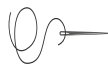


Lean Six Sigma

Aplicación en mipymes de calzado y marroquinería



Guillermo Alberto Fonseca V.

Alberto José Sanclemente H.

Carlos Alberto Escobar P.

Mónica Patricia Sarria Y.

Alexander Aragón Ch.

Alejandro Castillo H.

Maritza Correa V.

Lean Six Sigma



Aplicación en mipymes de
calzado y marroquinería

Sanclemente, Alberto
Lean Six Sigma Aplicación en mipymes de calzado y marroquinería / Alberto Sanclemente,
Carlos Alberto Escobar Prado, Mónica Patricia Sarria Y., Alexander Aragón Chamorro y Alejandro Castillo.
-- Primera edición.-- Cali:
Programa Editorial Universidad Autónoma de Occidente;
Fundación Universitaria Católica Lumen Gentium, 2021. 198 páginas, ilustraciones.
Contiene referencias bibliográficas.
ISBN: 978- 958-619-088-6
1. Pequeña y mediana empresa. 2. Industria del calzado. 3. Manufactura esbelta.
4. Lean manufacturing. 5. Cuero-Industria y comercio. I. Escobar Prado, Carlos
Alberto. II. Sarria Y., Mónica Patricia. II. Aragón Chamorro; Alexander. IV.
Castillo, Alejandro. V. Universidad Autónoma de Occidente.
658.5 - dc23

Lean Six Sigma - Aplicación en Mipymes de Calzado y Marroquinería

© Fundación Universitaria Católica Lumen Gentium

© Universidad Autónoma de Occidente

© Autores: Sanclemente H, José A., Escobar P,
Carlos A., Sarria Y, Mónica P., Aragón Ch, Alexander.,
Castillo H, Alejandro., Correa V, Maritza.,
Fonseca V, Alberto.

ISBN Epub : 978-958-619-088-6

PDF: 978-958-619-089-3

Primera edición, agosto 2021

UNICATÓLICA

Cra. 122 No. 12 - 459 Pance
www.unicatolica.edu.co
Cali, Valle del Cauca - Colombia

Canciller

Mons. Darío de Jesús Monsalve Mejía

Rector

Harold Enrique Banguero Lozano

Vicerrectora académica

Luz Elena Grajales López

Director de investigaciones

Fabio Alberto Enriquez Martínez

Editor general

Duvan Peña Benítez

Diseño y diagramación

Raquel Muñoz Naranjo
Cali, Valle del Cauca - Colombia

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE

Km. 2 vía Cali - Jamundí. A.A. 2790
www.uao.edu.co
Cali, Valle del Cauca, Colombia

Rector

Luis H. Pérez

Vicerrector de investigaciones, innovación y emprendimiento

Jesús David Cardona

Vicerrector académico

Álvaro del Campo Parra Lara

Jefe programa editorial

José Julián Serrano

Coordinación editorial

Pamela Montealegre

Corrección de estilo

Jennifer García

Contenido

Prólogo	10
Introducción.....	12
CAPÍTULO 1.	
<i>Alberto Sanclemente</i>	
Contexto del sector calzado, cuero y marroquinería, Cueros Zuha S.A.S.....	13
Referencias.....	29
CAPÍTULO 2.	
<i>Carlos Alberto Escobar Prado</i>	
Nociones básicas de Lean Manufacturing y Six Sigma.....	31
Referencias.....	68
CAPÍTULO 3.	
<i>Mónica Patricia Sarria Y., Alexander Aragón Ch.</i>	
Contexto del sector Calzado, Cuero y Marroquinería	73
Referencias.....	107
CAPÍTULO 4.	
<i>Mónica Patricia Sarria Y., Alejandro Castillo</i>	
Caso de estudio: Cueros Zuha S.A.S, Implementando la metodología Lean Six Sigma en el área administrativa	107
CAPÍTULO 5.	
<i>Maritza Correa V., Guillermo Alberto Fonseca V.</i>	
Caso de estudio: Calzado Sportivo, Aproximación a la solución - Modelo de simulación.	133
Referencias.....	197

Listado de Tablas

TABLA 2.1. <i>Principios en los sistemas Lean</i>	45
TABLA 2.2. <i>Actividades y beneficios en los sistemas Lean</i>	46
TABLA 2.3. <i>Ventajas y utilidades del diagrama de Pareto</i>	56
TABLA 2.4. <i>Simbolos VSM de uso general</i>	64
TABLA 2.5. <i>Simbolos VSM para procesos</i>	65
TABLA 2.6. <i>Simbolos VSM para materiales</i>	66
TABLA 2.7. <i>Simbolos VSM para información</i>	67
TABLA 3.8. <i>Mudas de mayor impacto en las pruebas piloto</i>	96
TABLA 3.9. <i>Herramientas de mejora utilizadas en las empresas intervenidas</i>	98
TABLA 5.10. <i>Matriz comparativa número de procesos vs. empresa</i>	135
TABLA 5.11. <i>Tablero de meta de producción [Día/ Semana/ Mes]</i>	148
TABLA 5.12. <i>Información sobre condiciones de operación</i>	154
TABLA 5.13. <i>Número de observaciones vs tiempos de procesamiento</i>	160
TABLA 5.14. <i>Análisis de la causa raíz a partir del diagrama de Ishikawa</i>	164
TABLA 5.15. <i>Plan de Intervención</i>	168
TABLA 5.16. <i>Software de simulación de uso comercial y académico más utilizados</i>	177
TABLA 5.17. <i>Notación básica para construcción de un DFD</i>	178

Listado de Figuras

FIGURA 3.1. <i>Modelo Lean Seis Sigma - MimoLeanSS</i>	75
FIGURA 3.2. <i>Metodología DMAIC proyecto MimoLeanSS</i>	78
FIGURA 3.3. <i>Exportaciones de Calzado / Valle del Cauca (2010-2019)</i>	80
FIGURA 3.4. <i>Importaciones de Calzado / Valle del Cauca (2010-2019)</i>	81
FIGURA 3.5. <i>Exportaciones/Importaciones de Calzado / Valle del Cauca (2010-2019)</i>	82
FIGURA 3.6. <i>Exportaciones de Marroquinería Colombia / Valle del Cauca (2010-2019)</i>	84
FIGURA 3.7. <i>Importaciones de Marroquinería Colombia / Valle del Cauca (2010-2019)</i>	85
FIGURA 3.8. <i>Exportaciones / Importaciones de Marroquinería en el Valle del Cauca (2010-2019)</i>	86
FIGURA 3.9. <i>Exportaciones de Calzado y Marroquinería en el Valle del Cauca (2010-2019)</i>	87
FIGURA 3.10. <i>Importaciones de Marroquinería en el Valle del Cauca (2010-2019)</i>	88
FIGURA 3.11. <i>Comercio internacional de Cuero en Colombia (2010-2019)</i>	89
FIGURA 3.12. <i>Exportaciones Calzado, Cuero y Marroquinería en Colombia /Valle del Cauca (2010-2019)</i>	90
FIGURA 3.13. <i>Importaciones Calzado, Cuero y Marroquinería en Colombia /Valle del Cauca (2010-2019)</i>	91
FIGURA 3.14. <i>Empleabilidad del sector de Calzado y Marroquinería (2010-2019)</i>	92
FIGURA 3.15. <i>Problemáticas encontradas en las empresas piloto del proyecto MimoLeanSS</i>	94
FIGURA 3.16. <i>Efecto de una Ficha Técnica</i>	100
FIGURA 3.17. <i>Ejemplo de una planeación de Requerimientos de materiales (MRP)</i>	102

FIGURA 3.18. <i>Ejemplo de un procedimiento estándar</i>	104
FIGURA 4.19. <i>Formato de llegada de Cueros</i>	111
FIGURA 4.20. <i>Orden de producción</i>	112
FIGURA 4.21. <i>Diagrama de flujo de servicio</i>	115
FIGURA 4.22. <i>Mapa de flujo de valor - Presente</i>	117
FIGURA 4.23. <i>Formato de recepción de materias primas</i>	120
FIGURA 4.24. <i>Prueba Piloto del formato Recepción de materias primas</i>	122
FIGURA 4.25. <i>Ficha técnica del producto - Página 1</i>	125
FIGURA 4.26 <i>Ficha técnica del producto - Página 2</i>	126
FIGURA 4.27. <i>Ficha técnica del producto - Página 3</i>	127
FIGURA 4.28. <i>Diagrama del flujo de documentos al ingreso de materia prima</i>	129
FIGURA 4.29. <i>Diagrama del flujo de documentos al realizar fletes</i>	130
FIGURA 4.30. <i>Diagrama del flujo de documentos en el proceso de corte de maquila</i>	131
FIGURA 5.31. <i>Disposición del área de corte en Calzado Sportivo</i>	139
FIGURA 5.32. <i>Vista general del área de guarnecida</i>	139
FIGURA 5.33. <i>Armado y costura de las piezas</i>	140
FIGURA 5.34. <i>Vista general de la máquina montadora</i>	141
FIGURA 5.35. <i>Vista general del área de finalizaje</i>	142
FIGURA 5.36. <i>Problemas definidos para los procesos</i>	144
FIGURA 5.37. <i>Diagrama SIPOC Creación del producto</i>	146
FIGURA 5.38. <i>Diagrama SIPOC Empresa Calzado Sportivo</i>	147
FIGURA 5.39. <i>Proceso de manufactura de la empresa Calzado Sportivo</i>	151
FIGURA 5.40. <i>Proceso del pedido del cliente</i>	152
FIGURA 5.41. <i>Calzado referencia 900 Sneaker</i>	153

FIGURA 5.42. Explosión de materiales.....	154
FIGURA 5.43. Flujo de valor del proceso actual de la empresa Calzado Sportivo.....	155
FIGURA 5.44. Nivel Sigma actual del proceso de Guarnecida.....	157
FIGURA 5.45. Nivel Sigma actual del proceso de Ensamble y Montaje.....	158
FIGURA 5.46. Diagrama de dispersión. Análisis de correlación entre las variables tiempo de procesamiento y número de observaciones.....	161
FIGURA 5.47. Diagrama Ishikawa empresa de Calzado Sportivo.....	163
FIGURA 5.48. Gráfico de Pareto empresa Calzado Sportivo.....	166
FIGURA 5.49. VSM Futuro de la empresa Calzado Sportivo.....	169
FIGURA 5.50. Estructura básica de un modelo de simulación.....	175
FIGURA 5.51. Cursograma analítico del proceso de almacenamiento.....	180
FIGURA 5.52. Diagrama de bloques del proceso de almacenamiento.....	181
FIGURA 5.53. Diagrama de Flujo de Datos DFD para el proceso de almacenamiento.....	182
FIGURA 5.54. Variables de simulación e indicadores proceso de almacenamiento.....	183
FIGURA 5.55. Screen o pantalla principal del modelo de simulación en hoja de cálculo MS-Excel.....	184
FIGURA 5.56. Screen del modelo de simulación con escenario Pesimista-Costo.....	186
FIGURA 5.57. Screen del modelo de simulación con escenario Pesimista-Cantidad.....	187
FIGURA 5.58. Screen del modelo de simulación con escenario Optimista-Costo.....	189
FIGURA 5.59. Screen del modelo de simulación con escenario Optimista-Cantidad.....	190
FIGURA 5.60. Diagrama con relación de variables no contempladas en modelo actual.....	192



Prólogo

En los últimos años las universidades colombianas se han esforzado en contribuir, desde la ciencia, con el mejoramiento de las empresas a través de proyectos de investigación que impactan en el aumento de la sostenibilidad de estas. Para las empresas, en especial las Mipymes, es muy importante participar de estas iniciativas dado que constituyen una oportunidad para contar con profesionales expertos dentro de sus plantas de producción para que identifiquen problemas que en el día a día no se logran solucionar y en el peor de los casos no se logran visualizar.

En este libro se pueden ver los resultados de una de estas iniciativas en la que participamos las siguientes instituciones: por parte de la academia, la Fundación Universitaria Católica Lumen Gentium (Unicatólica) y la Universidad Autónoma de Occidente (UAO) y por el sector productivo, 21 Mipymes (Micro, pequeñas y medianas empresas)¹ del sector de Calzado Cuero y Marroquinería; intervenidas por consultores expertos en *Lean Manufacturing* y *Six Sigma*, filosofías que propenden por el mejoramiento de los procesos a través de la eliminación de las actividades que no agregan valor (desperdicios).

¹ Según el Decreto 957 de 2019, en Colombia para el sector Manufacturero el tamaño de las empresas está definido por rangos de UVT (unidad de valor tributario), donde se considera microempresa si es Inferior o igual a 23.563 UVT, Pequeña empresa si es Inferior o igual a 204.995 UVT, y Mediana si es superior a 204.995 UVT e Inferior o igual a 1.736.565 UVT, el valor de la UVT para 2019 es de \$34.270 COP.

Como empresario de este sector e integrante del proyecto invito a las empresas a ser parte de este tipo de dinámicas, porque las alianzas permanentes con instituciones académicas ayudan a mejorar la gestión y productividad de las mipymes, y, por ende, buscan impactar positivamente el desarrollo de la región.

David Díaz
Calzado Génesis.



Introducción

Esta introducción aporta a la obra en dos sentidos. Por un lado, el conocimiento del sector desde la perspectiva empresarial, por parte del señor Alberto Sanclemente gerente de la empresa Zuha S.A.S., fabricante de calzado y carteras para población femenina, que exporta sus productos a diferentes países en América del Sur y Europa. Sanclemente cuenta con más de 20 años de experiencia en la industria de calzado y marroquinería y hace parte de la junta directiva de la Asociación Colombiana de Industriales de Calzado, el Cuero y sus Manufacturas – ACICAM (seccional Cali). Adicionalmente, se presenta un breve estado del arte con trabajos seleccionados por la relevancia de los resultados presentados, como base para la metodología desarrollada y validada en este proyecto.

CAPÍTULO 1

Contexto del sector calzado, cuero y marroquinería

Alberto José Sanclemente H.

Cueros Zuha S.A.S

Visión de un empresario

Cuando se habla del sector del cuero, calzado y marroquinería en Colombia, siempre se debe tener en cuenta y contextualizar cómo se ha desempeñado este sector en los últimos años en Colombia, lo anterior, porque es un sector marcado en su desempeño y productividad por los cambios económicos y políticos del país e incluso temas internacionales como los aranceles.

A pesar de que este es un sector que requiere alto uso de mano de obra en todas las etapas que abarca, desde su inicio hasta la cadena final del proceso, al mismo tiempo ha sido un sector poco cuidado por parte de los gobiernos colombianos en temas relacionados con la protección al contrabando, dumping, competencia desleal, cuidado en el abastecimiento de su materia prima principal como lo es el cuero, y otros factores de total control gubernamental que siempre han atentado y debilitado su crecimiento y fortalecimiento, tanto a nivel nacional como internacional.

La marroquinería llegó a Colombia en el año de 1952, este término proviene del italiano *marrochino* que significa tafilete o proveniente de Marruecos, tafilete es una región de este país donde se produce cuero gruñido o grabado.

En el siglo XVIII ya se conocía universalmente el curtido de pieles con productos vegetales y para finales de siglo XIX el uso de máquinas movidas eléctricamente dieron un gran impulso a este comercio. El cuero es uno de los materiales más útiles con los que ha contado la humanidad a través de su historia. Desde el propio primitivismo hasta nuestros días



estamos acompañados por una segunda piel que, como los buenos vinos, en vez de envejecer, embellece.

El hombre prehistórico para evitar que las pieles de los animales que cazaba se dañaran o endurecieran, utilizaba la grasa de los sesos de sus presas frotándolas sobre las futuras prendas que le protegerían del frío. Hebreos y babilonios para preservarlas utilizaban medios parecidos a los existentes en curtidurías muy rudimentarias, como cubrir la piel con sustancias astringentes de cortezas, raíces y frutos, curándolas con sal común y algunas veces frotándola con aceites. En Egipto se han hallado segmentos de cuero en buen estado, de hace tres mil años.

Gracias a una adecuada conservación, su textura fue usada en la antigüedad por soldados quienes los incorporaban como parte de cascos, yelmos y escudos; por marineros que los convertían en velas y cubiertas de grandes buques y por hombres inquietos que transformaron las pieles de oveja, cabra y becerro en pergamino.

La vinculación de mano de obra directa a este sector es muy grande e intensiva y no se puede sustituir por máquinas, lo que genera un gran aporte al empleo y a la economía colombiana, también existe un nuevo esquema que se está fortaleciendo y es el de los talleres satélites. Algunos manufactureros operan con talleres que les ayudan a financiar maquinaria, les dan capacitación y les llevan las piezas cortadas para que ellos ensamblen generalmente con mano de obra femenina, lo que los convierte prácticamente en microempresas. Este sistema es utilizado en algunas regiones italianas de pequeñas poblaciones.



Por lo expuesto anteriormente se ha evolucionado por parte del empresariado hacia esta tendencia que ha conllevado a concentrar la producción en más empresas especializadas dedicadas exclusivamente a la maquila, lo que permite que un gran número de compañías productoras migren exclusivamente hacia la comercialización de sus productos, para dejar de lado la producción.

El sector de calzado, cuero y marroquinería hace unos años se ha distinguido por ser muy dinámico y plural en asuntos de estrategias, desde la perspectiva de la producción, dado que siempre ha intentado seguir una dinámica marcada por los ciclos del mercado. Dicha dinámica está enfocada principalmente en el comportamiento del consumo de los hogares, donde, de acuerdo con ciclos de tiempo, se dinamiza o se desacelera el consumo, lo que lleva a los empresarios a ser más creativos a la hora de afrontar el dilema de la estabilización laboral en cuanto a la mano de obra directa en la producción.

Este modelo de tercerización de la producción se ha adoptado en países que tienen unos estándares de producción muy altos, donde cada empresa se ha especializado en una actividad propia del producto y donde existe una compañía dedicada a montar el producto final para su comercialización.

La industria del cuero en Colombia se ve amenazada y debe entrar a competir a nivel internacional en condiciones desiguales principalmente por los siguientes factores:

- Mayores costos en materias primas por el alto contenido de defectos que tienen los insumos que usan nuestros industriales, esto hace que durante el proceso se generen mayores desperdicios



y por consiguiente se incrementen los costos de la materia prima. Se estima que este desperdicio alcanza entre un 20 % y 25 % que se refleja en el costo final de producción y que da como resultado un producto con un precio de venta muy alto para competir a nivel internacional.

- Falta de tecnología, esto significa que en Colombia la empresa manufacturera no tiene forma de reconversión de maquinaria de última tecnología como en los países desarrollados, esto representa falta de productividad y esta se refleja en costos productivos altos en mano de obra por ineficiencia tecnológica.

Cabe anotar que los puntos anteriores radican principalmente en dos factores:

- La poca relación e interés del Estado frente a la industria del cuero que hace que no existan políticas efectivas y serias para la financiación, con tasas bajas y años de gracia para la reconversión de maquinaria que permita mejorar la eficiencia y la relación costo beneficio frente a la producción. La ineficiencia y la obsolescencia de las maquinas con la que se realizan los procesos productivos son costosos para las empresas y no las hace competitivas.
- La falta de políticas claras frente al sector para que se prohíban las grandes exportaciones del cuero salado o en estado *Wet Blue*, a este insumo no se le agrega valor, ni cuenta con procesos intensivos en mano de obra. Países como China e Italia adquieren los mejores cueros *Wet Blue* (selección 1A), dejando en el país cueros de baja calidad (de segunda) para surtir a la industria del calzado y sus manufacturas. Las empresas nacionales están

condicionadas a trabajar con materias primas de baja calidad, lo que da lugar a la pérdida de competitividad frente a productos extranjeros (aunque el producto nacional cuente con un alto valor agregado en diseño e innovación).

Es importante destacar que en algunos países de Europa los cueros son tratados y asimilados al nivel de joyas por su belleza y calidad, tienen en cuenta el cuidado de la piel con altos estándares de calidad desde el nacimiento del ganado y todos sus procesos, hasta convertirse en materias primas para la industria de las manufacturas en cuero; contrario a lo que sucede en Colombia por falta de cultura empresarial desde la raíz del encadenamiento productivo.

Colombia se caracteriza por poseer una economía abierta que no impide las importaciones de calzado, marroquinería y manufacturas en cuero al país; no obstante, esto no es lo que realmente afecta a la industria colombiana. El problema radica en las importaciones ilegales que se constituyen como un sector que compite de manera desleal.

Algunos industriales colombianos comparten el malestar frente a los productos que llegan al país y que sitúan unos niveles de competencia, en materia de precios, que son difíciles de alcanzar para los productores de calzado y marroquinería nacional. La afectación se da principalmente por los precios de los productos chinos que son irrisorios e inalcanzables para los locales. Esto se representa en la disminución considerable en las ventas del calzado colombiano aunque la calidad de la producción nacional es superior a la de los productos chinos. Pese a que el factor de la calidad contribuye a la competitividad de los productos locales, si el Gobierno no implementa medidas de protección este no servirá de mucho.



En el año 2013 el Gobierno implementó el Decreto 074 para establecer un arancel mixto para las importaciones de calzado que entran a Colombia. A partir de esta reglamentación se han visto algunos resultados con efectos positivos para la industria del calzado. De cierta manera este arancel no ha solucionado completamente el problema, pero ha contribuido a que los altos volúmenes de productos que venían a precios ostensiblemente bajos (POB), se hayan reducido en un porcentaje considerable y las estadísticas de comercio exterior lo ratifican.

Dentro de las oportunidades comerciales que hemos detectado en el sector del cuero, calzado y marroquinería en Colombia, está el correcto manejo de las pieles de vacuno y exóticas, desde el proceso en zoo criaderos y ganaderías amigables con el medio ambiente, hasta la elaboración cuidadosa y bien lograda de los productos finales que nos permiten ofrecer una amplia gama de manufacturas en piel, donde una vez más el diseño es nuestro principal factor diferenciador.

Dentro de los mercados internacionales donde se han detectado oportunidades comerciales para los productos en cuero colombianos tales como calzado y marroquinería están: Brasil, Perú, el Triángulo Norte (Guatemala, Honduras y Salvador), entre otros.

Si bien los productos colombianos en cuero son muy valorados y pretendidos en mercados internacionales por su alto valor agregado en color, moda y diseño, vamos a revisar algunos de los diferentes mercados por penetrar con los productos colombianos del sector del cuero, calzado y marroquinería:

- Brasil: en los últimos años el consumo de accesorios femeninos y masculinos de cuero se ha incrementado. El consumidor busca cinturones, sandalias, billeteras y carteras de calidad. Las imitaciones no son del gusto del brasilero a pesar del precio, y en este punto los productores colombianos pueden marcar la diferencia.
- Guatemala: el consumidor de estrato alto prefiere calidad sin importar el precio y busca artículos de cuero genuino (zapatos y accesorios), preferiblemente de marca y diseño variado.
- Perú: el comprador peruano busca calidad en estos accesorios, el producto colombiano es reconocido por su excelente calidad, pero en algunos casos se dificulta la negociación por los altos precios.
- Rusia: los productos 100 % de cuero son considerados un artículo de lujo y aunque la oferta es interesante, los precios son elevados.

Los productos de cuero, calzado y marroquinería siempre se relacionan con Italia, por lo que los cueros de allí tienen gran acogida. En los diseños los herrajes deben estar resaltados. Negro y marrón son los colores tradicionales y preferidos; adicional a estos se posicionan los matices de rosa, caramelo, beige y rojo. Los bolsos femeninos suelen ser espaciosos, pues además sirven para cargar las compras que se hacen camino a casa. No obstante, no se ha desarrollado el sector de los pequeños bolsos que los hombres rusos suelen cargar, segmento en el que prima más la practicidad que el diseño y que puede ser una oportunidad interesante.



Otro factor para pensar que el sector puede crear oportunidades comerciales reales a largo plazo, es el hecho de que el Gobierno y el sector privado ahora buscan mejorar la productividad de más de 600 empresas de cuero, calzado y marroquinería en el país, mediante programas en coordinación con la Asociación Colombiana de Industriales de Calzado, el Cuero y sus Manufacturas (ACICAM), el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) e iniciativas de algunas Universidades privadas como la Fundación Universitaria Católica Lumen Gentium (Unicatólica) y la Universidad Autónoma de Occidente (UAO), donde por medio de la transferencia del conocimiento y la tecnología de técnicos nacionales y extranjeros, se aplican a las empresas sistemas de productividad con un alto contenido de rendimiento y optimización en términos de materias primas y de mano de obra.

Unos de los retos más complicados y complejos para los empresarios del sector del cuero y sus manufacturas en Colombia en la actualidad son la sostenibilidad y la estabilidad laboral de los empleados directos en sus fábricas. Lo anterior obedece a que en Colombia la industria del cuero siempre ha estado directamente ligada con los cambios políticos y económicos del Gobierno de turno que, en muchas ocasiones se refleja en los cambios de hábito de consumo en los hogares, afectando inmediatamente la demanda de los productos que no son de primera necesidad como los artículos de cuero, dando como resultado una disminución en las ventas de la industria las mismas que sostienen el sector.

Por los cambios expuestos anteriormente es que las empresas en tiempos de baja demanda se ven obligadas a liquidar personal de sus plantas. Estos empleados en muchas ocasiones deben buscar

actividades diferentes para las que están preparados y capacitados, para obtener ingresos de subsistencia, esto, a su vez, ocasiona la escasez de mano de obra calificada en el momento que las fábricas y sus empresarios vuelven a requerir de este personal ante el incremento en la demanda de productos en cuero, por factores como fechas especiales que son muy puntuales en esta industria.

El sector puntualmente tiene unas temporadas en el año de alta demanda de producto, como son el día de la madre, día del padre y navidad. En el caso de la industria dedicada a colegiales estos tienen la temporada de inicio de clase como su temporada más alta. Estas temporadas dan a la industria del cuero trabajo de alta demanda seis meses al año, los otros seis meses del año es baja la producción.

Debido a este fenómeno, viene sucediendo un problema no menos grave y es que muchos de estos empleados que los empresarios se ven obligados a despedir por baja demanda del mercado y ventas, crean empresa con la actividad de producción de artículos de cuero y no son constituidas legalmente, lo que ha incrementado la informalidad en el sector y a futuro representa una competencia desleal para el empresario.

Los empresarios formalizados legalmente ante el Gobierno, pagan impuestos, seguridad social, parafiscales y prestaciones sociales a sus empleados y les queda imposible competir con la informalidad que ha crecido exponencialmente en el país y cada vez está robando más mercado en el contexto nacional a los empresarios legales y formales. Ante esta mirada pasiva y, si se quiere, complaciente del Gobierno nacional que no actúa a la altura de esta problemática que atenta contra la actividad formal



del país, los empresarios se ven obligados a cerrar sus puertas y dejar sin empleo a cientos y miles de personas.

Adicional a lo anterior, como parte fundamental en el desarrollo del proyecto, se consultaron más de 80 trabajos enfocados en el desarrollo de metodologías para la implementación de herramientas *Lean* y *Six Sigma* en el contexto productivo, tema de gran importancia y aplicación, ya que contribuye a mejorar la productividad de las empresas de todas las magnitudes, como ya se ha comentado, este trabajo está enfocado en las Mipyme. Parte de esta información se utilizó para conformar el Capítulo I de este libro y otra para presentar una visión general de la importancia del uso de este tipo de herramientas en diferentes contextos, una selección de ellos se resume a continuación.

Kosieradzka, *et al.* (2011), presentan el estudio *The Development of Production Management Concepts* sobre el desarrollo de conceptos de gestión de la producción en el cual establecen como objetivo principal analizar las nociones contemporáneas en ese sentido, presentan nuevos y antiguos paradigmas, y algunas acepciones de gestión tanto de *Lean* como de *Six Sigma*, y los beneficios que estos pueden traer en su implementación.

Enfocados en pequeñas empresas, García-Domínguez, *et al.* (2015) publicaron el estudio *Reducción de costos en pequeñas y medianas empresas con un enfoque Seis Sigma: Revisión de Literatura*, donde señalan las barreras que impiden que las pymes adopten la metodología *Six Sigma*, igual como lo hacen las grandes industrias, lo que conduce a proponer adaptaciones que logre la obtención del éxito en las pymes, dada la importancia de este tipo de empresas para la economía global.



Meza A. (2003) desarrolla la “Metodología para la Integración de las filosofías de Manufactura Esbelta y Seis Sigma (*Lean Six Sigma*) para el incremento de la competitividad en la PYME” donde presenta una visión amplia sobre las herramientas, estrategias y metodologías de implementación de *Lean Six Sigma*, resaltando los beneficios y ventajas de la adopción de estas para las pymes, como la reducción de desperdicios y el mejoramiento de los tiempos de entrega de productos y servicios. Además, propone un modelo para la integración correcta de herramientas Lean con las de *Six Sigma*, resaltando la importancia del factor humano como pieza clave para el cambio, es decir, la implementación de las herramientas y su sostenibilidad en el tiempo, de forma que las empresas puedan generar mayores ingresos y satisfagan las necesidades de los clientes.

En la misma línea Syaifoelida, *et al.* (2020) presentan el estudio *The designing analysis process of constituent attributes by using VSM and Six Sigma to enhance the productivity in industry of bearings* que aborda el proceso y flujo de fabricación de rodamientos donde, con base en varias revisiones de la literatura sobre el uso de herramientas Lean, reconocen cinco principios básicos como la identificación del valor, mapeo del flujo de valor, creación del valor, establecimiento de la atracción y búsqueda de la perfección, a partir de estos identifican que hay varias herramientas de Lean para mejorar la productividad. Los autores usan el mapeo de flujo de valor, VSM en inglés, en unión con *Six Sigma* para analizar la tasa de productividad y proponer factores que puedan mejorarla, adicionalmente, midieron siete tipos de desechos: sobreproducción, defectos, inventario, procesamiento inadecuado, transporte, espera y movimiento. Finalmente, propusieron



mejorar el clima laboral junto con la motivación de los trabajadores y el mantenimiento productivo total, TPM en inglés, para optimizar la productividad.

Nallusamy y Saravanan (2016) presentan su artículo *Lean tools execution in a small-scale manufacturing industry for productivity improvement – a case study*, donde proponen la implementación de herramientas Lean y la reducción del tiempo de entrega de una empresa de fabricación de componentes para automóviles a baja escala, con la menor afectación posible de los sistemas de trabajo actuales. Para lograrlo intentaron aumentar la capacidad de una celda de mecanizado usando técnicas Lean sin necesidad de inversiones de capital, adoptaron un enfoque esbelto con el uso de mapas de flujo de valor y balanceo de líneas para mejorar el rendimiento de la celda de fabricación, también usaron *Single Minute Exchange of Die*, SMED, para regular la producción y *Kaizen* en todas las estaciones de trabajo, lo que los llevó a sugerir una carga nivelada de trabajo a los operarios para lograr consistencia en la producción. Por último, la implementación de las herramientas Lean redujo el tiempo de configuración y el tiempo de inactividad.

Por otro lado, Projoth, *et al.* (2019) desarrollaron un trabajo sobre la aplicación de conceptos Lean en cualquier industria de procesos donde la posibilidad de la eficiencia total se reduce, pero es posible conseguirla gracias a *Lean Manufacturing*. En el trabajo los autores analizan el proceso de una panadería e involucran el uso de 5S para aumentar la eficiencia del proceso, así como el diagrama de proceso para aumentar la productividad y eliminar los desechos.





En relación con otro tipo de aplicaciones más administrativas, Grosu, *et al.* (2019) presentan una solución de contabilidad gerencial con la aplicación de *Lean Six Sigma* en la industria maderera, exponen que las organizaciones están tratando de encontrar soluciones óptimas para ofrecer productos o servicios que agreguen un nuevo valor, satisfaciendo los requisitos de los clientes a bajo costo y con alta calidad. Para lograrlo proponen el uso de *Kaizen* como herramienta Lean y los cinco porqué como técnica usada en la fase de análisis de la metodología; *Define, Measure, Analyze, Improve, Control* – DMAIC; argumentan que es la gran herramienta *Six Sigma* que no implica segmentación de datos y herramientas estadísticas avanzadas para conseguir buenos resultados, ya que recoge parte de la experiencia adquirida en el proceso de análisis de la actividad de una empresa, además, que el uso de herramientas *Lean Six Sigma* optimizan los procesos, reducen los desperdicios y los inventarios intermedios, lo que conduce a mejoras visibles en los resultados financieros.

