

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E
INDUSTRIAL**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE
AUTOMATIZACIÓN**

Tema:

“PLAN DE MEJORA DE LA CALIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE CALZADO EN
CREACIONES MABELIZ MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA
SIX SIGMA”.

Proyecto de Trabajo de Graduación Modalidad: Proyecto de Investigación, presentado
previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial en Procesos de Automatización.

Sublínea de Investigación: Sistema de Gestión de la Calidad.

AUTOR: Urrutia Sánchez Angel Iván

PROFESOR REVISOR: Ing. Darwin Santiago Aldás Salazar. Mg.

Ambato - Ecuador

Octubre - 2015

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo de investigación sobre el tema: “PLAN DE MEJORA DE LA CALIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE CALZADO EN CREACIONES MABELIZ MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SIX SIGMA” elaborado por el Sr. Angel Iván Urrutia Sánchez, egresado de la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización , de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, considero que el informe investigativo reúne los requisitos suficientes para que continúe con los tramites y consiguiente aprobación de conformidad con el numeral 7.2 de los Lineamientos Generales para la aplicación de Instructivos de las Modalidades de Titulación de las Facultades de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, octubre del 2015.

EL TUTOR.

Ing. Darwin Santiago Aldás Salazar, Mg.

AUTORÍA DEL TRABAJO

El presente proyecto de investigación titulado: “PLAN DE MEJORA DE LA CALIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE CALZADO EN CREACIONES MABELIZ MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SIX SIGMA”, es absolutamente original, autentico y personal, en tal virtud , el contenido, efectos legales y académicos que se desprendan del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, octubre del 2015.

AUTOR.

Angel Iván Urrutia Sánchez.

C.I. 180388499-6

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este Trabajo de Titulación como un documento disponible para la lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos de mi Trabajo de Titulación, con fines de difusión pública, además autorizo su reproducción dentro de las regulaciones de la Universidad.

Ambato, octubre del 2015.

Angel Iván Urrutia Sánchez.

C.I. 180388499-6

APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA

La Comisión Calificadora del presente trabajo conformada por los señores docentes, revisó y aprobó el Informe Final del trabajo de graduación titulado: “PLAN DE MEJORA DE LA CALIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE CALZADO EN CREACIONES MABELIZ MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SIX SIGMA”, presentado por el señor Angel Iván Urrutia Sánchez de acuerdo al numeral 9.1 de los Lineamientos Generales para la aplicación de Instructivos de las Modalidades de Titulación de las Facultades de la Universidad Técnica de Ambato.

Ing. José Vicente Morales Lozada, Mg.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. John Paul Reyes Vásquez, Mg.

DOCENTE CALIFICADOR

Ing. César Aníbal Rosero Mantilla, Mg.

DOCENTE CALIFICADOR

DEDICATORIA

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente.

A mis Padres Miguel y Laura, por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, por su sacrificio diario, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien.

A mis Hermanas Verónica, Viviana y Lizbeth, por su gran apoyo y motivación para la culminación de mis estudios y para la elaboración de esta tesis.

A mi novia Janeth, por todo su aliento para continuar cuando el camino era difícil y sobre todo por su amor incondicional, su cariño y lealtad.

A mis sobrinos Alejandra y Sebastián, por llenar mi vida de alegrías.

Iván Urrutia.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar un agradecimiento a Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado.

A la Universidad Técnica de Ambato por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional.

A todo el personal Docente y Administrativo de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, por brindarme los conocimientos y las facilidades necesarias para haberme podido desenvolver en la carrera estudiantil.

Al Ing. Santiago Aldás Mg., quien me apoyó como tutor y guía del desarrollo del presente trabajo, un agradecimiento por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, experiencia, y paciencia ha logrado que pueda terminar mis estudios con éxito.

A la empresa Creaciones Mabeliz, a su Gerente el Sr. Ernesto Paredes, a su esposa y a todos quienes ahí laboran porque me brindaron la apertura y colaboración necesaria para desarrollar el trabajo de investigación

A todos mis amigos porque siempre nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida estudiantil a las que agradezco su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía.

Iván Urrutia.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO.....	iii
APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE DE ANEXOS	xii
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xvii
RESUMEN	xxi
ABSTRACT.....	xxii
GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ACRÓNIMOS	xxiii
INTRODUCCIÓN	xxv
CAPÍTULO I.....	1
EL PROBLEMA.....	1
1.1. Tema de investigación.....	1
1.2. Planteamiento del problema.	1
1.3. Delimitación	3
1.3.1. De contenido.....	3
1.3.2 Espacial.....	3
1.3.3 Temporal.....	3
1.4. Justificación.....	3
1.5. Objetivos.....	5
1.5.1. Objetivo general	5

1.5.2. Objetivos específicos.....	5
CAPÍTULO II.....	6
MARCO TEÓRICO	6
2.1. Antecedentes investigativos.	6
2.2 Fundamentación teórica.	7
2.2.1 Calidad.....	7
2.2.2 Control estadístico de proceso (SPC).....	9
2.2.3 Six Sigma	15
2.2.4 Metodología Six Sigma DMAIC.....	15
2.2.5 Mejora continua del proceso.	17
2.2.6 Análisis de modo y efecto de falla.	18
2.2.7 Proceso productivo de calzado.	20
2.3 Propuesta de solución.....	23
CAPÍTULO III.....	24
METODOLOGÍA	24
3.1. Modalidad de investigación.....	24
3.2. Población y muestra	24
3.3. Recolección de información	24
3.4. Procesamiento y análisis de datos	25
3.5. Desarrollo del proyecto	25
CAPÍTULO IV	26
DESARROLLO DE LA PROPUESTA	26
4.1 Situación de creaciones MABELIZ	26
4.1.1 Creaciones MABELIZ	26
4.1.2 Productos ofertados	27

4.1.3 Descripción del proceso de producción.....	29
4.1.4 Diagramas de operaciones.....	37
4.1.5 Problemas que se presentan en el proceso productivo	44
4.1.6 Evaluación técnica de la calidad actual en el proceso productivo	53
4.2 Marco Teórico.....	59
4.2.1 Six Sigma	59
4.2.2 Definir	60
4.2.3 Medir	61
4.2.4 Analizar	62
4.2.5 Mejorar	63
4.2.6 Controlar.....	64
4.3 Aplicación de la metodología Six Sigma para la mejora de la calidad en la producción de calzado en Creaciones MABELIZ	65
4.3.1 Introducción.....	65
4.3.2 Antecedentes	66
4.3.3 Modelo operativo para la aplicación de la metodología Six Sigma	67
1) Fase de definición	68
1.1) Selección del problema, impacto y descripción.....	68
1.2) Identificación de los clientes.....	72
1.3) Determinación de los CTQ's del proyecto.....	73
1.4) Mapa de procesos.....	75
1.5) Selección del equipo de trabajo	79
1.6) Definición y alcance del proyecto.....	81
2) Fase de medición.....	81
2.1) Identificación de la medición y variación	81

2.2) Desarrollo de un plan de recolección de datos.....	87
2.3) Realización de un análisis del sistema de medición	93
2.4) Recolección de datos.....	95
3) Fase de análisis.....	97
3.1) Definición del objetivo de desempeño mediante la capacidad del proceso... ..	97
3.2) Identificación de las fuentes de variación	105
3.3) Selección de las herramientas estadísticas y gráficas para el análisis.....	106
3.4) Aplicación de herramientas estadísticas y gráficas	110
4) Fase de mejora	117
4.1) Generación de alternativas de mejora	117
4.2) Análisis de modo y efecto de falla de las soluciones	131
4.3) Evaluación de las mejoras.....	133
5. Fase de control.....	134
5.1) Implementación del sistema de control.....	134
5.2) Aplicación de los gráficos de control.....	137
5.3) Desarrollo del plan de reacción.....	157
5.4) Actualización de los procedimientos estándar de operación y el plan de entrenamiento	160
4.3.4 Beneficios de la propuesta.....	160
CAPÍTULO V	161
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	161
5.1 Conclusiones	161
5.2 Recomendaciones	164
BIBLIOGRAFÍA	165
ANEXOS	169

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Encuesta dirigida a los trabajadores de Creaciones MABELIZ	170
Anexo 2: Análisis de la encuesta aplicada a los trabajadores de Creaciones MABELIZ	173
Anexo 3: Análisis de la entrevista aplicada al gerente propietario de Creaciones MABELIZ.....	180
Anexo 4: Tablas de severidad, ocurrencia y detección.....	184
Anexo 5: Guía de observación para DPMO y nivel sigma.....	187
Anexo 6: Matriz AMEF.....	188
Anexo 7.....	189
Encuesta dirigida a los clientes internos	190
Anexo 8.....	193
Encuesta dirigida a los clientes externos	194
Anexo 9: DPMO y nivel sigma para la situación actual de Creaciones MABELIZ	198
Anexo 10: Hoja de cálculo para medir la satisfacción de los clientes internos	200
Hoja de cálculo para medir la satisfacción de los clientes externos	201
Anexo 11: Herramienta para la gráfica de la función normal según la capacidad del proceso en base al DPMO.....	203
Anexo 12: Checklist de ingreso de materia prima	204
Anexo 13: Órdenes de trabajo	205
Anexo 14: Registro de programas de capacitación.....	214
Anexo 15: Registro de producción	215
Anexo 16: Estudio de campo para determinación de unidades defectuosas y defectos	216

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Simbología utilizada para la creación de diagramas de flujo según ASME....	37
Tabla 2. Diagrama de flujo de proceso de la producción de botines para damas.	40
Tabla 2. Diagrama de flujo de proceso de la producción de botines para damas. Continuación.....	41
Tabla 3. Diagrama de flujo de proceso de la producción de botas para damas.	42
Tabla 3. Diagrama de flujo de proceso de la producción de botas para damas. Continuación.....	43
Tabla 4. Defectos o modos de falla más comunes que se presentan en cada uno de los procesos.	47
Tabla 5. Defectos o modos de falla más comunes que se presentan en cada uno de los procesos.	47
Tabla 5. Defectos o modos de falla más comunes que se presentan en cada uno de los procesos. Continuación 1.....	48
Tabla 5. Defectos o modos de falla más comunes que se presentan en cada uno de los procesos. Continuación 2.....	49
Tabla 5. Defectos o modos de falla más comunes que se presentan en cada uno de los procesos. Continuación 3.....	50
Tabla 5. Defectos o modos de falla más comunes que se presentan en cada uno de los procesos. Continuación 4.....	51
Tabla 5. Defectos o modos de falla más comunes que se presentan en cada uno de los procesos. Continuación 5.....	52
Tabla 6. Niveles sigma y eficiencia de la calidad.....	54
Tabla 7. Detalle del muestreo para la identificación y cuantificación de los defectos. .	55
Tabla 7. Detalle del muestreo para la identificación y cuantificación de los defectos. Continuación.....	56
Tabla 8. DPMO por cada operación en la producción de botas y botines en Creaciones MABELIZ.....	57

Tabla 9. Niveles Sigma y Eficiencia de la calidad.....	58
Tabla 10. Clasificación de los defectos por categorías según el factor que los provoca.	70
Tabla 11. Descripción de los clientes.	73
Tabla 12. SIPOC para la producción de botas y botines en Creaciones MABELIZ.	78
Tabla 13. Integrantes del equipo de trabajo para la aplicación de la metodología Six Sigma en Creaciones MABELIZ.	79
Tabla 14. Funciones y responsabilidades del equipo de trabajo para la aplicación de la metodología Six Sigma en Creaciones MABELIZ.....	80
Tabla 15. AMEF de la producción de botas y botines en Creaciones MABELIZ.....	84
Tabla 16. Prioridad de Riesgo NPR para la producción de botas y botines en Creaciones MABELIZ.....	86
Tabla 17. Plan de Recolección de datos para la medición para la producción de botas y botines en Creaciones MABELIZ.....	88
Tabla 18. Plan de Recolección de datos para la medición del nivel de calidad para la producción de botas y botines en Creaciones MABELIZ.	89
Tabla 19. Plan de recolección de datos para la medición de la satisfacción de los clientes internos para la producción de botas y botines en Creaciones MABELIZ.....	89
Tabla 20. Plan de recolección de datos para la medición de la satisfacción de los clientes externos para la producción de botas y botines en Creaciones MABELIZ.	90
Tabla 21. Detalle de la población a ser considerada para la recolección de los datos del nivel de calidad.	91
Tabla 22. Tamaño de la muestra sugerido para la recolección de datos del nivel de la calidad.....	91
Tabla 23. Detalle de la población a ser considerada para la recolección de los datos...	93
Tabla 24. Modos de variación del sistema de medición y acciones para evitar que se presenten.....	94
Tabla 25. Condiciones generales a cumplir para la recolección de los datos.	96

Tabla 26. DPMO por cada operación en la producción de botas y botines en Creaciones MABELIZ.....	101
Tabla 27. Escala de calificación para análisis de los resultados de la encuesta a clientes internos.....	106
Tabla 28. Escala de calificación para análisis de los resultados de la encuesta a clientes externos.....	107
Tabla 29. Conversión de la calificación de las encuestas de satisfacción de los clientes en forma porcentual.	108
Tabla 30. Calificación global de la satisfacción de los clientes mediante aplicación del modelo establecido.	109
Tabla 31. Parámetros a cumplir para la aplicación de las herramientas estadísticas y gráficas.....	110
Tabla 32. Parámetros para la realización del análisis.	115
Tabla 33. Detalles de la realización del análisis mediante el método estadístico.....	115
Tabla 34. Formato para el registro de datos.....	116
Tabla 35. Detalle de las alternativas de mejora.	118
Tabla 36. Análisis de factibilidad de las alternativas de mejora.....	119
Tabla 37. Guía de documentos y registros a utilizar para la mejora del nivel de la calidad.....	122
Tabla 38. Especificaciones a ser tomadas en cuenta para las materias primas y materiales.....	123
Tabla 39. Programas de capacitación para el personal de planta de Creaciones MABELIZ.....	125
Tabla 40. Programas de capacitación para el personal de planta de Creaciones MABELIZ.....	126
Tabla 41. AMEF para la producción de botas y botines en Creaciones MABELIZ con las acciones recomendadas para mejoramiento.	132
Tabla 42. Gráficas de control a aplicarse según el tipo de parámetro.	136

Tabla 43. Límites para control de la calidad de los proceso a corto plazo (1 año) para la cartas de control p 157

Tabla 44. Límites para control de la calidad de los proceso a corto plazo (1 año) para la cartas de control u 158

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Carta de control	13
Fig. 2. Logotipo de Creaciones MABELIZ	26
Fig. 3. Organigrama de Creaciones MABELIZ	27
Fig. 4. Modelos de botas y botines de Creaciones MABELIZ.....	27
Fig. 4. Modelos de botas y botines de Creaciones MABELIZ. Continuación	28
Fig. 5. Almacenamiento de materia prima: cueros y suelas	29
Fig. 6. Partes constitutivas del "corte de calzado".....	30
Fig. 7. Troqueladora para el cortado inicial del cuero.....	31
Fig. 8. Cortado manual de los detalles de las piezas de cuero.....	31
Fig. 9. Operación de desbastado de las piezas de cuero	32
Fig. 10. Aparado de las piezas para unir las partes.....	33
Fig. 11. Aparado de las piezas para unir las partes.....	33
Fig. 12. Montaje de las puntas, los lados y el talón al corte	34
Fig. 13. Aplicación del líquido activador a las suelas	35
Fig. 14. Fijación de la unión del corte y la suela en la máquina prensadora boca de sapo	35
Fig. 15. Fijación del tacón a la bota en la máquina clavadora de tacos.....	36
Fig. 16. Colocación de las plantillas en las botas	36
Fig. 17. Calzado colocado en los cartones correspondientes para pasar al perchado.....	37
Fig. 18. Cursograma sinóptico del proceso de producción de botas y botines.....	38
Fig. 18. Cursograma sinóptico del proceso de producción de botas y botines. Continuación.....	39
Fig. 19. Distribución normal e identificación de los niveles Sigma.....	54
Fig. 20. Distribución normal e identificación del nivel Sigma para la producción de botas y botines en Creaciones MABELIZ	58

Fig. 21. Ciclo de la metodología Six Sigma a través de la herramienta DMAIC.....	60
Fig. 22. Pasos de la fase de definición como parte de la herramienta DMAIC	61
Fig. 23. Pasos de la fase de medición como parte de la herramienta DMAIC	62
Fig. 24. Pasos de la fase de análisis como parte de la herramienta DMAIC	63
Fig. 25. Pasos de la fase de mejora como parte de la herramienta DMAIC	64
Fig. 26. Pasos de la fase de control como parte de la herramienta DMAIC.....	65
Fig. 27. Diagrama de Pareto para identificación de los factores que provocan los defectos	70
Fig. 28. Diagrama de Pareto para identificación de las oportunidades de defecto por cada proceso.....	71
Fig. 29. Diagrama de Ishikawa para la identificación de las causas para los defectos en la producción en Creaciones MABELIZ	72
Fig. 30. Árbol de CTQ`s del proyecto	74
Fig. 31. CTQ`s del proyecto	75
Fig. 32. Mapa de procesos de Creaciones MABELIZ.....	77
Fig. 33. Variables o parámetros a ser medidos	82
Fig. 34. Diagrama de Pareto del modo de falla y el nivel de NPR.....	85
Fig. 35. Histograma del nivel de NPR por cada proceso.....	87
Fig. 36. Tasa de no conformidades cuando el proceso está $\pm 1,5\sigma$ descentrado.....	99
Fig. 37. Gráfica representativa de los parámetros de control para la capacidad del proceso de producción de botas y botines en Creaciones MABELIZ en base al estudio de la situación actual.....	103
Fig. 38. Parámetros de control para la capacidad del proceso de producción de botas y botines en Creaciones MABELIZ en base al estudio de la situación actual.....	104
Fig. 39. Objetivo de desempeño en base a la capacidad del proceso de producción de botas y botines	105
Fig. 40. Esquema ilustrativo de la fase de análisis a partir de las fuentes de variación	105

Fig. 41. Herramientas estadísticas y gráficas de análisis de la satisfacción de los clientes	108
Fig. 42. Herramientas estadísticas y gráficas de análisis del nivel de la calidad.....	109
Fig. 43. Curvas de distribución normal para la producción real y esperada en base al DPMO	111
Fig. 44. Parámetros cuantitativos y cualitativos de medición de las variables.....	112
Fig. 45. Análisis a través del método estadístico para determinar la relación entre las variables	113
Fig. 46. Gráfica ilustrativa para el análisis de relación de variables mediante regresión	116
Fig. 47. Perfil requerido para el puesto de supervisor de calidad en Creaciones MABELIZ.....	121
Fig. 48. Formato de la codificación para identificación de documentos y registros	121
Fig. 49. Esquema ilustrativo del documento para control de materia prima	123
Fig. 50. Esquema ilustrativo del documento para las órdenes de trabajo.....	124
Fig. 51. Esquema ilustrativo para el registro de los programas de capacitación	127
Fig. 52. Esquema ilustrativo para el registro de producción	127
Fig. 53. Esquema ilustrativo para la hoja de cálculo de medición de la satisfacción de los clientes.....	128
Fig. 54. Flujograma para el procedimiento a seguir para la implementación de las mejoras.....	129
Fig. 54. Flujograma para el procedimiento a seguir para la implementación de las mejoras. Continuación	130
Fig. 55. Esquema ilustrativo para la utilización de la matriz AMEF	133
Fig. 56. Esquema ilustrativo de la mejora continua del proyecto.....	134
Fig. 57. Esquema ilustrativo del plan de control de la producción.....	135
Fig. 58. Vida del sistema de control.	137

Fig. 59. Carta de control p para el proceso de cortado	140
Fig. 60. Carta de control p para el proceso de desbastado.....	141
Fig. 61. Carta de control p para el proceso de aparado	142
Fig. 62. Carta de control p para el proceso de montaje	143
Fig. 63. Carta de control p para el proceso de pegado de suelas	144
Fig. 64. Carta de control p para el proceso de fijado de tacón	145
Fig. 65. Carta de control p para el proceso de terminado	146
Fig. 66. Carta de control p para el proceso de empaque.....	147
Fig. 67. Carta de control u para el proceso de cortado	149
Fig. 68. Carta de control u para el proceso de desbastado.....	150
Fig. 69. Carta de control u para el proceso de aparado	151
Fig. 70. Carta de control u para el proceso de montaje	152
Fig. 71. Carta de control u para el proceso de pegado de suelas	153
Fig. 72. Carta de control u para el proceso de fijado de tacón	154
Fig. 73. Carta de control u para el proceso de terminado	155
Fig. 74. Carta de control u para el proceso de empaque.....	156

RESUMEN

En la presente investigación se aplicaron herramientas para la medición, análisis y control del nivel de la calidad en la producción de botas y botines para damas. El estudio partió de la definición del problema a solucionar y se orientó a establecer mejoras que aporten significativamente en el desempeño de los procesos, con sustento en la aplicación de la metodología Six Sigma y el DMAIC. Como complemento al estudio de la calidad también se establecieron los parámetros para la medición y análisis del grado de satisfacción de los clientes internos y externos del servicio ofertado por la empresa.

El estudio de la situación actual se llevó a efecto por cada proceso y se pudo concluir que el nivel de la calidad del calzado es deficiente, hecho que se evidencia en la presencia de defectos y de unidades defectuosas en la cadena productiva, en ambos casos medidos por atributos, para la medición se emplearon indicadores como el nivel sigma σ , los DPMO, el NPR, la capacidad del proceso y los límites de control a través de las cartas de la proporción de unidades defectuosas p y número de defectos por unidad u. El nivel sigma actualmente se ubica en $3,18\sigma$ que corresponde a una eficiencia del 95,32% y para una media de 46460 DPMO, considerando que el nivel óptimo es 6σ se justifica la realización de una propuesta para mejorar la calidad.

ABSTRACT

In current research tools for measurement, analysis and control level quality in the production of boots for ladies were applied. Study begins with the definition of problem to solve and aimed at establishing improvements that contribute significantly to the process performance, with support in the implementation of Six Sigma and the DMAIC. As a complement to the study of the quality parameters for the measurement and analysis of the degree of satisfaction of internal and external service offered by the company customers were also established.

The study of the current situation was put into effect for each process and it was concluded that the level of quality in the footwear industry is poor, a fact evidenced by the presence of defects and defective development of the productive chain, both measured by attributes, and displayed more explicitly once the indicators are calculated as σ sigma level, the DPMO, NPR, process capability and control limits through charts: the proportion defective units p and number of defects per unit u . Sigma level is $3,18\sigma$ which belongs to 95,32% of efficient and 46460 DPMO, as the ideal value is 6σ , it is necessary to improve the quality.

GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ACRÓNIMOS

GLOSARIO

Aparado.- Unión de las piezas que componen el calzado con la ayuda de una máquina de aparado.

Calidad.- Grado en que un conjunto de características inherentes cumplen las características.

Cliente.- Organización o persona que recibe un producto.

Cursograma analítico.- Es un diagrama que muestra la trayectoria de un producto mediante el símbolo que corresponda.

Cursograma sinóptico.- El cursograma sinóptico es un diagrama que presenta un cuadro general de cómo suceden tan sólo las principales operaciones e inspecciones.

Defecto.- Incumplimiento de un requisito asociado a un uso previsto o especificado. Es una imperfección, falta o inconformidad con el cumplimiento de las especificaciones o características establecidas para un determinado producto. Puede existir uno o más defectos en una misma unidad y esto no impide que pueda avanzar en a la siguiente etapa.

Defectuoso.- Es un producto que no reúne ciertos atributos, por lo que no se permite que pase a la siguiente etapa del proceso; puede ser reprocesado o de plano desechado. Es decir esta cualidad se mide por unidades, considerando el criterio de pasa o no pasa.

Documento.- Información y su medio de soporte.

Eficiencia.- Relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados.

Mejora de la calidad.- Parte de la gestión de la calidad orientada a aumentar la capacidad de cumplir con los requisitos de la calidad.

Numero de oportunidades.- Es la cantidad de defectos posible dentro de una misma pieza o unidad.

Proceso.- Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados.

Registro.- Documento que presenta resultados obtenidos o proporciona evidencias de actividades desempeñadas.

Satisfacción del cliente.- Percepción del cliente sobre el grado en que han cumplido sus requisitos.

Six Sigma.- Es un enfoque revolucionario de gestión que mide y mejora la Calidad.

ACRÓNIMOS

AMEF.- *Análisis de modo y efectos de falla.*

Cp.- Capacidad del proceso.

Cpk.- Capacidad del proceso tomando en cuenta la media real con respecto a la requerida.

CTQ.- (*Critical to Quality*), aquella característica que satisface un requerimiento clave para el cliente o el proceso.

DMAIC.- (Define, Measure, Analyze, Improve, Control), es una estrategia de calidad basada en estadística.

DPMO.- Defectos por millón de oportunidades.

SIPOC.- (Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customers), es un complemento del mapa de procesos.

INTRODUCCIÓN

El mundo contemporáneo está en constante evolución, desde el punto de vista tecnológico cada vez se avanza significativamente, de igual manera el conocimiento aplicado a la industria y a los servicios cada vez incorpora una mayor cantidad de métodos, técnicas y herramientas para el control de los procesos, todo con miras a alcanzar altos niveles de competitividad, ya que actualmente la globalización obliga a que los productores de bienes y servicios incorporen nuevas estrategias para posicionarse en el mercado de consumidores o a su vez para no perder su participación en el mismo. Dentro de los aspectos de interés que toman auge en las últimas décadas figuran la seguridad industrial, la contaminación ambiental, la eficiencia energética y por supuesto el tema de la calidad. Siendo este último el principal indicador que se orienta a la satisfacción de los clientes.

Ecuador no es ajeno a esa realidad y el sector de la manufactura del calzado cada vez ve necesaria la implementación de políticas y estrategias que permitan alcanzar altos niveles de calidad. En este sentido la metodología Six Sigma es una buena alternativa para el control de la calidad de la producción de bienes y servicios, la cual emplea una serie de herramientas como por ejemplo el DMAIC, que consiste en el seguimiento de estrategias con fundamento en las fases definir, medir, analizar, mejorar y controlar. Aquí tienen cabida gran cantidad de elementos de control de la calidad como diagrama de Pareto, diagrama causa-efecto, diagrama SIPOC, análisis de modo y efecto de falla AMEF, árbol de críticos de calidad CTQ's, histogramas, análisis de capacidad del proceso, curvas de distribución normal, cartas de control para variables o para atributos.

La importancia de llevar a efecto una evaluación técnica de la calidad en Creaciones MABELIZ radica en la necesidad de aplicar criterios objetivos para la toma de decisiones, con base en datos estadísticos para la determinación de los niveles de la calidad, debido a que actualmente no se cuenta con un modelo de control, sino que el análisis y toma de acciones correctivas se sustenta en apreciaciones subjetivas. Por lo que mediante la realización de la presente investigación se establecerán parámetros para la evaluación permanente de la calidad de la producción y del grado de satisfacción de los clientes por los productos, contribuyendo directamente a la mejora de la producción en general.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. Tema de investigación.

“PLAN DE MEJORA DE LA CALIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE CALZADO EN CREACIONES MABELIZ MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SIX SIGMA.”

1.2. Planteamiento del problema.

Desde hace varios años las empresas utilizan la administración de la calidad como una herramienta para tener una mejora continua, que consiste en un sistema de trabajo para el desarrollo de pequeños cambios positivos en el personal de toda la empresa, cuyo compromiso y esfuerzo es continuo y permanente con la finalidad de comprender, cumplir y/o exceder con las expectativas de los clientes [1].

Para las empresas la calidad de sus productos, sean bienes o servicios, es un factor primordial en toda la organización, por lo tanto, un programa que evalúe, mida la calidad y revele los puntos críticos de la producción, es fundamental para entregar un producto o servicio de excelencia [2].

El concepto de calidad, se refiere básicamente al grado en que un producto o servicio reúna y cumpla con los requisitos para la satisfacción del cliente.

En el Ecuador la producción de calzado se ha constituido en un pilar fundamental de la economía nacional tomando en cuenta que han ido creciendo tanto en infraestructura,

calidad y diversificación de los productos en las pequeñas, medianas y grandes empresas.

”La industria del calzado ha experimentado un importante crecimiento desde el 2009. Datos de la Cámara de Calzado de Tungurahua (Caltu), señalan que de los 15 millones de pares de zapatos que se producía en el 2008, se pasó a 28,8 millones en el 2011. Es decir, en tres años, el nivel de manufacturación se incrementó en un 154% según el Ministerio de Industrias.

Según datos del Censo Económico 2010, realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), en el país, existen 870 establecimientos que se dedican a la producción de zapatos [3], es por esta razón que cada vez la calidad de los productos debe ir mejorando para mantenerse a la vanguardia de los competidores ofreciendo a los clientes productos que cumplan con sus expectativas.

Hoy en día es necesario que las industrias mejoren sus procesos de producción pues los competidores cada vez son más fuertes y el mercado exigente, de lo contrario sería muy difícil para las empresas mantenerse en un nivel ascendente en busca de localización total de sus productos.

La provincia de Tungurahua se ha caracterizado tradicionalmente por tener industrias de calzado es por esto que los trabajadores en esta rama han ido perfeccionando el proceso productivo para satisfacer la demanda tanto local como nacional, esto a su vez se ha constituido en una fuente de empleo permanente para las personas, en las diferentes áreas que abarcan para tener un producto final de calidad y lograr la satisfacción de los clientes.

”Las cifras Según el último censo económico del INEC, 145 empresas se dedican a la fabricación de calzado, en la capital de Tungurahua [3].

Creaciones MABELIZ en su afán de seguir creciendo en el ámbito competitivo desea mejorar la calidad de sus productos mediante la identificación de las áreas donde mayores defectos se producen para que así, de esta manera se las pueda fortalecer y den un mayor valor agregado a cada producto que en ellas se realizan y así convertirlas en

una fortaleza más y no en una debilidad a la hora de producir el calzado y competir en el mercado.

Al momento Creaciones MABELIZ no cuenta con una medición de la calidad que permita tener una valoración real de los productos que ofrecen en el mercado, un inconveniente detectado también es que no se ha realizado un estudio de las fallas potenciales que puede llegar a tener el producto al momento de la confección y esto a su vez podría llegar a causar una inconformidad en los clientes que adquieren un calzado producido en esta planta, además existen actividades de reproceso lo que genera pérdidas de tiempo en la fabricación y entrega de los productos, también la planta carece de un control en la fabricación del calzado y finalmente no existe un plan de mejora continua que permita cada vez ir mejorando el proceso productivo para ofrecer calzado de la más alta calidad.

1.3. Delimitación

1.3.1. De contenido

Área Académica: Industrial y Manufactura.

Línea de Investigación: Industrial.

Sublínea de Investigación: Sistema de Gestión de la Calidad.

1.3.2 Espacial

La presente investigación se realizará en Creaciones MABELIZ ubicado en el Cantón Cevallos - Barrio Santa Rosa.

1.3.3 Temporal

La elaboración del proyecto tendrá una duración de 6 meses a partir de la fecha de su aprobación por parte de H. Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial.

1.4. Justificación

En el entorno actual enmarcado por la globalización de los mercados y el constante crecimiento de la competencia, es necesario mejorar la calidad de los productos que

ofrecemos a los clientes, además de que cada vez se debe ser más eficientes en los procesos.

La **importancia** en desarrollar una medición de la calidad y mejora de la misma, es suministrar a todo el personal de la empresa la información necesaria para saber el grado de calidad que tiene al momento los productos, y para realizar de mejor manera el proceso de la confección de calzado.

El proyecto a realizarse posee un alto grado de **interés**, debido a que va ser un punto de partida para mejorar el nivel actual de los productos, saber las áreas de producción donde se tiene la mayor agrupación de defectos para que de esta forma se los pueda controlar de manera puntual para minimizar el impacto de las fallas en el producto terminado ya que mediante un control adecuado de los procesos podemos prevenir costos de baja calidad y por consecuencia podamos obtener procesos, productos y servicios eficientes.

Los clientes que adquieren los productos, personal administrativo y empleados que laboran en las diferentes áreas de la empresa Creaciones MABELIZ., serán los principales **beneficiarios** con la elaboración de la investigación, debido a que la medición de la calidad y mejora de la misma permitirá establecer las acciones y procedimientos para la mejora del producto, por lo tanto y siendo el primordial beneficio el crecimiento de la empresa frente a los competidores.

El proyecto es de gran **utilidad**, ya que proporciona a la empresa un documento donde se ve el estado actual de la calidad del proceso de producción de calzado y marca un punto de partida para a futuro ir mejorando permanentemente.

Es **factible** realizar la medición y mejora de la calidad en Creaciones MABELIZ, porque se cuenta con el apoyo de los propietarios de la empresa, y de cada una de las personas que laboran en el área productiva, además del apoyo del encargado del área administrativa, los mismos que están dispuestos a colaborar sin algún tipo de interés más que ayudar al mejoramiento de la calidad de los productos que en la empresa se los realiza.

La herramienta a ser utilizada es la metodología **DMAIC** de **Six Sigma** que permite Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar la calidad con que se realiza el calzado y así de esta forma se pueda proporcionar la información adecuada para ayudar a la implementación de la máxima calidad del producto o servicio en, así como crear la confianza y comunicación entre los participantes, debido a que la actividad del negocio parte de la información, las ideas y la experiencia, y esto ayuda a elevar la calidad y el manejo administrativo.

El Six Sigma es un programa que se define en dos niveles: operacional y gerencial. En el nivel operacional se utilizan herramientas estadísticas para elaborar la medición de variables de los procesos industriales con el fin de detectar los defectos (el 6σ tiene un rango de 3.4 defectos por cada millón). El nivel gerencial analiza los procesos utilizados por los empleados para aumentar la calidad de los productos, procesos y servicios [4].

1.5. Objetivos.

1.5.1. Objetivo general

Desarrollar un plan de mejora de la calidad en la producción de calzado en Creaciones MABELIZ mediante la aplicación de la metodología Six Sigma.

1.5.2. Objetivos específicos

- Realizar el levantamiento de procesos de producción de calzado.
- Desarrollar un estudio estadístico del proceso productivo para determinar el nivel de calidad.
- Aplicar los pasos de la metodología Six Sigma (DMAIC) para la mejora de la calidad.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes investigativos.

Emilsen Pascual Calderón en su trabajo de investigación nos dice que, mediante la aplicación de la metodología Six Sigma tenemos una mejora continua que se enfoca en la reducción de defectos en todo tipo de procesos, para de esa forma reducir costos de mala calidad e incrementar la satisfacción de los clientes [5].

La aplicación de la metodología Seis Sigma ha permitido reducciones radicales en el número de los fallos y en los costes de calidad de muchas empresas líderes en sectores industriales y de servicios, así como un incremento sustancial de la satisfacción de sus clientes [6].

Miguel Bahena Quintanilla concluye que el Seis Sigma nos permite dirigir un negocio o un departamento donde se pone primero al cliente y usa hechos y datos para impulsar mejores resultados. Los esfuerzos de Seis Sigma se dirigen a tres áreas principales que son: mejorar la satisfacción del cliente, reducir el tiempo del ciclo y reducir los defectos.

Las mejoras en estas áreas representan importantes ahorros de costes, oportunidades para retener a los clientes, capturar nuevos mercados y construirse una reputación de empresa de excelencia [7].

La Metodología Seis Sigma ha demostrado ser una herramienta eficaz para mejorar la productividad y calidad en una amplia gama de procesos productivos y, por consiguiente, ha permitido generar impactos favorables desde el punto de vista económico.

El cálculo estadístico constituye un componente fundamental para el desarrollo exitoso de las iniciativas de mejoramiento de la calidad y productividad en diferentes organizaciones pudiéndose aplicar a cualquier tipo de proceso, ya sea procesos productivos o de servicios, altamente tecnificados o netamente administrativos [8].

Al aplicar la Six-Sigma en el análisis de procesos industriales se pueden detectar rápidamente problemas en producción como cuellos de botella, productos defectuosos, pérdidas de tiempo y etapas críticas, es por esto que es de gran importancia esta metodología.

La metodología Six-Sigma es aplicada a procesos industriales con el fin de obtener una buena calidad de los productos (bienes y servicios). La mayoría de las compañías a nivel mundial utilizan la metodología 6σ elaborando inspecciones visuales y electrónicas y aplicando las herramientas estadísticas, con las cuales se puede observar el comportamiento de los procesos.

Una vez observado el comportamiento del proceso, se procede a reducir al máximo los defectos en los productos o servicios, y lograr la plena satisfacción del cliente. Las empresas japonesas son un ejemplo en donde se aplica el Six Sigma, debido a que en los procesos de producción utilizan el sistema vendedor-cliente, en cada etapa del proceso y cada etapa es responsable de su actividad y debe entregar el producto con buena calidad (sin defectos). La aplicación del Six Sigma en Baja California, ha generado un avance en los sistemas de calidad y por lo tanto en los productos [4].

2.2 Fundamentación teórica.

2.2.1 Calidad

Con el crecimiento y desarrollo de la organización industrial surge una nueva figura que vendría a reemplazar al antiguo capataz en sus funciones de control: el inspector, encargado inicialmente de clasificar los productos en buenos y defectuosos. Esta parte del proceso se determina por la inspección que se realiza sobre el producto final y por la aparición del sistema de producción en línea creado por Henry Ford [9].

- **Definiciones de calidad**

Juran utiliza los conceptos de:

“Calidad grande: para designar un concepto general de la calidad en el cual, *clientes* incluye a todas las personas impactadas; *producto* incluye bienes y servicios; *procesos* incluye procesos empresariales y auxiliares [9].”

Calidad pequeña: para designar un ámbito reducido de la calidad, limitada a compradores, artículos fabricados y procesos fabriles.

Además menciona que la calidad se refiere a la satisfacción creada por ciertas características del producto que provocan que los clientes lo compren. La ausencia de deficiencias también es calidad, debido a que estas crean insatisfacción en los compradores [10].

Ishikawa aporta la siguiente definición:

Calidad significa calidad del producto. En su interpretación más amplia, calidad significa calidad del trabajo, calidad del servicio, calidad de la información, calidad del proceso, calidad de la división, calidad de las personas incluyendo a los trabajadores, ingenieros, gerentes y ejecutivos, calidad del sistema, calidad de la empresa, calidad de los objetivos, etcétera. El enfoque básico es controlar la calidad en todas sus manifestaciones [9].

Una definición más trascendente de la calidad aparece en la norma ISO9000:2000. En ella, la calidad se define como el grado con el que un conjunto de características inherentes cumple los requisitos [11].

- **Administración de la calidad total**

La administración de la calidad total no es algo que sucede de la noche a la mañana. Se necesita un plazo largo para introducir en la cultura de la empresa, técnicas adecuadas. Analizando las palabras medulares sucede que: *Administración*: es el acto, arte o manera de manejar, controlar, dirigir. *Calidad*: es el grado de excelencia que

proporciona un producto o servicio. *Total*: consiste en el todo [11].

- **Características de calidad**

Es raro el producto con una sola característica de calidad. La mayoría tienen muchas y hay que distinguir claramente la importancia relativa de las mismas. Se citan los defectos y fallas clasificados de la siguiente forma:

Un defecto crítico: aquella característica de calidad que se relaciona con la vida y la seguridad, por ejemplo llantas que se sueltan del automóvil o frenos que no funcionan.

Un defecto grande: aquella característica de calidad que afecta seriamente el funcionamiento de un producto, por ejemplo, el motor de un automóvil no funciona.

Un defecto menor: aquella característica de calidad que no afecta el funcionamiento del producto, pero que no gusta a los clientes, por ejemplo, una ralladura en un automóvil.

Para algunos productos, la clasificación es más detallada. En términos generales, los defectos críticos no se permitirán jamás, mientras que si es aceptable pequeño número de defectos menores [12].

2.2.2 Control estadístico de proceso (SPC)

El control estadístico de proceso abarca, generalmente, los siguientes métodos: diagrama de Pareto, diagrama causa y efecto, hoja de comprobación, diagrama de flujo de proceso, diagrama de dispersión, histogramas, graficas de control y grafica de corrida [11].

- **Diagrama de Pareto**

El Diagrama de Pareto, también llamado curva 80-20 o distribución A-B-C, es una gráfica para organizar datos de forma que estos queden en orden descendente, de izquierda a derecha y separados por barras. Permite, pues, asignar un orden de prioridades.

El diagrama permite mostrar gráficamente el principio de Pareto (pocos vitales, muchos triviales), es decir, que hay muchos problemas sin importancia frente a unos pocos graves. Mediante la gráfica colocamos los “pocos vitales” a la izquierda y los “muchos triviales” a la derecha.

El diagrama facilita el estudio comparativo de numerosos procesos dentro de las industrias o empresas comerciales, así como fenómenos sociales o naturales.

Hay que tener en cuenta que tanto la distribución de los efectos como sus posibles causas no es proceso lineal sino que el 20% de las causas totales hace que sean originados el 80% de los efectos.

El principal uso que tiene este diagrama es para poder establecer un orden de prioridades en la toma de decisiones dentro de una organización[13].

- **Diagrama de Causa Efecto**

Un diagrama de causa y efecto (C&E) es una figura formada por líneas y símbolos cuyo objetivo es representar una relación significativa entre un efecto y sus causas. Fue creado por Kaoru Ishikawa en 1943, también se le conoce como diagrama de Ishikawa.

Con los diagramas de causa y efecto se investigan los efectos “malos” y se emprenden acciones para corregir las causas, o los efectos “buenos” y se aprende cuáles causas son las responsables. Para cada efecto, es probable que haya numerosas causas.

El efecto es la característica de la calidad que debe mejorarse. Las causas se suelen descomponer en las principales de los métodos de trabajo, materiales, personal y el ambiente.

A veces también se incluyen administración y mantenimiento entre las causas principales. Cada causa principal se subdivide aún más en numerosas causas menores. Por ejemplo, bajo métodos de trabajo se podrían tener entrenamiento, conocimientos, capacidad, características físicas, etc. Los diagramas de causa y efecto (que por su forma también se llaman “diagramas de espina de pescado”) son los métodos para representar todas esas causas principales y secundarias.

- **Hojas de comprobación**

El objetivo principal de las hojas de comprobación es asegurar que los datos se reúnan con cuidado y fidelidad por parte del personal de operación para controlar el proceso y resolver problemas. Los datos deben presentarse de tal manera que se pueden utilizar y analizar con rapidez y facilidad. La forma de la hoja de comprobación se adapta para cada situación y la diseña el equipo del proyecto

- **Diagrama de flujo de proceso**

Para muchos productos y servicios puede ser útil elaborar un diagrama de flujo, el cual también se conoce como mapa de proceso. Este es un diagrama esquemático que muestra el flujo de un producto o servicio al pasar por las diversas estaciones u operaciones de procesamiento.

Con el diagrama se visualiza el sistema completo, identificar los puntos problemáticos potenciales y localizar las actividades de control.

- **Mapa de procesos**

Los procesos son la base de la estructura de una organización y se dividen en tres categorías principales como se indica a continuación:

- **Procesos estratégicos**, que son los procesos de gestión que están bajo la responsabilidad de la gerencia.
- **Procesos centrales**, que son los procesos claves, desde el punto de vista que representan la razón de ser del negocio, en el caso de las empresas de carácter industrial representan aquellos procesos de transformación de las materias primas hasta llegar al producto terminado.
- **Procesos de apoyo**, son los que sirven de soporte para el control, mejora y normal funcionamiento de la cadena productiva, es decir constituyen los procesos auxiliares.

Diagrama SIPOC

El diagrama SIPOC que significa proveedores, entradas, procesos, salidas y clientes por sus siglas en inglés, es un diagrama que sirve de complemento al mapa de procesos, tiene la finalidad de definir todos y cada uno de los componentes de un proceso, así como los elementos que intervienen.

- El **proveedor** es quien suministra las entradas para la ejecución del proceso.
- Las **entradas** son los materiales, información o recursos con los cuales se ejecuta el proceso.
- **Proceso** es el conjunto de actividades y acciones de naturaleza semejante realizadas sobre las entradas con la finalidad de conseguir las salidas del proceso.
- Las **salidas** son los productos subproductos o servicios que son el resultado de la ejecución de los procesos.
- El **cliente** es quien recibe las salidas que se obtienen de los procesos.

• **Diagrama de dispersión**

Un diagrama de dispersión, o diagrama de puntos, es una representación gráfica de la relación entre dos variables.

• **Histograma**

El análisis de un histograma puede dar información acerca de las especificaciones, la forma de la distribución de frecuencia para la población, y sobre determinado problema de la calidad [11].

• **Cartas de control**

Se puede definir una carta de control como: un método gráfico para evaluar si un proceso está o no en un estado de control estadístico, es decir cuando sólo actúan causas comunes o aleatorias, inherentes a cualquier proceso (Armand V. Feigenbaum 1994).

Las cartas de control son herramientas utilizadas para analizar la variación existente en los procesos de producción con respecto a la calidad y conforme a los parámetros de rendimiento esperados.

De ese modo las cartas de control permiten identificar permanentemente las posibles causas de variación de las características esperadas de los procesos mediante un control estadístico. Es así que, cuando un proceso está fuera de control se debe a causas especiales o no esperadas, ya que las causas comunes o esperadas están contempladas en el desempeño del proceso, por lo que no originan que los procesos salgan de control estadístico.

Como lo muestra la Gráfica de la Fig.1, la carta consiste en una línea central (L.C.) y dos pares de líneas límites espaciadas por encima y por debajo de la línea central, que se denominan límite de control superior (L.C.S.) y límite de control inferior (L.C.I.).

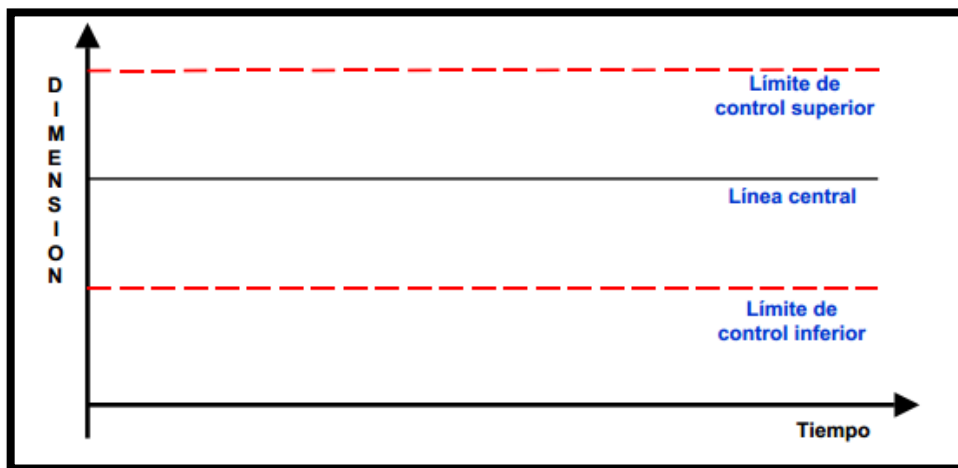


Fig. 1. Carta de control [14]

Estos se eligen de tal manera que los valores situados entre los límites puedan atribuirse al azar, mientras que los que caigan fuera puedan interpretarse como una carencia de control. Cuando un punto cae fuera de los límites de control, se le considera problemático; pero aún cuando caiga dentro de los límites de control, una tendencia o algún otro patrón sistemático puede servir para advertir que tal acción debe interpretarse a fin de evitar algún problema serio. Sin embargo no indica la razón o motivo por el cual un proceso está fuera de control.

Tipos de cartas de control:

Las cartas de control pueden ser por variables o por atributivos, según el tipo del que se trate se tiene un tipo de gráfico específico.

Cartas de control por variables

Desde el punto de vista del control de la calidad el término variable designa a las características medibles, generalmente mediante magnitudes físicas o en términos monetarios.

Cuando se lleva un registro sobre una medida real de una característica de calidad, tal como una dimensión expresada en milímetros, se dice que la calidad se expresa por variables y las cartas que se construyen se llaman cartas de control por variables.

Como ejemplos, se tienen las dimensiones, la dureza en unidades Rockwell, las temperaturas en grados Fahrenheit, la resistencia a la tensión en kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm^2).

Cartas de control por atributos

Cuando las características de la calidad no son medibles y presentan diferentes estados de tipo cualitativo como: conforme, no conforme, defectuoso, no defectuoso, entre otros; la aplicación de las cartas de control es del tipo por atributos.

Cuando se requiere que las características de calidad indiquen nada más que el artículo “se adapta a la norma”, es decir si no existe una medición continua que es crucial para el comportamiento del artículo, el registro se dice que es por atributos y la carta en este caso se llama carta de control por atributos [14].

A su vez existen cuatro tipos de cartas de control por atributos, según si se desea controlar los defectos o las unidades defectuosas y si los subgrupos que se escogen están conformados por muestras del mismo o de diferente tamaño.

Es así que se emplearán las cartas de control de proporción de unidades defectuosas p y las cartas que miden el número de defectos por unidad u .

Proporción de unidades defectuosas p

Esta carta de control por atributos determina las variaciones en la fracción o proporción de las unidades o artículos defectuosos por muestra o subgrupo, es decir permite evaluar el desempeño de una parte o de todo un proceso, tomando en cuenta la variabilidad para detectar las causas y cambios especiales que se producen. Esta carta se emplea cuando los subgrupos de muestra no son del mismo tamaño.

Número de defectos por unidad u

Esta carta sirve para analizar la variación del número promedio de defectos que existen por artículo o unidad cuando el tamaño de los subgrupos no es constante.

2.2.3 Six Sigma

“Six Sigma se ha considerado como una estrategia de negocio que emplea una metodología bien estructurada de mejora continua frente a la variabilidad del proceso y así controlar las fallas de los mismos con la aplicación de herramientas y técnicas estadísticas de manera rigurosa. Técnicamente Six Sigma significa 3,4 defectos por millón de oportunidades, donde Sigma es un término usado para representar la variación de la media de cualquier proceso [15]”.

Se pueden encontrar múltiples fuentes primarias que proveen los conceptos básicos y la metodología Six Sigma, sin embargo, en el mundo de los negocios Six Sigma se define como una “estrategia usada para mejorar las utilidades del negocio y mejorar la efectividad y eficiencia de todas las operaciones, con el propósito de lograr o exceder las necesidades o expectativas de los clientes [16].”

Six Sigma tiene el potencial de reducir la variabilidad de los procesos y productos usando una metodología de mejora continua (**DMAIC**) o un enfoque de diseño/rediseño, también conocido como diseño para Six Sigma (**DFSS**).

2.2.4 Metodología Six Sigma DMAIC

Está destinada a la reducción de errores en productos, siguiendo con las fases: “*Definir, Medir, Analizar, Implementar, Controlar*”, lo que genera un ciclo de mejoramiento

continuo [16].” El objetivo es hacer lo que la empresa ya tiene, pero que no está funcionando adecuadamente y hacerlo de manera eficiente y con rigor [15]. Para cada fase existen herramientas y pautas que se pueden seguir.

- **Definir**

“Primero se debe describir el problema en términos operativos que faciliten un análisis posterior. Recolectar información de antecedentes del proceso actual y las necesidades y requerimientos de clientes [17]”.

Mediante un *mapa de procesos* se concreta el ámbito del proyecto, qué actividades resultan implicadas y como se conectan entre sí, sin dejar de lado el compromiso de cada uno de los responsables.

Para tener un mejor apoyo al comienzo de la investigación, deben realizarse otro tipo de análisis gráficos que proporcionen elementos de juicio dentro de la fase de definición del proyecto, como los *diagramas de pareto*, válidos para resaltar qué procesos tienen más importancia dentro del problema.

También existe una ayuda en los *diagrama de Ishikawa* o *espina de pez*, que analiza los factores que afectan a un problema determinado. Como última ayuda se tienen los *diagramas de correlación*, que muestran la relación entre dos características de calidad de un proceso [18].

- **Medir**

“Esta etapa se concentra en cómo medir los procesos internos que tienen impacto en los defectos Críticos para la Calidad (CPC) [11].”Aquí se emplea gran cantidad de recursos debido a que de ella depende el éxito de los pasos posteriores. Se realiza un análisis profundo de los diagramas realizados en la etapa anterior con la ayuda de varios gráficos que permitan observar la dispersión que existen entre los datos obtenidos en relación a una media o referencia. Se puede emplear el uso de *histogramas*, los mismos que analizan los resultados de un proceso para todas las causas.

Otra ayuda es el *gráfico de simetría*, que analiza visualmente el grado de simetría de una variable. También se dispone habitualmente de los *diagramas de tendencias*, que analizan los procesos a través de la evolución del tiempo [18].

- **Analizar**

“Se concentra en por qué ocurren los defectos, errores o la variación excesiva. El pensamiento y análisis estadísticos tienen un papel vital en esta etapa [17].” Mediante reuniones de *brain-storming*, *herramientas estadísticas*, y sobre todo herramientas empleadas en las fases anteriores como los *diagramas de Pareto*, los de *Ishikawa*, *dispersión*, etc., son los que mejor representan nuestros resultados [19].

- **Mejorar**

Una vez que se entiende de raíz la causa de un problema, el analista o el equipo necesitan generar ideas para eliminarlo o resolverlo [17]. “En la etapa de mejoramiento se buscan soluciones, que serán implementadas para eliminar o reducir los problemas identificados durante la etapa de análisis [20].” Generalmente se utilizan herramientas de *gestión de procesos y métodos estadísticos* para convalidar las mejoras [19].

- **Controlar**

“El nuevo sistema implementado es monitoreado periódicamente y de presentarse cualquier variación, se realizan las acciones correctivas para asegurar que la productividad del mejoramiento sea sostenida [20].”

“La etapa de control se enfoca en cómo conservar las mejoras, las mismas que pueden incluir el establecimiento de nuevas normas y procedimientos, la capacitación del personal y la institución de controles para tener la seguridad de que las mismas no desaparecerán con el tiempo [17].”

2.2.5 Mejora continua del proceso.

La meta es lograr la perfección mejorando continuamente los procesos comerciales de producción. Claro está que la perfección es una meta difícil de alcanzar; sin embargo, debe tratarse de lograrla ininterrumpidamente.

Algunas formas para mejorar continuamente son:

- Considerar que todo el trabajo es un proceso, ya sea que se asocie con la producción o con actividades comerciales.
- Hacer que todos los procesos sean efectivos, eficientes y adaptables.
- Anticiparse a las necesidades cambiantes de los clientes.
- Controlar el desempeño en el proceso, adoptando medidas como reducción de desperdicios, del tiempo de ciclo, gráficas de control, etc.
- Mantener una insatisfacción constructiva con el grado de desempeño actual.
- Eliminar los desperdicios y reprocesamiento donde se presenten.
- Investigar que actividades no agregan valor al producto o servicio para tratar de eliminarlas.
- Eliminar las no conformidades en todas las fases del trabajo de cada persona, aun cuando la mejora sea pequeña.
- Aplicar benchmarking para incrementar la ventaja competitiva.
- Innovar para lograr grandes avances.
- Conservar los avances para que no haya regresión.
- Incorporar, en las actividades futuras, las lecciones aprendidas.
- Usar métodos técnicos, como por ejemplo control estadístico de proceso, diseño experimental, benchmarking, despliegue de la función de la calidad, etc [11].

2.2.6 Análisis de modo y efecto de falla.

El análisis de modo y efecto de falla (AMEF) es una técnica analítica (una prueba escrita) donde se combinan la tecnología y la experiencia de las personas para identificar modos de falla previsibles en un producto, servicio o proceso, y para planear su eliminación. En otras palabras este análisis de modo y efecto de falla se puede describir como un grupo de actividades que pretenden:

Reconocer y evaluar la falla potencial de un producto, servicio o proceso, y sus efectos.

Identificar acciones que puedan eliminar o reducir la probabilidad de que suceda la falla potencial.

Documentar el proceso.

El análisis de modo de falla y efecto es una acción “antes de que suceda” que requiere un esfuerzo de equipo para aliviar en la forma más fácil y menos costosa los cambios en el diseño y la producción.

Hay dos tipos de modo de falla y efecto: de diseño y de proceso [11].

Para el caso del presente estudio se empleará el análisis de modo y efecto de falla de proceso. Es así que, entendiendo como modo de falla a la manera en la cual una unidad de producción puede no cumplir con las características del requerimiento, el AMEF es una técnica que se emplea para detectar anticipadamente los posibles modos de falla y los potenciales efectos derivados, con la finalidad de establecer los controles necesarios para evitar su ocurrencia.

En el presente estudio el desarrollo de la matriz AMEF sirve de complemento para valoración del nivel de la calidad.

Para el diseño de un AMEF se sigue una metodología que parte de la utilización de una hoja de cálculo, en la que constan algunos elementos como:

Función o paso del proceso, que corresponde al proceso, unidad o producto a analizar.

Modo de falla potencial, es la manera en la que el proceso no cumple con la especificación.

Efecto potencial de la falla, manera en la que afectaría al cliente el modo de falla.

Severidad (SEV), es el nivel de la repercusión más serio que tendría la ocurrencia del potencial modo de falla identificado sobre un cliente de un producto, sobre una manufactura o sobre un ensamble.

Causa o mecanismo potencial de falla, son las fuentes que originan la variabilidad asociada con las variables de entrada del proceso, descrito en términos de algo que puede ser corregido o controlado.

