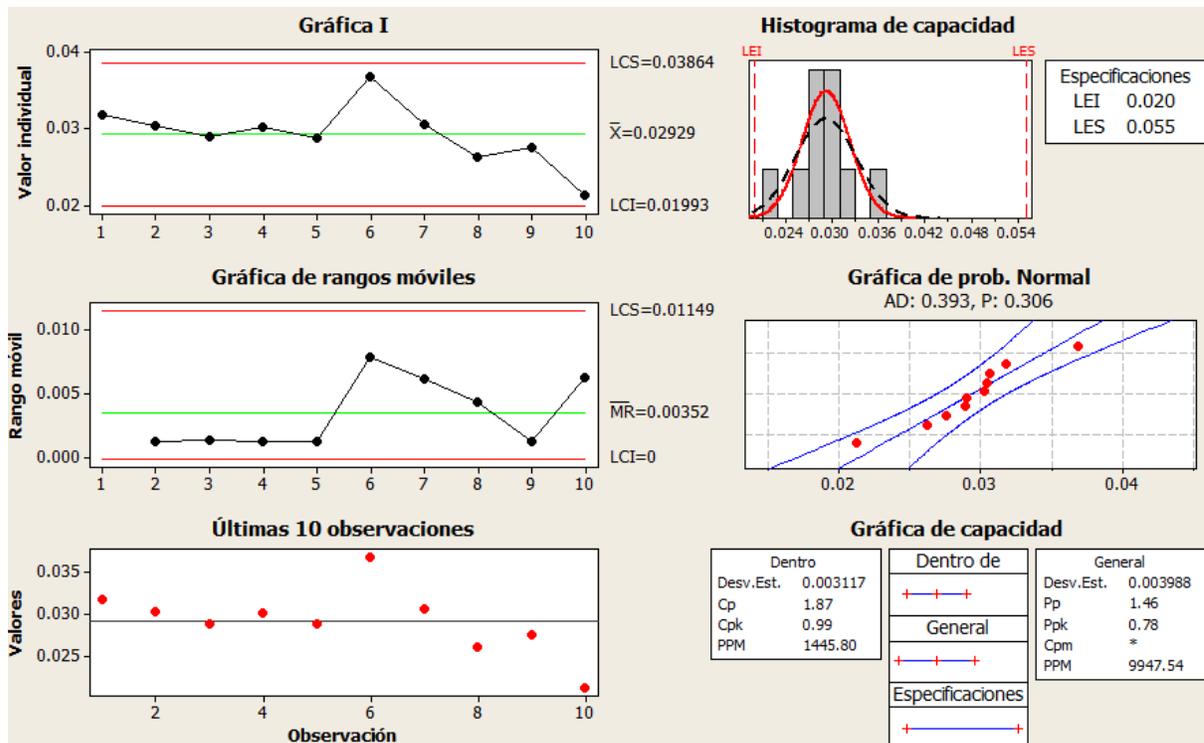


Figura 5.6 Análisis de capacidad después de la mejora.

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al estudio realizado, se puede concluir que los resultados obtenidos al aplicar la filosofía seis sigma realmente fueron favorables para la empresa, ya que se redujo considerablemente la variabilidad del desperdicio del área de rollos punteados de la empresa CHIAPLAST cumpliendo con uno de los principales objetivos de seis sigma.

Capítulo 6.
Conclusiones y recomendaciones

6.1 Conclusiones

Se observó que la implementación de seis sigma coadyuvó a una mejora integral, reduciéndose los desperdicios, mejorando la producción y la cultura laboral; con ésta la organización logró conocer más a fondo el funcionamiento del área, ya que en las etapas que la constituyen se analizaron los diversos elementos que la conforman, observando el comportamiento que éstos tienen al estar funcionando y de esta forma se pudo ver por qué en ocasiones no tenían el desempeño correcto.

Se pudo comprobar que realmente seis sigma tiene como objetivo la reducción de la variabilidad de un proceso o producto, esto da como resultados mayor productividad a la empresa, la reducción de mermas a si como también la reducción del re-trabajo.