Con enfoque en las empresas fabricantes de calzado, Sayid Mia, *et al.* (2017) comentan en *Court shoe production line: improvement of process cycle efficiency by using Lean tools* que el Lean es una metodología de técnicas científicas y objetivas aplicada, que hace que en un proceso se realicen las actividades con un mínimo de aquellas que no agreguen valor, lo que tiene como resultado una gran reducción del tiempo de espera, tiempo en cola, tiempo de movimiento, tiempo administrativo, entre otros retrasos. En el trabajo abordaron la implementación de principios Lean en una industria de fabricación de calzado con el fin de evaluar la Eficiencia del Ciclo del Proceso (PCE) actual y el tiempo de espera



para proponer mejoras que condujeran a la reducción del tiempo de entrega. En el estado actual, el PCE se encontró en un 8,32 % y luego de la implementación de herramientas Lean se llevó al 19,46 %, reduciendo también el tiempo de entrega en un 57,24 %, esto, evaluado por medio del análisis de Pareto y herramientas de mapeo de flujo de valor (VSM en inglés). Optimizaron el flujo de producción minimizando varias actividades con tiempos sin valor agregado, como cuellos de botella, averías de máquinas, tiempo de cola, tiempo de espera, tiempo de manipulación de materiales, etc.

Adicionalmente, Aldas Salazar, *et al.* (2018) plantean el *Modelo de gestión en el proceso de montaje de las industrias de manufactura de calzado de cuero a través de la metodología de cambio rápido de herramientas (SMED)* donde presenta una propuesta para la optimización del tiempo de fabricación en las industrias manufactureras de calzado de cuero, con esto se busca disminuir los tiempos de preparación o de cambio con la ayuda de la metodología SMED de *Lean Manufacturing*. Los autores presentan el análisis de las líneas de producción de calzado casual, deportivo y de seguridad industrial para determinar el modelo más demandado por cada línea con la ayuda de un análisis ABC. Adicionalmente exponen el estudio de métodos de trabajo y de tiempos cronometrados para un colaborador en el proceso de montaje, para establecer el tiempo medio. También identificaron los desperdicios a nivel micro con diagramas hombre-máquina y a nivel macro con el mapa de flujo de valor (VSM) en las operaciones del proceso de montaje. Con la aplicación de SMED obtuvieron

la disminución en los tiempos de montaje en calzado casual de 0,41 min/par, en deportivo de 0,49 min/par y en el de seguridad industrial de 0,53 min/par; adicionalmente, con la evaluación de la eficiencia, se mejoró la preparación de suelas en un 12,99 %.

Finalmente, Swarna y Sayid Mia (2018), afirman en *Productivity improvement of leather products industry in bangladesh using Lean tools: a case study* que según los expertos hay gran potencial para que la industria del cuero en Bangladesh se convierta en una de las principales fuentes de divisas de ese país, para ellos el mejoramiento de la productividad para cualquier tipo de industria puede ayudar a obtener mayores ganancias, como en la de productos de cuero. En Bangladesh pocas industrias utilizan Lean; el estudio se enfoca en una industria de fabricación de artículos de cuero con el fin de evaluar la eficiencia del ciclo del proceso actual (PCE), el tiempo de espera y la productividad. Durante el desarrollo del estudio aplican herramientas Lean ajustadas para la industria. Como resultado se consiguió mejorar la productividad, en el estado inicial el PCE estaba en un 38,19 %, luego de la implementación de Lean se consiguió el 77,51 %, reduciendo también el tiempo de entrega en un 46,68% evaluado por *takt time*, análisis de cuellos de botella, de causa-efecto y de Pareto. Se optimizó el flujo de producción, minimizando varias actividades que no agregaban valor.

Como conclusión sobre la revisión del estado del arte se encontró que las herramientas *de Lean Manufacturing y Six Sigma* pueden ser aplicadas con éxito en diferentes contextos, tanto en empresas grandes de manufactura, donde inició la filosofía Lean, hasta empresas mipyme y en áreas diferentes a la producción, como la administrativa.

Referencias

- Aldas Salazar, D. et al. (2017). Modelo de gestión en el proceso de montaje de las industrias de manufactura de calzado de cuero a través de la metodología de cambio rápido de herramientas (SMED). *Ojeando la agenda*, 47. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6007593>
- García-Domínguez, R.I., Parroquín-Amaya, P., Romero-López, R., Molina-Arredondo, R.D., Canales-Valdiviezo, I. y Garza-Sáenz, A (2015). Reducción de costos en pequeñas y medianas empresas con un enfoque Seis Sigma: Revisión de Literatura. *Cultura Científica y Tecnológica*, 12(57), 352-361.
- Grosu, V., Hrubliak, O., Anisie, L. y Ratsa, A. (2019). Managerial accounting solutions: Lean Six Sigma application in the woodworking industry. A Practical aspect. *Economic Annals-XXI*, 176(3-4), 118-130. <https://doi.org/10.21003/ea.V176-12>.
- Kosieradzka, A., K\$KOL, U. y Krupa, A. (2011). The Development of Production Management Concepts. *Foundations of Management*, 3(2), 55-74. <https://doi.org/10.2478/v10238.012.0042-7>
- Meza, A. (2003), Metodología para la integración de las filosofías de manufactura esbelta y Seis Sigma (Six Sigma) para el incremento de la competitividad en la PYME. Maestría en Ciencias con especialidad en sistemas de manufactura. Instituto tecnológico y de estudios superiores de Monterrey. División de ingeniería y arquitectura. Programa de graduados en ingeniería.
- Nallusamy, S. y Saravanan, V. (2016). Lean tools execution in a small-scale manufacturing industry for productivity improvement – a case study. *Indian Journal of Science and Technology*, 9(35). DOI: 10.17485/ijst/2016/v9i35/100162

- Projoth, T. N., Renish, R. R., Arun Kumar, K. y Jeyaraman, P. (2019). Application of Lean concepts in process industry. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, 8 (10), 1383-1386. <https://doi.org/10.35940/ijitee.J8812.088.1019>
- Syaifoelida, F., Amin, I. y Megat Hamdan, A. M. (2020). The designing analysis process of constituent attributes by using VSM and Six Sigma to enhance the productivity in industry of bearings. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 788 (1),1-12. DOI: 10.1088/1757-899X/788/1/012021199
- Sayid Mia, A., Nur-E-Alam & Uddin, K. (2017). Court shoe production line: improvement of process cycle efficiency by using Lean tools. *Leather and Footwear Journal*, 17 (3), 135-146. <https://doi.org/10.24264/lfj.17.3.3>
- Swarna, N. A. y Sayid Mia, A. (2018). Productivity improvement of leather products industry in bangladesh using Lean tools: a case study. *Leather and Footwear Journal*, 18(3), 219-230. <https://doi.org/10.24264/lfj.18.3.7>

CAPÍTULO 2

Nociones básicas de Lean Manufacturing y Six Sigma

Carlos Alberto Escobar P.

Este capítulo no pretende presentar información nueva sobre las temáticas a desarrollar, la idea es exponer al lector un breve marco teórico de las nociones básicas de *Lean Manufacturing* y *Six Sigma*, que contribuya a la comprensión de los temas y herramientas utilizadas en el desarrollo de los casos prácticos presentados en los capítulos tres y cuatro. Los casos no profundizan en el componente teórico, ni en el paso a paso de la implementación de las herramientas usadas, sino que se centran en los resultados logrados. Por lo tanto, las nociones básicas que se desarrollan en este capítulo resultan importantes para que el lector entienda cómo se llegó a dichas metas.

Introducción a los sistemas *Lean* y *Six Sigma*

Actualmente, las empresas necesitan encontrar soluciones en su modo de gestión para afrontar determinados retos a los que la competencia, el mercado y el entorno institucional las somete. Dichos retos están relacionados con mercados que solicitan lotes de producción con cero defectos, menor cantidad de unidades, tiempos de entrega más cortos, bajísima variabilidad en las especificaciones, entregas más frecuentes, tendencia de precios decrecientes y aumento de las exigencias en las especificaciones y características de los productos. Todo esto es posible mediante la utilización de estrategias administrativas y operativas globales donde se involucren las materias primas y suministros, las maquinas, las herramientas, las metodologías de fabricación y las personas teniendo como objetivos la conformación de una técnica o metodología que facilite y se garantice la eliminación de los errores potenciales y desperdicios en todas operaciones de la organización.



Las metodologías *Lean Manufacturing* y *Six Sigma* son unas de las más poderosas herramientas de administración y manufactura diseñadas para lograr que las organizaciones, con disciplina y persistencia en su modo de operación, logren incrementar su participación en los mercados, con base en reducciones amplias en sus costos generales, eliminación de los desperdicios, bajos niveles de variabilidad en sus procesos (Hernández y Vizán, 2013, p. 64), las especificaciones de producto y una inmensa participación del recurso humano en el establecimiento de normas y sistemas operativos de control que garanticen rentabilidad para las organizaciones de cualquier tamaño.

Lean Manufacturing se define como un proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación del desperdicio o excesos (Rajadell y Sánchez, 2010, p. 158), entendiendo como exceso toda aquella actividad que no agrega valor en un proceso, pero sí costo y trabajo; su esencia radica en descubrir continuamente en toda la empresa oportunidades de mejora ocultas, pues siempre habrá residuos susceptibles de ser eliminados (Drohomeretski et al., 2014, p. 808).

Dado que la diferencia entre los conceptos es de forma y no de fondo, en el presente trabajo se entenderá el *Lean Manufacturing* como un enfoque de gestión que cubre desde la materia prima el proceso de producción, hasta llegar al producto terminado para entrega al cliente, y que más que un sistema, es un conjunto de aplicaciones para eliminar operaciones que no agregan valor al producto, bien sea por servicios o por procesos. La definición de Lean abarca todos los procesos, incluyendo tanto las actividades comerciales, de diseño, de ingeniería, de administración, etc.,



como las actividades de fabricación y prestación de servicios. También es válida y aplicable, del mismo modo, tanto en empresas pequeñas de servicios a medida con bajo volumen, como en empresas multinacionales de fabricación de gran volumen. Por lo tanto, una empresa Lean cubre todo espectro de la cadena de valor y no está limitada, como muchos creen, a las empresas de fabricación repetitiva y de gran volumen. (Asturias Corporación Universitaria, s. f.)

Los tres pilares básicos sobre los que se sustenta la gestión Lean son:

- **Enfoque y orientación plena hacia el cliente:** aportar valor real al cliente, dándole un producto o servicio que atienda su necesidad completamente, minimizando el costo, proporcionando exactamente aquello que requiere, donde y cuando lo demanda.
- **Eliminación del despilfarro:** luchar sin tregua para detectar y eliminar el despilfarro, entendiendo el despilfarro como todas las actividades de un proceso que no aportan valor al cliente y que si añaden costos. Todas las tareas que se realizan y no aprecia el cliente, sobran.
- **Flexibilidad de los procesos:** los procesos han de adaptarse y responder ágilmente a la demanda del mercado y sus cambios, tanto en términos de tipo de producto (diseño), como de capacidad(escalas) o plazos de entrega (rapidez).

La metodología *Six Sigma* se define como una herramienta que identifica la variabilidad de los procesos y se centra en la eliminación de defectos o fallas en la entrega de un producto o servicio (Hamid



Tohidi, 2012, pp. 895-906). La meta de *Six Sigma* es llegar a un máximo de 3,4 defectos por millón de eventos u oportunidades, entendiéndose como defecto cualquier evento en que un producto o un servicio no logra cumplir los requerimientos fijados por el cliente. Obtener 3,4 defectos en un millón de oportunidades es una meta bastante ambiciosa pero lograble, si se considera que normalmente en un proceso el porcentaje de defectos es cercano al 10 %, o sea 100.000 defectos en un millón de oportunidades; 3,4 defectos en un millón de oportunidades es casi decir “cero defectos”.

La metodología *Six Sigma* fue iniciada en Motorola en el año 1982 por el ingeniero Bill Smith (Pande y Holpp, 2002), como una estrategia de negocios y de mejora de la calidad, no obstante, posteriormente fue mejorado y popularizado por General Electric

Bases teóricas y fundamentación

El pensamiento *Lean* proporciona un método para generar valor en los procesos productivos, alineando las acciones productivas de acuerdo con una secuencia lógica y óptima, llevando a cabo las actividades productivas de manera ininterrumpida y persiguiendo incansablemente la eliminación total de las actividades que solo agregan costo al producto o servicio (Felizzola Jiménez y Luna Amaya, 2014, p. 264) en el ámbito de la manufactura y los servicios. Pero en la actualidad investigadores y expertos en el tema han encontrado hallazgos que evidencian dificultades en la implementación de este tipo de enfoques en pequeñas y medianas empresas PYMES.





La metodología se fundamenta en integrar actividades para lograr la producción mediante inventarios mínimos, trabajo sobre operaciones que agregan valor, aplicación de la lógica de que nada se produce hasta que no se necesite, reducción de tiempo entre la colocación del pedido y la entrega del mismo a través de la eliminación de los desperdicios y la involucración del colaborador (Rajadell y Sánchez, 2010, p. 158) para generar en él un sentido de pertenencia al participar en el proceso de proponer sus ideas sobre cómo hacer mejor las cosas. Esta fundamentación se logra aplicando las bases teóricas de herramientas, métodos, técnicas metodológicas, conceptos y políticas empresariales, organizadas alrededor de la organización flexible y especializada para fabricar órdenes de producción muy pequeñas.

El desarrollo de modelos de gestión que llevaron al mejoramiento continuo y flexible de las formas de producción, dio origen a mediados del siglo pasado al Sistema de Producción Toyota (TPS o *Toyota Production System*), el cual bajo la premisa de producir lo necesario, en las condiciones requeridas y en el momento oportuno, integrado con la participación de los colaboradores y centrando esfuerzos en actividades que no aportan valor para el cliente, transmite beneficios sostenidos en calidad, productividad, seguridad y oportunidad; agrupando una serie de técnicas para mejorar y optimizar los procesos operativos de cualquier compañía industrial [(Pérez, 2011); Todurut et al. (2010); Todurut et al. (2010)]. Divulgado en occidente bajo el concepto –*Lean Manufacturing* o –*Lean Production*.



Características de los sistemas *Lean*

Lean Manufacturing es una filosofía versátil que puede ser adoptada en diferentes escenarios del sector industrial (Sarria et al. (2017)). Por su diseño se ha establecido que la metodología tiene las siguientes características principales:

- Organizar las empresas de forma flexible para poder producir rápidamente diferentes mezclas de gran variedad de productos, sin sacrificar la eficiencia debido a menores volúmenes de producción.
1. Establecer entregas de lotes pequeños sobre una base diaria de fabricación, considerando que los equipos no necesariamente deben funcionar a plena capacidad.
 2. Buscar calidad perfecta a primera vista, esto se logra enfocándose en la fabricación con cero defectos, mediante la detención y solución de los problemas en su origen (Garza-Reyes, 2015).
- Lograr la minimización del despilfarro, mediante la suspensión de actividades que no agregan valor y la optimización y buen uso de los recursos escasos como el capital, el talento humano y los espacios.
 - Enfocarse en el mejoramiento continuo, logrando la reducción de los costos, una calidad certificada, canales efectivos de manejo de la información y aumento de la productividad.
3. Implementar una metodología de programación y producción siguiendo las técnicas de la metodología *Pull*, es decir, los clientes finales determinan los niveles de fabricación.



- Promulgar la construcción y mantenimiento de una relación a largo plazo con los proveedores, tomando acuerdos para compartir el riesgo, los costos y la información.

Características de los sistemas *Six Sigma*

Los mercados en la actualidad, debido a la globalización de las economías, es necesario alcanzar alta eficiencia en los procesos por medio de la utilización de herramientas de mejoramiento, estandarización y control de la producción, para lograr que se conviertan en objetivos tanto del área de ingeniería como de manufactura. Dentro del enfoque de la mejora de procesos, una parte importante es la eliminación de todo tipo de desperdicios debido a los altos costos operativos que estos representan (tiempo productivo, reprocesos, materia prima, insumos, tiempos de espera, sobreproducción, movimientos innecesarios) (Tejeda, 2011, p. 277), los cuales son el centro de este capítulo.

De esta manera se hace uso de la metodología DMAIC que parte de la filosofía *Six Sigma*, la cual, por medio de pasos sistemáticos, permite realizar un diagnóstico de la problemática por trabajar a través de la caracterización del proceso y la aplicación de herramientas estadísticas para identificar las causas que tienen mayor impacto sobre el problema, con el fin de llegar a proponer mejoras encaminadas a mitigar dicho efecto y convertirse en un proceso de mejora continua (Escalante Vázquez, 2010).

En la primera parte de esta metodología se realiza un despliegue de los referentes teóricos en los cuales se soportan todos los conceptos y operaciones realizadas. En segunda instancia se estructura la información



de manera que se reconozcan fácilmente los datos que están pendientes por identificar, para posteriormente definir en el sistema analizado los desperdicios que se desprenden del proceso.

En la tercera parte se procesa la información con la que se caracteriza el sistema, mediante el uso de las métricas sigma y se establece el estado actual del proceso. Al llevar a cabo el análisis de Pareto se determinan los tipos de desperdicios que más impacto están aportando a la producción de los desperdicios en el proceso de generación (Pande y Holpp, 2002, p. 92) a estos residuos se les realiza un análisis con el fin de lograr proponer mejoras en la metodología y el sistema de control de las propuestas por implementar, de forma que sean sostenidas en el tiempo.

Existen muchas y diferentes herramientas que se pueden utilizar para la reducción de desperdicios de un producto y los costos asociados a estos, algunos ejemplos de ellos son las técnicas específicas de la manufactura esbelta y de la metodología Seis sigma como: el diagrama SIPOC (por sus siglas en inglés: Supplier – Inputs – Process – Outputs – Customers), el diagrama de flujo, la matriz QFD (por sus siglas en inglés: Quality Function Deployment), el método DMAIC que incluye las herramientas estadísticas en toda su gama, el diagrama espina de pescado, etc. (Gutiérrez Pulido y Vara Salazar, 2004, p. 139).

En términos generales el *Six Sigma* representa una métrica, una filosofía de trabajo y una meta. Como métrica, es una manera de medir el desempeño de un proceso en cuanto a su nivel de calidad con relación al producto o servicio y determinar si este se encuentra dentro de las especificaciones.



Como filosofía de trabajo, significa mejoramiento continuo de procesos y productos apoyados en la aplicación de la metodología DMAIC que involucra el uso de herramientas estadísticas, además de otras de apoyo (Jacobs y Chase, 2013, p. 288).

Como meta, un proceso con nivel de calidad *Six Sigma* significa estadísticamente tener un nivel de clase mundial al no producir servicios o productos defectuosos.

El proceso de *Six Sigma* se caracteriza por la aplicación de las cinco etapas concretas del modelo DMAIC (definir, medir, analizar, mejorar/ implementar y controlar).

- Definir el problema o el defecto.
- Medir y recopilar datos.
- Analizar los datos medidos.
- Mejorar por medio de un plan para implementar los rediseños y modificaciones en procedimientos existentes.
- Controlar y estandarizar la mejora.

D (Definir – *Define*)

En la fase Definir se documentan los procesos que la compañía tiene para ofrecer a sus clientes, se precisa cómo identifican las actividades que dan valor en cada proceso, se reconocen y se registran los requerimientos de los clientes, también los medios de información utilizados, tanto internos como externos, se elabora un mapa de flujo de valor, se delimitan los problemas potenciales por resolver, así como los objetivos que se busca alcanzar con el desarrollo del proyecto (Jacobs y Chase, 2013).

M (Medir – Measure)

La fase de medición consiste en la caracterización del proceso identificando los requisitos clave de los clientes, las características clave del producto y la recopilación de toda la información sobre el proceso, determinando así las características y parámetros clave (variables de entrada), también se determina qué y cómo medir (Felizzola Jiménez y Luna Amaya, 2014). A partir de esa caracterización se define el sistema de medida y se valora la capacidad del proceso. En esta etapa es necesario conocer cuáles variables del proceso son fundamentales para sus clientes y cómo son las mediciones que se le realizan a esos parámetros.

A (Analizar – Analyze)

En la fase de análisis el equipo reconoce los datos de resultados actuales e históricos. Se desarrollan y comprueban hipótesis sobre posibles relaciones causa-efecto utilizando las herramientas estadísticas pertinentes. De esta forma el equipo confirma los determinantes del proceso, es decir, las variables clave de entrada o “poco vitales” que afectan a las variables de respuesta del proceso. Analizar los datos recopilados facilita la determinación de las causas del problema que probablemente afecten la falta de estabilidad del proceso, como también al análisis del rendimiento actual para limitar el problema del mal funcionamiento de los procesos (Garza et al., 2016). En esta etapa se establecen nuevos objetivos y se crea el plan de mejora con su mapa y rutas para alcanzar el objetivo (Antony y Kumar, 2011).

I (Mejorar – *Improve*)

En la fase de mejora el equipo trata de determinar la relación causa-efecto (relación matemática entre las variables de entrada y la variable de respuesta que interese) para predecir, mejorar y optimizar el funcionamiento del proceso. Por último, se determina el rango operacional de los parámetros o variables de entrada del proceso (Sreedharan y Sunder, 2018, p. 899). Algunas de las preguntas claves en esta etapa son:

¿Las fuentes de variación dependen de un proveedor? Si es así, ¿cuáles son?

¿Quién es el proveedor? Y ¿Qué está haciendo para monitorearlas y/o controlarlas?

¿Qué relación hay entre los parámetros de medición y las variables críticas?

¿Interactúan las variables críticas? ¿Cómo lo definió? Muestre los datos ¿qué ajustes

sobre las variables son necesarios para optimizar el proceso? ¿Cómo los definió? presente los datos.

C (Controlar – *Control*)

La fase de control consiste en diseñar y documentar los controles necesarios para asegurar que lo conseguido mediante el proyecto *Six Sigma* se mantenga una vez que se hayan implementado los cambios (controlando las variables vitales). En la estandarización e integración de las mejoras al proceso se definen los mecanismos de control del proceso y se da cierre



al proyecto (Salazar y Gutiérrez Pulido, 2009). Cuando se han logrado los objetivos y la misión se dé por finalizada, el equipo informa a la dirección y se disuelve.

Algunas de las preguntas por tener en cuenta en esta etapa son:

Para las variables ajustadas ¿Qué tan exacto o preciso es su sistema de medición?

¿Cómo lo definió? Presente los datos ¿Qué tanto se ha mejorado el proceso después de los cambios? ¿Cómo lo define? Exponga los datos ¿Cómo hace que los cambios se mantengan? ¿Cómo monitorear los procesos? ¿Cuánto tiempo o dinero ha ahorrado con los cambios? ¿Cómo lo está documentando? presente los datos.

Resultados

Conceptualmente los resultados de los proyectos *Six Sigma* se obtienen por dos caminos. Los proyectos consiguen, por un lado, mejorar las características del producto o servicio, permitiendo obtener mayores ingresos, y por otro, el ahorro de costos que se deriva de la disminución de fallas o errores y de la disminución de tiempos de ciclo en los procesos.

Si el promedio de los datos del proceso es igual al valor meta, entonces el proceso está centrado, de lo contrario se dice que está desviado. El nivel de calidad puede ser expresado como k sigma, en donde k se obtiene al dividir la mitad de la tolerancia entre la desviación estándar del proceso. Por ejemplo, si tenemos un proceso con una meta de 100 y una tolerancia de más/menos 12, si la desviación estándar S , es igual a 4 el proceso tiene



un nivel de calidad de 3 sigma y si la desviación estándar es 2, el proceso tiene un nivel de calidad de *Six Sigma*.

Principios generales en los sistemas *Lean*

En la metodología *Lean Manufacturing* se han definido los siguientes principios:

- Identificar y eliminar funciones y procesos que no son necesarios.
- Eliminar inventarios a través del JIT (por su sigla en inglés *Just inTime*).
- Reducción de las estructuras de costos para mejorar las comunicaciones internas y externas causantes de actividades burocráticas.
- Reducir los tiempos de diseño del producto, como también el tiempo de ciclo de fabricación, identificando la corriente de valor y con la creación de un flujo continuo para evitar los cuellos de botella.
- Introducir continuamente los ajustes y cambios que se requieran para fabricar productos más robustos, confiables en su calidad y con eficiencia en su elaboración.
- Establecer los métodos y secuencias de control de calidad para garantizar y certificar la confiabilidad en los productos elaborados.
- Capacitar y empoderar al recurso humano en los procesos transversales, facilitando el aumento de la autonomía y flexibilidad en la toma de decisiones durante la elaboración de los procesos (Cuatrecasas Arbós, 2012).



- Facilitar la creación de canales de información que mejoren la interacción con el mundo exterior y adquisición de los avances tecnológicos que lideran la productividad y sostenibilidad de la empresa en los mercados.

Principios específicos en los sistemas *Lean*

La metodología hace énfasis en la aplicación de los principios actuando sobre el producto y los procesos, que se resumen en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1
Principios en los sistemas Lean.

Principios que impactan la producción	Principios que impactan el producto
Producción en pequeños lotes JIT.	Rápida sustitución de modelos de productos.
Mínimo inventario en proceso.	Expansiones frecuentes de modelos de productos.
Utilización de tarjetas Kanban.	Alto nivel de ingeniería en proveedores.
Alto nivel de subcontratación.	Jefe de proyectos de alta representatividad.
Empleados multidisciplinares.	Continuidad en equipos de diseño y dirección.
Uso selectivo de la automatización.	Sistemas de comunicación ágiles y directos.
Proceso continuo de mejora incremental.	Uso de expertos en diseño de útiles asistido por computador.
Sistemas de cambios rápidos.	Mejora continua incremental del producto.
Descentralización en la toma decisiones.	

Fuente: adaptado de Krajewski, Ritzman, Malhotra, y González (2013).

Beneficios de los sistemas *Lean*

En la Tabla 2.2. se presentan las actividades que se realizan en el proceso para la conformación de los beneficios de la metodología (Alexander, Antony, y Rodgers, 2019).

Tabla 2.2
Actividades y beneficios en los sistemas Lean.

Actividades	Beneficios
Fáciles formas de detención de inconformidad en los productos.	Disminución de los niveles de desperdicio.
Elaboración de programación sin cuellos de botella.	Reducción de los costos de producción (Reyes Aguilar, 2002).
Proveedores estratégicos con abastecimiento gradual.	Reducción del nivel de inventarios.
Método de fabricación tipo <i>Pull</i> (por pedido).	Reducción de los niveles de inventario previniendo la sobreproducción.
Recurso humano polifuncional en calidad, manufactura y mantenimiento.	Operación con menos recurso humano.
Sistema de mantenimiento preventivo, seguimiento a las tasas de rendimiento y de calidad.	Crecimiento de la eficiencia global y en los tiempos de entrega.
<i>Layout</i> de los procesos manteniendo flujo y secuencia.	Disminución de los tiempos de movimientos internos y transporte.

Fuente: Alexander, Antony y Rodgers (2019).



Desperdicios mortales

Se entiende como exceso o desperdicio toda aquella actividad que no agrega valor en un proceso (Krajewski et al 2013., p. 276), pero sí costo y trabajo, la metodología *Lean* ha identificado siete grandes desperdicios que son susceptibles de ser eliminados o reducidos (Ohno, 1988), a continuación se presentan las definiciones adaptadas del autor Ohno:

La sobreproducción

Se clasifica como sobreproducción a todas las actividades que hacen MÁS de lo requerido por el siguiente proceso, hacer la producción ANTES de lo requerido por el siguiente proceso, elaborar la producción más rápido de lo requiere el siguiente proceso. En resumen, producir cualquier cosa que no sea para usar o vender inmediatamente. Es decir, utilizar recursos en momentos y cantidades en los cuales el siguiente proceso o los clientes no los requieren.

La sobreproducción causa:

- Manipulación extra de los productos.
- Espacio extra para almacenar el producto.
- Equipo extra para procesar los productos que van para inventario.
- Más gastos por diligenciado de documentos extras.
- Más productos en inventario.
- Más horas hombre manipulando productos para inventario.





Las Esperas

La metodología ha identificado y definido que esperar no es una actividad que agregue valor al producto y es necesario eliminarse o reducirse para que no cause aumento de los costos. Se presentan tiempos ociosos u horas hombre adicionales cuando se tiene que esperar personal, materias primas esperando ser procesadas, mediciones, información, aprobaciones, ajustes adicionales en los equipos, línea de fabricación esperando reparaciones (Guerrero, 2016).

Algunas causas del tiempo de inactividad son (Asturias Corporación Universitaria, s. f.):

- Deficiente distribución de los equipos (*Layout*).
- Planificación desequilibrada.
- Procesos centralizados.
- Desequilibrios de capacidad o de la carga de trabajo.
- Tiempos de preparación de larga duración.
- Problemas en los procesos “aguas arriba” (calidad, “cuellos de botella”).
- Producción por lotes grandes.
- Mantenimientos no planificados.
- Mala utilización de la automatización.

El Transporte.

El modelo *Lean* considera que trasladar materiales por distancias mayores a lo estrictamente necesario (normalmente por error de *Layout*)





o por crecimiento no planificado de la empresa, es un desperdicio (Krajewski, et al., 2013, p. 277). También la ubicación o sitios de guardado de las herramientas, los materiales, la documentación pertinente al producto, las ordenes de producción, las muestras o prototipos, guías de fabricación o ensamble, planos o especificaciones que no están disponibles al momento de su utilización.

Reprocesos o sobreprocesamiento

La metodología define que realizar más operaciones de las necesarias en el producto (normalmente por error del proyecto del equipo o proceso) representa un desperdicio, realizar esfuerzos que no agregan valor al producto o servicio desde el punto de vista del cliente (interno o externo). Estas actividades causan desfase en la planificación y programación de la organización, generando incrementos en los tiempos de la programación.

Movimientos innecesarios o excesivos

La realización de cualquier movimiento más allá de lo necesario para realizar una operación que agregue valor, como por ejemplo esfuerzos excesivos (estirándose, agachándose, curvándose, volteándose, empinándose) se consideran desperdicios, se incluye la búsqueda de herramientas, piezas, documentos y materias primas. Algunas causas de movimientos innecesarios o excesivos son:

- Operaciones aisladas y deficiente distribución (*Layout*).
- Métodos de trabajo inconsistentes.
- Inestabilidad en las operaciones.



- Falta de entrenamiento y habilidades sin desarrollar.
- Baja efectividad de operarios o máquinas.
- Baja moral de los trabajadores.

Los defectos

La repetición del trabajo debido a un defecto es una de las causas más grandes de desperdicio, el producir materiales defectuosos genera actividades adicionales en el proceso como, la inspección, el retrabajo, los rechazos y la pérdida de productividad (Krajewski et al., 2013, p. 277). La metodología incorpora herramientas o técnicas, como el análisis de causa – raíz para asegurar acciones apropiadas en la búsqueda de la eliminación desde la fuente de los defectos presentados.

El exceso de inventario o material inmovilizado

Los altos inventarios de materias primas, productos en proceso y productos terminados son unas las causas que mayores desperdicios originan en la organización. Su efecto va directamente al flujo de caja de la organización, al incremento de los costos en el concepto seguros, al aumento de las áreas de almacenamiento, además que impactan y ocultan las ineficiencias de los procesos y el balance del sistema operativo.

Pasos para la implementación de la metodología

El *Lean Manufacturing* se materializa en la práctica a través de una amplia variedad de técnicas, muy diferentes entre sí, pueden implantarse de forma independiente o conjunta, atendiendo a las características



específicas de cada caso. Su aplicación debe ser objeto de un diagnóstico previo que establezca la hoja de ruta idónea. Las técnicas están agrupadas en tres grupos distintos, de modo tal que se pueda obtener una visión simplificada, ordenada y coherente de las mismas.

En un primer grupo están aquellas cuyas características, claridad y posibilidad real de implantación las hacen aplicables a cualquier circunstancia de empresa/producto/sector. Su enfoque práctico y, en muchas ocasiones, el sentido común, permite sugerir que deberían ser de “obligado cumplimiento”. En este primer grupo se encuentran las siguientes herramientas: las técnicas de calidad, las herramientas básicas (7) de calidad, los equipos de mejoramiento con sistemas de participación del personal, Las 5S, El sistema SMED, las lecciones de un punto, técnicas de control visual y el mapa de flujo de valor.

En un segundo grupo están aquellas técnicas que, aunque son aplicables a cualquier situación, exigen un mayor compromiso y cambio cultural de todas las personas, tanto directivos, mandos intermedios y operarios. En este segundo grupo se encuentran las siguientes herramientas: *Poka Yoke*, *Jidoka*, el Sistema de Mantenimiento Productivo Total (TPM), los sistemas de diseño, planeación y programación de los equipos (Tejeda, 2011, p. 286).

En un tercer grupo se encuentran las técnicas más específicas que cambian la forma de planificar, programar y controlar los medios de producción y la cadena logística. En este tercer grupo se encuentran las siguientes herramientas: Justo a tiempo (JIT), *Heijunka*, *Kanban* y Plan Sugerencias. Más allá del poder de estas técnicas, las acciones para



su implementación deben centrarse en el compromiso de la empresa para invertir en su personal y promover la cultura de la mejora continua (Tejeda, 2011, p. 287).