Incidencia u Ocurrencia (OCU), es la frecuencia con la que se proyecta que se presente el modo de falla resultado de una causa o mecanismo específico.

Controles actuales, es la descripción de las actuales acciones tomadas para prevenir que ocurra el posible modo de falla o al menos para detectar el modo de falla una vez que ocurra e identificar las causas para ello.

Detección (DET), es la probabilidad de que se detecte el modo de falla potencial o sus causas antes de que ocurran.

Número de Prioridad del Riesgo (NPR), es el producto de las calificaciones individuales de Severidad, Ocurrencia y Detección.

Acciones recomendadas, son las medidas que se propone seguir para reducir la prioridad del riesgo global y la probabilidad de que el modo de falla ocurra. Obviamente para bajar el nivel de NPR, primeramente se requiere reducir la severidad, la ocurrencia y la detección. Las acciones apropiadas pueden incluir actividades como confirmación de incorporaciones en los procesos de ensamble/manufactura, establecimiento de planes de control e instrucciones de trabajo para las operaciones. Además no se puede pasar por alto la utilización de registros que sirven de respaldo de las acciones recomendadas

Acciones implementadas, son las medidas que han sido aplicadas como resultado de la adopción de las medidas recomendadas y que en función de la fidelidad de su aplicación permiten alcanzar en un menor o mayor grado los objetivos propuestos, los cuales se traducen en el cambio del nivel de la prioridad de riesgo. Estas acciones también deben ser registradas para servir como elementos de análisis de la gestión de la calidad.

2.2.7 Proceso productivo de calzado.

El proceso para fabricar calzado no ha variado significativamente a lo largo del tiempo, la elaboración se realiza con máquinas mecánicas y se trata de un proceso artesanal con participación muy reducida de maquinaria ya que la elaboración del producto se realiza básicamente a mano con técnicas rudimentarias. Aunque hay varios tipos de calzado,

como son el zapato deportivo, las sandalias, zapatillas, calzado de gamuza u otros; el proceso de fabricación es básicamente el mismo.

¿En qué consiste el proceso para fabricar calzado?

- **Almacenamiento de materiales**

La elaboración de calzado se inicia con la recepción de los insumos en la fábrica. Se tienen clasificados y ordenados el tipo de material, piel sintética, tintas, lacas, suelas, adhesivos.

- **Transporte al área de proceso**

Los materiales seleccionados se transportan al área de producción.

- **Corte de piezas**

Se realiza mediante la moldura de acuerdo con la medida que se requiera para dar forma a la piel, según el modelo diseñado en una actividad que pueda ser externa a la empresa.

- **Unión de piezas**

Se reúnen las piezas de un lote para su posterior elaboración. Cada zapato lleva de 7 a 12 piezas según el modelo.

- **Maquinado de corte**

Se requieren varios procesos:

Foliado: es la impresión en los forros de la clave, número de lote, modelo número de par tamaño o medida del tenis; para su rápida selección e identificación.

Grabado: impresión de la marca en la plantilla

Perforado: en algunos casos se lleva a cabo de acuerdo al diseño

Encasquillar: antes del montado, se pone el casquillo y contrahorte. El casquillo es lo que le da fuerza y forma a la puntera del zapato para darle mayor consistencia.

- **Montado**

Se selecciona la horma de acuerdo a la numeración para conformar, fijar la planta a base de clavos y cemento, esto se hace manualmente y se utiliza una máquina especial para presionar y que quede bien realizado y conformado el zapato. Se montan puntas y talones. Después se realiza el proceso de asentar que consiste en hacer que el corte asiente perfectamente en la horma.

- **Ensuelado por proceso de pegado tradicional**

Las suelas se compran hechas, primero se marca la suela, después se realiza el cardado, en la parte de la suela que se ha de pegar al corte en una máquina especial se hacen unas hendiduras para que el pegamento se impregne mejor y posteriormente se realiza pegado de suela. Para el pegado de la suela se incrementa la temperatura en una máquina especial que pega a presión a la suela durante 30 segundos, por último se desmonta la horma.

- **Acabado**

Se pegan las plantillas se pintan los cantos de suelas y forros, se realiza el lavado del corte y forros con jabón especial; se desmancha el zapato de residuos del proceso productivo.

- **Pigmentado**

Esto se realiza con el objeto de uniformizar el color, el tenis se retoca con laca para darle brillo, lo cual se realiza con cepillos giratorios.

- **Empaque**

Se imprime el número de modelo número del tenis y se guarda el producto en cajas de cartón.

- **Almacenamiento del producto terminado**

Una vez empacado se procede a clasificar los zapatos terminados en anaqueles, por estilo y número. Para la unión de la suela con el cuerpo del producto existen diferentes

procesos como el pegado y cosido. Para el pegado son de mayor uso los adhesivos de poliuretano ya que proporcionan una mayor durabilidad de unión de la suela en el calzado [21].

2.3 Propuesta de solución.

La aplicación de la metodología Seis Sigma para la medición y mejora de la calidad en la producción de calzado aportará de gran manera a cada uno de los miembros de la empresa Creaciones MABELIZ, debido a que por medio de los mismos adquirirán conocimientos para mejorar la calidad y los procesos de la confección del calzado.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Modalidad de investigación

El presente proyecto se basa en una investigación de tipo Aplicada la misma que se desarrolla en base a la investigación de campo, debido a que la recolección de la información se realizó dentro de las instalaciones de la empresa Creaciones MABELIZ, para así investigar y recabar la información que sirve de base para el desarrollo de la propuesta y aportar al cumplimiento del alcance de los objetivos planteados en la presente investigación.

Adicionalmente se aplica una investigación de tipo Bibliográfica - Documental para poder conocer y utilizar todo lo referente a la Metodología Seis Sigma (DMAIC).

3.2. Población y muestra

La población está conformada por todas las personas que laboran en la empresa Creaciones MABELIZ, tanto en las áreas administrativas (2) como operativas (6), que son los clientes internos del proyecto; así como también se considera a los clientes externos que son los usuarios de las botas y botines para damas, que a su vez se dividen mayoristas (20 mensual) y clientes directos finales (100 mensual).

3.3. Recolección de información

Se realizó mediante la utilización de fichas de observación, las mismas que fueron elaboradas de acuerdo a las necesidades planteadas en el transcurso de la investigación,

en las cuales se registró información como: condiciones de trabajo, área donde labora, tipo que trabajo que realiza, etc.

3.4. Procesamiento y análisis de datos

- Análisis de la situación actual de la empresa mediante la observación en las diferentes áreas de la empresa.
- Recolección de datos mediante la utilización de listas de observación, las mismas que proporcionarán datos claros y precisos del problema.
- Revisión de la información recolectada.
- Interpretación de los resultados, con apoyo del marco teórico.
- Conclusiones y recomendaciones.

3.5. Desarrollo del proyecto

- Descripción del proceso de producción.
- Desarrollo de diagramas de procesos.
- Determinación de la capacidad de proceso.
- Definición del proceso y variables críticas de calidad.
- Medición de los defectos a través de la metodología AMEF.
- Análisis de los resultados mediante herramientas como Diagramas de Pareto, Diagramas Ishikawa, etc.
- Generación de un plan de mejora continua.
- Control del proceso de producción mediante cartas de control.
- Elaboración del Informe Final.

CAPÍTULO IV

DESARROLLO DE LA PROPUESTA

4.1 Situación de creaciones MABELIZ

4.1.1 Creaciones MABELIZ

Creaciones MABELIZ es una microempresa perteneciente al sector del calzado, que se localiza en el barrio Santa Rosa del cantón Cevallos, en la provincia de Tungurahua, dedicada a la fabricación y distribución de botas y botines para damas, cuenta con una trayectoria aproximada de 15 años de servicio a la ciudadanía.

La empresa dispone de un logotipo para la identificación de sus productos, que lleva la frase Calzado MABELIZ “Comodidad para tus pies”, con lo cual se da a conocer en el mercado de la producción de calzado, como se muestra en la Fig.2.



Fig. 2. Logotipo de Creaciones MABELIZ

Debido al tamaño de la empresa, únicamente laboran ocho personas, que se distribuyen entre el área administrativa (2) y el área de producción (6), de acuerdo al siguiente organigrama:

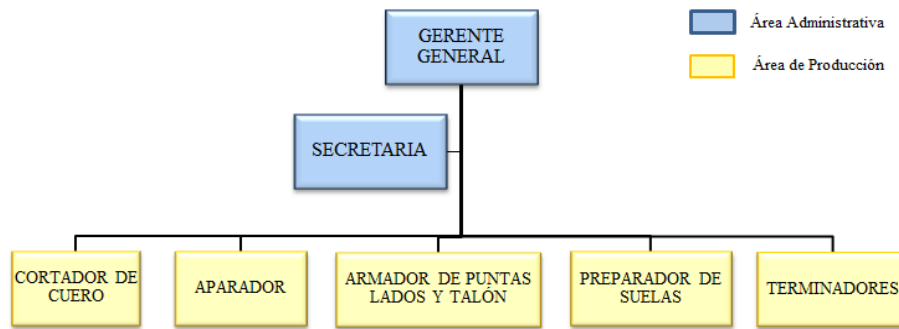


Fig. 3. Organigrama de Creaciones MABELIZ

Actualmente la capacidad media de producción de Creaciones MABELIZ es de 50 pares de zapatos al día, para lo cual se labora en una jornada de ocho horas diarias de lunes a viernes y los sábados a media jornada, que equivalen a 44 horas de trabajo por semana en condiciones regulares.

4.1.2 Productos ofertados

Creaciones MABELIZ produce calzado de vestir [22] específicamente botas y botines para damas en todas las tallas y en variados modelos. Los diseños por lo general obedecen a las tendencias de la moda y a la rentabilidad que se obtiene de cada uno de ellos; en este sentido la empresa no diseña los modelos de sus productos, sino que éstos son realizados por personal externo a la empresa conocidos como “modeladores”. Además es de resaltar que la comercialización de las botas y botines es realizada en todo el país al por mayor y menor. En la Fig.4 se muestran los modelos de botas que produce la empresa así como imágenes para cada caso.



Fig. 4. Modelos de botas y botines de Creaciones MABELIZ

 <p style="text-align: center;">B214</p>	 <p style="text-align: center;">BM 4</p>
 <p style="text-align: center;">BL 216</p>	 <p style="text-align: center;">BL 242</p>
 <p style="text-align: center;">B 135</p>	<p>CÓDIGOS DE DESIGNACIÓN</p> <p>B Bota o botín</p> <p>BL Bota larga</p> <p>0 a 99 zapatos</p> <p>100-199 botín (también llamado 3/4)</p> <p>200 en adelante bota.</p> <p>Ejm.</p> <p>BL 242: bota larga modelo 242</p>

Fig. 4. Modelos de botas y botines de Creaciones MABELIZ. Continuación

4.1.3 Descripción del proceso de producción

La fabricación de botas y botines en Creaciones MABELIZ requiere de una serie de operaciones y actividades tanto de carácter manual como la operación de maquinaria especializada para cada tarea, el trabajo va desde la recepción de las materias primas, la elaboración del calzado y termina con el almacenamiento de los productos terminados. A continuación se describe e ilustra cada una de las actividades:

- **Recepción y almacenamiento de materias primas y materiales**

Las materias primas a partir de las cuales se obtienen los productos de Creaciones MABELIZ son cuero de vaca [23] de los tipos napa, flor fina y cristal en diferentes colores tales como: negro, café, miel, baige, azul, hueso, turquesa, concho de vino, etc., forro textil con diferentes grabados, suelas de goma termoplástica y en ciertos casos se utilizan además tacos. Los accesorios pueden incluir hebillas, botones, etiquetas y otros.

El proceso productivo comienza con la recepción de materiales de acuerdo a las características y volúmenes establecidos, se vigila que no se encuentren dañados y que la calidad esté en conformidad con la solicitud realizada. Posteriormente se procede al almacenamiento en la bodega de materia prima, para lo cual se dispone de estantes independientes para cada tipo de material, como se muestra en las imágenes de la Fig.5:



Fig. 5. Almacenamiento de materia prima: cueros y suelas

- **Transporte a la sección de corte**

A continuación los materiales, cuero y forro son transportados en forma manual a la sección de corte.

- **Cortado del cuero y forro**

Previamente a realizarse el cortado, se inspeccionan visualmente los materiales que serán utilizados en el proceso, tanto el cuero como el forro. Entonces se procede a realizar el figureado, el marcado y el corte de acuerdo al modelo y a la numeración que se desea producir, para el efecto se utilizan una máquina troqueladora, una mesa de corte, modelos de latas y chavetas.

El número de piezas necesarias a obtener por cada zapato es de seis como media, es decir el par requiere de doce piezas, entre estas piezas constan la talonera, el cargador de hebilla, la caña, la correa y la capellada [24].

En el caso de la caña se considera que está conformada por dos piezas (pese a que es un solo cuerpo) por el hecho de tratarse de una pieza de grandes dimensiones y que está compuesta por dos contornos de forma similar y simétrica, como se muestra en la Fig.6:

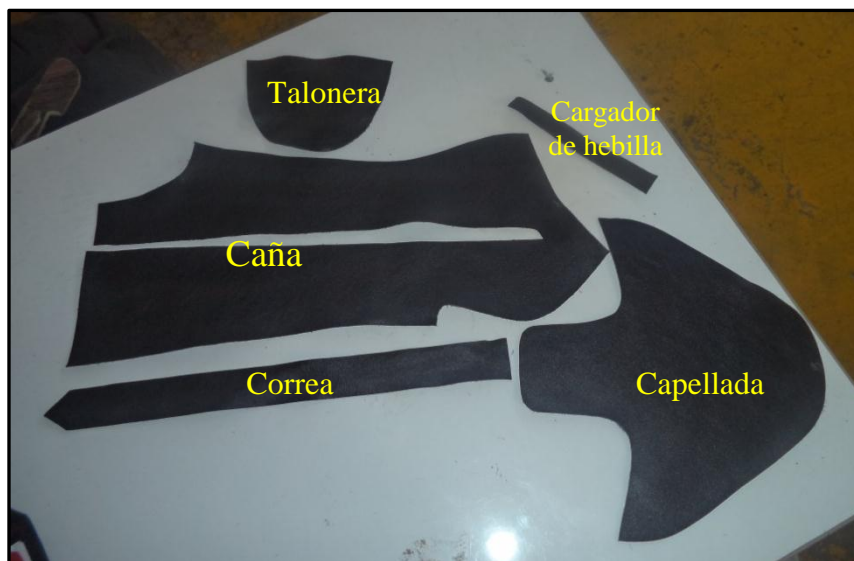


Fig. 6. Partes constitutivas del "corte de calzado" [24]

Para complementar la descripción acerca del proceso de cortado, las Fig.7 y 8 muestran las máquinas y el entorno de trabajo en el que se desarrollan las actividades correspondientes:



Fig. 7. Troqueladora para el cortado inicial del cuero



Fig. 8. Cortado manual de los detalles de las piezas de cuero

- **Transporte a la sección de desbastado**

Las piezas de cuero se transportan manualmente a la sección de desbastado.

- **Sección de desbastado**

El proceso de desbastado consiste específicamente en disminuir el grosor de las piezas de cuero y prepararlo para el doblado en los lugares requeridos, para el efecto se utiliza la máquina desbastadora o también conocida como destalladora, además de un esmeril y cuchillas. En la Fig.9 se presenta el sitio de trabajo correspondiente al proceso de desbastado.



Fig. 9. Operación de desbastado de las piezas de cuero

- **Transporte al área de aparado**

Se realiza el traslado manual a la sección de aparado.

- **Aparado**

Mediante la ayuda de una máquina de aparar se procede a unir todas las piezas de cuero que previamente ya estuvieron cortadas y desbastadas conjuntamente con los forros que van ubicados en la parte interna del zapato; esta unión comprende la realización de costuras simples o dobles, la ejecución de separaciones y la terminación de bordes. Existen ciertos aspectos que son ineludibles de ser considerados tales como: la elección de aguja e hilo con respecto al tipo de material y espesor del mismo, el tipo de costura tomando en cuenta de cantidad de puntadas por unidad de medida, entre otros.

En esta sección también se hace la colocación de hebillas, botones o cualquier otro accesorio que el modelo lo requiera. Es decir se emplean una serie de materiales y herramientas como: hilos, tijeras, martillo, perforadores, remachadora, cemento de contacto, brochas, compás, ojales, etc.

Es importante mencionar que la empresa Creaciones MABELIZ no tiene la capacidad de encargarse del aparado del 100% de las unidades a producir, su capacidad establecida en base a la maquinaria existente y el número de operarios (una persona) abastece únicamente el 25% de la demanda, razón por la cual se subcontrata el servicio de aparado en un volumen que representa el 75% de la producción total de la fábrica.



Fig. 10. Aparado de las piezas para unir las partes

Las piezas de cuero como la capellada, el talón, el refuerzo, el contrafuerte, la puntera, la plantilla y el forro textil una vez que se encuentran unidos conformando el cuerpo principal de las botas se denominan “corte” [24].



Fig. 11. Aparado de las piezas para unir las partes

- **Transporte a la sección de montaje:**

Posteriormente los cortes de calzado se transportan manualmente a la sección de montaje.

- **Montaje o armado de puntas, lados y talón**

Los cortes se acomodan en la horma, en la cual se centra y se colocan las plantillas, se desprende el excedente de plantilla, se acomoda y se fija el corte a la horma en la punta,

los lados y el talón. Es importante el cuidado al entallar la piel a la horma para que no queden pliegues o bolsas en la forma del zapato. Esta operación se realiza mediante utilización de la máquina armadora de puntas.



Fig. 12. Montaje de las puntas, los lados y el talón al corte

- **Transporte al área de pegado de suelas:**

El corte montado en la horma se transporta manualmente a la sección de pegado de suelas.

- **Pegado de suelas**

El zapato se raspa o se carda para que el pegamento que se le va a adherir se absorba de manera adecuada, seguidamente a las suelas se les aplica un líquido activador, que sirve para abrir los poros y a continuación también se le suministra el pegamento, se deja secar como mínimo 45 minutos, se introducen las partes a un horno de reactivación, para que una vez que están preparadas las dos superficies se proceda a unir las manualmente y después se prensa en la máquina prensadora boca de sapo.

A continuación en la Fig.13 se ilustra el desarrollo del proceso mediante las fotografías de las operaciones manuales y en la máquina prensadora:



Fig. 13. Aplicación del líquido activador a las suelas



Fig. 14. Fijación de la unión del corte y la suela en la máquina prensadora boca de sapo

- **Transporte de las botas a fijado de tacón**

Las botas se transportan manualmente a la sección de fijado de tacón.

- **Preparado y forrado de tacón**

El tacón seleccionado en altura, ancho, forma y estilo, se forra con la misma piel del zapato en elaboración, pegándole adecuadamente con el uso de cemento de contacto.

- **Transporte a la sección de fijado de tacón:**

El tacón ya preparado se traslada manualmente a la sección de fijado de tacón.

- **Fijado de tacón**

En esta sección se integra el tacón a la bota, para lo cual se emplea pegamento y se clavan (grapapas) las partes con la ayuda de la clavadora de tacos, obteniendo la forma del zapato de vestir de mujer.



Fig. 15. Fijación del tacón a la bota en la máquina clavadora de tacos

- **Transporte a la sección de acabado**

Las botas se transportan manualmente a la sección de terminado.

- **Acabado o terminado**

En este proceso se saca la horma del calzado, se aplica grasa manualmente y se obtiene brillo. Se realiza una inspección general y además se colocan las plantillas, las etiquetas con la numeración, detalles técnicos, códigos, etc.



Fig. 16. Colocación de las plantillas en las botas

- **Transporte a empaque y almacén**

El calzado se transporta manualmente al empaque final.

- **Empaque y almacén**

El calzado se empaca en cajas y se almacena en cartones, estantes y perchas para su distribución.



Fig. 17. Calzado colocado en los cartones correspondientes para pasar al perchado

4.1.4 Diagramas de operaciones

Para representar las operaciones en una forma secuencial y dando a conocer el tipo de actividades que corresponde para cada uno de los casos, se van a establecer los cursogramas sinóptico y analítico, basados en la utilización de simbología para la elaboración de diagramas de flujo. En la Tabla 1 se detalla la simbología a utilizarse:

Tabla 1. Simbología utilizada para la creación de diagramas de flujo según ASME [25].

SÍMBOLO	SIGNIFICADO	UTILIZACIÓN
○	OPERACIÓN	Indica las principales fases del proceso, método o procedimiento; corresponde a los procesos de transformación.
□	INSPECCIÓN	Indica que se verifica la calidad, las características y/o la cantidad de un producto o componente. Es parte de un examen de control para determinar la conformidad con una norma o estándar.
➔	TRANSPORTE	Da a conocer el movimiento de material, materia prima en transformación o componentes de un sitio a otro.
D	DEMORA	Indica estancamiento, demora o espera en el desarrollo de los hechos o procesos.
▽	ALMACENAMIENTO	Señala el depósito de un documento, información, componentes o productos dentro de un archivo o de un objeto cualquiera en un almacén.

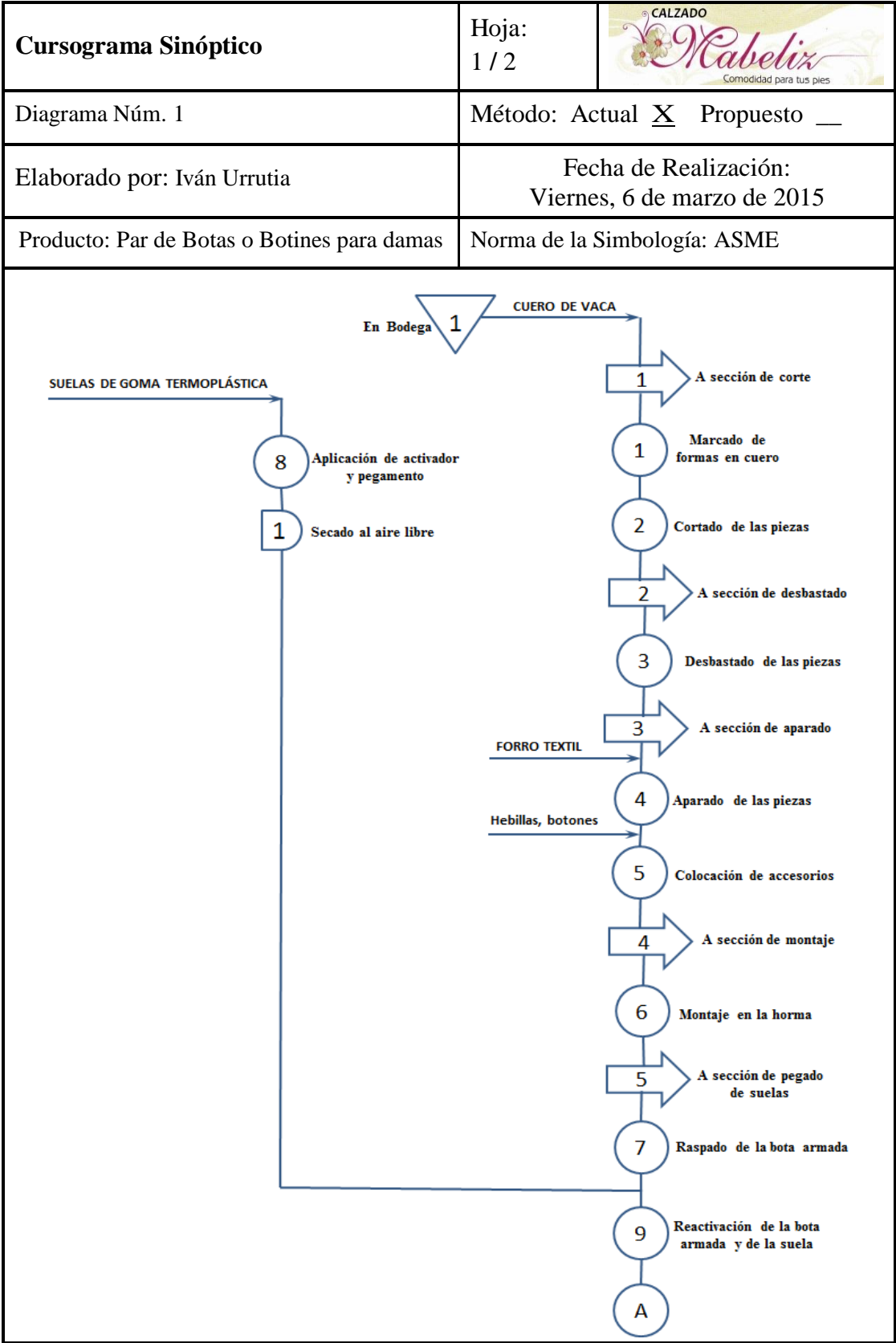


Fig. 18. Cursograma sinóptico del proceso de producción de botas y botines.

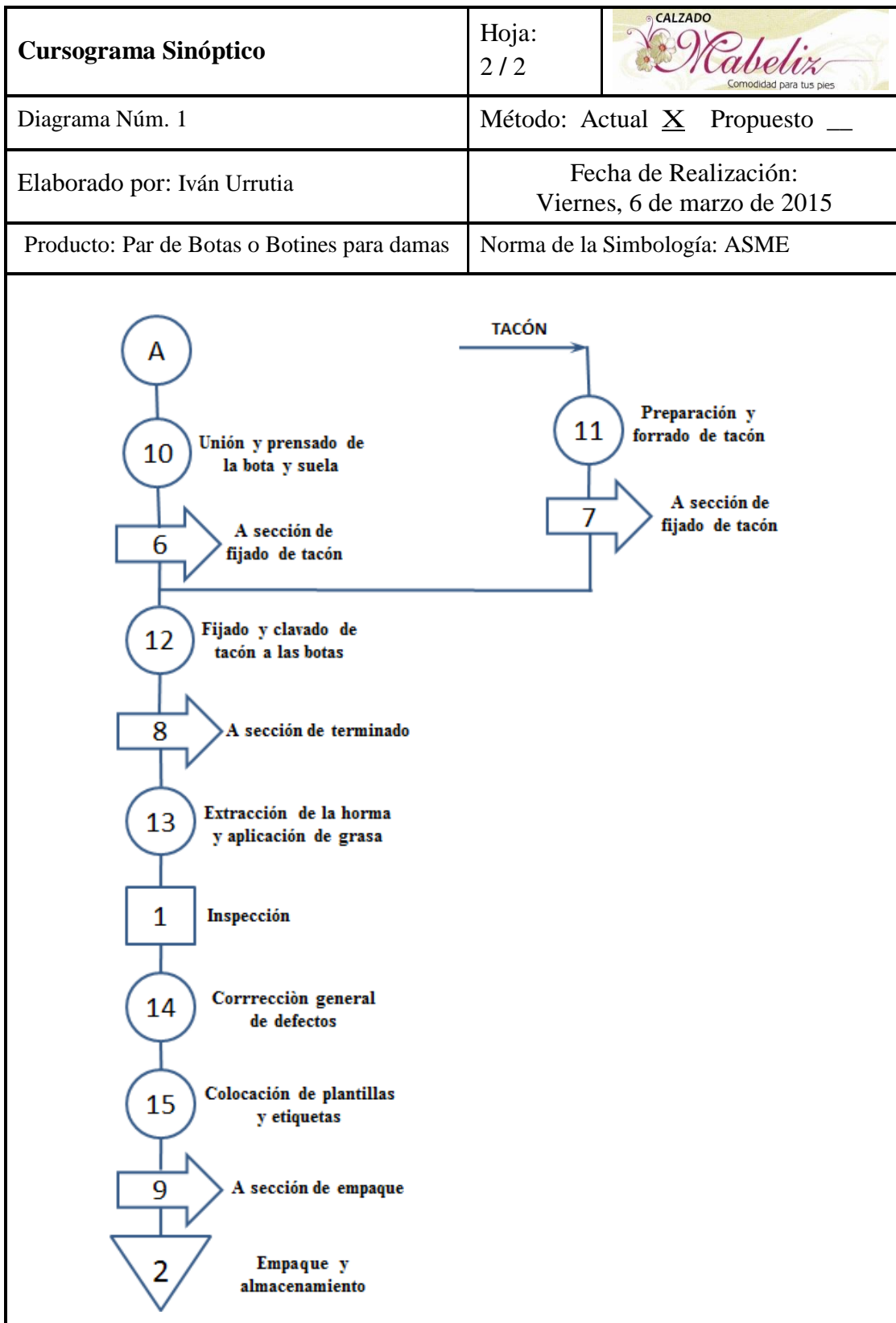


Fig. 18. Cursograma sinóptico del proceso de producción de botas y botines. Continuación

Cursograma Analítico del proceso de producción de botas y botines

Tabla 2. Diagrama de flujo de proceso de la producción de botines para damas.

Cursograma Analítico			Material							
Diagrama Núm. 2	Hoja: 1/2	Resumen								
Producto: Lote de Doce Pares de Botines para damas		Actividad				Actual				
Operaciones: Cortado, Desbastado, Aparado, Montaje										
Método Actual <input checked="" type="checkbox"/> Método Propuesto <input type="checkbox"/>		Operación	○				15			
Lugar: Planta de producción Creaciones MABELIZ		Transporte	⇒				9			
Operario(s): 6 Ficha Núm:		Inspeccion	□				1			
Elaborado por: Iván Urrutia		Demora	D				1			
Fecha: 9 de marzo de 2015		Almacenamiento	▽				2			
Aprobado por: Sr. Ernesto Paredes		Equipo medición:		Distancia (m): 30						
Fecha: 4 de mayo de 2015										
Descripción del Proceso	# Actividad	Cantidad	Distancia (m)	Símbolo					Observaciones	
				○	⇒	□	D	▽		
Cuero de vaca, forro textil y suelas de goma termoplástica en bodega de materia prima	1	-	-						●	-
Traslado a la sección de corte	1	-	12						●	A mano
Marcado de las formas en el cuero	1	-	-						●	Con modelos de lata
Cortado de las piezas	2	144	-						●	Con chavetas
Traslado a la sección de desbastado	2	144	4						●	A mano
Desbastado de las piezas	3	144	-						●	Con destalladora
Traslado a la sección de aparado	3	144	4						●	A mano
Aparado de las piezas del corte	4	24	-						●	Con máquina aparadora
Colocación de accesorios	5	24	-						●	A mano
Traslado a la sección de montaje	4	24	8						●	A mano
Montaje en la horma	6	24	-						●	Con armadora de puntas
Traslado a la sección de pegado de suelas	5	24	2						●	A mano
Raspado o cardado de la bota armada	7	24	-						●	Con motor de raspado

Tabla 2. Diagrama de flujo de proceso de la producción de botines para damas. Continuación

Cursograma Analítico			Material						
Diagrama Núm. 2		Hoja: 2/2	Resumen						
Producto: Lote de Doce Pares de Botines para damas			Actividad		Actual				
Operaciones: Pegado de suelas, Fijado de tacón, Acabado.			Operación		○	15			
Método Actual <input checked="" type="checkbox"/> Método Propuesto <input type="checkbox"/>			Transporte		⇒	9			
Lugar: Planta de producción Creaciones MABELIZ			Inspeccion		□	1			
Operario(s): 6		Ficha Núm:	Demora		D	1			
Elaborado por: Iván Urrutia			Almacenamiento		▽	2			
Fecha: 9 de marzo de 2015			Distancia (m): 30						
Aprobado por: Sr. Ernesto Paredes		Equipo medición:							
Fecha: 4 de mayo de 2015									
Descripción del Proceso	# Actividad	Cantidad	Distancia (m)	Símbolo					Observaciones
				○	⇒	□	D	▽	
Aplicación de activador y pegamento a las suelas	8	24	-	●					A mano
Secado	1	24	-					●	-
Reactivación de la bota armada y de la suela	9	24	-	●					En horno de reactivación
Unión y prensado de la bota y suela	10	24	-	●					Con prensadora boca de sapo.
Traslado de botas a la sección de fijado de tacón	6	24	2		●				A mano
Preparación y forrado de tacón	11	24	-	●					A mano
Traslado de tacón a la sección de fijado de tacón	7	24	20		●				A mano
Fijado y clavado de tacón a las botas	12	24	-	●					Con clavadora de tacos
Traslado de botas a la sección de terminado	8	24	8		●				A mano
Extracción de horma y aplicación de grasa	13	24	-	●					A mano
Inspección general de defectos	1	24	-					●	-
Corrección general de defectos	14	24	-	●					A mano/máq.
Colocación de plantillas y etiquetas	15	24	-	●					A mano
Traslado de botas a sección empaque	9	24	-		●				A mano
Empacado y almacenamiento	2	12	-					●	A mano
TOTAL	-	-	60	15	9	1	1	2	

Tabla 3. Diagrama de flujo de proceso de la producción de botas para damas.

Cursograma Analítico			Material						
Diagrama Núm. 3		Hoja: 1/2		Resumen					
Producto: Lote de Doce Pares de Botas para damas				Actividad		Actual			
Operaciones: Cortado, Desbastado, Aparado, Montaje				Operación		15			
Método Actual <u>X</u> Método Propuesto <u> </u>				Transporte		9			
Lugar: Planta de producción Creaciones MABELIZ				Inspeccion		1			
Operario(s): 6		Ficha Núm:		Demora		1			
Elaborado por: Iván Urrutia				Almacenamiento		2			
Fecha: 10 de marzo de 2015				Distancia (m): 30					
Aprobado por: Sr. Ernesto Paredes		Equipo medición:							
Fecha: 4 de mayo de 2015									
Descripción del Proceso	# Actividad	Cantidad	Distancia (m)	Símbolo					Observaciones
				○	⇒	□	D	▽	
Cuero de vaca, forro textil y suelas de goma termoplástica en bodega de materia prima	1	-	-						
Traslado a la sección de corte	1	-	12						A mano
Marcado de las formas en el cuero	1	-	-						Con modelos de lata
Cortado de las piezas	2	144	-						Con chavetas
Traslado a la sección de desbastado	2	144	4						A mano
Desbastado de las piezas	3	144	-						Con destalladora
Traslado a la sección de aparado	3	144	4						A mano
Aparado de las piezas del corte	4	24	-						Con máquina aparadora
Colocación de accesorios	5	24	-						A mano
Traslado a la sección de montaje	4	24	8						A mano
Montaje en la horma	6	24	-						Con armadora de puntas
Traslado a la sección de pegado de suelas	5	24	2						A mano
Raspado o cardado de la bota armada	7	24	-						Con motor de raspado

Tabla 3. Diagrama de flujo de proceso de la producción de botas para damas. Continuación

Cursograma Analítico			Material						
Diagrama Núm. 3		Hoja: 2/2	Resumen						
Producto: Lote de Doce Pares de Botas para damas			Actividad		Actual				
Operaciones: Pegado de suelas, Fijado de tacón, Acabado.									
Método Actual <input checked="" type="checkbox"/> Método Propuesto <input type="checkbox"/>			Operación	○	15				
Lugar: Planta de producción Creaciones MABELIZ			Transporte	⇒	9				
Operario(s): 6 Ficha Núm:			Inspeccion	□	1				
Elaborado por: Iván Urrutia			Demora	D	1				
Fecha: 10 de marzo de 2015			Almacenamiento	▽	2				
Aprobado por: Sr. Ernesto Paredes		Equipo medición:	Distancia (m): 30						
Fecha: 4 de mayo de 2015									
Descripción del Proceso	# Actividad	Cantidad	Distancia (m)	Símbolo					Observaciones
				○	⇒	□	D	▽	
Aplicación de activador y pegamento a las suelas	8	24	-	●					A mano
Secado	1	24	-					●	-
Reactivación de la bota armada y de la suela	9	24	-	●					En horno de reactivación
Unión y prensado de la bota y suela	10	24	-	●					Con prensadora boca de sapo.
Traslado de botas a la sección de fijado de tacón	6	24	2		●				A mano
Preparación y forrado de tacón	11	24	-	●					A mano
Traslado de tacón a la sección de fijado de tacón	7	24	20		●				A mano
Fijado y clavado de tacón a las botas	12	24	-	●					Con clavadora de tacos
Traslado de botas a la sección de terminado	8	24	8		●				A mano
Extracción de la horma y aplicación de grasa	13	24	-	●					A mano
Inspección general de defectos	1	24	-					●	-
Corrección general de defectos	14	24	-	●					A mano/máq.
Colocación de plantillas y etiquetas	15	24	-	●					A mano
Traslado de botas a sección empaque	9	24	-		●				A mano
Empacado y almacenamiento	2	12	-					●	A mano
TOTAL	-	-	60	15	9	1	1	2	

Notas:

Un lote de producción está conformado por una docena de pares de botas o botines.

* El tiempo empleado en la realización de las correcciones generales de los defectos depende de la tarea ser realizada, por ejemplo para la eliminación de las lacras se requiere realizar una operación denominada aplicación de la flor del cuero que demanda aproximadamente 30 minutos.

4.1.5 Problemas que se presentan en el proceso productivo

Para tener conocimiento de las dificultades que existen en la producción del calzado en Creaciones MABELIZ y de la gestión actual de la calidad se ha desarrollado una encuesta a los trabajadores de la misma y una entrevista a su Gerente Propietario, a partir de los resultados obtenidos se establecen los siguientes análisis e interpretaciones.

Encuesta

La encuesta consta de un cuestionario de siete preguntas de tipo cerrado, que fueron aplicadas a los seis trabajadores del área de producción de la empresa, conforme el formato indicado en el Anexo 1, cuyo objetivo es recabar información de carácter general acerca del desarrollo de las actividades para la fabricación de las botas y de la calidad de la producción.

Mientras tanto que en el Anexo 2 se desarrolla el análisis de cada una de las preguntas de la encuesta.

Interpretación de la encuesta

De acuerdo a la apreciación de los seis trabajadores del área de producción de Creaciones MABELIZ, actualmente se presentan problemas relacionados con la calidad de los productos, los defectos que son evidenciados se originan en todos y cada uno de los procesos, es por esa razón que comúnmente se requiere de la realización de reprocesos.

Las causas que provocan la presencia de fallas son varias, entre las cuales resaltan la distracción de los operarios durante la jornada de trabajo, la falta de estímulo a la ejecución de las tareas procurando un alto nivel de calidad, el bajo nivel de capacitación de los operarios, entre otros.

La empresa carece de supervisión especializada para las tareas a realizarse, es por eso que la documentación empleada en el proceso de producción consiste solamente en órdenes de trabajo y no se dispone de datos históricos que permitan evaluar el desempeño de la producción en aspectos como la calidad, el tiempo de ciclo, las paralizaciones, entre otros; por consiguiente las decisiones que se adoptan para mejorar la producción no obedecen a criterios técnicos objetivos, sino que se lo hace de forma empírica.

Los efectos derivados de la problemática existente fundamentalmente se centran en la insatisfacción de los clientes internos y externos, entendiéndose por internos a los trabajadores de la planta de producción que reciben unidades de procesos anteriores y los clientes externos son los comerciantes mayoristas del producto o los clientes directos finales del mismo.

En el caso de los clientes internos este panorama se evidencia en la presencia de reclamos por parte de los trabajadores como desacuerdo con el trabajo realizado por parte de sus compañeros antecesores.

Así mismo, entre las fortalezas del proceso de producción es de resaltar el hecho que las máquinas y equipos siempre están disponibles para trabajar, por lo que este aspecto regularmente no constituye motivo de preocupación.

Entrevista

La entrevista consta de preguntas de tipo abierto, formuladas al gerente propietario de Creaciones MABELIZ el Sr. Edgar Paredes, cuyo objeto es recolectar información específica en relación a la problemática existente en la fabricación de las botas para damas. El cuestionario correspondiente y las respuestas proporcionadas a cada una de las interrogantes se presentan en el Anexo 3 del presente trabajo.

Interpretación de la entrevista

Actualmente el proceso de producción del calzado en Creaciones MABELIZ enfrenta ciertos problemas, como lo es la falta de capacitación del personal para la ejecución de las tareas que les corresponden, desde el punto de vista del gerente esto se evidencia más en el aparato. Únicamente se trabajan con órdenes de trabajo para dar a conocer los modelos de calzado, las tallas, la prioridad de fabricación, entre otros aspectos importantes. Bajo ese contexto la capacidad de producción es de 50 pares de botas al día y no se tiene la posibilidad de incrementar dicho volumen.

La empresa no utiliza herramientas para el control de la calidad y peor aún aplica un modelo de gestión al respecto, es por eso que los controles de calidad son empíricos, no cuentan con registros y son efectuados por los propios trabajadores, especialmente se lo hace en el proceso de terminado; son consecuencias de ello la necesidad de realizar reprocesos, el retraso en la terminación de los pedidos y la obligación de ofrecer el servicio de garantía que consiste en realizar las reparaciones pertinentes en el calzado defectuoso del cliente. Al no disponerse de documentación es obvio que no se puede aplicar un plan de mejoramiento de la calidad que permita que la situación experimente mejoría.

Esta situación está repercutiendo en la insatisfacción de los clientes tanto internos como externos, que se manifiestan en los reclamos y la solicitud del servicio de garantía para reparación de las unidades defectuosas.

Se requiere aplicar una herramienta para el control de la calidad de la producción en Creaciones MABELIZ, sobre todo considerando el frecuente cambio de los diseños y modelos de las botas, que es un agente externo que obedece a las tendencias de la moda.

Observación

Asociado a la información recolectada y analizada en la encuesta y la entrevista, se requiere profundizar en aspectos que son de interés para dar una valoración acertada al tema de la calidad y la producción en general. Es por eso que se ha realizado una identificación de las fallas o defectos que se presentan en cada una de las etapas de la cadena productiva, información que se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 4. Defectos o modos de falla más comunes que se presentan en cada uno de los procesos.

OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN DE OPORTUNIDADES DE DEFECTO POR UNIDAD o MODOS DE FALLA
Cortado de cuero	Forma, lacras, textura
Desbastado	Ancho de desbaste, desbaste muy fino
Aparado	Piezas mal centrada, pegamento excesivo o escaso, mal doblez, forros mal cosidos, perforaciones no equidistantes, hebillas mal remachadas, ojales mal remachados, botones
Montaje o Armado de Puntas, lados y talón	Montaje del corte en horma incorrecta
Pegado de suelas	Bota y suela de diferente medida, pegamento excesivo
Fijado de tacón	Tacos mal clavados, tacos mal forrados
Acabado o Terminado	Presencia de lacras, goma excesiva
Empaque	Mal pareado en el cartón de almacenamiento

Cada una de las fallas que se existen tiene sus características particulares, se presentan en determinadas partes de las piezas o del calzado y son el resultado de actividades desarrolladas específicas para cada caso.

En la Tabla 5 se detallan los modos de falla mencionados anteriormente, adjuntando fotografías que evidencian las características particulares:

Tabla 5. Defectos o modos de falla más comunes que se presentan en cada uno de los procesos.


PROCESO	FALLAS	PARTE DE LA BOTA/BOTÍN	IMAGEN
Cortado	Forma	talonera cargador de hebillas caña correa capellada	

Tabla 5. Defectos o modos de falla más comunes que se presentan en cada uno de los procesos.

Continuación 1





PROCESO	FALLAS	PARTE DE LA BOTA/BOTÍN	IMAGEN
Cortado	Lacras	talonera cargador de hebilla caña correa capellada	
	Textura	talonera cargador de hebilla caña correa capellada	
Desbastado	Desbaste muy ancho	talonera cargador de hebilla caña correa capellada	
	Desbaste muy fino	talonera cargador de hebilla caña correa capellada	

Tabla 5. Defectos o modos de falla más comunes que se presentan en cada uno de los procesos.
Continuación 2

PROCESO	FALLAS	PARTE DE LA BOTA/BOTÍN	IMAGEN
Aparado	Piezas mal centradas	talonera cargador de hebilla caña correa capellada	
	Pegamento excesivo	talonera cargador de hebilla caña correa capellada	
	Mal dobléz	talonera cargador de hebilla caña correa capellada	
	Forros mal cosidos	talonera caña capellada	

Tabla 5. Defectos o modos de falla más comunes que se presentan en cada uno de los procesos.

Continuación 3

PROCESO	FALLAS	PARTE DE LA BOTA/BOTÍN	IMAGEN
Aparado	Perforaciones no equidistantes	cargador de hebilla caña correa	
	Hebillas mal remachadas	cargador de hebilla caña correa	
	Ojales mal remachados	cargador de hebilla caña correa	
	Botones mal remachados	Corte	

Tabla 5. Defectos o modos de falla más comunes que se presentan en cada uno de los procesos.
Continuación 4





PROCESO	FALLAS	PARTE DE LA BOTA/BOTÍN	IMAGEN
Montaje de puntas, lados y talón	Montaje de corte en horma incorrecta	Corte	
Pegado de suelas	Bota y suela de diferente medida	Bota suela	
	Pegamento excesivo	Bota suela	
Fijado de tacón	Tacos mal clavados	Bota tacos	

Tabla 5. Defectos o modos de falla más comunes que se presentan en cada uno de los procesos.
Continuación 5

PROCESO	FALLAS	PARTE DE LA BOTA/BOTÍN	IMAGEN
Fijado de tacón	Tacos mal forrados	Bota tacos	
Terminado	Lacras	Bota	
Terminado	Goma excesiva	Bota	
Empaque	Mal pareado en el cartón de empaque	Par de botas	

4.1.6 Evaluación técnica de la calidad actual en el proceso productivo

Para evaluar la calidad de los productos dentro del proceso de producción, se va utilizar un indicador que corresponde a la metodología Six Sigma, en este caso es el DPMO, que significa Defectos Por Millón de Oportunidades, que representa la medida de la eficiencia de un proceso con base en el conteo de defectos de un producto. Este indicador a su vez se compara con la escala valorativa del Seis Sigma para establecer el nivel de eficiencia de un proceso.

La fórmula empleada para el cálculo del DPMO [26] es la siguiente:

$$\text{DPMO} = \frac{1'000\,000 \times \text{Número de defectos}}{\text{Número de unidades} \times \text{Número de oportunidades por unidad}} \quad (1)$$

Donde:

Número de defectos, es la cantidad de elementos fuera de especificación (no conformidades) que existen en cierta cantidad de unidades de muestra, pudiendo ser más de una por cada unidad.

Número de unidades, es la cantidad de productos o el número de elementos totales de la muestra considerada.

Número de oportunidades por unidad, es la cantidad de defectos posibles dentro de una misma unidad o producto.

En la fórmula anterior si se elimina el valor de un millón, se mide el número de defectos por oportunidad **DPO**.

Gráfica de la distribución normal para el Six Sigma

El nivel sigma se establece a partir de la distribución normal o también conocida como distribución de Gauss, en la Fig.19 se observan los diferentes niveles y las regiones interiores de la curva, que representan las eficiencias de la calidad correspondientes para cada nivel. Se puede evidenciar que conforme aumenta el nivel de sigma también se

incrementa la región y consecuentemente se elevará la eficiencia. En la siguiente figura se muestra la curva de la función de densidad de probabilidad de la distribución normal, en cuyo caso se considera que la curva está centrada, lo que en la realidad ocurre con muy poca frecuencia.

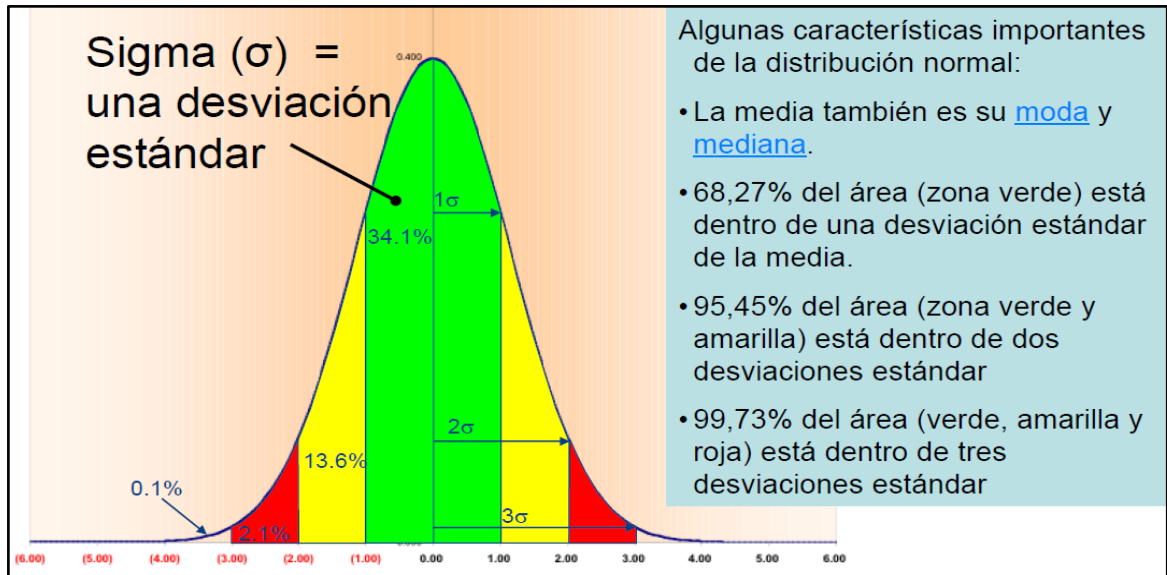


Fig. 19. Distribución normal e identificación de los niveles Sigma[27].

A su vez la eficiencia se interpreta como la probabilidad de no ocurrencia de defectos o fallas en la producción si el número de defectos por oportunidad DPO es igual a 100. Es decir que la eficiencia mide el cumplimiento o conformidad de un componente, subproducto o producto de acuerdo a los requerimientos de calidad. En la siguiente tabla se presentan los valores de eficiencia para los principales niveles de sigma, que se establecen considerando que el proceso está descentrado o desplazado $\pm 1,5\sigma$, que es el valor estimado por la filosofía Six Sigma:

Tabla 6. Niveles sigma y eficiencia de la calidad [27].

NIVEL SIGMA σ	DPMO	EFICIENCIA %
1	690 000	31
2	308 538	69
3	66 807	93,3
4	6 210	99,38
5	233	99,977
6	3,4	99,99966

Para la evaluación de los defectos por millón de oportunidades, los niveles sigma y la eficiencia de la producción en Creaciones MABELIZ se ha desarrollado un estudio estadístico basado en un muestreo de unidades de producción en el mes de marzo de 2015. El cual consiste en contabilizar las unidades defectuosas (que presentan fallas conforme a los tipos identificados en la Tabla 5) para cada uno de los procesos de producción de botas y botines en la mencionada empresa. Para cada proceso el número de unidades puede diferir porque por ejemplo en el cortado cada unidad representa las piezas que se obtienen, en tanto que en el terminado las unidades son los pares de botas.

Primero se va detallar la cantidad de producción que forma parte de toda la población (no se tomó una muestra), la misma que básicamente corresponde a la producción total del mes, salvo que no se toma en cuenta cierto nivel de excedente que se fabricó pero que sale de la media de producción regular. Para una información más detallada se presenta la siguiente tabla:

Tabla 7. Detalle del muestreo para la identificación y cuantificación de los defectos.

MUESTREO REALIZADO PARA EL ESTUDIO DE LA CALIDAD				
SEMANA		OPERACIÓN	NÚMERO DE UNIDADES DE PRODUCCIÓN	OBSERVACIONES
No.	Fecha			
1	2-7	Cortado y Desbastado	3300 piezas	Las unidades corresponden a talonera, cargador de hebilla, caña (2), correa y capellada
		Aparado Montaje Pegado de suelas Fijado de tacón	550 cortes	Las unidades corresponden a los cortes y botas individuales
		Terminado Empaque	275 pares de calzado	Las unidades corresponden a los pares de botas
2	9-14	Cortado y Desbastado	3300 piezas	Las unidades corresponden a talonera, cargador de hebilla, caña (2), correa y capellada
		Aparado Montaje Pegado de suelas Fijado de tacón	550 cortes	Las unidades corresponden a los cortes y botas individuales
		Terminado Empaque	275 pares de calzado	Las unidades corresponden a los pares de botas

Tabla 7. Detalle del muestreo para la identificación y cuantificación de los defectos. Continuación

MUESTREO REALIZADO PARA EL ESTUDIO DE LA CALIDAD				
SEMANA		SEMANA	NÚMERO DE UNIDADES DE PRODUCCIÓN	OBSERVACIONES
No.	Fecha			
3	16-21	Cortado y Desbastado	3300 piezas	Las unidades corresponden a talonera, cargador de hebilla, caña (2), correa y capellada
		Aparado Montaje Pegado de suelas Fijado de tacón	550 cortes	Las unidades corresponden a los cortes y botas individuales
		Terminado Empaque	275 pares de calzado	Las unidades corresponden a los pares de botas
4	23-28	Cortado y Desbastado	3300 piezas	Las unidades corresponden a talonera, cargador de hebilla, caña (2), correa y capellada
		Aparado Montaje Pegado de suelas Fijado de tacón	550 cortes	Las unidades corresponden a los cortes y botas individuales
		Terminado Empaque	275 pares de calzado	Las unidades corresponden a los pares de botas

Nota. Los defectos contabilizados en todo el mes y por cada proceso se muestran en la tabla 8 conjuntamente con los valores calculados de DPMO, Six Sigma, Eficiencia, etc.

La muestra consideró los siete modelos de botas y botines de la Fig.4 que corresponden a los realizados en el período de estudio.

El detalle de la evaluación del nivel de calidad en base al DPMO para cada operación de la fabricación de las botas en Creaciones MABELIZ se presenta en la tabla que se muestra a continuación:

Tabla 8. DPMO por cada operación en la producción de botas y botines en Creaciones MABELIZ.

PROCESO	NÚMERO DE UNIDADES	NÚMERO DE DEFECTOS	NÚMERO DE OPORTUNIDADES POR UNIDAD	OPORTUNIDADES TOTALES	DPMO	NIVEL SIGMA σ	EFICIENCIA %	DESCRIPCIÓN DE OPORTUNIDADES DE DEFECTO POR UNIDAD (Modos de Falla)
Cortado de cuero	13200	1634	3	39600	41262,63	3,24	95,87	Forma, lacras, textura
Desbastado	13200	1115	2	26400	42234,85	3,23	95,78	Ancho de desbaste, desbaste muy fino
Aparado	2200	1584	8	17600	90000,00	2,84	91,00	Piezas mal centrada, pegamento excesivo o escaso, mal dobléz, forros mal cosidos, perforaciones no equidistantes, hebillas mal remachadas, ojales mal remachados, botones
Montaje o Armado de Puntas, lados y talón	2200	117	1	2200	53181,82	3,11	94,68	Montaje del corte en horma incorrecta
Pegado de suelas	2200	364	2	4400	82727,27	2,89	91,73	Bota y suela de diferente medida, pegamento excesivo
Fijado de tacón	2200	46	2	4400	10454,55	3,81	98,95	Tacos mal clavados, tacos mal forrados
Acabado o Terminado	1100	148	4	4400	33636,36	3,33	96,64	Presencia de lacras, goma excesiva
Empaque	1100	20	1	1100	18181,82	3,59	98,18	Mal pareado en el cartón de almacenamiento
TOTAL	37400	5028	2,875	100100	46761,22	3,18 σ	95,32	-

Nota: El estudio se realizó durante todo el mes de Marzo de 2015.

En la Tabla 8 se observa que los niveles de sigma alcanzados en cada uno de los procesos oscilan entre 2,84 σ y 3,81 σ , que corresponden a una eficiencia que fluctúa entre el 91% y el 99%, respectivamente. Mientras que para todo el proceso se alcanza un nivel sigma de 3,18 σ y una eficiencia global de 95,32%. Estos resultados reflejan que a pesar de que el nivel de la calidad no es bajo, sin embargo se puede mejorar.

A continuación se presenta la curva de la distribución six sigma general para todo el proceso de producción de botas y botines con la eficiencia global del proceso, y además se detallan los valores críticos de la producción.

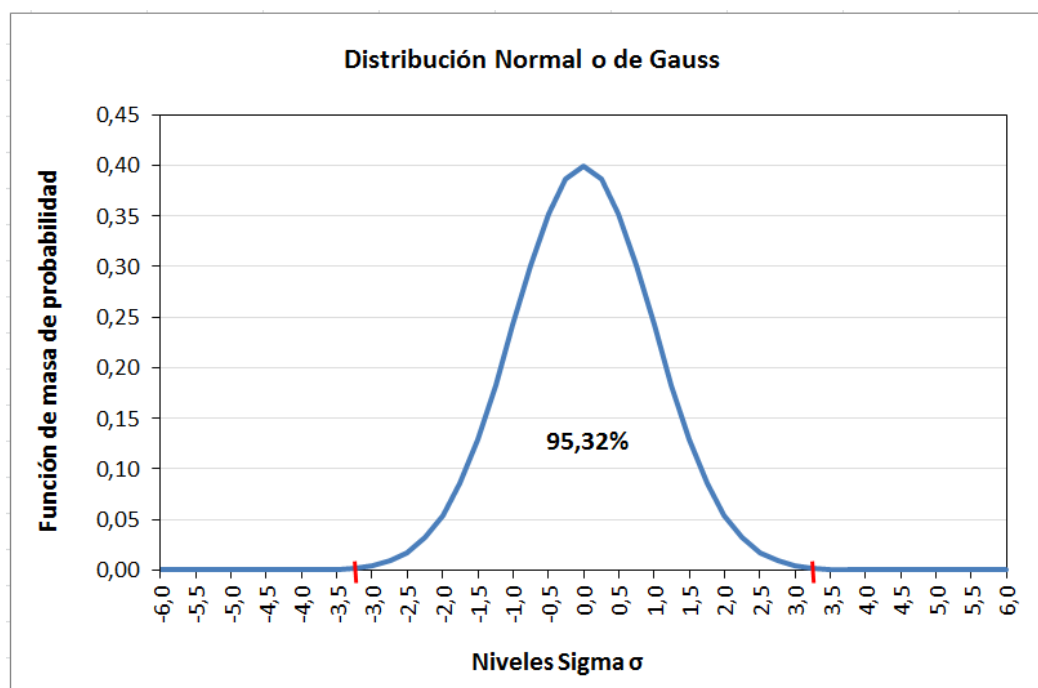


Fig. 20. Distribución normal e identificación del nivel Sigma para la producción de botas y botines en Creaciones MABELIZ

Tabla 9. Niveles Sigma y Eficiencia de la calidad.