Al aplicar seis sigma, se pudo observar que la organización logró conocer más a detalle el funcionamiento del área de trabajo que fue mejorado, ya que de acuerdo a la metodología DMAIC, en la etapa definir, se logró analizar a detalle al área así como también a su personal que la conforman pudiendo observar el comportamiento que estos tienen al estar laborando y de esta forma se pudo ver por qué en ocasiones no tenían el rendimiento correcto.

La resistencia al cambio fue una de las barreras que se tuvo al inicio al implementar la mejora, sin embargo, al tomarse las medidas correctas para cambiar la actitud negativa de los trabajadores a una positiva permitió a que ellos realmente pusieran de su parte para obtener los mejores resultados, cabe destacar que si no se les dice los beneficios que ellos tendrán al cambiar un nuevo estilo de trabajo, ellos harán caso omiso a las nuevas técnicas.

6.2 Recomendaciones

Evaluar constantemente los resultados del área de rollos punteados a través de todas las herramientas utilizadas anteriormente y de esta forma estar en mejora continua, es recomendable que en la empresa se propongan metas para que de esta forma la participación y compromiso de los que conforman la organización aumente su productividad buscando día a día áreas a mejorar.

De acuerdo a lo observado en la empresa CHIAPLAST SAPI de C.V., se recomienda mantener una constante comunicación con los trabajadores, para que estos sientan la confianza de los jefes, a su vez llevar a cabo reuniones de sensibilización para los trabajadores con el objetivo de que se den cuenta de lo importante que son ellos dentro de la organización.

Implementar en el área de extrusión fichas técnicas y manuales de operaciones con el objetivo de que en esa área tengan más conocimiento del funcionamiento de las máquinas ya sean operadores con experiencia o nuevos, así como también se implementen sistemas poka-yoke para que se reduzca el índice de errores en el área.

También es recomendable estandarizar cada uno de los procesos que se tienen en la empresa con el objetivo de que los trabajadores sean más eficientes y de esta forma la empresa sea más productiva.

Fuentes de información

Bibliografía

Brue, G. (2003). Seis Sigma para Directivos. Mc Graw Hill.

Gutiérrez, H., & De la Vara, R. (2009). Control Estadístico de la Productividad y Seis sigma. México: Mc Graw Hill.

Pande, P. y. (2002). What is Six Sigma? Nueva York: McGraw-Hill.

Snee, R. (2001). Dealing with the achilles, heel of six sigma initiatives. En R. Snee. Quality progress.

Shingo, S. (1985). Una Revolucion en la Produccion: El Sistema SMED. Cambridge, USA: Edicion Inglesa.

Shingo, S. (1983). A Revolution in Manufacturing: The SMED System. Tokyo: Shingum Dandori.

Shimbun, N. K. (1991). Poka Yoke: Mejorando la Calidad del Producto Evitando los Defectos. Ilustrada.

Vázquez, E. J. (2008). Seis-Sigma: metodología y técnicas. México: Limusa.

Fuentes electrónicas

<http://chiaplast.com/>

<https://maps.google.com.mx/>

<http://www.amutecsrl.com/it/>

Anexos

**Anexo A. Manual de procedimientos para el ajuste del rollo madre
en la máquina de rollos punteados.**



CHIAPLAST SAPI de C.V. BOLSAS DE POLIETILENO

PLANTA:
CHIAPLAST SAPI de C.V. BOLSAS DE POLIETILENO

ÁREA:
CONVERSIÓN

MANUAL DE OPERACIONES PARA EL PARA EL AJUSTE DEL ROLLO MADRE EN LA MÁQUINA DE ROLLOS PUNTEADOS

CLAVE:

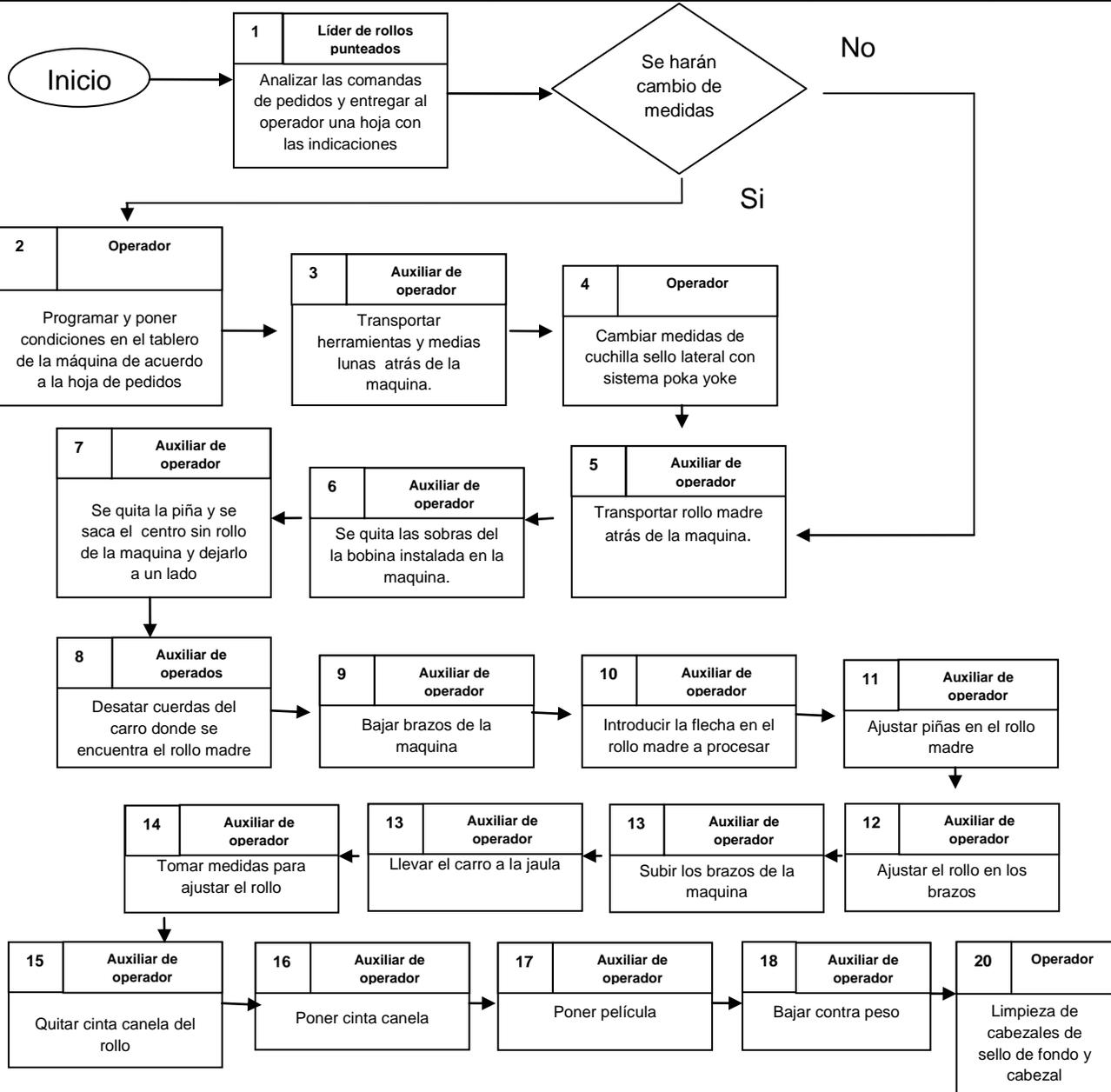
FECHA DE EDICIÓN

EDICIÓN
1

REVISIÓN
1

SUSTITUYE A
N/A

HOJA
151-162





CHIAPLAST SAPI de C.V. BOLSAS DE POLIETILENO

PLANTA:
CHIAPLAST SAPI de C.V. BOLSAS DE POLIETILENO

ÁREA:
CONVERSIÓN

MANUAL DE OPERACIONES PARA EL AJUSTE DEL ROLLO MADRE EN LA MÁQUINA DE ROLLOS PUNTEADOS

CLAVE:

FECHA DE EDICIÓN

EDICIÓN
1

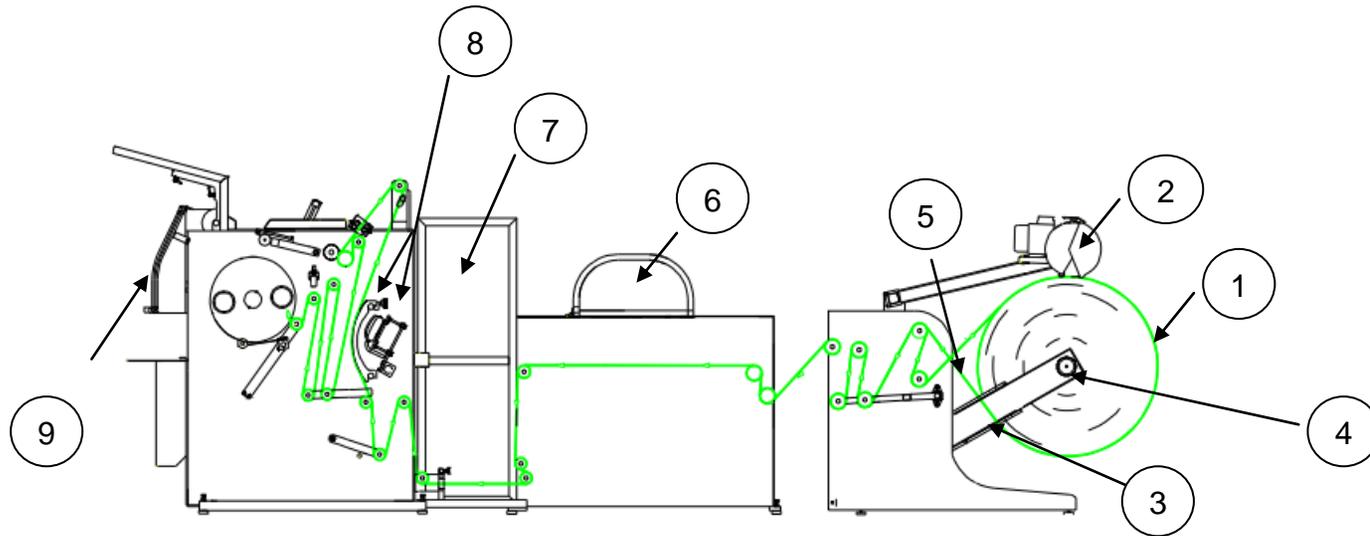
REVISIÓN
1

SUSTITUYE A
N/A

HOJA
152-162

Diagrama de soldadora automática de rollos punteados

- 1.- Rollo madre
- 2.- contrapeso
- 3.- Brazos
- 4.- Piña
- 5.- Película
- 6.- Cabezal sello de fondo
- 7.-Cabinas de ajuste de cuchillas
- 8.- Cuchillas sello lateral y medias lunas
- 9.-Tablero de programación





CHIAPLAST SAPI de C.V. BOLSAS DE POLIETILENO

PLANTA:
CHIAPLAST SAPI de C.V. BOLSAS DE POLIETILENO

ÁREA:
CONVERSIÓN

MANUAL DE OPERACIONES PARA EL PARA EL AJUSTE DEL ROLLO MADRE EN LA MÁQUINA DE ROLLOS PUNTEADOS

CLAVE:

FECHA DE EDICIÓN

EDICIÓN
1

REVISIÓN
1

SUSTITUYE A
N/A

HOJA
153-162

N°	Actividad	Responsable	Proceso	Figura	Herramienta
0	Alistamiento de herramientas	Auxiliar de operador	Colocar las herramientas en la parte trasera de la maquina		-Llave Allen N° 8-7-6-5-4. -Fibra metálica -Flexómetro - guantes de piel. -llave mixta 11/8
0	Alistamiento de medias lunas	Auxiliar de operador	De acuerdo al pedido, colocar las medias lunas correspondientes a la medida del producto		NA
0	Alistamiento de rollo madre	Auxiliar de operador	Acercar el carrito con el rollo madre lo más cerca a la maquina		NA
1.1	Programar	Operador	Analizar y cambiar la programación del tablero de acuerdo al producto a sacar, con el check list		NA
1.2	Poner centros a la flecha	Operador	Introducir los centros a las flechas de la maquina antes de hacer el ajuste		NA