El pensamiento *Lean* implica una transformación cultural profunda, de manera que se empieza con un planteamiento modesto basado en pocas técnicas, incluso solo una, para generar un mini-éxito, es la manera correcta de afrontar inicialmente el conocimiento e implantación de las otras técnicas *Lean*. De cualquier forma, todo plan de acción debe plantearse a largo plazo, persiguiendo un cambio cultural que pase a formar parte del saber hacer de la empresa. Conseguir esta nueva cultura se basa en ideas como la eliminación sistemática de los desperdicios, la estandarización de los procesos, la capacitación de las personas y el mejoramiento continuo. Para conseguir una organización *Lean* se deben desarrollar las capacidades de las personas e involucrarlas en el pensamiento *Lean*. Los pasos para seguir la implementación son:

- 1. Definir el valor de cada producto.** Se define cómo identificar las actividades que durante el proceso transforman las materias primas, aunque no todas ellas aporten valor. Es decir, todo el tiempo que se está trabajando con el producto se añade a su costo, pero no necesariamente a su valor (se materializa mediante, asignación de un responsable del proyecto, capacitación del recurso humano, conformación de equipos de trabajo multidisciplinarios).
- 2. Identificar el flujo de valor del proceso.** Una vez definido el valor de cada producto se debe analizar el flujo de valor del proceso, es decir, entender cuándo, cómo y por qué se genera el valor



(Tejeda, 2011, p. 288), realizar una clasificación de las métricas direccionada a los aspectos visibles y basados en los resultados de rendimiento, objetivos de mejora y, establecimiento de sistemas de recompensas y reconocimiento al personal, todo esto, apoyados en indicadores como: tiempo de entrega, productividad, tiempo del proceso, espacio utilizado. El flujo de valor se define para un producto específico (o familia de productos) y comprende todas las actividades de planificación y producción por las que pasa dicho producto desde la recepción de las materias primas hasta llegar al cliente (se materializa con la elaboración del mapa de flujo de valor VSM).

- 3. Eliminar el desperdicio identificado.** Una vez identificados los pasos y flujos de creación del valor, se busca la forma de retirar del proceso de fabricación los pasos o actividades que no agregan valor (Análisis de resultados).
- 4. Impulsar el flujo de valor enfocado en el cliente sin interrupciones.** Eliminados los pasos que causan el desperdicio es más fácil lograr que las actividades de trabajo ocurran de forma continuada sin interrupciones. Para lograr el objetivo de conseguir un flujo continuo de trabajo se deben abandonar algunos enfoques tradicionales de trabajo en grandes lotes y enfocarse en trabajar de forma más flexible para ser capaces de diseñar y producir lo que el cliente desea en un preciso momento (Despliegue de herramientas *Lean*).
- 5. Equilibrar el trabajo mediante mejora continua.** Para seguir avanzando se debe distribuir el trabajo de manera homogénea



y equilibrar las distintas fases del proceso, sin olvidar que se debe prevenir la aparición de nuevos despilfarros implementando procesos *Lean* que se adapten a las necesidades del cliente y con cero defectos (Estableciendo plan de mejoras).

Herramientas y metodologías de la implementación

En este numeral se presentan en detalle las actividades a realizar para la implementación, al igual que las herramientas utilizadas en el primer grupo, las definiciones de cada una y unos ejemplos para su mejor entendimiento.

Definir el valor de cada producto

En este paso se tiene considerado que la implementación de la metodología se facilita si en la empresa se toman algunas de las alternativas que se indican, como la conformación de un equipo de mejora, la capacitación del recurso humano en el conocimiento de la metodología y la disponibilidad de laborar en diferentes áreas de la empresa y, finalmente, designar a una persona como responsable de la implementación.

El responsable asignado debe tener conocimiento de todo el proceso, tanto administrativo como el operativo, debe ser capaz de sincronizar los esfuerzos de cada grupo o área de la organización con el fin de conseguir el objetivo global. También debe tener el poder para hacer los cambios que se necesiten, en la medida que va identificando las situaciones en su visita diaria a la planta, aunque pueda afectar a varios departamentos.



Identificar el flujo de valor. Herramientas, métricas, fórmulas

En este punto se presentan las herramientas o técnicas más utilizadas en el primer grupo definido para la etapa de implementación y otras del segundo grupo bastante utilizadas. Las herramientas son:

El diagrama de Pareto (80/20): el diagrama de Pareto es un método empleado para organizar errores, problemas o defectos, con el propósito de ayudar a enfocar los esfuerzos y así encontrar la solución de problemas. Se basa en que el 80 % de los problemas de una empresa son el resultado de solo un 20 % de causas (Render y Heizer, 2007). El diagrama de Pareto se caracteriza por ser un tipo especial de gráfica de barras donde los valores graficados están organizados de mayor a menor. La metodología se emplea en procesos de manufactura, en procesos logísticos y en procesos de servicio, su uso permite identificar los defectos que se producen con mayor frecuencia, las causas más comunes de los defectos o las causas más frecuentes de quejas de los clientes.

La herramienta maneja como principio la “regla 80/20” lo cual significa que el 20 % de los clientes pueden generar el 80 % de los reclamos. En la representación gráfica de los datos, en un plano cartesiano, generalmente el eje Y de la izquierda es la frecuencia de ocurrencias, mientras que el eje Y de la derecha es el porcentaje acumulado del número total de ocurrencias. El eje X muestra las categorías de los defectos, quejas y desperdicios. Las ventajas y utilidades del diagrama se resumen en la Tabla 2.3.



Tabla 2.3
Ventajas y utilidades del diagrama de Pareto.

Ventajas del diagrama	Utilidades del diagrama
Ayuda a evitar que se empeoren algunas causas al tratar de solucionar otras causas menos significativas.	Determina fácilmente cuál es la causa clave de un problema.
Su visión grafica del análisis, lo hace más fácil de comprender, estimulando al equipo para continuar con las mejoras.	Se puede utilizar para investigar efectos o analizar causas.
Proporciona una visión sencilla y grafica de la importancia relativa de los problemas.	Permite comunicar fácilmente a otros miembros las conclusiones.
Permite centrarse en los aspectos cuya mejora tendrán más impacto, optimizando por lo tanto los esfuerzos.	Facilita interpretar cual será el objetivo de las acciones.

Fuente: adaptado de Alexander, Antony y Rodgers, 2019. Pasos para elaborar el diagrama de Pareto

1. Seleccionar los datos: determinar el periodo de tiempo al que se refieren los datos.
2. Agrupar los datos: se agrupan según categorías, de acuerdo con el criterio seleccionado.
3. Tabular los datos: comenzando por la categoría que contenga más elementos y siguiendo en orden descendente, calcular las frecuencias.



Hojas de recolección de datos: las hojas de recolección o registro de datos son documentos impresos con formas estructuradas que facilitan la recopilación de información, son previamente diseñadas con base en las necesidades y características de los datos que se requieren para medir y evaluar uno o varios procesos.

- Una hoja de registro es un formato preimpreso en el cual aparecen los ítems que se van a registrar, de tal manera que los datos puedan recogerse fácil y concisamente (Kume, 1992).
- Los objetivos principales de las hojas de recolección son:
- Facilitar la recolección de datos.
- Organizar automáticamente los datos de manera que puedan usarse con facilidad más adelante.
- Son el punto de partida para la elaboración de otras herramientas, como por ejemplo los Gráficos de Control, los Histogramas y las gráficas de Pareto.
- Los datos recolectados se organizan, estratifican y compilan para facilitar los análisis.
- Facilitar el inicio del pensamiento estadístico.
- Ayudar a traducir las opiniones en hechos y datos.

Los controles visuales: son un conjunto de técnicas de control y comunicación visual que tienen por objetivo facilitar a todos los empleados el conocimiento del estado del sistema y avance de las acciones de mejora (Alves y Alves, 2015).

La lección de un punto (LUP): también conocida como OPL por las siglas de los términos *One Point Lesson*, es una herramienta

de comunicación utilizada para la transferencia de conocimientos y habilidades simples o breves (Liker, 2006), se fundamenta en el aprovechamiento del capital intelectual de la organización, disminuyendo los tiempos y los costos de formación mediante la elevación del conocimiento y las habilidades de los colaboradores en cortos periodos de tiempo. Las LUP son poco complejas, pero deben ser revisadas y aprobadas.

Los sistemas de participación del personal (SPP) o los equipos de mejoramiento: consiste en un pequeño número de personas con Habilidades Complementarias que, con carácter temporal, están voluntariamente y durante largos períodos de tiempo, trabajando conjuntamente durante unas horas semanales para mejorar y perfeccionar sus procesos de trabajo. Los equipos utilizan métodos estructurados y parámetros de desempeño para su funcionamiento. Habitualmente sus actividades incluyen detectar problemas, analizarlos y proponer soluciones que se llevan a la práctica.

El sistema justo a tiempo (JIT): es un método de resolución Continua y Forzada de problemas, mediante un enfoque en la reducción del desperdicio y la eliminación de las actividades que no agregan valor al gestionar la disminución del tiempo de producción y el exceso de capacidad o de inventario. El justo a tiempo se relaciona con la calidad en tres formas (Render y Heizer, 2007):

- **JIT reduce el costo de la calidad:** esto ocurre porque el desperdicio, el trabajo repetido, la inversión en inventario y los costos por daños se relacionan de manera directa con el inventario que se tiene a mano. Como se tiene menos inventario con JIT,



los costos son menores. Además, el inventario oculta la mala calidad, mientras que el JIT la expone de inmediato.

- **JIT mejora la calidad:** en la medida que el JIT acorta el tiempo de entrega, mantiene fresca la evidencia del error y limita el número de fuentes potenciales de error. En efecto, el JIT crea un sistema de advertencia temprana de los problemas de calidad, tanto al interior de la empresa como con los vendedores.
- **Mejor calidad significa menos inventario y un mejor sistema JIT fácil de usar:** a menudo, el propósito de mantener un inventario es protegerse del mal desempeño de producción como resultado de una calidad poco confiable. Si existe una calidad constante, el JIT permite que las empresas reduzcan todos los costos asociados con el inventario.

Las 5 S: técnica utilizada para la mejora de las condiciones de trabajo de la empresa a través de una excelente organización, orden y limpieza en el puesto de trabajo.

Estandarización: técnica que persigue la elaboración de instrucciones escritas o gráficas que muestren el mejor método para hacer las cosas.

El sistema SMED: son Sistemas empleados para la disminución de los tiempos de preparación o puesta a punto de máquinas (Cabrera, 2012, pp. 141-159). Con esta herramienta se busca minimizar el tiempo invertido para cambiar de un producto a otro. Se han clasificado dos tipos de SMED, el interno y el externo.

El sistema *Jidoka*: es una técnica basada en la incorporación de sistemas y dispositivos que otorgan a las máquinas la capacidad





de detectar en qué momento se están produciendo errores. En esencia es un sistema de calidad que pretende asegurar que todas las unidades producidas cumplan las especificaciones dadas, porque en un sistema sin despilfarros, no se puede permitir el lujo de tener piezas defectuosas, ya que no está prevista la producción de piezas adicionales (Rajadell y Sánchez, 2010).

Sistema Heijunka: es un conjunto de técnicas que sirven para planificar y nivelar el recurso humano frente a la demanda fluctuante del cliente durante un periodo de tiempo determinado. (Cabrera, 2012, pp. 143 – 164), se conoce como producción nivelada. Los objetivos que persiguen las técnicas *Heinjunka* son las siguientes (Rajadell y Sánchez, 2010):

- Mejorar la respuesta frente al cliente. Con una producción nivelada, el cliente recibe el producto a medida que lo demanda, a diferencia de tener que esperar a que se fabrique un lote.
- Estabilizar la plantilla de la empresa al conseguir una producción nivelada.
- Reducir el inventario de materia prima y materia prima auxiliar, porque con la producción nivelada se produce en pequeños lotes y se facilitan los envíos frecuentes por parte de los proveedores.
- Reducir el inventario de producto acabado, porque con la producción nivelada existe tiempo de espera menor entre la producción y la demanda de un producto.
- Incrementar la flexibilidad de la planta. Una producción nivelada se adapta mejor a pequeñas variaciones que pueda experimentar la demanda.



Sistema *Kanban*: es un método de control y programación sincronizada de la producción basado en tarjetas o algún tipo de señal que pueden ser de tipo luminoso o señales de colores. (Japan Management Association, 1986). El *Kanban* se conoce como el sistema que tira la producción, basado en la garantía de alta calidad y la producción de las partes precisas en las cantidades necesarias en tiempos cortos y fiables en cada proceso. Para que esto sea una realidad se aplica una idea sencilla: un sistema de tirar la producción (*Pull*) mediante un flujo sincronizado, continuo y en lotes pequeños (Rajadell y Sánchez, 2010).

El mapa de flujo de valor (VSM): un mapa de valor es una representación gráfica de elementos de producción e información que permiten conocer y documentar el estado actual y futuro de un proceso (Krajewski, et al., 2013, p. 287). Es la base para el análisis del valor que se aporta al producto o servicio y es la fuente del conocimiento de las restricciones reales de una empresa, ya que permite visualizar las actividades QUE NO agregan valor al proceso (el desperdicio). Del mismo modo permiten conocer el tiempo asociado a dichas actividades, por consiguiente, también podemos identificar las actividades que agregan valor al proceso.

Según Madariaga (2013), la definición de los parámetros y forma de calcular los datos que se requieren para la elaboración del VSM actual son los siguientes (pp. 227-245):

- Familia de producto: se debe identificar el criterio de agrupación más apropiado considerando aquella familia con mayores impactos en el negocio, igualmente usando la información



referente a los requerimientos del cliente y su frecuencia (Krajewski, et al., 2013, p. 287).

- Tiempo de ciclo (TC): es el tiempo que tarda una unidad o parte de ella en salir de un proceso u operación, indica con qué frecuencia es producida una pieza.
- Tiempo de alistamiento a cambio (TM): es el tiempo que se tarda en cambiar de un tipo de producto a otro.
- Tiempo de ocupación u operación (TO): es el porcentaje de tiempo en que la maquina está ocupada en demanda, es decir el tiempo de ocupación real versus el tiempo potencial programado.
- Tiempo de trabajo disponible: es el tiempo disponible por turno en ese proceso en segundos. Este tiempo es el tiempo total menos descansos, tiempos de reunión, tiempos de capacitación, tiempos de limpieza y tiempos de mantenimiento programado.
- Días de inventario: El número de días de inventario para cada proceso o centro de trabajo es el resultado de dividir el nivel de inventario por el consumo o requerimiento diario de los clientes.

Pasos para elaborar el VSM

Identificar las familias de productos, usando la matriz producto-proceso.

- Establecer la simbología por usar y la nomenclatura.
- Identificar la secuencia del proceso para cada familia.
- Identificar el flujo de material de cada familia.
- Identificar el flujo de la información.




(a) Identificar la estrategia de cómo se produce *Push* o *Pull*.

Información para registrar en el VSM

- Conocer la demanda del cliente, los medios por los cuales solicita, la frecuencia y cantidad de los pedidos.
- Conocer los pronósticos utilizados para predecir la demanda y las necesidades de abastecimiento, los medios por los cuales se pide, la frecuencia y la cantidad de pedidos que se hacen hacia los proveedores.
- Elaborar el diagrama de flujo de los procesos con secuencias.
- Identificar los tiempos de ciclo de cada operación.
- Identificar la capacidad de cada proceso.
- Identificar la capacidad disponible en cada proceso.
- Identificar los tiempos de alistamiento en cada operación.
- Identificar el inventario en cada proceso.
- Identificar la capacidad total.
- Identificar los cuellos de botella, las restricciones de tamaños, diámetros calibres.
- Los símbolos usados para construir el VSM se presentan en las Tablas 2.4, 2.5, 2.6 y 2.7.


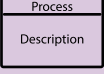
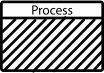

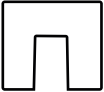
Tabla 2.4
Símbolos VSM de uso general.

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Estallido Kaizen (<i>Kaizen Lightning Burst</i>): se denomina “estallido” porque la idea es que usted reaccione cuando observe un problema, e inmediatamente, lo marque o resalte con este símbolo como posible mejora (Kaizen).
	Operario (<i>Operator</i>): para indicar el número de operarios que ejecutan una actividad.
	Otra información (<i>Other information</i>): caja de texto con marco para incorporar información adicional según sus necesidades.
	Línea de tiempo (<i>Timeline</i>): se ubica en la parte inferior del VSM para mostrar los tiempos de espera (no agregan valor) y los tiempos de procesamiento (agregan valor).
	Buque, Camión, Tren, Avión (<i>Boat, Truck, Rail, Air Shipment</i>): representan modalidades de transporte externo y deberían incorporar también, la frecuencia de los envíos (o despachos).
	Montacargas (<i>Move by Forklift</i>): representa un movimiento o transporte interno mediante montacargas.
	Almacén (<i>Warehouse</i>): representa un almacén interno o externo (Centro de Distribución).
	Tránsito directo (<i>Cross-Dock</i>): representa una plataforma <i>Cross-Docking</i> , en donde el tránsito de materiales cambia de vehículo coordinadamente.
	Órdenes (<i>Orders</i>): representa órdenes de compra.
	Centro de Control (<i>Control Center</i>): cuando se utiliza Kanban, este símbolo representa el centro de control de este.
	Problema de Calidad (<i>Quality Problem</i>): cuando en cualquier punto del proceso se ha identificado un problema de calidad.
	Nube (<i>Cloud</i>): representa las soluciones o mejoras o para destacar las sugerencias o ideas propuestas.

Fuente: adaptada del software especializado en VSM Lucidchart.





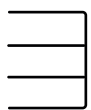

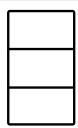


Tabla 2.5
Símbolos VSM para procesos.

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	<p>Cliente/Proveedor (<i>Customers/Supplier</i>): si se ubica en la parte superior del diagrama a su izquierda, representará proveedores, y a la derecha, clientes.</p>
	<p>Proceso dedicado (<i>Dedicated Process</i>): representa un departamento, actividad u operación del proceso. En su interior se incorpora el símbolo de operario y su cantidad y otra información relacionada.</p>
	<p>Proceso compartido (<i>Shared Process</i>): representa un departamento, actividad u operación del proceso que es compartido por otros mapas de flujo de valor.</p>
	<p>Caja de datos (<i>Data Box</i>): se ubican debajo de otros símbolos para incorporar información relacionada, por ejemplo, debajo del cliente, proveedor, de las operaciones, etc.</p>
	<p>Celda de trabajo (<i>Workcell</i>): representa a una Celda de Manufactura o conjunto de procesos integrados.</p>





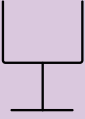




Fuente: adaptada del software especializado en VSM Lucidchart.

Tabla 2.6
 Símbolos VSM para materiales.

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Inventario (<i>Inventory Box</i>): representa el inventario acumulado entre dos procesos o el inventario almacenado. Se incluye en su parte inferior, la cantidad.
	Despachos (<i>Shipments</i>): representa los envíos de materiales de proveedores a la fábrica, o de productos terminados hacia los clientes.
	Flecha de empuje (<i>Push Arrow</i>): indica que el material que se traslada desde una actividad a la siguiente, es empujado (<i>Sistema Push</i>).
	Retirada de materiales (<i>Material Pull</i>): contrario al anterior, indica que el material solo se trasladará desde una actividad a la siguiente, si se solicita (<i>Sistema Pull</i>), lo que significa no habrá acumulamiento de inventario entre los procesos.
	Supermercado (<i>Supermarket</i>): representa un punto de Stock Kanban donde las actividades posteriores obtienen el inventario requerido mientras que las actividades anteriores realizan la reposición. Podría considerarse un <i>Buffer de Almacenamiento</i> .
	Carril FIFO (<i>FIFO Sequence</i>): indica un sistema <i>Primero en Entrar, Primero en Salir</i> , a manera de cola de espera. Se debe indicar la capacidad máxima de inventario (o de cola).
	Inventario de Seguridad (<i>Safety Stock</i>): indica un <i>stock de seguridad</i> para evitar posibles problemas que afecten el aprovisionamiento.

Fuente: adaptada del software especializado en VSM Lucidchart.

Tabla 2.7
Símbolos VSM para información.

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Información manual (<i>Manual Information</i>): indica que la información que fluye es manual (memos, informes, formatos). Debe indicarse la frecuencia en que se entrega la información.
	Información electrónica (<i>Electronic Information</i>): indica que la información que fluye se transmite de manera digital, como <i>Internet, Intranet, EDI</i> . Debe indicarse la frecuencia y cualquier otra información relevante.
	Kanban de Producción (<i>Production Kanban</i>): indica la producción necesaria (lote) para proveer de materiales a una etapa u operación posterior.
	Kanban de Retirada (<i>Withdrawal Kanban</i>): indica la cantidad de inventario requerido por una actividad u operación, desde un <i>Supermercado</i> hacia la operación.
	Kanban de Señalización (<i>Signal Kanban</i>): indica la producción necesaria cuando el inventario del <i>Supermercado</i> cae al mínimo.
	Ubicación del Kanban (<i>Kanban Post</i>): indica la ubicación para recolectar los <i>Kanban</i> , cerca del <i>Supermercado</i> . En un sistema de dos tarjetas, se usa para el intercambio entre las tarjetas de <i>producción</i> y <i>retirada</i> .
	Retirada Secuencial (<i>Sequenced Pull Ball</i>): provee instrucciones para la producción inmediata de subensambles.
	Nivelación de Carga (<i>Load Leveling</i>): agrupa <i>Kanban</i> con el fin de nivelar la variedad y el volumen de la producción.
	MRP/ERP (<i>MRP/ERP</i>): indica el uso de un sistema de <i>Planeación de Requerimientos de Materiales – MRP</i> o de <i>Planeación de Recursos Empresariales – ERP</i> .
	Observación (<i>Go See Production Scheduling</i>): cuando se recolecta información mediante la observación directa del proceso para tomar una decisión.
	Información Verbal (<i>Verbal Information</i>): cuando el flujo de información se transmite verbalmente.

Fuente: adaptada del software especializado en VSM Lucidchart.



Referencias

- Alexander, P., Antony, J. y Rodgers, B. (2019). Lean Six Sigma for small – and medium-sized manufacturing enterprises: a systematic review. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 36(3), 378-397. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-03-2018-0074>
- Alves, J. R. X. y Alves, J. M. (2015). Production Management Model Integrating the Principles of Lean Manufacturing and Sustainability Supported by the Cultural Transformation of a Company. *International Journal of Production Research*, 51(11), 1–14
- Asturias Corporación Universitaria, s.f., Definición y principios del Lean Management, https://www.centro-virtual.com/recursos/biblioteca/pdf/dgp_gestion_calidad/clase6_pdf1.pdf
- Antony, J., y Kumar, M. (2011). *Lean Six Sigma: Research and practice*. bookboon.com.
- Cabrera, R. (2012). *Manual de Lean Manufacturing*. Editorial Académica Española
- Cuatrecasas Arbós, L. (2012). *Organización de la producción y dirección de operaciones*. Ediciones Díaz de Santos
- Drohomeretski, E., Gouvea da Costa, S. E., Pinheiro de Lima, E. y Garbuio, P. A. da R. (2014). Lean, Six Sigma and Lean Six Sigma: an analysis based on operations strategy. *International Journal of Production Research*, 52(3), 804-824. <https://doi.org/10.1080/00207.543.2013.842015>
- Escalante Vázquez, E. J. (2010). *Seis-Sigma. Metodología y Técnicas*. Limusa.

- Felizzola Jiménez, H. y Luna Amaya, C. (2014). Lean Six Sigma en pequeñas y medianas empresas: un enfoque metodológico. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 22(2), 263-277. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718.330.5201400.020.0012>
- Garza Ríos, R. C., González Sánchez, C. N., Rodríguez González, E. L., y Hernández Asco, C. M. (2016). Aplicación de la metodología DMAIC de Seis Sigma con simulación discreta y técnicas multicriterio. *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, 22, 19-35.
- Guerrero, J. (2016). Lean es Lean: Principios y herramientas del Lean Manufacturing simples, claros y prácticos. [Leanroots.com](http://leanroots.com)
- Gutiérrez Pulido, H. y Vara Salazar, R. de la. (2004). Control estadístico de calidad y Seis Sigma. Mc Graw Hill.
- Hamid Tohidi, K. K. (2012). Six Sigma Methodology and its Relationship with Lean Manufacturing System. 2012, 6(2), 895-906.
- Hernández, J. C., y Vizán, A. (2013). Lean manufacturing. Conceptos, técnicas e implantación. https://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:80094/EOI_LeanManufacturing_2013.pdf
- Jacobs, R. y Chase, R. (2013). Administración de operaciones. Producción y cadena de suministros (13a ed.). http://www.ingebook.com/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=5647
- Japan Management Association. (1986). Kanban Just-in Time at Toyota: Management Begins at the Workplace. Productivity Press
- Kume, H. (1992). Herramientas Estadísticas Básicas para el Mejoramiento de la Calidad. Norma

- Krajewski, L. J., Ritzman, L. P., Malhotra, M. K. y González Osuna, M. (2013). Administración de operaciones: procesos y cadena de suministro (10a ed.). http://www.biblioeco.unsa.edu.ar/pmb/opac_css/index.php?lvl=notice_display&id=24290
- Madariaga, F. (2013). Lean manufacturing. Exposición adaptada a la fabricación repetitiva de familias de productos mediante procesos discretos. Bubok Publishing S.L.
- Mohd Salleh, N. A., Kasolang, S. y Jaffar, A. (2011). Lean TQM Automotive Factory Model System. World Academy of Science, Engineering and Technology, (55), 627-633.
- Liker, J. (2006). Las claves del éxito de Toyota. <http://docshare01.docshare.tips/files/23779/237799799.pdf>
- Lucidchart Software. (2019). <https://www.lucidchart.com/>
- Pande, P. y Holpp, L. (2002). ¿Qué es Seis Sigma? <https://www.casadellibro.com/libro-que-es-seis-sigma/978.844.8136307/831137>
- Pérez, J. (2011). El avión de la muda: herramienta de apoyo a la enseñanza-aprendizaje práctico de la manufactura esbelta Airplane of the muda : support tool for the teaching-learning experience of lean manufacturing. Revista Facultad Ingeniería, 58(58), 173-182.
- Rajadell, M. y Sánchez, J. L. (2010). Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad. <http://www.editdiazdesantos.com/wwwdat/df/978.847.9789671.pdf>
- Render, B. y Heizer, J. (2007). Administración de la producción. Pearson Prentice Hall
- Salazar, R. D. y Gutiérrez Pulido, H. (2009). Control estadístico de calidad y seis sigma. McGrawHill

- Sarria Yepez, M. P., Fonseca Villamarin, G. A., y Bocanegra, C. (2017). Modelo metodológico de implementación de Lean Manufacturing. Escuela de Administración de Negocios EAN, (83), 51-71.
- Sreedharan V, R., y Sunder M, V. (2018). A novel approach to Lean six sigma project management: a conceptual framework and empirical application. *Production Planning & Control*, 29(11), 895-907. <https://doi.org/10.1080/09537.287.2018.1492042>
- Tejeda Sophie, A. (2011). Mejoras de Lean Manufacturing en los sistemas productivos. *Ciencia y sociedad*, XXXVI(2), 276-310. <https://www.redalyc.org/pdf/870/870.197.57005.pdf>
- Taiichi Ohno: *Toyota Production System*, 1988. CRC Press.
- Todorut, A. V., Rabontu, C. I., y Cîrnu, D. (2010). Lean Management – The way to a performant enterprise. *Annals of the University of Petrosani, Economics*, 10(3), 333-340

CAPÍTULO 3

Contexto del Sector Calzado, Cuero y Marroquinería

Mónica Patricia Sarria Y.

Alexander Aragón Ch.



La Fundación Universitaria Católica Lumen Gentium (Unicatólica) y la Universidad Autónoma de Occidente (UAO), conscientes de la necesidades de este sector y en función de cumplir con uno de los ejes de su Misión institucional de impactar el medio social en que se desarrollan, deciden unir esfuerzos y estructurar un proyecto de investigación aplicada que vele por mejorar la productividad del sector, ya que según el Programa de Transformación Productiva y la Universidad del Rosario, las pyme de la cadena productiva del cuero no cuentan con las condiciones productivas y los encadenamientos necesarios para mantener su participación en el mercado local y competir en mercados internacionales. Dicha problemática se deriva de varias causas, de las cuales el proyecto conjunto Unicatólica-UAO se centra en el “débil sistema de gestión productivo en las empresas con ausencia visible de liderazgo, conocimiento técnico y aplicación de métodos”.

En este contexto, como resultado del proyecto se ha diseñado el modelo *Lean Six Sigma*, presentado en la Figura 3.1, que describe las etapas de implementación mediante una conexión entre las etapas de *Lean Manufacturing* y el Ciclo de Mejoramiento PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar), con las de *Six Sigma* y su Ciclo de Mejoramiento DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar), a su vez, identificando algunas de las herramientas más utilizadas.



Figura 3.1
Modelo Lean Seis Sigma – MimoLeanSS.

MODELO LEAN SEIS SIGMA – MimoLeanSS			
LEAN MANUFACTURING Eliminar los Desperdicios – Enfoque en el Flujo	HERRAMIENTAS	SEIS SIGMA Reducción de la Variabilidad – Enfoque en el Problema	
<p> Identificar Valor Flujo de Valor Flujo de Manufactura </p> <p>1. Determinar Productos que satisfacen en Precio y Tiempos específicos</p> <p>2. Determinar las secuencias de actividades que contribuyen al valor</p> <p>3. Determinar las actividades que no aportan valor pero que son necesarias.</p> <p>4. Determinar las actividades que no aportan ningún tipo de valor.</p> <p> Just-In-Time </p> <p>1. Pull</p> <p>2. Takt Time</p>	<p>P</p>	<p>Encuesta valoración interna.</p> <p>Matriz de Priorización</p> <p>Tormenta de Ideas</p> <p>VSM/BPMN</p> <p>SIPOC</p>	<p>D</p> <p> Definir – Define Expectativas del Cliente </p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar los procesos críticos a mejorar 2. Definir el Equipo de Trabajo y Cronograma 3. Seleccionar y caracterizar el producto. 4. Definir el Mapa del Proceso 5. Establecer métricas financieras actuales.
		<p>Diagrama Ishikawa</p> <p>Árbol de Problema</p> <p>Nivel Sigma</p> <p>VSM Actual</p>	<p>M</p> <p> Medir – Measure Frecuencia de los defectos </p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Seleccionar las Características de Calidad e identificar su situación actual 2. Identificar las Causas y Efectos 3. Identificar estándares de desempeño frente a los estándares internacionales. 4. Recolectar datos, análisis del sistema de medición
		<p>Diagrama Pareto</p> <p>Diagrama Dispersión</p> <p>Cartas de Control</p> <p>VSM Futuro</p>	<p>A</p> <p> Analizar – Analyze Por qué, Cuando y Donde Ocurren </p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Establecer la Capacidad del Proceso 2. Definir los objetivos de desempeño 3. Identificar las fuentes de variación

Continuación Figura 3.1 Modelo Lean Seis Sigma – MimoLeanSS.

MODELO LEAN SEIS SIGMA – MimoLeanSS				
<p> Mejorar el Flujo de Valor Control del Proceso, Logística </p> <p>1. Minimizar lotes, colas , tiempos en transporte</p> <p> Heijunka Jidoka </p> <p>1. Suavizar el volumen de producción para reducir la variación</p> <p>2. Estandarización del Trabajo</p> <p>3. Las 5 eses - Etiquetado</p>	H	<p>5's</p> <p>JIT</p> <p>Kanban</p> <p>SMED</p> <p>Takt Time</p> <p>Métodos Programación</p>	I	<p> Mejorar – Improve Cómo mejorar el proceso </p> <p>1. Intervenir las causas potenciales</p> <p>2. Identificar relación entre variables</p> <p>3. Establecer las tolerancias de operación</p>
<p> Buscar la Perfección Métricas </p> <p>1. Mejoramiento continuo para eliminar desperdicios.</p> <p> Kaizen </p> <p>1. Mejoramiento Continuo</p>	V	<p>Kaizen</p> <p>OEE</p>	C	<p> Controlar – Control Cómo mantener la mejora </p> <p>1. Definir un Sistema de Medición</p> <p>2. Determinar la Capacidad del Proceso</p> <p>3. Implementar el Control del Proceso</p>

Fuente: elaboración propia.



En este proyecto de mejora denominado MIMOLEANSS (Metodología de Implementación de un Modelo *Lean Six Sigma*), participaron seis investigadores de las diferentes áreas relacionadas con los procesos industriales, los cuales hicieron el acompañamiento a las empresas seleccionadas como piloto para la implementación.

La metodología para la implementación del modelo de mejoramiento de productividad utilizando *Lean Six Sigma* se llevó a cabo en 21 pyme de la cadena productiva del cuero de Cali, donde inicialmente la selección de algunas de las empresas participantes se realizó con una activa colaboración de la Asociación Colombiana de Industriales del Calzado, el Cuero y sus Manufacturas – ACICAM.