DETALLE	PROCESO	NIVEL SIGMA σ	DPMO	EFICIENCIA %
Valor mínimo	Aparado	2,84 σ	90000	91,00
Valor general	Todos los procesos	3,18 σ^*	46761	95,32
Valor máximo	Fijado de tacón	3,81 σ	10454	98,95

* Este valor es el nivel sigma de la producción de botas en Creaciones MABELIZ.

4.2 Marco Teórico

4.2.1 Six Sigma

Six Sigma es una metodología que tiene por objeto la mejora de los procesos a través de la reducción de la variabilidad de la calidad, lo cual se traduce en la reducción de los defectos o fallos en los productos o servicios que generan las organizaciones para satisfacer las necesidades de los clientes. Es decir que pretende contribuir significativamente en mantener un valor elevado de la calidad minimizando la desviación respecto de la perfección.

La metodología Six Sigma se fundamenta en la medición objetiva de la calidad, para lo cual controla la capacidad del proceso en términos cuantificables a través de un control estadístico de proceso. En este sentido Six Sigma estadísticamente hablando se basa en la curva de la distribución normal o distribución de Gauss, que es una de las distribuciones de probabilidad que con más frecuencia aparece aproximada en fenómenos reales. Se denomina Sigma σ (letra del alfabeto griego) porque representa la distribución o dispersión alrededor de la media de cualquier proceso.

La meta de Six Sigma es llegar a admitir un máximo de 3,4 defectos por millón de oportunidades (DPMO) que corresponde a un nivel seis sigma, entendiendo por defecto cualquier no conformidad o incumplimiento de un producto o servicio con los parámetros de calidad de acuerdo a los requerimientos del cliente.

El principio de la metodología Six Sigma es que si se puede medir cuantos defectos se presentan en el proceso también será factible disminuirlos hasta acercarse a los cero defectos. En ese sentido la toma de decisiones se fundamenta en información a través de datos y consiste en la aplicación de una metodología estructurada que parte de la identificación de las causas o raíz del problema, continua con la elaboración de una serie de pasos para el control de la calidad y optimización de los procesos industriales, hasta permitir alcanzar las mejoras esperadas que básicamente consisten en la disminución de la variabilidad de los productos y servicios [28].

Esta metodología sigue un enfoque de implementación estructurado con base en un ciclo denominado DMAIC, aunque también existen otros enfoques como DFSS, DMADOV y PDCA-SDVA.

De entre los mencionados el de mayor aplicación es el DMAIC, que comprende cinco etapas o fases: Definir (Define), Medir (Measure), Analizar (Analyze), Mejorar (Improve) y Controlar (Control), de allí las siglas de su nombre.

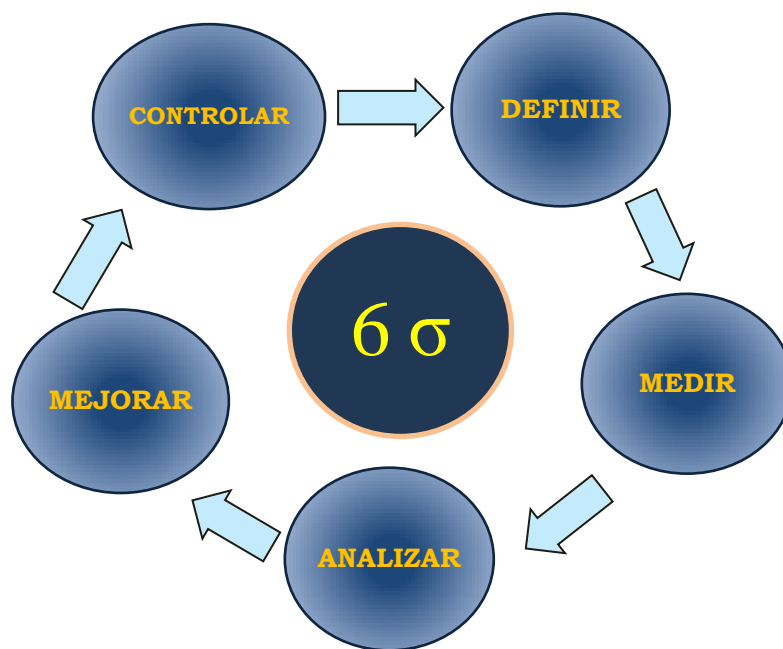


Fig. 21. Ciclo de la metodología Six Sigma a través de la herramienta DMAIC

En cada una de las fases o etapas se emplean herramientas de calidad y técnicas estadísticas para avanzar en el proyecto sustentando las acciones en hechos y datos muestreados, medidos y analizados.

4.2.2 Definir

Esta fase tiene como propósito identificar el problema a resolver y la oportunidad de mejora, mediante estratificación tomando en cuenta aspectos como el alcance e impacto del proyecto, la detección de los clientes, sus necesidades y expectativas, las metas y objetivos que se deben cumplir, los pasos del proceso, las funciones y responsabilidades del personal y en general los beneficios esperados de la aplicación de la metodología

Seis Sigma, para finalmente definir los requerimientos CTQ's (Crítico para la calidad) y entender los procesos importantes involucrados.

Bajo la consideración de estos parámetros la fase de definición se aplica a través de una secuencia de varios pasos que se ilustran en la siguiente figura:

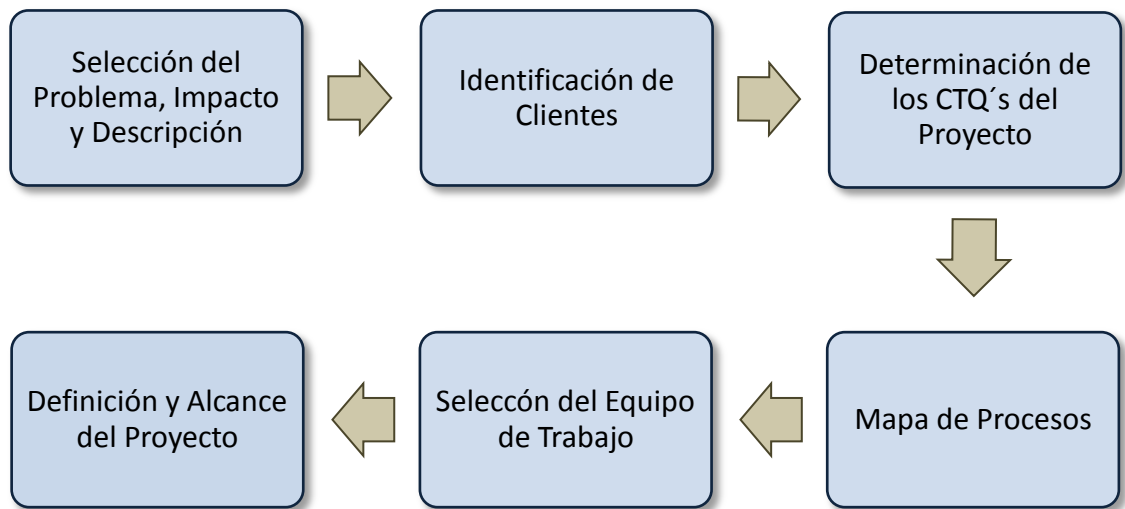


Fig. 22. Pasos de la fase de definición como parte de la herramienta DMAIC

4.2.3 Medir

Esta fase se enfoca en seleccionar las características que serán medidas, al mismo tiempo que define como se realizará la medición y la forma de recolección de la información y los datos, cuyo propósito final es medir el desempeño del proceso que se desea mejorar.

La medición procura asegurar que los datos que tienen relación con los requerimientos del cliente y con el desempeño del proceso sean precisos, claros y confiables. En el desarrollo de la medición se recolectará información de varias fuentes para establecer el tiempo de ciclo, los tipos de defectos, como se ajusta el proceso a las necesidades de los clientes, entre otros aspectos de interés.

Los pasos para la realización de la fase de medición son los que se indican en el siguiente esquema:

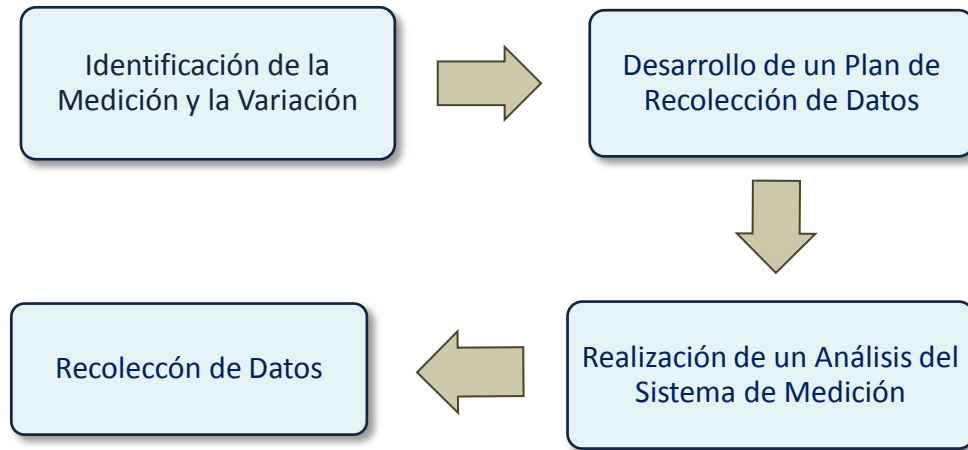


Fig. 23. Pasos de la fase de medición como parte de la herramienta DMAIC

De entre los pasos mencionados el que demanda mayor grado de complejidad es el segundo, que se refiere al establecimiento del plan de recolección de datos, porque contempla la consideración de herramientas estadísticas de tipo descriptivo e inferencial para definir el muestreo para la obtención de los datos.

4.2.4 Analizar

Esta fase, como su nombre lo indica, consiste en el análisis o examinación de la información y datos recolectados en la fase de medición, con el objeto de determinar las relaciones causales o causas raíz de los defectos a través de la aplicación de herramientas estadísticas, así como identificar las oportunidades de mejora.

La realización del análisis proporciona evidencias de las fuentes de variación y desempeño insatisfactorio para establecer una capacidad básica de desempeño del proceso bajo estudio, además sirve de punto de comparación de las mejoras aplicadas para conocer cuánto se reduce la brecha entre el desempeño actual y el objetivo deseado, consecuentemente se establece que contribuye favorablemente a la mejora del proceso.

La capacidad de desempeño se expresa a través del nivel Sigma, que permite que el equipo de trabajo del proyecto seleccione las herramientas de análisis gráfico y las aplique a los datos recolectados en la medición. Esta fase concluye una vez que el

equipo de trabajo es capaz de enfocarse en las mejoras que se desarrollarán en la siguiente fase. Los pasos para la realización de la fase de Análisis se presentan en la siguiente figura:

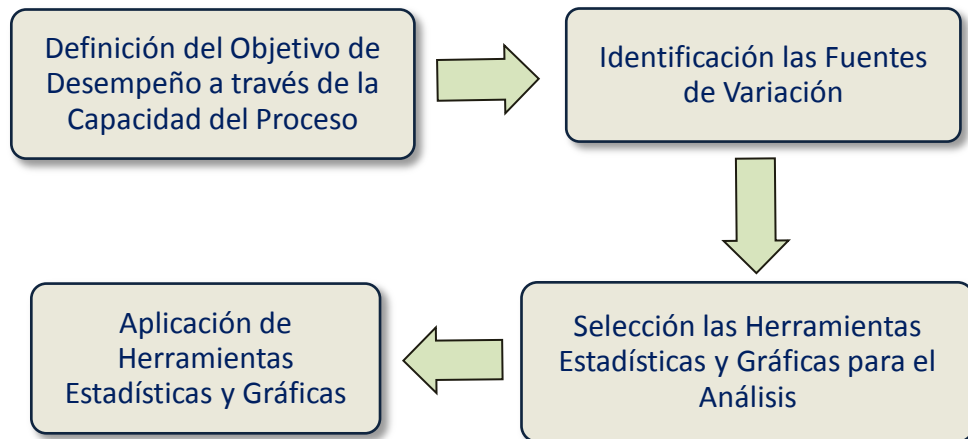


Fig. 24. Pasos de la fase de análisis como parte de la herramienta DMAIC

Las herramientas estadísticas que se pueden aplicar como parte de la realización de la fase de análisis son diversas, entre las cuales se pueden mencionar: el análisis de regresión, análisis de varianza, la prueba de hipótesis, entre otros. De igual manera también se pueden emplear herramientas de análisis de la calidad tales como: análisis de modo y efecto de falla AMEF, diagramas de Ishikawa (causa-efecto), histogramas, diagramas de Pareto, diagramas de dispersión, etc.

4.2.5 Mejorar

Una vez que se ha realizado la fase de análisis, el equipo de trabajo debe haber identificado las características de desempeño del producto que deben ser mejoradas y los factores o fuentes que provocan las variaciones del proceso. A partir de esa situación la fase de mejora se orienta a diseñar, ensayar e implementar soluciones a la problemática existente, atacando a las raíces que la provocan para llevar los resultados hacia las expectativas del cliente.

El propósito fundamental de la fase de mejora es generar ideas sobre las posibles maneras de mejorar el proceso, diseñar, hacer pruebas e implementar las acciones

necesarias y respaldar tales acciones. Una vez que se termine con la fase de mejora el equipo de trabajo debe haber identificado claramente las alternativas de solución, implementado las mejoras con su respectivo respaldo y se estará en capacidad de pasar a la fase de control.

Los pasos para la consecución de la fase de mejora son los que se citan a continuación:

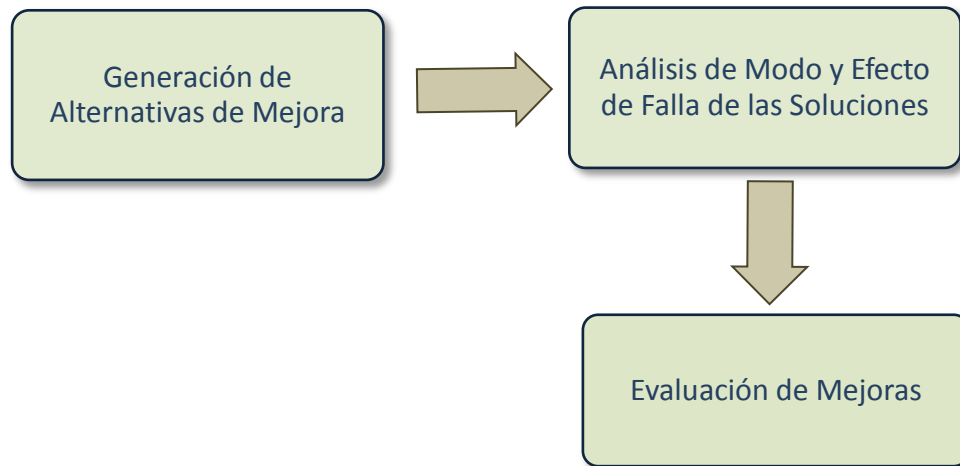


Fig. 25. Pasos de la fase de mejora como parte de la herramienta DMAIC

Las herramientas que se pueden utilizar para la realización de la fase de la mejora son entre otras: lluvia de ideas, prueba de errores, matriz de decisión, diagramas de verificación, diagramas de dispersión, etc.

4.2.6 Controlar

Esta fase tiene por objeto asegurar que el proceso se mantendrá conforme a los requerimientos de las implementaciones realizadas, considerando las respectivas actualizaciones que se hagan a través del tiempo y la documentación para monitorear el desempeño en marcha. Es decir que el control pretende evitar que las soluciones sean solo temporales, brindando solidez al proyecto a lo largo del tiempo. Mediante el desarrollo de esta fase se puede identificar las actividades o procesos que están fuera de control para tomar acciones inmediatas en procura de corregirlos.

La fase de control termina cuando se actualiza el procedimiento estándar de operación y se entrena convenientemente a los operadores del proceso.

A continuación se esquematizan los pasos a seguir para la implementación de esta fase:

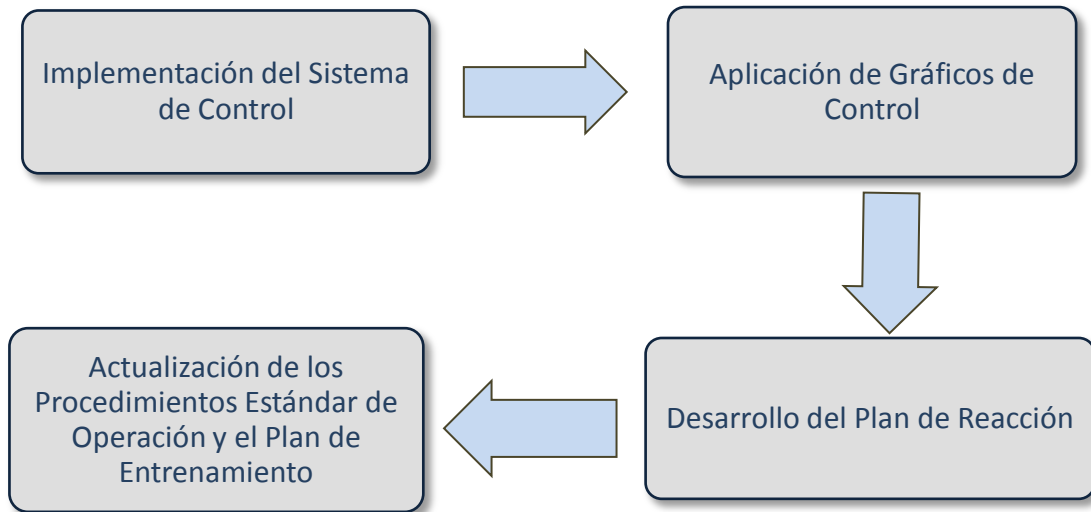


Fig. 26. Pasos de la fase de control como parte de la herramienta DMAIC

Para que la fase de control sea exitosa el dueño del proceso debe comprender las expectativas del cliente acerca del desempeño del proceso y producto, debe saber cómo medir y monitorear las Xs para asegurar el desempeño de las Y, además de estar en capacidad de conocer las medidas correctivas a llevar a cabo si el proceso se ha salido de control.

4.3 Aplicación de la metodología Six Sigma para la mejora de la calidad en la producción de calzado en Creaciones MABELIZ

4.3.1 Introducción

La situación actual de la producción de botas y botines en Creaciones MABELIZ refleja que desde el punto de vista de la calidad se presentan problemas vinculados a la existencia de fallas en la producción, esto se evidencia en la gran diversidad de defectos que pueden presentarse (ver Tabla 5). A esto se suma el hecho que la corrección de los defectos puede implicar la realización de tareas que demanden de un considerable tiempo de ejecución, por consiguiente se incrementa el tiempo de ciclo de producción de los lotes de docenas de botas y botines, lo que repercute en que para cumplimiento de la producción requerida se tenga que extender la jornada laboral regular.

Otro inconveniente que se presume que debe estar asociado a la existencia de defectos de los productos es la insatisfacción del cliente en caso de que reciba un producto defectuoso, lo cual es posible considerando que el único control de calidad efectuado en la producción tienen lugar durante el terminado y que eventualmente puede ocurrir que una cantidad de unidades no sea filtrada como defectuosa y sea enviada para comercialización. La medición técnica de la actual satisfacción del cliente en cuanto a las botas y botines que recibe de Creaciones MABELIZ no ha sido evaluada, solamente se tiene evidencias de reclamos, sin embargo este aspecto debe ser considerado y valorado para su aplicación como parte de la implementación de la metodología Six Sigma.

Adicionalmente es importante señalar que en las condiciones actuales, no se cuenta con documentación ni mucho menos con técnicas para la medición del rendimiento de los procesos, referente o vinculado al tema de la calidad, por lo que se deduce que es imprescindible diseñar herramientas para que sean aplicadas con la finalidad de evaluar permanentemente el desempeño de la producción y de todos los recursos asociados con la misma.

4.3.2 Antecedentes

Bajo las condiciones señaladas y con el propósito de mejorar las condiciones de desempeño actual de los procesos, que limitan el poder alcanzar niveles de calidad de la producción que sean lo suficientemente satisfactorios como para minimizar la presencia de defectos en los procesos de transformación de la materia prima hasta llegar al producto terminado, se requiere implementar acciones orientadas a cambiar la situación actual y una opción potencialmente apropiada para conseguirlo es la aplicación de la Metodología Six Sigma, ya que este tipo de herramienta está enfocada en lograr la disminución de la variación de los niveles de calidad en cuanto sea posible, siendo además importante porque establece técnicas y medios para tener un control activo de todos los elementos de interés, de modo de poder actuar en la raíz que origina los problemas para evitar que éstos sigan teniendo incidencia negativa en la producción.

La aplicación de la metodología Six Sigma tiene su importancia por las razones antes expuestas y los beneficiarios directos de su posterior implementación serán todos los

trabajadores de Creaciones MABELIZ, porque podrán contar con las herramientas que posibiliten efectuar sus tareas de un modo más eficiente, al tiempo que se ahorrará el tiempo de producción, lo que puede permitir que el volumen global de producción se incremente utilizando los mismos recursos actualmente existentes. Además se beneficiarán los clientes de la empresa, porque podrán tener una mayor certeza de que las botas y botines que desean adquirir cuentan con estándares de producción que aseguran el cumplimiento cabal de las especificaciones técnicas pertinentes.

La aplicación de la metodología Six Sigma en la producción de botas y botines en Creaciones MABELIZ es factible desde el punto de vista técnico porque se puede tener acceso a las fuentes de información referentes a la parte teórica y las técnicas son de dominio universal, sin pasar por alto el hecho de contar con el respaldo de la gerencia de la empresa en cuanto a las facilidades para la obtención de información en el lugar de los hechos. En este punto también es adecuado mencionar que también se dispone de datos obtenidos del estudio preliminar realizado para identificar los defectos que existen en la producción de bota y botines.

Desde el punto de vista económico, la aplicación de la metodología Six Sigma es factible, por cuanto los egresos necesarios para su implementación básicamente se concentran en la adquisición de materiales de oficina para la documentación que se deberá archivar como evidencia y respaldo de las acciones realizadas, además se tendrá que destinar recursos para cubrir con la remuneración del personal adicional a contratar, que en este caso se refiere a un técnico que será quien se encargue de la implementación de la metodología propuesta.

4.3.3 Modelo operativo para la aplicación de la metodología Six Sigma

La problemática existente en referencia a los defectos que existen en el proceso de producción permitió conocer que en general todos y cada uno de los procesos presentan dificultades, unos en mayor y otros en menor medida, siendo el proceso más crítico el aparado; sin embargo no se puede subestimar a ninguno, por lo que es conveniente aplicar la metodología Six Sigma a toda la cadena productiva y no enfocarse solo en una parte de ella.

Por otra parte de acuerdo a la definición de la metodología Six Sigma, se contempla su aplicación a través de una serie de pasos conforme la secuencia establecida por la herramienta DMAIC, a continuación se desarrolla la metodología en base a la secuencia manifestada:

NOMBRE DEL PROYECTO: Plan de Mejora de la Calidad de la Producción de Botas y Botines en Creaciones MABELIZ mediante la Aplicación de la Metodología Six Sigma.

ÁREA: Planta de Producción de Creaciones MABELIZ

1) Fase de definición

1.1) Selección del problema, impacto y descripción

PROBLEMA

Los defectos que se originan en el proceso de producción de botas y botines en Creaciones MABELIZ están afectando a la calidad de los productos, lo que repercute en la insatisfacción de los clientes internos y externos.

El problema que se presenta en la planta de producción de Creaciones MABELIZ tiene que ver con el nivel de la calidad de la producción, que se manifiesta a través de la presencia de defectos en las unidades producidas en todos y cada uno de los procesos, entre los que constan una gran diversidad de posibilidades tales como: lacras, textura muy fina, desbaste ancho o angosto, mal centrado de piezas, pegamento aplicado excesivamente, forros mal cosidos, montaje en horma incorrecta, tacos mal clavados, bota y suela de diferente medida, entre otros.

El impacto que tiene la incidencia del mencionado problema en la empresa Creaciones MABELIZ se evidencia de algunas maneras, siendo las más relevantes el tiempo del ciclo de producción por lote, la satisfacción del cliente por el producto que recibe y el requerimiento de utilización de materiales para corrección de defectos.

Otro aspecto a destacar es que cuando existen defectos y unidades defectuosas, éstos son corregidos en el proceso de terminado y por consiguiente el tiempo del ciclo de

producción se incrementa debido a que se requieren realizar actividades para la corrección de los mismos, pudiendo oscilar entre un par de minutos hasta más de una hora por cada par de calzado. Un efecto directamente asociado a esta situación es la extensión de la jornada laboral que eventualmente se requiere para cumplir con el volumen de producción demandada.

La satisfacción del cliente no se ha medido técnicamente, aunque de forma eventual se reciben reclamos motivados por la inconformidad de las botas y botines con respecto a las especificaciones técnicas que deberían cumplir, en cuyo caso como parte de la garantía que se ofrece la empresa se encarga de la reparación de las fallas presentadas y que corresponden a defectos de fabricación, servicio adicional que si bien es cierto demuestra el interés de Creaciones MABELIZ por satisfacer los requerimientos del cliente, no es menos cierto que es propiamente un servicio de remediación y por consiguiente no aporta valor a la cadena productiva. Entonces lo óptimo sería minimizar lo suficiente como para casi eliminar la necesidad de realizar correcciones una vez que el calzado ha salido a la venta, lo que a su vez repercutiría en la mejora del prestigio del calzado producido en Creaciones MABELIZ.

Finalmente es de resaltar que las correcciones realizadas en el proceso de terminado a su vez originan que se requiera la adquisición de materiales para la reparación de las unidades defectuosas. Aunque el volumen de los materiales utilizados en la corrección es poco significativo en comparación con la materia prima y materiales utilizados en la producción, pero esto representa la necesidad de hacer un egreso económico extra, de modo que se eleva el costo general de producción.

Ahora bien, del análisis realizado a los defectos que se producen actualmente en el proceso de producción de botas y botines, se determina que el total de defectos posibles denominado número de oportunidades por unidad para cada par de botas y botines es de 23 y teniendo en cuenta que varios de ellos corresponden a fallas de características similares, se puede agrupar los defectos en categorías para establecer cuál o cuáles de ellos tienen mayor incidencia.

A continuación se presenta la agrupación de los defectos por categorías en base al factor principal de incidencia:

Tabla 10. Clasificación de los defectos por categorías según el factor que los provoca.

FACTOR O CAUSA PRINCIPAL	DEFECTO O MODO DE FALLA	PROCESOS INVOLUCRADOS	No. OPORTUNIDADES POR UNIDAD
Habilidad	Forma de las piezas de corte, piezas mal centradas, pegamento excesivo o escaso, mal doblez, perforaciones no equidistantes, hebillas, ojales y botones mal remachados, tacos mal forrados.	Cortado, Aparado, Pegado de suelas, Fijado de tacón, Terminado	12
Materia Prima	Lacras, textura del cuero.	Cortado, Terminado	4
Máquinas	Desbaste muy ancho o fino, forros mal cosidos, tacos mal clavados.	Desbastado, Aparado, Fijado de tacón, Terminado.	4
Distracción	Montaje del corte en horma incorrecta, bota y suela de diferente medida, mal pareado en cartón de empaque.	Montaje o Armado de Puntas, lados y talón, Pegado de suelas, Empaque.	3

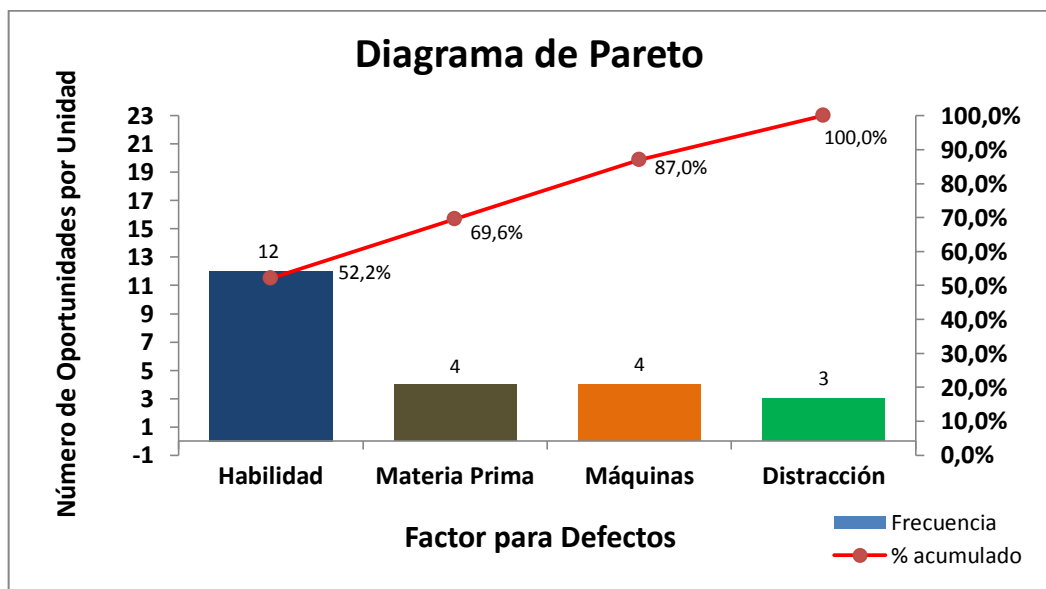


Fig. 27. Diagrama de Pareto para identificación de los factores que provocan los defectos

Como se observa en la Fig.27, el principal factor que provoca la aparición de unidades defectuosas en la producción es la habilidad que contribuye con el 52,2% de las oportunidades de defecto por unidad, mientras que los otros factores tienen similar

incidencia y en conjunto representan el 47,8%. Esto es un indicador de que la raíz principal que origina la aparición de defectos o fallas en la producción de calzado es la deficiente habilidad de los operarios.

De manera análoga se puede analizar los defectos que se originan pero ahora teniendo en cuenta los procesos en los que ocurren, para lo cual se considerarán las oportunidades totales de defecto de acuerdo a los datos presentados en la Tabla 8.

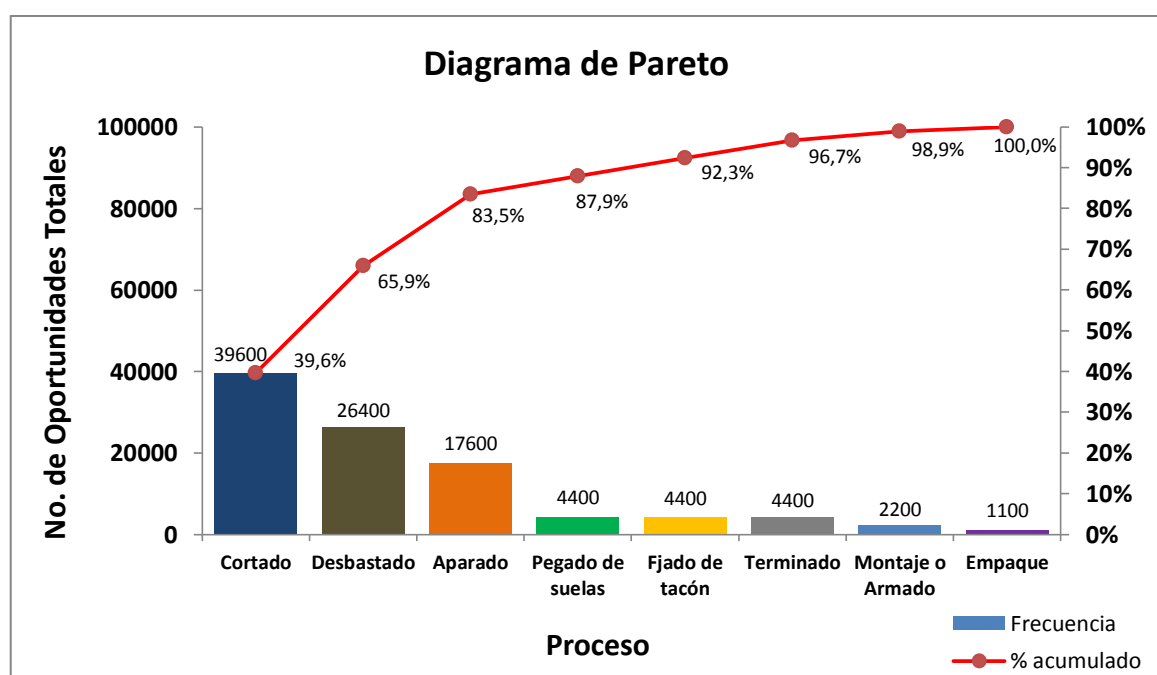


Fig. 28. Diagrama de Pareto para identificación de las oportunidades de defecto por cada proceso

La Fig.28 permite identificar que los procesos con más oportunidades totales de defecto son el cortado del cuero, el desbastado y el aparado, ya que en conjunto representan el 83,5% del global, en tanto que los otros cinco procesos restantes solamente representan el 16,5% de las oportunidades de defectos. De aquí se concluye que los procesos más críticos en cuanto a la potencial presencia de fallas son el cortado del cuero, el desbastado y el aparado, que a su vez son los procesos iniciales.

Diagrama Causa - Efecto

Con relación directa a los tipos de defectos que se producen, los factores que los provocan y los procesos en donde se originan, se deben detallar las causas y los efectos

asociados para tener elementos de observación en el transcurso de la implementación de la metodología Six Sigma.

A continuación en la Fig.29 se detallan tanto las causas como los efectos inherentes a la calidad de la producción de botas y botines en Creaciones MABELIZ mediante el diagrama causa-efecto también conocido como diagrama de Ishikawa, de espina de pescado o causal:



Fig. 29. Diagrama de Ishikawa para la identificación de las causas para los defectos en la producción en Creaciones MABELIZ

1.2) Identificación de los clientes

De acuerdo al nombre del proyecto y la definición del problema, se entiende que se va a trabajar con toda la cadena productiva, por consiguiente los clientes son de diversa índole, ya que por ejemplo cuando se trate de un subproceso, el cliente del mismo será quien trabaja en el subproceso siguiente; mientras que al final de la producción y una vez que se tienen las botas y botines empacados el cliente será el consumidor final o los comerciantes mayorista.

Por esta razón se va a dividir a los clientes en dos categorías principales, como se detalla a continuación:

Tabla 11. Descripción de los clientes.

CLIENTES INTERNOS	
PROCESO	CLIENTE (Proceso Siguiente)
Cortado de cuero	Cortador
Desbastado	Aparador
Aparado	Armador de puntas, lados y talón
Montaje o Armado de Puntas, lados y talón	Preparador de suelas
Pegado de suelas	Preparador de suelas
Fijado de tacón	Terminador
Acabado o Terminado	Terminador
Empaque	Cientes
CLIENTES EXTERNOS	
TIPO	DETALLE
Mayoristas o Intermediarios	90% del volumen de ventas
Cliente Directo Final	10% del volumen de ventas

1.3) Determinación de los CTQ's del proyecto

Los CTQ's (Critical to Quality) o críticos para la calidad son atributos o características de calidad de un producto o servicio que son importantes para el cliente, pueden ser algunos o uno solo dependiendo del ámbito de aplicación.

En el presente caso por el hecho de contar con clientes internos y externos el árbol de CTQ's se desplegará partiendo de la satisfacción del cliente en dos grupos para cada tipo de cliente, como se ilustra en la Fig.30:

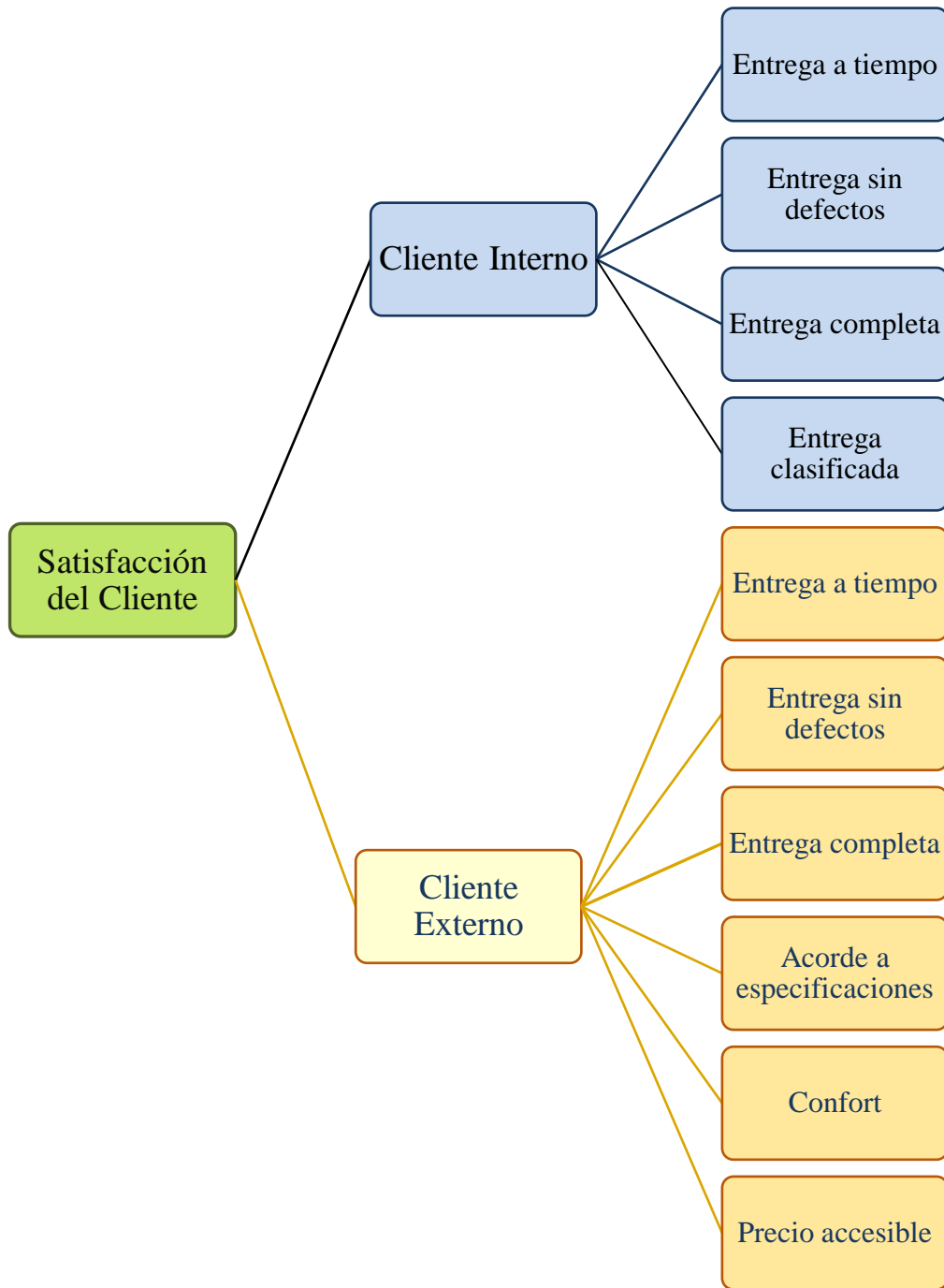


Fig. 30. Árbol de CTQ's del proyecto

De acuerdo a la información de la Fig.30, se tiene una serie de aspectos que son de interés para los clientes y que están asociados indirecta o directamente con la calidad, por consiguiente los parámetros de evaluación para medir la eficiencia del proyecto denominados CTQ's serán por un lado la calidad y por otro la satisfacción del cliente como se indica en la Fig.31.

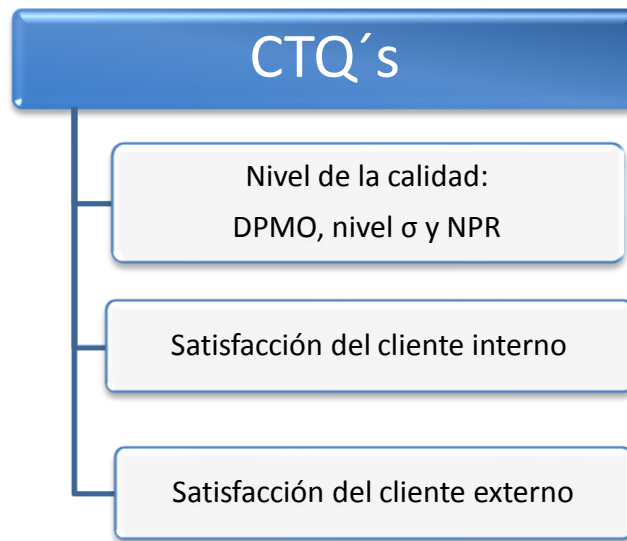


Fig. 31. CTQ`s del proyecto

CTQ's:

X = Nivel de la calidad (DPMO, σ , NPR).

Y_1 = Satisfacción del cliente interno.

Y_2 = Satisfacción del cliente externo.

Y = Satisfacción de los clientes internos y externos.

Las variables de satisfacción de los clientes internos y externos, Y_1 y Y_2 respectivamente, se pueden establecer como una sola variable que mida la satisfacción general del servicio prestado, a la cual se denominará Y.

Hipótesis:

El nivel de la calidad X incide en la satisfacción de los clientes internos y externos Y.

1.4) Mapa de procesos

En Creaciones MABELIZ se cuenta con procesos estratégicos, centrales y de apoyo.

Los procesos estratégicos de la empresa son la gestión del negocio y la planificación de la producción.

Los procesos centrales están directamente vinculados con la transformación del cuero hasta obtener las botas y botines, y son el cortado del cuero, el desbastado, el aparado, el armado de puntas, lados y talón, el pegado de suelas, el fijado de tacón, el terminado y el empaque.

Finalmente, los procesos de apoyo son: logística y abastecimiento, control de calidad, contabilidad y ventas.

Los procesos estratégicos están directamente a cargo de la gerencia general, los procesos centrales corresponden al personal del área de producción, mientras que los procesos de apoyo están a cargo de la secretaría y del personal de producción. En este sentido se debe manifestar que existe déficit de personal en lo referente a la logística y abastecimiento y para el control de la calidad.

Para completar el mapa de procesos se da a conocer que la razón de ser de la empresa responde a las necesidades de los clientes externos y por consiguiente el fin de la misma es permitir que los clientes alcancen la satisfacción a través del bien que adquieren.

El presente proyecto de aplicación de la metodología Six Sigma a la producción de calzado en Creaciones MABELIZ, está orientado al mejoramiento de todos los procesos centrales y al control de la calidad que es uno de los procesos de apoyo. Al referirse a los procesos centrales en Creaciones MABELIZ se debe considerar que existen un total de ocho procesos y que cada uno de ellos tienen sus propios proveedores, entradas, salidas y clientes que se indican en el diagrama SIPOC.

A continuación se presentan el mapa de procesos de la empresa Creaciones MABELIZ en la Fig.32 y el diagrama SIPOC en la Tabla 12:

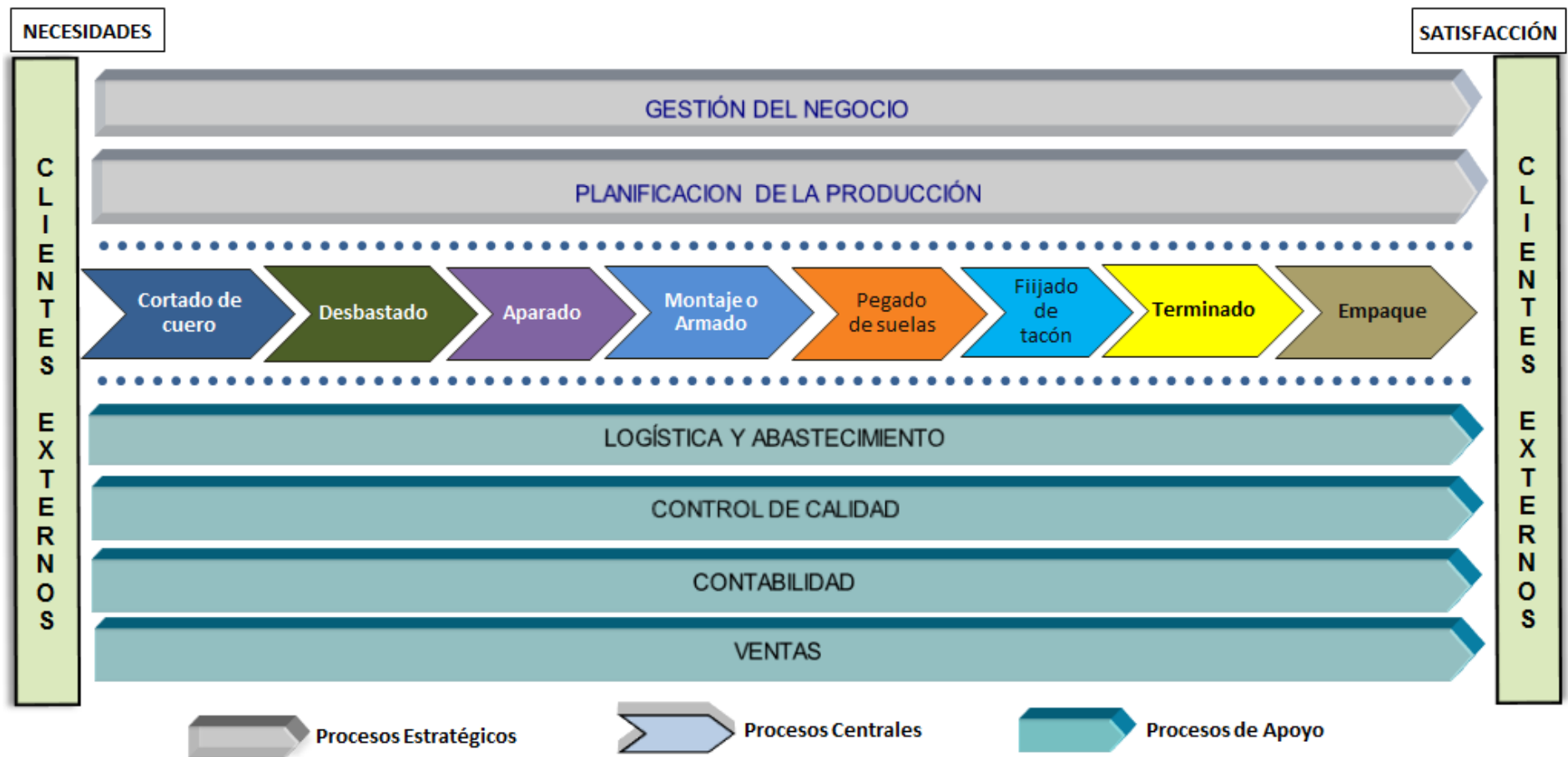


Fig. 32. Mapa de procesos de Creaciones MABELIZ

Tabla 12. SIPOC para la producción de botas y botines en Creaciones MABELIZ.

(S) PROVEEDORES	(I) ENTRADAS	(P) PROCESO	(O) SALIDAS	(C) CLIENTES
Proveedor de cuero	Cuero de vaca napa, flor fina y cristal Forro textil en rollos	Cortado del cuero	Piezas o partes de la bota: talonera, cargador de hebilla, caña, correa y capellada.	Cortador de cuero
Cortador de cuero	Piezas: talonera, cargador de hebilla, caña, correa y capellada.	Desbastado	Piezas desbastadas: talonera, cargador de hebilla, caña, correa y capellada.	Aparador
Cortador de cuero	Piezas desbastadas: talonera, cargador de hebilla, caña, correa y capellada. Forro textil Hebillas, botones, entre otros.	Aparado	Cortes de calzado (calzado unido en: talonera, capellada, cargador de hebilla y caña)	Armador de puntas, lados y talón
Aparador	Cortes de calzado Talón	Armado de puntas, lados y talón	Corte de calzado en horma	Preparador de suelas
Armador de puntas, lados y talón	Corte de calzado en horma Suelas de goma termoplástica	Pegado de suelas	Calzado en horma y sin tacón	Preparador de suelas
Preparador de suelas	Calzado en horma y sin tacón	Fijado de tacón	Calzado en horma y con tacón	Terminador
Preparador de suelas	Calzado en horma y con tacón Accesorios: plantillas, etiquetas, pasadores.	Terminado	Calzado: botas y botines	Terminador
Terminador	Calzado: botas y botines	Empaque	Calzado: botas y botines emparejados y empaquetados	Mayoristas y cliente directo final
Proveedor de cuero y todos los operarios	Todas las entradas Documentos y Registros Indicadores sin datos	Control de calidad	Todas las salidas Documentos y Registros llenados Indicadores cuantificados	Todos los operarios y clientes externos

1.5) Selección del equipo de trabajo

Para llevar adelante el proyecto de mejoramiento de la calidad de la producción de botas y botines de la empresa Creaciones MABELIZ con base en la aplicación de la metodología Six Sigma se requiere especificar los integrantes del equipo de trabajo así como las responsabilidades y funciones del personal a encargarse de la ejecución y supervisión del proyecto. A continuación se detallan los miembros del equipo de trabajo:

Tabla 13. Integrantes del equipo de trabajo para la aplicación de la metodología Six Sigma en Creaciones MABELIZ.

NIVEL JERÁRQUICO	NOMBRE DEL CARGO	FASE DMAIC	OBSERVACIONES
-	Investigador	Definir Medir Analizar Mejorar Controlar	El asesor externo es la persona que diseñó la Aplicación de la Metodología Six Sigma a la producción de Creaciones MABELIZ. En este caso se trata del autor de la presente investigación.
Supervisión	Supervisor de Calidad	Medir Analizar Mejorar Controlar	El supervisor de calidad debe ser contratado para dar seguimiento a la implementación de la metodología.
Producción	Cortador de cuero	Medir Analizar Mejorar Controlar	Debe acogerse al cumplimiento de los parámetros de calidad establecidos por la metodología. Conformado por seis personas
	Aparador		
	Armador de puntas, lados y talón		
	Preparador de suelas		
	Terminadores		

De manera similar se definen las funciones y responsabilidades asociadas para cada caso, información que es presentada en la Tabla 14:

Tabla 14. Funciones y responsabilidades del equipo de trabajo para la aplicación de la metodología Six Sigma en Creaciones MABELIZ.

NIVEL JERÁRQUICO	NOMBRE DEL CARGO	FASE DMAIC	FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES
-	Investigador	Definir Medir Analizar Mejorar Controlar (Responsable de Diseño)	Encargado del diseño de la metodología Six Sigma aplicada al mejoramiento de la calidad en Creaciones MABELIZ. Diseñar la metodología Six Sigma para la producción en Creaciones MABELIZ mediante seguimiento de la herramienta DMAIC y con base en el estudio de la situación actual. Capacitar a los otros miembros del equipo de trabajo acerca de la implementación y cumplimiento de la Metodología Six Sigma.
Supervisión	Supervisor de Calidad	Medir Analizar Mejorar Controlar (Responsable de Implementación)	Encargado principal del cumplimiento y seguimiento de los parámetros de la metodología Six Sigma aplicada al mejoramiento de la calidad en Creaciones MABELIZ. Realizar las acciones pertinentes para la fiel implementación de la metodología Six Sigma en la producción en Creaciones MABELIZ. Controlar el cumplimiento por parte de sus subordinados de los parámetros de interés en cuanto a la calidad. Llevar los registros de las acciones realizadas y enviar reportes a gerencia general de manera periódica.
Producción	Cortador de cuero Aparador Armador de puntas, lados y talón Preparador de suelas Terminadores	Medir Analizar Mejorar Controlar (Participantes)	Participante en el cumplimiento de los parámetros establecidos por la metodología Six Sigma aplicada al mejoramiento de la calidad en Creaciones MABELIZ. Acatar las disposiciones dispuestas por su jefe inmediato para dar cumplimiento a los requerimientos de la metodología Six Sigma. Informar oportunamente al supervisor de producción acerca de cualquier anomalía en el desarrollo de los procesos de producción y sus elementos.

1.6) Definición y alcance del proyecto

El proyecto está dirigido al mejoramiento de la calidad de la producción de botas y botines en Creaciones MABELIZ a través de la aplicación de la metodología Six Sigma y está referida a toda la producción, como se detalla a continuación:

NOMBRE DEL PROYECTO

Mejora de la Calidad de la Producción de Botas y Botines en Creaciones MABELIZ mediante la Aplicación de la Metodología Six Sigma para disminuir la presencia de defectos de producción y elevar el nivel de satisfacción de los clientes internos y externos.



ALCANCE DEL PROYECTO

La implementación de la Metodología Six Sigma se realizará con base en el seguimiento de la herramienta DMAIC en la producción de la empresa Creaciones MABELIZ y tiene por objeto el mejoramiento de la calidad de los productos, teniendo como parámetros de interés la minimización de los defectos y la maximización de la satisfacción de los clientes.

2) Fase de medición

2.1) Identificación de la medición y variación

La medición es la acción de comparar una magnitud o un parámetro con respecto a un patrón de la misma clase o naturaleza, conocido como unidad de medida. Desde el punto de vista de Six Sigma la medición consiste en la aplicación de las métricas para determinar el desempeño de los procesos.

La variación en cambio representa la desviación de una determinada medición con respecto al valor base de medición, estas variaciones denotan la existencia de deficiencias en los parámetros de interés, es decir en un caso idealizado las variaciones tienden a cero, que es la meta de la implementación de la metodología Six Sigma. A su

vez las fuentes para las variaciones son diversas, entre las que figuran la materia prima, las máquinas, la mano de obra, el medio ambiente, los métodos y/o la medición.

Así mismo, para efectos de aplicación de la Metodología Six Sigma, la recolección de mediciones a través del tiempo representa la información, la cual permite encontrar la variación de los resultados del proyecto.

Las variables a medir para el proyecto de mejoramiento de la calidad de la producción en Creaciones MABELIZ son el nivel de la calidad mediante el DPMO y nivel σ , la satisfacción de los clientes internos y la satisfacción de los clientes externos, como se ilustra en el siguiente esquema:

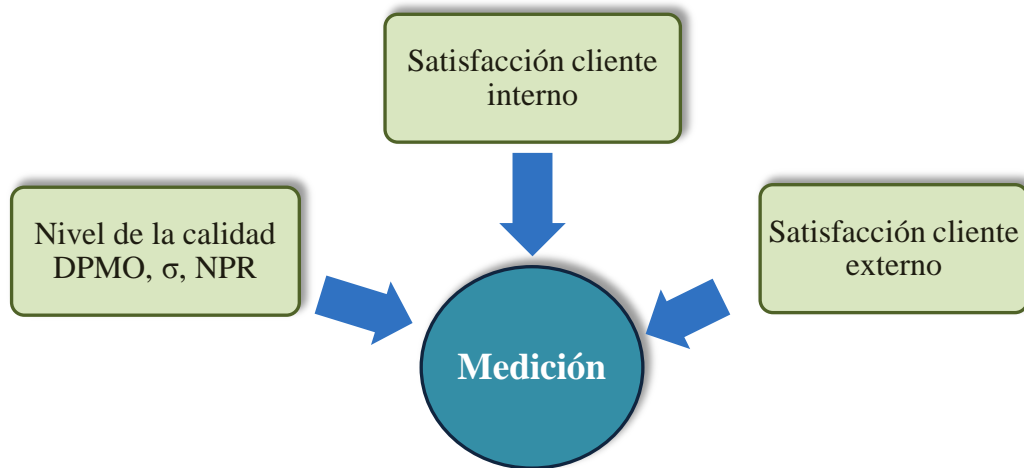


Fig. 33. Variables o parámetros a ser medidos

Responsable de la medición

El responsable directo de la medición en base a las variables indicadas será el supervisor de la calidad, quien dará fiel cumplimiento a los parámetros establecidos para su ejecución.

Análisis de Modo y Efecto de Falla AMEF

En primer lugar la medición del nivel de la calidad de las botas y botines en Creaciones MABELIZ requiere de la aplicación de una metodología sistemática que guíe el desarrollo del trabajo y en este sentido el Análisis de Modo y Efecto de Falla AMEF es

una alternativa muy conveniente, sigue una metodología analítica que permite reconocer y evaluar las potenciales fallas y sus defectos, se orienta a identificar acciones que reduzcan o eliminen las probabilidades de falla y tiene como sustento la documentación de los hallazgos del análisis. Por consiguiente asegura que los problemas potenciales asociados con la calidad hayan sido considerados y abordado a través de la Planeación avanzada de la calidad del producto.

Así mismo el AMEF tiene la ventaja de que se lo realiza antes, durante y después de los eventos, pero sobre todo brinda una valoración de carácter objetiva a través de la prioridad de riesgo, por lo tanto permitirá tomar decisiones que resulten convenientes para el mejoramiento continuo del proceso de producción de botas y botines en Creaciones MABELIZ.