CHIAPLAST SAPI de C.V. BOLSAS DE POLIETILENO

PLANTA:
CHIAPLAST SAPI de C.V. BOLSAS DE POLIETILENO

ÁREA:
CONVERSIÓN

MANUAL DE OPERACIONES PARA EL PARA EL AJUSTE DEL ROLLO MADRE EN LA MÁQUINA DE ROLLOS PUNTEADOS

CLAVE:

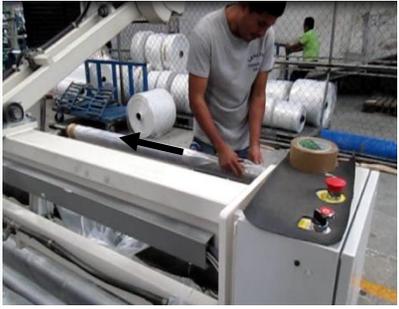
FECHA DE EDICIÓN

EDICIÓN
1

REVISIÓN
1

SUSTITUYE A
N/A

HOJA
154-162

N°	Actividad	Responsable	Proceso	Figura	Herramienta
1.3	Quitar sobras del centro	Auxiliar de operador	Quitar las sobras del centro que se encuentra atrás de la maquina con la navaja.		Navaja
1.4	Quitar piñas	Auxiliar de operador	Quitar piñas de la flecha en donde se encuentra el centro utilizando llave alee N° 8 y 6.		Llave allen N° 8-6



CHIAPLAST SAPI de C.V. BOLSAS DE POLIETILENO

PLANTA:
CHIAPLAST SAPI de C.V. BOLSAS DE POLIETILENO

ÁREA:
CONVERSIÓN

MANUAL DE OPERACIONES PARA EL PARA EL AJUSTE DEL ROLLO MADRE EN LA MÁQUINA DE ROLLOS PUNTEADOS

CLAVE:

FECHA DE EDICIÓN

EDICIÓN
1

REVISIÓN
1

SUSTITUYE A
N/A

HOJA
155-162

	Actividad	Responsable	Proceso	Figura	Herramienta
1.5	Introducir flecha al rollo madre	Auxiliar de operador	Introducir flecha en el rollo madre a procesar, tomando la flecha con las dos manos.		NI
1.6	Ajuste de flecha a la máquina	Auxiliar de operador	Introducir flecha en el rollo madre a procesar de tal forma que quede la goma en posición con los brazos		Llave allen N° 8-6



CHIAPLAST SAPI de C.V. BOLSAS DE POLIETILENO

PLANTA:
CHIAPLAST SAPI de C.V. BOLSAS DE POLIETILENO

ÁREA:
CONVERSIÓN

MANUAL DE OPERACIONES PARA EL AJUSTE DEL ROLLO MADRE EN LA MÁQUINA DE ROLLOS PUNTEADOS

CLAVE:

FECHA DE EDICIÓN

EDICIÓN
1

REVISIÓN
1

SUSTITUYE A
N/A

HOJA
156-162

	Actividad	Responsable	Proceso	Figura	Herramienta
1.7	Ajustar rolo madre	Auxiliar de operador	Ajustar el rolo madre en los brazos		NA
1.8	Subir brazos	Auxiliar de operador	Subir los brazos de la maquina con el botón rojo con un punto negro.		NA



CHIAPLAST SAPI de C.V. BOLSAS DE POLIETILENO

PLANTA:
CHIAPLAST SAPI de C.V. BOLSAS DE POLIETILENO

ÁREA:
CONVERSIÓN

MANUAL DE OPERACIONES PARA EL AJUSTE DEL ROLLO MADRE EN LA MÁQUINA DE ROLLOS PUNTEADOS

CLAVE:

FECHA DE EDICIÓN

EDICIÓN
1

REVISIÓN
1

SUSTITUYE A
N/A

HOJA
157-162

N°	Actividad	Responsable	Proceso	Figura	Herramienta
1.9	Trasportar el carro	Auxiliar de operador	Llevar el carro a la jaula, de tal forma que no tape el paso del pasillo.		NA
1.10	Pegar película	Auxiliar de operador	Quitar cinta canela del rollo		NA