En la Figura 3.2 se ilustra la línea de tiempo del proyecto, destacando la metodología DMAIC, los tiempos de desarrollo del proyecto para las dos universidades participantes, así como participaciones en eventos y estudiantes de las dos universidades que completaron sus trabajos de grado.

Figura 3.2
Metodología DMAIC proyecto MimoLeanSS.

Metodología	<p>Contacto, envío de información (Plagable y Video), programación de reunión. Reunión Inicial con las Directivas de la Empresa. Presentación de la metodología - Conceptos Clave. Firma Documentos Compromiso y Declaración Confidencialidad.</p>	<p>Identificar los procesos críticos a mejorar Definir el Equipo de Trabajo y Cronograma Selección y caracterizar el producto. Definir el Mapa del Proceso Establecer métricas financieras actuales.</p>	<p>Seleccionar las Características de Calidad e identificar su situación actual Identificar las Causas y Efectos Identificar estándares de desempeño frente a los estándares internacionales. Recolectar datos, análisis del sistema de medición</p>	<p>Establecer la Capacidad del Proceso Definir los objetivos de desempeño Identificar las fuentes de variación</p>	<p>Intervenir las causas potenciales Identificar relación entre variables Establecer las tolerancias de operación</p>	<p>Definir un Sistema de Medición Determinar la Capacidad del Proceso Implementar el Control del Proceso</p>	<p>Preparación Informe Final Entrega de resultados</p>	
	Caracterización del Sector Vinculación de Empresas	DEFINIR	MEDIR	ANALIZAR	MEJORAR	CONTROLAR	INFORMES	
Ejecución Proyecto Universidad Católica Lumen Gentium								
Ejecución Proyecto Universidad Autónoma de Occidente								
Tiempo	JUN JUL AGO SEP OCT NOV DIC	ENE FEB MAR ABR MAY JUN JUL AGO	SEP OCT NOV DIC	ENE FEB MAR ABR	MAY JUN JUL AGO	SEP OCT NOV DIC	ENE FEB MAR ABR MAY JUN	
	2016	2017			2018		2019	
Eventos	<p>Adaptación de Herramientas Lean Six Sigma en PyME del sector cuero, calzado y marroquinería del Valle del Cauca, Colombia. Ponencia: V Congreso Internacional de la Red Universidad-Empresa ALCUTE, Lima, Perú</p>		<p>Implementación de herramientas de Lean Six Sigma que propendan por la disminución de las actividades que no agregan valor en el proceso productivo de una PyME proveedora del sector calzado, cuero y marroquinería de la ciudad de Cali. XX Encuentro Nacional y XIV Internacional de Semilleros de Investigación INESI 2017, Barranquilla, Colombia</p>		<p>Transferencia de conocimiento de universidades locales para el mejoramiento de procesos productivos en empresas MIPYME de calzado en Cali - Colombia Ponencia: V Congreso Internacional de la Red Universidad-Empresa ALCUTE, Lima, Perú</p>		<p>Aplicación de un modelo Lean Six Sigma orientado a la mejora de la productividad en empresas de calzado en la ciudad de Cali (5 proyectos). II Encuentro Nacional de Semilleros de Investigación en Ingeniería Industrial - INSIH 2018, Bogotá</p>	
	Julian A. Tamayo		Steven Aroca, Leslie Pacheco		Nathalia Rodriguez, Ana M. Rubiano		Erika T. Flores, Pedro A. Arce	
Trabajo de Grado					Mónica M. Agudelo		Giancarlo Narváez	
					Alejandro Castillo		Vanessa Cardona	
				Diana B. Rojas		Cristian C. Gomez		
				Sebastián Perdomo		Leandro E. Montaño, Miguel S. Jurado		

Fuente: elaboración propia.





El trabajo se realizó en tres etapas que comenzaron con un diagnóstico, para luego pasar a la etapa de implementación de las propuestas presentadas a los gerentes y seleccionadas por ellos, finalmente se validó la metodología para la implementación del modelo.

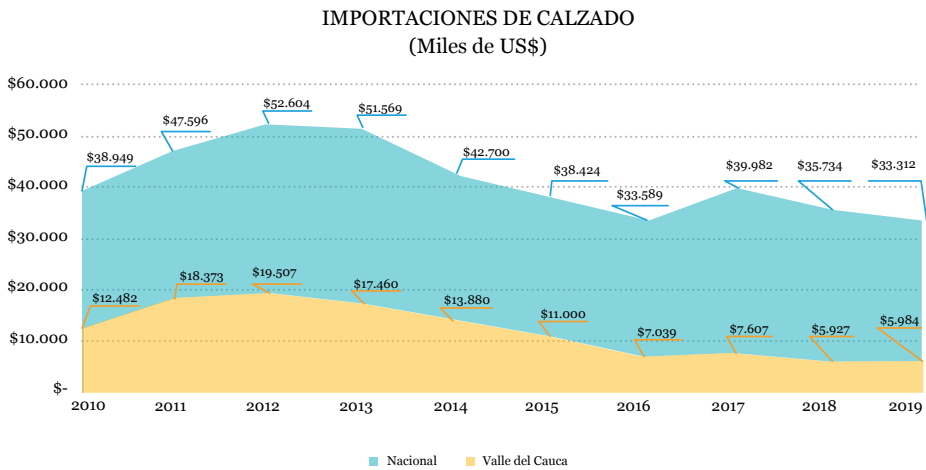
A continuación, se presenta el contexto del sector industrial de Colombia que entre los años 2017 y 2019 ha estado inmerso en la incertidumbre política por el proceso de paz y las elecciones que, como consecuencia generaron una percepción negativa en el clima de los negocios de las empresas del país. Adicionalmente los principales obstáculos que enfrentaron los empresarios colombianos, según la Encuesta de Opinión Industrial Conjunta-EOIC (ANDI, 2018), fueron la falta de demanda, el costo del suministro de las materias primas, las estrategias agresivas de precio y comercialización, volatilidad de la tasa de cambio, contrabando, incertidumbre tributaria, infraestructura inadecuada, así como altos costos logísticos y la falta de capital de trabajo.

La industria del calzado

A partir de datos de la *Coordinación de Inteligencia Competitiva del Programa de Transformación Productiva (CIC-PTP)*, con base en fuentes oficiales y disponibles en el portal *Mapa Regional de Oportunidades*, se puede observar (Figura 3.3) que las exportaciones de calzado a nivel nacional vienen en declive desde el año 2012, cayendo en un 63 %; este comportamiento se refleja de la misma manera en las exportaciones del Valle del Cauca para dicha industria, pero con un declive del 31 %.

Las exportaciones vallecaucanas representan aproximadamente el 27 % de las exportaciones nacionales y sus destinos principales son Ecuador, Estados Unidos, México, Perú y Chile.

Figura 3.3
 Exportaciones de Calzado Colombia/Valle del Cauca (2010-2019).



Importaciones de Calzado (miles USD\$)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Nacional	\$38.949	\$47.596	\$52.604	\$51.569	\$42.700	\$38.424	\$33.589	\$39.982	\$35.734	\$33.312
Valle del Cauca	\$12.482	\$18.373	\$19.507	\$17.460	\$13.880	\$11.000	\$7.039	\$7.607	\$5.927	\$5.984

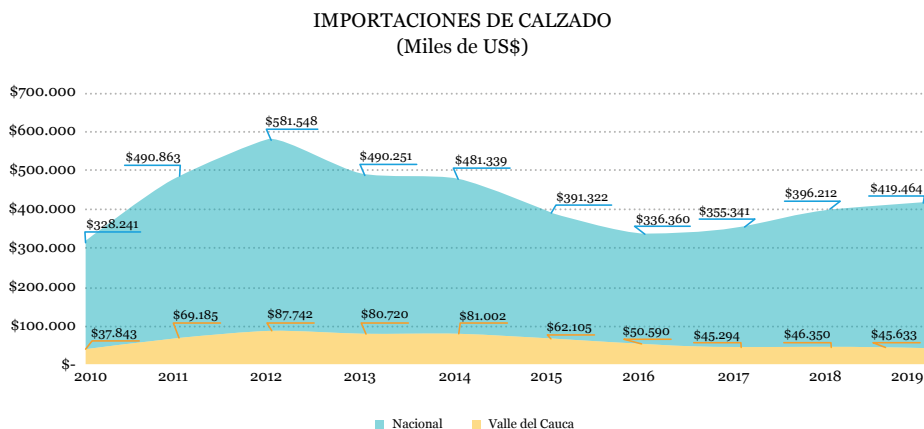
Fuente: elaboración propia con datos de Mapa Regional de Oportunidades (2019).

En cuanto a las importaciones de calzado, en la Figura 3.4 se observa cómo estas se han visto también afectadas desde el año 2012, cayendo en un 72 % a nivel nacional, y en un 52 % en el Valle del Cauca.

Las importaciones vallecaucanas representan aproximadamente el 14 % de las importaciones nacionales, y su origen principal son China, Vietnam, India, Francia y Brasil en 2019.



Figura 3.4
 Importaciones de Calzado Colombia/Valle del Cauca (2010-2019).

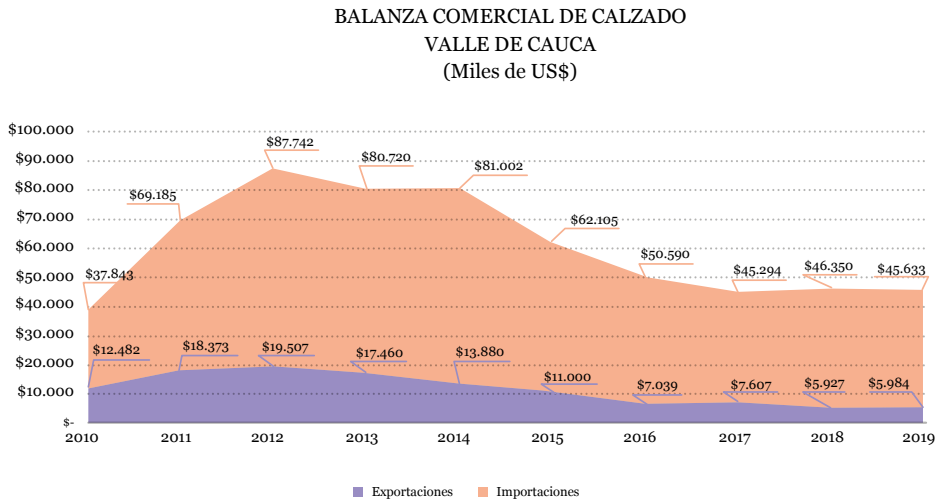


Importaciones de Calzado (miles USD\$)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Nacional	\$328.241	\$490.863	\$581.548	\$490.251	\$481.339	\$391.322	\$336.360	\$355.341	\$396.212	\$419.464
Valle del Cauca	\$37.843	\$69.185	\$87.742	\$80.720	\$81.002	\$62.105	\$50.590	\$45.294	\$46.350	\$45.633

Fuente: elaboración propia con datos de Mapa Regional de Oportunidades (2019).

Ahora, comparando la balanza comercial del sector calzado en el Valle del Cauca, se observa en promedio una diferencia aproximada del 80 %, lo que demuestra que son más las importaciones que las exportaciones (Figura 3.5), información recopilada para los mismos ítems CIU indicados anteriormente.

Figura 3.5
Exportaciones / Importaciones de Calzado en el Valle del Cauca (2010 – 2019).



Calzado (miles USD\$)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Exportaciones	\$12.482	\$18.373	\$19.507	\$17.460	\$13.880	\$11.000	\$7.039	\$7.607	\$5.927	\$5.984
Importaciones	\$37.843	\$69.185	\$87.742	\$80.720	\$81.002	\$62.105	\$50.590	\$45.294	\$46.350	\$45.633

Fuente: elaboración propia con datos de Mapa Regional de Oportunidades (2019).

Si bien, el impacto visto en las importaciones del sector a partir del año 2012 se puede explicar gracias al Decreto 074 de enero de 2013, por el cual se modifica parcialmente el Arancel de Aduanas (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo) que las reguló, con el ánimo de proteger la producción nacional, se observa también un impacto negativo en la producción local, pues los compradores, por el aumento en los precios del calzado importado, tampoco han decidido adquirir en su reemplazo, calzado nacional, y en cuanto a las exportaciones, se destaca que el principal socio comercial del Valle del Cauca era en su momento, Venezuela.



La industria de la marroquinería

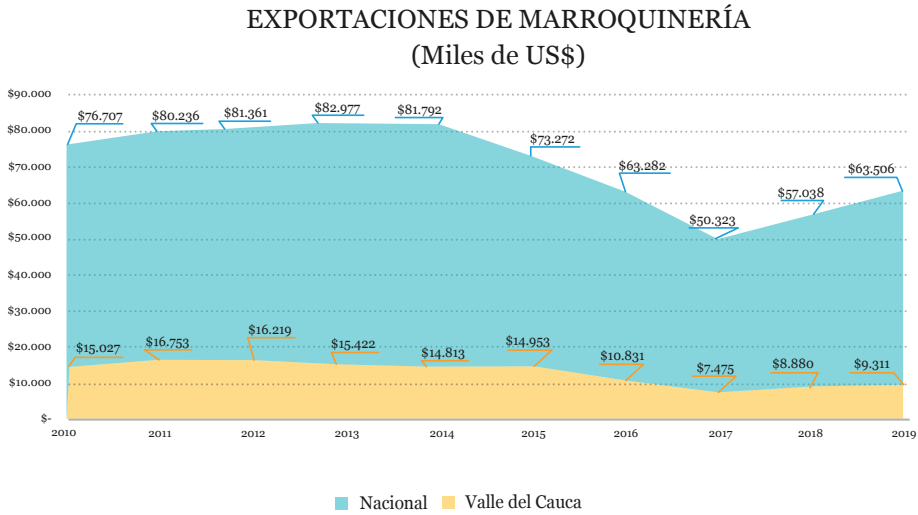
Al observar el sector de marroquinería a nivel nacional, se evidencia que sus exportaciones superan a las del calzado (Figura 3.6). Las exportaciones vallecaucanas representan aproximadamente un 18 % del total nacional y estas se mantuvieron estables entre los años 2010 y 2015 cuando empezaron a caer, hasta el año 2017 donde se observa de nuevo un aumento, según datos en 2019.

Los principales destinos de las exportaciones de marroquinería del Valle del Cauca son Estados Unidos, Reino Unido, Corea del Sur, Emiratos Árabes Unidos y Japón en 2019.

Indicamos también que la información sobre exportaciones e importaciones del sector aquí mencionadas, la conforman la clasificación CIIU 1931 – *Fabricación de artículos de viaje, bolsos de mano y artículos similares elaborados en cuero, y fabricación de artículos de talabartería y guarnicionería, adobo y teñido de pieles.*



Figura 3.6
 Exportaciones de Marroquinería Colombia/Valle del Cauca (2010 – 2019).



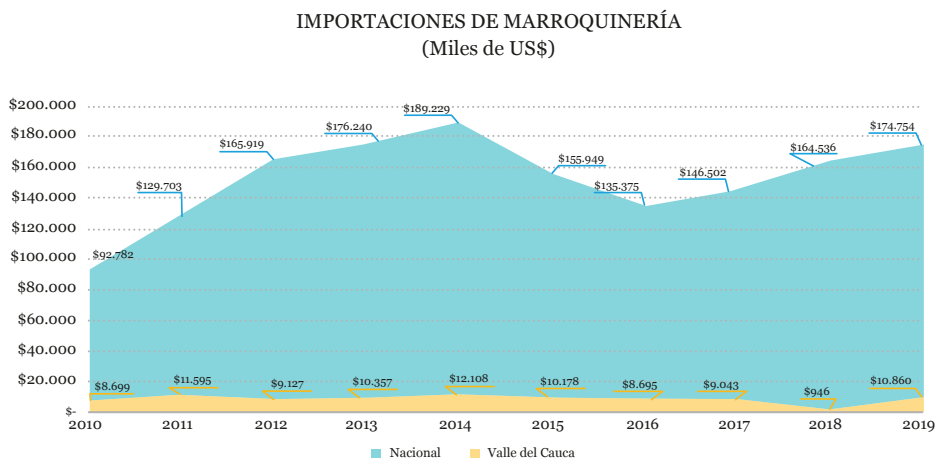
Exportaciones de Marroquinería (miles USD\$)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Nacional	\$76.707	\$80.236	\$81.361	\$82.977	\$81.792	\$73.272	\$63.282	\$50.323	\$57.038	\$63.506
Valle del Cauca	\$15.027	\$16.753	\$16.219	\$15.422	\$14.813	\$14.953	\$10.831	\$7.475	\$8.880	\$9.311

Fuente: elaboración propia con datos de Mapa Regional de Oportunidades (2019).

Respecto a las importaciones, existe una diferencia importante entre las nacionales y las vallecaucanas, pues estas últimas representan aproximadamente solo un 6.2 % (Figura 3.7), las cuales provienen principalmente de China, Estados Unidos, Hong Kong e Italia en 2019.



Figura 3.7
 Importaciones de Marroquinería Colombia/Valle del Cauca (2010 – 2019).

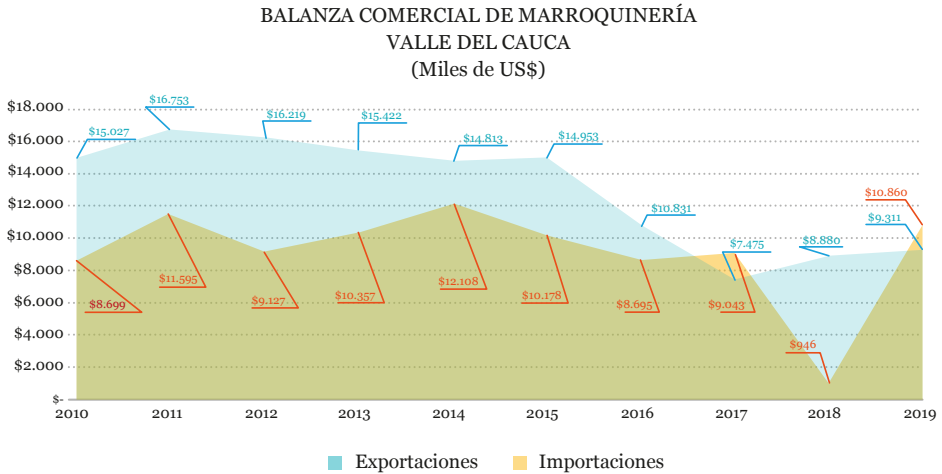


Exportaciones de Marroquinería (miles USD\$)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Nacional	\$92.782	\$129.703	\$165.919	\$176.240	\$189.229	\$155.949	\$135.375	\$146.502	\$164.536	\$174.754
Valle del Cauca	\$8.699	\$11.595	\$9.127	\$10.357	\$12.108	\$10.178	\$8.695	\$9.043	\$946	\$10.860

Fuente: elaboración propia con datos de Mapa Regional de Oportunidades (2019).

Comparando la balanza comercial del sector marroquinería en el Valle del Cauca, se observa en promedio una diferencia aproximada del 72 %, pero contrario al sector calzado, las exportaciones (producción local) son mayores que las importaciones (Figura 3.8), información recopilada para los mismos ítems CIU indicados anteriormente para este sector.

Figura 3.8
Exportaciones / Importaciones de Marroquinería en el Valle del Cauca (2010 – 2019).



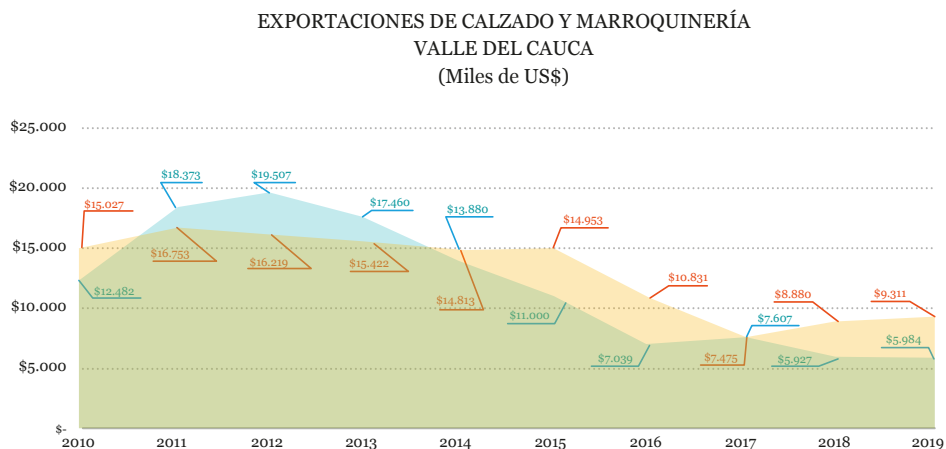
Marroquinería (miles USD\$)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Nacional	\$15.027	\$16.753	\$16.219	\$15.422	\$14.813	\$14.953	\$10.831	\$7.475	\$8.880	\$9.311
Valle del Cauca	\$8.699	\$11.595	\$9.127	\$10.357	\$12.108	\$10.178	\$8.695	\$9.043	\$9.46	\$10.860

Fuente: elaboración propia con datos de Mapa Regional de Oportunidades (2019).

Ahora, si comparamos los dos sectores para el Valle del Cauca, en cuanto a exportaciones podemos decir que estas son equiparables como se aprecia en la Figura 3.9, mientras que, en las importaciones, el calzado es considerablemente superior (Figura 3.10).



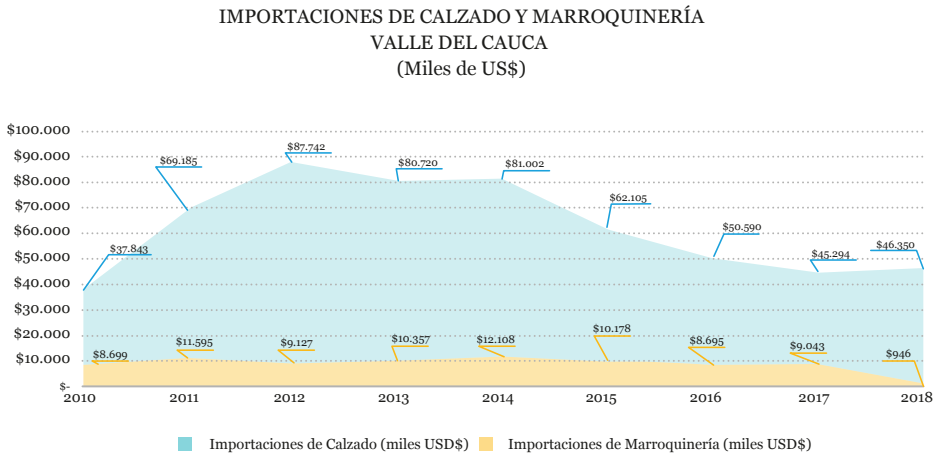
Figura 3.9
Exportaciones Calzado y Marroquinería en el Valle del Cauca (2010 – 2019).



Comercio Internacional Valle del Cauca	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Exportaciones Calzado (miles USD\$)	\$12.482	\$18.373	\$19.507	\$17.460	\$13.880	\$11.000	\$7.039	\$7.607	\$5.927	\$5.984
Exportaciones Marroquinería (miles USD\$)	\$15.027	\$16.753	\$16.219	\$15.422	\$14.813	\$14.953	\$10.831	\$7.475	\$8.880	\$9.311

Fuente: elaboración propia con datos de Mapa Regional de Oportunidades (2019).

Figura 3.10
 Importaciones Calzado y Marroquinería en el Valle del Cauca (2010 – 2019).



Comercio Internacional Valle del Cauca	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Importaciones Calzado (miles USD\$)	\$37.843	\$69.185	\$87.742	\$80.720	\$81.002	\$62.105	\$50.590	\$45.294	\$46.350	\$45.633
Importaciones Marroquinería (miles USD\$)	\$8.699	\$11.595	\$9.127	\$10.357	\$12.108	\$10.178	\$8.695	\$9.043	\$946	\$10.860

Fuente: elaboración propia con datos de Mapa Regional de Oportunidades (2019).

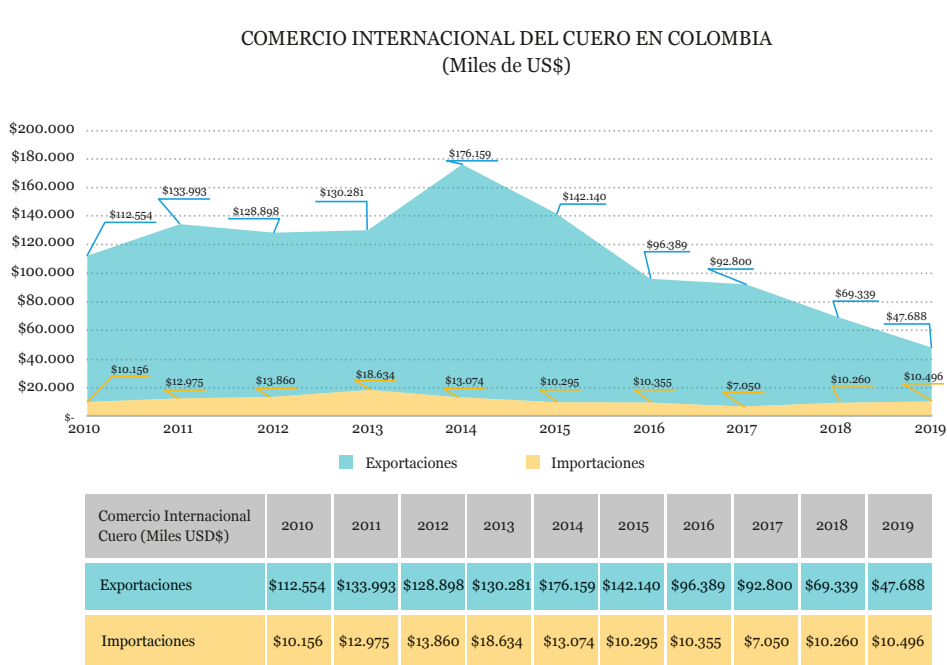
La industria del cuero

Las exportaciones de la industria del cuero nacional muestran también un declive desde el año 2014 (Figura 3.11), aunque las importaciones han mantenido cierta estabilidad, representadas en promedio por un 89 % menos que las exportaciones.

Según este contexto, la industria nacional de cuero no solo provee en buena medida de las materias primas al sector de calzado y marroquinería del país, sino que se exporta una importante cantidad.



Figura 3.11
Comercio internacional de Cuero en Colombia (2010 – 2019).

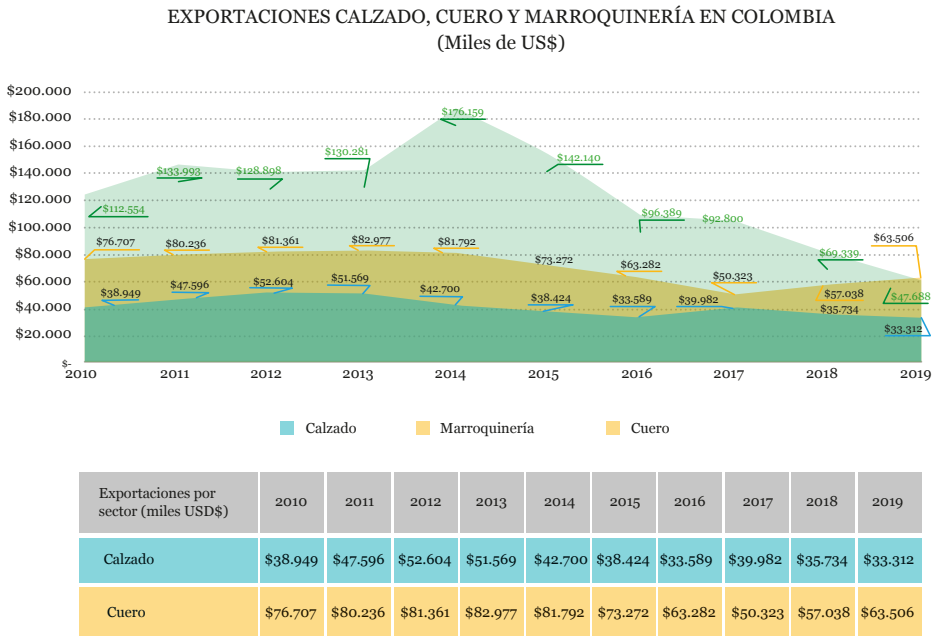


Fuente: elaboración propia con datos de Mapa Regional de Oportunidades (2019).

En la Figura 3.12 se observa un comparativo de las exportaciones conjuntas de calzado, cuero y marroquinería entre los años 2010 y 2019, donde es claro que la demanda internacional de cuero, superaba ampliamente a la de artículos terminados en calzado y marroquinería, situación ventajosa para dicho sector, pero con tendencia al declive como puede observarse en 2018 y 2019, sin embargo, al revisar el comparativo de las importaciones para los mismos sectores (Figura 3.13), la situación no es tan prometedora, por cuanto las importaciones de productos terminados en calzado, superan ampliamente las materias primas para su fabricación local.

Estos análisis llevan a pensar que si las políticas para proteger el sector definitivamente no han tenido el impacto esperado, y si además, se considera el impacto negativo del contrabando en la industria nacional (sin considerar la situación de pandemia en 2020), se justifica la necesidad de que en las pequeñas empresas, se mejoren sus procesos productivos en busca de la reducción de costos sin afectar la calidad, de tal manera que se puedan ofrecer mejores precios y posibilidades de incursionar en mercados internacionales.

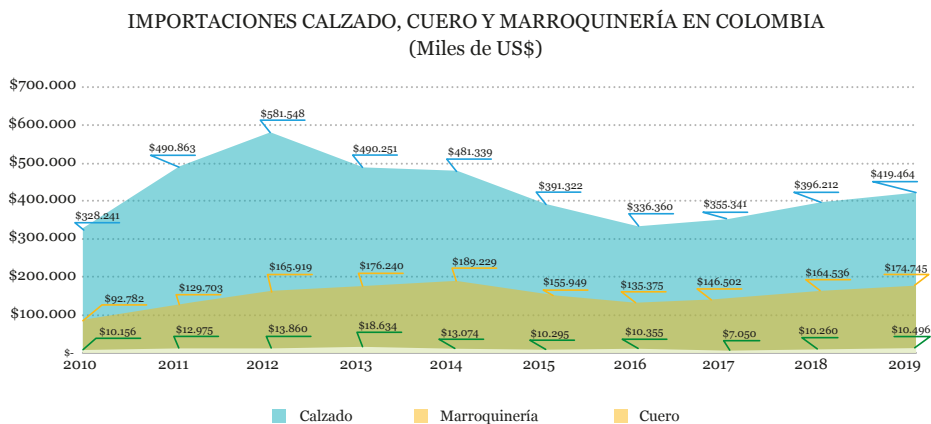
Figura 3.12
 Exportaciones Calzado, Cuero y Marroquinería en Colombia (2010 – 2019).



Fuente: elaboración propia con datos de Mapa Regional de Oportunidades (2019).



Figura 3.13
 Importaciones Calzado, Cuero y Marroquinería en Colombia (2010 – 2019).



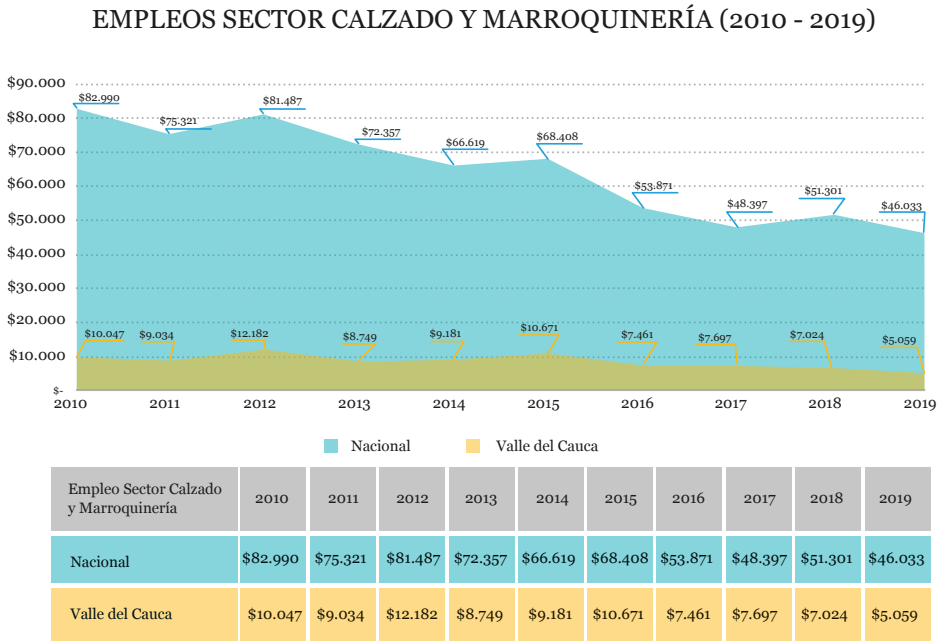
Importaciones por sector (miles USD\$)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Calzado	\$328.241	\$490.863	\$581.548	\$490.251	\$481.339	\$391.322	\$336.360	\$355.341	\$396.212	\$419.464
Marroquinería	\$92.782	\$129.703	\$165.919	\$176.240	\$189.229	\$155.949	\$135.375	\$146.502	\$164.536	\$174.745
Cuero	\$10.156	\$12.975	\$13.860	\$18.634	\$13.074	\$10.295	\$10.355	\$7.050	\$10.260	\$10.496

Fuente: elaboración propia con datos del Mapa Regional de Oportunidades (2019).