El indicador que mide los resultados logrados mediante la aplicación de los criterios establecidos en el AMEF es el valor del nivel de prioridad de riesgo NPR, que puede variar entre 1 y 1000. La fórmula que se utilizará para el presente caso es la siguiente:

$$\mathbf{NPR = SEV \times OCU \times DET} \quad (2)$$

El desarrollo de la matriz AMEF para el presente estudio se presenta en la Tabla 15, además de dicha matriz se pueden ordenar los modos de falla en forma descendente a través de un diagrama de Pareto para identificar los tipos de defectos más críticos. A continuación se presentan la matriz AMEF y el diagrama de Pareto en la Tabla 15 y Figura 34, respectivamente:

Tabla 15. AMEF de la producción de botas y botines en Creaciones MABELIZ.

AMEF														Análisis de Modo y Efecto de Falla			
Nombre del Proceso o Producto:		Botas y Botines para Dama						Preparado por: Iván Urrutia			Página _01_ de _01_			AMEF No. 01			
Responsable:								Fecha AMEF (Orig) 01-06-15			(Rev) _____						
Paso del Proceso	Modo de Falla Potencial	Efectos de Falla Potenciales	S E V	C L A S E	Causas Potenciales	O C U	Controles Actuales de Prevención/Detección	D E T	N P R	Acciones Recomendadas	Responsable	Acciones Adoptadas	S E V	O C U	D E T	N P R	
Cortado de cuero	Forma incorrecta	Piezas deformes que dificultan un correcto armado en horma	8		Falta de habilidad en manejo de cuchillas de corte y/o prisa	8	Inducción en operación e instrucciones	7	448							0	
	Presencia de lacras	Irregularidades en las piezas y requerimiento de tratamiento de cirugía	5		Revisión empírica al ingreso de materia prima	8	Visual y no registrado	8	320							0	
	Textura no uniforme	Irregularidades en las piezas y requerimiento de tratamiento de desarugado	5		Revisión empírica al ingreso de materia prima	8	Visual y no registrado	8	320							0	
Desbastado	Desbaste ancho	Rotura del corte en el armado	8		Mala calibración de cuchilla en desbastadora	8	Visual	8	512							0	
	Desbaste muy fino	Rotura del corte en el armado	8		Mala calibración de cuchilla en desbastadora	8	Visual	8	512							0	
Aparado	Piezas mal centradas	Corte descentrado con respecto a la horma en el armado	9		Uso incorrecto de la plantilla en el marcado de las formas en el cuero	9	Visual	7	567							0	
	Exceso o escasez de pegamento	Presencia de abultamientos en unión y mal dobléz	6		Deficiente habilidad, distracción y/o prisa	9	Visual	8	432							0	
	Mal dobléz	Requerimiento de reproceso	9		Exceso o escasez de pegamento	9	Visual	7	567							0	
	Forros mal cosidos	Unión defectuosa y requerimiento de reproceso	8		Mal uso de la máquina de aparato, distracción y/o prisa	9	Visual	8	576							0	
	Perforaciones no equidistantes	Cordones mal colocados	6		Deficiente habilidad para uso de picador y/o prisa	9	Visual	7	378							0	
	Hebillas mal remachadas	Desprendimiento de hebilla y requerimiento de reproceso	6		Deficiente habilidad y/o prisa	9	Visual	8	432							0	
	Ojales mal remachados	Antiestético y requerimiento de reproceso	6		Deficiente habilidad y/o prisa	9	Visual	7	378							0	
Botones mal colocados	Antiestético y requerimiento de reproceso	6		Deficiente habilidad y/o prisa	9	Visual	9	486							0		
Armado de Puntas, lados y talón	Montaje del corte en horma incorrecta	Antiestético e incomodidad en el uso del calzado	8		Corte mal centrado, distracción y/o prisa	9	Visual	7	504							0	
Pegado de suelas	Bota y suela de diferente medida	Numeración y medida real no concuerdan	9		Distracción y/o prisa	9	Visual	8	648							0	
	Exceso o escasez de pegamento	Antiestético y/o unión débil	5		Distracción y/o prisa	9	Visual	8	360							0	
Fijado de tacón	Tacos mal clavados	Alta probabilidad de desprendimiento del taco en el uso del calzado	8		Grapa colocada de forma incorrecta por falta de habilidad o prisa	7	Visual	8	448							0	
	Tacos mal forrados	Incomodidad en el uso del calzado	7		Deficiente habilidad y/o prisa	7	Visual	8	392							0	
Terminado	Presencia de lacras	Calzado antiestético por presencia de irregularidades	8		Revisión empírica en los procesos precedentes y/o prisa	8	Visual	7	448							0	
	Goma excesiva	Calzado antiestético por presencia de irregularidades	8		Revisión empírica en los procesos precedentes y/o prisa	8	Visual	7	448							0	
Empaque	Mal pareado en caja	Reclamos de clientes externos por incumplimiento de especificaciones	7		Distracción y/o prisa	7	Visual	9	441							0	

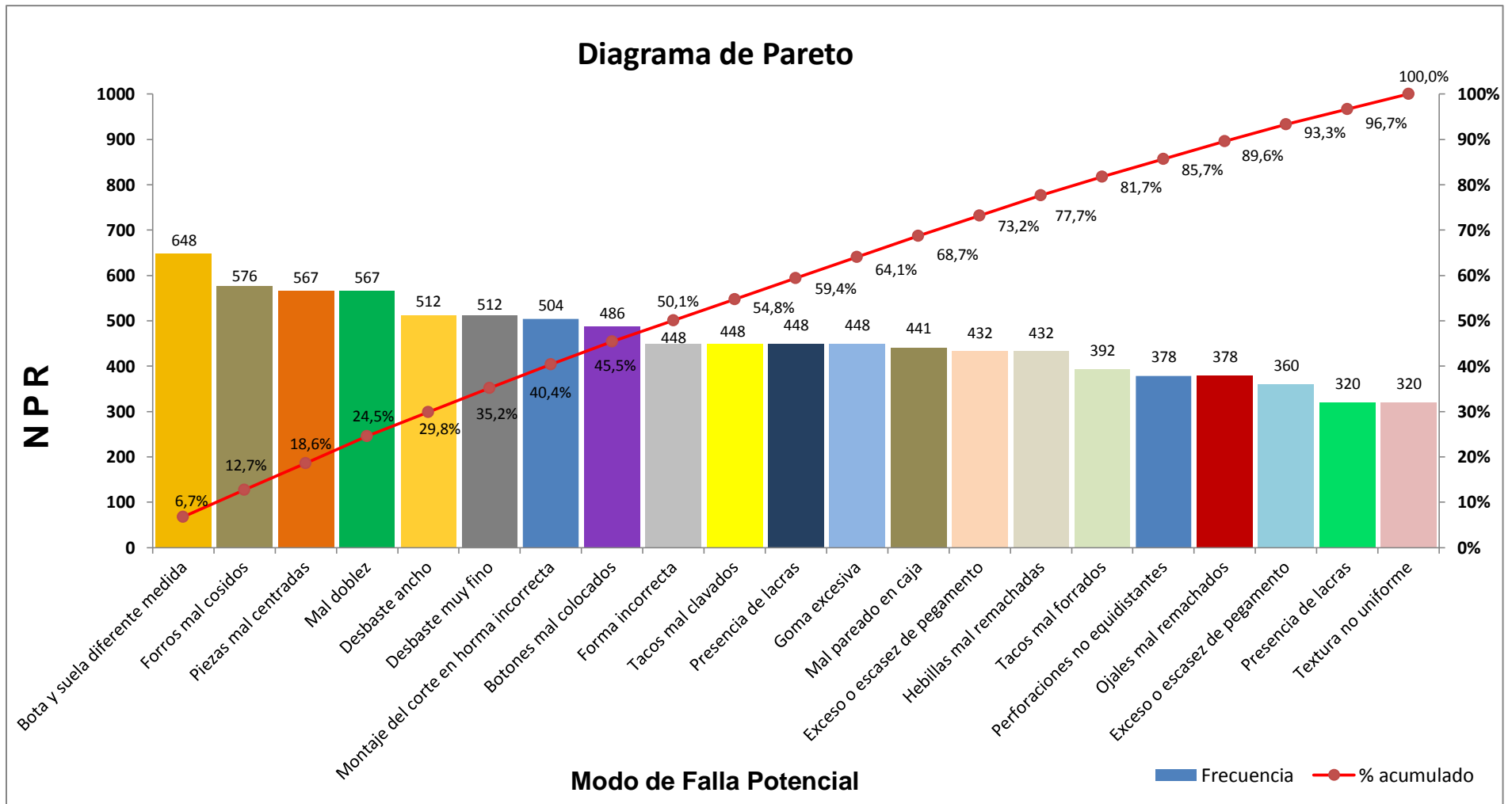


Fig. 34. Diagrama de Pareto del modo de falla y el nivel de NPR

La calificación de los parámetros de severidad, probabilidad y ocurrencia de la matriz AMEF de la Tabla 15 se obtuvieron en base a los resultados del estudio previo mostrado en la Tabla 8 del cálculo del DPMO y mediante utilización de las escalas de cualitativas citadas en el Anexo 4. Además se consideró el AMEF de proceso denominado AMEFP o P-AMEF que consiste en la aplicación de AMEF enfocada a procesos, siendo que también existen S-AMEF enfocada hacia la compatibilidad de los componentes del sistema y D-AMEF con respecto a diseño.

Los resultados obtenidos de los diferentes Números de Prioridad de Riesgo NPR, se deben contrastar con la escala valorativa correspondiente según la **Sociedad Americana de la Calidad ASQ**. A continuación se presenta la categorización de los resultados obtenidos en comparación con la escala valorativa [29]:

Tabla 16. Prioridad de Riesgo NPR para la producción de botas y botines en Creaciones MABELIZ.

PRIORIDAD DEL NPR	ESCALA CUALITATIVA	EFFECTOS DE FALLA POTENCIALES
500-1000	Riesgo de falla alto 40,4%	Desbaste ancho o muy fino, piezas mal centradas, mal dobléz, forros mal cosidos, montaje del corte en horma incorrecta, bota y suela de diferente medida.
125-499	Riesgo de falla medio 59,6%	Forma incorrecta, presencia de lacras, textura no uniforme, exceso o escasez de pegamento, perforaciones no equidistantes, hebillas mal remachadas, ojales mal remachados, botones mal colocados, tacos mal clavados o mal forrados, goma excesiva, mal pareado en caja.
1-124	Riesgo de falla bajo 0%	Ninguno
0	No existe riesgo de falla 0%	Ninguno

Analizando la Tabla 16 de la prioridad de riesgo, así como el Diagrama de Pareto de la Fig.34, se evidencia que todos los modos de falla tienen una incidencia que se ubica en la escala de riesgo de **fallo medio** o **de riesgo alto**, correspondiendo al 59,6% y 40,4%, respectivamente; por lo que se concluye que el análisis de modo y efecto de falla

realizado demuestra que actualmente los defectos tienen un elevado nivel de riesgo, siendo recomendable la aplicación de las acciones establecidas en la matriz AMEF.

Una vez implementada la metodología AMEF y establecidos los controles se deberán seguir las recomendaciones planteadas y consiguientemente calcular el nuevo nivel NPR, para medir el resultado de las acciones realizadas.

NPR por Procesos

Ahora se establece una comparación del nivel de NPR por cada proceso mediante la sumatoria de los NPR de cada modo de falla, correspondientes o que son parte de cada proceso.

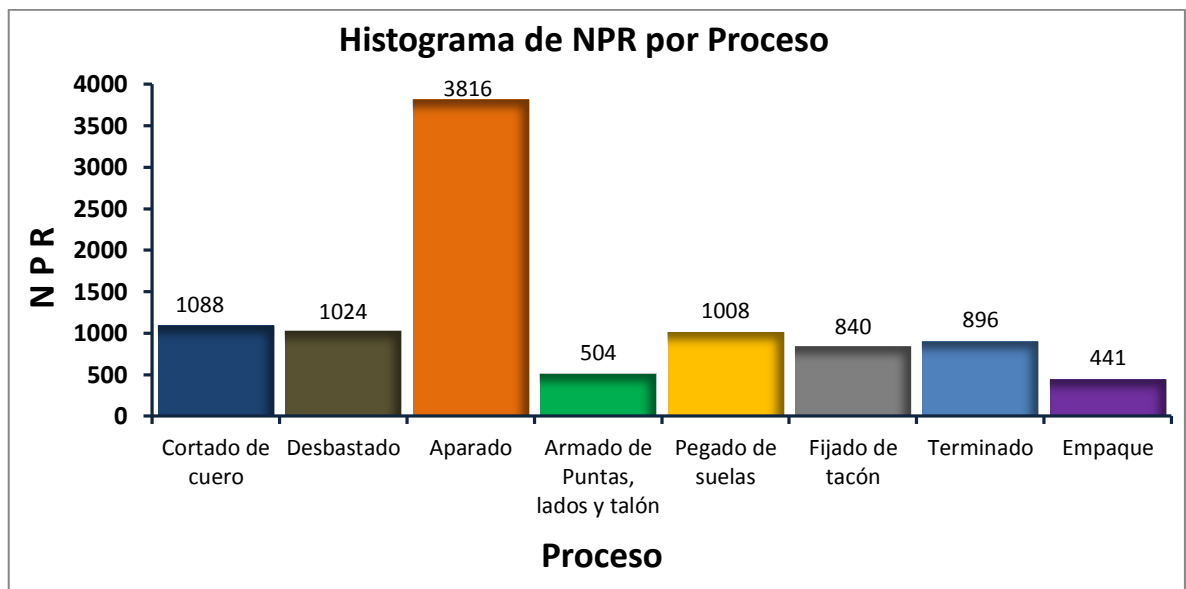


Fig. 35. Histograma del nivel de NPR por cada proceso

Observando la Figura 35 se evidencia que el aparado es el proceso más crítico, considerando que su nivel de prioridad de riesgo, que se ubica en 3816, es muy superior al de los demás procesos, esto se debe por una parte a la gran cantidad de modos de falla existentes en el desarrollo de dicho proceso y por otro lado a los niveles de severidad, ocurrencia y detección de los modos de falla involucrados.

2.2) Desarrollo de un plan de recolección de datos

Para la realización de la medición del nivel de calidad X, además de la determinación del nivel de NPR, se necesita conocer el DPMO y el nivel σ , de manera similar para

determinar la satisfacción de los clientes internos Y_1 y externos Y_2 se deben aplicar técnicas que permitan contar con datos acertados.

Período de medición:

El período corresponde al intervalo de tiempo o lapso entre una y otra aplicación de la medición, para su determinación es necesario considerar la factibilidad de realización del proceso. Teniendo presente que se va a medir el nivel de calidad, la satisfacción de los clientes y que se debe aplicar un muestreo en los casos que sea complicado acceder al total de individuos, la periodicidad para la medición será de una vez al mes.



A continuación se detalla el Plan de recolección de datos como parte de la medición de los parámetros de interés, tomando en cuenta los críticos de calidad, las características a medir, las técnicas a emplear y el tipo de datos:

Tabla 17. Plan de Recolección de datos para la medición para la producción de botas y botines en Creaciones MABELIZ.

CRÍTICO DE CALIDAD CTQ's	CARACTERÍSTICAS A MEDIR	TÉCNICA DE RECOLECCIÓN	TIPO DE DATOS
Nivel de Calidad	DPMO	Observación	Cuantitativos
	Sigma σ	Observación	Cuantitativos
	NPR	Observación	Cualitativos
Satisfacción del cliente interno	Entrega a tiempo	Encuesta	Cualitativos Cuantitativos
	Entrega sin defectos		
	Entrega completa		
	Entrega clasificada		
Satisfacción del cliente externo	Entrega a tiempo	Encuesta	Cualitativos Cuantitativos
	Entrega sin defectos		
	Entrega completa		
	Acorde a especificaciones		
	Confort		
	Precio accesible		

Como se aprecia en la Tabla 17, cada uno de los críticos de calidad tiene sus propios atributos de medición, por esta razón se debe establecer el plan de recolección de datos de forma individualizada, como se muestra en las Tablas 18, 19 y 20.

Tabla 18. Plan de Recolección de datos para la medición del nivel de calidad para la producción de botas y botines en Creaciones MABELIZ.

CTQ's: NIVEL DE CALIDAD				
ATRIBUTOS A MEDIR	TÉCNICA DE RECOLECCIÓN	TIPO	¿QUÉ MEDIR?	INSTRUMENTO
DPMO	Observación	De campo Estructurada Individual	Número de Unidades y Número de Defectos	Guía de Observación Anexo 5
Sigma σ		De campo Estructurada Individual	Número de Unidades y Número de Defectos	Guía de Observación Anexo 5
NPR		De campo Estructurada Individual	Severidad Ocurrencia Detección	Matriz AMEF Anexo 6

Tabla 19. Plan de recolección de datos para la medición de la satisfacción de los clientes internos para la producción de botas y botines en Creaciones MABELIZ.

CTQ's: SATISFACCIÓN DE CLIENTES INTERNOS				
ATRIBUTOS A MEDIR	TÉCNICA DE RECOLECCIÓN	TIPO	¿A QUIENES?	INSTRUMENTO
Entrega a tiempo	Encuesta	Estructurada	Cortador de cuero Aparador Armador de puntas, lados y talón Preparador de suelas Terminador	Cuestionario de Preguntas Anexo 7
Entrega sin defectos				
Entrega completa				
Entrega clasificada				

Tabla 20. Plan de recolección de datos para la medición de la satisfacción de los clientes externos para la producción de botas y botines en Creaciones MABELIZ.

CTQ's: SATISFACCIÓN DE CLIENTES EXTERNOS				
ATRIBUTOS A MEDIR	TÉCNICA DE RECOLECCIÓN	TIPO	¿A QUIENES?	INSTRUMENTO
Entrega a tiempo	Encuesta	Estructurada	Mayoristas y cliente directo final	Cuestionario de Preguntas Anexo 8
Entrega sin defectos				
Entrega completa				
Acorde a especificaciones				
Confort				
Precio accesible				

La medición de cada uno de los CTQ's se aplicará a una determinada población, que es el conjunto de unidades de análisis para la recolección de datos. A su vez, cuando la población es muy numerosa resulta complicado acceder a la información completa, por esta razón se debe establecer una segmentación representativa de la población total y a esta parte se le denomina muestra.

Muestreo

Solamente es necesario aplicar un muestreo para la medición del nivel de la calidad y para la aplicación de la encuesta de satisfacción a los clientes directos finales; mientras tanto que para el caso de la medición de la satisfacción de los clientes internos y clientes mayoristas la muestra será igual a la población porque debido al número de individuos se puede acceder sin mayor dificultad a la aplicación de las técnicas de recolección de la información.

En el caso de la medición del nivel de calidad la población está conformada por las piezas, cortes y calzado según el proceso del que se trate, por consiguiente la cantidad va a ser diferente, pero es necesario aplicar un muestreo que sea representativo, pero a la vez que sea aplicable. El estudio se establecerá en forma mensual, por lo que sobre esa base se va a realizar el muestreo conforme se indica en la Tabla 21 que se presenta a continuación:

Tabla 21. Detalle de la población a ser considerada para la recolección de los datos del nivel de calidad.

CRÍTICO DE CALIDAD CTQ's	CARACTERÍSTICAS A MEDIR	POBLACIÓN			MUESTRA EN LOTES Y UNIDADES
		DETALLE	CANTIDAD MEDIA EN UNIDADES (MENSUAL)	CANTIDAD MEDIA EN LOTES DE 12 (MENSUAL)	
Nivel de Calidad	DPMO, Sigma σ y NPR	Unidades de producción: Piezas, cortes, calzado.	Piezas: 13200 Cortes: 2200 Pares de Calzado: 1100	91	10 lotes (Piezas: 1440 Cortes: 240 Calzado: 120)

La producción mensual de botas y botines corresponde a 91 lotes, compuestos por doce pares de calzado en cada caso y tomando en consideración la sugerencia de la norma AISI/ASQ Z1.9-1993 [11], se tomará una muestra mensual de 10 lotes de pares de calzado para la medición del nivel de la calidad, lo que representan 1440 piezas, 240 cortes de calzado y 120 pares entre botas y botines terminados:

Tabla 22. Tamaño de la muestra sugerido para la recolección de datos del nivel de la calidad.

TAMAÑO DE LOTE	TAMAÑO DE MUESTRA
91-150	10
151-280	15
281-400	20
401-500	25
501-1200	35
1201-3200	50
3201-10000	75
10001-35000	100
35001-150000	150

De manera similar, se aplicará un muestreo para la determinación de la **satisfacción de los clientes finales**, en cuyo caso por el hecho de que la población a considerar son personas se empleará la fórmula estadística de muestreo de datos [30].

$$n = \frac{N Z^2 \sigma^2}{E^2 (N - 1) + Z^2 \sigma^2} \quad (3)$$

En donde:

n = tamaño de la muestra.

N = tamaño de la población, en la presente investigación es $N = 100$ clientes finales.

σ^2 = varianza poblacional, medida de la dispersión de los resultados, es decir variabilidad de las opiniones. Cuando no se dispone de información previa se debe esperar la máxima dispersión, en el presente caso ésta ocurre cuando la mitad de la población elige la opción 0 y la otra mitad la opción 10 en las preguntas de la encuesta del Anexo 8. En esa situación la varianza es $\sigma^2 = 0.25$, que porcentualmente representa 25%.

Z = Valor obtenido mediante niveles de confianza deseados, indica la probabilidad de que los resultados de la investigación sean ciertos. Se tomará un nivel de confianza del 95%, que equivale a $Z = 1,96$.

E = Límite aceptable de error muestral, es decir magnitud de las desviaciones respecto al valor verdadero en la población, suele utilizarse un valor entre 1% y 10% (los más típicos son 5% y 8%), en este caso escogemos el valor de 5%, es decir $E = 0,05$.

$$n = \frac{(100) (1,96)^2 (0.25)}{(0.05)^2 (100 - 1) + (1,96)^2 (0.25)}$$

$$n = 60,25 \approx 60$$

Entonces la muestra de clientes externos directos finales será de 60 personas, que como media equivale al 60% de la población.

En resumen la población y muestra difieren en función del tipo de CTQ's, por esta razón conviene establecer los tipos de población para todos los casos de medición, información que se presenta en la tabla siguiente:

Tabla 23. Detalle de la población a ser considerada para la recolección de los datos.

CRÍTICO DE CALIDAD CTQ's	CARACTERÍSTICAS A MEDIR	POBLACIÓN		MUESTRA
		DETALLE	CANTIDAD MEDIA (MENSUAL)	
Nivel de Calidad	DPMO	Unidades de producción: Piezas, cortes, pares de calzado.	Piezas: 13200	10 lotes
	Sigma σ		Cortes: 2200	
	NPR		Calzado: 1100	
Satisfacción del cliente interno	Entrega a tiempo	Cientes Internos: Operarios de producción	6	6 (Igual a la población)
	Entrega sin defectos			
	Entrega completa			
	Entrega clasificada			
Satisfacción del cliente externo	Entrega a tiempo	Cientes Externos: Mayoristas, cliente directo final	Mayoristas: 20	Mayoristas: 20 (Igual a la población)
	Entrega sin defectos			
	Entrega completa			
	Acorde a especificaciones		Cliente directo final: 100	Cliente directo final: 60
	Confort			
	Precio accesible			

2.3) Realización de un análisis del sistema de medición

Es indispensable establecer los aspectos a considerar en la ejecución del sistema de medición, es decir estandarizar la forma de medir para evitar que se presenten variaciones debidas al sistema de medición que afecten a los resultados, en ese sentido es relevante la consideración del requerimiento de que el sistema de medición se enmarque en el cumplimiento de la reproductividad y repetibilidad de las mediciones, conceptos que implican lo siguiente:

Repetibilidad, se refiere a la minimización de las variaciones en mediciones repetidas del mismo elemento en condiciones idénticas. Este parámetro puede ser una causa de variación del sistema de medición en el caso del nivel de calidad debido al factor de apreciación del observador; mientras que en el caso de la satisfacción del cliente los parámetros de variación del sistema de medición son las calificaciones que asignen los clientes a cada una de las preguntas.

Reproductividad, consiste en la diferencia en el promedio de las mediciones que hacen diferentes personas utilizando el mismo instrumento de medición o la misma persona utilizando diferentes instrumentos al medir características idénticas. Este aspecto puede representar un factor de variación del sistema de medición en el caso de que la verificación de los modos de falla mediante la guía de observación y la matriz AMEF sea efectuada por diferentes personas; mientras que para el caso de la satisfacción de los clientes no existe la posibilidad de que se presenten diferencias en cuanto a la reproductividad a menos que se cambien las preguntas o las opciones de respuestas de los cuestionarios de las encuestas, es decir alterando el instrumento de la recolección de la información. A continuación se presenta un resumen de las condiciones a cumplir:

Tabla 24. Modos de variación del sistema de medición y acciones para evitar que se presenten.

MODO DE VARIACIÓN	PARÁMETROS DE MEDICIÓN	POSIBLES CAUSAS PARA LA VARIACIÓN	ACCIONES PARA ELIMINAR LAS CAUSAS
Repetibilidad	Nivel de calidad	Apreciación del responsable de la medición en la identificación de los modos de falla o defectos.	Dar estricto cumplimiento a los parámetros bajo los cuales se determinan la existencia de defectos.
	Satisfacción de los clientes	Criterio de calificación del cliente encuestado. Inducir a la elección de las respuestas por parte del encuestador.	Solicitar que lean bien las instrucciones y que se tomen el tiempo necesario para contestar el cuestionario.

Tabla 24. (Continuación).

MODO DE VARIACIÓN	PARÁMETROS DE MEDICIÓN	POSIBLES CAUSAS PARA LA VARIACIÓN	ACCIONES PARA ELIMINAR LAS CAUSAS
Reproductividad	Nivel de calidad	Varios encargados de la aplicación de los instrumentos de medición.	Dar cumplimiento a la obligatoriedad de que sea el supervisor de calidad el único encargado de la medición.
	Satisfacción de los clientes	Modificación de los instrumentos de medición (cuestionarios de las encuestas) en el curso de un mismo período de medición.	No autorizar la modificación de los cuestionarios de las encuestas.

Para permitir que el sistema de medición sea satisfactorio se debe asegurar el cumplimiento de las acciones para eliminación de las causas de variación propuestas en la Tabla 24, de ese modo se minimizarán los posibles resultados ajenos a la realidad.

2.4) Recolección de datos

La recolección de los datos consiste básicamente en la ejecución de la medición de los CTQ's, que debe ser realizada en cumplimiento de los requerimientos de medición establecidos, entre estos, es imprescindible que la medición sea realizada en los períodos establecidos y a cargo del responsable directo de llevarla adelante, no se debe delegar el trabajo a otras personas. La correcta implementación del sistema de medición permitirá monitorear permanentemente el proceso de producción de botas y botines en Creaciones MABELIZ, es decir antes y después de las mejoras aplicadas, en base a una estructura fundamentada en un estudio objetivo y real.

A continuación se presenta una tabla que detalla todos los aspectos inherentes al aseguramiento del sistema de medición:

Tabla 25. Condiciones generales a cumplir para la recolección de los datos.

CRÍTICO DE CALIDAD CTQ's	DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN Y MUESTRA	FRECUENCIA DE MEDICIÓN	RESPONSABLE	CONDICIONES A CUMPLIR	DETALLE
Nivel de Calidad: DPMO, Sigma σ , NPR	Unidades de producción: Piezas, cortes, pares de calzado. 10 lotes (Piezas: 1440, Cortes: 240, Calzado: 120)	Mensual	Supervisor de calidad	Aplicar la muestra. Utilizar formato guía de observación y matriz AMEF (Anexos 5 y 6, respectivamente). Asegurar la reproductividad y repetibilidad de las mediciones.	Durante la producción: Datos de los Procesos
Satisfacción del cliente interno: Entrega a tiempo, sin defectos, completa, clasificada.	Clientes Internos: Operarios de producción 6	Mensual	Supervisor de calidad	Aplicar a toda la población. Utilizar formato de encuesta a clientes internos (Anexo 7). Asegurar la reproductividad y repetibilidad de las mediciones.	Después de la producción: Acerca de los procesos
Satisfacción del cliente externo: Entrega a tiempo, sin defectos, completa, acorde a especificaciones, confort y precio accesible.	Clientes Externos: Mayoristas: 20 Cliente directo final: 60	Mensual	Supervisor de calidad	Aplicar a toda la población en el caso de los mayoristas y a la muestra de los clientes directos. Utilizar formato de encuesta a clientes externos (Anexo 8). Asegurar la reproductividad y repetibilidad de las mediciones.	Después de la producción: Acerca del producto terminado

3) Fase de análisis

El sistema de medición propuesto está enfocado a la determinación de la variación de los CTQ's: nivel de calidad, satisfacción de clientes internos y externos con respecto a ciertos valores esperados, en el caso del nivel de calidad y por ser el principal parámetro de interés en base al tema de la presente investigación, se cuenta con un estudio inicial que es parte del análisis de la situación actual de Creaciones MABELIZ. En tanto que la satisfacción de los clientes no ha sido evaluada previamente, sin embargo se espera obtener una valoración que responde a una estimación tomando en cuenta las condiciones actuales y la escala valorativa de la encuesta. Esta valoración y la determinación de las variaciones se desarrollan como parte del análisis dentro de la herramienta DMAIC.

3.1) Definición del objetivo de desempeño mediante la capacidad del proceso

Dentro los CTQ's del presente proyecto, el nivel de la calidad es el principal parámetro de interés, ya que la satisfacción de los cliente internos y externos solo es una consecuencia del primero, por lo tanto el nivel de la calidad debe ser analizado de forma que posibilite contar con una predicción cuantitativa de qué tan adecuado es un proceso, para esto se suele considerar un concepto conocido como "capacidad del proceso".

La capacidad del proceso se define como la aptitud para producir subcomponentes, componentes o bienes dentro de los límites de especificaciones de calidad. La capacidad básica del proceso se expresa como un valor de Sigma a corto plazo. Los objetivos de la determinación de la capacidad del proceso son algunos, siendo los más relevantes los siguientes:

- Predecir el grado de cumplimiento de las especificaciones.
- Contar con un parámetro de decisión cuantitativo para las posibles modificaciones dentro de la cadena productiva.
- Dar a conocer requerimientos de desempeño para un equipo de trabajo.

- Planear una secuencia de producción cuando se presenta un efecto interactivo de los procesos en las tolerancias.

A su vez el propósito principal del análisis de la capacidad del proceso es la determinación de si un proceso es capaz de satisfacer los requerimientos establecidos de los clientes.

De esta manera el análisis de la capacidad establece la base de desempeño actual del proceso y un punto de referencia para la evaluación del impacto causado por las mejoras. Para medir la capacidad de un proceso se utiliza el índice de capacidad de proceso C_p , el cual se define a través de la siguiente expresión [11]:

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma} \quad (4)$$

En donde:

C_p = índice de capacidad del proceso.

USL = Límite superior de especificación, en base a las tolerancias del proceso.

LSL = Límite inferior de especificación, en base a las tolerancias del proceso.

6σ = capacidad del proceso

σ = desviación estándar de los datos obtenidos respecto a la media.

El índice de capacidad del proceso C_p debe ser mayor que 1 para que el proceso esté bajo control, es decir para que la variabilidad de los resultados no afecte al nivel de la calidad deseada. Mientras mayor sea el índice de la capacidad del proceso, la calidad también será mejor, para conseguirlo se necesita que las especificaciones sean realistas y aplicar permanentemente acciones de mejoramiento.

Sin embargo, el índice de capacidad C_p es una forma cuantitativa simple para expresar la capacidad de un proceso, pero no toma en cuenta dónde se localiza la media del proceso respecto a las especificaciones (centrado del proceso). Para considerar el efecto

del centrado del proceso, es decir para medir el desempeño del proceso en términos del valor nominal u objetivo se usa el Cpk que se define de la siguiente forma:

$$Cpk = \text{Mín} \left\{ \frac{USL - \bar{X}}{3\sigma} ; \frac{\bar{X} - LSL}{3\sigma} \right\} \quad (5)$$

Siendo \bar{X} la media del proceso.

En la Fig.36 se aprecia que la media del proceso está centrada en el caso de la curva dibujada con línea continua, en tanto que la media está descentrada en la curva con línea de puntos. En ambas situaciones el Cp es el mismo, ya que tienen el mismo ancho de especificación y la misma anchura proceso, sin embargo no tienen la misma capacidad, la línea punteada presenta muchos más defectos que la distribución sólida porque está desplazada del centro de la especificación. El sombreado en color plomo indica la existencia de valores que están fuera de control porque se ubican fuera de los límites de valores inferiores o superiores de especificación.

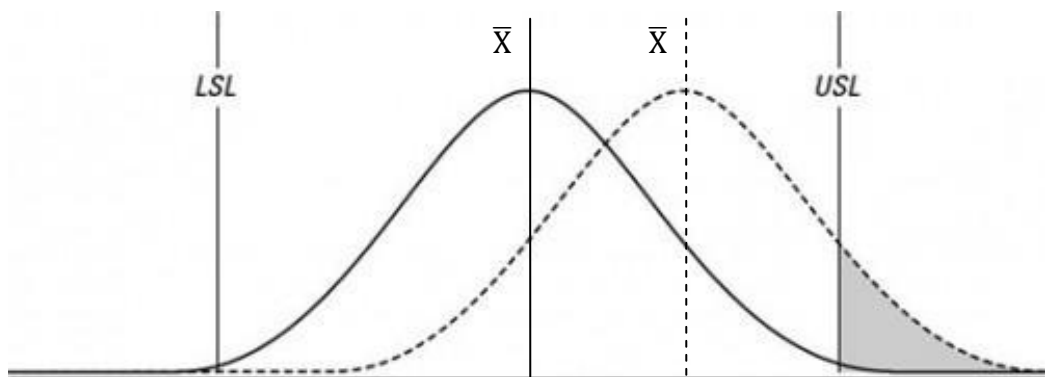


Fig. 36. Tasa de no conformidades cuando el proceso está $\pm 1,5\sigma$ descentrado

La determinación de la capacidad del proceso en base a las fórmulas (4) y (5) requiere de la utilización de variables cuantitativas continuas, es decir en donde las medidas pueden tomar un conjunto infinito de valores entre rangos establecidos. Sin embargo, en el presente estudio la medición del nivel de la calidad involucra el tratamiento de variables cualitativas dicotómicas, es decir que solo pueden tomar dos valores. Específicamente se puede mencionar que la medición se hace de los defectos o modos de falla, en cuyo caso solamente existen dos posibilidades que son existencia del defecto

o no existencia del defecto, por lo tanto no se puede establecer una desviación estándar ni límites superiores e inferiores de especificación. Entonces es conveniente utilizar considerar otro tipo de medición de la variable.

De acuerdo a esa consideración, es conveniente trabajar con los niveles de Defectos por Millón de Oportunidades DPMO como parámetro de medición de la capacidad del proceso global, ya que al considerar que en total son ocho procesos los que se miden, se puede establecer que todos deberían tener un mismo desempeño expresado en DPMO y que este nivel se debe ubicar en un valor medio deseable, con lo cual además se puede encontrar una desviación estándar y límites de especificación.

Para establecer la capacidad del proceso y los límites de especificación tomando en cuenta el DPMO, se va a trabajar con los datos obtenidos en el estudio de la situación actual presentados en la tabla 8 de los niveles de DPMO por cada operación en la producción de botas y botines en Creaciones MABELIZ, partiendo de la determinación de la desviación estándar en base a la siguiente fórmula:

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n} \quad (6)$$

Donde:

σ^2 varianza poblacional.

x_i dato individual de DPMO, correspondiente a un determinado proceso.

\bar{x} media aritmética de los DPMO de los procesos.

N número de datos de DPMO (igual al número de procesos).

σ desviación estándar de la población con respecto a la media aritmética.

Nota: En este caso se trabaja con la varianza y desviación estándar de la población porque en el estudio preliminar se consideró la existencia de ocho procesos y los datos tomados correspondieron a todos los valores obtenidos en el mes de estudio.

A continuación en la Tabla 26 se realizan los cálculos de acuerdo a las consideraciones indicadas:

Tabla 26. DPMO por cada operación en la producción de botas y botines en Creaciones MABELIZ.

No.	OPERACIÓN	DPMO x_i	NIVEL SIGMA σ	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
1	Cortado de cuero	41262,63	3,24	-5197,29	27011775
2	Desbastado	42234,85	3,23	-4225,06	17851158
3	Aparado	90000,00	2,84	43540,09	1895739296
4	Montaje o Armado de Puntas, lados y talón	53181,82	3,11	6721,91	45184028
5	Pegado de suelas	82727,27	2,89	36267,36	1315321482
6	Fijado de tacón	10454,55	3,81	-36005,37	1296386392
7	Acabado o Terminado	33636,36	3,33	-12823,55	164443383
8	Empaque	18181,82	3,59	-28278,09	799650568
	PROMEDIO \bar{x}	46459,91			
	TOTAL				5561588083

$$\sigma^2 = \frac{5561588083}{8} = 695198510$$

$$\sigma = 26366,62$$

Según la metodología Six Sigma se admite que la media esté descentrada $\pm 1,5 \sigma$, es decir 1,5 veces el valor de la desviación estándar de la población, por consiguiente el valor esperado μ será igual a:

$$\mu = \bar{x} \pm 1,5 \sigma$$

$$\mu = 46459,91 \pm 1,5 (26366,62)$$

$$\mu = 46459,91 - 1,5 (26366,62)$$

$$\mu = 6910$$

Para establecer los límites se hace la siguiente consideración:

El límite inferior corresponde al menor valor admitido de DPMO, que se establece que está dentro del cumplimiento de las especificaciones, por las características de lo que significa DPMO aparentemente se debería considerar como límite inferior el valor de cero, pero en ese caso el valor de la media DPMO de 46459,91 estaría fuera de rango con lo que el nivel de descentrado sería superior al $\pm 1,5\sigma$ señalado por la metodología Six Sigma, por esa razón se debe establecer un límite inferior distinto que se base en netamente en el criterio estadístico, siempre y cuando se respete que el valor deseado de DPMO debe ser de 6910, que a su vez forzosamente debe ser la media aritmética entre los límites inferior y superior de especificación LSL y USL, respectivamente.

En tal virtud, para determinar los límites inferior y superior de especificación se va a realizar un proceso iterativo considerando que los valores de la capacidad del proceso C_p y C_{pk} en base al empleo de las tablas del Anexo 9, deben satisfacer las siguientes restricciones:

$$C_p = 1,07$$

$$0,500 < C_{pk} < 0.834$$

Mediante iteración, al tomar un límite superior de 91910 y un límite inferior de -78090 se cumple que, primeramente el valor deseado μ de 6910 es media de los dos límites.

$$\mu = \frac{LSL + USL}{2} = \frac{-78090 + 91910}{2} = 6910$$

Además se respecta la desviación máxima admisible de $\pm 1,5\sigma$ que para los datos del estudio realizado en Creaciones MABELIZ corresponde a una desviación estándar de $\sigma=26366,62$ y un nivel de descentrado de la media con respecto al valor deseado de $1,5\sigma=39549,93$.

Demostración:

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma}$$

$$C_p = \frac{91910 - (-78090)}{6(26366,62)}$$

$$C_p = 1,074$$

$$C_{pk} = \text{Mín} \left\{ \frac{USL - \bar{X}}{3\sigma} ; \frac{\bar{X} - LSL}{3\sigma} \right\}$$

$$C_{pk} = \text{Mín} \left\{ \frac{91910 - 46459,91}{3(26366,62)} ; \frac{46459,91 - (-78090)}{3(26366,62)} \right\}$$

$$C_{pk} = \text{Mín}\{0,5746 ; 1,5746 \}$$

$$C_{pk} = 0,5746$$

Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente figura:

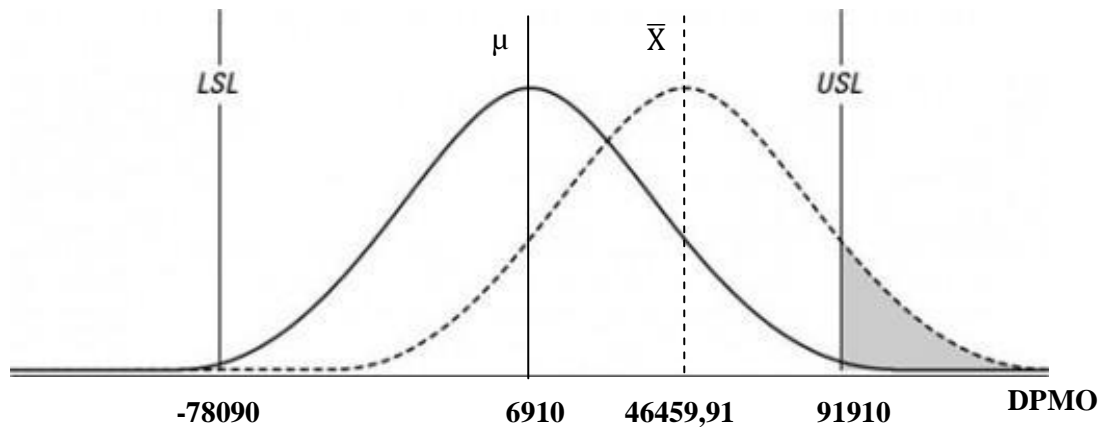


Fig. 37. Gráfica representativa de los parámetros de control para la capacidad del proceso de producción de botas y botines en Creaciones MABELIZ en base al estudio de la situación actual.

Los datos obtenidos reflejan que un proceso está fuera de control en caso de que los valores obtenidos de DPMO estén fuera del rango $[-78090; 91910]$, con la consideración de una desviación de la media respecto al valor deseado de $1,5\sigma$. Analizando la curva, el límite inferior nunca podría ser excedido porque el DPMO mínimo posible es 0, pero el valor superior de 91910 si podría ser potencialmente superado, con lo que en la práctica se debería tomar las acciones necesarias para evitarlo. En el caso del estudio realizado y mostrado en la Tabla 8, el máximo valor obtenido de DPMO fue de 90000 en el caso del proceso de aparado, es decir que este proceso estuvo a punto de ser crítico (estar fuera de control).

Es conveniente presentar un resumen de los parámetros de control de la capacidad del proceso, lo cual se presenta a continuación:



Fig. 38. Parámetros de control para la capacidad del proceso de producción de botas y botines en Creaciones MABELIZ en base al estudio de la situación actual.

Los valores mostrados en la Fig.38 describen todos y cada uno de los parámetros necesarios para la determinación de la capacidad del proceso, primeramente se detallan los datos del Cp y Cpk, que corresponden a un nivel sigma de 3.18; los límites inferior LSL y superior USL que establecen los valores extremos de especificación para una desviación de 1,5 veces la media de rendimiento en DPMO con respecto al nivel esperado, que como se anticipó es necesario tener en cuenta solamente el límite superior situado en 91910, ya que un valor mayor implicaría que el proceso está fuera de control. La media de los valores de DPMO actualmente se ubica en 46459,9, mientras que la esperada corresponde a 6910 defectos por millón de oportunidades.

En base a los parámetros establecidos en el corto plazo se puede controlar el desempeño del proceso en general, con la consideración de mantener el nivel actual, que corresponde a **3,18σ** Mientras que a largo se podría proyectar un incremento en la capacidad del proceso.



Fig. 39. Objetivo de desempeño en base a la capacidad del proceso de producción de botas y botines

3.2) Identificación de las fuentes de variación

Las fuentes de variación de los parámetros de medición: nivel de la calidad (expresado como σ , DPMO y NPR) y satisfacción de los clientes internos y externos (resultado de las encuestas a clientes) corresponden a los defectos o modos de fallas existentes en el proceso productivo de la fabricación de botas y botines en Creaciones MABELIZ, que se enumeran y describen en las Tablas 5, 8 y 15 del presente documento.

Para el estudio del comportamiento de las fuentes de variación se va trabajar con el Análisis del Modo y Efecto de Falla AMEF y con la guía de observación del DPMO y nivel sigma. Posteriormente se determinará la capacidad del proceso, para comparar el desempeño real con el desempeño objetivo y se establecerán las conclusiones pertinentes. Adicionalmente se deberá realizar una valoración de los niveles de satisfacción de los clientes, que es un resultado de las fuentes de variación.

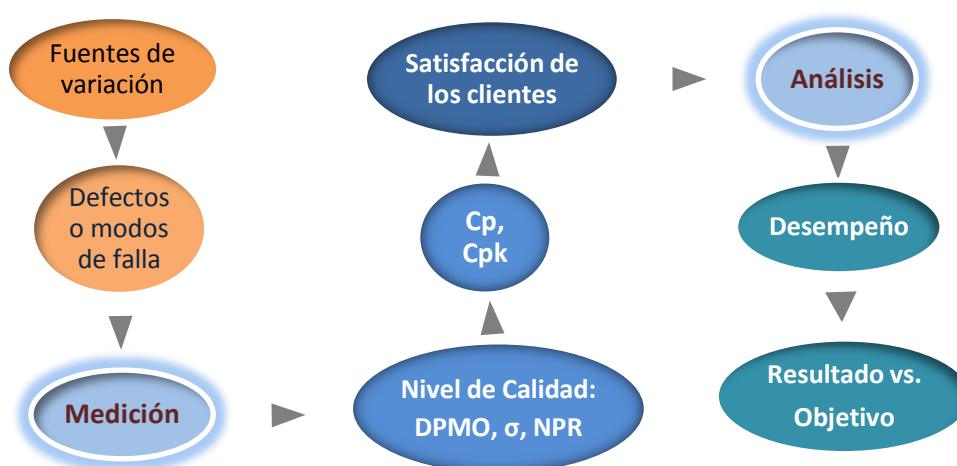


Fig. 40. Esquema ilustrativo de la fase de análisis a partir de las fuentes de variación

3.3) Selección de las herramientas estadísticas y gráficas para el análisis

En el caso del nivel de la calidad ya se ha definido el objetivo de desempeño con fundamento en el estudio preliminar de la situación actual, pero la satisfacción de los clientes no cuenta con una escala de valoración de los resultados de la encuesta.

Por esta razón, primeramente se va establecer una escala valorativa para los resultados de las encuestas de la satisfacción de los clientes. Esta escala parte de la cuantificación de los valores de las calificaciones individuales para cada pregunta y la sumatoria total para la encuesta y por todas las encuestas conforme las poblaciones y muestras establecidas en la Tabla 25. A su vez, para la escala numérica se establecerá una correspondiente equivalencia cualitativa, que consiste en calificar el nivel de satisfacción como bajo, medio o alto según el valor numérico obtenido.

Además se debe considerar que el número de preguntas y el contenido de las mismas difiere para los clientes internos con la de los clientes externos, razón por la cual los resultados globales también tienen una diferente equivalencia entre la escala numérica y cualitativa, aunque los tipos de valoración cualitativa es la misma. A continuación se detallan las escalas de calificación para cada caso:

Tabla 27. Escala de calificación para análisis de los resultados de la encuesta a clientes internos.

CLIENTES INTERNOS			
No. PREGUNTA	ATRIBUTO DE MEDICIÓN	ESCALA NUMÉRICA	ESCALA CUALITATIVA (PARA ANÁLISIS)
1	Entrega a tiempo	0-10	B Baja (0-3) M Media (4-7) A Alta (8-10)
2	Entrega sin defectos	0-10	
3	Entrega completa	0-10	
4	Entrega clasificada	0-10	
5	Percepción de la satisfacción	0-10	
TOTAL (POR ENCUESTA)		0-50	B Baja (0-16) M Media (17-33) A Alta (34-50)
RESULTADOS GENERALES PARA TODA LA POBLACIÓN (6 Clientes Internos)		0-300	B Baja (0-99) M Media (100-199) A Alta (200-300)

Tabla 28. Escala de calificación para análisis de los resultados de la encuesta a clientes externos.

CLIENTES EXTERNOS			
No. PREGUNTA	ATRIBUTO DE MEDICIÓN	ESCALA NUMÉRICA	ESCALA CUALITATIVA (PARA ANÁLISIS)
1	Entrega a tiempo	0-10	B Baja (0-3) M Media (4-7) A Alta (8-10)
2	Entrega sin defectos	0-10	
3*	Entrega completa	0-10	
4	Acorde a especificaciones	0-10	
5	Confort	0-10	
6	Precio accesible	0-10	
7	Percepción de la satisfacción	0-10	
TOTAL (POR ENCUESTA DE CLIENTES MAYORISTAS)		0-70	B Baja (0-23) M Media (24-47) A Alta (48-70)
RESULTADOS GENERALES PARA TODA LA POBLACIÓN CLIENTES MAYORISTAS (20 Clientes)		0-1400	B Baja (0-466) M Media (467-934) A Alta (935-1400)
TOTAL (POR ENCUESTA DE CLIENTES DIRECTOS FINALES)		0-60	B Baja (0-20) M Media (21-40) A Alta (41-60)
RESULTADOS GENERALES PARA TODA LA MUESTRA CLIENTES DIRECTOS FINALES (60 Clientes)		0-3600	B Baja (0-1200) M Media (1201-2400) A Alta (2401-3600)

* Esta pregunta no aplica para los clientes directos finales.

Complementariamente el tratamiento de los resultados demanda de la utilización de herramientas estadísticas para su procesamiento, análisis e interpretación, para lo cual se va utilizar una hoja de cálculo que a su vez sirve de registro de la información obtenida. La hoja de cálculo permite determinar fácilmente el resultado de la calificación y establecer una valoración cualitativa de la satisfacción de los clientes en base a dichos resultados. Las hojas de cálculo a utilizar se muestran en el Anexo 10.

Para representar estadísticamente los resultados de las encuestas se utilizarán la gráfica circular o de pastel e histogramas conforme se ilustra en la Fig.41.

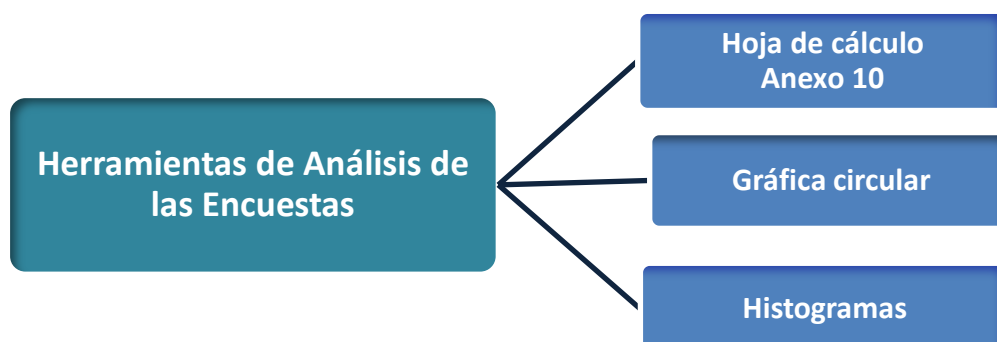


Fig. 41. Herramientas estadísticas y gráficas de análisis de la satisfacción de los clientes

Además es necesario expresar en una sola calificación todas las encuestas aplicadas, es decir establecer una escala de calificación que permita determinar el nivel de la satisfacción de los clientes tanto internos como externos al mismo tiempo. Para esto se aplicará una ponderación en base a las puntuaciones individuales considerando el mismo peso para los clientes internos y externos, la Tabla 29 detalla la escala valorativa global:

Tabla 29. Conversión de la calificación de las encuestas de satisfacción de los clientes en forma porcentual.

NOTACIÓN	CTQ's	CALIFICACIÓN OBTENIDA	CALIFICACIÓN MÁXIMA	CALIFICACIÓN PORCENTUAL = $\frac{\text{Cal. obtenida}}{\text{Cal. máxima}} \times 100$	
				% (0-100)	NÚMÉRICA PORCENTUAL (0-1)
Y ₁	Satisfacción Clientes Internos	XX	300	XX	XX
Y ₂	Satisfacción Clientes Externos-Mayoristas	XX	1400	XX	XX
	Satisfacción Clientes Externos- Directos Finales	XX	3600	XX	XX

Al tener las calificaciones de las encuestas en forma porcentual, ya se puede obtener una única calificación global. Para esto se plantea el siguiente modelo matemático:

$$Y = 0,5 Y_1 + 0,5 Y_2 \quad (7)$$

En donde:

Y es el nivel global de satisfacción de los clientes internos y externos (en el rango 0-1).

Y_1 y Y_2 es el nivel de satisfacción de los clientes internos y externos, respectivamente.

0,5 es la ponderación para cada tipo de cliente (50%).

Tabla 30. Calificación global de la satisfacción de los clientes mediante aplicación del modelo establecido.

NOTACIÓN	CTQ's	PONDERACIÓN	NUMÉRICA PORCENTUAL (0-1)	CALIFICACIÓN PONDERADA = Numérica porcentual x ponderación
Y_1	Satisfacción Clientes Internos	0,50	XX	XX (en el intervalo 0- 0,50)
Y_2	Satisfacción Clientes Externos-Mayoristas	0,25	XX	XX (en el intervalo 0- 0,25)
	Satisfacción Clientes Externos-Directos Finales	0,25	XX	XX (en el intervalo 0- 0,25)
Y	TOTAL	1	-	XX (en el intervalo 0-1)

Es decir el valor general de la satisfacción de los clientes medido en un período mensual oscilará en el intervalo entre 0 y 1. De manera similar, para representar el nivel de la calidad se utilizarán las siguientes herramientas y gráficas, según se indica en la Fig.42:

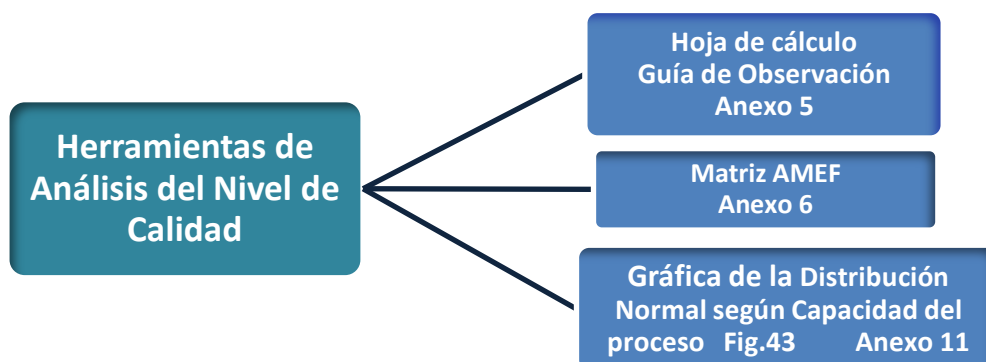


Fig. 42. Herramientas estadísticas y gráficas de análisis del nivel de la calidad

3.4) Aplicación de herramientas estadísticas y gráficas

En conformidad con las herramientas estadísticas y gráficas descritas en las Fig. 41 y 42, se va a definir el modo de aplicarlas.

Tabla 31. Parámetros a cumplir para la aplicación de las herramientas estadísticas y gráficas.

CTQ's	HERRAMIENTA DE ANÁLISIS	DESCRIPCIÓN
Nivel de la calidad Referencia Fig.42	Guía de Observación	Hoja de cálculo mostrada en el Anexo 5. Ingresar el número de unidades, número de defectos y el número de oportunidades por unidad. La hoja calcula el DPMO, nivel σ , eficiencia.
	AMEF	Matriz AMEF mostrada en el Anexo 6. Ingresar las causas potenciales de los modos de falla, las calificaciones iniciales de Severidad, Ocurrencia y Detección, los controles actuales, el responsable, las acciones adoptadas y las nuevas calificaciones de Severidad, Ocurrencia y Detección. La hoja calcula los niveles de NPR.
	Gráfica de la Distribución Normal según la capacidad del proceso	Herramienta de cálculo mostrada en el Anexo 11. Ingresar los datos de media esperada, media real, desviación y los límites inferior y superior de especificación (los datos corresponden a los DPMO). La herramienta grafica la distribución normal para el DPMO.
Satisfacción de los clientes Referencia Fig.41.	Hoja de cálculo	Hoja de cálculo y registro de las calificaciones individuales por cada pregunta de las encuestas para los clientes. Anexo 10. Ingresar las calificaciones individuales de cada pregunta por cada una de las encuestas, para los dos tipos de clientes: internos y externos. La hoja calcula los valores totales por encuesta y por preguntas y el resultado general por tipo de cliente.
	Gráfica circular	Mediante un programa estadístico obtener gráficas de relación de los resultados obtenidos por escalas cualitativas de valoración: baja, media y alta para cada tipo de encuesta (clientes internos y externos).
	Histogramas	Mediante un programa estadístico obtener histogramas que establezcan una comparación de los resultados obtenidos por escalas cualitativas de valoración: baja, media y alta para cada tipo de encuesta (clientes internos y externos).