CHIAPLAST SAPI de C.V. BOLSAS DE POLIETILENO

PLANTA:
CHIAPLAST SAPI de C.V. BOLSAS DE POLIETILENO

ÁREA:
CONVERSIÓN

MANUAL DE OPERACIONES PARA EL AJUSTE DEL ROLLO MADRE EN LA MÁQUINA DE ROLLOS PUNTEADOS

CLAVE:

FECHA DE EDICIÓN

EDICIÓN
1

REVISIÓN
1

SUSTITUYE A
N/A

HOJA
158-162

N°	Actividad	Responsable	Proceso	Figura	Herramienta
1.11	Pegar película	Auxiliar de operador	Tomar una pestaña del rollo y aplicarle un tira de cinta canela		NA
1.12		Auxiliar de operador	Colocar la película sobrante del rollo anterior y aplicarte otra tira de cinta canela, para luego bajar contra peso		NA



CHIAPLAST SAPI DE C.V. BOLSAS DE POLIETILENO

PLANTA:
CHIAPLAST SAPI DE C.V. BOLSAS DE POLIETILENO

ÁREA:
CONVERSIÓN

MANUAL DE OPERACIONES PARA EL AJUSTE DEL ROLLO MADRE EN LA MÁQUINA DE ROLLOS PUNTEADOS

CLAVE:

FECHA DE EDICIÓN

EDICIÓN
1

REVISIÓN
1

SUSTITUYE A
N/A

HOJA
159-162

N°	Actividad	Responsable	Proceso	Figura	Herramienta
1.13	Bajar contrapeso	Auxiliar de operador	Bajar contrapeso aplastando el botón negro		NA

Anexo B. Manual de procedimientos para el ajuste de cuchillas.



CHIAPLAST SAPI DE C.V. BOLSA DE POLIETILENO

PLANTA:
CHIAPLAST SAPI DE C.V. BOLSA DE POLIETILENO

ÁREA:
CONVERSIÓN

MANUAL DE OPERACIONES PARA EL AJUSTE DEL ROLLO MADRE EN LA MÁQUINA DE ROLLOS PUNTEADOS

CLAVE:

FECHA DE EDICIÓN

EDICIÓN
1

REVISIÓN
1

SUSTITUYE A
N/A

HOJA
161-162

N°	Actividad	Responsable	Proceso	Figura	Herramienta
1.16	Ajuste de cuchillas de sello lateral.	Operador	Entrar a la cabina de cuchillas de sello lateral y cambiar medidas aflojando cuchillas con llave allen N° 4 y ajustarlas con sistema poka yoke de acuerdo a las medidas a sacar.		Llave allen N°5
1.17		Operador	Cambiar las medias lunas si es necesario		NA



CHIAPLAST SAPI DE C.V. BOLSAS DE POLIETILENO

PLANTA:
CHIAPLAST SAPI DE C.V. BOLSAS DE POLIETILENO

ÁREA:
CONVERSIÓN

MANUAL DE OPERACIONES PARA EL AJUSTE DEL ROLLO MADRE EN LA MÁQUINA DE ROLLOS PUNTEADOS

CLAVE:

FECHA DE EDICIÓN

EDICIÓN
1

REVISIÓN
1

SUSTITUYE A
N/A

HOJA
162-162

N°	Actividad	Responsable	Proceso	Figura	Herramienta
1.18		Operador	Limpiar las cuchillas de sello lateral con fibra metálica		
1.19		Operado	Limpiar teflones del cabezal de sello de fondo con un trapo y liquido desengranaste		

Anexo C. Check list para el área de extrusión

Actividades	¿Se realizó?		Observaciones
	Si	No	
1.- Al hacer el cambio de malla, checar que esta cubra perfectamente la circunferencia de la portamalla.			
2.- checar que la máquina tenga la temperatura adecuada y que estén en funcionamiento cada una de las zonas que conforman la máquina.			
3.- Checar que el cono o copa este en buenas condiciones y que sea del tamaño adecuado.			
4.- Checar que el bastón no esté doblado para evitar el descalibre.			
5.- Checar que el globo tenga la altura correcta y que se amolde bien en el cono.			
6.- Checar el calibre de la película y si en dado caso se encuentra descalibre, calibrar con llave moviendo los tornillos calibradores, a su vez checar que estén bien engrasados para facilitar su ajuste.			