Empleabilidad

Finalmente, es importante destacar cómo el sector de calzado y marroquinería, a pesar de los altibajos mostrados desde el año 2010 a nivel nacional, se caracteriza como un sector que mantiene empleos con poco declive en el Valle del Cauca (Figura 3.14).

Figura 3.14
E empleabilidad del sector Calzado y Marroquinería (2010 – 2019).



Fuente: elaboración propia con datos del Mapa Regional de Oportunidades (2019).

Proyecto de Investigación MimoLeanSS

MimoLeanSS, es un proyecto conjunto Universidad-Empresa concebido por la Universidad Autónoma de Occidente y la Fundación Universitaria Católica Lumen Gentium; cuyo objetivo principal fue diseñar una metodología para la implementación de un modelo de mejoramiento de la productividad con el uso de herramientas y prácticas *Lean Six Sigma*, ajustadas a las necesidades y realidades del contexto mipyme en las empresas seleccionadas de la cadena productiva del cuero y la marroquinería de la ciudad de Santiago de Cali, Colombia.



El proyecto contó con el aval de la Asociación Colombiana de Industriales del Calzado, el cuero y sus Manufacturas – ACICAM. En la Universidad Autónoma de Occidente, el proyecto está vinculado al Grupo de Investigación en Competitividad y Productividad Empresarial – GICPE y en la Fundación Universitaria Católica Lumen Gentium, al Grupo de Investigación KHIMERA. El proyecto trabajó con 21 empresas piloto de la ciudad de Cali utilizando la metodología DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar) durante un lapso de dos años, con un equipo de trabajo conformado por consultores y estudiantes vinculados a dichas universidades.

Problemáticas del sector según la muestra piloto

Como resultado de la etapa Medir de la metodología usada, se encontró que las principales problemáticas son (Figura 3.15): falla en el control de defectos (materias primas y/o producto terminado), *layout* inadecuado, procesos no estandarizados y procesos no controlados, que se presentan en el 85 % de las empresas; la falta de control en los inventarios y el desorden en los espacios de trabajo, es evidente en el 80 % de ellas, y la falta de entrenamiento y planeación de la producción, es común en el 76 % de las empresas diagnosticadas.

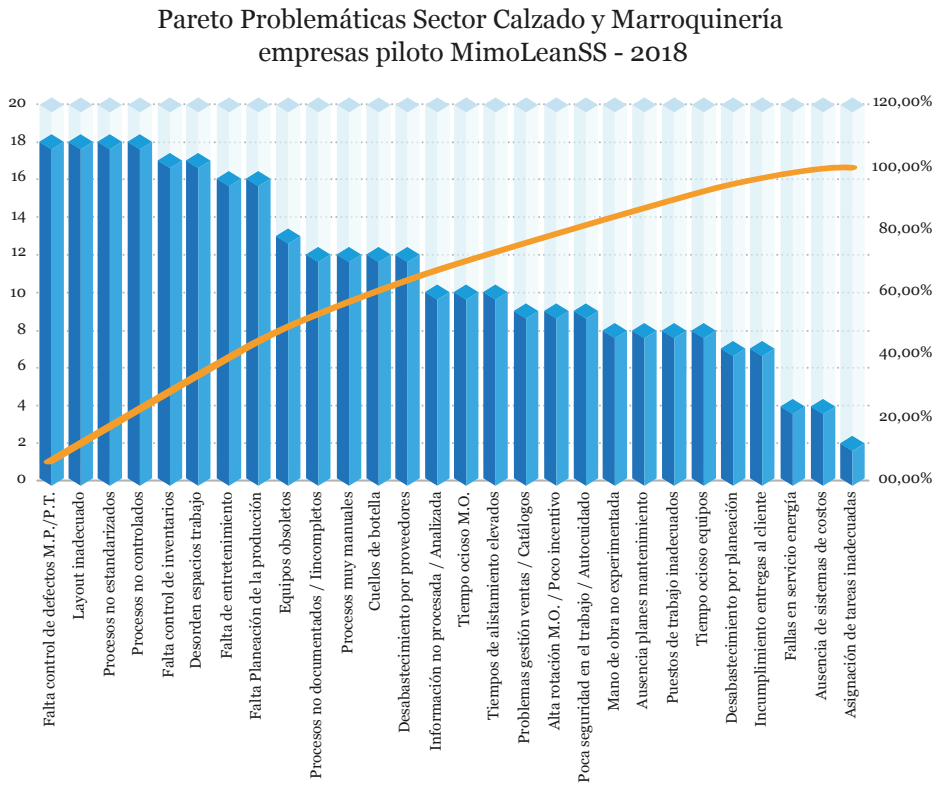
Dichas problemáticas impactan fuertemente en la productividad de las empresas, pues no tener estandarizados los procesos, implica no poder determinar con precisión la capacidad de este y, además, dificulta la planeación y control de la producción; todo lo anterior es afectado por la falta de entrenamiento del personal en las empresas, lo que, a su vez, también conlleva el aumento de los defectos. Cabe destacar que el 80 %



de las empresas tienen problemas de desorden en los puestos de trabajo, por lo que respalda la tesis de que la herramienta idónea para iniciar el cambio hacia la cultura de la mejora continua es el uso de la herramienta de las cinco eses (5s) (Aldavert, *et al.*, 2016).

Figura 3.15

Problemáticas encontradas en las empresas piloto del proyecto MimoLeanSS.



Fuente: elaboración propia.



En la Tabla 3.8 se puede apreciar que las Mudras (desperdicios en la terminología *Lean Six Sigma*) que más se presentan en las empresas evaluadas, corresponden a desperdicios relacionados con los Procesos, en segundo lugar, los relacionados con los Defectos y, en tercer lugar, los desperdicios con respecto al Talento Humano.

Es de anotar que las mudras de sobreproducción y transporte no fueron significativas en estas empresas, ya que su modelo de producción es bajo pedido (*Make To Order*), lo que implica producir solo la cantidad solicitada. Se debe tener en cuenta que, al producir en lotes pequeños, el transporte no es un factor relevante, dado que el producto se mueve en pequeñas cantidades entre las estaciones de trabajo, de acuerdo con el flujo.

Tabla 3.8
Mudas de mayor impacto en las empresas piloto.

MUDAS	Problemas Comunes	E.1	E.2	E.3	E.4	E.5	E.6	E.7	E.8	E.9	E.10	E.11	E.12	E.13	E.14	E.15	E.16	E.17	E.18	E.19	E.20	E.21	TOTALES	
DEFECTOS	Mano de obra no experimentada	x	x	x		x					x		x	x	x								8	
	Falta control de defectos M.P./P.T.	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x		x	x		x	x	x	x	x	x	x	18
INVENTARIOS	Falta de entrenamiento			x		x	x	x		x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	16
	Desabastecimiento por Planeación	x	x			x				x		x	x	x			x							8
	Falta control de inventarios	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x		x	x	x	x		x	x	x	18
	Desabastecimiento por Proveedores	x	x		x	x	x	x	x	x		x						x	x					11
MOVIMIENTOS	Layout inadecuado	x	x	x		x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	19
PROCESOS	Procesos no documentados/incompletos	x	x		x	x	x	x		x	x	x		x	x	x	x							13
	Desorden espacios trabajo	x	x	x	x	x	x	x		x	x		x	x	x	x	x	x		x		x		17
	Procesos no estandarizados		x	x	x		x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	18
	Información no procesada/analizada	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x													11
	Procesos no controlados	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	19
	Falta planeación de la producción		x		x	x			x		x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	16
	Problemas Gestión Ventas/Catálogos	x			x		x	x					x				x			x	x	x	x	10
	Fallas en servicio energía	x			x		x	x																4
	Cuellos de Botella	x		x	x	x	x	x		x	x	x		x				x						11
	Ausencia de Sistemas de Costos	x						x									x			x				4
	Procesos muy manuales	x			x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x						13
	Equipos obsoletos	x	x		x		x	x			x		x		x	x			x		x	x	x	13
	Ausencia Planes Mantenimiento	x				x	x				x	x		x	x	x	x							9
	Tiempo ocioso M.O.	x	x	x	x		x	x			x			x		x	x							11
		Puestos de trabajo inadecuados	x	x	x		x			x			x		x	x							x	
TALENTO SIN ACCIÓN	Asignación de tareas inadecuadas	x	x																					2
	Alta rotación M.O./Poco incentivo		x					x	x		x	x	x	x	x	x	x							10
	Poca seguridad en el trabajo/autocuidado	x	x			x					x		x		x	x	x						x	9
TIEMPO	Incumplimiento Entregas al cliente		x	x						x		x		x					x	x				7
	Tiempos de alistamiento elevados	x		x	x		x	x				x	x	x					x			x	x	11
	Tiempo ocioso Equipos		x	x	x		x	x		x						x	x							8

Fuente: elaboración propia.





De acuerdo con las problemáticas más importantes identificadas en las empresas, para la etapa de implementación se utilizaron algunas herramientas propias de *Lean Six Sigma*, además de recomendar el uso de otras herramientas de apoyo, propias de la ingeniería industrial (Tabla 3.9).

A continuación, se ilustran algunas de las herramientas complementarias mostradas en la Tabla 9, de acuerdo con las mudas que más se presentan en las empresas: Procesos y Talento sin Acción; estas herramientas son Fichas Técnicas, MRP (Planeación de Requerimiento de Materiales) y Manuales de Funciones y Procedimientos, importantes en la solución de dichas mudas.

Tabla 3.9.
Herramientas de mejora utilizadas en las empresas intervenidas.

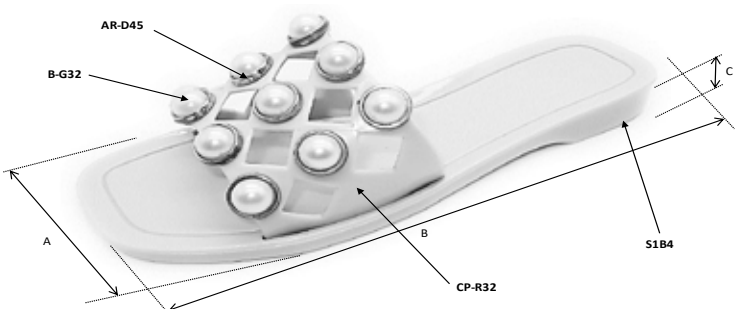
MUDAS	Problemas Comunes	Herramientas Lean	Herramientas Complementarias
DEFECTOS	Mano de obra no experimentada	Lecciones de un Punto - LUP	Gestion Conocimiento y factor Humano
	Falta control de defectos M.P./P.T.	Cartas de Control / Pokajoke	
INVENTARIOS	Falta de entrenamiento		Gestion Conocimiento y factor Humano
	Desabastecimiento por Planeación	Métodos Programación	
	Falta control de inventarios	Kanban	
MOVIMIENTOS	Desabastecimiento por Proveedores	J.I.T.	
	Layout inadecuado		Distribución de Instalaciones
PROCESOS	Procesos no documentados/incompletos	VSM / BPMN	Modelado y Documentación de Procesos, Fichas Técnicas
	Desorden espacios trabajo	5 s	
	Procesos no estandarizados		Estudios de Métodos, Tiempos y Movimientos
	Información no procesada/analizada	Pareto, Dispersión, Ishikawa, Cartas Control	
	Procesos no controlados	Cartas de Control, KPI	
	Falta planeación de la producción	Métodos Programación	MRP, BOM
	Problemas Gestión Ventas/Catálogos		Catálogos, Web
	Fallas en servicio energía		
	Cuellos de Botella		TOC, Balanceo
	Ausencia de Sistemas de Costos		Costeo ABC
	Procesos muy manuales		Actualización Tecnológica / ROI / Formulación Proyectos
	Equipos obsoletos		Actualización Tecnológica / ROI / Formulación Proyectos
	Ausencia Planes Mantenimiento		TPM (Mantenimiento Productivo Total)
	ALENTO SIN ACCIÓN	Tiempo ocioso M.O.	
Puestos de trabajo inadecuados			Ergonomía / Diseño Puestos
Asignación de tareas inadecuadas			Manuales de Funciones / Procedimientos
Alta rotación M.O./Poco incentivo			Modelos de contratación
TIEMPO	Poca seguridad en el trabajo/autocuidado		SGSST
	Incumplimiento Entregas al cliente	J.I.T.	
	Tiempos de alistamiento elevados	SMED	
	Tiempo ocioso Equipos	SMED	

Fuente: elaboración propia.



Fichas técnicas: una de las falencias presentadas en las empresas y que se considera clave por su relación con la planeación de los inventarios y de la producción, es la ausencia de especificaciones detalladas del producto a fabricar, que incluya imágenes, dimensiones, cantidades de material, color, proveedor, procesos involucrados y sus tiempos, así como las instrucciones de fabricación y/o ensamble. Todo lo anterior se puede lograr con la creación de fichas técnicas que permitan a todos los involucrados en los procesos hacer un producto de buena calidad, a bajos costos y cumpliendo con los tiempos de entrega y estándares pactados con el cliente. En la Figura 3.16 se presenta un modelo de ficha técnica a manera de ejemplo, el cual puede ser adaptado a las necesidades de cada empresa.

Figura 3.16.
Ejemplo de una Ficha Técnica.


LOGO		Ficha Técnica de Producto						
Empresa: Calzado de Muestra S.A.S.				Temporada: Invierno 2018				
Marca: MarcaMuestra		Modelo: MMI2018-1		Molde: 153624				
Línea: Femenino		Referencia:		Fecha Rev.: Junio 22 de 2018o				
Descripción del Producto:								
Calzado para Dama								
Dibujo/Esquema o Plano del Producto:								
								
TABLA DE DIMENSIONES								
COTA	DESCRIPCIÓN	TALLAS						TOLERANCIA
		36	37	38	39	40	41	
A	Ancho de suela	10 cm	10,5 cm	10,5 cm	10,8 cm			0,3 cm
B	Largo de Suela							
C	Alto de tacón							
Observaciones:								
EXPLOSIÓN DE MATERIALES								
PARTE/REF.	DESCRIPCIÓN	UND. MEDIDA	CANTIDAD	PROVEEDORES				
S1B4	Suela PEAD crema-oro	Und	1					
CP-R32	Cuerpo PEAD crema-oro	Und	1					
B-G32	Botón esférico blanco-ocre	Und	12					
AR-D45	Aro metálico oro	Und	12					
INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA:				MUESTRAS:				

Fuente: elaboración propia.



MRP (Planeación de requerimientos de materiales): cabe anotar que la ficha técnica descrita anteriormente, es un insumo clave para la planeación de la producción, por cuanto provee la información de cantidades de materiales e insumos necesarios para la fabricación de una unidad de producto; el MRP es importante porque permite planificar con anterioridad (Hobbs, 2004, pp. 17-18), las cantidades necesarias para disposición oportuna en el momento de emitir la orden de producción y así, evitar paradas por falta de materiales. En la Figura 17 se presenta un modelo de planeación de requerimientos de materiales (MRP) a manera de ejemplo, el cual puede ser adaptado a las necesidades de cada empresa.

Figura 3.17
Ejemplo de una Planeación de Requerimientos de materiales (MRP)

Lead Time 1 Semana	Ref.: EF-12 Sport	Inventario Inicial:	ENERO				FEBRERO				MARZO			
			SEMANAS				SEMANAS				SEMANAS			
		10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Lote		Requerimientos en Conjunto						50				80		
1		Recepciones programadas												
		Balance Inventario proyectado	10	10	10	10	10	0	0	0	0	0	0	0
		Requerimientos Netos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Recepciones Planeadas						40	0	0	0	80	0	0
		Libreación Órdenes Planeadas						40				80		
Lead Time 2 Semanas	Counter Cover	Inventario Inicial:	ENERO				FEBRERO				MARZO			
		20	SEMANAS				SEMANAS				SEMANAS			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Lote		Requerimientos en Conjunto	0	0	0	0	40	0	0	0	80	0	0	0
100		Recepciones programadas			20									
		Balance Inventario proyectado	20	20	40	40	0	0	0	0	20	20	20	20
		Requerimientos Netos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Recepciones Planeadas			0	0	0	0	0	0	100	0	0	0
		Libreación Órdenes Planeadas						100						
Lead Time 1 Semana	Heel counter Lining	Inventario Inicial:	ENERO				FEBRERO				MARZO			
		50	SEMANAS				SEMANAS				SEMANAS			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Lote		Requerimientos en Conjunto	0	0	0	0	80	0	0	0	160	0	0	0
1		Recepciones programadas		90										
		Balance Inventario proyectado	50	140	140	140	60	60	60	60	0	0	0	0
		Requerimientos Netos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Recepciones Planeadas		0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0
		Libreación Órdenes Planeadas										100		
Lead Time 3 Semanas	Tongue Face	Inventario Inicial:	ENERO				FEBRERO				MARZO			
		30	SEMANAS				SEMANAS				SEMANAS			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Lote		Requerimientos en Conjunto	0	0	0	0	0	0	0	60	200	0	0	0
200		Recepciones programadas			40									
		Balance Inventario proyectado	30	30	70	30	30	30	30	170	170	170	170	170
		Requerimientos Netos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Recepciones Planeadas			0	0	0	0	0	400	0	0	0	0
		Libreación Órdenes Planeadas					400							
Lead Time 2 Semanas	Bottom Strobel Sock	Inventario Inicial:	ENERO				FEBRERO				MARZO			
		20	SEMANAS				SEMANAS				SEMANAS			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Lote		Requerimientos en Conjunto	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0
150		Recepciones programadas												
		Balance Inventario proyectado	20	20	20	20	20	20	20	70	70	70	70	70
		Requerimientos Netos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Recepciones Planeadas			0	0	0	0	0	150	0	0	0	0
		Libreación Órdenes Planeadas						150						

Fuente: elaboración propia.



Manuales de funciones y procedimientos: es importante que en la documentación de los procesos, se cuente con manuales de funciones y procedimientos; de tal manera que todo el personal tenga claridad sobre las actividades a desarrollar, así como sus responsabilidades, lo cual permitirá garantizar que la persona destine su tiempo en las funciones propias de su cargo y además tener claro el procedimiento a ejecutar (Álvarez Torres, 1996), permitiéndole no desperdiciar tiempo, minimizando los defectos y reprocesos. En la Figura 3.18 se presenta el modelo de un proceso estándar a manera de ejemplo, el cual puede ser adaptado a las necesidades de cada empresa.

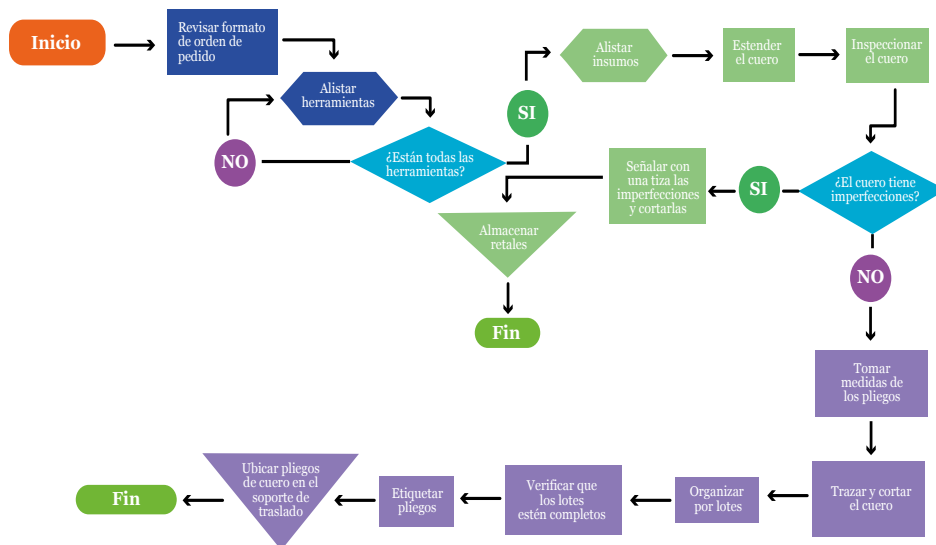
Figura 3.18
Ejemplo de un procedimiento estándar

			OPERACIÓN ESTÁNDAR		Página No.	
Proceso:			Corte manual		Preparado por:	
Responsable:			operario de trazado y corte		Revisado por:	
Equipo de Seguridad:			Ninguno en especial		Aprobado por:	
Herramientas Utilizadas:			Metro, regla, bisturí, hojas de bisturí y alicate.		Fecha:	
Partes Utilizadas:			Cuero		Versión:	
No.	Operación	Tiempo (seg)	Descripción	Motivo	Observación	Registro Fotográfico
1	Revisar formato de orden de pedido	24,2	Se debe tomar el programa de producción para ubicar el pedido y los lotes a procesar, destacando las características principales del pedido.	Aseguramiento	El formato de pedido puede tener errores, por lo tanto, se deben verificar datos como la talla y el lote, para asegurar que se están cumpliendo con los requerimientos del cliente.	
2	Alistar herramientas e insumos.	20	Preparar metro, regla, bisturí, hojas de bisturí y alicate. Buscar el tipo de Cuero según los requerimientos del cliente.	Preparación	La falta de herramientas puede ocasionar pérdidas de tiempos, retrasos y desperfectos.	
3	Inspeccionar cuero	15	Extender el cuero sobre la mesa, señalar con un tiza las imperfecciones y cortarlas.	Calidad	Esta operación requiere concentración visual, puesto que los defectos que no sean detectados a tiempo pueden desencadenar un efecto domino en los siguientes procesos.	
4	Tomar medidas de los pliegos	45,25	Ubicar el metro sobre la piel y se marcan las medidas, de tal manera que se aproveche al máximo el corte (Se corta de la talla grande a la pequeña). Utilice una tabla de medidas estándares para el cortes de los pliegos.	Eficiencia	Si las medidas de los pliegos son erradas se podría generar desperdicio de material.	
5	Trazar y cortar el cuero	23	El corte se realizará de acuerdo a las mediciones previamente tomadas.	Funcionalidad	Cuando no se aprovecha el corte se genera desperdicio de material y por ende hay pérdida de dinero.	
6	Organizar por Lotes y verificar que las unidades estén completas.	10	Separar las unidades de cuero en lotes según los pedidos; y contar las unidades de cuero cortadas y asegurarse de que son las solicitadas.	Orden y Aseguramiento		
7	Etiquetar pliegos	45	Mediante etiquetas se identificaran las unidades de cuero cortadas, las tallas, la Referencia y el Lote.	Trazabilidad	Etiquetar los lotes permitirá hacerle seguimiento al producto a lo largo del proceso y evitar posibles confusiones entre pedidos.	
8	Ubicar pliegos de cuero en el soporte de traslado	5	Se trasladan las unidades de cuero cortadas e identificadas en el soporte para la espera del siguiente proceso.	Almacenamiento		
Total		187,45				



Continuación figura 3.18. Metodología DMAIC proyecto MimoLeanSS.

Nº	Descripción del elemento	Cronometraje (seg)
1	Revisar formato	21
		28
		12
		20
		40
	Promedio	24,2
2	Tomar medidas	57.24
		49
		32
		55
		45
	Promedio	45.25
3	Trazado y corte	42.93
		15
		25
		18
		34
	Promedio	23
4	Etiquetar	35
		47
		46
		50
		47
	Promedio	45



Área: Corte manual

Fuente: elaboración propia.





Referencias

Álvarez Torres, M. G. (1996). Manual para elaborar manuales de políticas y procedimientos. Panorama Editorial.

Aldavert, J., Vida, E., Lorente, J. J., y Aldavert, X. (2016). Guía práctica 5S para la mejora continua: Hacer más con menos. Editorial CIMS.

ANDI-Asociación Nacional de Empresarios de Colombia. (2018). Encuesta de Opinión Industrial Conjunta - EOIC. <http://www.andi.com.co/Uploads/Informe%20EOIC%20Diciembre%202018.pdf>

Hobbs, D. P. (2004). Lean Manufacturing Implementation: A Complete Execution Manual for Any Size Manufacturer. J. Ross Publishing.

Mapa regional de Oportunidades Colombia Productiva. (2019). Importaciones y Exportaciones de Calzado, Cuero y marroquinería [Data set]. In Consultas por Sector y Departamento. <https://www.maro.com.co/apuesta-pdp/bienes/1>

Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. (2013). Decreto 074 de enero de 2013, por el cual se modifica parcialmente el Arancel de Aduanas. <https://www.mincit.gov.co/getattachment/27a0a700-e44f-41c9-a0c3-956d63c6af13/Decreto-074-Por-el-cual-se-modifica-parcialmente-e.aspx>

CAPÍTULO 4

Caso de Estudio **Cueros Zuha S.A.S.**

*Implementando la metodología Lean Six Sigma
en el área administrativa.*

Mónica Patricia Sarria Y.
Alejandro Castillo H.

En este capítulo se presenta el acompañamiento a una empresa que no cuenta con el área de producción, ya que sus productos se elaboran en talleres externos, por lo tanto, el proyecto se desarrolló en algunos de los procesos administrativos seleccionados por la gerencia. Es importante resaltar que este tipo de metodologías de mejoramiento no son exclusivas del área de producción, aunque si la más difundida. El abordaje en este caso es más documental, utilizando más elementos de control visual (propios de la metodología *Lean*), que estadístico.

Antecedentes

Zuha S.A.S. es una empresa que diseña y comercializa bolsos, calzado y accesorios en cuero a nivel nacional e internacional. El gerente, Alberto Sanclemente, hace parte de aquellos empresarios que se interesa por la participación en proyectos de mejora ofrecidos por ACICAM, el SENA y las diferentes universidades de la región. Consciente de la oportunidad para su empresa se vincula al proyecto Mimoleanss, en la primera reunión se acordó implementar la metodología *Lean Manufacturing* en sus procesos administrativos con el objetivo de mejorar las actividades realizadas por los empleados y asimismo eliminar desperdicios que les aquejan actualmente, como son los tiempos de espera, movimientos innecesarios, transporte y defectos en los productos (reprocesos).

La organización realiza *outsourcing* o subcontratación a pymes ubicadas en la misma ciudad con el propósito de que elaboren los productos requeridos en sus pedidos, una vez terminados y verificados, son transportados a sus clientes nacionales e internacionales. Se resalta



que Zuha S.A.S. aporta toda la materia prima e insumos a los talleres contratados para la fabricación de sus productos.

El proceso para la toma de pedidos de la empresa es realizado por medio de dos fuentes:

- i) El 80 % de los pedidos se logra en ferias empresariales, donde se exponen los productos con su respectiva ficha técnica con dibujos planos y las cotizaciones. La ficha está diseñada en forma digital para, de forma inmediata, mostrar gráficamente cambios en el diseño del producto que algún cliente desee considerar (herramienta diseñada para control y ayuda visual).
- ii) El segundo medio son los pedidos regulares, realizados por sus clientes habituales.

El proceso que lleva a cabo la organización para comercializar sus productos se describe a continuación:

- a) Diseño:** la empresa cuenta con una persona encargada del área de diseño que se apoya en un auxiliar y juntos desarrollan, con anterioridad a la feria, la colección a presentar en el evento correspondiente, considerando aspectos como tendencias en colores, tamaños y modelos que se estén presentando en pasarelas internacionales.
- b) Patronaje:** una vez finalizados y definidos los diseños para la nueva colección, se procede a la etapa de patronaje que consiste en hacer los moldes que posteriormente van a ser la herramienta usada para el corte del cuero, para proceder a la producción de la colección a exhibir en la feria.


c) Participación en feria: en este proceso la empresa exhibe muestras de sus productos en ferias y eventos, los cuales les permite adquirir clientes y fidelizar a los antiguos.

d) Toma de pedido: este proceso se realiza de dos formas: 1) toma del pedido de los clientes asistentes a la feria, y 2) toma de pedidos de sus nichos o clientes tradicionales para realizar el ingreso de estos pedidos al *software* Calzasoft®, caracterizándolos como activos (los cuales generan inmediatamente explosión de materiales) y los inactivos (que no generan explosión de materiales). La explosión de materiales se genera como resultado del ingreso de los pedidos de los clientes activos al *software*, luego se revisan los almacenes y se verifica si se cuenta con la materia prima necesaria, y si es el caso, se generan órdenes de compra a proveedores.

e) Recepción de materia prima: cuando llega la materia prima a la bodega, la persona encargada de producción hace la revisión pormenorizada de las unidades de piel. Para el control de calidad de los cueros el proyecto desarrolló e implementó el formato nombrado “Formato Llegada de Cueros” (ver Figura 4.19) en donde cada unidad recibida es registrada y valorada. El documento se envía a programación y contabilidad para que se realicen las órdenes de producción con las cantidades de materia prima en buen estado y contabilidad realice el trámite de devolución de las unidades defectuosas.



Figura 4.19
Formato de llegada de cueros

 FORMATO LLEGADA DE CUEROS						
Fecha recibido	Proveedor de cuero	Nombre cuero (color)	Cantidad/ Piel	Estado	Calidad	Observaciones

Fuente: elaboración propia.

f) Programación: se inicia el proceso de programación verificando los pedidos activos y las materias primas disponibles en bodega para generar la orden de producción (ver ejemplo en la Figura 4.20).

g) Producción: una vez generadas las ordenes de producción se inician los procesos de corte (a un 90 % de las órdenes de producción se les realiza el corte de los cueros en fábrica y el 10 % restante son enviadas sin corte), para luego enviar a talleres externos, quienes se encargan de la maquila de los productos, tanto de marroquinería como de calzado.


El envío de las órdenes de producción a los talleres se realiza bajo tres puntos importantes:


La gerencia, dependiendo de las especificaciones de cada producto por fabricar y de las fechas de entrega que ofrecen los respectivos talleres, determina la empresa a quien se le asigna la elaboración de cada pedido.

El taller seleccionado para fabricar el producto recibe muestra física del producto, moldes de cada pieza, materias primas revisadas, orden de producción con especificaciones técnicas y administrativas.

Cada pedido que se entrega a un taller es incluido en el listado de visitas programadas, con el fin de validar el cumplimiento de las especificaciones de cada producto y el avance planificado de los mismos.

Figura 4.20
Orden de producción

ORDEN DE PRODUCCION		OP: 1517	Pedido: P223	
jueves, 30 de agosto de 2018		1 de 1		
Referencia : 1605		CARTERA		
Color : SEVILLANO AZUL OSCURO X CAMILA NUDE				
Obs. :				
U				Total
1				1
Marca : ZUHA		Forma :		
Cliente :		LIMA		



MATERIALES REQUERIDOS		Pedido : P223	OPR No : 1517
Referencia : 1605		SEVILLANO AZUL OSCURO X CAMILA NUDE	
U		Total	
1		1	
Material	Und	Cons.	Req.
BASE 289 CUERO DISTRIBUIDORA SEVILLANO AZUL TURQUI	DCM	7,70	7,70
CUERPO DELANTERO 289 CUERO DISTRIBUIDORA SEVILLANO AZUL TURQUI	DCM	22,90	22,90
CUERPO POSTERIOR 289 CUERO DISTRIBUIDORA SEVILLANO AZUL TURQUI	DCM	22,90	22,90
METIDO MITAD CUERPO DELAN 289 CUERO DISTRIBUIDORA SEVILLANO AZUL TURQUI	DCM	0,60	0,60
PIEZA PARA PLACA 289 CUERO DISTRIBUIDORA SEVILLANO AZUL TURQUI	DCM	1,00	1,00
VISTA FORRO 289 CUERO DISTRIBUIDORA SEVILLANO AZUL TURQUI	DCM	9,70	9,70
ASAS 153 CUERO DISTRICUEROS CAMILA NUDE	DCM	7,20	7,20
FLECO 153 CUERO DISTRICUEROS CAMILA NUDE	DCM	6,00	6,00
FORRO ASA 153 CUERO DISTRICUEROS CAMILA NUDE	DCM	7,20	7,20
HOMBREERA 153 CUERO DISTRICUEROS CAMILA NUDE	DCM	1,90	1,90
FORRO TELA INTERNO 071 FORRO TELA BORNEO MORADO	MTS	0,50	0,50
MARQUILLA NEGRA HECHO EN 154 MARQUILLA NEGRA HECHO EN COLOMBIA	UND	1,00	1,00
MARQUILLA REGISTRO SIC MARQUILLA MARQUILLA REGISTRO SIC BOLSOS	UND	2,00	2,00

P : P223 OP: 1517	P : P223 OP: 1517
R: 1605 Prs. 1	R: 1605 Prs. 1
SEVILLANO AZUL O	SEVILLANO AZUL O \$0
MA-MAQUILA	CO-CORTE
	

Fuente: elaboración propia.



h) Talleres: la organización efectúa en cada taller una verificación o control, en donde se tienen presentes los siguientes aspectos:

Los talleres de maquila trabajan con diferentes clientes.