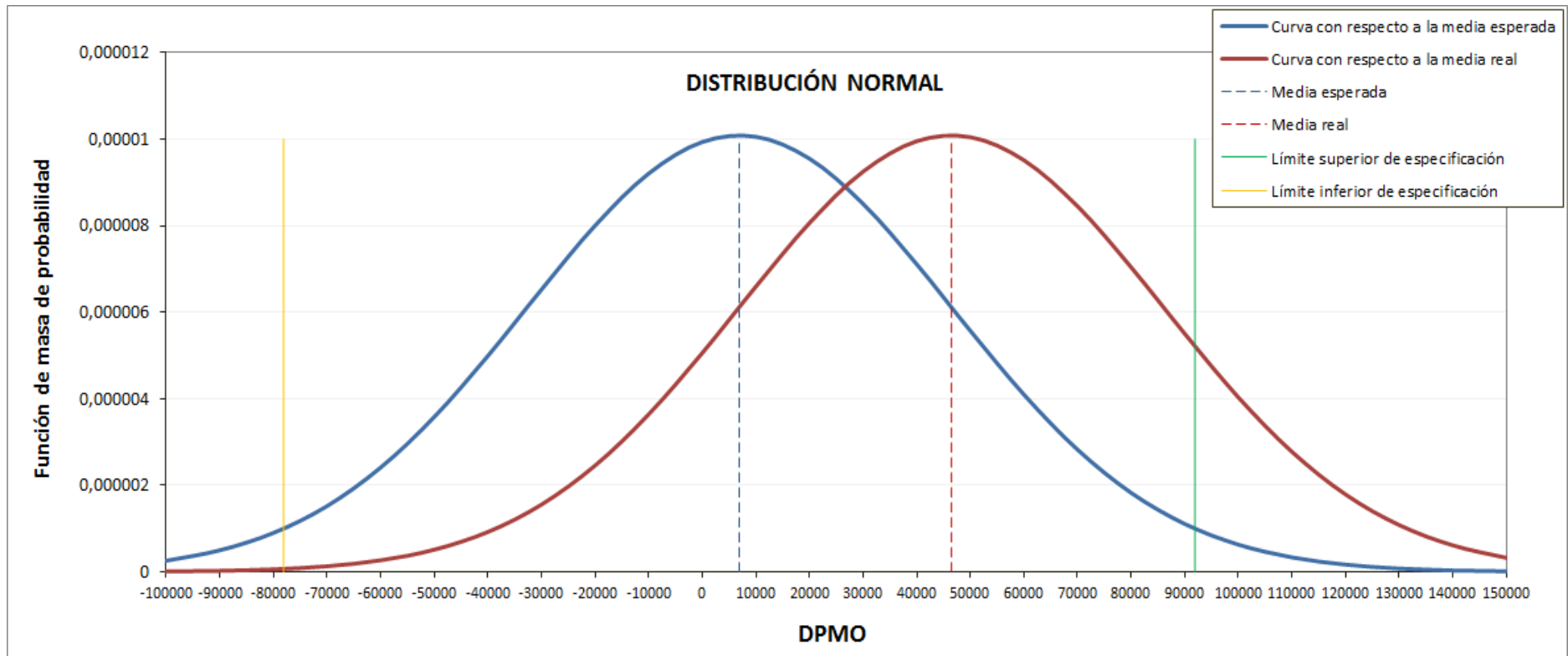


Fig. 43. Curvas de distribución normal para la producción real y esperada en base al DPMO

Relación entre los CTQ's: nivel de la calidad y satisfacción de los clientes.

Los críticos de calidad CTQ's o variables del proyecto se deben relacionar para verificar la hipótesis planteada en la fase de definición. Es decir se debe demostrar que el nivel de la calidad de la producción de botas y botines en Creaciones MABELIZ incide en la satisfacción de los clientes internos y externos.

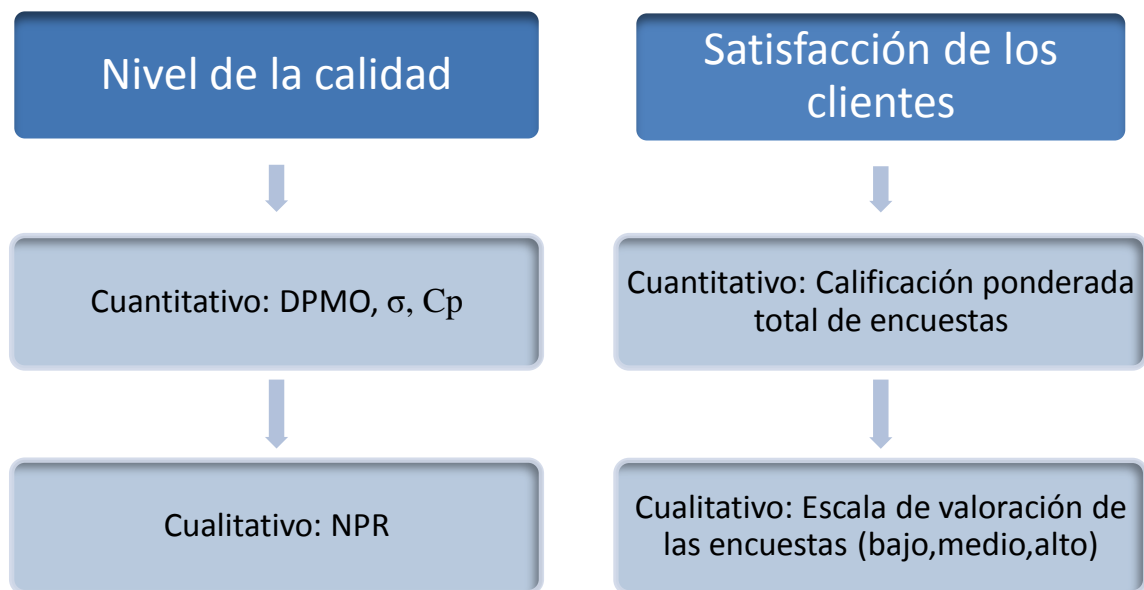


Fig. 44. Parámetros cuantitativos y cualitativos de medición de las variables

En el caso del nivel de la calidad el cálculo del DPMO permite obtener datos numéricos que corresponden a la identificación de los defectos encontrados en las unidades producidas en cada uno de los procesos, de igual manera el NPR responde a una valoración de la severidad, ocurrencia y detección de los modos de falla. Entre ambas opciones de medición es más conveniente trabajar con el cálculo del DPMO porque el grado de apreciación de parte del encargado de la medición es más exacto y preciso, ya que en cada unidad de producción se dispone de una variable discreta con dos valores "existe o no existe el defecto", cuya suma individualizada para cada caso establece los niveles de DPMO; a diferencia del NPR, que maneja tres escalas numéricas de calificación que son generales para cada proceso, pero que conduce a una mayor subjetividad.

En el caso de las encuestas, de entre la opción de trabajar con la escala cuantitativa o la cualitativa, es más adecuado emplear la cuantitativa o numérica porque proporciona una calificación de tipo continua (con más opciones de respuesta y conlleva a mayor exactitud), mientras que la escala cualitativa es más subjetiva, además de que ésta última no está establecida para la satisfacción de los clientes internos y externos combinada en una sola calificación.

En consecuencia se trabajará tanto para el nivel de la calidad como para la satisfacción de los clientes con los parámetros de medición cuantitativos.

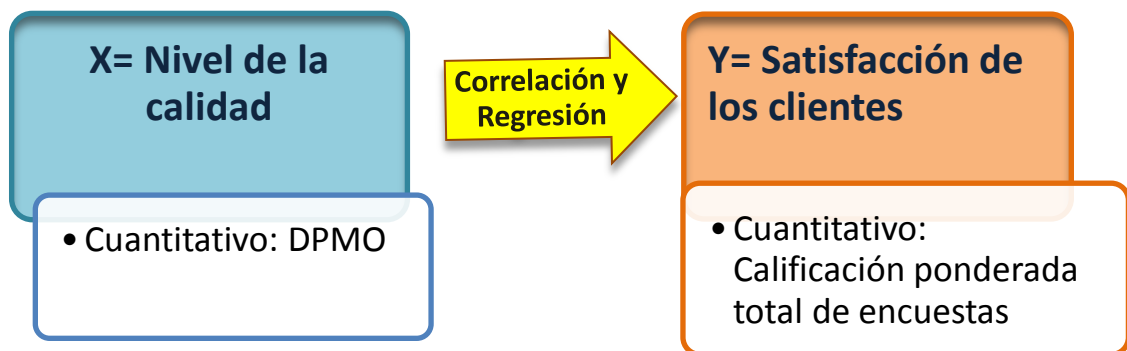


Fig. 45. Análisis a través del método estadístico para determinar la relación entre las variables

De acuerdo al esquema de la Fig.45 para la verificación de la hipótesis se aplicará el método del análisis de correlación y regresión, conceptos que parten del diagrama de dispersión.

Diagrama de dispersión

Dos variables cuantitativas (numéricas) X e Y, medidas sobre un mismo elemento de la muestra o población (muestras bivariadas), se pueden graficar sobre un mismo sistema de referencia X-Y, donde cada elemento de la muestra se representa mediante un par de valores (x,y), obteniéndose un conjunto de puntos a partir de los cuales se puede establecer la relación entre las variables. A esta relación entre las variables a través del diagrama de dispersión se denomina correlación [31].

La correlación mide el grado de relación entre dos variables, cuando los dos factores aumentan simultáneamente la correlación es positiva, mientras que si al aumentar el uno el otro decrece la correlación es negativa. Ahora si se desea definir con más detalle la relación entre las variables se construyen modelos matemáticos que expresan la asociación entre X e Y, a eso se le conoce como regresión.

Los modelos de regresión más comunes son: lineal, lineal múltiple, cuadrática, cúbica, y exponencial. En cada caso se considera una variable independiente denotada por X y una variable dependiente denotada por Y. Para determinar el modelo matemático de regresión se pueden aplicar fórmulas a partir del coeficiente de correlación o emplear un programa de cálculo estadístico que permita obtener dicho valor de forma directa y la función del modelo correspondiente. Así también, la validez del modelo de regresión se puede establecer a través del coeficiente de determinación R^2 que mide la eficiencia del modelo, ya que el valor de R^2 oscila entre 0 y 1 y mientras más cercano esté al valor de 1 el modelo describe de mejor forma el comportamiento de la asociación de las variables.

La aplicación de un modelo de regresión en el presente proyecto permitirá establecer el grado de relación entre el nivel de calidad y la satisfacción de los clientes. Considerando que la variable independiente es el nivel de la calidad y la dependiente es la satisfacción de los clientes, se va a establecer el grado de dependencia de la segunda con respecto a la primera.

Para aplicar un modelo de regresión se necesita que las muestras sean las mismas y considerando que el desarrollo del proyecto implica la realización de mediciones con un período mensual entre una y otra, se fijará que el modelo de regresión se aplique una vez al año para determinar la relación de las variables a partir de doce datos (uno por mes) para ambos casos (calidad y satisfacción de los clientes).

Para detallar en forma sintetizada la forma de aplicación de la regresión lineal para análisis del desempeño del proyecto se presenta las Tablas 32 y 33, que además permiten establecer la relación entre el nivel de la calidad de la producción de botas y botines en Creaciones MABELIZ y la satisfacción de los clientes internos y externos, mediante el método de análisis de los datos a través de regresión, adoptando el tipo

lineal, cuadrático o cúbico según el modelo que presente un mayor valor del coeficiente de determinación R^2 .

Tabla 32. Parámetros para la realización del análisis.

VARIABLE	NOTACIÓN	TIPO	PERÍODO DE MEDICIÓN POR DATO	PERÍODO DE ANÁLISIS	No. DATOS
Nivel de la calidad (DPMO)	X	Independiente	Mensual	Anual	Doce
Satisfacción de los clientes (calificación a partir de las encuestas)	Y	Dependiente	Mensual	Anual	Doce
RESPONSABLE	Supervisor de calidad				

Tabla 33. Detalles de la realización del análisis mediante el método estadístico.

MÉTODO ESTADÍSTICO	TIPO	FORMA DEL MODELO	PARÁMETRO DE DECISIÓN	HERRAMIENTA PARA APLICACIÓN DEL ESTADÍSTICO
Regresión	Lineal simple	$y = ax + b$	Coeficiente de Determinación R^2 : El valor más cercano a 1	Hoja de cálculo
	Cuadrática	$y = ax^2 + bx + c$		
	Cúbica	$y = ax^3 + bx^2 + cx + d$		

Los datos individuales se recolectarán mensualmente y al final de cada año se aplicará el método de regresión mediante el empleo de una hoja de cálculo para los doce datos totales. No existe una regla de decisión bien definida, sin embargo se considerará como valor de R^2 mínimo aceptable 0,70; porque si todos los modelos definidos a partir de los datos obtenidos son menores a ese valor, la relación entre las variables es débil, en cuyo caso se rechazará la hipótesis de dependencia y se analizará una posible modificación de la forma de medición del proyecto, a cargo de la supervisión de calidad y gerencia.

Tabla 34. Formato para el registro de datos.

No.	MES	NIVEL DE CALIDAD	SATISFACCIÓN DE CLIENTES
		DPMO	CALIFICACIÓN PONDERADA (0-1)
		X	Y
1	Enero		
2	Febrero		
3	Marzo		
4	Abril		
5	Mayo		
6	Junio		
7	Julio		
8	Agosto		
9	Septiembre		
10	Octubre		
11	Noviembre		
12	Diciembre		

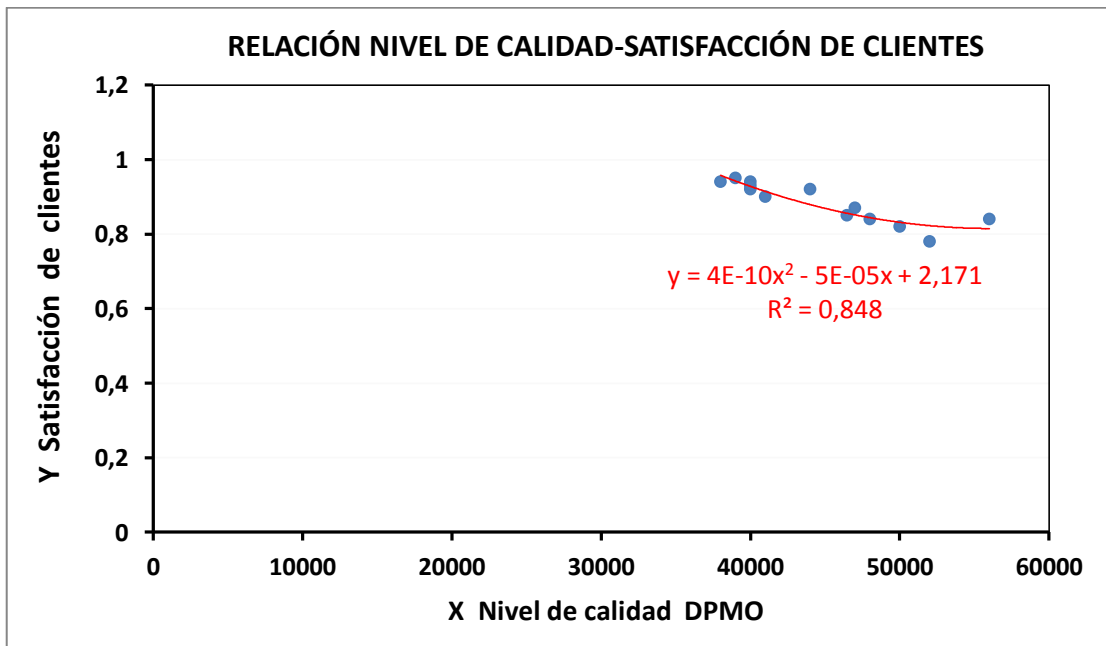


Fig. 46. Gráfica ilustrativa para el análisis de relación de variables mediante regresión

La Tabla 34 muestra el formato para registro de los datos del DPMO conforme el nivel de la calidad y la calificación ponderada de la satisfacción de los clientes, por cada mes de análisis. Estos datos se representarán gráficamente como muestra la Fig.46, en cuyo caso se observan los tentativos puntos a obtener (en número de doce), luego se definirá la línea de tendencia más adecuada conforme los criterios de la Tabla 33, se mostrará el modelo matemático y el valor de R^2 (color rojo en el gráfico). Cabe aclarar que los datos mostrados en la Fig.46 solo son ilustrativos, es decir no obedecen a un estudio al respecto, porque la obtención de los datos para el análisis general demanda de un período de estudio de un año. Sin embargo se estimó en base al contexto.

El análisis de la relación de las variables a través del modelo de regresión permitirá conocer el comportamiento integral de la gestión de la calidad con base en la aplicación de la metodología Six Sigma, por lo que constituye en un elemento de vital importancia para la sobrevivencia del proyecto.

4) Fase de mejora

La fase de mejora tiene como objeto elevar el desempeño del proceso en general con miras a disminuir la incidencia de los factores o fuentes de variación. En el caso de la producción de botas y botines en Creaciones MABELIZ, la mejora partirá de la consideración de la situación actual tomando como referencia los resultados del estudio del DPMO, la matriz AMEF y la capacidad actual del proceso medida a través del Cp y Cpk, Ya que en las actuales condiciones los valores obtenidos demuestran que el nivel de la calidad es inadecuado.

4.1) Generación de alternativas de mejora

Primeramente se plantea alternativas de mejora tomando como referencia los resultados previos del estudio y considerando la formulación de períodos para alcanzar los objetivos. Aquí surgen los conceptos de corto y largo plazo.

El corto plazo se entiende como el periodo de tiempo mínimo para que se presenten cambios de forma que repercutan en los resultados de la producción, mientras que el largo plazo representa el período de tiempo necesario para realizar cambios profundos o de fondo a las condiciones de la producción. Entendiéndose por cambios profundos a la

alteración de los factores de producción, es decir la intervención directa sobre la maquinaria, mano de obra, métodos de trabajo, áreas de trabajo, etc.

La formulación de las alternativas de mejora del presente proyecto se enfocará en conseguir resultados a corto plazo, ya que se pretende estabilizar el rendimiento del proceso para contar con el sustento técnico para implementar mejoras estructurales a largo plazo, en caso de ser requeridas. Además se considera que el proyecto se dirige a una microempresa, que no está en capacidad de realizar grandes inversiones para adquisición de tecnología de punta, como para automatizar la medición de los procesos.

Bajo el contexto indicado las alternativas de mejora propuestas se presentan en la Tabla 35 y el tiempo estimado dentro del límite del corto plazo para el presente proyecto será de un año, considerando las características de las mejoras propuestas.

Tabla 35. Detalle de las alternativas de mejora.

ALTERNATIVA DE MEJORA	RESPONSABLE	HERRAMIENTAS	PERÍODO DE IMPLEMENTACIÓN
Control de materia prima	Supervisor de Calidad	Checklist de ingreso de materia prima	Corto plazo
Supervisión del trabajo	Supervisor de calidad	Órdenes de trabajo	Corto plazo
Capacitación a operarios y supervisor	Supervisor de calidad y Técnico externo especializado	Programas de capacitación teóricos y prácticos a nivel interno y externo	Corto plazo
Control de producción y calidad	Supervisor de calidad	Registros de producción	Corto plazo
		Guía de observación: DPMO, nivel sigma	
		Matriz AMEF: NPR	
		Herramienta gráfica para la capacidad del proceso	
		Gráficas de control	
Medición de la satisfacción de los clientes	Supervisor de calidad	Herramientas de medición y análisis (ya citadas previamente)	Corto plazo

Análisis de factibilidad

Antes de llevar a efecto las mejoras planteadas es indispensable verificar la viabilidad de la propuesta de mejoramiento. Para esto se va a considerar los siguientes aspectos.

Tabla 36. Análisis de factibilidad de las alternativas de mejora.

FACTIBILIDAD DE LAS ALTERNATIVAS DE MEJORA	
ASPECTO	DETALLES
TÉCNICO	<ul style="list-style-type: none"> - Se cuenta con un estudio preliminar basado en la medición y análisis del nivel actual de calidad: DPMO, nivel σ, NPR y capacidad del proceso de acuerdo a la metodología Six Sigma. - La ejecución de las alternativas de mejora tendrá un responsable directo de su aplicación y seguimiento: supervisor de calidad, quien debe cumplir con el perfil requerido para el cargo. - La fase de mejora se establecerá conforme los requerimientos de la metodología Six Sigma. - El proceso de producción y la planta brindan las condiciones necesarias para llevar a efecto las mejoras sugeridas.
ECONÓMICO	<ul style="list-style-type: none"> - La implementación de las alternativas de mejora demanda de la inversión en: documentación, herramientas estadísticas informáticas de licencia abierta, incorporación y remuneración mensual de un supervisor de calidad y financiamiento en programas de capacitación internos y externos. - El gerente general de Creaciones MABELIZ se ha comprometido con financiar la implementación y sobrevivencia de las mejoras.
LEGAL	<ul style="list-style-type: none"> - Las alternativas de mejora se enmarcan en las políticas del buen vivir establecidas por la Constitución de la República del Ecuador del 2008. - La mejora se enfoca en elevar la satisfacción del cliente, para dar cumplimiento a las obligaciones del proveedor establecidas en la Ley Orgánica de Defensa del Consumidor vigente desde el año 2001. - La propuesta de mejoramiento cuenta con la participación del investigador (autor del presente proyecto), por lo que cumple con el Artículo 54, literal e del Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones de 2010, que se refiere a propiciar la participación de universidades y centros de enseñanza locales, nacionales e internacionales, en el desarrollo de programas de emprendimiento y producción, en forma articulada con los sectores productivos, a fin de fortalecer a las MIPYMES.
BENEFICIARIOS	<ul style="list-style-type: none"> - La propuesta de mejora se dirige a elevar las condiciones del proceso de producción y de la calidad, por consiguiente beneficiará a todos los trabajadores de la empresa y a los clientes de sus productos.

Financiamiento

El costo de llevar adelante el plan de mejora implica la necesidad de realizar un desembolso de recursos económicos para cubrir con los gastos asociados. En este sentido es importante describir cada uno de los egresos requeridos para la ejecución del proyecto:

- En lo referente a los recursos humanos se plantea incorporar un supervisor de calidad. La empresa debe financiar su remuneración que será de 600 dólares mensuales, que para la duración inicial del proyecto que es de un año representa 7200 dólares anuales.
- Se establecen también programas de capacitación para el personal de labores, lo que requiere que la empresa cubra con los costos especialmente en los casos de capacitación externa, que corresponde a un requerimiento de 3200 dólares anuales. Los programas de capacitación se detallan más adelante en las Tablas 39 y 40 del presente documento.
- Finalmente se requiere financiar el costo de materiales y herramientas para el control de la calidad, especialmente en cuanto a la documentación de respaldo. Para esto se estima que se debe cubrir con 50 dólares al mes, que representan 600 dólares anuales.

Todos estos gastos bordean los 11000 dólares anuales y están bajo responsabilidad de la empresa encabezada por la gerencia general, quien será el responsable de su financiamiento. De acuerdo al contexto de la propuesta se espera que la inversión se recupere por los beneficios que de la propuesta se derivan.

Incorporación del supervisor de calidad

El supervisor de calidad es quien se encargue de forma directa del control de la producción y de llevar adelante la ejecución de la propuesta de mejoramiento de la situación actual, es decir será el responsable directo del cumplimiento de los parámetros establecidos por la metodología Six Sigma en el presente proyecto. Por lo tanto la persona que ocupe este cargo deberá cumplir con un perfil que asegure su buen desempeño en el ejercicio de sus funciones. A continuación se describe el perfil requerido para el supervisor de calidad:

SUPERVISOR DE CALIDAD

- **PERFIL REQUERIDO:**
- Formación de tercer nivel completa en Ingeniería Industrial, de Procesos o carreras afines.
- Cursando maestría o cursos de especialización en Gestión de la Calidad.
- Experiencia mínimo de un año como supervisor de producción o de calidad en empresas de producción de calzado o afines.
- Sexo indistinto.
- Capacidad de cumplimiento de los objetivos empresariales.
- Manejo del personal de trabajo y buenas realaciones interpersonales.

Fig. 47. Perfil requerido para el puesto de supervisor de calidad en Creaciones MABELIZ

Documentos y registros

Como se observa en la Tabla 35, la fase de mejora comprende una serie de aspectos a cumplir y se desarrollará con el respaldo de documentación, que para un manejo adecuado y de fácil identificación dentro de la empresa se registrá de acuerdo a la siguiente codificación:



Fig. 48. Formato de la codificación para identificación de documentos y registros

Es decir, el código general se establece en base a tres códigos individuales, de los cuales el primero es para establecer el nombre del **parámetro o alternativa de mejora** y toma las primeras letras de dicho nombre, el segundo también utiliza letras y lleva las siglas del nombre del **documento o registro** y el tercer código es numérico y sirve para identificar el **orden de los documentos o registros** de entre los diversos tipos existentes. A continuación, en la Tabla 37 se presenta el detalle de todos los documentos y registros a ser empleados con sus respectivos códigos de identificación:

Tabla 37. Guía de documentos y registros a utilizar para la mejora del nivel de la calidad.

ASPECTO DE MEJORA	NOMBRE DEL DOCUMENTO O REGISTRO	CÓDIGO
Control de Materia Prima	Checklist de Ingreso de Materia Prima.	CMP-CIMP-01
Supervisión del Trabajo	Órdenes de Trabajo de Cortado	ST-OTC-02
	Órdenes de Trabajo Desbastado	ST-OTD-03
	Órdenes de Trabajo de Aparado	ST-OTA-04
	Órdenes de Trabajo de Montaje	ST-OTM-05
	Órdenes de Trabajo de Pegado de suelas	ST-OTP-06
	Órdenes de Trabajo de Fijado de tacón	ST-OTF-07
	Órdenes de Trabajo Terminado	ST-OTT-08
Órdenes de Trabajo de Empaque	ST-OTE-09	
Capacitación a Operarios y Supervisor de Calidad	Registro de Programas de Capacitación	COSC-RPC-10
Control de Producción y Calidad	Registros de Producción	CPC-RP-11
	Guía de Observación: DPMO, nivel sigma	CPC-GO-12
	Matriz AMEF: NPR	CPC-MA-13
	Herramienta gráfica para la Capacidad del Proceso	CPC-CP-14
	Gráficas de Control	CPC-GC-15
Medición de la Satisfacción de los Clientes	Hoja de Cálculo para medir Satisfacción de los Clientes Internos	MSC-HCSCI-16
	Hoja de Cálculo para medir Satisfacción de los Clientes Externos	MSC-HCSCE-17

Control de materia prima

El control de la materia prima es un aspecto de interés primario debido a que el estudio preliminar determina que actualmente existen materias primas que ingresan en condiciones defectuosas, lo cual determina que los procesos potencialmente pueden

presentar modos de falla debidos al incumplimiento de las especificaciones de calidad de la materia prima como son lacras y débil textura del material, como se ilustra en la Tabla 10 y en la Fig.20 a través del diagrama de Pareto.

Para contribuir en la identificación de los defectos que presenta la materia prima en el ingreso se va utilizar un formato denominado Checklist de Ingreso de Materia Prima (Anexo 12). El cual estará bajo la responsabilidad del supervisor de calidad y se empleará uno por semana.

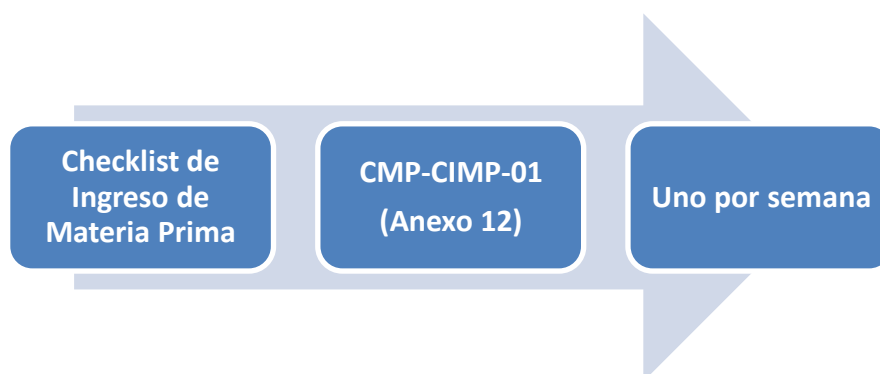


Fig. 49. Esquema ilustrativo del documento para control de materia prima

Las especificaciones de conformidad de la calidad de la materia prima de acuerdo al requerimiento y en base a la solicitud de pedido a los proveedores considerará los siguientes aspectos:

Tabla 38. Especificaciones a ser tomadas en cuenta para las materias primas y materiales.

DETALLE	ESPECIFICACIONES REQUERIDAS
Cuero de Vaca	Cantidad, color, textura, tiempo de arribo a planta, dimensiones y modelo.
Forro Textil	Cantidad, color, tiempo de arribo a planta, dimensiones y modelo.
Suelas de Goma Termoplástica	Cantidad, color, tiempo de arribo a planta, pareado (izquierdo-derecho y según numeración) y modelo.
Tacos	Cantidad, tiempo de arribo a planta, tamaño y modelo.
Accesorios para el calzado: plantillas, hebillas, botones, etiquetas.	Cantidad, color, tiempo de arribo a planta, fecha de caducidad, dimensiones, modelo y gravado.

Supervisión del trabajo

La supervisión del trabajo consiste en la vigilancia permanente de la realización de las tareas bajo estricto cumplimiento de los parámetros de mínimos requeridos de calidad, para asegurar un desempeño eficiente y eficaz. Actualmente la empresa no cuenta con una supervisión técnica de la ejecución de las actividades y por esta razón se plantea en primer lugar la incorporación de un supervisor de calidad que es el encargado directo de la supervisión del trabajo y además se propone la utilización de órdenes de trabajo para que sirvan de guía para la ejecución de las actividades.

Las órdenes de trabajo van a ser emitidas **diariamente** por el supervisor de calidad y entregadas a cada uno de los operarios dando a conocer los modelos a fabricar, la composición del pedido, las tallas del calzado, el procedimiento de trabajo, los materiales a utilizar, las máquinas con las que se ejecutarán las actividades, entre otros aspectos de interés. Los formatos de las órdenes de trabajo para cada uno de los procesos se muestran en el Anexo 13.

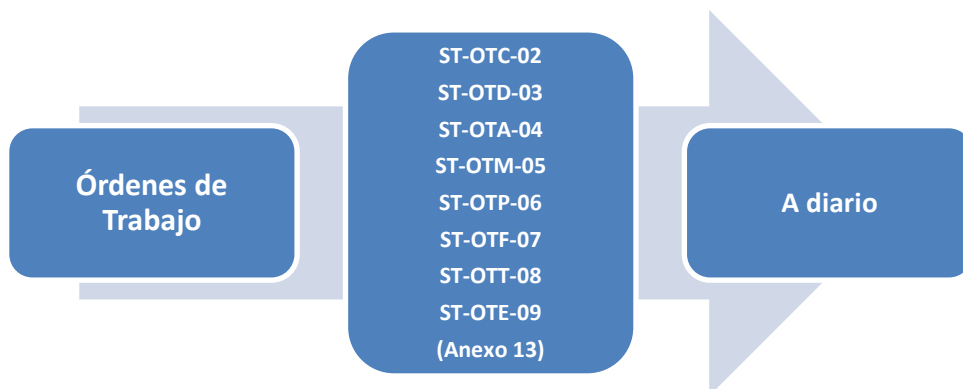


Fig. 50. Esquema ilustrativo del documento para las órdenes de trabajo

Capacitación a operarios y supervisor de calidad

Los programas de capacitación serán dirigidos tanto a los operarios como al supervisor de calidad, debido al grado de complejidad y al requerimiento de especialización no todos podrán ser realizados a nivel interno, por esta razón se implementarán capacitaciones dentro de la empresa y se promoverá la participación a nivel externo en cursos de especialización. A continuación se detalla la planificación para los programas de capacitación:

Tabla 39. Programas de capacitación para el personal de planta de Creaciones MABELIZ.

PROGRAMA	BENEFICIARIOS	TIPO Y PERIODICIDAD	INSTRUCTOR	COSTO ANUAL USD
Capacitación en Seguridad y Salud Ocupacional	Operarios y supervisor de calidad	Externa Anual	Especialista de Centro de Capacitación	700
		Interna Trimestral	Supervisor de Calidad	-
Capacitación en Gestión de Calidad	Supervisor de calidad	Externa Anual	Especialista de Centro de Capacitación	300
Capacitación en Buenas Prácticas de Manufactura en Calzado	Supervisor de calidad	Externa Anual	Especialista de Centro de Capacitación	400
Especialización en manejo de máquinas de calzado	Operarios	Externa Anual	Especialista de Centro de Capacitación	1800
Inducción al cargo y a la empresa para los nuevos trabajadores	Operarios	Interna En la incorporación del personal	Supervisor de Calidad	-
Reuniones para información operativa	Operarios y supervisor de calidad	Interna Semanal	Gerente general y supervisor de calidad	-

Los aspectos principales a ser contemplados en la capacitación están citados en la tabla 39, quedando aún por establecer la forma de financiamiento y el tiempo de duración de cada uno de los cursos, seminarios o reuniones.

El financiamiento de los cursos corre a cargo de la empresa, para lo cual se destinarán recursos que provendrán de la utilidad que se percibe de la venta de las botas y botines. Es decir, en el estado de resultados se debe considerar como un rubro de gastos un valor económico que permita cubrir con el costo de la capacitación.

Además se tienen que establecer los horarios para cada capacitación, de modo que no afecte al normal desarrollo del trabajo y el tiempo de duración estimado en horas.

Estos aspectos se describen a continuación:

Tabla 40. Programas de capacitación para el personal de planta de Creaciones MABELIZ.

PROGRAMA	CENTRO DE CAPACITACIÓN*	TIPO	DURACIÓN ESTIMADA	HORARIOS DISPONIBLES
Capacitación en Seguridad y Salud Ocupacional	Centro de capacitación privado u estatal	Externa	12 H.	Viernes 16H00 a 21H00 Sábados 8H00 a 16H00
	Empresa	Interna	8 H.	Sábados 8H00 a 16H00
Capacitación en Gestión de Calidad	Centro de capacitación privado u estatal	Externa	24 H.	Viernes 16H00 a 21H00
Capacitación en Buenas Prácticas de Manufactura en Calzado	Centro de capacitación privado u estatal	Externa	24 H.	Sábados 8H00 a 16H00
Especialización en manejo de máquinas de calzado	Centro de capacitación privado u estatal	Externa	40 H.	Sábados 8H00 a 16H00
Inducción al cargo y a la empresa para los nuevos trabajadores	Empresa	Interna	8 H.	Lunes a Viernes 9H00 a 17H00
Reuniones para información operativa	Empresa	Interna	1 H.	Lunes a Viernes 9H00 a 17H00

* En el caso de la capacitación estatal se deberá articular con la SETEC o el SECAP. Mientras que para la capacitación particular se coordinará con las Cámaras de la Producción y el sector del Calzado.

Una vez establecidos los programas de capacitación se tiene que dar constancia del cumplimiento de los programas y para esto se va a utilizar el registro codificado como **COSC-RPC-10**, que se empleará uno por cada programa que se haya ejecutado, el formato se muestra en el Anexo 14.

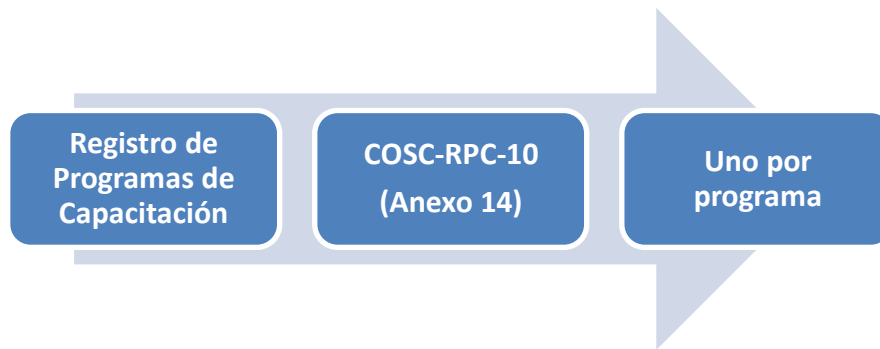


Fig. 51. Esquema ilustrativo para el registro de los programas de capacitación

Control de producción y calidad

El punto central de la mejora de la situación actual está determinado por el control de la producción en base a los indicadores como son: DPMO, nivel σ , NPR y capacidad del proceso. Estos parámetros de control serán documentados en los correspondientes registros y según la codificación establecida.

Para el caso de la guía de observación el formato a utilizar es el **CPC-GO-12** que se muestra en el Anexo 5, mientras que la matriz AMEF tiene el formato **CPC-MA-13** ubicado en el Anexo 6, además se empleará la herramienta gráfica para la capacidad del proceso **CPC-CP-14** del Anexo 11. El modo de uso de estos documentos ya se detalló anteriormente en la fase de medición y en la fase de análisis.

Finalmente se debe a dar a conocer los formatos: Registro de Producción **CPC-RP-11** (Anexo 15) y la Gráfica de Control **CPC-GC-15**. En el caso del primero se utiliza un formato por semana, en tanto que el detalle de la gráfica de control se presenta en la siguiente fase del proyecto, que se refiere justamente al Control.

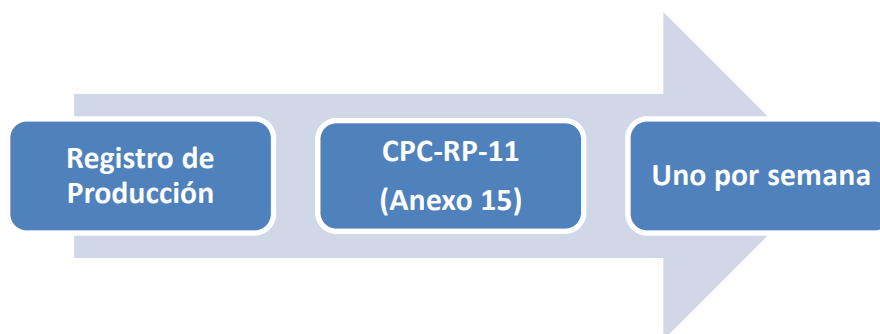


Fig. 52. Esquema ilustrativo para el registro de producción

Medición de la satisfacción de los clientes

El último factor de mejora es la medición de la satisfacción de los clientes, para cuyo registro se utilizarán las hojas de cálculo presentadas en el Anexo 10, que también sirven para calcular la calificación general de cada tipo de encuesta.

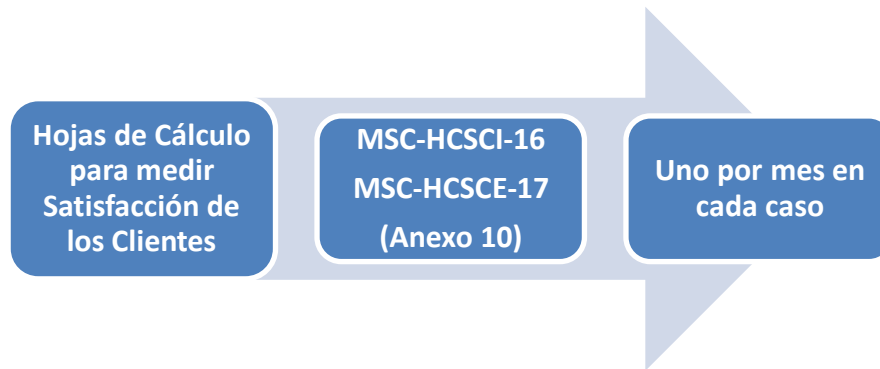


Fig. 53. Esquema ilustrativo para la hoja de cálculo de medición de la satisfacción de los clientes

Flujograma del procedimiento de aplicación de las mejoras

La implementación de las mejoras se ejecuta de conformidad con una secuencia que permita dar cumplimiento a todos los parámetros del proyecto, para lo cual se va a establecer un flujograma que determina el procedimiento para la aplicación de las mejoras.

El diagrama propuesto es de tipo administrativo, puesto que da a conocer el manejo de la documentación y el desarrollo de las fases del proyecto, por lo que se utiliza la norma ANSI para la simbología correspondiente. Los recursos humanos que intervienen en el proceso y cuyas actividades se detallan en el flujograma son el investigador, el gerente general y el supervisor de calidad

En la Fig. 54 se presenta el flujograma correspondiente en donde es de particular interés la identificación de la documentación a utilizar, que sirve de respaldo de las acciones implementadas para la realización de auditorías de cumplimiento a nivel interno:

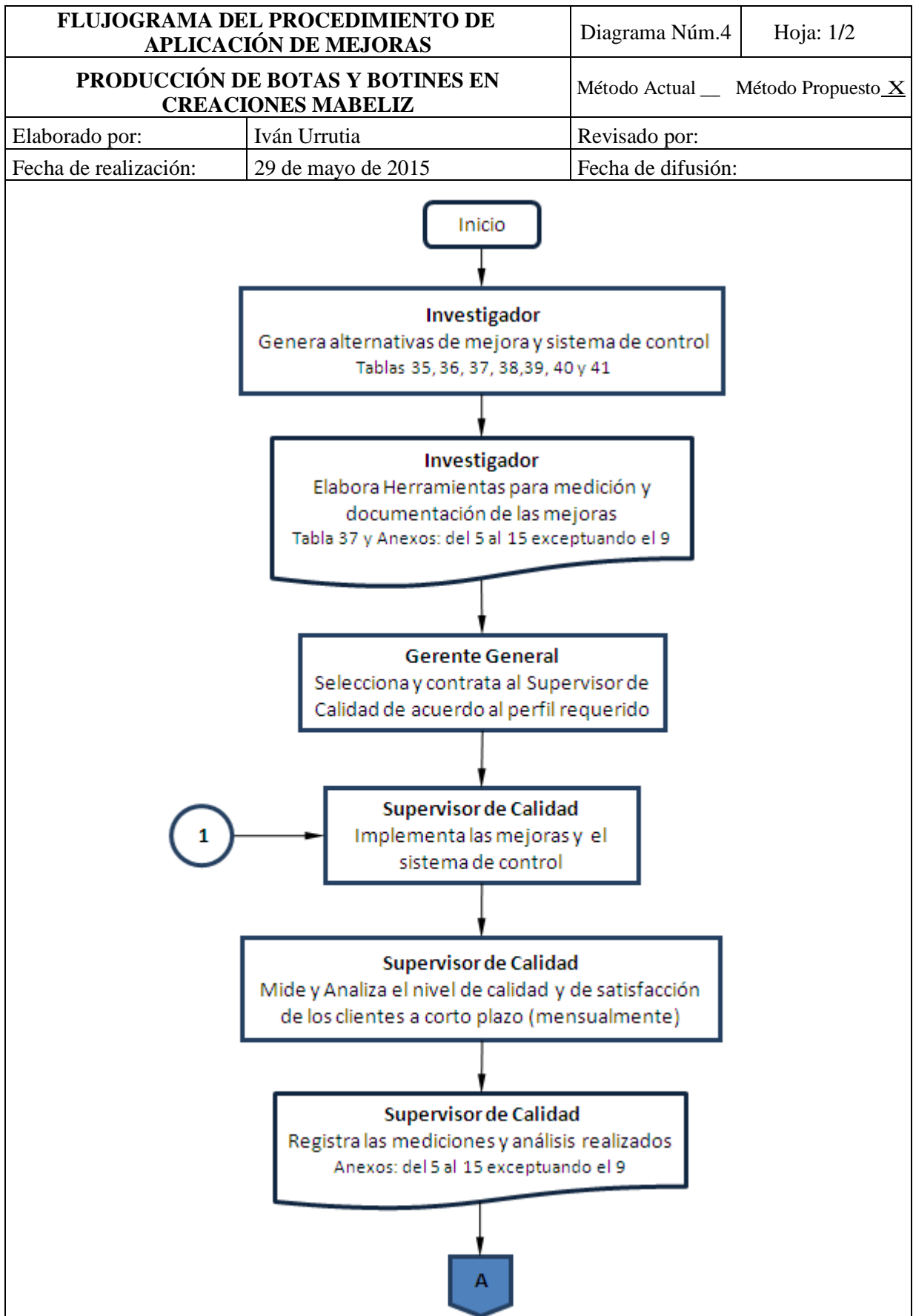


Fig. 54. Flujoograma para el procedimiento a seguir para la implementación de las mejoras

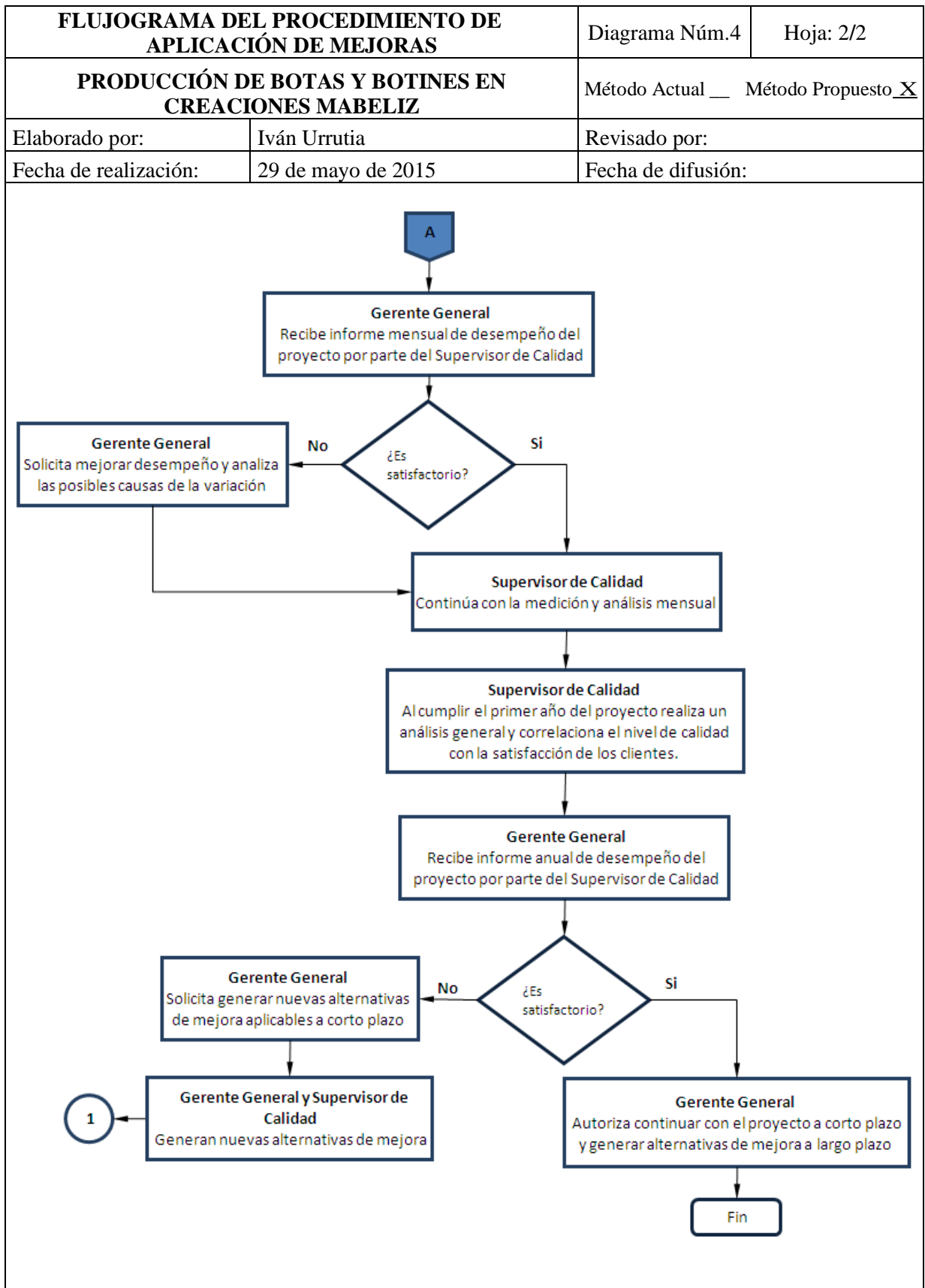


Fig. 54. Flujograma para el procedimiento a seguir para la implementación de las mejoras. Continuación

Como se muestra en la Fig.54, para implementar las mejoras primeramente se generan las alternativas por parte del investigador del presente trabajo, luego se incorpora al supervisor de calidad, quien es el encargado de llevar adelante la implementación del proyecto, la fase de medición y de análisis juega un papel importantísimo y por ello se emplean documentos para su registro, de igual manera el sistema de control permite conocer permanentemente el desempeño del proceso.

Posteriormente se evalúan los resultados conjuntamente entre el supervisor de calidad y el gerente, para en caso de ser necesario formular nuevas alternativas de mejora para estabilizar el nivel de calidad a corto plazo y posteriormente incrementar el nivel de la calidad y la satisfacción de los clientes a largo plazo.

4.2) Análisis de modo y efecto de falla de las soluciones

En base al estudio preliminar se han planteado las alternativas de mejora, las cuales contarán con el respaldo de la documentación y registros propuestos de acuerdo a lo establecido en la Tabla 37.

Además estas alternativas también deben ser registradas en la matriz AMEF, en el campo concerniente a las acciones recomendadas e indicando además al responsable de ejecutarlas. Por esta razón en la Tabla 41, se establece la nueva matriz AMEF considerando las alternativas de mejora, que básicamente es la misma matriz de la fase de medición (Tabla 15) pero con las mejoras propuestas. Los valores de severidad, ocurrencia, detección y NPR para la mejora (lado derecho de la matriz) no se han registrado porque las mejoras entrarán en vigencia posterior al diseño del proyecto.

Tabla 41. AMEF para la producción de botas y botines en Creaciones MABELIZ con las acciones recomendadas para mejoramiento.

AMEF														Análisis de Modo y Efecto de Falla				
Nombre del Proceso o Producto:	Botas y Botines para Dama										Preparado por:	Iván Urrutia	Página	__01__ de __01__	AMEF No.	01		
Responsable:											Fecha AMEF (Orig)	01-06-15	(Rev)					
Paso del Proceso	Modo de Falla Potencial	Efectos de Falla Potenciales	S E V	C L A S E	Causas Potenciales	O C U	Controles Actuales de Prevención/Detección	D E T	N P R	Acciones Recomendadas	Responsable	Acciones Adoptadas	S E V	O C U	D E T	N P R		
Cortado de cuero	Forma incorrecta	Piezas deformes que dificultan un correcto armado en horma	8		Falta de habilidad en manejo de cuchillas de corte y/o prisa	8	Inducción en operación e instrucciones	7	448	Implementar supervisión del trabajo	Supervisor de calidad					0		
	Presencia de lacras	Irregularidades en las piezas y requerimiento de tratamiento de cirugía	5		Revisión empírica al ingreso de materia prima	8	Visual y no registrado	8	320	Control de materia prima al ingreso	Supervisor de calidad					0		
	Textura no uniforme	Irregularidades en las piezas y requerimiento de tratamiento de desarmado	5		Revisión empírica al ingreso de materia prima	8	Visual y no registrado	8	320	Control de materia prima al ingreso	Supervisor de calidad					0		
Desbastado	Desbaste ancho	Rotura del corte en el armado	8		Mala calibración de cuchilla en desbastadora	8	Visual	8	512	Capacitación y Adiestramiento al operario	Técnico externo especializado					0		
	Desbaste muy fino	Rotura del corte en el armado	8		Mala calibración de cuchilla en desbastadora	8	Visual	8	512		Técnico externo especializado						0	
Aparado	Piezas mal centradas	Corte descentrado con respecto a la horma en el armado	9		Uso incorrecto de la plantilla en el marcado de las formas en el cuero	9	Visual	7	567	Capacitación y Adiestramiento al operario	Técnico externo especializado					0		
	Exceso o escasez de pegamento	Presencia de abultamientos en unión y mal doblez	6		Deficiente habilidad, distracción y/o prisa	9	Visual	8	432	Implementar supervisión del trabajo	Supervisor de calidad					0		
	Mal doblez	Requerimiento de reproceso	9		Exceso o escasez de pegamento	9	Visual	7	567	Implementar supervisión del trabajo	Supervisor de calidad					0		
	Forros mal cosidos	Unión defectuosa y requerimiento de reproceso	8		Mal uso de la máquina de aparado, distracción y/o prisa	9	Visual	8	576	Implementar supervisión del trabajo y capacitación	Supervisor de calidad y técnico externo					0		
	Perforaciones no equidistantes	Cordones mal colocados	6		Deficiente habilidad para uso de picador y/o prisa	9	Visual	7	378	Implementar supervisión del trabajo	Supervisor de calidad y técnico externo					0		
	Hebillas mal remachadas	Desprendimiento de hebilla y requerimiento de reproceso	6		Deficiente habilidad y/o prisa	9	Visual	8	432	Implementar supervisión del trabajo	Supervisor de calidad					0		
	Ojales mal remachados	Antiéstético y requerimiento de reproceso	6		Deficiente habilidad y/o prisa	9	Visual	7	378	Implementar supervisión del trabajo	Supervisor de calidad					0		
	Botones mal colocados	Antiéstético y requerimiento de reproceso	6		Deficiente habilidad y/o prisa	9	Visual	9	486	Implementar supervisión del trabajo	Supervisor de calidad					0		
Armado de Puntas, lados y talón	Montaje del corte en horma incorrecta	Antiéstético e incomodidad en el uso del calzado	8		Corte mal centrado, distracción y/o prisa	9	Visual	7	504	Implementar supervisión del trabajo	Supervisor de calidad					0		
Pegado de suelas	Bota y suela de diferente medida	Numeración y medida real no concuerdan	9		Distracción y/o prisa	9	Visual	8	648	Implementar supervisión del trabajo	Supervisor de calidad					0		
	Exceso o escasez de pegamento	Antiéstético y/o unión débil	5		Distracción y/o prisa	9	Visual	8	360	Implementar supervisión del trabajo	Supervisor de calidad					0		
Fijado de tacón	Tacos mal clavados	Alta probabilidad de desprendimiento del taco en el uso del calzado	8		Grapa colocada de forma incorrecta por falta de habilidad o prisa	7	Visual	8	448	Implementar supervisión del trabajo y capacitación	Supervisor de calidad y técnico externo					0		
	Tacos mal forrados	Incomodidad en el uso del calzado	7		Deficiente habilidad y/o prisa	7	Visual	8	392	Implementar supervisión del trabajo	Supervisor de calidad					0		
Terminado	Presencia de lacras	Calzado antiéstético por presencia de irregularidades	8		Revisión empírica en los procesos precedentes y/o prisa	8	Visual	7	448	Implementar supervisión del trabajo y registros	Supervisor de calidad					0		
	Goma excesiva	Calzado antiéstético por presencia de irregularidades	8		Revisión empírica en los procesos precedentes y/o prisa	8	Visual	7	448	Implementar supervisión del trabajo y registros	Supervisor de calidad					0		
Empaque	Mal pareado en caja	Reclamos de clientes externos por incumplimiento de especificaciones	7		Distracción y/o prisa	7	Visual	9	441	Implementar supervisión del trabajo y registros	Supervisor de calidad					0		

Esta matriz AMEF será retroalimentada permanentemente y se recomienda la realización de una nueva matriz una vez al año, ya que en ese período se puede contar con una valoración general del rendimiento del proyecto.



Fig. 55. Esquema ilustrativo para la utilización de la matriz AMEF

Esta herramienta permitirá complementar el análisis del rendimiento del proyecto y a su vez establecer la posible necesidad de realizar nuevas alternativas de mejora.

4.3) Evaluación de las mejoras

El proyecto de mejoramiento de la calidad de la producción de botas y botines en Creaciones MABELIZ para satisfacer las necesidades de los clientes, debe tener como visión la mejora continua, es decir la retroalimentación para ir incrementando continuamente el desempeño del proyecto. Como se ha establecido anteriormente la evaluación general se efectuará de forma anual una vez que se pueda correlacionar el nivel de la calidad con la satisfacción de los clientes, solo entonces se contará con los elementos suficientes para la toma de decisiones en caso de ser necesario, las mismas que estarán a cargo de la supervisión de calidad y de la gerencia.

En el caso de ser requeridas nuevas alternativas de mejora, estas serán implementadas inmediatamente en el segundo año de vida del proyecto, mientras que de no ser necesario implementar mejoras el ciclo de vida continuará de forma normal.

En el caso de ser exitoso el desempeño del proyecto, es decir que no se requieran implementar mejoras, se deberá planificar una elevación del nivel de calidad elevando las exigencias para el desempeño del proyecto, Lo que tendrá lugar a largo plazo. A

continuación se esquematiza el mejoramiento a continuo para la producción en Creaciones MABELIZ.

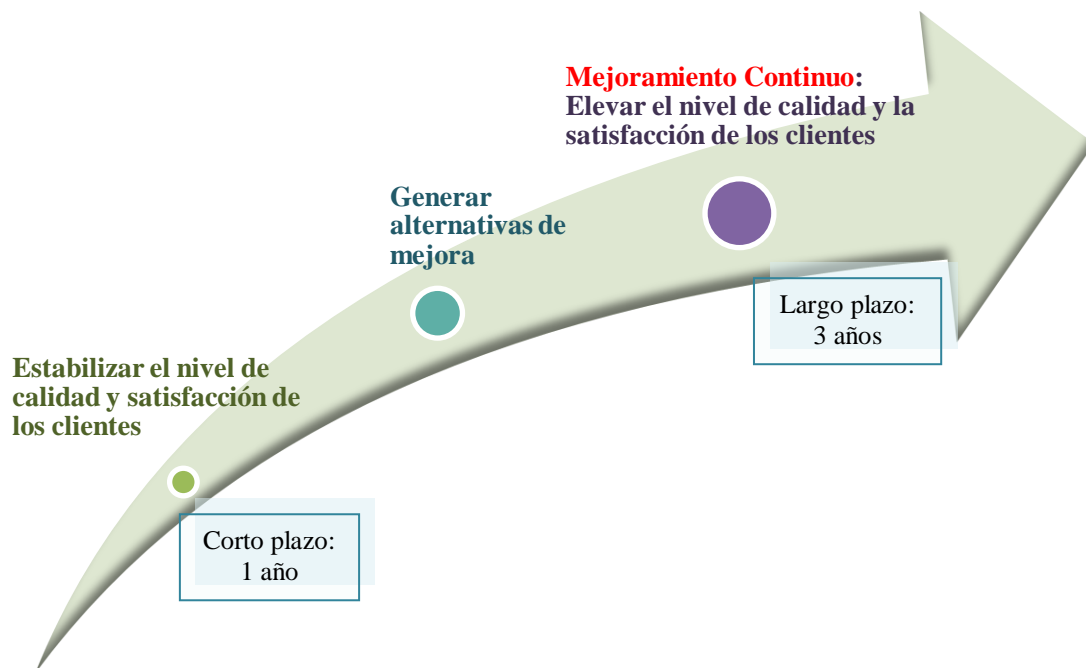


Fig. 56. Esquema ilustrativo de la mejora continua del proyecto

5. Fase de control

La fase de control tiene por objeto asegurar el buen funcionamiento del proyecto, mediante el empleo de herramientas estadísticas que permitan conocer permanentemente el desempeño de la producción y de los procesos en referencia a la calidad. El supervisor de calidad será el encargado de ejecutar la fase de control en base a los parámetros que se establecen en el diseño del proyecto, como se presenta a continuación:

5.1) Implementación del sistema de control

La fase de control se establecerá como un sistema en el cual se tendrán parámetros de observación y un plan para tener control activo de los mismos.

Las herramientas empleadas para el control estadístico de los procesos son las gráficas de control, que son representaciones gráficas de los valores de una característica o parámetro de interés resultado de un proceso, que permiten identificar oportunamente la

aparición de causas especiales que motivan la variabilidad con respecto a los resultados esperados.

A continuación se definen las características del plan para implementar la fase de control en el proyecto de mejoramiento de la calidad para elevar el nivel de satisfacción de los clientes internos y externos en la producción de botas y botines en Creaciones MABELIZ:

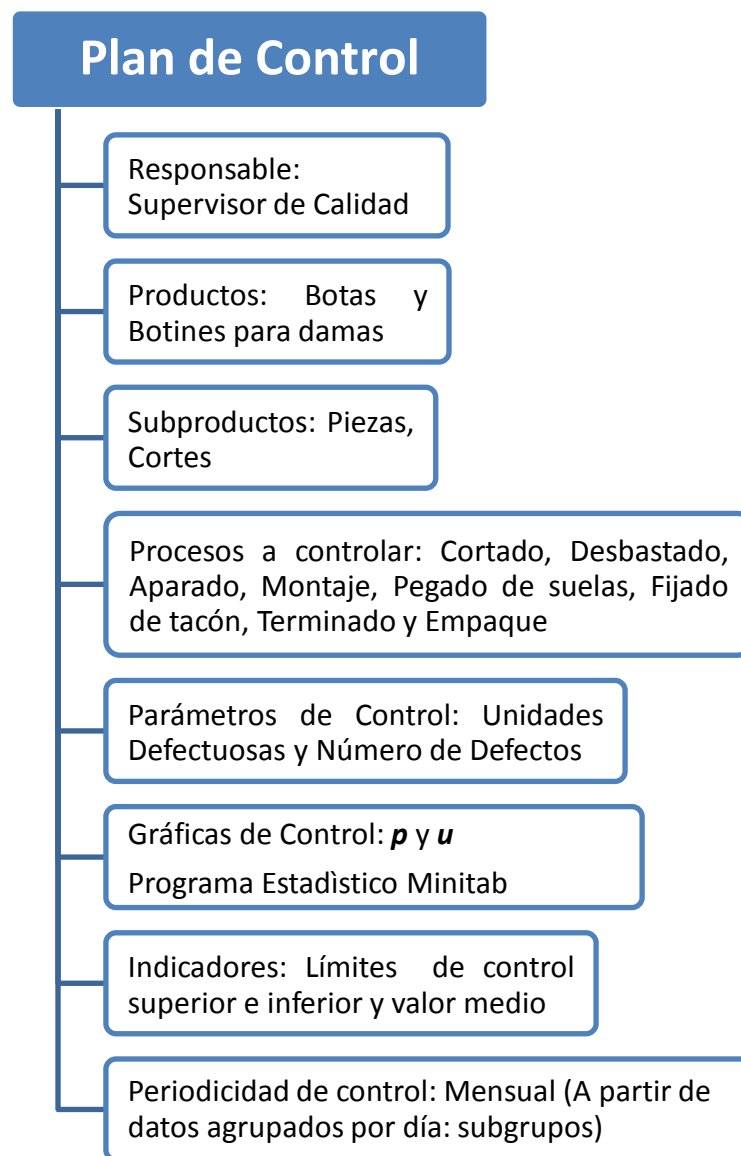


Fig. 57. Esquema ilustrativo del plan de control de la producción

Tabla 42. Gráficas de control a aplicarse según el tipo de parámetro.

PARÁMETRO DE CONTROL	GRÁFICO DE CONTROL	TIPO	NOTACIÓN
Nivel de Calidad: Unidades Defectuosas	Cartas de Control por Atributos CPC-GC-15	Proporción de Unidades Defectuosas	<i>p</i>
Nivel de Calidad: Número de Defectos por Unidad		Número de Defectos por Unidad	<i>u</i>

Conforme se detalla en la Fig.57 y en la Tabla 42, los parámetros a ser controlados son las unidades defectuosas y el número de defectos por unidad. Entonces primero se debe diferenciar entre los términos defecto y defectuoso.

Defectuoso. “Es un producto que no reúne ciertos atributos, por lo que no se permite que pase a la siguiente etapa del proceso; puede ser reprocesado o de plano desechado” [31]. Es decir esta cualidad se mide por unidades, considerando el criterio de pasa o no pasa.

Defecto. Es una imperfección, falta o inconformidad con el cumplimiento de las especificaciones o características establecidas para un determinado producto. Puede existir uno o más defectos en una misma unidad y esto no impide que pueda avanzar en a la siguiente etapa. En el presente caso cada tipo de defecto corresponde a un modo de falla.

Además se menciona que se va a emplear a las gráficas de control como herramientas de control estadístico de los procesos, de entre las cuales se utilizarán las cartas de control.

Cartas de control

En el presente proyecto por la forma de valoración de los defectos o modos de falla, que corresponden a características de tipo cualitativo, se implementan cartas de control por atributos.

Primeramente se va a detallar la implementación del sistema de control:

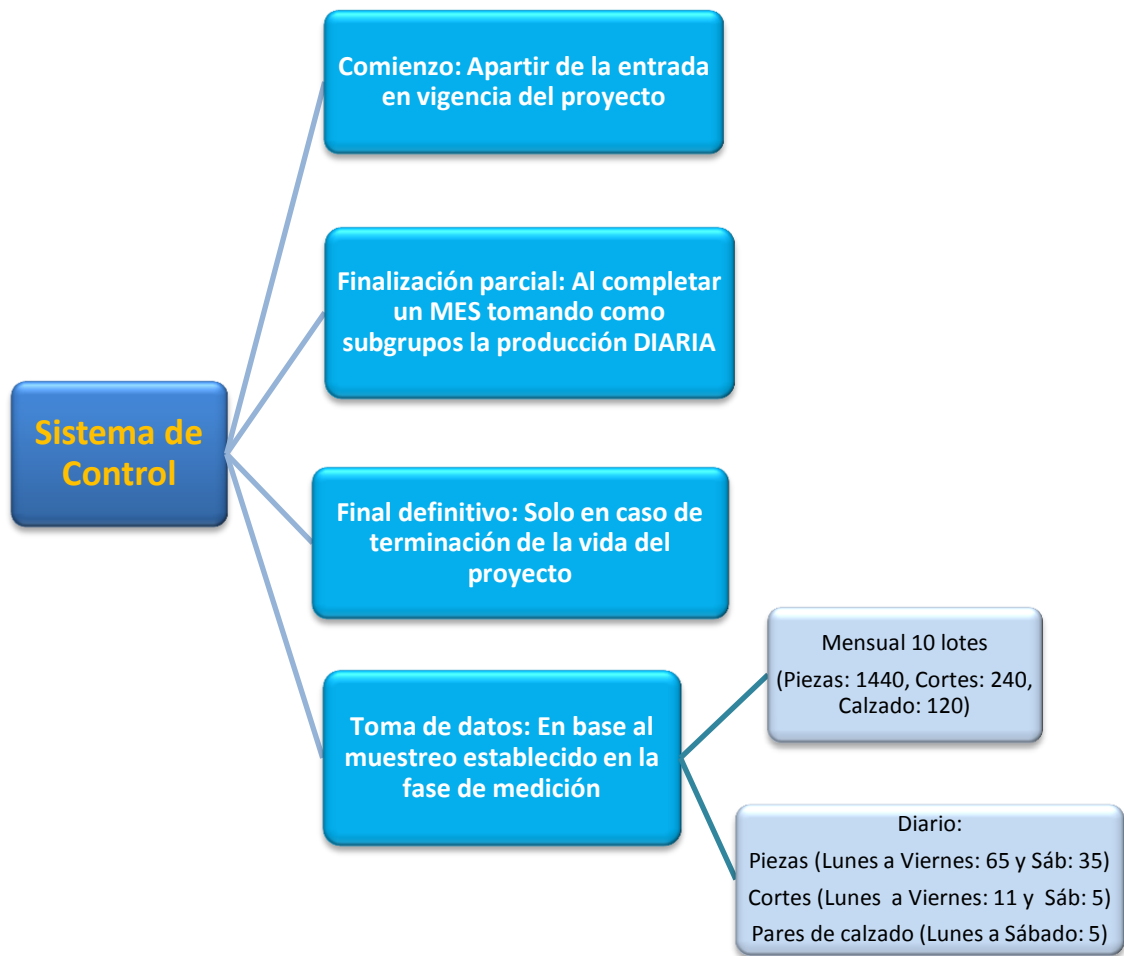


Fig. 58. Vida del sistema de control.

5.2) Aplicación de los gráficos de control

Para la aplicación de las gráficas de control se va a tomar como base el estudio previo realizado en el mes de Marzo de 2015, que se muestra en la Tablas 7 y 8, y que para mayor detalle también se presenta en el Anexo 16 de forma más explícita, en donde se da a conocer las unidades defectuosas y los defectos totales.

Proporción de unidades defectuosas p

Para utilización de esta carta en primer lugar se tienen que tomar subgrupos en base a muestras del total, las piezas de este subgrupo denominadas n_i son inspeccionadas y se

catalogan como defectuosas o no. Las características o atributos de calidad por los que una pieza es evaluada como defectuosa pueden ser más de uno, sin embargo en el recuento solamente se consideran las unidades sin importan cuantas características de no conformidad existen. Las unidades defectuosas así establecidas se denominas d_i y la proporción de unidades defectuosas se denomina p_i definida a partir de la siguiente fórmula:

$$p_i = \frac{d_i}{n_i} \quad (8)$$

El cálculo de la media del tamaño de los subgrupos \bar{n} y de los límites de control comienza a partir del supuesto de que el número de unidades defectuosas por subgrupos sigue una distribución binomial [31]. Entonces los límites se establecen de la siguiente manera:

Media del tamaño de los subgrupos \bar{n}

$$\bar{n} = \frac{\text{Total de unidades de muestra}}{\text{Total de subgrupos}} \quad (9)$$

Límite Central \bar{p}

$$\bar{p} = \frac{\text{Total de defectuosos}}{\text{Total de unidades de muestra}} \quad (10)$$

$$\text{Límite de Control Superior } LCS = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{\bar{n}}} \quad (11)$$

$$\text{Límite de Control Inferior } LCI = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{\bar{n}}} \quad (12)$$

Considerando los datos del Anexo 16, se va a establecer la gráfica de control p para cada proceso. En todos los casos el número de subgrupos corresponde a todos los días en el que se efectuó el estudio, que fueron 24 días; el hecho de considerar para cada subgrupo la producción diaria total es para evitar resultados erróneos, ya que si se

hubieran obtenidos subgrupos por horas de trabajo se habrían subestimado los factores de cansancio físico de los operarios, por ello para que todos los subgrupos se ajusten a condiciones de trabajo similares se tomó la producción por día como tamaño de cada uno de los subgrupos (muestra igual a la población).

Debido a la duración de la jornada laboral regular, la producción de lunes a viernes tiene la misma cantidad de unidades mientras que los días sábados la producción se reducía a la mitad porque se trabaja a media jornada.

PROCESO DE CORTADO

$$\bar{p} = \frac{719}{13200} = 0,0545$$

$$\bar{n} = \frac{13200}{24} = 550$$

$$LCS = 0,0545 + 3 \sqrt{\frac{0,0545(1 - 0,0545)}{550}} = 0,0835$$

$$LCI = 0,0545 - 3 \sqrt{\frac{0,0545(1 - 0,0545)}{550}} = 0,0254$$

Los datos para la proporción de unidades defectuosas por cada subgrupo se calcularon en hoja de cálculo en base a la utilización de la fórmula:

$$p_i = \frac{d_i}{n_i}$$

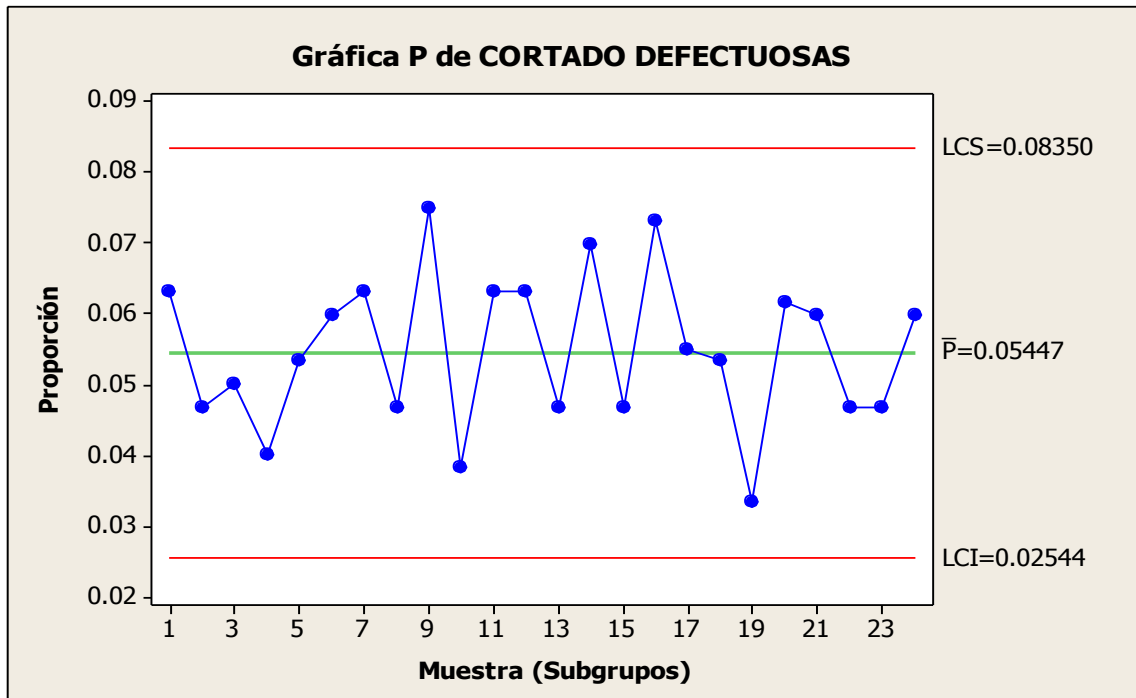


Fig. 59. Carta de control p para el proceso de cortado

Observando la gráfica se aprecia que todos los puntos están dentro de los límites de control, sin embargo ese criterio no es suficiente para asegurar que la producción estuvo bajo control, sino que además se debe verificar que no se presenten ciertas señales que denotan la existencia de causas especiales de variación que implican falta de control.

En el caso del proceso de cortado, es notoria la presencia de dientes de sierra u oscilaciones significativas entre los subgrupo 7 y 17, lo que no es deseable en un proceso estable.

En todo caso dado el hecho de que los datos se tomaron de la situación actual de la producción de botas y botines en Creaciones MABELIZ, se puede deducir que este proceso es satisfactorio, porque no se manifiestan los otros tipos de señales de falta de control.

PROCESO DE DESBASTADO

$$\bar{p} = \frac{744}{13200} = 0,0564$$

$$\bar{n} = \frac{13200}{24} = 550$$

$$LCS = 0,0564 + 3 \sqrt{\frac{0,0564(1 - 0,0564)}{550}} = 0,0859$$

$$LCI = 0,0564 - 3 \sqrt{\frac{0,0564(1 - 0,0564)}{550}} = 0,0269$$

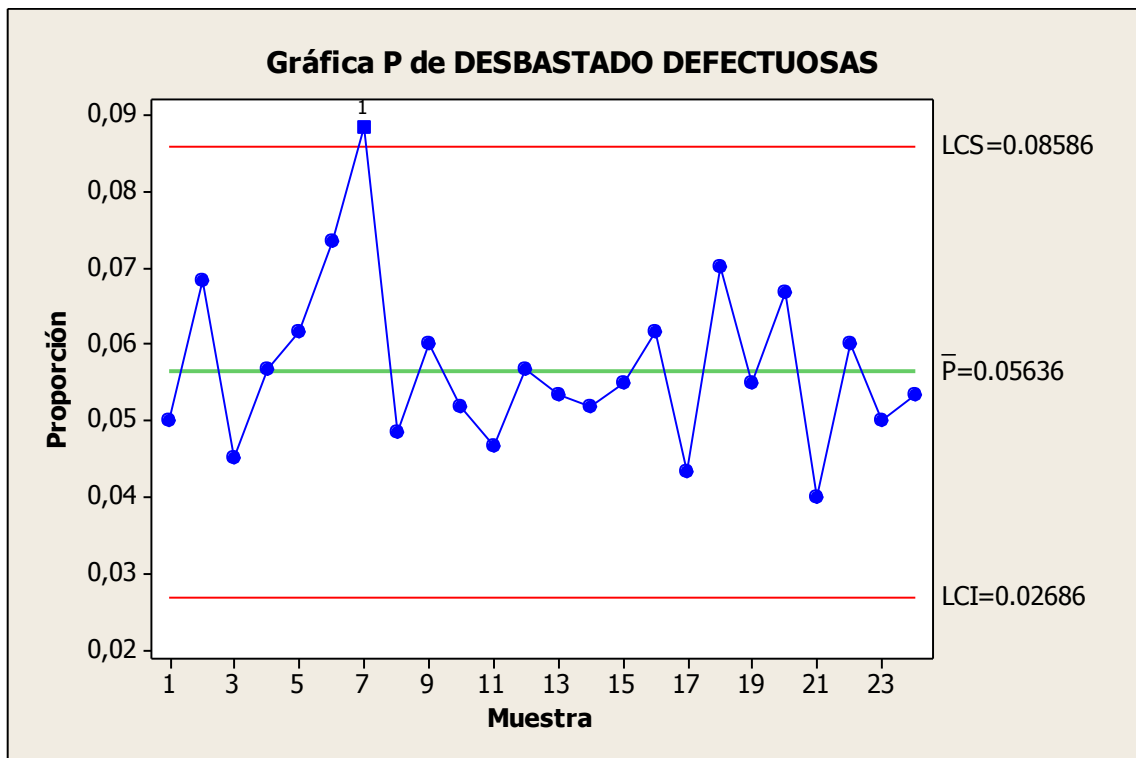


Fig. 60. Carta de control p para el proceso de desbastado

Observando la gráfica de control de la Fig.60 se aprecia que de los 24 subgrupos, el 7 presenta un valor que excede el límite de control superior, en este caso se entiende que en la producción del séptimo día se presentó algún inconveniente (causas inesperadas) que hizo que la fracción de unidades defectuosas sea muy alta.

PROCESO DE APARADO

$$\bar{p} = \frac{512}{2200} = 0,2327$$

$$\bar{n} = \frac{2200}{24} \approx 91$$

$$LCS = 0,2327 + 3 \sqrt{\frac{0,2327(1 - 0,2327)}{91}} = 0,3656$$

$$LCI = 0,2327 - 3 \sqrt{\frac{0,2327(1 - 0,2327)}{91}} = 0,0998$$

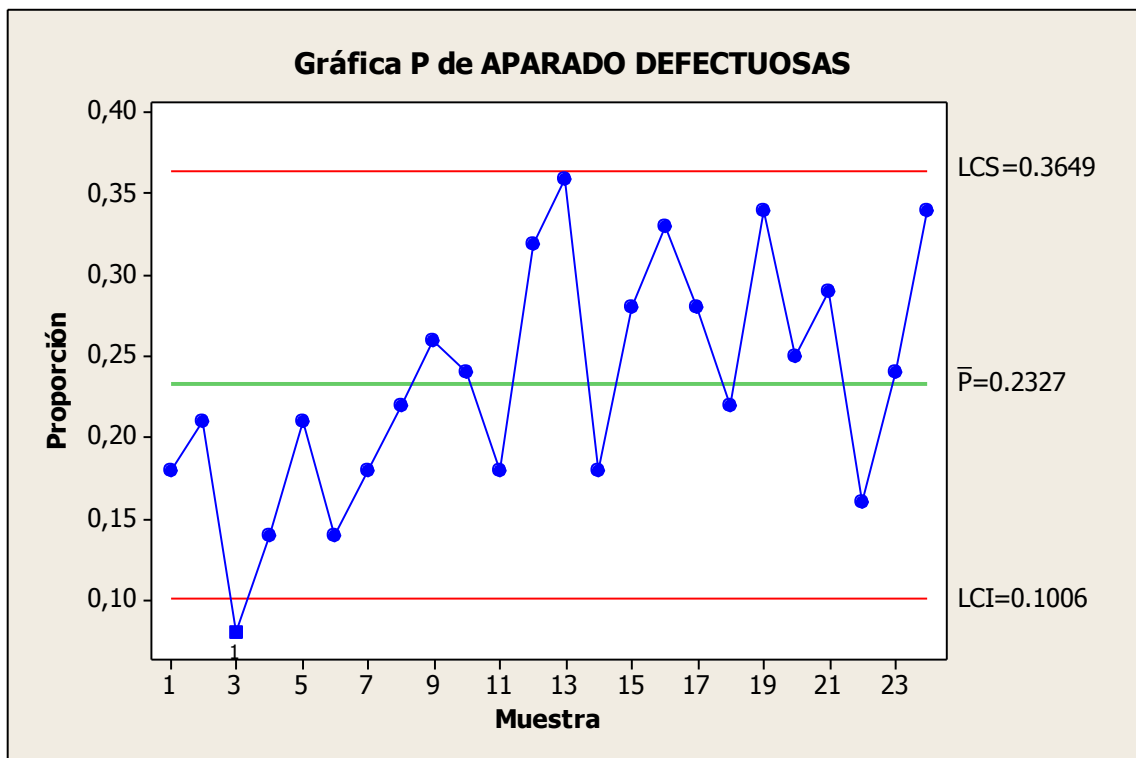


Fig. 61. Carta de control p para el proceso de aparado

La gráfica de control de la Fig.61 indica que de los 24 subgrupos, el 3 presenta un valor que excede el límite de control inferior, en este caso significa que la fracción de unidades defectuosas es menor a lo esperado, esto aparentemente es ventajoso, sin embargo puede denotar que la inspección no fue bien realizada; es decir lo ideal es que los valores estén dentro de rango entre los límites superior e inferior. Otro problema

que se evidencia es la oscilación o dispersión de los datos (dientes de sierra) que a la vista es muy elevada.

PROCESO DE MONTAJE

$$\bar{p} = \frac{117}{2200} = 0,0532$$

$$\bar{n} = \frac{2200}{24} \approx 91$$

$$LCS = 0,0532 + 3 \sqrt{\frac{0,0532(1 - 0,0532)}{91}} = 0,1238$$

$$LCI = 0,0532 - 3 \sqrt{\frac{0,0532(1 - 0,0532)}{91}} = -0,0174 \rightarrow 0$$

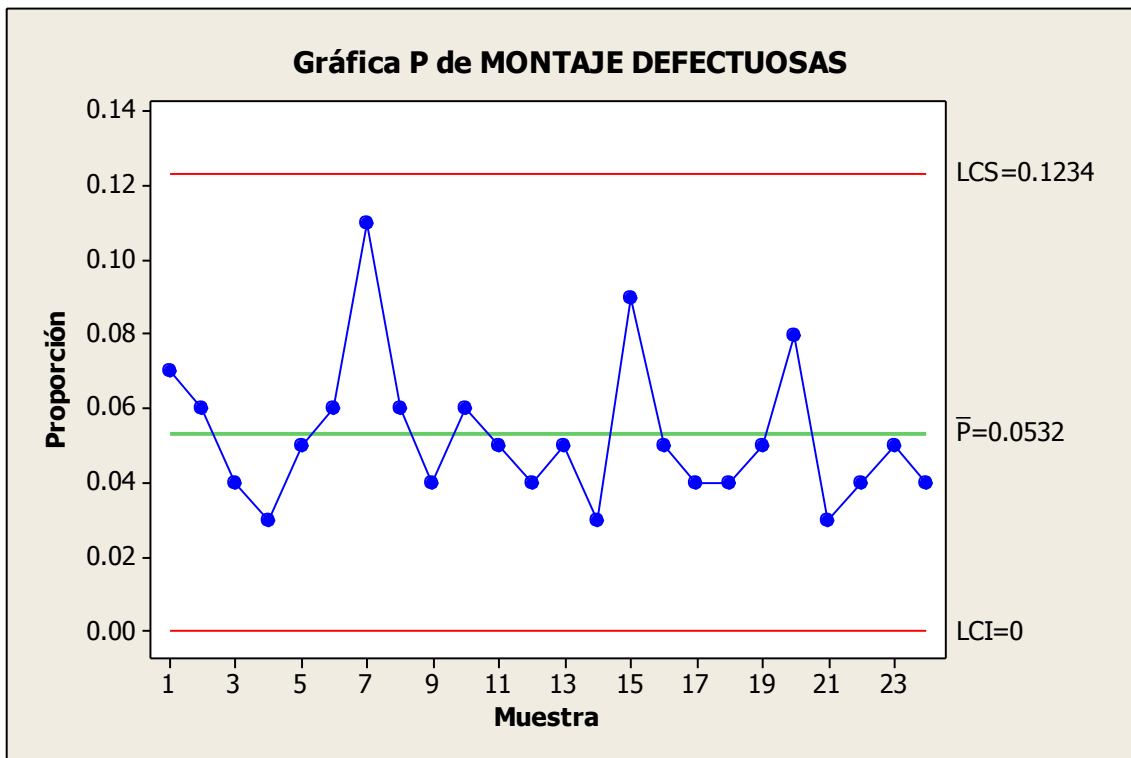


Fig. 62. Carta de control p para el proceso de montaje

La gráfica de la Fig.62 muestra que los datos presentan una pequeña dispersión en la mayoría de los casos, exceptuando el subgrupo 7, en donde se observa que alcanza un pico muy elevado aunque no está fuera de los límites de control, que es el primer criterio de decisión.

PROCESO DE PEGADO DE SUELAS

$$\bar{p} = \frac{242}{2200} = 0,1100$$

$$\bar{n} = \frac{2200}{24} \approx 91$$

$$LCS = 0,1100 + 3 \sqrt{\frac{0,1100(1 - 0,1100)}{91}} = 0,2084$$

$$LCI = 0,1100 - 3 \sqrt{\frac{0,1100(1 - 0,1100)}{91}} = 0,0116$$

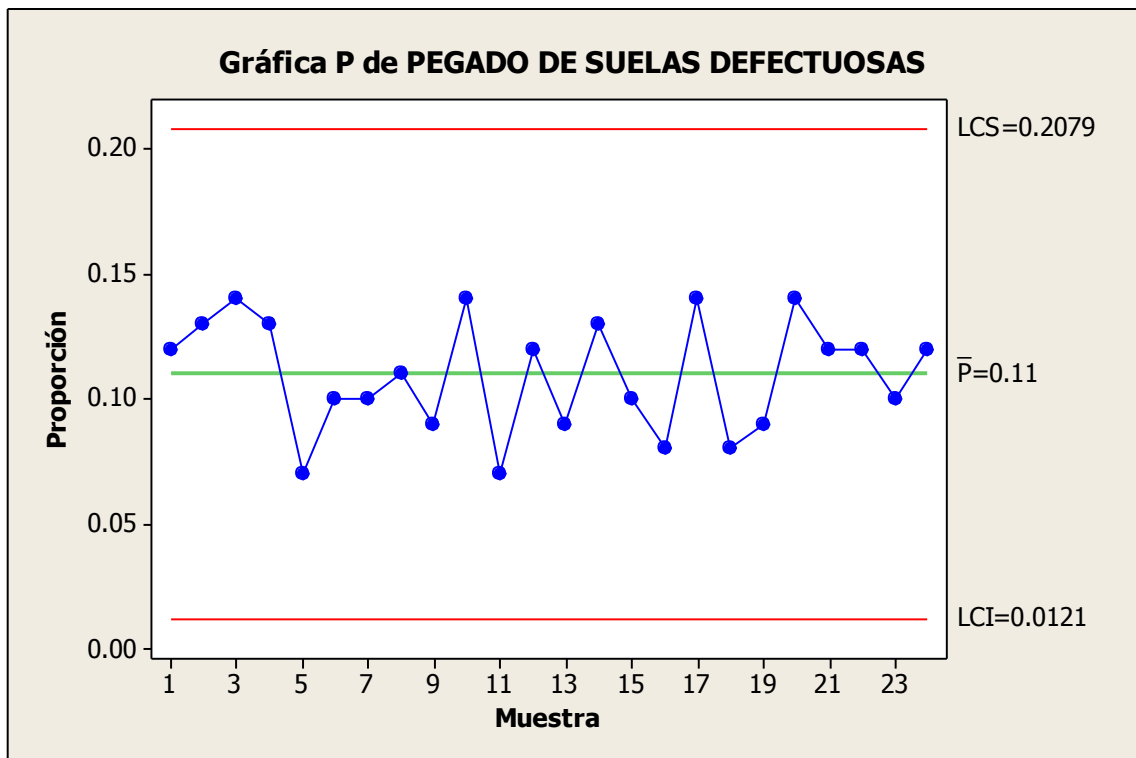


Fig. 63. Carta de control p para el proceso de pegado de suelas

Los datos obtenidos para el proceso de pegado de suela reflejan niveles satisfactorios en consideración que todos los datos están dentro de los límites y la dispersión no es pronunciada, sin embargo si comparamos los resultados para este proceso en cuanto al DPMO y al nivel sigma no podemos concluir de la misma manera. Por lo que se infiere

que para medir el rendimiento real de un proceso se deben tomar en cuenta conjuntamente con todos los parámetros indicados.

PROCESO DE FIJADO DE TACÓN

$$\bar{p} = \frac{38}{2200} = 0,0173$$

$$\bar{n} = \frac{2200}{24} \approx 91$$

$$LCS = 0,0173 + 3 \sqrt{\frac{0,0173 (1 - 0,0173)}{91}} = 0,0582$$

$$LCI = 0,0173 - 3 \sqrt{\frac{0,0173 (1 - 0,0173)}{91}} = -0,0237 \rightarrow 0$$

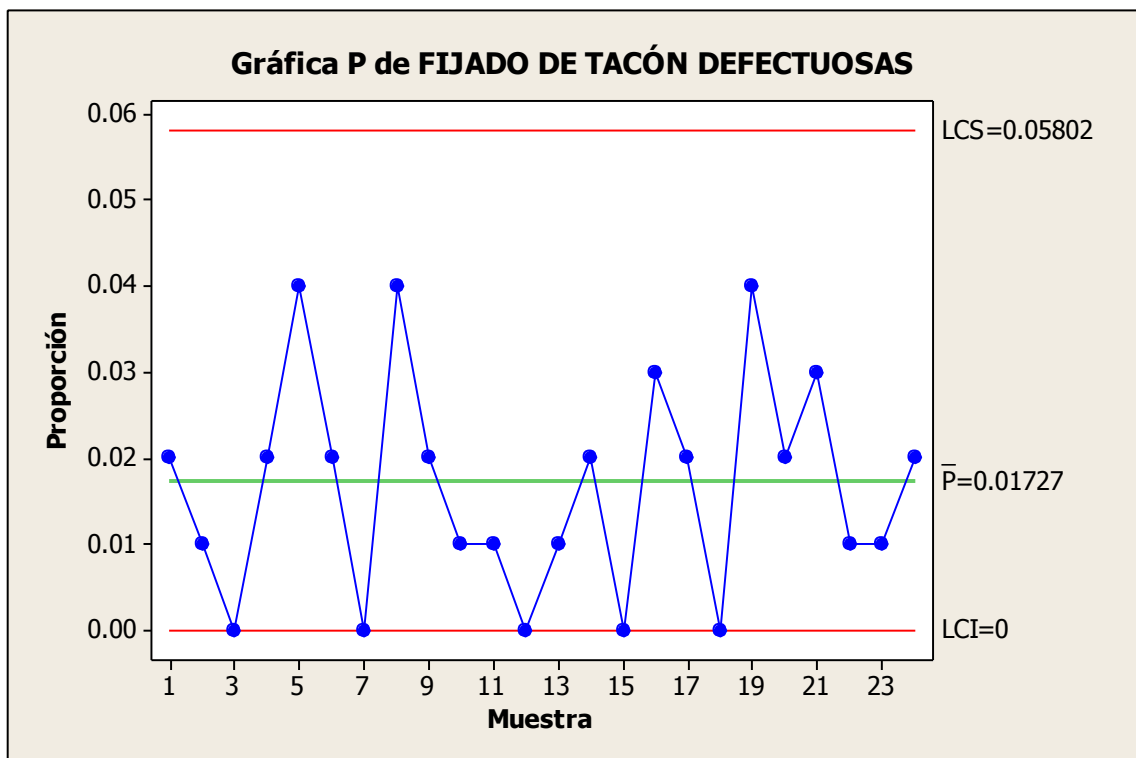


Fig. 64. Carta de control p para el proceso de fijado de tacón

En la gráfica de la Fig. 64 se aprecia una gran dispersión de ciertos datos y que hay tendencia a ubicarse en los límites inferiores de control.

PROCESO DE TERMINADO

$$\bar{p} = \frac{131}{1100} = 0,1191$$

$$\bar{n} = \frac{1100}{24} \approx 45$$

$$LCS = 0,1191 + 3 \sqrt{\frac{0,1191(1 - 0,1191)}{45}} = 0,2639$$

$$LCI = 0,1191 - 3 \sqrt{\frac{0,1191(1 - 0,1191)}{45}} = -0,0258 \rightarrow 0$$

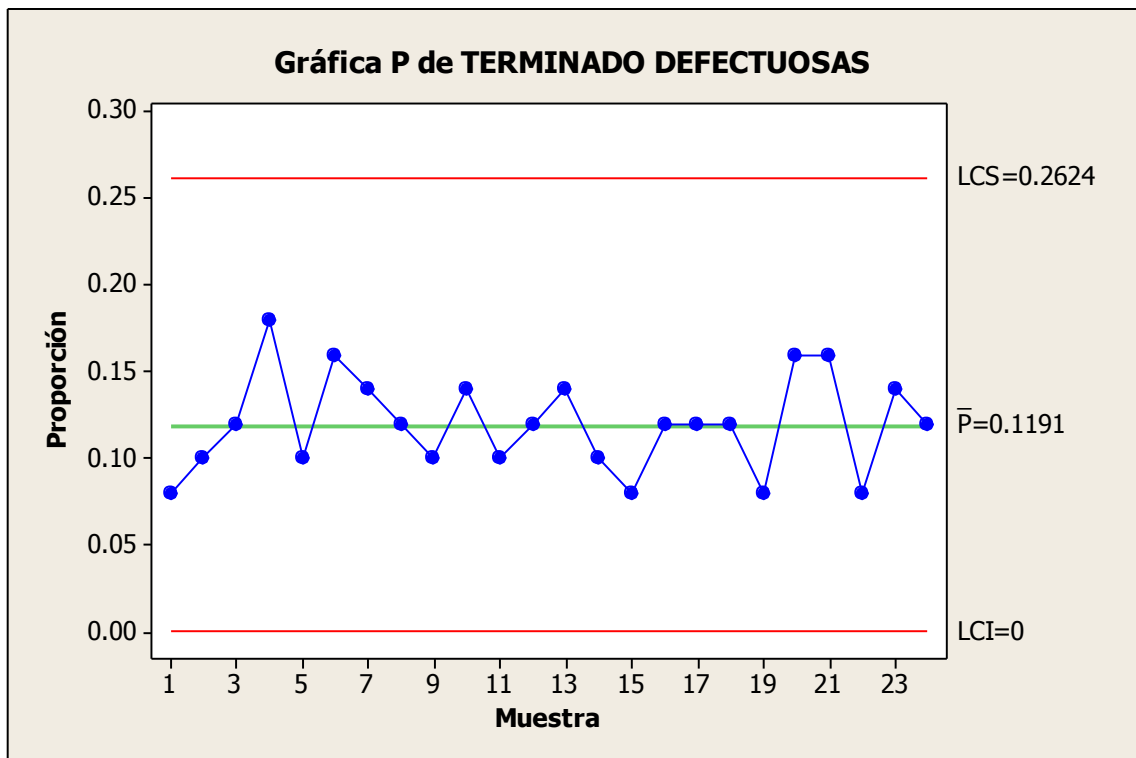


Fig. 65. Carta de control p para el proceso de terminado

De la gráfica de la Fig. 65 se concluye que para el caso del terminado la dispersión de los datos es entorno al valor central y poco relevante, además de que estos están alejados de los límites de control. Tomando en cuenta que para este caso el DPMO está bajo el valor medio y que el nivel sigma es mayor a la media general, se puede establecer que es el proceso uno de los de mayor rendimiento.

PROCESO DE EMPAQUE

$$\bar{p} = \frac{20}{1100} = 0,0182$$

$$\bar{n} = \frac{1100}{24} \approx 45$$

$$LCS = 0,0182 + 3 \sqrt{\frac{0,0182(1 - 0,0182)}{45}} = 0,0779$$

$$LCI = 0,0182 - 3 \sqrt{\frac{0,0182(1 - 0,0182)}{45}} = -0,0416 \rightarrow 0$$

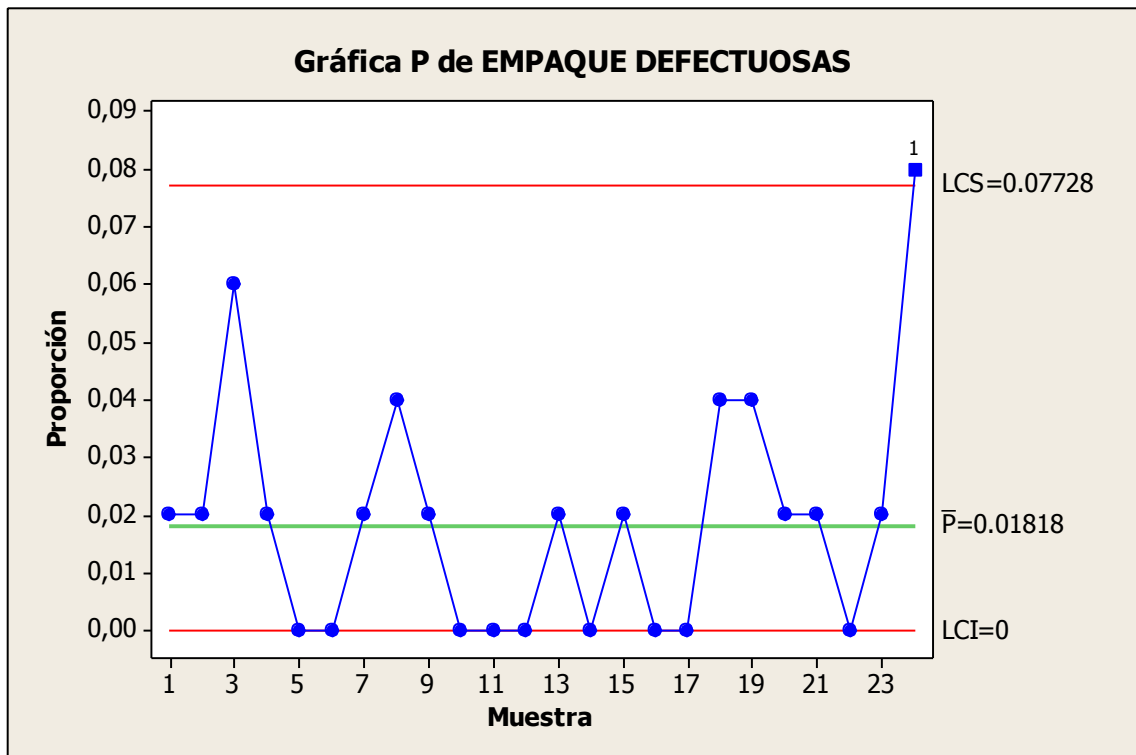


Fig. 66. Carta de control p para el proceso de empaque

En el proceso de empaque se presenta un subgrupo (24) cuya proporción de unidades defectuosas está fuera de control y además se evidencia una tendencia de puntos ascendentes en los subgrupos finales, por lo que se entiende que es un proceso irregular, pese a que es uno de los que menor DPMO presenta y un más alto nivel sigma.

Número de defectos por unidad u

Para emplear esta carta también se deben tomar subgrupos en base a muestras del total, se analiza la variación del número promedio de defectos por artículo o unidad. Las piezas de cada subgrupo se denominan n_i , estas se inspeccionan para identificación de los defectos existentes, el número de defectos por subgrupo se denomina c_i . Entonces el número de defectos por unidad u_i se calcula de la siguiente manera [32]:

$$u_i = \frac{c_i}{n_i} \quad (13)$$

La media de defectos por unidad \bar{u} , que a su vez es el límite central, se calcula a través de la siguiente expresión:

$$\bar{u} = \frac{\text{Total de defectos}}{\text{Total de unidades de muestra}} \quad (14)$$

El cálculo de la media del tamaño de los subgrupos \bar{n} se hace a través de la siguiente fórmula:

Media del tamaño de los subgrupos \bar{n}

$$\bar{n} = \frac{\text{Total de unidades de muestra}}{\text{Total de subgrupos}} \quad (15)$$

El cálculo de los límites de control se establece de la siguiente manera:

$$\text{Límite de Control Superior } LCS = \bar{u} + 3 \sqrt{\frac{\bar{u}}{\bar{n}}} \quad (16)$$

$$\text{Límite de Control Inferior } LCI = \bar{u} - 3 \sqrt{\frac{\bar{u}}{\bar{n}}} \quad (17)$$

Idéntico al caso de la carta de control p , a partir de los datos del Anexo 16, se va a establecer la gráfica de control u para cada proceso. En todos los casos el número de subgrupos corresponde a todos los días en el que se efectuó el estudio, que fueron 24 días. A su vez para cada subgrupo se evaluó a toda la producción (muestra igual a la población), que de lunes a viernes tenía la misma cantidad de unidades mientras que los

días sábados la producción se reducía a la mitad porque se trabaja a media jornada. Pero a diferencia de la carta p (en cuyo caso se trabajaba con las unidades defectuosas), para la carta u se utilizan los defectos totales (que pueden ser más de uno por unidad).

PROCESO DE CORTADO

$$\bar{u} = \frac{1634}{13200} = 0,1238$$

$$\bar{n} = \frac{13200}{24} = 550$$

$$LCS = 0,1238 + 3 \sqrt{\frac{0,1238}{550}} = 0,1688$$

$$LCI = 0,1238 - 3 \sqrt{\frac{0,1238}{550}} = 0,0788$$

Los datos para la proporción de unidades defectuosas por cada subgrupo se calcularon en hoja de cálculo en base a la utilización de la fórmula:

$$u_i = \frac{c_i}{n_i}$$

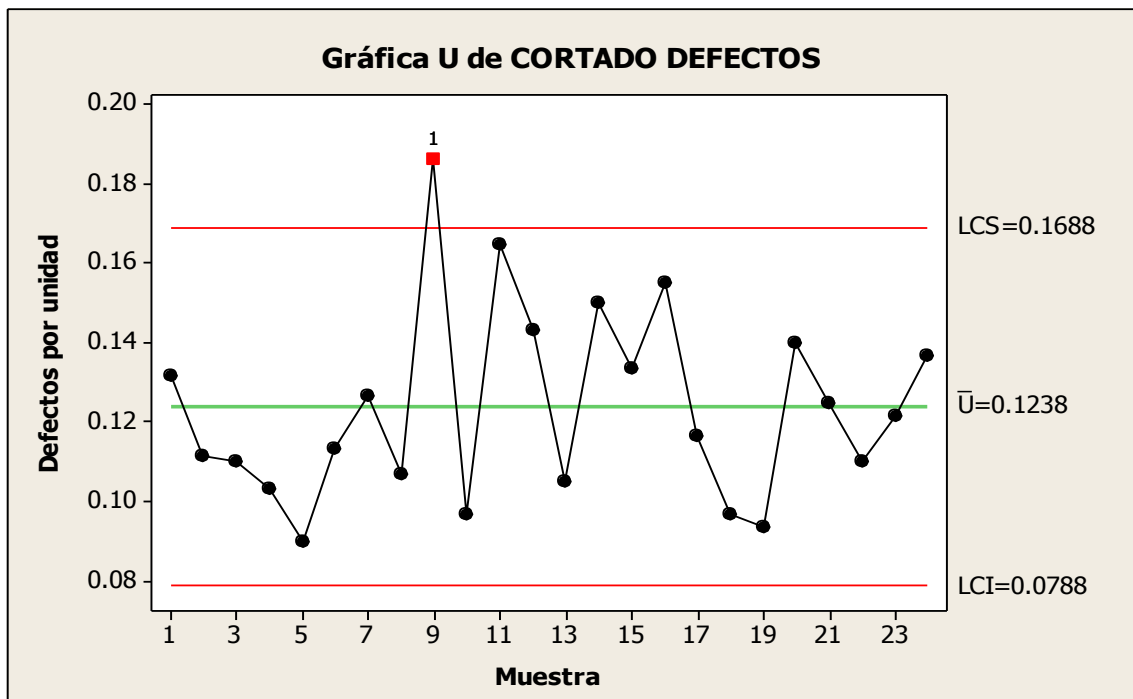


Fig. 67. Carta de control u para el proceso de cortado

En el proceso de cortado existe mucha irregularidad entre los datos de defectos por unidad de los diferentes subgrupos, así como el subgrupo 9 que está fuera de control, lo que refleja que el proceso actualmente presenta problemas de calidad.

PROCESO DE DESBASTADO

$$\bar{u} = \frac{1115}{13200} = 0,0845$$

$$\bar{n} = \frac{13200}{24} = 550$$

$$LCS = 0,0845 + 3 \sqrt{\frac{0,0845}{550}} = 0,1216$$

$$LCI = 0,0845 - 3 \sqrt{\frac{0,0845}{550}} = 0,0473$$

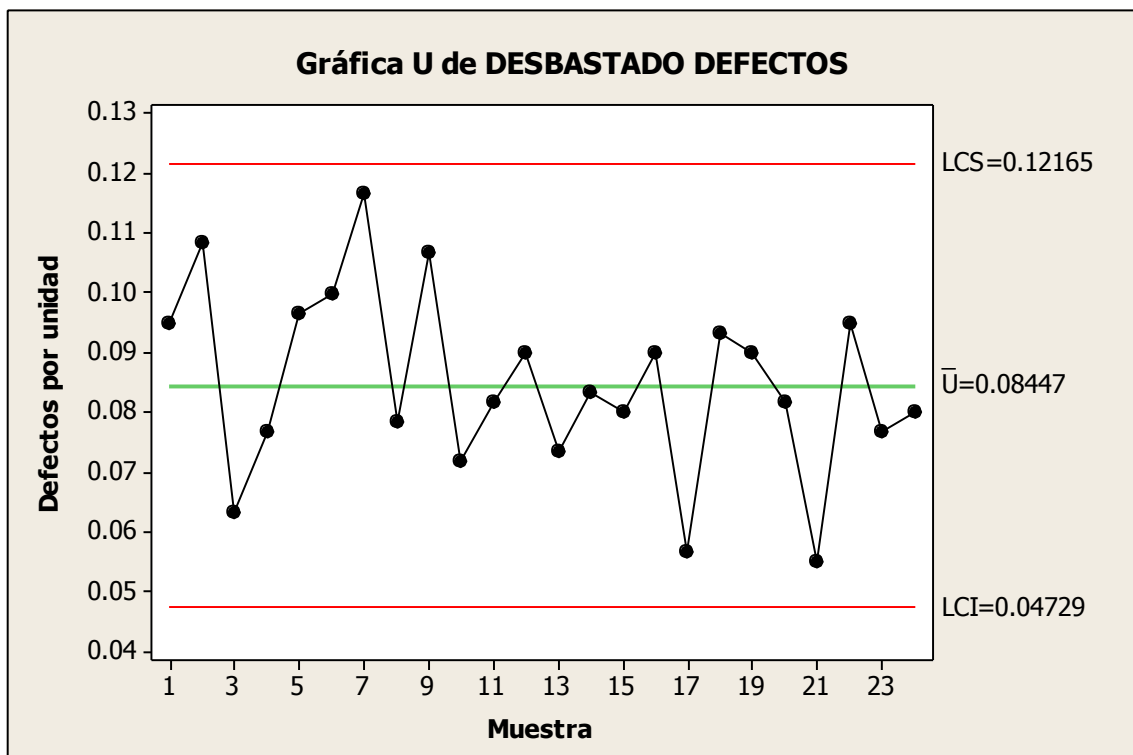


Fig. 68. Carta de control u para el proceso de desbastado

En el proceso de desbastado se tiene una considerable dispersión de los datos aunque no existieron subgrupos de producción fuera de control.

PROCESO DE APARADO

$$\bar{u} = \frac{1584}{2200} = 0,7200$$

$$\bar{n} = \frac{2200}{24} = 91,67$$

$$LCS = 0,7200 + 3 \sqrt{\frac{0,7200}{91,67}} = 0,1216$$

$$LCI = 0,7200 - 3 \sqrt{\frac{0,7200}{91,67}} = 0,0473$$

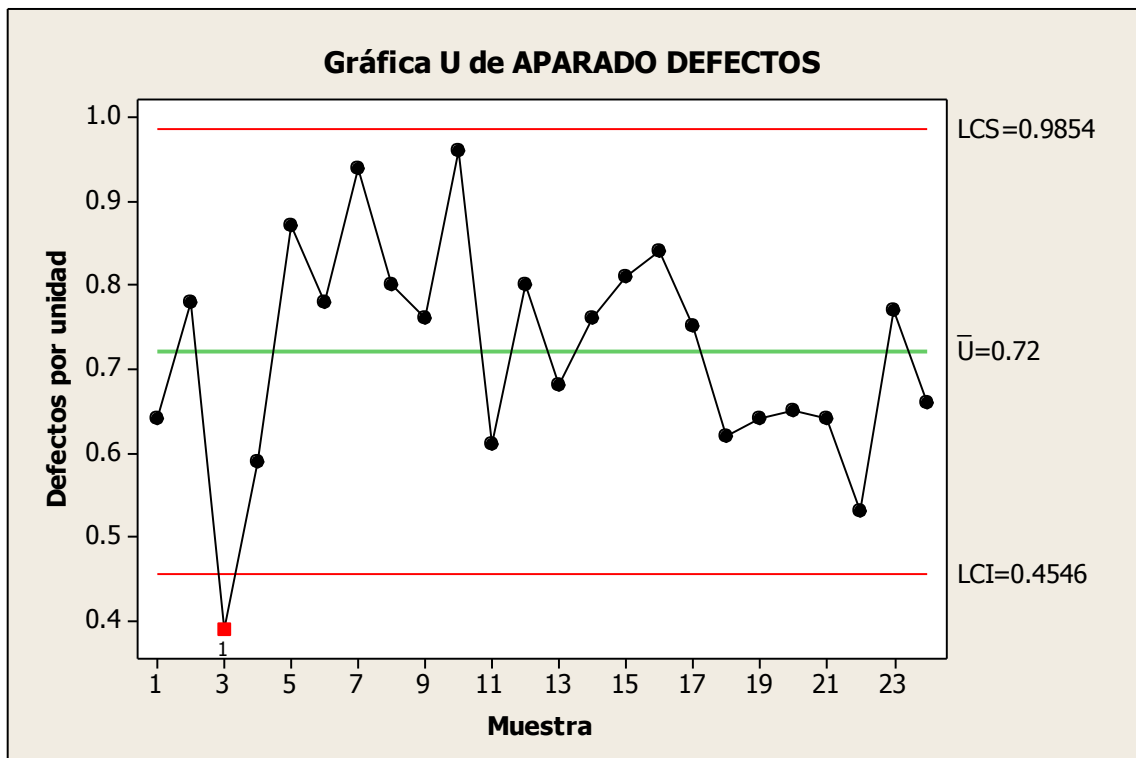


Fig. 69. Carta de control u para el proceso de aparado

El proceso de aparado es conflictivo porque presenta datos muy dispersos, además de que el subgrupo 3 está fuera de control y es importante también tener en cuenta que el límite superior está establecido en 0,9854 que es muy cercano a 1, es decir que el límite superior admite la existencia de un defecto por unidad, lo que no se puede concebir como satisfactorio. También es muy pronunciada la oscilación manifestada a través de los dientes de sierra.

PROCESO DE MONTAJE

$$\bar{u} = \frac{117}{2200} = 0,0532$$

$$\bar{n} = \frac{2200}{24} = 91,67$$

$$LCS = 0,0532 + 3 \sqrt{\frac{0,0532}{91,67}} = 0,1254$$

$$LCI = 0,0532 - 3 \sqrt{\frac{0,0532}{91,67}} = -0,0191 \rightarrow 0$$

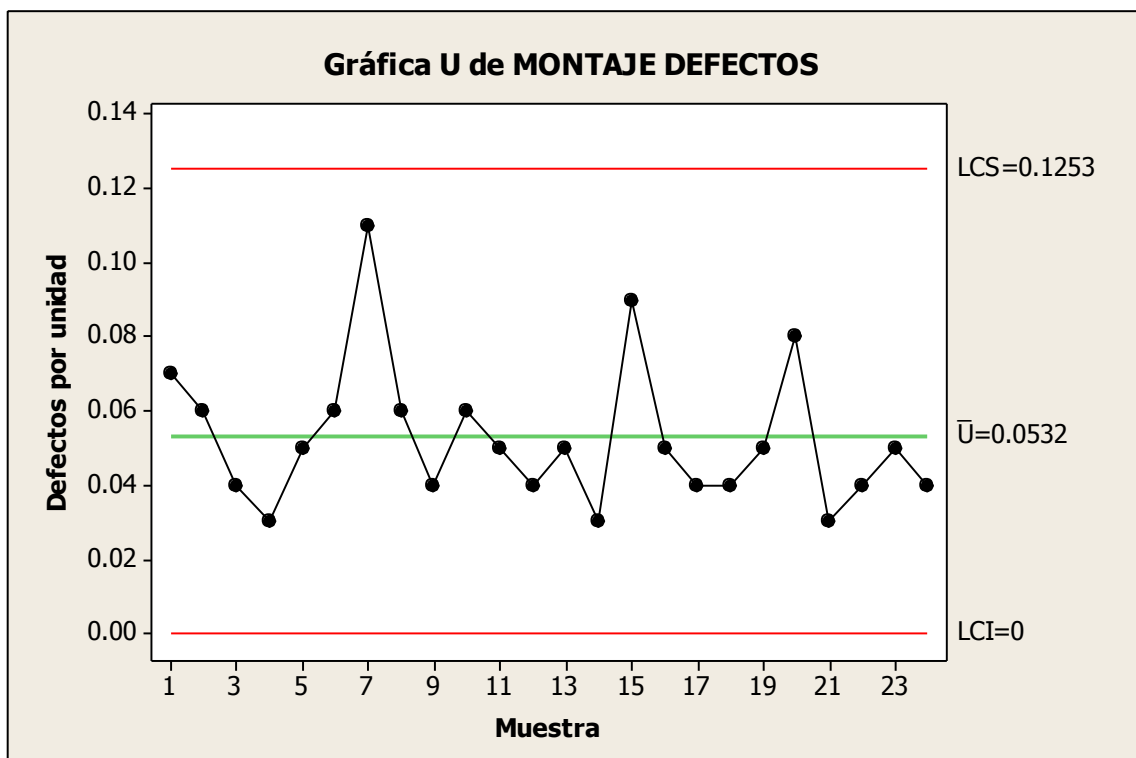


Fig. 70. Carta de control u para el proceso de montaje

En el proceso de montaje todos los subgrupos presentan valores dentro de los límites, aunque existieron algunos subgrupos con datos dispersos, pero en general se puede establecer que el proceso desde el punto de vista de los defectos por unidad es satisfactorio.