La producción en los talleres se maneja por referencia de productos.

Los talleres fabricantes de los productos son pymes y no cuentan con procesos estandarizados.

El recurso humano utilizado en los talleres es conocedor de las técnicas de fabricación de productos.

Los pedidos solicitados casi siempre presentan diseños nuevos, por lo cual el jefe del taller indica y adjunta consideraciones especiales de fabricación, obtenidas durante la elaboración de las muestras iniciales entregadas para las ferias.

El taller de maquila entrega los productos revisados y registrados en el formato respectivo, adjuntando las cantidades de materias primas y suministros sobrantes junto con la orden de producción.

i) Recepción de productos terminados y revisión: las actividades de recepción de productos terminados se realizan en el documento denominado recepción de producto terminado, el cual registra el comportamiento y cumplimiento de las especificaciones del producto. Las piezas que no cumplen se regresan al maquilador para su corrección. En esta área se autoriza el envío de los productos al cliente, así como también la aceptación total del pedido para generar pago al respectivo taller.





j) Despacho a clientes: cuando el producto cumple con los requerimientos de calidad, se preparan para ser despachados. Durante este proceso se tienen en cuenta los siguientes aspectos:

Se despacha por pedido, a los clientes nacionales se puede hacer entregas parciales. Mientras que a los clientes internacionales solamente se despachan pedidos completos.

Se imprime factura con todos los datos (no es una factura contable). Esta factura se pasa al área de Contabilidad para que se ingrese en el programa contable usado en la empresa.

El pedido se despacha una vez haya suficiente mercancía por cliente.

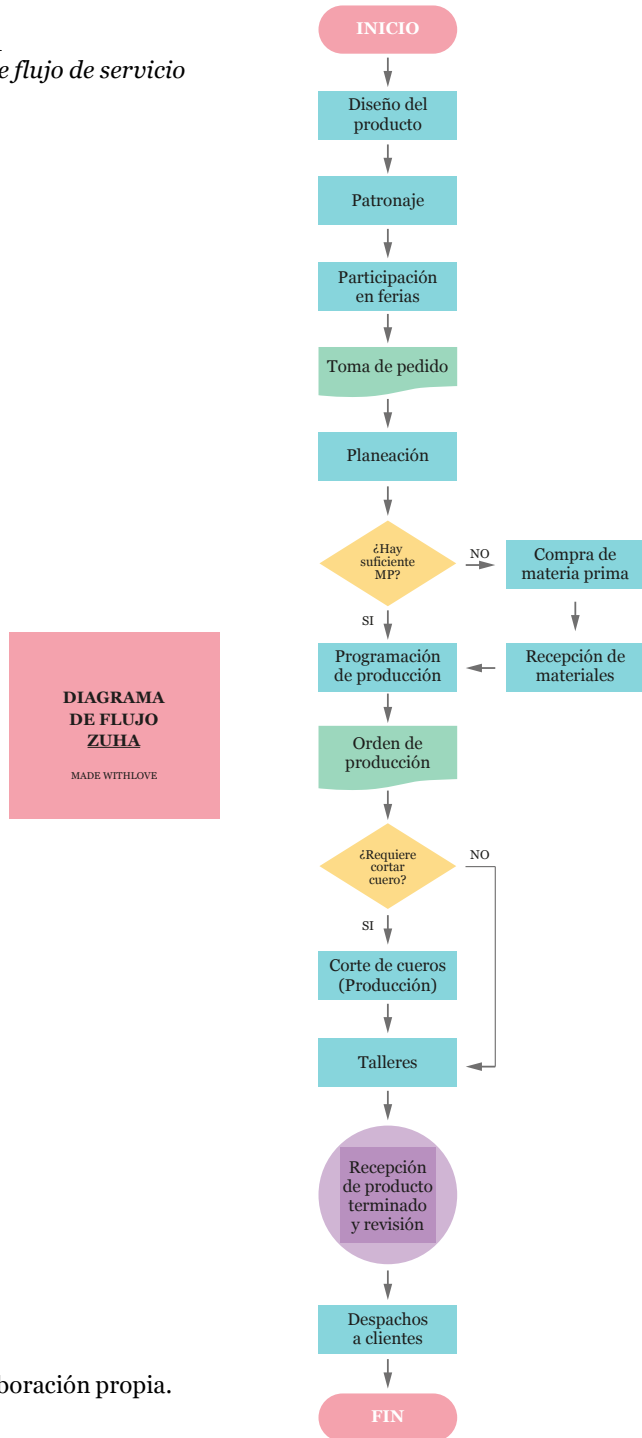
El empaque de cajas dura aproximadamente una (1) hora.

Los pedidos nacionales e internacionales se despachan por cliente.

En la Figura 4.21 se presenta el diagrama de flujo del proceso que lleva a cabo la organización para comercializar sus productos.



Figura 4.21
Diagrama de flujo de servicio



Fuente: elaboración propia.





Acompañamiento por parte del Proyecto MimoLeanSS

Para aplicar la metodología en la empresa se inicia implementando las etapas Definir, Medir y Analizar de la metodología DMAIC, con el fin de identificar y definir la situación problemática de la empresa, medir los procesos críticos y analizar la información obtenida para determinar cuáles herramientas de *Lean Manufacturing* es conveniente implementar de tal manera que se logre obtener las mejoras deseadas.

Etapas definir, medir y analizar

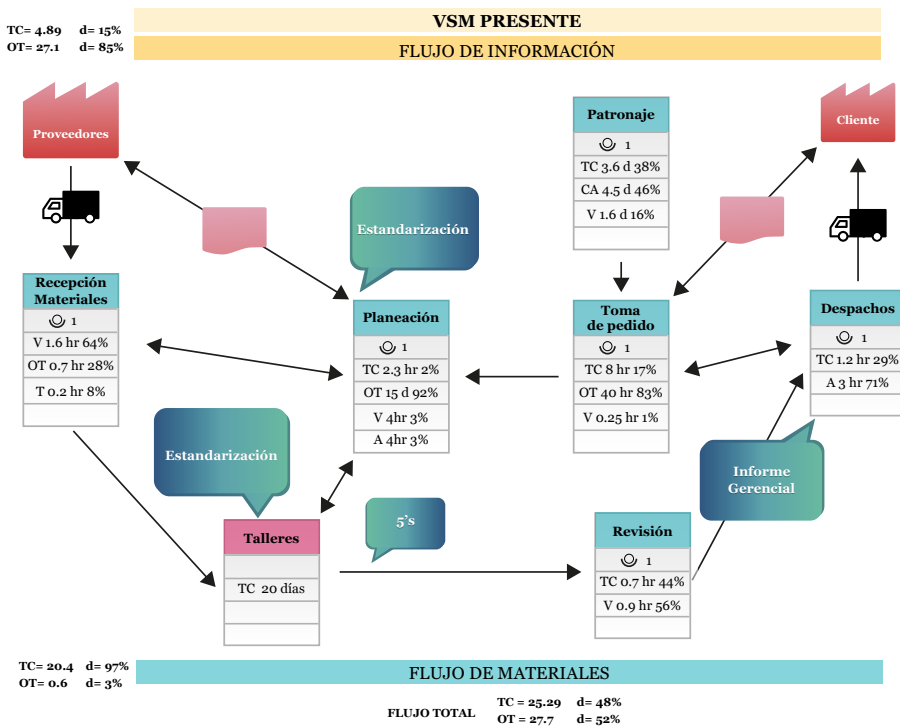
El plan de trabajo se activa por medio de reuniones con el personal involucrado en cada uno de los procesos administrativos de Zuha S.A.S., descritos en la Figura 4.21, utilizando la herramienta de Tormenta de Ideas que da como resultado la necesidad de estandarizar los procesos administrativos, realizar una trazabilidad de las fallas del proveedor de Materia prima (MP) en cuanto a tiempo de entrega y calidad del producto, definir un sistema tipo MRP (Planeación de Requerimientos de Materiales) para todo el negocio y mejorar la gestión para el control de producción (actividad externa).

Se decide usar la herramienta Mapa de flujo de valor (VSM), para lo cual se procede a definir y medir las actividades que agregan valor al proceso, conocidas como Tiempo de Ciclo (TC); Actividades de Alistamiento (A), como actividades de preparación de materiales; Actividades de Verificación (V), como actividades de revisión de los procesos de calidad; y Otros Tiempos (OT), como actividades que no agregan valor y están enfocadas a las esperas.



Los tiempos obtenidos se observan en el Mapa de Flujo de Valor, presentado en la Figura 22, donde se plasma la situación actual de la empresa que cuenta con un TC total del 48 % y OT del 52 %.

Figura 4.22
Mapa de flujo de valor – Presente



TC: Tiempo de ciclo (Actividad que agrega valor al proceso).

OT: Otros tiempos (Esta más enfocada a las esperas, las cuales no agregan valor al proceso).

V: Verificación (Actividades de revisión de los procesos o calidad).

A: Alistamiento (Preparación de materiales).

Fuente: elaboración propia.

La gerencia de la empresa, el asesor y el estudiante, revisan los datos obtenidos con la construcción del VSM (Figura 22) e identifican los puntos por mejorar. De acuerdo con las posibilidades y recursos de la empresa seleccionan las actividades por desarrollar empleando las herramientas de *Lean Manufacturing*. Los puntos definidos para intervenir son: los documentos para exigencia de calidad a los proveedores, el rediseño de la ficha técnica de producto y la estandarización y secuenciación del flujo de documentos. Finalmente, se acuerda trabajar los siguientes tres aspectos:

- 1) Control de calidad para proveedores de materia prima,** que involucra los tiempos de entrega, cantidad de unidades y calidad de los productos. Y para ello se realiza una revisión del formato con el que se cuenta hasta el momento para llevar dicho control y se aplican las mejoras correspondientes. Para esta implementación se tendrá en consideración la metodología Justo a Tiempo (JIT) enfocándose en obtener cero defectos y cero papeles.
- 2) Ficha técnica de producto con dibujos planos,** en esta se busca elaborar una ficha técnica con la cual Zuha S.A.S. pueda realizar una especificación detallada de las referencias que los talleres deben fabricar, para elaboración de moldes y para la producción de muestras que presentarán en ferias, se tendrá un enfoque en controles visuales para la ficha técnica.
- 3) Estandarización en gestión documental,** que se enfoca en organizar el flujo de documentos en los procesos y se genera un balance y estandarización de actividades administrativas.



En esta última implementación se tendrá en cuenta aplicar controles visuales y la técnica *Poka-Yoke*.

Etapa implementar

- 1) Control de calidad para proveedores de materia prima (tiempos de entrega, cantidad de unidades y calidad de los productos)

Después de revisar el formato actual de llegada de cueros que maneja la empresa (formato físico), se determina que los ítems con los que cuenta (fecha de entrega, proveedor de cuero, nombre del cuero, y otros) son muy pocos, por lo cual no abarcan todos los aspectos importantes para tener en cuenta para medir la calidad de los cueros que los proveedores entregan a Zuha S.A.S. En Colombia este tipo de productos suelen presentar diversos problemas de calidad por motivos de malas prácticas en la industria del cuero, se indica que es necesario agregar algunos campos que permitan tener trazabilidad de la calidad de productos que les brindan sus proveedores, así mismo crear planes de acción en momentos donde puedan surgir problemas.

Se realizó una primera versión del nuevo formato y junto con la Gerencia de la empresa se definieron los últimos detalles conformando así el “Formato de recepción de materias primas” (ver Figura 4.23) en el cual se incluyen diferentes campos que permiten tener un mayor control sobre la calidad de las materias primas entregadas por cada proveedor y realizar seguimiento a los tiempos de entrega. A su vez, permite hacer una calificación de los proveedores y elaborar una hoja de verificación



de cantidades recibidas versus cantidades defectuosas para elaboración de sus respectivas estadísticas (histogramas).

Figura 4.23
Formato recepción de materias primas

ZUHA		FORMATO DE RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA																								
Fecha Pedido (día/mes)	Fecha Recibido (día/mes)	Nombre Proveedor	Nombre cuero - color	Cant. Dem Total	De m x Piel	De m x Piel	De m x Piel	De m x Piel	De m x Piel	De m x Piel	De m x Piel	De m x Piel	De m x Piel	Calidad de las pieles						Total Cant.	Cant. de defectos por calidad	Observaciones	Cant. de pieles a devolver	Cant. de días en llegar		
														Color y manchac	Estrías	Marcos de sellas	Flor	Huecos	Rayas						Textura	

Fuente: elaboración propia.

El formato anterior se manejaba de forma física, el proyecto propone e implementa el formato digital que involucra el registro de nuevos parámetros y calificación de los proveedores, aspectos no cubiertos antes. El manejo digital del formato permite tener información estadística actualizada en tiempo real y beneficios en costos de impresión de papel y en métodos de archivos de la información. El formato se construyó y validó con los colaboradores del área realizando pruebas piloto para definir el documento final. Las variables que se incluyeron en la elaboración del formato fueron:

- a) Color:** en esta condición se revisa el estado del color del cuero, si se encuentra bien se marca en el formato como “aprobado”, si tiene algún defecto se marca como “rechazado” y no se continúa con la revisión de calidad, por lo que el producto se devuelve al proveedor para ser repuesto por otro que cumpla con los requerimientos de la empresa.



b) Cantidad: con esta condición se valida la cantidad de piel solicitada con la información del *sticker* (pegatina con las especificaciones del producto) de la piel recibida.

c) Calidad: este es el aspecto más importante entre los ítems que abarca el formato y en él se deben validar cada una de las siguientes características:

Estrías: si la piel tiene muchas estrías, se debe devolver.

Marcas de sellos: si están en las esquinas se aceptan, si están en el centro se rechazan.

La flor: se trata de revisar las capas de piel que no estén levantadas o separadas, si lo están, se rechaza.

Huecos: si están en las esquinas se aceptan, si están en el centro se rechaza.

Rayas: si están en las esquinas se acepta, si están en el centro se rechaza.

Textura: verificar el calibre, la suavidad y/o rigidez y caída de piel.

En la Figura 4.24 se presenta una fotografía de una de las pruebas piloto con el formato desarrollado, se observa el alcance del documento.



proveedores y cero papeles, ya que el formato no se usará de forma física sino digital. Por último, la mejora de este formato permite a la organización generar una **calificación de los proveedores** que les posibilitará tomar decisiones en caso de identificar tendencias negativas en la calidad de las materias primas.

2) Ficha técnica de producto con dibujos planos

La ficha técnica del producto de forma gráfica tiene potencial de utilización en el diseño de cada producto, pues facilita hacer cambios en las imágenes de cada cara del producto de una forma rápida y balanceada. Para la elaboración de la ficha se trabajó en conjunto con la auxiliar de producción, quien brindó su conocimiento sobre los productos que la empresa comercializa para abarcar cada uno de los aspectos relevantes del producto, necesarios para plasmar en el formato.

La empresa participa en ferias de negocios montando un stand donde expone sus productos, una de las funciones de la ficha técnica en estas ferias es facilitar el cierre de una venta en forma inmediata cuando el comprador potencial solicita cambios en alguna referencia que está interesado en comprar. Dichos cambios o ajustes se hacen en forma digital en la parte deseada por el cliente, haciendo que la observación del cambio sea en forma inmediatamente. Este apoyo facilita el cierre del negocio y evita la probabilidad de que la venta se demore o se pueda perder.

Otra de las funciones de la ficha es usarla en los talleres de *outsourcing* para la fabricación de los pedidos, sirviendo como **control visual** debido a que en ella se encuentran todas las especificaciones del producto incluyendo los modos de ensamble de cada pieza.





La última de las funciones que desempeña la plantilla de la ficha es brindar los detalles necesarios para la elaboración de los moldes que utilizan los talleres para la elaboración de los productos.

La estructura diseñada para la elaboración de la plantilla de la ficha técnica fue la siguiente:

Página 1: información general del producto, dibujo plano completo con detalles de la referencia en concreto (Figura 4.25).

Página 2: dibujo de la referencia con la distribución de partes y componentes con medidas (Figura 4.26).

Página 3: dibujo plano o producto final con la cara delantera y cara posterior con medidas para las muestras en el taller (Figura 4.27).



Figura 4.25
Ficha técnica de producto – página 1



Fuente: elaboración propia.

Figura 4.26

Ficha técnica de producto – página 2



Fuente: elaboración propia.



Figura 4.27
Ficha técnica de producto – página 3



Fuente: elaboración propia.

3) Estandarización de la Gestión de documental (flujo de documentos, balance y estandarización de actividades administrativas)

En esta tercera fase de la implementación, se analizó el flujo de documentos en los procesos administrativos de la empresa, buscando con ello realizar un plan de acción para mejorar la organización de cada uno de los documentos que influyen en él, para facilitar la tarea de encontrar la información requerida de manera eficiente (flujo esbelto).

Acompañados por la Gerencia, se identificaron tres documentos principales para diagramar sus procesos y tener una visibilidad del estado y lugar específico en el cual se encuentra cada uno de ellos. Para esta mejora se tuvieron presentes dos aspectos: i) emplear **Controles Visuales** por medio de un diagrama en Excel, y ii) aplicar consigo la técnica de calidad **Poka-Yoke** con el fin de evitar errores en el traspaso de documentos o documentos faltantes.

Los tres documentos para diagramar se describen a continuación:

a) Ingreso de materiales: para este documento se tuvo presente el paso a paso que se lleva a cabo al recibir los documentos al ingreso de las materias primas, asimismo se tuvieron en cuenta aquellas personas involucradas en el flujo de documentos, tal como se expone en adelante:

Al momento de llegar la materia prima, la auxiliar de producción recibe y hace una revisión de calidad del pedido, luego imprime el documento con las especificaciones de unidades recibidas, calidad de estas, entre otras; este documento es anexado a la factura del proveedor y se envían al contador quien carga los datos en el sistema contable y luego coloca el sello contable. Una vez terminada

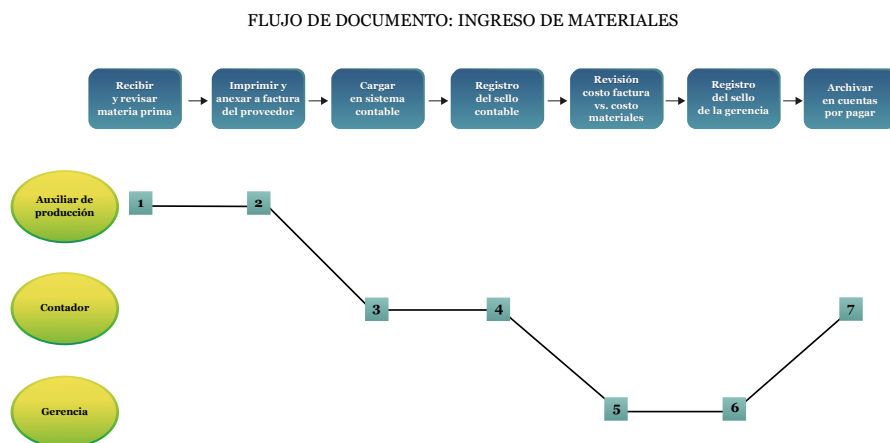


su labor, el Contador pasa el documento a la Gerencia quien hace una revisión del costo en la factura frente al costo de los materiales, si todo está correcto aplica el sello de la gerencia para que en última instancia se pase el documento nuevamente al contador quien lo archiva en cuentas por pagar (Figura 4.28).

b) Fletes: al igual que el anterior flujo de documentos, se tuvieron en cuenta las personas involucradas en este caso y el paso a paso que siguen dichos documentos.

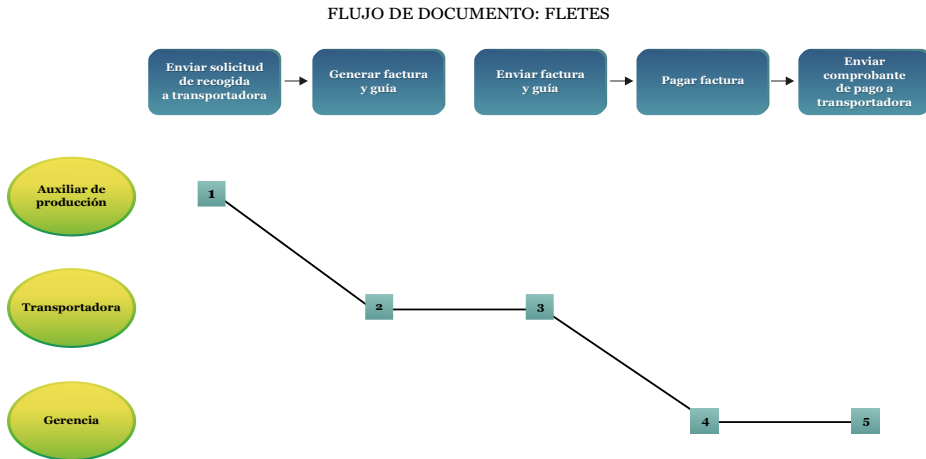
El proceso en este flujo comienza con el envío de la solicitud de recogida de los productos a la transportadora, esto es realizado por la auxiliar de producción. A continuación, la transportadora genera una factura y guía de seguimiento para la empresa que envía a Zuha S.A.S., esta llega a la Gerencia quien realiza el pago de la factura y por último envía el comprobante de pago (Figura 4.29).

Figura 4.28
Diagrama del flujo de documentos al ingreso de materia prima



Fuente: elaboración propia.

Figura 4.29
Diagrama de flujo de documentos al realizar fletes



Fuente: elaboración propia.

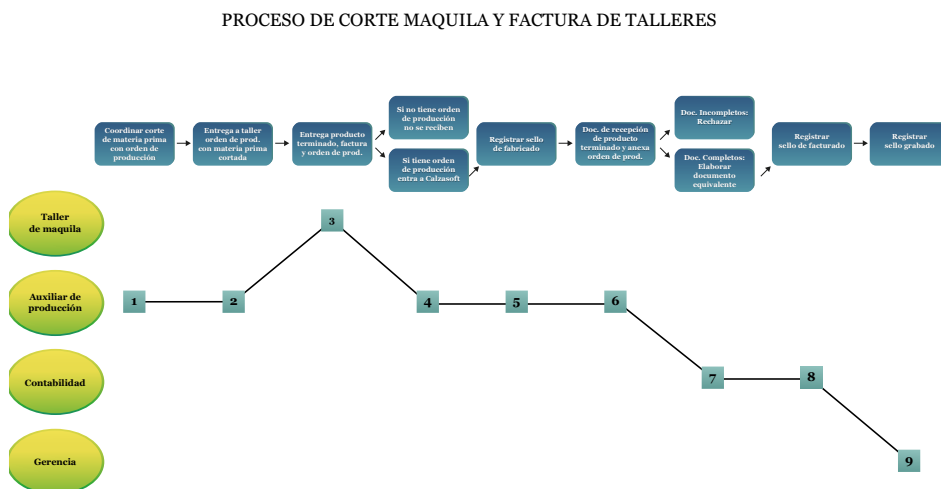
c) Factura de talleres: en este último punto se estableció el procedimiento para el flujo de documentos: en primer lugar la auxiliar de producción debe coordinar el recibo de los productos terminados, si no se tiene la orden de producción no recibe la factura y si la tiene ingresa la información a Calzasoft, sella la orden de producción con “fabricado” y elabora el documento de recepción de producto terminado con referencia, nombre del cliente y fecha de recibido por cada taller que entrega (esto se realiza a diario). A continuación, se envían documentos a contabilidad donde se sella con “contabilizado y facturado”, si el taller no envía la factura, Contabilidad debe generar el documento equivalente (Contabilidad no puede recibirle a producción



si no están las ordenes de producción anexas con el documento de recepción de producto terminado, que elabora la auxiliar de producción). Para terminar, se envían documentos a la Gerencia donde se revisa el documento equivalente y/o factura del taller, recepción de producto terminado elaborado por producción contra las órdenes de producción anexas en el documento y se registra el sello de “grabado” (Figura 4.30).

Figura 4.30

Diagrama del flujo de documentos en el proceso de corte de maquila



Fuente: elaboración propia.

En conclusión, se puede afirmar que el uso de las herramientas de *Lean Six Sigma* permitió organizar el flujo documentario (ver diagramas) de una manera esbelta, ágil y sencilla, también se puede indicar que estas no son de uso exclusivo del área de producción y que la metodología DMAIC es muy útil para los procesos de mejora en el ámbito administrativo. Como



se observó en este capítulo, la empresa Zuha S.A.S. logró beneficios como la estandarización de documentos, ficha técnica de productos que se puede modificar a gusto del cliente, control de las entregas y calidad de la materia prima a través de herramientas de Control Visual, *Poka-Yoke* y Justo a Tiempo.

CAPÍTULO 5

Caso de estudio Calzado Sportivo

Aproximación a la Solución – modelo de Simulación.

Maritza Correa V.

Guillermo Alberto Fonseca V.

Previo al desarrollo del caso de la empresa Calzado Sportivo², es importante precisar que su selección para la presentación del caso se hizo a partir de un análisis concienzudo por parte del equipo del proyecto y de todos los involucrados en la configuración de los procesos, que en gran medida eran transversales al sistema productivo del sector. En tal sentido, el proyecto contó con la participación de veintiuna empresas con algunos procesos comunes, propios de la fabricación de zapatos, estas empresas no contaban con la infraestructura y el nivel de complejidad que se observó en Calzado Sportivo el cual es producto de sus casi 30 años de permanencia en el mercado. Esta compañía tenía unas características de organización que iniciaron como respuesta a un esquema empírico de aplicación de las 5S, este hecho le permitió al equipo del proyecto contar con un mayor volumen de información y especialmente se tuvo un alto nivel de compromiso de la gerencia para involucrarse en el proyecto. Como componente adicional se contó con personal dispuesto y proactivo.

Para seleccionar la empresa se partió de una matriz comparativa donde se evaluaron el número de procesos de manufactura con el nivel de ejecución y adaptación al contexto del sector. La Tabla 5.10 muestra diez de las empresas cuyo núcleo de negocio es la manufactura de calzado con mayor cantidad de subprocesos.

² (El nombre de la empresa fue cambiado por razones de confidencialidad).



Tabla 5.10
Matriz comparativa número de procesos Vs. Empresa

Procesos/Sub procesos	Empresa 1	Empresa 2	Empresa 3	Sportivo	Empresa 5	Empresa 6	Empresa 7	Empresa 8	Empresa 9	Empresa 10
ALMACENAMIENTO	1	1		1	1	1	1	1	1	1
Recibo e inspección de Materiales e insumos.	1	1		1	1	1	1	1	1	1
Requerimiento de material para Corte.	1	1		1	1	1	1	1	1	1
Suministrar material a cortadores.	1	1		1	1	1	1	1	1	1
CORTE DE MOLDES	1	1		1	1	1	1	1	1	
Patronaje de moldes de corte.	1	1		1	1	1	1	1	1	
Corte de material.	1	1	1	1	1	1	1	1		
Inspección de Corte.			1	1	1	1	1			
Desbaste.			1	1	1	1	1			
GUARNECIDA			1	1	1	1	1			
Recepción de cortes desbastados.			1	1	1	1	1			
Asignación de operarios de guarnecida.			1	1	1	1				
Armado de molde.			1	1	1	1				
Conformado de piezas.				1	1	1				
Ensamble de contrafuerte.				1	1	1				
Pegado de puntera máquina.				1	1	1				
ENSAMBLE				1	1					
Aplicar pegante a odena.				1	1					
Esperar secado.				1	1					



Continuación Tabla 5.10. Matriz comparativa número de procesos Vs. Empresa

llevar a máquina montadora.				1	1					
Estirar punta del calzado.		1	1	1						
FINIZAJE		1	1	1						
Inspección del calzado.	1	1	1	1						
Limpieza de calzado.	1	1	1	1						
Emplantillar calzado.	1	1	1	1						
Encordonar.		1	1	1						
Empaque de producto terminado.		1	1	1						
Transporte a almacén.		1	1	1						
Total de procesos por empresa	10	15	15	28	20	16	11	7	6	4
Porcentaje de los procesos	36 %	54 %	54 %	100 %	71 %	57 %	39 %	25 %	21 %	14 %

Fuente: elaboración propia.

Calzado Sportivo es una empresa ubicada en la ciudad de Cali que se dedica a la producción de calzado deportivo de cuero para mujeres y hombres, ofreciendo a sus clientes un producto de calidad, a la moda y cómodo.

La organización tuvo sus inicios en la década del 70 como una empresa familiar, estaba orientada al servicio de remontadora, donde la gestión de sus clientes se realizaba bajo un sistema puerta a puerta. Cinco años después de estar en el mercado, uno de los hijos del dueño fundador se propuso consolidarla a través de un proyecto que les permitió adquirir la maquinaria necesaria para la fabricación de su propia línea de calzado para hombre.



En la década posterior e iniciando la década de los 90 se realizó la formalización de la compañía en relación con los aspectos legales, haciendo parte ya del sector mipymes. Su planta física por aquel entonces era muy reducida y sus colaboradores en igual proporción, no obstante, desde un inicio en la empresa se caracterizaron por la calidad y el orden, que el gerente propietario, fue buscando establecer como sello y valor añadido de su empresa.

Bajo estas condiciones se dio a conocer entre clientes que requerían el servicio de maquila. Gracias al trabajo con estos clientes se logró nuevamente efectuar una ampliación de la planta física en la década del 2000. Para el año 2010 se planteó desarrollar un proyecto de implementación de mejora continua con el apoyo de ACICAM y el Centro de Productividad del Cuero. Con el desarrollo de ese proyecto se consolidó, en parte, la organización de sus procesos, sin embargo, no se logró mantener en el tiempo.

La visión actual de la empresa es mantener el mercado, pero quiere incursionar en el comercio internacional, para lo cual ya se había pensado realizar una nueva búsqueda de asesoría. Por esta razón, el jefe de producción le explica la situación al Auxiliar de producción y la importancia que lleva consigo la implementación de *Lean Six Sigma* en la organización; el Jefe de producción quiere implementar la metodología DMAIC, lo que le permitirá llegar a obtener un plan de mejoramiento para los procesos productivos.





El Proceso Productivo

Antes de comenzar con el proceso de implementación de la metodología *Lean Six Sigma*, es necesario adquirir toda la información necesaria para ello.

El proceso de fabricación del calzado cuenta con un área de Almacenaje de materia prima y con cuatro procesos que corresponden a Corte, Guarnecida, Ensamble y Finizaje. Cada uno de estos se detalla a continuación:

1) Área de almacenaje: la encargada del almacén revisa la materia prima que le envían los proveedores a la empresa, inspecciona los materiales para detectar defectos en el mismo, y de encontrarlos, se devuelve para ser repuestos. Si el material es aprobado se organiza en los estantes con los que se cuenta en el área.

2) Área de corte: en este primer proceso productivo los cortadores revisan la orden de producción que les envía el Jefe de producción y con base en ello realizan un requerimiento de material al área de almacén, quien les suministra los materiales para proceder con el proceso de corte. Una vez terminados los cortes, se inspecciona la labor realizada para verificar la calidad. De cumplir con las características esperadas se pulen los bordes con un desbaste, obteniendo de esta forma el producto deseado para ser enviado a la siguiente área del proceso, en la Figura 5.31 se muestra el aspecto de esta área en la empresa.



Figura 5.31
Disposición del área de corte en Calzado Sportivo



Fuente: archivo propio.

3) Área de guarnecida: para este tercer proceso se reciben los cortes de la materia prima junto con la orden de producción, se asignan los operarios en el área y se comienza el proceso con el armado de los moldes, una imagen de esta zona se muestra en la Figura 5.32.

Figura 5.32
Vista general del área de guarnecida



Fuente: archivo propio.

Posteriormente, el producto se lleva a la conformadora, se ensambla el contrafuerte y se espera a que se adhiera el material, como se muestra en la Figura 5.33. Una vez esté seco, se procede con el envío a una máquina para hacer un pegado de puntera.

Figura 5-33
Armado y costura de las piezas



Fuente: archivo propio.

4) Área de ensamble: en esta área, al recibir el producto de guarnecida, se le aplica un pegante a la orden para luego ser transportado a la manovía, se espera que se seque el pegante aplicado y se lleva a la montadora en donde se le darán ajustes al calzado. Por último, se estira la punta de calzado (Figura 5.34).

Figura 5.34

Vista general de la máquina montadora



Fuente: archivo propio.