PROCESO DE PEGADO DE SUELAS

$$\bar{u} = \frac{242}{2200} = 0,1655$$

$$\bar{n} = \frac{2200}{24} = 91,67$$

$$LCS = 0,1655 + 3 \sqrt{\frac{0,1655}{91,67}} = 0,2929$$

$$LCI = 0,1655 - 3 \sqrt{\frac{0,1655}{91,67}} = 0,0380$$

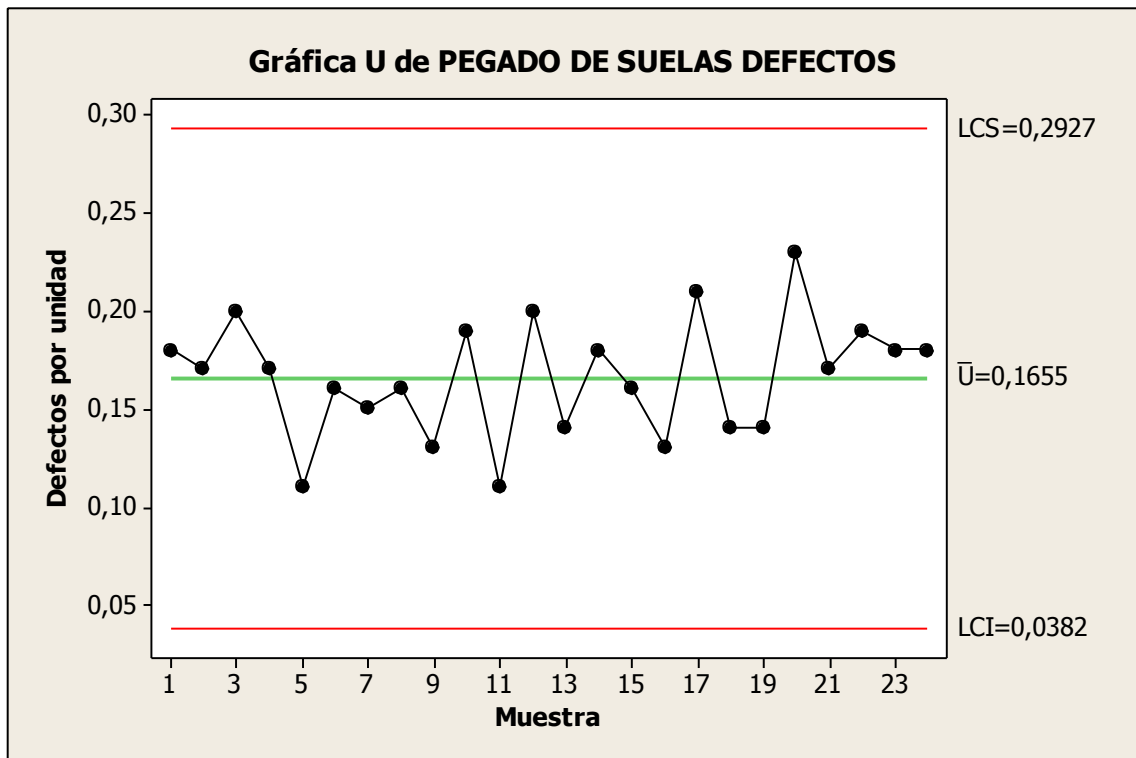


Fig. 71. Carta de control u para el proceso de pegado de suelas

De la Fig. 71 se observa que el pegado de suelas es un proceso que está dentro de control desde el punto de vista de la dispersión de los datos y que ninguno de ellos excede los límites de los defectos por unidad, sin embargo para valorar su desempeño se tiene que contrastar con los otros indicadores como DPMO y nivel sigma.

PROCESO DE FIJADO DE TACÓN

$$\bar{u} = \frac{38}{2200} = 0,0209$$

$$\bar{n} = \frac{2200}{24} = 91,67$$

$$LCS = 0,0209 + 3 \sqrt{\frac{0,0209}{91,67}} = 0,0662$$

$$LCI = 0,0209 - 3 \sqrt{\frac{0,0209}{91,67}} = -0,0244 \rightarrow 0$$

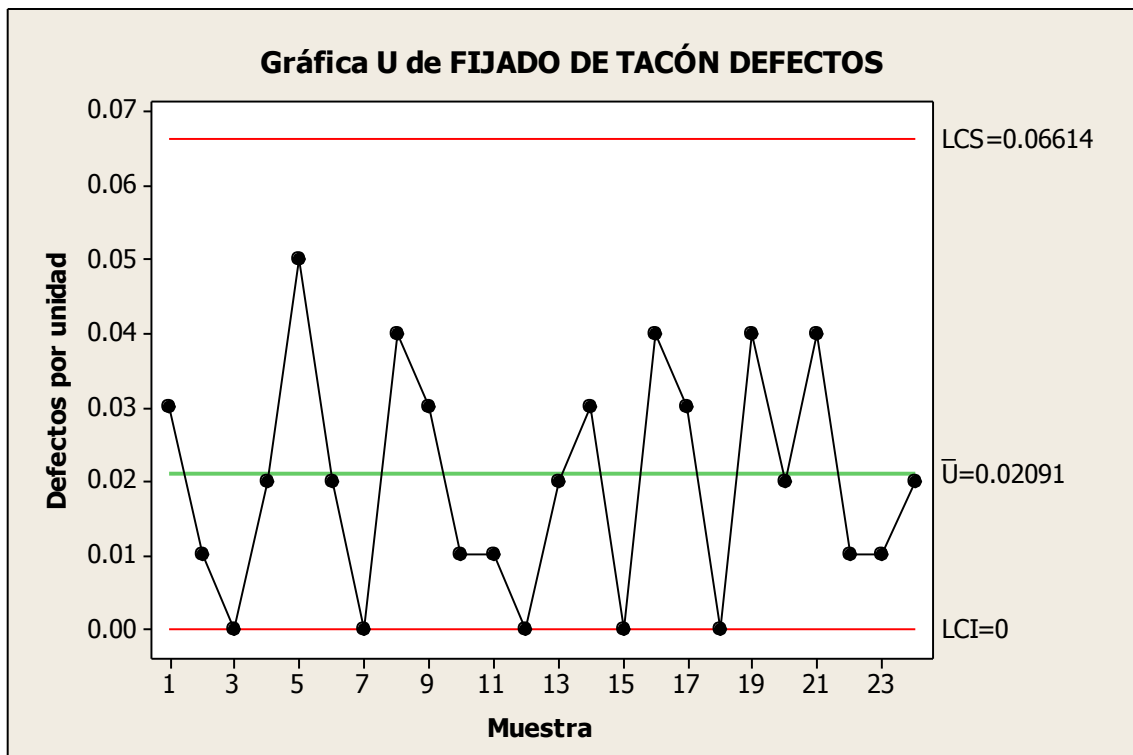


Fig. 72. Carta de control u para el proceso de fijado de tacón

En el fijado de tacón se presenta mucha dispersión de los datos respecto al valor central, como se indica en la Fig.72, aunque es de resaltar que el límite superior es de 0,06614, que significa poco más de seis defectos por cada cien unidades, valor inferior al de los procesos precedentes.

PROCESO DE TERMINADO

$$\bar{u} = \frac{131}{1100} = 0,1345$$

$$\bar{n} = \frac{1100}{24} = 45,83$$

$$LCS = 0,1345 + 3 \sqrt{\frac{0,1345}{45,83}} = 0,2971$$

$$LCI = 0,1345 - 3 \sqrt{\frac{0,1345}{45,83}} = -0,0280 \rightarrow 0$$

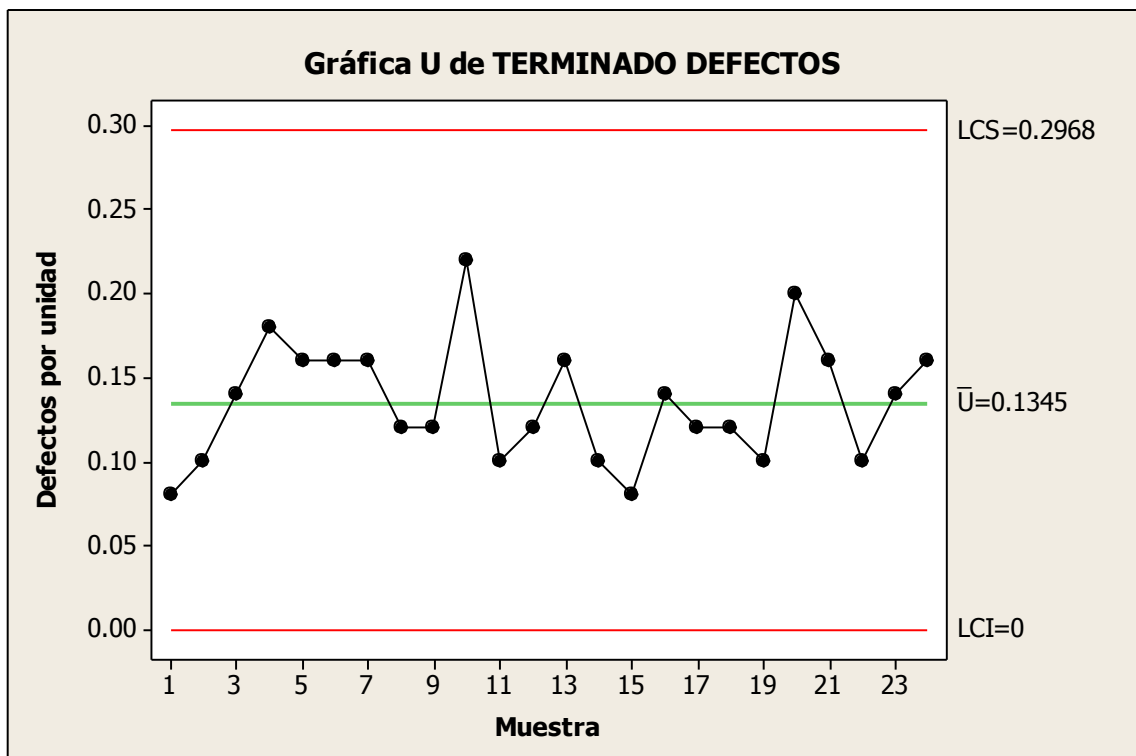


Fig. 73. Carta de control u para el proceso de terminado

Como se aprecia en la Fig.73, en el proceso de terminado la dificultad a la vista es la dispersión de los datos de los subgrupos respecto al valor central.

PROCESO DE EMPAQUE

$$\bar{u} = \frac{20}{1100} = 0,0182$$

$$\bar{n} = \frac{1100}{24} = 45,83$$

$$LCS = 0,0182 + 3 \sqrt{\frac{0,0182}{45,83}} = 0,0779$$

$$LCI = 0,0182 - 3 \sqrt{\frac{0,0182}{45,83}} = -0,0416 \rightarrow 0$$

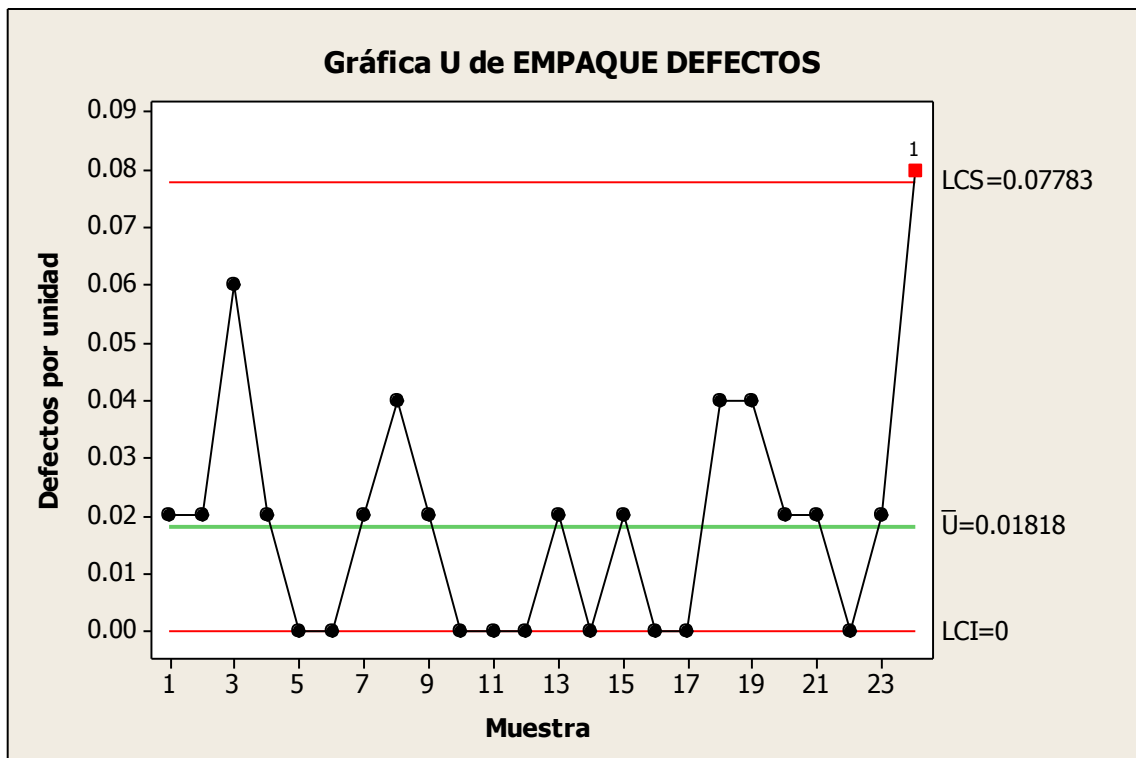


Fig. 74. Carta de control u para el proceso de empaque

Similar al proceso de fijado de tacón, según la Fig.74, existe la ventaja de que el límite superior de 0,07783 admite solamente cerca de ocho defectos por cada cien unidades de producción. Pero en este caso se presenta el inconveniente de la considerable dispersión de los valores con respecto al límite central y además el subgrupo 24 estuvo fuera de control.

5.3) Desarrollo del plan de reacción

Una vez que entre en vigencia el proyecto se va a trabajar con las gráficas de control establecidas por cada proceso, tanto para la carta p como para la u , además es importante destacar que según el diseño del proyecto se establece que a corto plazo se pretende mantener el nivel de la calidad, por lo cual se debe trabajar con los mismos límites superior, inferior y central durante el primer año de vida del proyecto, los límites se resumen en la Tabla 43:

Tabla 43. Límites para control de la calidad de los proceso a corto plazo (1 año) para la cartas de control p .

PROCESO	CARTA DE CONTROL Proporción de Unidades Defectuosas p			DATOS (SUBGRUPOS) FUERA DE LÍMITES	
	LCS	L Central	LCI	LCS	LCI
CORTADO	0,08350	0,05447	0,02544	0	0
DESBASTADO	0,08586	0,05636	0,02686	1	0
APARADO	0,3649	0,2327	0,1006	0	1
MONTAJE	0,1234	0,0532	0	0	0
PEGADO DE SUELAS	0,2079	0,1100	0,0121	0	0
FIJADO DE TACÓN	0,05802	0,01727	0	0	0
TERMINADO	0,2624	0,1191	0	0	0
EMPAQUE	0,07728	0,01818	0	1	0
TOTAL	-	-	-	2	1

La Tabla 43 refleja que en el estudio de la situación actual existen dos subgrupos que exceden el límite de control superior, en los procesos de desbastado y empaque (uno en cada caso), mientras que en el proceso de aparado se presenta un subgrupo bajo el límite inferior de control de la proporción de unidades defectuosas.

Por consiguiente estos procesos presentan dificultades relacionadas con la proporción de unidades defectuosas p .

Tabla 44. Límites para control de la calidad de los procesos a corto plazo (1 año) para las cartas de control u .

PROCESO	CARTA DE CONTROL Número de Defectos por Unidad u			DATOS (SUBGRUPOS) FUERA DE LÍMITES	
	LCS	L Central	LCI	LCS	LCI
CORTADO	0,1688	0,1238	0,0788	1	0
DESBASTADO	0,12165	0,08447	0,04729	0	0
APARADO	0,9854	0,7200	0,4546	0	1
MONTAJE	0,1253	0,0532	0	0	0
PEGADO DE SUELAS	0,2927	0,1655	0,0382	0	0
FIJADO DE TACÓN	0,06614	0,02091	0	0	0
TERMINADO	0,2968	0,1345	0	0	0
EMPAQUE	0,07783	0,01817	0	1	0
TOTAL	-	-	-	2	1

De forma similar en los procesos de cortado y empaque existieron subgrupos fuera de límite superior (uno en cada caso), mientras que en el aparado existió un subgrupo bajo el límite inferior del número de defectos por unidad.

Evaluación de cartas de control

La evaluación requerida para conocer si un proceso está dentro o fuera de control no solamente requiere la observación de los límites de control sino también de ciertas señales que denotan la existencia de falta de control, como se detalla a continuación:

Señales de falta de control

La principal señal de falta de control es exceder el límite de control superior o estar bajo el límite inferior. Pero además existen otros indicadores o señales adicionales, entre los que constan las siguientes [32]:

- Tendencia de puntos ascendente o descendente consecutivos (7 o más puntos).
- Ubicación de 8 puntos o más a un mismo lado de la línea central.

- Comportamiento errático (dientes de sierra), es decir presencia de fuertes oscilaciones.
- Varios puntos consecutivos en los tercios extremos.
- Demasiados puntos en la línea central, esto puede implicar un error en el cálculo de los límites de control y falta de actualización de los mismos.
- Muy pocos puntos en la línea central.

Proceso estable

Lo ideal es que el proceso sea estable, en ese caso significa que las fuentes de variación de los procesos están plenamente identificadas y son casi nulas las fuentes de variación especiales. Cuando la situación es estable y la distribución de la característica controlada es normal, en el tercio central del gráfico deben situarse aproximadamente 2/3 de todos los puntos o muy cercano a esa relación, no es conveniente exceder ni estar muy debajo de esa proporción.

Por lo cual, en caso de que se excedan los límites establecidos (LCS y LCI) o de que se presenten señales de falta de control se deberán tomar acciones para corregir los problemas existentes. Tomando en cuenta que la evaluación será al final del mes (correspondiente a un período de medición del plan de control), este plan de acción responderá a los siguientes criterios:

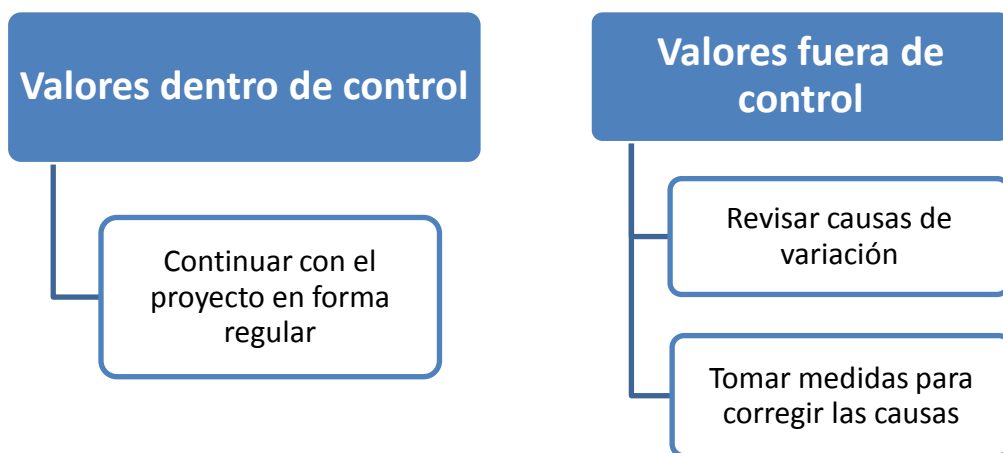


Fig. 75. Parámetros a tomar en cuenta para el plan de reacción

5.4) Actualización de los procedimientos estándar de operación y el plan de entrenamiento

Una vez que se establezca el nivel de la calidad de la producción de botas y botines en Creaciones MABELIZ conforme los límites establecidos, se establecerá un plan de mejoramiento (fase 4) a largo plazo (3 años), para cuyo efecto se tienen que fijar nuevos límites de control, con el criterio de reducción del rango entre el límite superior e inferior en cada caso. Este plan de mejoramiento estará a cargo del supervisor de calidad y los nuevos límites fijados deberán responder a un estudio y ser fundamentados en las medidas propuestas como parte del mejoramiento continuo.

4.3.4 Beneficios de la propuesta

El plan de mejora de la calidad a través de la metodología Six Sigma tiene la finalidad de aportar directamente a la elevación de la imagen de la empresa Creaciones MABELIZ en relación a la calidad de la producción de botas y botines para damas. A través de la aplicación de la herramienta DMAIC se plantea realizar un control de falla en la producción de forma permanente y sistemática, lo que se prevé que tenga un efecto positivo en la contribución para la elevación del volumen de producción, además de minimizar los gastos de materia prima requerida para la corrección de los defectos y el cumplimiento del tiempo estándar de producción, aspectos directamente vinculados con el costo de producción.

Adicionalmente, es importante destacar que se propone la utilización de documentación y de aplicaciones informáticas, instrumentos técnicos y tecnológicos que permiten evaluar el desempeño de los procesos y sirven de respaldo de las acciones implementadas, para efectos de realización de auditorías internas. El parámetro de interés final es la satisfacción de los clientes internos y externos de la empresa y para ello también se diseñaron parámetros de medición. Por lo que se puede manifestar que la propuesta es integral y beneficia directamente a la empresa y los consumidores de sus productos.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Se evaluó la situación actual de la producción de botas y botines en Creaciones MABELIZ en referencia a los procesos y al nivel de calidad de los productos y subproductos obtenidos. De donde se determinó que el nivel de calidad es regular, pero que debe ser elevado para mejorar el servicio brindado a los clientes, ya que actualmente existen reclamos de los operarios por los subproductos que les llegan así como de los clientes finales por el producto que eventualmente presenta defectos de fabricación. A su vez el proceso más conflictivo es el aparado ya que tiene inmerso una gran cantidad de modos de falla o defectos y requiere de mayor especialización de la mano de obra.
- En base el estudio estadístico de la producción de botas y botines se determinó la existencia de veintiún modos de falla diferentes en toda la cadena productiva, correspondiendo el nivel de la calidad a $3,18\sigma$ y con una media de 46459,9 defectos por millón de oportunidades. Estos indicadores hacen que el rendimiento general del proceso sea del 95.32%, que pese a no ser tan bajo, sin embargo no permite alcanzar una buena satisfacción de los clientes por el servicio prestado.
- Tomando en consideración los antecedentes del estudio realizado se procedió a desarrollar un proyecto para el mejoramiento de la calidad de la producción aplicando la metodología Six Sigma y siguiendo la secuencia establecida por la herramienta DMAIC.
- El diseño del proyecto comenzó con la fase de definición, que determinó que el problema a dar solución se centra en la calidad de la producción de botas y botines en

Creaciones MABELIZ y estableció como críticos de calidad CTQ's el nivel de la calidad como variable independiente y la satisfacción de los clientes internos (operarios) y externos (mayoristas y cliente directo final) como variable dependiente, así mismo para el tratamiento de las variables se considera la existencia de ocho procesos, en el caso de la satisfacción de los clientes se establecieron parámetros de interés según cada cliente y además se debe manifestar que el estudio determinó que el principal factor que origina la presencia de defectos en la producción es la habilidad de los operarios.

- Seguidamente se realizó la fase de medición, que estableció que el nivel de la calidad se fundamentará en la determinación de los defectos por millón de oportunidades DPMO, el nivel sigma σ y en el número de prioridad de riesgo NPR, mientras que la satisfacción de los clientes dependerá de aspectos en la entrega como son el tiempo, los defectos, la cantidad y clasificación de las unidades, entre otros; la periodicidad de la medición para la obtención de los datos es mensual en base al muestreo, que difiere según el tipo de datos. Así mismo para la recolección de los datos se formuló trabajar en base a las técnicas de la observación y la encuesta. El NPR se determinó mediante la utilización de la matriz AMEF, que en base a la consideración de la severidad, ocurrencia y detección para cada tipo de Modo de Falla reflejó que el NPR fluctúa entre 320 y 648, que corresponde a riesgos de falla de nivel medio o alto.
- La fase de análisis se formuló calculando la capacidad del proceso en base a la curva de distribución normal para los datos de DPMO obtenidos en el estudio preliminar, es así que el índice de capacidad C_p se ubica en 1,074, mientras el C_{pk} que considera una desviación con respecto a la media de 1,5 veces la desviación estándar se ubica en 0,5746, teniendo como límite superior de especificación 91910 DPMO y la media es de 46459,91 DPMO. Se definió que las fuentes de variación de desempeño del proceso corresponden a los modos de falla y para su valoración se desarrollaron herramientas para análisis del nivel de calidad para que sean utilizadas una vez implementado el proyecto, de forma similar se elaboraron herramientas para el análisis de las encuestas de la satisfacción de los clientes. Finalmente para establecer la relación existente entre los CTQ's nivel de calidad y satisfacción de los clientes se planteó la utilización de la regresión de tipo lineal simple, cuadrática o cúbica, según el coeficiente de

determinación, a partir de los datos de DPMO (eje x) y la calificación ponderada total de encuestas (eje y).

- La fase de mejora consiste en la formulación de alternativas para permitir que el proyecto tenga los resultados esperados a corto plazo. Las alternativas consisten en el establecimiento de parámetros a cumplir para el control de la materia prima, la supervisión del trabajo, la capacitación a operarios y supervisor, el control de producción y calidad y la medición de la satisfacción de los clientes, que serán implantadas a corto plazo (1 año) y evaluadas al final de dicho período. Para respaldar las acciones realizadas se utilizarán documentos y registros para cada caso.
- Finalmente en la fase de control se implementarán las cartas de control por atributos p y u para cada proceso. El criterio de aceptación de la estabilidad de un proceso obedece a la obligatoriedad de que todos los datos estén dentro de los límites de control (LCS y LCI) y que además existan mínimas señales de falta de control. El proceso de aparado es el más conflictivo porque presenta subgrupos que están fuera de los límites de control, sus datos fluctúan considerablemente en torno al límite central (\bar{P} o \bar{u}) comportamiento errático y especialmente este proceso tiene que admitir una proporción de unidades defectuosas y un número de defectos por unidad muy elevados, 0,3649 (36,49% de unidades defectuosas) y 0,9854 (casi un defecto por unidad) como límites de control superiores.
- Mediante el estudio realizado se pudo establecer que el nivel de la calidad de la producción de botas y botines en Creaciones MABELIZ es deficiente, porque al analizar los parámetros como son el DPMO, nivel sigma σ , NPR, capacidad del proceso C_p y C_{pk} , y mediante las gráficas de control, se observó que no se alcanzan los valores esperados. Especialmente requiere atención el proceso de aparado, ya que por ejemplo presenta una importante cantidad de modos de falla, el límite de control superior es muy alto, así como también los datos de las cartas de control indican un comportamiento errático y además existen valores fuera de los límites.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda contratar a un supervisor de calidad previa la entrada en vigencia del proyecto quien debe cumplir estrictamente con el perfil preestablecido, ya que será el principal responsable de la gestión de la calidad de la producción de botas y botines en Creaciones MABELIZ en base a la aplicación de la metodología Six Sigma.
- Con base en el estudio realizado se deberá tener control activo de los defectos que se presentan en el proceso productivo, ello implica identificar a tiempo cualquier variación significativa en el desempeño del proceso, para lo cual se requiere dar estricto cumplimiento a los parámetros establecidos por la metodología Six Sigma.
- Los defectos por millón de oportunidades y el nivel sigma del proceso de producción de botas y botines en Creaciones MABELIZ deberán ser evaluados mensualmente en base al uso de los documentos formulados y considerando las gráficas de control para el límite superior de especificación admisible para el DPMO.
- Es aconsejable realizar una revisión crítica de los resultados del proyecto una vez que se cumpla el período de vida en su primera etapa, que se le denominó corto plazo y que se extiende hasta un año calendario. Entonces se tiene que establecer la relación del nivel de calidad con la satisfacción de los clientes, para adoptar medidas tendientes a alcanzar la mejora continua, estas medidas consisten en la implementación a corto plazo de nuevas alternativas de mejora para no solamente alcanzar una estabilidad en el nivel de la calidad sino para incrementar el rendimiento general del proceso de producción de botas y botines en Creaciones MABELIZ. Con respecto a la satisfacción de los clientes también se debe implementar acciones para mejorar la situación en caso de que se presenten dificultades asociadas al tiempo de entrega, a la cantidad de unidades, la clasificación de las mismas, el cumplimiento de las especificaciones, el confort de los productos finales, etc.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] U.d.l.A. Puebla, « Universidad de las Américas Puebla, » 12 Junio 2014. [En Línea]. Available:
http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lad/rodriguez_g_ac/capitulo1.pdf.
- [2] «Club de Ensayos,» 6 Junio 2013. [En Línea].
Available: <http://clubensayos.com/Tecnolog%C3%ADa/Click/832567.html>.
- [3] «INEC,» 12 Febrero 2011. [En Línea].
Available: http://www.inec.gob.ec/cpv/descargables/fasciculo_nacional_final.pdf
- [4] G. López, « Metodología Six Sigma-Calidad Industrial », neoediciones JP&A, Mexico, 2010.
- [5] E.P. Calderón, « Mejora de procesos en una imprenta que realiza trabajos de impresión offset empleando Six Sigma, », Ingeniería Industrial, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, 2009.
- [6] V. Yepes y E. Pellicer, « Aplicación de la metodología seis sigma en la mejora de resultados de los proyectos de construcción, » Ingeniería de la Construcción y Proyectos de Ingeniería Civil, Universidad Politecnica de Valencia, 2010.
- [7] M. B. Quintanilla, « Aplicación de la metodología Seis Sigma para mejorar la calidad y productividad de una planta de bebidas, », Maestría en Ingeniería de Calidad, Universidad Iberoamericana Puebla, Puebla, 2009.
- [8] C. Torres Navarro y O. A. Monsalve Ochoa, « Aplicación de metodología seis sigma para disminuir intervenciones en proceso de fabricación de vidrios, » Revista de Ingeniería Industrial, Chile, 2009.
- [9] Luis Lozano Cortijo, "¿Qué es Calidad Total?", "Revista Médica Herediana, vol. IX, no. 1, pp. 28-34, Marzo 1998.

- [10] Joseph Moses Juran, *Juran y la Planificación para la Calidad*, Primera ed. Madrid, España: Díaz de Santos, 1990.
- [11] D. H. Besterfield, "Gráficas de Control para Variables" in *Control de Calidad*, Octava ed., Ed. México: Pearson Educación, 2009. ch.5, p.190.
- [12] Kaoru Ishikawa, *¿Qué es Control Total de Calidad?*, Primera ed. Colombia: Norma S.A., 1997.
- [13] Lic. Gerardo Edgar Mata Ortiz and César Jesús Estrada Escobedo "Control Estadístico del Proceso, Junio 2012.
- [14] Mustafa, Ana María; Rodríguez, Norma L.; Chauvet, Susana., "Control de calidad: Cartas de control por variables. " iv Congreso Nacional de ciencia y tecnología, 2012, pp. 4564-4575.
- [15] Ricardo Bañuelas and Antony Jiju, "Going from Six Sigma Design for Six Sigma: An Exploratory Study Using Analytic Hierarchy Process, " *The TQM Magazine*, vol. XV, no. 5, pp. 334-344, 2003.
- [16] Olga Lucía Mantilla Celis and José Manuel Sánchez García, "Modelo Tecnológico para el Desarrollo de Proyectos Logísticos Usando Lean Six Sigma, " *Estudios Gerenciales*, vol. XXVIII, no.124, pp. 23-43, Septiembre 2012.
- [17] James R. Evans and William M. Lindsay, *Administración y Control de la Calidad*, Séptima ed. Santa Fe, México: Cengage Learning Editores S.A., 2008.
- [18] Carlos Almudéver Marí, *Implementación de la Metodología Six Sigma en la Construcción*. Valencia, España: Tesis Maestría Universidad Politécnica de Valencia, 2012.
- [19] Verónica Paola Alderete, Ariana Lorena Colombo, and Victorio Di Stefano. (2003, Septiembre) [En línea].
Disponible en: <http://200.16.86.50/digital/33/revistas/cse/sixsigma-six.pdf>

- [20] Annabel Leonor Moreano Santos, Diseño para la Implementación de la Metodología Seis Sigma en una Línea de Producción de Queso Fresco. Guayaquil, Ecuador: Tesis Ingeniería: Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2009.
- [21] «Quiminet,» 1 Febrero 2007. [En línea]. Available: <http://www.quiminet.com/articulos/el-proceso-para-fabricar-calzado-18313.htm>.
- [22] NTE INEN 1914. Calzado. Definiciones. Quito, Ecuador, 1992, p.3.
Disponible en <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.1914.1992.pdf>
- [23] NTE INEN 0936. Cuero de ganado vacuno. Terminología. Quito, Ecuador, 1984, p.2. Disponible en <ftp://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0936.1984.pdf>
- [24] NTE INEN 1920. Calzado de cuero de uso general. Requisitos. Quito, Ecuador, 1992, pp.1-2.
Disponible en <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.1920.1992.pdf>
- [25] S. Calderón and J. Ortega. (2009, Jul.). Guía para la Elaboración de Diagramas de Flujo. MIDEPLAN. [En Línea]. Disponible en:
<http://documentos.mideplan.go.cr/alfresco/d/d/workspace/SpacesStore/6a88ebe4-da9f-4b6a-b366-425dd6371a97/guia-elaboracion-diagramas-flujo-2009.pdf>
- [26] P. Pande, R. Neuman and R. Cavanagh, "Measuring Current Performance", in The Six Sigma Way. McGraw-Hill, 2003, p.222.
- [27] Lean Academy. (2012). Aspectos Básicos de Six Sigma. Massachusetts Institute of Technology. [En línea]. Disponible en:
http://ocw.mit.edu/resources/res-16-001-lean-enterprise-en-espanol-january-iap-2012/material-de-lectura/MITRES_16_001IAP12_3-6Sigma.pdf
- [28] M. Bahena and P. Reyes. (2006, Feb.). Curso de Seis Sigma. [En Línea].
Disponible en: <http://www.icicm.com/files/CursoSeisSigma.pdf>

- [29] M. Bahena and P. Reyes. (2007, Feb.). Análisis del Modo y Efecto de Falla (PFMEA). [En Línea]. Disponible en: www.icicm.com/files/PFMEA.doc
- [30] L. González, M. Carmona, and M. Rivas. (2007). Guía para la medición directa de la satisfacción de los clientes (1st ed.) [En Línea]. Disponible en: http://www.clubcalidad.com/V2/html/downloads/documentaciones/2008_Guia_medicion_directa_de_la_Satisfaccion_del_Cliente.pdf
- [31] H. Gutiérrez and R. de la Vara. “Herramientas básicas para Seis Sigma” in *Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma*, 2nd ed. México D.F., México: McGraw-Hill, 2009, ch.6, p.160.
- [32] A. Carrión García and R. Maluenda Molla. “Gráficos de Control por Atributos” in *Control Estadístico de Procesos: Gráficos de Control*. [En Línea]. p.53-56. Disponible en: http://ariadne.cti.espol.edu.ec/sidweb36/sidweb_1/2088/100303/Spc3.pdf

ANEXOS

Anexo 1: Encuesta dirigida a los trabajadores de Creaciones MABELIZ

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL

OBJETIVO: La siguiente encuesta tiene por objeto conocer la situación actual de la calidad de la producción en Creaciones MABELIZ, motivo por el cual se le solicita información referente a los procesos de fabricación del calzado, para conocer las áreas y las posibles causas que originan la aparición de defectos en la fabricación.

INVESTIGADOR: Ángel Iván Urrutia Sánchez

DATOS INFORMATIVOS DEL ENCUESTADO

Fecha:

Nombres y Apellidos:

Género: Masculino () Femenino ()

Edad:

Actividad que desempeña en la empresa:

Ciudad donde reside.....

CUESTIONARIO

Por favor seleccione las opciones de respuesta que usted considere que más se apegan a la realidad, hágalo marcando con una **x** en el espacio asignado entre paréntesis para cada una, marque una sola opción por cada pregunta.

Antes de contestar lea detenidamente cada pregunta, escoja la respuesta y si se le solicita que complemente su respuesta, hágalo conforme lo indicado en cada una de las preguntas.

1. ¿Existen productos defectuosos del proceso anterior?

Algunas veces ()

Rara vez ()

Nunca ()

Si su respuesta es afirmativa o parcialmente afirmativa explique las posibles causas para que el producto llegue con defectos a su puesto de trabajo.

.....
.....

2. ¿Le han reclamado a usted por errores en el proceso de fabricación?

Si ()

No ()

A veces ()

3. Los errores en los puesto de trabajo se pueden dar debido a:

Distracción ()

Falta de herramientas ()

No hay buen ambiente de trabajo ()

4. ¿Con qué frecuencia se realizan reprocesos?

Algunas veces ()

Rara vez ()

Nunca ()

5. ¿Las máquinas y herramientas están disponibles para ser utilizadas cuando son requeridas?

Siempre ()

Casi siempre ()

Rara vez ()

6. ¿Por cuál de los siguientes aspectos se le dan incentivos en su trabajo?

Calidad del producto ()

Volumen de producción ()

Optimización de la materia prima ()

Otro motivo ()

No se dan incentivos ()

7. ¿Dispone de órdenes de trabajo o instrucciones para la ejecución de sus tareas?

Si ()

No ()

.....

Firma

Nota: La información suministrada es para fines educativos y de aporte a la producción y calidad en Creaciones MABELIZ. Se mantendrá en reserva sus datos personales y la información que usted suministre.

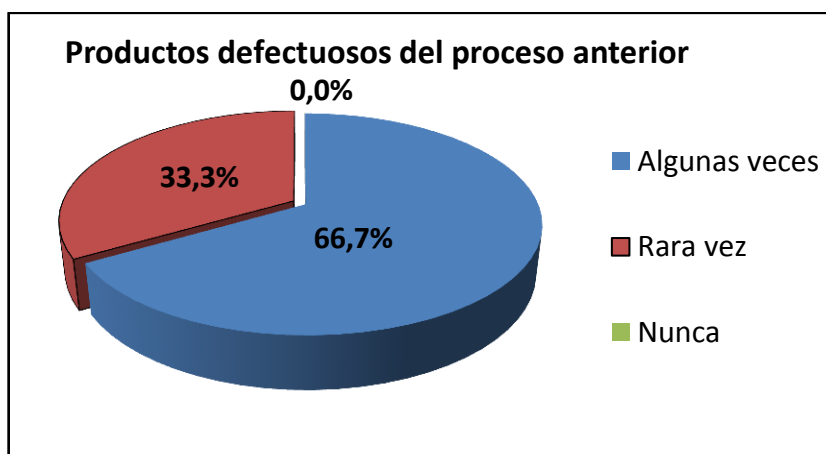
Gracias por su colaboración.

Anexo 2: Análisis de la encuesta aplicada a los trabajadores de Creaciones

MABELIZ

1. ¿Existen productos defectuosos del proceso anterior?

OPCIÓN	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA
Algunas veces	4	66,7%
Rara vez	2	33,3%
Nunca	0	0,0%
TOTAL	6	100%



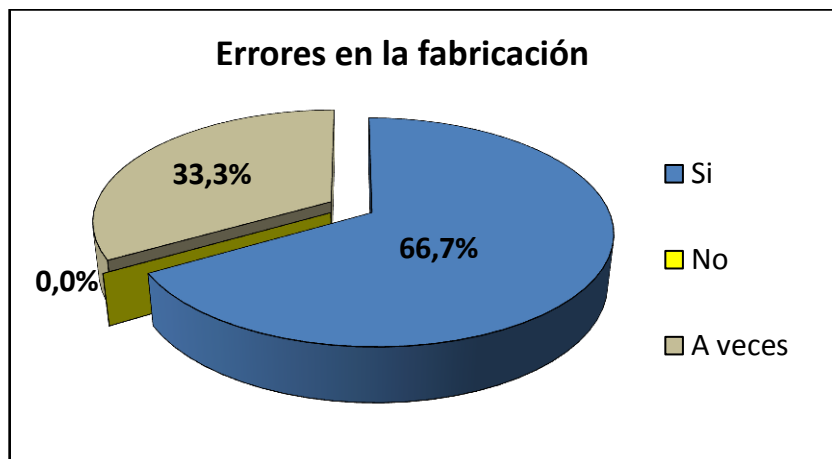
Análisis e Interpretación

Cuando se les consultó a los trabajadores sobre la existencia de productos defectuosos que llegan a su puesto de trabajo como consecuencia de los procesos previos, un 66,7% manifestó que ocurre algunas veces, el 33,3% indica que rara vez se presenta tal situación y ninguno dice que nunca se de ese problema. Entre las posibles causas se mencionan: se presentan lacras en el cuero, la textura del cuero es muy delgada, el corte se monta en una horma incorrecta, goma excesiva en uniones, suelas defectuosas, etc.

Se evidencia que existen deficiencias de calidad después de cada proceso, aunque no es tan recurrente, pero se deben aplicar medidas correctivas para disminuir su incidencia.

2. ¿Le han reclamado a usted por errores en el proceso de fabricación?

OPCIÓN	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA
Si	4	66,7%
No	0	0,0%
A veces	2	33,3%
TOTAL	6	100%



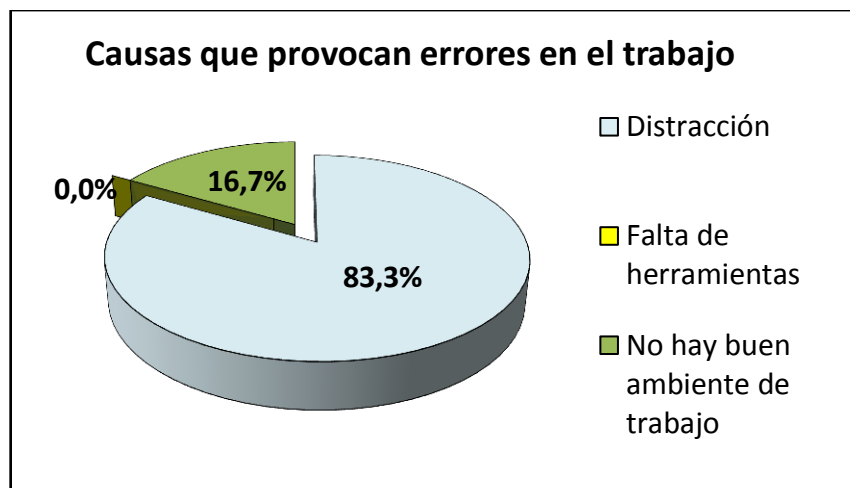
Análisis e Interpretación

Como se aprecia en la figura, el 66,67% de operarios admite que si le han reclamado por los errores cometidos en las tareas asignadas, mientras que el 33,33% manifiesta que a veces ha sido llamado la atención por tal motivo y ninguno dice que no haya recibido un reclamo.

Se aprecia que la gran mayoría de trabajadores ha sido víctima de reclamo por el cumplimiento de sus tareas en referencia a la calidad del producto que elaboran y este reclamo es manifestado por el operario del siguiente proceso.

3. Los errores en los puesto de trabajo se pueden dar debido a:

OPCIÓN	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA
Distracción	5	83,3%
Falta de herramientas	0	0,0%
No hay buen ambiente de trabajo	1	16,7%
TOTAL	6	100%



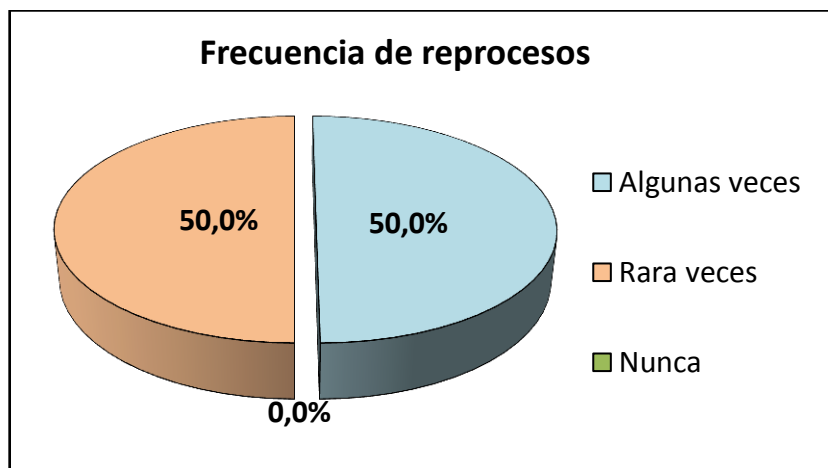
Análisis e Interpretación

Los errores que se cometen en la elaboración de los productos obedecen principalmente a la distracción del operario de acuerdo al 83,3% de los consultados, mientras que el 16,7% considera que la causa fundamental es el ambiente de trabajo y ninguno se inclina por la falta de herramientas.

La distracción es el principal factor que origina el cometimiento de errores en el desarrollo de las tareas por parte de los operarios, por lo que se infiere que se debería supervisar su desenvolvimiento laboral.

4. ¿Con qué frecuencia se realizan reprocesos?

OPCIÓN	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA
Algunas veces	3	50,0%
Rara vez	3	50,0%
Nunca	0	0,0%
TOTAL	6	100%



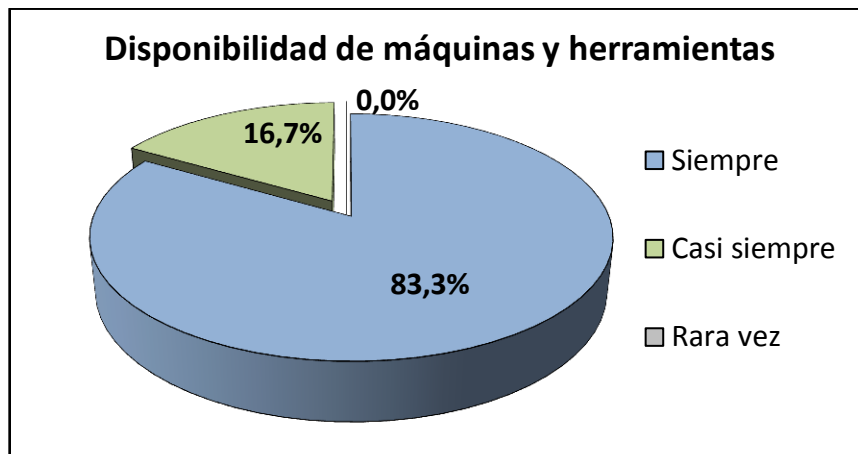
Análisis e Interpretación

En la opinión del 50% de los encuestados algunas veces se realizan reprocesos, mientras que igual porcentaje manifiesta que rara vez se vuelve a realizar una operación previa y nadie da a conocer que nunca se requiera repetir un proceso.

Se realizan reprocesos con cierta frecuencia, aunque su incidencia parece no ser tan alta, sin embargo amerita tomar acciones correctivas para minimizar esta necesidad.

5. ¿Las máquinas y herramientas están disponibles para ser utilizadas cuando son requeridas?

OPCIÓN	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA
Siempre	5	83,3%
Casi siempre	1	16,7%
Rara vez	0	0,0%
TOTAL	6	100%



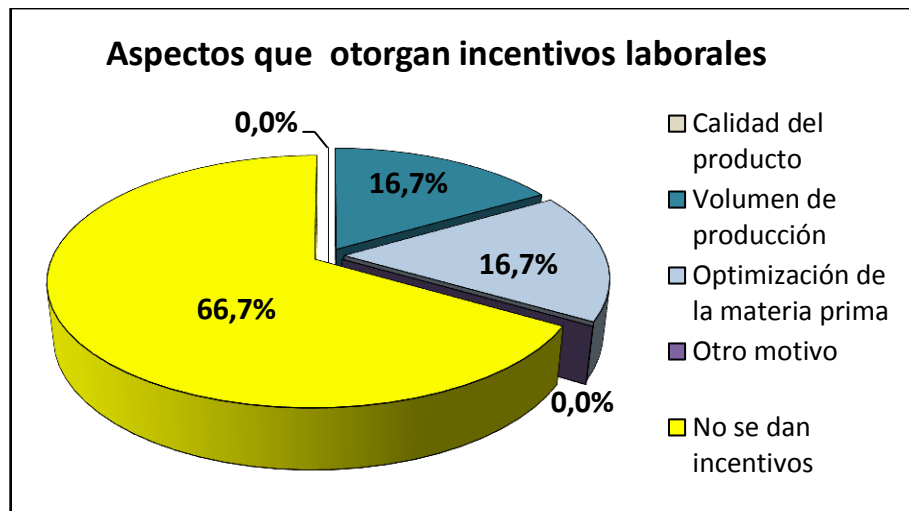
Análisis e Interpretación

El 83,3% de los trabajadores consideran que las máquinas y herramientas siempre están disponibles para ser utilizadas, en tanto que según el 16,7% casi siempre se cuenta con esa ventaja y ninguna de las personas dice que rara vez el abastecimiento de máquinas y herramientas sea oportuno.

La disponibilidad de los materiales y equipos es muy alta, seguramente se tiene una importante cantidad de materias primas en bodega que abastece casi de forma íntegra la demanda.

6. ¿Por cuál de los siguientes aspectos se le dan incentivos en su trabajo?

OPCIÓN	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA
Calidad del producto	0	0,0%
Volumen de producción	1	16,7%
Optimización de la materia prima	1	16,7%
Otro motivo	0	0,0%
No se dan incentivos	4	66,7%
TOTAL	6	100%



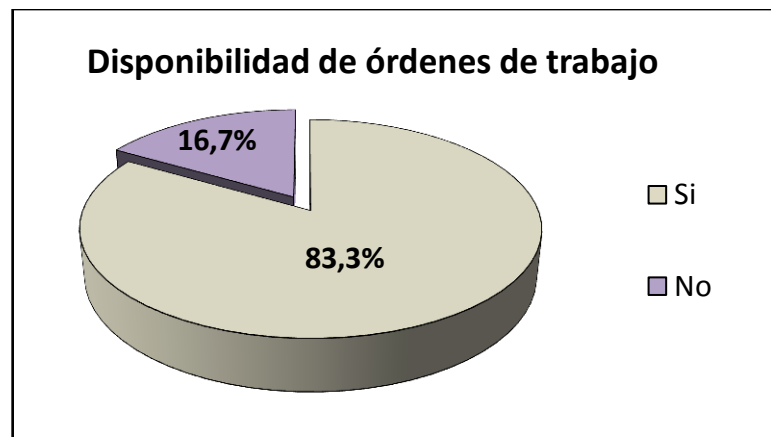
Análisis e Interpretación

Observando la gráfica, se aprecia que el 66,7% de los trabajadores manifiesta que no se dan incentivos por el cumplimiento de su trabajo, un 16,7% indica que los incentivos del trabajo se hacen por el volumen de producción que se ha fabricado y el restante 16,7% dice que los incentivos obedecen a la optimización de la materia prima, mientras que ninguno señala que existan incentivos por la calidad de la producción o por algún otro motivo diferente.

La empresa en general no estimula el rendimiento laboral de los trabajadores y peor aún en lo referente a la calidad.

7. ¿Dispone de órdenes de trabajo o instrucciones para la ejecución de sus tareas?

OPCIÓN	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA
Si	5	83,3%
No	1	16,7%
TOTAL	6	100%



Análisis e Interpretación

Los operarios señalan que si se utilizan órdenes de trabajo para la realización de las actividades según el 83,3% de ellos, en tanto que el restante 16,7% manifiesta que no es así.

Para la distribución de las actividades si se emplean órdenes de trabajo.

Anexo 3: Análisis de la entrevista aplicada al gerente propietario de Creaciones MABELIZ

A continuación se presenta la transcripción textual de las respuestas proporcionadas a cada una de las preguntas:

1. ¿Se ha implementado alguna herramienta o sistema de gestión de la calidad?

No se lo ha hecho, conozco de la existencia de ciertas normas, herramientas y sistemas de gestión de la calidad, pero en nuestro caso es complicado pretender aplicarlas por la falta de conocimiento, la ausencia de personal capacitado para el efecto, la limitada disponibilidad de recursos para programas de capacitación y la falta de interés de los trabajadores por someterse a estrictos controles de calidad.

2. ¿Su empresa cuenta con políticas de calidad y maneja documentación pertinente para el efecto?

No, nuestra capacidad de recursos no permite que lo hagamos.

3. ¿Qué capacidad de producción tiene su empresa?

Producimos una media de 50 pares de calzado para dama por día en diferentes modelos, a la semana representan aproximadamente 275 pares. Las entregas al por mayor se hacen semanalmente, mientras que las ventas por unidades se realizan en los exteriores de la propia fábrica.

4. ¿Cuál o cuáles áreas generan mayor problema a la hora de confeccionar el calzado?

Se presentan algunos inconvenientes en varias secciones, por ejemplo en el armado ocurre cuando la persona que conoce el manejo de la máquina se encuentra ausente, en el armado es difícil contar con personal calificado para su ejecución, mientras que en el terminado nos encontramos con que el cuero tiene fallas y nos vemos obligados a reprocesarlo.

5. ¿En su empresa están bien definidas las funciones del personal de acuerdo a un organigrama estructural y conocen las responsabilidades de cada puesto de trabajo?

Contamos con un organigrama, pero la descripción de las funciones inherentes a cada puesto no están claramente asignadas, mientras que las responsabilidades son de dominio de cada trabajador y se lo gana conforme se ha cumplido el proceso de adaptación al puesto de trabajo y la experiencia.

6. ¿Para la realización de las actividades se emplean órdenes de trabajo y en caso de ser afirmativa su respuesta qué información se da a conocer en las mismas?

Si se utilizan órdenes de trabajo, ya que estas son necesarias para dar a conocer ciertos aspectos de interés y relevancia, como lo son el modelo de botas a producir, las tallas, la prioridad de los pedidos, la fecha de fabricación, entre otros.

7. ¿Existen programas de capacitación interna a los trabajadores respecto a la calidad?

Rara vez se lo hace. No ha habido la preocupación debida porque los trabajadores consideran que no es necesario.

8. ¿Ha implementado un plan de mejora de la calidad en su empresa?

No, específicamente con relación a la calidad se ha hecho poco, las mejoras que se han hecho han sido de forma esporádica.

9. ¿En qué puntos del proceso se realizan inspecciones de calidad?

Las inspecciones de calidad se realizan en el terminado del calzado, son realizadas por los operarios de dicha sección y principalmente consisten en la revisión de la ausencia de fallas en el cuero, el centrado de los tacos y que no exista exceso de pegamento.

10. ¿Se realiza un control en la entrada de la materia prima y cómo se actúa en caso de haber defectos?

Propiamente no se realiza ningún control, en el caso de evidenciarse algún defecto en el momento de ingreso, se devuelve el material al proveedor y no se realiza un registro de las disconformidades.

11. ¿Las entregas de los pedidos se hacen a tiempo?

En realidad pocas veces se entregan los pedidos a tiempo, porque nos aseguramos de la calidad de las botas y además porque continuamente estamos modificando los modelos por las exigencias del mercado de consumidores.

12. ¿Usted ha establecido una comparación de carácter técnica de la calidad de sus productos con los que ofrece la competencia?

Se lo ha hecho parcialmente cuando se desea establecer el precio del calzado.

13. ¿Ha tenido reclamos por los productos entregados y en caso de ser afirmativa su respuesta de qué proceso se han derivado?

Si suelen presentarse reclamos de los clientes, esto ocurre rara vez y se debe a defectos en el clavado de los tacos que son prácticamente imperceptibles en el momento de la fabricación y se da especialmente en el calzado nuevo.

14. ¿El calzado que oferta tiene garantía y de ser afirmativa su respuesta explicar en qué consiste?

Si se ofrece garantía de los productos que fabricamos, el tiempo durante el cual el cliente tiene derecho a acceder a ella es de tres meses y los casos que ameritan ese derecho son por fallas menores, en cuyo caso se hace una reparación del daño y se le entrega nuevamente el mismo calzado al cliente pero ya arreglado.

15. ¿Existe registros de las inspecciones de calidad que se realizan en el terminado de los productos?

No se elaboran registros, ya que la función principal de los operarios es verificar en el acto la buena o mala calidad del calzado y no se dispone de tiempo para el registro y manejo de información de datos históricos, este tipo de trabajo

correspondería más bien a un supervisor de calidad que actualmente no estamos en capacidad de contratar.

16. ¿Cuándo se realizan cambios en los diseños y modelos de los productos se hace un registro y por quién son realizados dichos cambios?

Los cambios de los diseños se hacen en conformidad con las tendencias de la moda y son realizados por un modelador que no pertenece a nuestro grupo de trabajo, sino que se lo manda a hacer, por eso no disponemos de registros.