5) Área de finalizaje: con este último proceso productivo se busca dar los toques finales al calzado antes de ser empacado y enviado a los clientes. En primera instancia se inspecciona el calzado que reciben del área de ensamble, si no cumple con la calidad esperada y el error puede ser corregido, se devuelve al área correspondiente, si el defecto no tiene remedio, se desecha el zapato porque es necesario volverlo a elaborar.

Si el producto cumple con la calidad esperada se procede a realizar una limpieza para retirar cualquier suciedad que pueda haber quedado de los procesos anteriores, luego el zapato se lleva a emplantillar y se le ponen los cordones. Terminadas estas labores se procede con el empaque del producto terminado y se lleva a la bodega en donde se almacena, en espera del despacho a su destino, una imagen de esta área se muestra en la Figura 5.35.

Figura 5.35
Vista general del área de finalizaje



Fuente: archivo propio.

Una vez conocido el proceso de forma general es necesario hacer el análisis de la situación de producción encontrada.

Herramientas para el análisis de la situación actual de la empresa

A continuación, se describen las herramientas usadas en el desarrollo de la metodología e implementación del modelo de mejoramiento para la empresa Calzado Sportivo.



Tormenta de ideas

Lluvia o tormenta de ideas es el nombre dado a una técnica aplicada a grupos de trabajo que sirve para contribuir en la generación de ideas originales bajo un ambiente amigable, lo que según expertos contribuye a la creatividad (Rawlinson, 2017).

Se hizo una reunión con el equipo de colaboradores de la empresa, desde la Gerencia, Administración, hasta los Operarios, en la que siguiendo esta técnica se pudieron identificar los problemas percibidos por ellos y sus ideas para solucionarlos.

Algunos de los problemas identificados en la empresa es que los clientes no cuentan con una “ficha técnica del producto” que permita ver de forma clara y específica cada uno de los aspectos requeridos sobre el producto a comprar, ni conocer el consumo o cantidad de materiales requeridos para la fabricación de un par de zapatos y el costo de dichos productos.

Por otra parte, la empresa no cuenta con una Planeación de Requerimientos de Materiales – MRP que ayude a controlar las materias primas que se puedan necesitar en el futuro cercano.

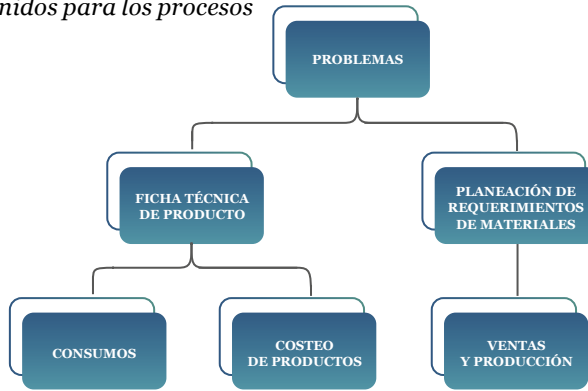
Árbol de problema

Previo a la definición del modelo de la situación actual de la empresa, al iniciar con la adaptación de la metodología desarrollada en el proyecto Mimoleanss, se realizó un acercamiento con la Gerencia para puntualizar aspectos, denominados inicialmente como problemáticas; pero que posteriormente fueron el insumo principal para la identificación de oportunidades de mejora.



En ese sentido, se comienza con la estructuración de un árbol de problemas a partir del cual se presentaron los elementos generales de operación, cuya incidencia en la productividad, según la experiencia del gerente propietario, marcaban el desempeño cotidiano de la empresa. En la Figura 5.36 se presenta la estructura con los problemas identificados.

Figura 5.36
Problemas definidos para los procesos



Fuente: elaboración propia.

Se presentaban varios problemas, por ejemplo, en la ficha técnica faltaban detalles sobre las características del producto (materiales, colores, texturas) y sobre las especificaciones del cliente (acabados, material, accesorios). Esta falta de información también afectaba los consumos para poder planear los materiales requeridos, así como el costo del producto. Con relación a la planeación, se requería poder hacer un comparativo entre la solicitud del cliente y lo necesario para la fabricación, en la empresa se estaba generando sobre inventario por no tener la información pertinente en el momento oportuno. La planeación afectaba las ventas,



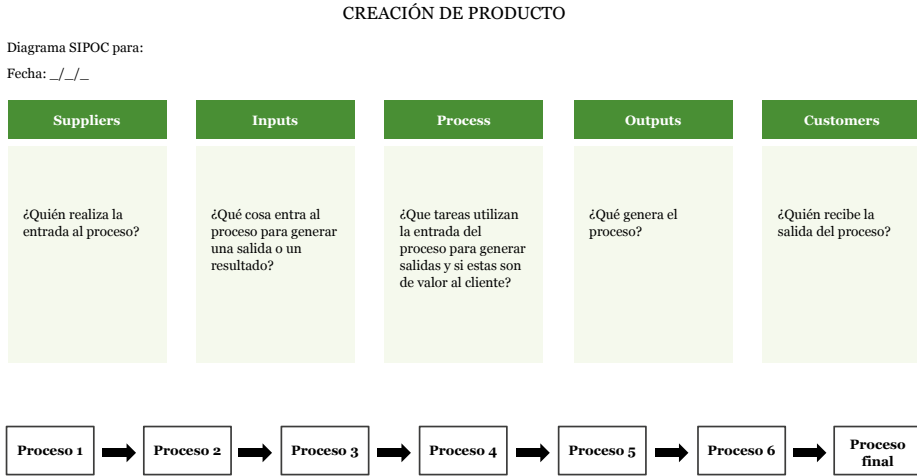
ya que al no utilizar la capacidad total de la planta (maquila y producto propio), necesitaba incrementar las ventas de su propia línea.

Luego de establecer los diferentes problemas que afectaban a los procesos, se continuaron los encuentros con la Gerencia para planificar e iniciar la socialización con los Líderes de proceso y los Operarios. Cabe mencionar que en algunos casos la figura de liderazgo se dio por la experiencia de algunos colaboradores y no porque la empresa lo hubiese definido como un cargo.

Supplier, Inputs, Process, Outputs, Customers – SIPOC (T3)

Otra de las herramientas que facilita la identificación de las variables dentro de los procesos es el diagrama SIPOC o análisis de proveedores, entradas, procesos, salidas y clientes. En este análisis se toman en consideración las relaciones e interacciones de los procesos en cada ítem mencionado, por lo cual es importante que se defina con claridad el tipo de relación e interacción. En la Figura 5.37 se muestra el diagrama SIPOC construido para la creación del producto.

Figura 5.37
 Diagrama SIPOC Creación del Producto

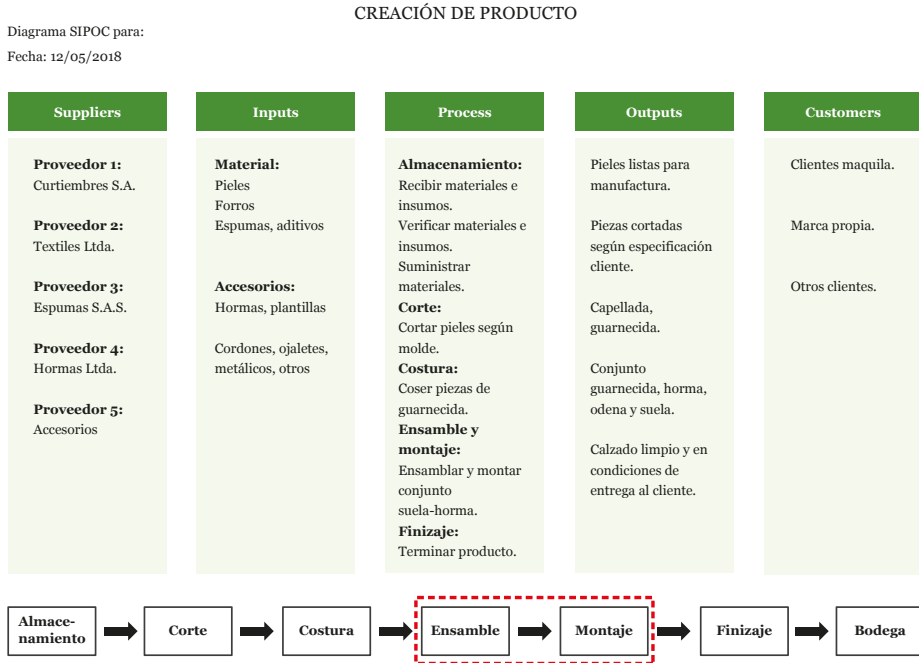


Fuente: elaboración propia.

En la Figura 5.38 se observa la aplicación de la herramienta en la empresa, como parte de la etapa Definir, se pueden observar las distintas relaciones, flujos y resultados obtenidos de la transformación de los materiales en productos en proceso y productos terminados, definidos en cada proceso, y que siguen las actividades productivas en la fabricación de calzado de forma general.



Figura 5.38
Diagrama SIPOC Empresa calzado Sportivo



Fuente: elaboración propia.

Indicadores actuales de productividad

Dentro de los procesos que se identificaron a través del SIPOC, se reconocen los indicadores que la empresa ha venido utilizado, se pueden mencionar aquellos cuya practicidad permitían la recopilación y el cálculo en la planta de producción. Estos datos se mostraban de forma visual por medio de unos tableros que presentaban la evolución del trabajo (unidades reales de calzado) y las órdenes de pedido de los clientes (unidades/pares solicitadas como meta de producción). Estos datos se resumen en la Tabla 5.11.

Tabla 5.11
Tablero de meta de producción [día/semana/mes]

Sem	Cliente				Maquila				Ref/Producto				Z-900A/Tenis			
	L	M	Mi	J	V	S	Re	L	M	Mi	J	V	S	Mt	Indicador Meta	
1	20	16	25	22	10	8	101	20	20	20	20	20	20	120	[101/120]*100 = 84%	
2	14	15	18	12	11	8	78	18	19	26	18	19	20	120	[78/120]*100= 65%	
3	5	12	30	8	10	6	71	20	20	20	20	20	20	120	[71/120]*100= 60%	
4	14	15	8	10	10	6	63	18	19	26	18	19	20	120	[63/120]*100=53%	
Total mes							313	Total mes							480	[313/480]*100=65%

Fuente: elaboración propia.

Se evaluaron los siguientes indicadores propuestos para el área de producción:

- Disponibilidad.
- Producción.
- Calidad.
- Efectividad.

A continuación se define la importancia del indicador y su ecuación matemática, necesaria para calcular la situación actual del indicador en el proceso.

Indicador de disponibilidad: este indicador muestra la relación del aprovechamiento del tiempo en comparación con el tiempo neto que se tuvo durante el proceso.

$$Disponibilidad = \left[\frac{\text{Tiempo de proceso}}{\text{Tiempo neto operativo}} \right] \times 100\%$$



Indicador de producción: este indicador determina la relación de la producción en comparación a la meta establecida por gerencia.

$$\text{Producción} = \left[\frac{\text{Unidades reales}}{\text{Unidades teóricas}} \right] \times 100$$

Indicador de calidad: el objetivo de este indicador es establecer los niveles de calidad de los productos para controlar el grado de confiabilidad del proceso, debido a que una falla en la misma ocasiona pérdida de clientes actuales y potenciales.

$$\text{Calidad} = 100 \left[\frac{\text{Unidades defectuosas}}{\text{Unidades producidas}} \right] \times 100\%$$

Indicador de efectividad: Este indicador es la relación de los anteriores indicadores donde muestra la información general de la planta, y el comportamiento de esta.

$$\text{Efectividad} = \% \text{Disponibilidad} \times \% \text{Producción} \times \% \text{Calidad} \times 100$$

Una vez establecidos los indicadores de producción es necesario hacer un análisis concienzudo del proceso.

Análisis BPMN (Modelo de proceso de negocio y notación, por su sigla en inglés Business Process Model and Notation)

El equipo de trabajo asignado a la empresa, compuesto por el docente investigador/consultor y un estudiante, definió un plan de trabajo con el propósito inicial de establecer un mapeo de la situación actual. Para ello, luego de la socialización, se definieron algunos roles y se establecieron





unas metas, en consenso entre la Gerencia y los empleados, que se materializarían a través de las cinco (5) etapas de la metodología DMAIC con su correspondiente enlace con *Lean Manufacturing* y *Six Sigma*. Cabe resaltar que mapear el proceso permitió definir cómo la empresa, sus áreas y procesos se adaptarían al modelo de mejoramiento y posteriormente a la implementación de la metodología del proyecto Mimoleanss.

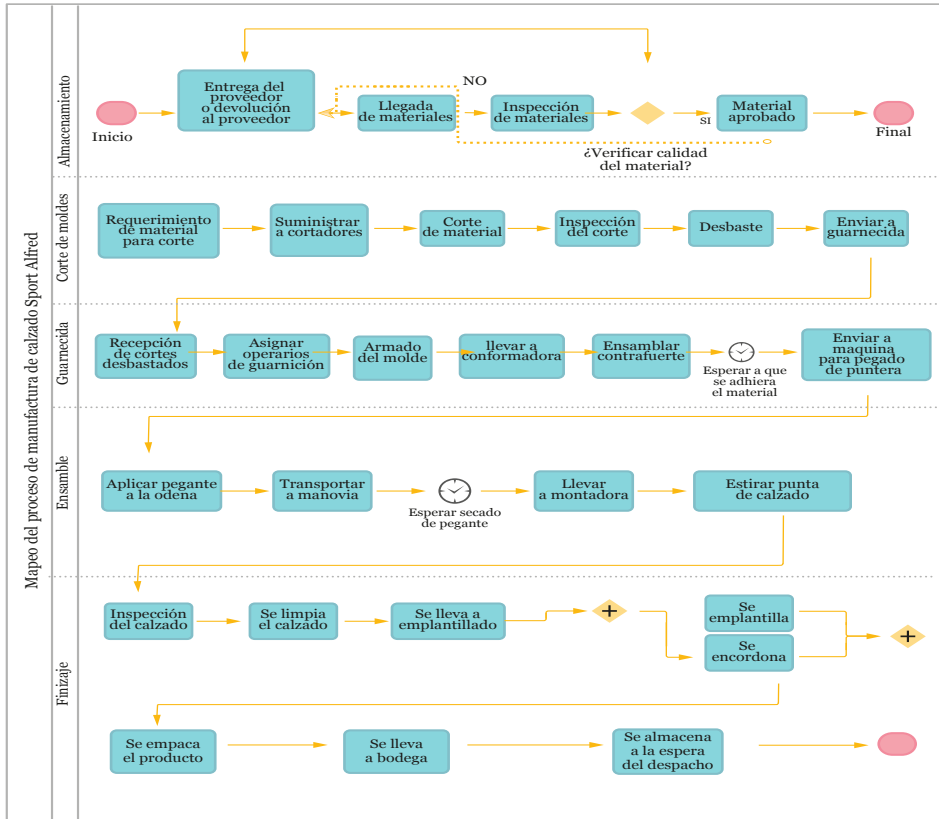
La herramienta que se utilizó para el mapeo de los procesos se concibió bajo los parámetros de aplicación de *Business Process Model and Notation*, dada la utilidad y facilidad gráfica para identificar los flujos de valor involucrados con los procesos. En la Figura 5.39 se muestra el resultado del mapeo con esta herramienta utilizando el *software* Bizagi.





Figura 5.39

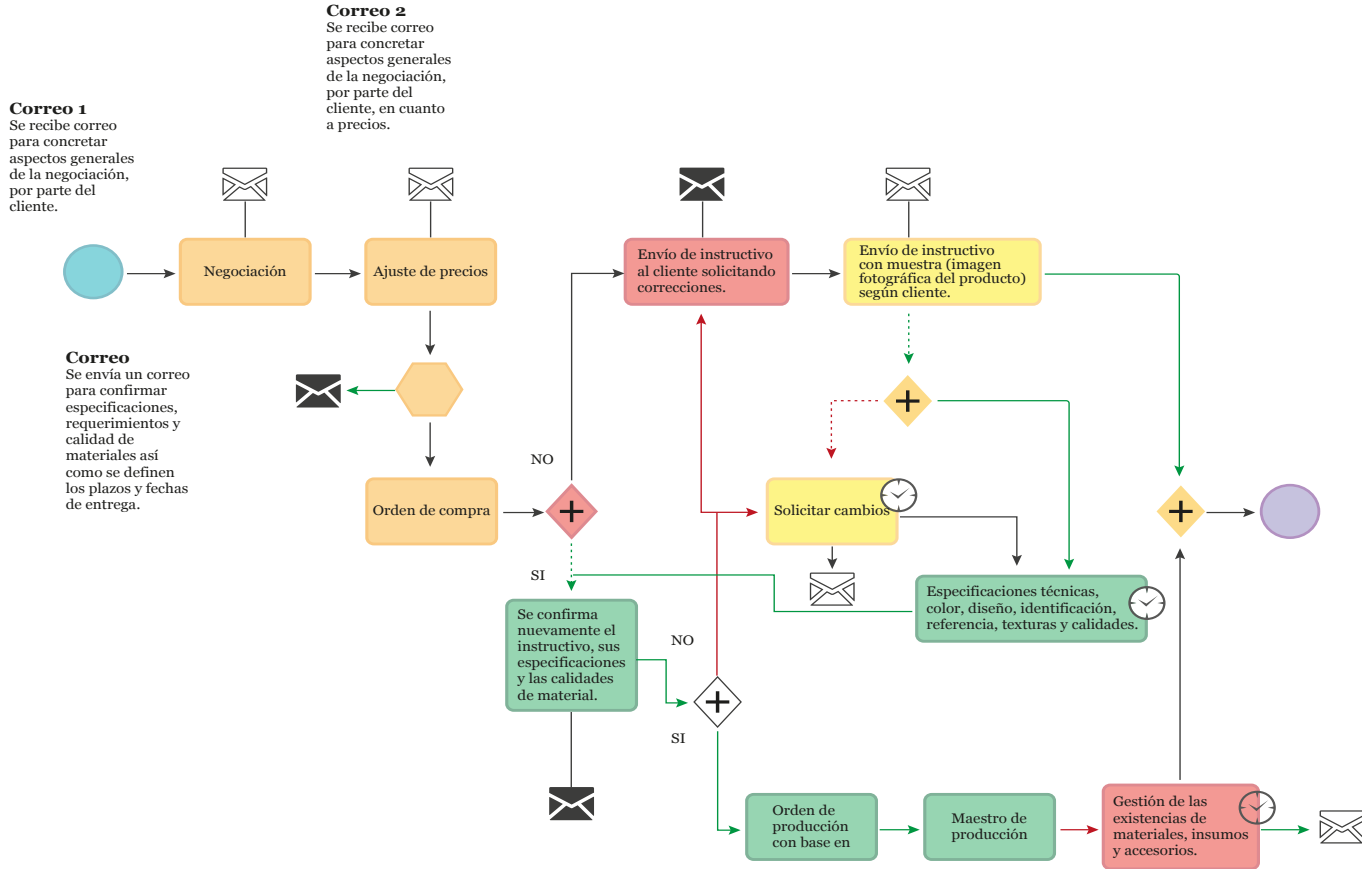
Proceso de manufactura de la empresa Calzado Sportivo



Fuente: elaboración propia.

Adicionalmente se realizó un análisis del proceso que sigue la empresa en cuanto al recibo de pedidos de los clientes, cuya representación se muestra en la Figura 5.40.

Figura 5.40
 Proceso de pedido del cliente



Fuente: Elaboración propia.





Selección de la referencia

Antes de establecer el ciclo de producción es necesario seleccionar la referencia a la cual se le hará seguimiento. Entre la Gerencia y los Líderes de proceso seleccionaron la referencia 900 Sneaker (Figura 5.41), esta es importante para la empresa, ya que de esta es la que se recibe mayor cantidad de pedidos.

Figura 5.41

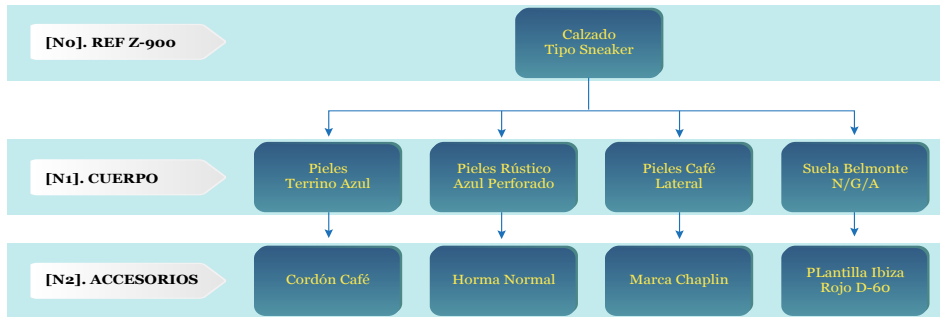
Calzado Referencia 900 Sneaker



Fuente: tomado de los archivos de la empresa Calzado Sportivo (2019).

Por otra parte, el Jefe de producción procedió a realizar la explosión de materiales del producto, dado que esta información permite hacer la planeación de la producción en la empresa, tal como se muestra en la Figura 5.42.

Figura 5.42
 Explosión de materiales



Fuente: elaboración propia.

Igualmente, para calcular el ciclo de producción se requirió conocer la información relacionada con las condiciones de operación de la planta, esto se resume en la Tabla 5.12.

Tabla 5.12
 Información sobre condiciones de operación

Referencia	Sneaker 900
Días Laborales a la semana	6
Número de turnos	1
Horas por turno	10
Almuerzo / Cena	45 min
Descansos / Pausas	15 min
Otras interrupciones	15 min
Demanda semanal	1200 pares
Tiempo de ciclo estimado	180 min
Takt Time	2,6 min

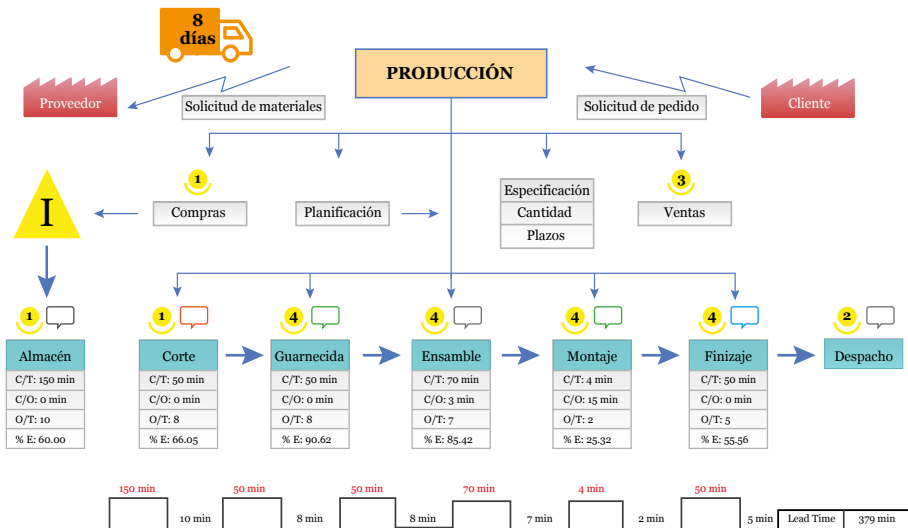
Fuente: elaboración propia.



VSM actual

El siguiente paso fue establecer a través del VSM los flujos de valor y las eficiencias calculadas con base en los datos recolectados de la medición de los procesos. En este caso se consideraron los seis procesos que se describen en el diagrama SIPOC. En términos generales la información surgió de las conversaciones con los Operarios líderes de cada proceso de producción y la medición de los tiempos de proceso. Como se muestra en la Figura 5.43 el tiempo de ciclo de proceso o *Lead Time* es de 374 minutos/semana, la demanda semanal de la empresa es de 200 pares, por lo cual el *Takt Time* o tiempo máximo de ciclo permitido para producir un producto y cumplir con la demanda es de 1,87 minutos, calculado como *Lead Time*/Demanda.

Figura 5.43
Flujo de valor del proceso actual de la empresa Calzado Sportivo



Fuente: elaboración propia.





Nivel Sigma

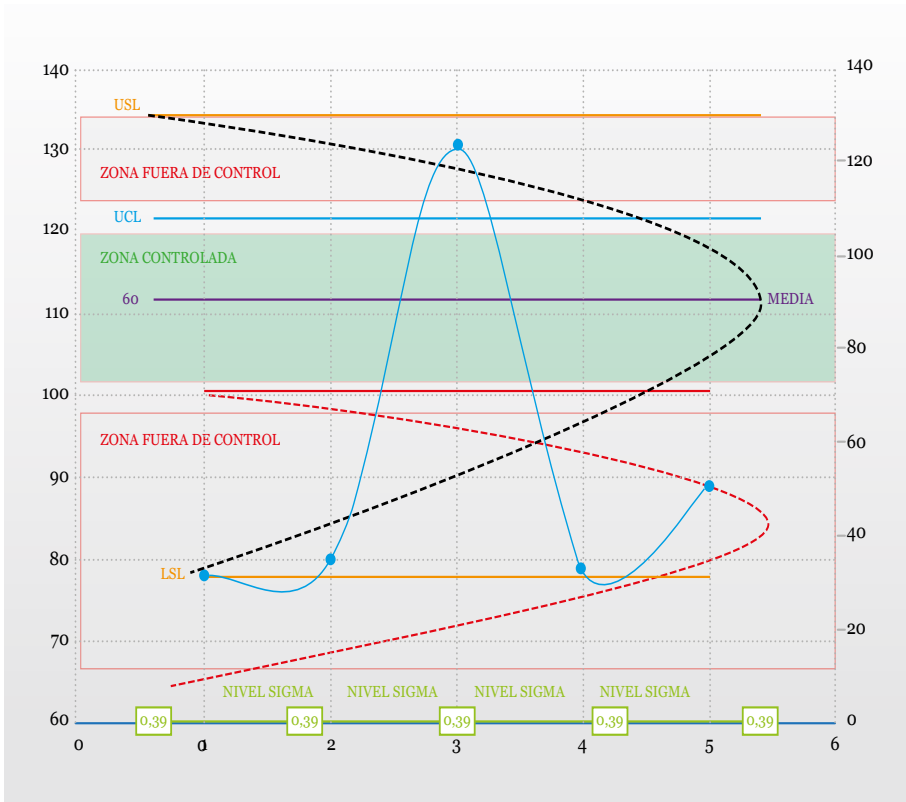
Para el caso del nivel sigma se establecieron cinco observaciones de los tiempos para cada operación, se consideró la tabla del ciclo de Kanawati (1996) para determinar la cantidad de ciclos a cronometrar en función de la duración de la actividad. Después de la medición se definieron los promedios, para de este modo calcular los límites de especificación inferior y superior, con base en dichos límites se procedió a calcular unos límites de especificación ajustados o límites de control que son requeridos para el cálculo del nivel sigma actual de cada proceso.

Para el caso del área de guarnecida se observó que el nivel sigma actual de la operación es de 0,39, dicho valor implica que el nivel Sigma de este proceso es inferior a 6 σ . También en el gráfico es posible observar cómo los tiempos de ciclo, en su mayoría, se ubican en las zonas que indican que el proceso se encuentra fuera de control, por lo que se puede observar la desviación de la distribución normal en la parte inferior del gráfico, tal como se muestra en la Figura 5.44.



Figura 5.44
Nivel sigma actual del proceso de Guarneceida

Observación	1	2	3	4	5		
OP 1	78	79,8	130,2	78,6	88,8		
Max	130,2	130,2	130,2	130,2	130,2		
Min	78	78	78	78	78		
Promedio	91,08	91,08	91,08	91,08	91,08		
Desviación							
UCL	107,89726	107,89726	107,89726	107,89726	107,89726		
LCL	100,30274	100,30274	100,30274	100,30274	100,30274		
NIVEL SIGMA	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39		
OP 2	14,61	5,87	7,91	7,18	7,12	14,61	5,87



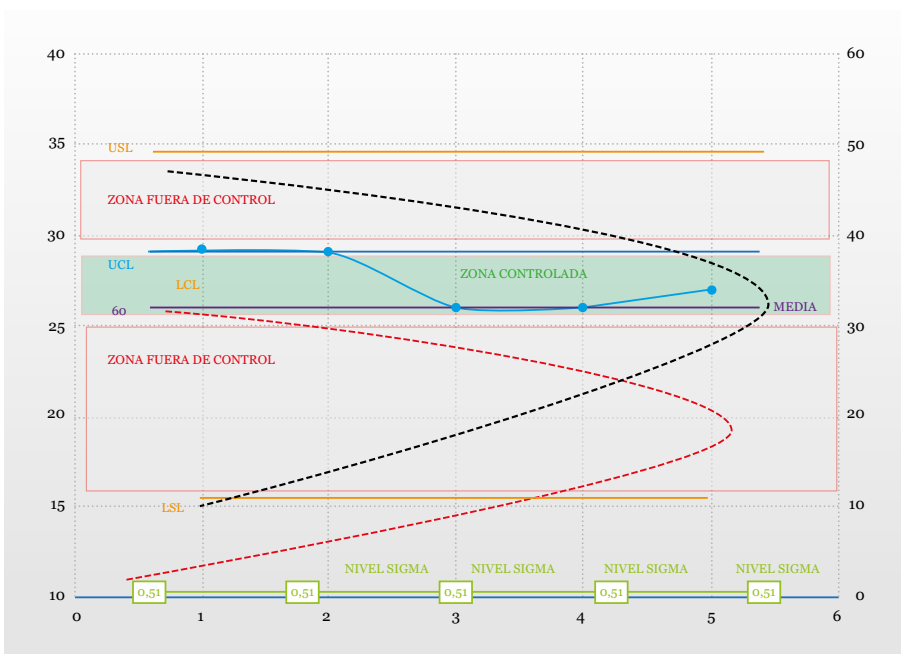
Fuente: elaboración propia.

El mismo método se aplicó a los procesos de ensamble y montaje, donde se obtuvo un nivel sigma actual de 0,51 que sigue siendo menor a 6σ , Figura 45.

Figura 5-45
 Nivel sigma Actual del Proceso de Ensamble y Montaje

Observación	1	2	3	4	5
OP 1	29	29	26	26	27
Max	49,2	49,2	49,2	49,2	49,2
Min	15,47	15,47	15,47	15,47	15,47
Promedio	32	32	32	32	32
Desviación			11		
UCL	38,2	38,2	38,2	38,2	38,2
LCL	26,47	26,47	26,47	26,47	26,47
NIVEL SIGMA	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51

OP 2	14,61	5,87	7,91	7,18	7,12
------	-------	------	------	------	------



Fuente: elaboración propia.



Adquisición de los datos

El proceso de adquisición de los datos se llevó a cabo de acuerdo con un plan trazado por el equipo consultor (con el formato de Definir³), en el cual se incluyeron algunos aspectos asociados con la identificación de los indicadores que mayor incidencia tenían sobre la productividad al interior de cada proceso como los de disponibilidad, producción, calidad y efectividad explicados anteriormente, así como la planeación de la producción, ya que se tenía seleccionada una referencia específica para la medición de los tiempos de producción. En las pymes de calzado la producción no se realiza en un esquema continuo, sino que está compuesto por variantes que hacen que el proceso se interrumpa por prioridades que van de la mano de su esquema de trabajo como maquila. Es decir, por orden y no por línea.

Análisis de los datos

En esta parte es importante hacer uso de una de las herramientas de control estadístico de procesos que permiten establecer las influencias que se denominan como vitales y se diferencian de aquellas que por su condición pueden ser urgentes, pero no tienen una incidencia crítica en el funcionamiento operativo-productivo. En ese orden de ideas se construyó el diagrama de dispersión para analizar el comportamiento de los datos medidos, un diagrama de Ishikawa para descubrir los problemas en el proceso productivo y sus posibles causas, un diagrama de Pareto donde se identifican los principales problemas de calidad, para luego establecer algunos aspectos adicionales como los retrasos, reproceso entre otros.

³ Disponible en línea en el enlace: <https://drive.google.com/file/d/oB-ZyauWlmo3ZZUZh-TURNdVhfREk/view>



De esta forma se realizó la construcción del VSM Futuro y se procedió al cálculo del nivel Sigma Futuro.

Diagrama de dispersión

El análisis de dispersión es una representación gráfica para describir el comportamiento ayudando a identificar la posible relación entre dos variables.

De acuerdo con los datos recolectados en la medición se procedió a demostrar que la observación y los datos medidos no afectaron el tiempo de procesamiento o ejecución del trabajo cronometrado para el estudio.

En la Tabla 5.13 se muestra un resumen de los datos medidos con los cuales se hizo el análisis del comportamiento y su correlación.