Anexo 4: Tablas de severidad, ocurrencia y detección

CRITERIO DE EVALUACIÓN DE SEVERIDAD SUGERIDO PARA PFMEA

Esta calificación resulta cuando un modo de falla potencial resulta en un defecto con un cliente final y/o una planta de manufactura / ensamble. El cliente final debe ser siempre considerado primero. Si ocurren ambos, use la mayor de las dos severidades			
Efecto	Efecto en el cliente	Efecto en Manufactura /Ensamble	Calif
Peligroso sin aviso	Calificación de severidad muy alta cuando un modo potencial de falla afecta la operación segura del producto y/o involucra un no cumplimiento con alguna regulación gubernamental, sin aviso	Puede exponer al peligro al operador (máquina o ensamble) sin aviso	10
Peligroso con aviso	Calificación de severidad muy alta cuando un modo potencial de falla afecta la operación segura del producto y/o involucra un no cumplimiento con alguna regulación gubernamental, con aviso	Puede exponer al peligro al operador (máquina o ensamble) sin aviso	9
Muy alto	El producto / item es inoperable (pérdida de la función primaria)	El 100% del producto puede tener que ser desechado o reparado con un tiempo o costo infinitamente mayor	8
Alto	El producto / item es operable pero con un reducido nivel de desempeño. Cliente muy insatisfecho	El producto tiene que ser seleccionado y un parte desechada o reparada en un tiempo y costo muy alto	7
Moderado	Producto / item operable, pero un item de confort/conveniencia es inoperable. Cliente insatisfecho	Una parte del producto puede tener que ser desechado sin selección o reparado con un tiempo y costo alto	6
Bajo	Producto / item operable, pero un item de confort/conveniencia son operables a niveles de desempeño bajos	El 100% del producto puede tener que ser retrabajado o reparado fuera de línea pero no necesariamente va al área de retrabajo .	5
Muy bajo	No se cumple con el ajuste, acabado o presenta ruidos y rechinidos. Defecto notado por el 75% de los clientes	El producto puede tener que ser seleccionado, sin desecho, y una parte retrabajada	4
Menor	No se cumple con el ajuste, acabado o presenta ruidos y rechinidos. Defecto notado por el 50% de los clientes	El producto puede tener que ser retrabajada, sin desecho, en línea, pero fuera de la estación	3
Muy menor	No se cumple con el ajuste, acabado o presenta ruidos, y rechinidos. Defecto notado por clientes muy críticos (menos del 25%)	El producto puede tener que ser retrabajado, sin desecho en la línea, en la estación	2
Ninguno	Sin efecto perceptible	Ligero inconveniente para la operación u operador, o sin efecto	1


CRITERIO DE EVALUACIÓN DE OCURRENCIA SUGERIDO PARA PFMEA

Probabilidad	Índices Posibles de falla	Ppk	Calif.
Muy alta: Fallas persistentes	≥100 por mil piezas	< 0.55	10
	50 por mil piezas	> 0.55	9
Alta: Fallas frecuentes	20 por mil piezas	> 0.78	8
	10 por mil piezas	> 0.86	7
Moderada: Fallas ocasionales	5 por mil piezas	> 0.94	6
	2 por mil piezas	> 1.00	5
	1 por mil piezas	> 1.10	4
Baja : Relativamente pocas fallas	0.5 por mil piezas	> 1.20	3
	0.1 por mil piezas	> 1.30	2
Remota: La falla es improbable	< 0.01 por mil piezas	> 1.67	1

CRITERIO DE EVALUACIÓN DE DETECCIÓN SUGERIDO PARA AMEFP


Detección	Criterio	Tipos de Inspección			Métodos de seguridad de Rangos de Detección	Calif
		A	B	C		
Casi imposible	Certeza absoluta de no detección			X	No se puede detectar o no es verificada	10
Muy remota	Los controles probablemente no detectarán			X	El control es logrado solamente con verificaciones indirectas o al azar	9
Remota	Los controles tienen poca oportunidad de detección			X	El control es logrado solamente con inspección visual	8
Muy baja	Los controles tienen poca oportunidad de detección			X	El control es logrado solamente con doble inspección visual	7
Baja	Los controles pueden detectar		X	X	El control es logrado con métodos gráficos con el CEP	6
Moderada	Los controles pueden detectar		X		El control se basa en mediciones por variables después de que las partes dejan la estación, o en dispositivos Pasa NO pasa realizado en el 100% de las partes después de que las partes han dejado la estación	5
Moderada mente Alta	Los controles tienen una buena oportunidad para detectar	X	X		Detección de error en operaciones subsiguientes, o medición realizada en el ajuste y verificación de primera pieza (solo para causas de ajuste)	4
Alta	Los controles tienen una buena oportunidad para detectar	X	X		Detección del error en la estación o detección del error en operaciones subsiguientes por filtros múltiples de aceptación: suministro, instalación, verificación. No puede aceptar parte discrepante	3
Muy Alta	Controles casi seguros para detectar	X	X		Detección del error en la estación (medición automática con dispositivo de paro automático). No puede pasar la parte discrepante	2
Muy Alta	Controles seguros para detectar	X			No se pueden hacer partes discrepantes porque el ítem ha pasado a prueba de errores dado el diseño del proceso/producto	1
Tipos de inspección: A) A prueba de error B) Medición automatizada C) Inspección visual/manual						

Anexo 5: Guía de observación para DPMO y nivel sigma

 GUÍA DE OBSERVACIÓN PARA DPMO Y NIVEL SIGMA												
Responsable: _____			No. de Registro: _____				CÓDIGO: CPC-GO-12					
Fecha: De _____ a _____												
No.	OPERACIÓN	NÚMERO DE UNIDADES	NÚMERO DE DEFECTOS	NÚMERO DE OPORTUNIDADES POR UNIDAD	OPORTUNIDADES TOTALES	DPMO	NIVEL SIGMA	DESCRIPCIÓN DE OPORTUNIDADES DE DEFECTO POR UNIDAD	DEFECTOS POR OPORTUNIDAD DPO	EFICIENCIA %	OPERARIO	OBSERVACIÓN
1	Cortado de cuero			3	0	#iDIV/0!		Forma, lacras, textura	#iDIV/0!	#iDIV/0!	Cortador	
2	Desbastado			2	0	#iDIV/0!		Ancho de desbaste, desbaste muy fino	#iDIV/0!	#iDIV/0!	Cortador	
3	Aparado			8	0	#iDIV/0!		Piezas mal centrada, pegamento excesivo o escaso, mal doblez, forros mal cosidos, perforaciones no equidistantes, hebillas mal remachadas, ojales mal remachados, botones	#iDIV/0!	#iDIV/0!	Aparador	
4	Montaje o Armado de Puntas, lados y talón			1	0	#iDIV/0!		Montaje del corte en horma incorrecta	#iDIV/0!	#iDIV/0!	Armador de puntas, lados y talón	
5	Pegado de suelas			2	0	#iDIV/0!		Bota y suela de diferente medida, pegamento excesivo	#iDIV/0!	#iDIV/0!	Preparador de suelas	
6	Fijado de tacón			2	0	#iDIV/0!		Tacos mal clavados, tacos mal forrados	#iDIV/0!	#iDIV/0!	Preparador de suelas	
7	Acabado o Terminado			4	0	#iDIV/0!		Presencia de lacras, goma excesiva	#iDIV/0!	#iDIV/0!	Terminador	
8	Empaque			1	0	#iDIV/0!		Mal pareado en el cartón de almacenamiento	#iDIV/0!	#iDIV/0!	Terminador	
TOTAL												

Aprobado por: _____

Anexo 6: Matriz AMEF

		AMEF		ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA							CÓDIGO: CPC-MA-13					
Nombre del Proceso o Producto:	Botas y Botines para Dama			Preparado por:	Página ____ de ____			AMEF No.								
Responsable:				Fecha AMEF (Orig) _____ (Rev) _____												
Paso del Proceso	Modo de Falla Potencial	Efectos de Falla Potenciales	S E V	C L A S E	Causas Potenciales	O C U	Controles Actuales de Prevención/Detección	D E T	N P R	Acciones Recomendadas	Responsable	Acciones Adoptadas	S E V	O C U	D E T	N P R
Cortado de cuero	Forma incorrecta	Piezas deformes que dificultan un correcto armado en horma														
	Presencia de lacras	Irregularidades en las piezas y requerimiento de tratamiento de cirugía														
	Textura no uniforme	Irregularidades en las piezas y requerimiento de tratamiento de desarmugado														
Desbastado	Desbaste ancho	Rotura del corte en el armado														
	Desbaste muy fino	Rotura del corte en el armado														
Aparado	Piezas mal centradas	Corte descentrado con respecto a la horma en el armado														
	Exceso o escasez de pegamento	Presencia de abultamientos en unión y mal doblez														
	Mal doblez	Requerimiento de reproceso														
	Forros mal cosidos	Unión defectuosa y requerimiento de reproceso														
	Perforaciones no equidistantes	Cordones mal colocados														
	Hebillas mal remachadas	Desprendimiento de hebilla y requerimiento de reproceso														
	Ojales mal remachados	Antiestético y requerimiento de reproceso														
Botones mal colocados	Antiestético y requerimiento de reproceso															
Armado de Puntas, lados y talón	Montaje del corte en horma incorrecta	Antiestético e incomodidad en el uso del calzado														
Pegado de suelas	Bota y suela de diferente medida	Numeración y medida real no concuerdan														
	Exceso o escasez de pegamento	Antiestético y/o unión débil														
Fijado de tacón	Tacos mal clavados	Alta probabilidad de desprendimiento del taco en el uso del calzado														
	Tacos mal forrados	Incomodidad en el uso del calzado														
Terminado	Presencia de lacras	Calzado antiestético por presencia de irregularidades														
	Goma excesiva	Calzado antiestético por presencia de irregularidades														
Empaque	Mal pareado en caja	Reclamos de clientes externos por incumplimiento de especificaciones														

Anexo 7



Encuesta dirigida a los clientes internos

OBJETIVO:

La presente encuesta está orientada a recolectar información acerca de la calidad de la producción de botas y botines en Creaciones MABELIZ y el nivel de satisfacción de los operarios con respecto a las unidades que reciben de los procesos anteriores. El cuestionario planteado tiene como propósito brindar información fidedigna a la Supervisión de Calidad y a la Administración de la empresa acerca del desempeño de la producción en torno a la calidad, para servir como herramienta objetiva en la toma de decisiones en beneficio del bienestar común de la empresa y de sus trabajadores.

RESPONSABLE DE LA ENCUESTA:

DATOS DEL ENCUESTADO:

Fecha:

Nombres y Apellidos:

Género: Masculino () Femenino ()

Edad:

Cargo que ocupa en la empresa:

Tiempo de labores:

INSTRUCCIONES GENERALES

En cada una de las preguntas planteadas usted debe asignar una calificación que va desde **cero 0 hasta diez 10**, entendiendo que **cero** representa la **peor calificación posible** mientras que **diez** implica una **valoración óptima o ideal**, teniendo valores intermedios según el grado de proximidad a las calificaciones extremas señaladas. **Encierre en un círculo la calificación** que usted cree que corresponde a la realidad de lo que sucede en el día a día de la producción.

Por favor, RESPONDA CON EL MAYOR APEGO A LA VERDAD, recuerde que el principal objeto de esta herramienta es el bienestar común.

CUESTIONARIO DE PREGUNTAS

1. ¿Cómo se siente con el tiempo en el que usted recibe los productos del proceso anterior?

	Muy Insatisfecho										Muy Satisfecho
Tiempo de entrega	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

2. ¿Considerando que es fundamental recibir las unidades del proceso anterior sin defectos, cómo califica el trabajo de los operarios/proveedores que le anteceden?

	Muy Malo										Muy Bueno
Sin Defectos	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

3. ¿Las unidades que recibe del proceso anterior llegan completas?

	Nunca										Siempre
Entrega completa	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

4. ¿Las unidades que recibe del proceso anterior llegan clasificadas y son fácilmente distinguibles?

	Nunca										Siempre
Entrega clasificada	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

5. ¿Cómo calificaría en general el nivel de la calidad de las unidades que usted recibe?

	Muy Malo										Muy Bueno
Nivel de calidad	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

CONFIDENCIALIDAD

La empresa Creaciones MABELIZ garantiza que la información proporcionada por su parte se mantendrá en absoluta reserva y se compromete en no tomar represalias en caso de que el resultado arroje un desempeño deficiente de los trabajadores.

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

Anexo 8

CREACIONES MABELIZ



Encuesta dirigida a los clientes externos

OBJETIVO:

La presente encuesta está orientada a recolectar información acerca de la calidad de la producción de botas y botines en Creaciones MABELIZ y el nivel de satisfacción de los clientes con respecto al producto que reciben. El cuestionario planteado tiene como propósito brindar información fidedigna a la Supervisión de Calidad y a la Administración de la empresa acerca del desempeño de la producción en torno a la calidad, para servir como herramienta objetiva en la toma de decisiones en beneficio de la mejora del servicio que ofrece la empresa.

RESPONSABLE DE LA ENCUESTA:

DATOS DEL ENCUESTADO:

Fecha:

Nombres y Apellidos:

Género: Masculino () Femenino ()

Edad:

Tipo de cliente: Distribuidor Mayorista () Cliente directo final ()

Teléfono de contacto (solo para distribuidores mayoristas):

Frecuencia con la que adquiere los productos de Creaciones MABELIZ:

Semanal () Mensual () Trimestral () Anual ()

Primera vez ()

INSTRUCCIONES GENERALES

En cada una de las preguntas planteadas usted debe asignar una calificación que va desde **cero 0 hasta diez 10**, entendiendo que **cero** representa la **peor calificación posible** mientras que **diez** implica una **valoración óptima o ideal**, teniendo valores intermedios según el grado de proximidad a las calificaciones extremas señaladas. **Encierre en un círculo la calificación** que usted cree que corresponde a la realidad de lo que sucede en el día a día de la producción.

Por favor, RESPONDA CON EL MAYOR APEGO A LA VERDAD, recuerde que el principal objeto de esta herramienta es brindar un mejor servicio a los consumidores de las botas y botines de Creaciones MABELIZ.

CUESTIONARIO DE PREGUNTAS

1. ¿Tomando en cuenta que es fundamental recibir el producto ofertado a tiempo, como se siente usted con el servicio brindado por Creaciones MABELIZ?

	Muy Insatisfecho										Muy Satisfecho
Tiempo de entrega	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

2. Creaciones MABELIZ tiene como meta ofrecer productos sin defectos de fabricación. ¿De acuerdo a su experiencia cómo califica el nivel de cumplimiento de esta meta?

	Muy Malo										Muy Bueno
Sin Defectos	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

3. ¿Los pedidos que usted realiza a Creaciones MABELIZ le llegan completos?

(Nota. Solo para clientes mayoristas)

	Nunca										Siempre
Entrega completa	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

4. Las especificaciones técnicas del calzado contemplan características como materiales de los componentes, modelo, talla y color. Bajo estas condiciones ¿Cómo califica el cumplimiento de las especificaciones de las botas y botines de Creaciones MABELIZ?

	Muy Malo										Muy Bueno
Acorde a especificaciones	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

5. El confort mide el grado de comodidad que se siente en el uso diario del calzado. ¿Cómo califica el nivel de confort de las botas y botines de Creaciones MABELIZ?

(Nota. En el caso de clientes mayoristas que no han usado el calzado o de clientes directos que lo adquieren por primera vez, pueden calificar en base a referencias recibidas por terceras personas)

	Muy Malo										Muy Bueno
Confort	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

6. Para los clientes siempre es un requisito indispensable que el precio de los productos se ajuste a las características de los mismos y a los precios del mercado, en ese sentido ¿Cómo se siente con el precio de las botas y botines de Creaciones MABELIZ?

	Muy Insatisfecho										Muy Satisfecho
Precio	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

7. ¿Cómo calificaría en general el nivel de la calidad de las botas y botines de Creaciones MABELIZ?

	Muy Malo										Muy Bueno
Nivel de calidad	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

CONFIDENCIALIDAD

La empresa Creaciones MABELIZ garantiza que la información proporcionada por su parte se mantendrá en absoluta reserva y solo servirá como información interna.

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

Anexo 9: DPMO y nivel sigma para la situación actual de Creaciones MABELIZ

TABLA 5-6 Tasa de no conformidades y capacidad del proceso, cuando el proceso está $\pm 1.5\sigma$ descentrado

LÍMITE DE ESPECIFICACIÓN	PORCENTAJE DE CONFORMIDAD	TASA DE NO CONFORMIDADES (PPM)	CAPACIDAD DEL PROCESO (C_{pk})
$\pm 1\sigma$	30.23	697.700	-0.167
$\pm 2\sigma$	69.13	308.700	0.167
$\pm 3\sigma$	93.32	66.810	0.500
$\pm 4\sigma$	99.3790	6.210	0.834
$\pm 5\sigma$	99.97670	2.330	1.167
$\pm 6\sigma$	99.9996600	3.4	1.500

Fuente: [11]

Nota: El nivel sigma de la situación actual corresponde a 3,18 σ con un DPMO (PPM en la tabla) medio de

DPMO, Z-Score, Cpk, Yield Conversion Table
Short Term Sigma Conversion Table

DPMO	Sigma Short Term (Z_{ST})	Sigma Long Term (Z_{LT})	Yield	Cp
2	6.00	4.50	99.999660	2.00
5	5.90	4.40	99.999540	1.97
9	5.80	4.30	99.999150	1.93
13	5.70	4.20	99.998700	1.90
21	5.60	4.10	99.997900	1.87
32	5.50	4.00	99.996800	1.83
48	5.40	3.90	99.995000	1.80
72	5.40	3.90	99.993000	1.77
108	5.20	3.70	99.989000	1.73
159	5.10	3.60	99.984000	1.70
233	5.00	3.50	99.980000	1.67
337	4.90	3.40	99.970000	1.63
483	4.80	3.30	99.950000	1.60
687	4.70	3.20	99.930000	1.57
968	4.60	3.10	99.900000	1.53
1,350	4.50	3.00	99.870000	1.50
1,866	4.40	2.90	99.810000	1.47
2,555	4.30	2.80	99.740000	1.43
3,467	4.20	2.70	99.650000	1.40
4,661	4.10	2.60	99.500000	1.37
6,210	4.00	2.50	99.400000	1.33
8,198	3.90	2.40	99.200000	1.30
10,724	3.80	2.30	98.900000	1.27
13,903	3.70	2.20	98.600000	1.23
17,864	3.60	2.10	98.200000	1.20
22,750	3.50	2.00	97.700000	1.17
28,716	3.40	1.90	97.100000	1.13
35,930	3.30	1.80	96.400000	1.10
44,565	3.20	1.70	95.500000	1.07
54,799	3.10	1.60	94.500000	1.03
66,807	3.00	1.50	93.300000	1.00
80,757	2.90	1.40	91.900000	0.97
96,801	2.80	1.30	90.300000	0.93
115,070	2.70	1.20	88.500000	0.90
135,666	2.60	1.10	86.400000	0.87
158,655	2.50	1.00	84.100000	0.83
184,060	2.40	0.90	81.600000	0.80
211,855	2.30	0.80	78.800000	0.77
241,964	2.20	0.70	75.800000	0.73
274,253	2.10	0.60	72.600000	0.70
308,538	2.00	0.50	69.100000	0.67
344,578	1.90	0.40	65.500000	0.63
382,089	1.80	0.30	61.800000	0.60
420,740	1.70	0.20	57.900000	0.57
460,172	1.60	0.10	54.000000	0.53
500,000	1.50	0.00	50.000000	0.50
539,828	1.40	-0.10	46.000000	0.47
579,260	1.30	-0.20	42.100000	0.43
617,911	1.20	-0.30	38.200000	0.40
655,422	1.10	-0.40	34.500000	0.37
691,462	1.00	-0.50	30.900000	0.33
725,747	0.90	-0.60	27.400000	0.30
758,036	0.80	-0.70	24.200000	0.27
788,145	0.70	-0.80	21.200000	0.23
815,940	0.60	-0.90	18.400000	0.20
841,345	0.50	-1.00	15.900000	0.17
864,334	0.40	-1.10	13.600000	0.13
884,930	0.30	-1.20	11.500000	0.10
903,199	0.20	-1.30	9.700000	0.07
919,243	0.10	-1.40	8.100000	0.03
933,193	0.00	-1.50	6.700000	0.00

Anexo 10: Hoja de cálculo para medir la satisfacción de los clientes internos

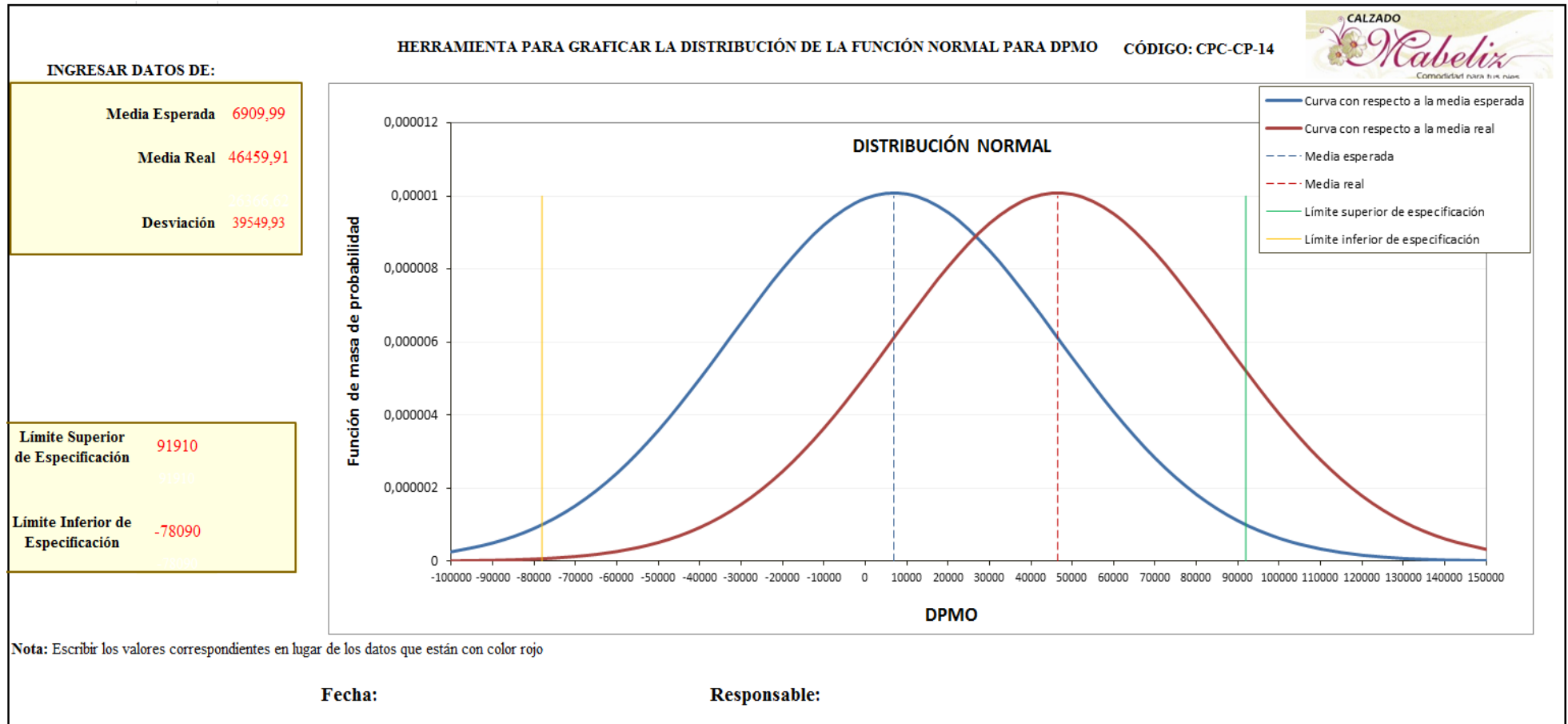
CLIENTES INTERNOS									
ESCALA VALORATIVA				CÓDIGO: MSC-HCSCI-16					RESULTADO GLOBAL
CUALITATIVA	NUMÉRICA POR PREGUNTA	NUMÉRICA POR ENCUESTA	GLOBAL POR TODAS LAS ENCUESTAS						#
B Baja	0-3	0-16	0-99	ATRIBUTO A MEDIR					300
MI Media	4-7	17-33	100-199	Entrega a tiempo	Entrega sin defectos	Entrega completa	Entrega clasificada	Percepción de la satisfacción	CALIFICACIÓN PORCENTUAL
A Alta	8-10	34-50	200-300	No. PREGUNTA					# %
No. CLIENTE	Nombre	Cargo	Fecha de aplicación de encuesta	1	2	3	4	5	TOTAL POR ENCUESTA
1									0
2									0
3									0
4									0
5									0
6									0
TOTAL POR PREGUNTA				0	0	0	0	0	0

Hoja de cálculo para medir la satisfacción de los clientes externos


CLIENTES EXTERNOS - MAYORISTAS											
ESCALA VALORATIVA				CÓDIGO: MSC-HCSCE-17							RESULTADO GLOBAL
QUALITATIVA	NUMÉRICA POR PREGUNTA	NUMÉRICA POR ENCUESTA	GLOBAL POR TODAS LAS ENCUESTAS								#
B Baja	0-3	0-23	0-466	ATRIBUTO A MEDIR							1400
M Media	4-7	24-47	467-934	Entrega a tiempo	Entrega sin defectos	Entrega completa	Acorde a especificaciones	Confort	Precio accesible	Percepción de la satisfacción	CALIFICACIÓN PORCENTUAL
A Alta	8-10	48-70	935-1400	No. PREGUNTA							# %
No.CLIENTE	Nombre	Cargo	Fecha de aplicación de encuesta	1	2	3	4	5	6	7	TOTAL POR ENCUESTA
1											0
2											0
3											0
4											0
5											0
6											0
7											0
8											0
9											0
10											0
11											0
12											0
13											0
14											0
15											0
16											0
17											0
18											0
19											0
20											0
TOTAL POR PREGUNTA				0	0	0	0	0	0	0	0

CLIENTES EXTERNOS - CLIENTE DIRECTO FINAL											
ESCALA VALORATIVA				CÓDIGO: MSC-HCSCE-17							RESULTADO GLOBAL
CUALITATIVA	NUMÉRICA POR PREGUNTA	NUMÉRICA POR ENCUESTA	GLOBAL POR TODAS LAS ENCUESTAS	ATRIBUTO A MEDIR							#
B Baja	0-3	0-20	0-1200	Entrega a tiempo	Entrega sin defectos	Entrega completa	Acorde a especificaciones	Confort	Precio accesible	Percepción de la satisfacción	3600
M Media	4-7	21-40	1201-2400	No. PREGUNTA							CALIFICACIÓN PORCENTUAL
A Alta	8-10	41-60	2401-3600	No. PREGUNTA							# %
No. CLIENTE	Nombre	Cargo	Fecha de aplicación de encuesta	1	2	No aplica	4	5	6	7	TOTAL POR ENCUESTA
1						-					0
2						-					0
3						-					0
4						-					0
5						-					0
6						-					0
7						-					0
8						-					0
9						-					0
10						-					0
11						-					0
12						-					0
13						-					0
14						-					0
15						-					0
16						-					0
17						-					0
18						-					0
19						-					0
20						-					0
21						-					0
22						-					0
23						-					0
24						-					0
25						-					0
26						-					0
27						-					0
28						-					0
29						-					0
30						-					0


Anexo 11: Herramienta para la gráfica de la función normal según la capacidad del proceso en base al DPMO




Anexo 12: Checklist de ingreso de materia prima

	Checklist de Ingreso de Materia Prima	CÓDIGO: CMP-CIMP-01 No.																																																																																												
FECHA DE REGISTRO: _____ RESPONSABLE DE RECEPCIÓN: _____ OBSERVACIONES GENERALES: _____																																																																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">No.</th> <th rowspan="2">CÓDIGO</th> <th rowspan="2">NOMBRE MATERIA PRIMA</th> <th rowspan="2">TIPO</th> <th rowspan="2">COLOR</th> <th rowspan="2">CANTIDAD</th> <th rowspan="2">PROVEEDOR</th> <th colspan="2">CUMPLE ESPECIFICACIONES</th> <th rowspan="2">OBSERVACIONES</th> </tr> <tr> <th>SI</th> <th>NO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>			No.	CÓDIGO	NOMBRE MATERIA PRIMA	TIPO	COLOR	CANTIDAD	PROVEEDOR	CUMPLE ESPECIFICACIONES		OBSERVACIONES	SI	NO	1										2										3										4										5										6										7										8									
No.	CÓDIGO	NOMBRE MATERIA PRIMA								TIPO	COLOR		CANTIDAD	PROVEEDOR	CUMPLE ESPECIFICACIONES		OBSERVACIONES																																																																													
			SI	NO																																																																																										
1																																																																																														
2																																																																																														
3																																																																																														
4																																																																																														
5																																																																																														
6																																																																																														
7																																																																																														
8																																																																																														
Recibido por: _____ Aprobado por: _____																																																																																														


Anexo 13: Órdenes de trabajo


		ORDEN DE TRABAJO		CÓDIGO	ST-OTC-02																						
PROCESO:		CORTADO DE CUERO		No.																							
PRODUCTO:				Rev:	1																						
MODELO:				Código del Modelo																							
DESCRIPCIÓN MODELO:		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 10%;">SERIE</th> <th style="width: 5%;">34</th> <th style="width: 5%;">35</th> <th style="width: 5%;">36</th> <th style="width: 5%;">37</th> <th style="width: 5%;">38</th> <th style="width: 5%;">39</th> <th style="width: 5%;">40</th> <th style="width: 10%;">TOTAL</th> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>								SERIE	34	35	36	37	38	39	40	TOTAL									
		SERIE	34	35	36	37	38	39	40	TOTAL																	
Fecha:																											
Máquinas		Herramientas		No. Operarios	1																						
		Plantilla de corte Minas Chaveta		Tiempo Estándar mín. por Lote:																							
<p>INSTRUCCIONES DE TRABAJO :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- Seleccionar los materiales para corte: cuero de vaca y forro textil. 2.- Realizar el figureado de las piezas a obtener en la piel o cuero mediante la utilización de las r 3.- Marcar los puntos de unión con las minas. 4.- Cortar el cuero en las marcas con el uso de una chaveta. 5.- Numerar los cortes para identificación. 6.- Clasificar los cortes según la numeración. 7.- <p>DETALLES :</p> <p>La forma de los cortes depende del diseño realizado por el diseñador de calzado. El servicio de diseño del calzado es subcontratado, es decir es realizado fuera de la empresa.</p>																											
Materiales		Color: Modelo: Cantidad		Color: Modelo: Cantidad																							
		Cuero de vaca		Foro textil																							
PARAMETROS A TOMAR EN CUENTA			PROCESOS																								
			ANTERIOR :	Recepción y almacenamiento de materias primas y materiales																							
			SIGUIENTE :	Desbastado																							
ELABORADO POR:		REVISADO POR:		APROBADO POR:																							
Nombre:		Nombre:		Nombre:																							
Fecha:		Fecha:		Fecha:																							


		ORDEN DE TRABAJO		CÓDIGO	ST-OTD-03																						
PROCESO:		DESBASTADO		No.																							
PRODUCTO:				Rev:	1																						
MODELO:				Código del Modelo																							
DESCRIPCIÓN MODELO:		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 10%;">SERIE</th> <th style="width: 5%;">34</th> <th style="width: 5%;">35</th> <th style="width: 5%;">36</th> <th style="width: 5%;">37</th> <th style="width: 5%;">38</th> <th style="width: 5%;">39</th> <th style="width: 5%;">40</th> <th style="width: 10%;">TOTAL</th> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>								SERIE	34	35	36	37	38	39	40	TOTAL									
		SERIE	34	35	36	37	38	39	40	TOTAL																	
Fecha:																											
Máquinas	Desbastadora Esmeril	Herramientas		No. Operarios	1	Tiempo Estandar min. por Lote:																					
<p>INSTRUCCIONES DE TRABAJO :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- Calibrar la máquina desbastadora según ancho y grosor. 2.- Introducir las piezas de cuero en la desbastadora. 3.- Accionar la máquina y realizar el desbaste de los filos a doblar. 4.- 5.- 6.- 7.- <p>DETALLES :</p>																											
Materiales		Color: Modelo: Cantidad	Cuero de vaca	Color: Modelo: Cantidad	Foro textil																						
PARAMETROS A TOMAR EN CUENTA				PROCESOS																							
				ANTERIOR :		Cortado de cuero																					
				SIGUIENTE :		Aparado																					
ELABORADO POR:		REVISADO POR:		APROBADO POR:																							
Nombre:		Nombre:		Nombre:																							
Fecha:		Fecha:		Fecha:																							


		ORDEN DE TRABAJO				CÓDIGO	ST-OTA-04			
PROCESO:		APARADO				No.				
PRODUCTO:						Rev:	1			
MODELO:						Código del Modelo				
DESCRIPCIÓN MODELO:										
		SERIE	34	35	36	37	38	39	40	TOTAL
Fecha:										
Máquinas	Aparadora	Herramientas	Remachadora Ojaleador Tijeras Vela Martillos Compás			No. Operarios	1	Tiempo Estandar mín. por Lote:		
<p>INSTRUCCIONES DE TRABAJO :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- Clasificar las piezas previamente desbastadas de acuerdo a la numeración respectiva. 2.- Doblar las piezas. 3.- Realizar la costura para unión de las piezas en la máquina de aparado (aparadora). 4.- Agregar el forro respectivo. 5.- Colocar los accesorios: 6.- Realizar el cortado y quemado del hilo. 7- <p>DETALLES :</p>										
Materiales		Color: Cuero de vaca Modelo: Cantidad			Color: Foro textil Modelo: Cantidad			Hilos, cemento de contacto		
PARAMETROS A TOMAR EN CUENTA					PROCESOS					
					ANTERIOR :	Desbastado				
					SIGUIENTE :	Montaje o Armado de puntas, lados y talón				
ELABORADO POR:			REVISADO POR:			APROBADO POR:				
Nombre:			Nombre:			Nombre:				
Fecha:			Fecha:			Fecha:				

		ORDEN DE TRABAJO		CÓDIGO	ST-OTM-05																		
PROCESO:		MONTAJE O ARMADO		No.																			
PRODUCTO:				Rev:	1																		
MODELO:				Código del Modelo																			
DESCRIPCIÓN MODELO:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>SERIE</th> <th>34</th> <th>35</th> <th>36</th> <th>37</th> <th>38</th> <th>39</th> <th>40</th> <th>TOTAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				SERIE	34	35	36	37	38	39	40	TOTAL									
SERIE	34	35	36	37	38	39	40	TOTAL															
Fecha:																							
Máquinas	Armadora de puntas	Herramientas	Brochas Chavetas	No. Operarios	1																		
Tiempo Estandar min. por Lote:																							
<p>INSTRUCCIONES DE TRABAJO :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- Acomodar los cortes en la horma. 2.- Centrar y colocar las plantillas. 3.- Desprender el excedente de plantilla. 4.- Acomodar y fijar el corte a la horma en la punta, los lados y el talón. 5.- 6.- 7.- <p>DETALLES :</p>																							
Materiales		Color: Modelo: Cantidad	Color: Modelo: Cantidad																				
		Hormas de bota o botín																					
PARAMETROS A TOMAR EN CUENTA			PROCESOS																				
Es importante el cuidado al entallar la piel a la horma para que no queden pliegues o bolsas en la forma del zapato.			ANTERIOR :	Aparado																			
			SIGUIENTE :	Pegado de suelas																			
ELABORADO POR:		REVISADO POR:		APROBADO POR:																			
Nombre:		Nombre:		Nombre:																			
Fecha:		Fecha:		Fecha:																			

		ORDEN DE TRABAJO				CÓDIGO	ST-OTP-06																		
PROCESO:		PEGADO DE SUELAS				No.																			
PRODUCTO:						Rev:	1																		
MODELO:						Código del Modelo																			
DESCRIPCIÓN MODELO:		<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>SERIE</td> <td>34</td> <td>35</td> <td>36</td> <td>37</td> <td>38</td> <td>39</td> <td>40</td> <td>TOTAL</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>						SERIE	34	35	36	37	38	39	40	TOTAL									
SERIE	34	35	36	37	38	39	40	TOTAL																	
Fecha:																									
Máquinas	Prensadora boca de sapo Horno de reactivación	Herramientas	Brochas		No. Operarios	1	Tiempo Estandar mín. por Lote:																		
<p>INSTRUCCIONES DE TRABAJO :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- Raspar el calzado para que el pegamento adhiere correctamente. 2.- Aplicar líquido activador a las suelas para abrir los poros. 3.- Agregar pegamento a las suelas y dejar secar por 45 minutos. 4.- Introducir las partes en horno de reactivación. 5.- Unir las superficies a pegar tanto del corte del calzado como de la suela. 6.- Realizar el prensado de las partes en la prensadora boca de sapo. 7.- <p>DETALLES :</p> <table border="1" style="width: 100%; margin-top: 20px;"> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center; vertical-align: middle;">Materiales</td> <td style="text-align: center;">Color: Modelo: Cantidad</td> <td style="text-align: center;">Color: Modelo: Cantidad</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Cuero de vaca</td> <td style="text-align: center;">Foro textil</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">Suelas de goma termoplástica</td> </tr> </table>								Materiales	Color: Modelo: Cantidad	Color: Modelo: Cantidad	Cuero de vaca	Foro textil	Suelas de goma termoplástica												
Materiales	Color: Modelo: Cantidad	Color: Modelo: Cantidad																							
	Cuero de vaca	Foro textil																							
Suelas de goma termoplástica																									
PARAMETROS A TOMAR EN CUENTA				PROCESOS																					
				ANTERIOR :	Montaje o Armado																				
				SIGUIENTE :	Fijado de tacón																				
ELABORADO POR: Nombre: Fecha:		REVISADO POR: Nombre: Fecha:			APROBADO POR: Nombre: Fecha:																				

		ORDEN DE TRABAJO		CÓDIGO	ST-OTF-07																		
PROCESO:		FIJADO DE TACÓN		No.																			
PRODUCTO:				Rev:	1																		
MODELO:				Código del Modelo																			
DESCRIPCIÓN MODELO:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>SERIE</th> <th>34</th> <th>35</th> <th>36</th> <th>37</th> <th>38</th> <th>39</th> <th>40</th> <th>TOTAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				SERIE	34	35	36	37	38	39	40	TOTAL									
SERIE	34	35	36	37	38	39	40	TOTAL															
Fecha:																							
Máquinas	Clavadora de tacos	Herramientas		No. Operarios	1																		
				Tiempo Estandar min. por Lote:																			
<p>INSTRUCCIONES DE TRABAJO :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- Seleccionar los tacos a utilizar de acuerdo al tamaño, ancho, forma y estilo. 2.- Forrar el taco con la misma piel del zapato en elaboración. 3.- Integrar el taco a la bota empleando pegamento. 4.- Clavar los tacos a la bota con la clavadora de tacos. 5.- 6.- 7.- <p>DETALLES :</p> <table border="1"> <tr> <td rowspan="3">Materiales</td> <td>Color: Cuero de vaca</td> <td>Color: Foro textil</td> </tr> <tr> <td>Modelo:</td> <td>Modelo:</td> </tr> <tr> <td>Cantidad</td> <td>Cantidad</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Grapas</td> <td>Cemento de contacto</td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="2">Tacos para botas o botines de mujer Tamaño:</td> </tr> </table>						Materiales	Color: Cuero de vaca	Color: Foro textil	Modelo:	Modelo:	Cantidad	Cantidad		Grapas	Cemento de contacto		Tacos para botas o botines de mujer Tamaño:						
Materiales	Color: Cuero de vaca	Color: Foro textil																					
	Modelo:	Modelo:																					
	Cantidad	Cantidad																					
	Grapas	Cemento de contacto																					
	Tacos para botas o botines de mujer Tamaño:																						
PARAMETROS A TOMAR EN CUENTA			PROCESOS																				
			ANTERIOR :	Pegado de suelas																			
			SIGUIENTE :	Terminado																			
ELABORADO POR: Nombre: Fecha:		REVISADO POR: Nombre: Fecha:		APROBADO POR: Nombre: Fecha:																			


		ORDEN DE TRABAJO		CÓDIGO	ST-OTT-08																	
PROCESO:		TERMINADO		No.																		
PRODUCTO:				Rev:	2																	
MODELO:				Código del Modelo																		
DESCRIPCIÓN MODELO:																						
		SERIE	34	35	36	37	38	39	40	TOTAL												
Fecha:																						
Máquinas	Desarrugador	Herramientas	Chavetas	No. Operarios	1	Tiempo Estándar mín. por Lote:																
<p>INSTRUCCIONES DE TRABAJO :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- Extraer la horma del calzado. 2.- Aplicar grasa al calzado para obtener brillo. 3.- Realizar una inspección general. 4.- Corregir los defectos existentes. 5.- Colocar plantillas, etiquetas, hebillas, botones. 6.- 7.- <p>DETALLES :</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td rowspan="3" style="text-align: center; vertical-align: middle;">Materiales</td> <td style="text-align: center;">Color: Modelo: Cantidad</td> <td style="text-align: center;">Cuero de vaca</td> <td style="text-align: center;">Color: Modelo: Cantidad</td> <td style="text-align: center;">Foro textil</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Etiquetas</td> <td style="text-align: center;">Botones</td> <td style="text-align: center;">Plantillas</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Tacos para botas o botines de mujer</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Suelas termoplásticas</td> </tr> </table>										Materiales	Color: Modelo: Cantidad	Cuero de vaca	Color: Modelo: Cantidad	Foro textil	Etiquetas	Botones	Plantillas		Tacos para botas o botines de mujer		Suelas termoplásticas	
Materiales	Color: Modelo: Cantidad	Cuero de vaca	Color: Modelo: Cantidad	Foro textil																		
	Etiquetas	Botones	Plantillas																			
	Tacos para botas o botines de mujer		Suelas termoplásticas																			
PARAMETROS A TOMAR EN CUENTA					PROCESOS																	
Las actividades de corrección pueden ser muy diversas tales como: cirugía para eliminación de lacras, desarrugado en caliente para mejorar la textura, raspado con caucho para eliminar exceso de pegamento, etc.					ANTERIOR :		Fijado de tacón															
					SIGUIENTE :		Empaque															
ELABORADO POR:			REVISADO POR:			APROBADO POR:																
Nombre:			Nombre:			Nombre:																
Fecha:			Fecha:			Fecha:																

		ORDEN DE TRABAJO		CÓDIGO	ST-OTE-09																		
PROCESO:		EMPAQUE		No.																			
PRODUCTO:				Rev:	1																		
MODELO:				Código del Modelo																			
DESCRIPCIÓN MODELO:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>SERIE</th> <th>34</th> <th>35</th> <th>36</th> <th>37</th> <th>38</th> <th>39</th> <th>40</th> <th>TOTAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				SERIE	34	35	36	37	38	39	40	TOTAL									
SERIE	34	35	36	37	38	39	40	TOTAL															
Fecha:																							
Máquinas		Herramientas		No. Operarios	1																		
				Tiempo Estandar mín. por Lote:																			
<p>INSTRUCCIONES DE TRABAJO :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- Clasificar el calzado por modelo, talla y verificar que esté bien emparejado. 2.- Colocar cada par de botas o botines en los cartones respectivos. 3.- Colocar los cartones en las perchas o estantes de almacenamiento. 4.- 5.- 6.- 7.- <p>DETALLES FINALES Y OBSERVACIONES:</p>																							
Materiales		Color: Modelo: Cantidad	Cuero de vaca	Color: Modelo: Cantidad	Foro textil																		
		Etiquetas Cartones	Botones	Plantillas	Cajas																		
		Tacos para botas o botines de mujer		Suelas termoplásticas																			
PARAMETROS A TOMAR EN CUENTA			PROCESOS																				
			ANTERIOR :	Terminado																			
			SIGUIENTE :	Comercialización																			
ELABORADO POR: Nombre: Fecha:		REVISADO POR: Nombre: Fecha:		APROBADO POR: Nombre: Fecha:																			


Anexo 14: Registro de programas de capacitación


	REGISTRO DE PROGRAMAS DE CAPACITACIÓN	CÓDIGO: COSC-RPC-10 No.																															
<p>FECHA DE REGISTRO: _____</p> <p>RESPONSABLE DE REGISTRO: _____</p> <p>OBSERVACIONES GENERALES: _____</p> <p>_____</p>																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2" style="width: 15%;">NOMBRE DEL PROGRAMA</th> <th rowspan="2" style="width: 15%;">CENTRO DE CAPACITACIÓN</th> <th rowspan="2" style="width: 10%;">TIPO</th> <th rowspan="2" style="width: 15%;">INSTRUCTOR</th> <th rowspan="2" style="width: 15%;">PARTICIPANTES</th> <th rowspan="2" style="width: 10%;">DURACIÓN (H)</th> <th colspan="2" style="width: 20%;">FECHA</th> </tr> <tr> <th style="width: 10%;">INICIO</th> <th style="width: 10%;">TERMINACIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="height: 100px;"> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td style="height: 100px;"> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>								NOMBRE DEL PROGRAMA	CENTRO DE CAPACITACIÓN	TIPO	INSTRUCTOR	PARTICIPANTES	DURACIÓN (H)	FECHA		INICIO	TERMINACIÓN																
NOMBRE DEL PROGRAMA	CENTRO DE CAPACITACIÓN	TIPO	INSTRUCTOR	PARTICIPANTES	DURACIÓN (H)	FECHA																											
						INICIO	TERMINACIÓN																										
Elaborado por:		Revisado por:			Aprobado por:																												


Anexo 15: Registro de producción


	REGISTRO DE PRODUCCIÓN	CÓDIGO: CPC-RP-11 No.																																																																																																							
<p>FECHA DE REGISTRO: _____</p> <p>RESPONSABLE DE REGISTRO: _____</p> <p>OBSERVACIONES GENERALES: _____</p> <p>_____</p>																																																																																																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">No.</th> <th rowspan="2">DETALLE</th> <th rowspan="2">MODELO</th> <th colspan="2">CANTIDAD</th> <th rowspan="2">TALLAS</th> <th rowspan="2">CLIENTE</th> <th colspan="2">FECHA</th> </tr> <tr> <th>PARES</th> <th>LOTES</th> <th>INICIO</th> <th>TERMINACIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>			No.	DETALLE	MODELO	CANTIDAD		TALLAS	CLIENTE	FECHA		PARES	LOTES	INICIO	TERMINACIÓN	1									2									3									4									5									6									7									8									9									10								
No.	DETALLE	MODELO				CANTIDAD				TALLAS	CLIENTE	FECHA																																																																																													
			PARES	LOTES	INICIO	TERMINACIÓN																																																																																																			
1																																																																																																									
2																																																																																																									
3																																																																																																									
4																																																																																																									
5																																																																																																									
6																																																																																																									
7																																																																																																									
8																																																																																																									
9																																																																																																									
10																																																																																																									
Elaborado por: _____	Revisado por: _____	Aprobado por: _____																																																																																																							

Anexo 16: Estudio de campo para determinación de unidades defectuosas y defectos

			ESTUDIO DE CAMPO PARA DETERMINACIÓN DE UNIDADES DEFECTUOSAS Y DEFECTOS EN LA PRODUCCIÓN DE BOTAS Y BOTINES								
			PROCESO	CORTADO	DESBASTADO	APARADO	MONTAJE	PEGADO DE SUELAS	FIJADO DE TACÓN	TERMINADO	EMPAQUE
SUBGRUPO	MARZO 2015		MODOS DE FALLA	Forma, lacras, textura	Ancho de desbaste, desbaste muy fino	Piezas mal centrada, pegamento excesivo o escaso, mal dobléz, forros mal cosidos, perforaciones no equidistantes, hebillas mal remachadas, ojales mal remachados, botones	Montaje del corte en homa incorrecta	Bota y suela de diferente medida, pegamento excesivo	Tacos mal clavados, tacos mal forrados	Presencia de lacras, goma excesiva	Mal pareado en el cartón de almacenamiento
No.	DÍA	FECHA	No. OPORTUNIDADES POR UNIDAD	3	2	8	1	2	2	4	1
1	LUNES	2	UNIDADES DE PRODUCCIÓN	600	600	100	100	100	100	50	50
			DEFECTOS TOTALES	79	57	64	7	18	3	4	1
			UNIDADES DEFECTUOSAS	38	30	18	7	12	2	4	1
2	MARTES	3	UNIDADES DE PRODUCCIÓN	600	600	100	100	100	100	50	50
			DEFECTOS TOTALES	67	65	78	6	17	1	5	1
			UNIDADES DEFECTUOSAS	28	41	21	6	13	1	5	1
3	MIÉRCOLES	4	UNIDADES DE PRODUCCIÓN	600	600	100	100	100	100	50	50
			DEFECTOS TOTALES	66	38	39	4	20	0	7	3
			UNIDADES DEFECTUOSAS	30	27	8	4	14	0	6	3
4	JUEVES	5	UNIDADES DE PRODUCCIÓN	600	600	100	100	100	100	50	50
			DEFECTOS TOTALES	62	46	59	3	17	2	9	1
			UNIDADES DEFECTUOSAS	24	34	14	3	13	2	9	1
5	VIERNES	6	UNIDADES DE PRODUCCIÓN	600	600	100	100	100	100	50	50
			DEFECTOS TOTALES	54	58	87	5	11	5	8	0
			UNIDADES DEFECTUOSAS	32	37	21	5	7	4	5	0
6	SÁBADO	7	UNIDADES DE PRODUCCIÓN	300	300	50	50	50	50	25	25
			DEFECTOS TOTALES	34	30	39	3	8	1	4	0
			UNIDADES DEFECTUOSAS	18	22	7	3	5	1	4	0

			ESTUDIO DE CAMPO PARA DETERMINACIÓN DE UNIDADES DEFECTUOSAS Y DEFECTOS EN LA PRODUCCIÓN DE BOTAS Y BOTINES									
			PROCESO	CORTADO	DESBASTADO	APARADO	MONTAJE	PEGADO DE SUELAS	FIJADO DE TACÓN	TERMINADO	EMPAQUE	
SUBGRUPO	MARZO 2015		MODOS DE FALLA	Forma, lacras, textura	Ancho de desbaste, desbaste muy fino	Piezas mal centrada, pegamento excesivo o escaso, mal dobléz, forros mal cosidos, perforaciones no equidistantes, hebillas mal remachadas, ojales mal remachados, botones	Montaje del corte en horma incorrecta	Bota y suela de diferente medida, pegamento excesivo	Tacos mal clavados, tacos mal forrados	Presencia de lacras, goma excesiva	Mal pareado en el cartón de almacenamiento	
	No.	DÍA	FECHA	No.OPORTUNIDADES POR UNIDAD	3	2	8	1	2	2	4	1
7	LUNES	9	UNIDADES DE PRODUCCIÓN	600	600	100	100	100	100	100	50	50
			DEFECTOS TOTALES	76	70	94	11	15	0	8	1	
			UNIDADES DEFECTUOSAS	38	53	18	11	10	0	7	1	
8	MARTES	10	UNIDADES DE PRODUCCIÓN	600	600	100	100	100	100	100	50	50
			DEFECTOS TOTALES	64	47	80	6	16	4	6	2	
			UNIDADES DEFECTUOSAS	28	29	22	6	11	4	6	2	
9	MIÉRCOLES	11	UNIDADES DE PRODUCCIÓN	600	600	100	100	100	100	100	50	50
			DEFECTOS TOTALES	112	64	76	4	13	3	6	1	
			UNIDADES DEFECTUOSAS	45	36	26	4	9	2	5	1	
10	JUEVES	12	UNIDADES DE PRODUCCIÓN	600	600	100	100	100	100	100	50	50
			DEFECTOS TOTALES	58	43	96	6	19	1	11	0	
			UNIDADES DEFECTUOSAS	23	31	24	6	14	1	7	0	
11	VIERNES	13	UNIDADES DE PRODUCCIÓN	600	600	100	100	100	100	100	50	50
			DEFECTOS TOTALES	99	49	61	5	11	1	5	0	
			UNIDADES DEFECTUOSAS	38	28	18	5	7	1	5	0	
12	SÁBADO	14	UNIDADES DE PRODUCCIÓN	300	300	50	50	50	50	50	25	25
			DEFECTOS TOTALES	43	27	40	2	10	0	3	0	
			UNIDADES DEFECTUOSAS	19	17	16	2	6	0	3	0	

			ESTUDIO DE CAMPO PARA DETERMINACIÓN DE UNIDADES DEFECTUOSAS Y DEFECTOS EN LA PRODUCCIÓN DE BOTAS Y BOTINES								
			PROCESO	CORTADO	DESBASTADO	APARADO	MONTAJE	PEGADO DE SUELAS	FIJADO DE TACÓN	TERMINADO	EMPAQUE
SUBGRUPO	MARZO 2015		MODOS DE FALLA	Forma, lacras, textura	Ancho de desbaste, desbaste muy fino	Piezas mal centrada, pegamento excesivo o escaso, mal doblez, forros mal cosidos, perforaciones no equidistantes, hebillas mal remachadas, ojales mal remachados, botones	Montaje del corte en horma incorrecta	Bota y suela de diferente medida, pegamento excesivo	Tacos mal clavados, tacos mal forrados	Presencia de lacras, goma excesiva	Mal pareado en el cartón de almacenamiento
No.	DÍA	FECHA	No. OPORTUNIDADES POR UNIDAD	3	2	8	1	2	2	4	1
13	LUNES	16	UNIDADES DE PRODUCCIÓN	600	600	100	100	100	100	50	50
			DEFECTOS TOTALES	63	44	68	5	14	2	8	1
			UNIDADES DEFECTUOSAS	28	32	36	5	9	1	7	1
14	MARTES	17	UNIDADES DE PRODUCCIÓN	600	600	100	100	100	100	50	50
			DEFECTOS TOTALES	90	50	76	3	18	3	5	0
			UNIDADES DEFECTUOSAS	42	31	18	3	13	2	5	0
15	MIÉRCOLES	18	UNIDADES DE PRODUCCIÓN	600	600	100	100	100	100	50	50
			DEFECTOS TOTALES	80	48	81	9	16	0	4	1
			UNIDADES DEFECTUOSAS	28	33	28	9	10	0	4	1
16	JUEVES	19	UNIDADES DE PRODUCCIÓN	600	600	100	100	100	100	50	50
			DEFECTOS TOTALES	93	54	84	5	13	4	7	0
			UNIDADES DEFECTUOSAS	44	37	33	5	8	3	6	0
17	VIERNES	20	UNIDADES DE PRODUCCIÓN	600	600	100	100	100	100	50	50
			DEFECTOS TOTALES	70	34	75	4	21	3	6	0
			UNIDADES DEFECTUOSAS	33	26	28	4	14	2	6	0
18	SÁBADO	21	UNIDADES DE PRODUCCIÓN	300	300	50	50	50	50	25	25
			DEFECTOS TOTALES	29	28	31	2	7	0	3	1
			UNIDADES DEFECTUOSAS	16	21	11	2	4	0	3	1

			ESTUDIO DE CAMPO PARA DETERMINACIÓN DE UNIDADES DEFECTUOSAS Y DEFECTOS EN LA PRODUCCIÓN DE BOTAS Y BOTINES								
			PROCESO	CORTADO	DESBASTADO	APARADO	MONTAJE	PEGADO DE SUELAS	FIJADO DE TACÓN	TERMINADO	EMPAQUE
SUBGRUPO	MARZO 2015		MODOS DE FALLA	Forma, lacras, textura	Ancho de desbaste, desbaste muy fino	Piezas mal centrada, pegamento excesivo o escaso, mal dobléz, forros mal cosidos, perforaciones no equidistantes, hebillas mal remachadas, ojales mal remachados, botones	Montaje del corte en homa incorrecta	Bota y suela de diferente medida, pegamento excesivo	Tacos mal clavados, tacos mal forrados	Presencia de lacras, goma excesiva	Mal pareado en el cartón de almacenamiento
No.	DÍA	FECHA	No.OPORTUNIDADES POR UNIDAD	3	2	8	1	2	2	4	1
19	LUNES	23	UNIDADES DE PRODUCCIÓN	600	600	100	100	100	100	50	50
			DEFECTOS TOTALES	56	54	64	5	14	4	5	2
			UNIDADES DEFECTUOSAS	20	33	34	5	9	4	4	2
20	MARTES	24	UNIDADES DE PRODUCCIÓN	600	600	100	100	100	100	50	50
			DEFECTOS TOTALES	84	49	65	8	23	2	10	1
			UNIDADES DEFECTUOSAS	37	40	25	8	14	2	8	1
21	MIÉRCOLES	25	UNIDADES DE PRODUCCIÓN	600	600	100	100	100	100	50	50
			DEFECTOS TOTALES	75	33	64	3	17	4	8	1
			UNIDADES DEFECTUOSAS	36	24	29	3	12	3	8	1
22	JUEVES	26	UNIDADES DE PRODUCCIÓN	600	600	100	100	100	100	50	50
			DEFECTOS TOTALES	66	57	53	4	19	1	5	0
			UNIDADES DEFECTUOSAS	28	36	16	4	12	1	4	0
23	VIERNES	27	UNIDADES DE PRODUCCIÓN	600	600	100	100	100	100	50	50
			DEFECTOS TOTALES	73	46	77	5	18	1	7	1
			UNIDADES DEFECTUOSAS	28	30	24	5	10	1	7	1
24	SÁBADO	28	UNIDADES DE PRODUCCIÓN	300	300	50	50	50	50	25	25
			DEFECTOS TOTALES	41	24	33	2	9	1	4	2
			UNIDADES DEFECTUOSAS	18	16	17	2	6	1	3	2
TOTAL			UNIDADES DE PRODUCCIÓN	13200	13200	2200	2200	2200	2200	1100	1100
			DEFECTOS TOTALES	1634	1115	1584	117	364	46	148	20
			UNIDADES DEFECTUOSAS	719	744	512	117	242	38	131	20