Tabla 5.13

Número de observaciones vs tiempos de procesamiento

Número de observación	Tiempo de procesamiento (Min)	Número de observación	Tiempo de procesamiento (Min)
1	4,97	6	2,71
2	3,24	7	3,64
3	4,04	8	3,38
4	2,89	9	4,67
5	1,98	10	3,92

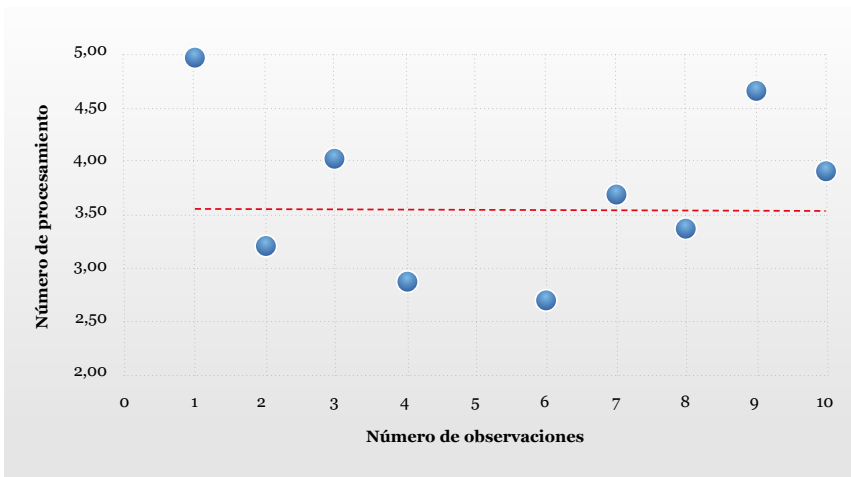
Fuente: elaboración propia.



Con estos datos se hizo el análisis estadístico de los tiempos consumidos en la ejecución del trabajo, utilizando el coeficiente de correlación para determinar la dependencia o independencia entre las variables, se grafica los datos resumidos en la Figura 5.46.

Figura 5.46

Diagrama de dispersión. Análisis de correlación entre las variables tiempo de procesamiento y número de observaciones



Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con el diagrama de dispersión para las variables analizadas se muestra que los datos se encuentran dispersos, esta distribución infiere una correlación baja entre las dos variables, lo cual indica que el comportamiento de una variable no tiene efecto sobre la segunda.

Para calcular el coeficiente de correlación se usa la ecuación:

El resultado de la ecuación es $-0,0058$, correspondiente al coeficiente de correlación entre las dos variables para el proceso de producción de la



empresa Calzado Sportivo, lo cual confirma que no hay correlación, es decir el método empleado en la recolección de datos en cada una de las áreas evaluadas no afectó el ritmo de trabajo, es decir el operario actuó de forma natural sin alterar los datos.

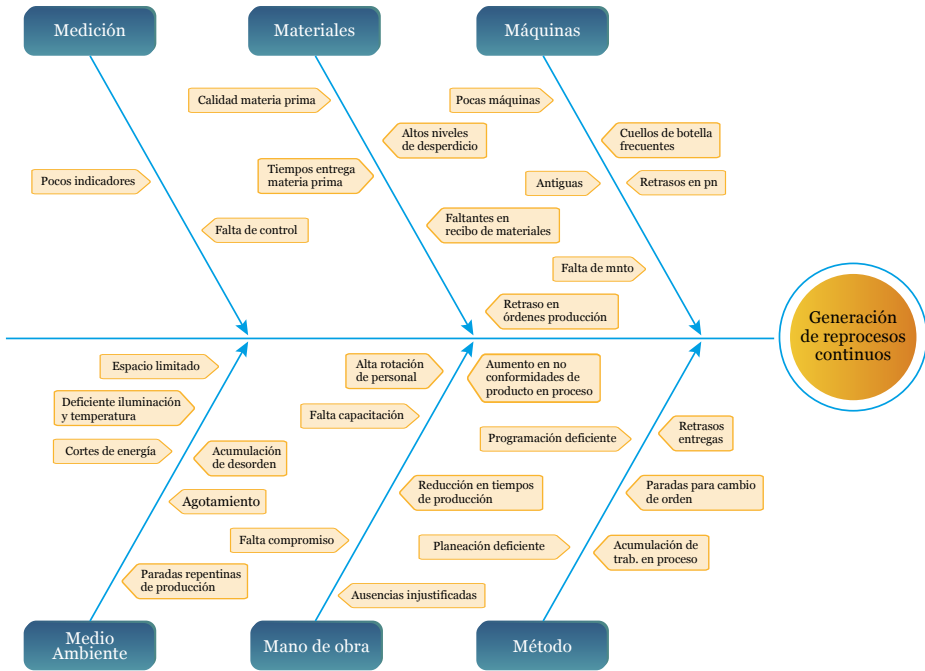
Teniendo claro que el método de observación y la recolección de datos no afectó el tiempo, la forma y el ritmo de ejecutar la actividad, se procedió a analizar por qué la generación de reprocesos continuos. Se utilizó un diagrama de Ishikawa para establecer las causas más importantes, y cuáles son los problemas más frecuentes por medio de un diagrama de Pareto.

Diagrama de Ishikawa

Durante el seguimiento de esta metodología es importante investigar sobre el motivo principal de los problemas encontrados a priori. Para ello se utilizó el método de las 6Ms (Luca, 2016), que consiste en identificar las causas a partir de varios aspectos importantes dentro del proceso, como la Mano de obra, Medio ambiente, Métodos, Máquinas, Medición y Materia prima. En la Figura 5.47 se muestra el diagrama construido con las oportunidades de mejoramiento encontradas en la empresa.



Figura 5.47
Diagrama Ishikawa Empresa calzado Sportivo



Fuente: elaboración propia.

A partir de los hallazgos del diagrama de Ishikawa se presenta un cuadro donde se analizan las causas encontradas. Se consideraron seis criterios:

Factor: la causa corresponde al factor que genera el problema.

Causa directa: la causa es la que origina el problema.

Solución directa: si se elimina esta causa se soluciona el problema.

Factible: hay una solución factible a esta causa.

Medible: si la solución funciona es medible.

Bajo costo: la implementación de la solución es de bajo costo.



Para hacer la asignación de los puntajes se consideró dar valores de 1 a 3, donde 3 es el que trae mayores beneficios para la solución, 2 cuando los beneficios no son concluyentes y 1 cuando los beneficios son menores, el resumen del análisis se presenta en la Tabla 5.14.

Tabla 5.14
Análisis de la causa raíz a partir del diagrama de Ishikawa

GENERACIÓN DE REPROCESOS CONTINUOS								
CAUSAS	SOLUCIONES	CRITERIOS						TOTALES
Medición	Solución	FACTOR	CAUSA DIRECTA	SOLUCIÓN	FACTIBLE	MEDIBLE	BAJO COSTO	
Pocos indicadores	Crear sistema de indicadores de desempeño (KPI)	2	1	1	2	3	2	11
Falta de control	Implementación herramientas Lean SS y Capacitación	3	2	3	2	3	2	15
Materiales	Solución	FACTOR	CAUSA DIRECTA	SOLUCIÓN	FACTIBLE	MEDIBLE	BAJO COSTO	
Calidad materia prima (MP), no es la que se pide	Hacer acuerdos con proveedores	3	2	2	1	1	2	11
Tiempos entrega MP no se cumplen	Hacer acuerdos con proveedores	2	1	1	1	1	2	8
Altos niveles de desperdicio por la mala calidad	Hacer acuerdos con proveedores	3	2	1	1	1	2	10
Faltantes en recibo de MP	Hacer acuerdos con proveedores	2	1	1	1	1	1	7
Retraso en ordenes de producción por falta de MP	Hacer acuerdos con proveedores	2	1	1	1	1	1	7
Máquinas	Solución	FACTOR	CAUSA DIRECTA	SOLUCIÓN	FACTIBLE	MEDIBLE	BAJO COSTO	
Pocas máquinas	Compra de equipo	2	1	1	2	1	1	8
Máquinas antiguas	Cambio de equipos	2	1	2	1	3	1	10
Falta de mantenimiento	Plan de mantenimiento	3	1	1	1	1	3	10
Continuos cuellos de botella	Implementación herramientas Lean SS y Capacitación	2	1	2	1	2	2	10
Retrasos en producción	Implementación herramientas Lean SS y Capacitación	2	2	2	3	3	2	14



Continuación Tabla 5.14 Análisis de la causa raíz a partir del diagrama de Ishikawa

Medio ambiente	Solución	FACTOR	CAUSA DIRECTA	SOLUCIÓN	FACTIBLE	MEDIBLE	BAJO COSTO	
Espacio limitado	Ampliar el área de trabajo	3	1	1	3	2	3	13
Deficiente iluminación y temperatura	Cambio de lámparas e instalación de Aire Acondicionado	3	1	1	3	3	1	12
Cortes de energía	Compra de planta de respaldo	2	1	1	2	3	1	10
Acumulación de desorden	Implementación herramientas Lean SS y Capacitación	3	3	3	3	3	3	18
Agotamiento o cansancio de los empleados	Plan de capacitación / Seguridad industrial	3	1	2	3	1	2	12
Paradas inesperadas de producción	Control de operaciones y capacitación	2	1	2	3	1	2	11
Mano de obra	Solución	FACTOR	CAUSA DIRECTA	SOLUCIÓN	FACTIBLE	MEDIBLE	BAJO COSTO	
Falta capacitación	Plan de capacitación / Evaluación de desempeño	1	1	1	3	3	2	11
Alta rotación de personal	Plan de capacitación / Evaluación de desempeño	3	3	2	2	3	1	14
Falta compromiso	Plan de capacitación / Evaluación de desempeño	3	1	2	3	2	1	12
Aumento en no conformidades de producto en proceso	Implementación herramientas Lean SS y Capacitación	3	3	3	3	3	3	18
Reducción en tiempos de producción por trabajo a destajo	Implementación herramientas Lean SS y Capacitación	3	3	3	3	3	3	18
Ausencias no justificadas	Plan de capacitación / Evaluación de desempeño	2	2	2	2	3	1	12
Método	Solución	FACTOR	CAUSA DIRECTA	SOLUCIÓN	FACTIBLE	MEDIBLE	BAJO COSTO	
Programación deficiente	Implementación herramientas Lean SS y Capacitación	3	3	3	3	3	3	18
Planeación deficiente	Implementación herramientas Lean SS y Capacitación	3	3	3	3	3	3	18
Retrasos entregas	Implementación herramientas Lean SS y Capacitación	1	1	2	2	3	2	11
Paradas para cambio de orden	Implementación herramientas Lean SS y Capacitación	3	2	2	2	3	2	14
Acumulación de trabajo en proceso	Implementación herramientas Lean SS y Capacitación	3	2	2	3	3	3	16

Fuente: elaboración propia.

Una vez calificados los criterios se seleccionaron las causas con calificaciones más altas y se discutió con el Gerente de la empresa



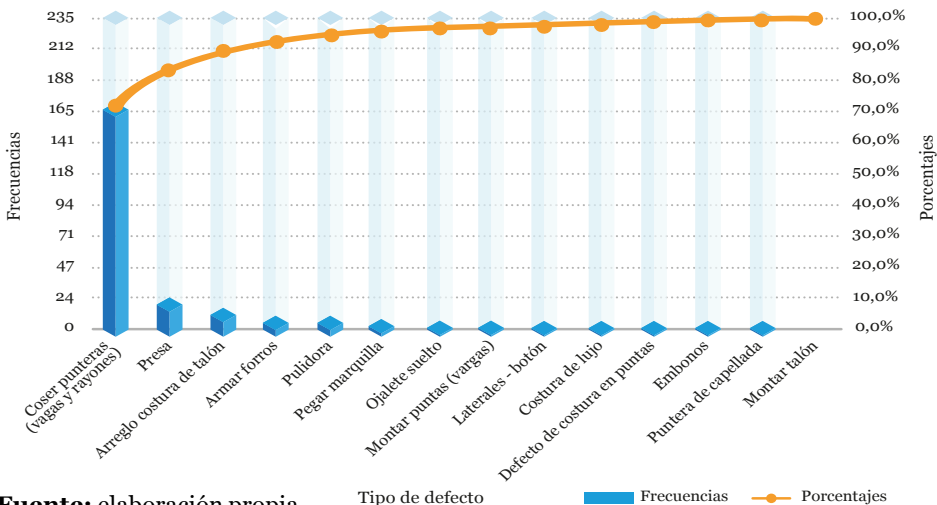
las acciones a implementar para eliminar aquellas que contribuían mayoritariamente con la generación de reprocesos y que, para ellos, resultaban más viables por tiempo y costos.

Una de las causas que influenciaba la aparición de reprocesos fue el aumento en no conformidades de producto en proceso. Para identificar dónde se estaban presentando las fallas se propuso construir un diagrama de Pareto.

Pareto

En el caso de la empresa Calzado Sportivo se desarrolló un diagrama de Pareto enfocado en los tipos de defectos, con lo cual se lograron detectar aquellos que se presentan en más ocasiones durante el proceso de producción (Figura 5.48).

Figura 5.48
 Gráfico de Pareto empresa Calzado Sportivo



Fuente: elaboración propia.



Después de obtener la evaluación de los defectos encontrados en la trazabilidad del proceso, se observa que el 82 % de las causas de los defectos que originan los problemas de calidad son los relacionados con coser punteras (vagas y rayones) y con la presa.

De acuerdo con el principio de Pareto del 80-20 (Leake, 2002), se determina que los mayores esfuerzos de calidad se deben concentrar en la detección de defectos relacionados con los comentados, por ello es importante analizar y establecer un plan de acción frente a las causas de los defectos que tienen mayor incidencia en la calidad del producto, que es lo que genera los reprocesos en cada una de las etapas de su fabricación.

Según la Tabla 13, las causas que tenían mayor incidencia en los reprocesos están relacionadas con la acumulación de desorden, aumento de no conformidades, reducción en tiempos de producción, programación y planeación deficiente, acumulación de trabajo en proceso y falta de control. El plan de acción se propuso para atacar las principales causas identificadas por el equipo consultor, de acuerdo con las prioridades establecidas por la gerencia de la empresa.

Plan de acción propuesto

Para tal efecto se consideraron las cinco fases de la metodología DMAIC, dado que al tratarse de mejoramiento continuo este presenta un comportamiento cíclico, donde es conveniente volver a aplicar las fases desde el comienzo. Las cinco fases del plan de acción se detallan en una matriz en la cual se indican los procesos, tal como se muestra en la Tabla 5. 15, estas acciones surgieron de la identificación previa por medio del VSM actual.

Tabla 5.15
Plan de Intervención

MATRIZ DE TRABAJO MIMOLEANSS 2018		Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4	Fase 5
PROCESO	OPORTUNIDAD	DEFINE	MIDE	ANALIZA	MEJORA	CONTROLA
PLAN DE INTERVENCIÓN / TIEMPO		Febrero		Marzo - Abril		Abril
GUARNECIDA	Balancear ritmo de operaciones con ensamble y montaje Establecer control previo al montaje del producto	Establecer clientes (internos), requerimientos y características (producto, proceso y tiempos)	Clasificar materiales e insumos clave para el producto. Verificación de los sistemas de medición. Recolección de datos (consumos, tiempos y retrasos). Selección de línea base de desempeño para los procesos y operaciones	Conversión de datos obtenidos de la recopilación de información. Elaboración de gráficos de desempeño, caracterización de procesos, indicadores y su rendimiento operativo. Selección y delimitación de alternativas.	Implementación de mejoras a los procesos y operaciones. Ajuste de gráficos e indicadores sobre la base del rendimiento operativo. Alternativa más adecuada para implementar.	Monitoreo de los indicadores, controles y el rendimiento para que se mantenga dentro de los límites establecidos en las fases previas de implementación de las mejoras.
ENSAMBLE	Control estadístico de las incidencias por defectos o no conformidades					
MONTAJE	Establecer metas asociadas a tiempos de fabricación					

Fuente: elaboración propia.

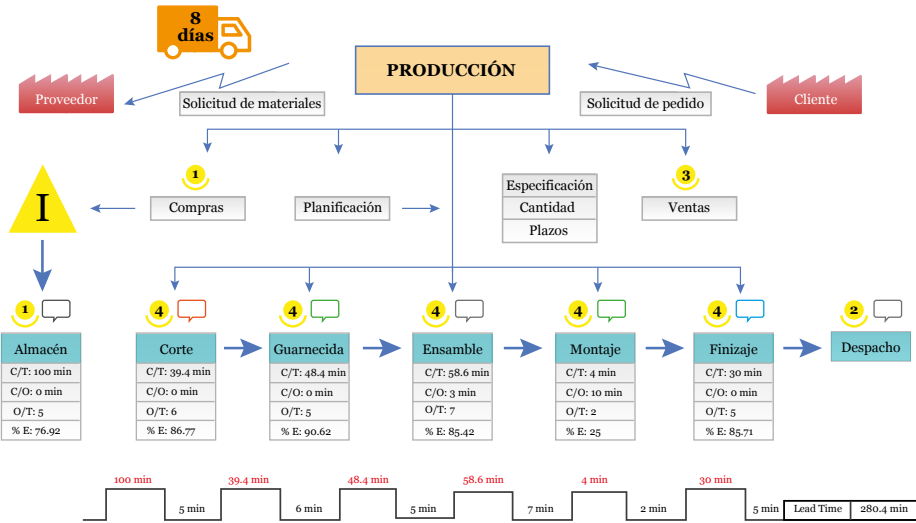
VSM futuro

A partir de las propuestas de mejoramiento se buscó optimizar el rendimiento del proceso en términos de tiempo y organización, de esta forma se proyectó que si la empresa lograba implementar las acciones, el tiempo de procesamiento se podía ver reducido en un 10 %, lo que significa que la empresa tendría la capacidad para fabricar 2,2 unidades diarias por operario, logrando de esta forma que el área de guarnecida al final de la jornada diaria incrementara su producción en 13,2 unidades, todo esto en términos teóricos. De igual forma se proyectó obtener un aumento



de 79 unidades al final de la semana, con respecto a la producción de la situación actual, como se muestra en la Figura 5.49.

Figura 5.49
VSM Futuro empresa Calzado Sportivo



Fuente: elaboración propia.

Con base en lo que se consigna en el VSM-Futuro, Figura 5.49, se consiguió establecer que en términos generales la eficiencia de la producción de Calzado Sportivo está en promedio en un 75.07 %, también se encontró que la mayor cantidad de incidencias está en el área de montaje, que presenta una eficiencia del 25 %.

Dentro del análisis de oportunidades de mejora se lograron identificar las siguientes:

1) Área de Corte: la empresa requiere una acción para organizar la zona de trabajo, dado que en la mayoría de las visitas del equipo

consultor era evidente el desorden en que se desarrollaban las actividades de manufactura. Sobre todo, cuando hubo incremento de los pedidos, se observaron acumulaciones de retales de piel, esto puede incidir sobre los movimientos y el flujo de los materiales al siguiente proceso. De acuerdo con la Tabla 5.13, en el análisis de las causas raíz, esta corresponde a la acumulación de desorden que va relacionada indirectamente con los tiempos de entrega de materia prima y retrasos en las órdenes de producción.

Para ello, la 5s es una herramienta de *Lean Manufacturing* enfocada en tener el lugar de trabajo ordenado, organizado y limpio. Dentro de la caracterización del trabajo se logró evidenciar que el proceso es eficiente con un valor del 86,77 %, lo cual indica que el nivel de conocimiento de los operarios es el adecuado. Se destaca también que desde la Gerencia se han realizado cambios frente al diseño del puesto de trabajo y la adopción de prácticas de seguridad y salud ocupacional, ya que particularmente este proceso requiere la disposición de las mesas para permitir el posicionamiento de las pieles y así sacar el mejor beneficio del material por procesar.

2) Área de Guarnecida: Debido a que el ritmo de operación de corte del material es más rápido, es posible que se requiera balancear el ritmo de la guarnecida con el ensamble y el montaje. En este sentido, la distribución hecha con los equipos y los operarios evidenció que se trabaja con una eficiencia del 90,62 %, lo cual demuestra que su ritmo es alto y que posiblemente podría generar acumulación de producto en proceso para las siguientes áreas de la fabricación. Al mantener una velocidad controlada en el ritmo de trabajo se puede reducir la incidencia sobre los defectos generados en el ensamble y que hacen que el producto tenga algún tipo de reproceso o espera para ser corregido. Esta oportunidad va ligada a las



causas aumento de no conformidades y acumulación de trabajo en proceso, además se relacionada con la programación y planeación deficiente.

3) Área de Ensamble: por lo establecido anteriormente, es posible que las no conformidades sean producto de la motivación del personal por cumplir lo más rápido posible con los pedidos, esto se ve reflejado en la eficiencia de este proceso en un 85,42 %. Sin embargo, al aumentar la velocidad para responder al flujo necesario, se presentan incidencias como un ensamble inadecuado, lo cual repercute en el montaje. Esto se relaciona directamente con la reducción de tiempos en producción.

4) Área de Montaje: es el cuello de botella y esto es producto de las incidencias que se van acumulando y que dan como resultado la eficiencia que refleja esta área (25 %), porque el proceso requiere un buen ensamble para que la máquina pueda ofrecer su mejor rendimiento. Lo ideal es implementar un control de calidad del ensamble, de manera que se reduzca la incidencia sobre la eficiencia de este proceso que se ve afectado porque la línea necesita balancearse con las áreas y procesos anteriores. La causa raíz es la acumulación de trabajo en proceso.

5) Área de Finizaje: es el área que mayores incidencias presenta, muestra una eficiencia del 85,71 %, pero esta se puede ver afectada por el Montaje dados los reprocesos que se acumulan debido a los defectos que se presentan al tener una velocidad superior en los procesos previos a Montaje y Finizaje. Esto se relaciona directamente con el aumento de no conformidades y la falta de control.

Configuración del modelo de simulación

La configuración del modelo de simulación con base en la metodología Mimoleanss, comienza con los elementos fundamentales para la estructuración de un modelo de simulación o lo que comúnmente se conoce como un proyecto de simulación.

Esto supone un proceso de búsqueda e identificación de las variables que están presentes en la mejora de la productividad, para lo cual es clave la correcta selección de criterios asociados a las prácticas propias del sistema productivo sobre las que descansan las bases estructurales del modelo. Es necesaria la adecuada formulación de la problemática o situación por mejorar donde, como en cualquier proyecto, es clave la identificación del propósito que se persigue, aparte de cómo se desarrollará la secuencia de pasos para materializar el modelo de simulación y establecer el alcance que se pretende lograr con el diseño de este.

Lo anterior se integra con la necesidad de recopilar la información y los datos, con esto se establece una mayor confiabilidad en la definición del modelo. Dicha definición implica la desagregación de las entidades que participan en el sistema productivo como su caracterización.

En particular, con la recopilación de información y la definición del modelo se logró la configuración de la perspectiva actual de funcionamiento de la empresa que se denominará en adelante Modelo Actual o Modelo AS-IS. Con base en esta configuración inicial se consideró la necesidad de validar en una primera instancia las variables y las entidades que se han determinado en la definición del Modelo AS-IS. Aquí también se identificaron las primeras oportunidades de mejora,



dado que se establecieron los vacíos al interior de la estructura funcional del Modelo AS-IS.

Una vez identificados estos aspectos y requerimientos de ajuste, se procede a la selección del *software* que servirá de herramienta para la ejecución de la simulación. Se consideraron la funcionalidad, la facilidad de acceso y de operación para las mipymes. El equipo consultor del proyecto seleccionó una plataforma de *software* basada en hojas de cálculo como MS-Excel.

Luego de la selección del *software*, el paso a seguir correspondió a la simulación del Modelo AS-IS como un Piloto de Prueba, con lo cual se realiza una segunda validación de las variables, entidades y parámetros que integran el modelo. Es importante destacar que de esta validación depende el diseño de escenarios alternativos para la estructuración de los experimentos, tendientes a observar el comportamiento y los resultados obtenidos de dicha validación bajo un análisis exhaustivo de los criterios que con una confiabilidad calculada cercana al 95 % permita la construcción de indicadores y el análisis de los datos de salida para finalmente llegar a la documentación y presentación del informe que permitirá la toma de decisiones frente a la implementación de las mejoras propuestas en cada área del proceso productivo.

Conceptos básicos para la construcción del modelo

Los modelos de simulación son una representación de la realidad de un evento cotidiano o de una situación que requiere la toma de decisiones. En ese sentido, la humanidad ha comprendido la utilidad que estos tienen



para la comprensión del comportamiento de sus componentes y en sí de todo el sistema (Kelton, 1991).

Desde la década de 1960, estos modelos han sido utilizados para desarrollar proyectos cuya complejidad, en condiciones normales, supondría el uso de recursos importantes a unos costos considerablemente onerosos.

Dados los avances en la informática y el desarrollo de *software*, las empresas de todos los sectores y tamaños han encontrado en los computadores y las hojas de cálculo una herramienta muy poderosa a la hora de ordenar sus procesos administrativos, productivos y de servicios. En la actualidad el acceso a herramientas como las mencionadas es muy fácil, por lo cual el equipo de proyecto Mimoleanss, estructuró el desarrollo de una aproximación al modelo de simulación para el sector productivo del cuero, pero con la intención de que dicho modelo sea replicado en otros sectores.

El concepto de modelo es inherente a la civilización, pero es en Grecia donde se pueden encontrar modelos que representan los cánones clásicos del arte. Por otra parte, su desarrollo también incluye aproximaciones matemáticas con modelos de cálculo, estadísticos y de obras de ingeniería que se observan en los egipcios, los chinos y otras culturas.

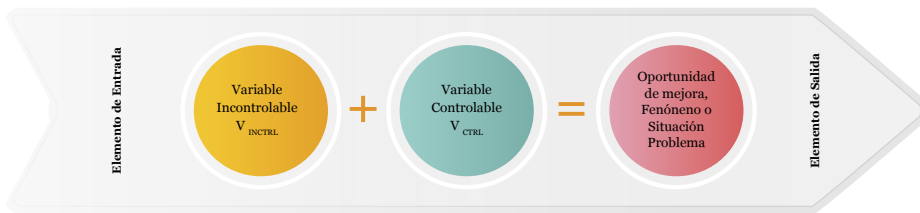
En términos generales los modelos tienen una característica fundamental que permite materializar desde lo abstracto las ideas, alternativas u oportunidades que, frente a un fenómeno, problemática o situación, se requieran explorar para tomar una decisión aproximada que sea posible comprender, manipular y experimentar a través de la construcción de un modelo. Es así como existen modelos físicos, icónicos,



matemáticos, económicos, financieros, estadísticos y más recientemente de simulación.

Los modelos en su estructura de diseño se componen por la situación, fenómeno o problemática, las variables y los parámetros en términos simples. La estructura del modelo se resume en la Figura 5.50.

Figura 5.50
Estructura básica de un modelo de simulación



Fuente: elaboración propia.

La situación problema o la oportunidad de mejora es el marco contextual donde se generan los eventos o cambios en el sistema o modelo que se va a construir, por lo tanto, es clave que se considere una secuencia de pasos que permita establecer una adecuada identificación de las variables.

Como se ha mencionado, existen dos tipos de variables en un modelo de simulación que son la base de su construcción. La variable controlable es aquella cuya parametrización depende de quien diseña el modelo, por ejemplo, si se habla de un modelo de simulación para la comercialización de un producto, una variable controlable sería el precio de este, dado que depende de quien gestiona la venta.

Por otra parte, la variable incontrolable es aquella que no depende del control del diseñador del modelo, en tanto que la misma está sometida a las reglas del azar y la probabilidad, así entonces, en el caso del modelo de comercialización la variable incontrolable sería la cantidad de producto que sería vendido en los próximos períodos. Como se aprecia, es algo que no se puede conocer y depende del comportamiento de la demanda, la cual es aleatoria, es decir, depende de una serie de eventos fortuitos que cambian el comportamiento que puede presentar el modelo.

Los elementos de entrada hacen referencia a las variables controlables e incontrolables encontradas en el proceso que serán incorporadas al modelo, los elementos de salida son la oportunidad de mejora o situación problema que se quiere resolver con el modelo. Sin embargo, hay otras maneras de desarrollar proyectos de simulación que implican la construcción de modelos discretos, cuya funcionalidad permita además la ejecución de modelos de simulación en 3D. Dentro de estas herramientas existen programas con características bien definidas cuyo costo es considerable debido a las prestaciones que ellos cumplen. Muchos de ellos manejan versiones académicas para su aprendizaje, pero estas versiones al ser DEMO⁴, tienen limitaciones en cuanto a las posibilidades de trabajo e interacción, por otra parte, su uso está regulado exclusivamente para desarrollos académicos a no ser que se pague por la licencia comercial de los mismos.

Estas herramientas de *software* les han permitido a muchas compañías de distintas estructuras funcionales comprender la configuración de sus

⁴DEMO: Es una versión de prueba de los softwares de simulación.



procesos. En la actualidad es común el manejo de este tipo de programas, adicionalmente, los proveedores de estos también están trabajando en versiones portables para dispositivos móviles. En la Tabla 5.16 se presentan los más utilizados comercialmente.

Tabla 5.16
Software de simulación de uso comercial y académico más utilizados

Software de Simulación	Descripción
Flexsim	<i>Software</i> de simulación para eventos discretos, permite el modelamiento, análisis y visualización orientados a la optimización de los procesos industriales. Este es uno de los más utilizados por empresas líderes en la industria, es muy versátil y permite la mejora de los procesos analizados.
Promodel	<i>Software</i> de simulación de procesos industriales, permite la simulación de procesos de manufactura, logísticos y demás, también ofrece la posibilidad de mejorar los procesos analizados.
Arena	<i>Software</i> de simulación orientado al entendimiento de las características de un sistema, efectúa diferentes análisis del comportamiento de un modelo.
Vensim PLE	<i>Software</i> de simulación de variables continuas, diseñado para comprender el comportamiento de un sistema y la interrelación entre sus variables mediante la aplicación de la Dinámica de Sistemas.
Hojas de Cálculo	Limitadas por la capacidad y confiabilidad cuando se trata de altos volúmenes de información.
Otros	Son versiones cuyas prestaciones son muy cercanas a los anteriormente mencionados, pero que no son tan conocidos.

Fuente: elaboración propia.

Modelo en Excel de la situación actual

Para definir un modelo de simulación en cualquier hoja de cálculo o en cualquiera de los *softwares* de simulación que se pueden encontrar en el mercado, es importante desarrollar un diagrama de flujo de datos (en adelante DFD) en el cual se pueden observar las interacciones de los objetos y los procesos que se involucran dentro de un sistema. Para este caso se enfocará en el proceso de almacenamiento de la empresa con la finalidad de establecer un ejemplo de cómo se deben caracterizar los procesos a través de una herramienta gráfica como el DFD.

La construcción del DFD incluye la descripción de las entradas, el flujo de las operaciones, los procesos y los subprocesos que se involucrarán dentro del desarrollo del modelo de simulación. Para este caso se realizará en una hoja de cálculo específicamente en Microsoft Excel.

En primer lugar se debe establecer la notación que se utilizará para desarrollar el DFD, Tabla 5.17.

Tabla 5.17
Notación básica para construcción de un DFD

No.	Forma según notación	Descripción
1	Inicio / Fin	Figura similar a un óvalo, indica la acción de comienzo, llegada o iniciación. También puede indicar la salida, terminación o finalización de una acción o todo el DFD.
2	Subproceso	Figura rectangular con bordes redondeados indica la ejecución de un proceso, cabe mencionar que también se puede representar por un rectángulo simple.



Continuación Tabla 5.17. Notación básica para construcción de un DFD

3	Proceso	Figura rectangular con márgenes, indica la ejecución de un subproceso, el cual debe seguirse dentro de un proceso definido, puede incluir varios en serie.
4	Decisión	Figura tipo rombo que indica la toma de una decisión o el desarrollo de una operación en la cual es necesario establecer el cumplimiento de una especificación, requerimiento u otra característica definida.
5		Figuras tipo flechas indican la dirección, relación y el flujo que la información, los materiales o los productos siguen dentro del sistema, modelo o diagrama.

Fuente: elaboración propia.

En segunda instancia, se deben definir los procesos que hacen parte del área de la empresa a la cual se le desarrollará el modelo de simulación, con el fin de establecer una aproximación al comportamiento de esta.

Para esto conviene la utilización de cursograma analítico, dado que este diagrama reúne la información de los procesos y las operaciones, Figura 5.51. Si esta herramienta no está disponible, entonces se debe construir un diagrama de bloques que indique la secuencia de los procesos, las operaciones y demás acciones que se realizan dentro del área o proceso.



Figura 5.51
 Cursograma analítico del proceso de almacenamiento

MEJORAMIENTO CONTINUO		FORMATO:	HOJA DE ANALISIS DE PROCESOS				CODIGO:		
						HOJA No: 1			
Proceso: recibo de material en bodega									
Tema de Analisis:									
Realizado por :ing.Deninson Tigreros		Cargo: Varios							
Seccion:	Fecha:	Tipo: CO:Alistamiento T: transporte CT: Tiempo de ciclo OT: Otros tiempos: V: Verificación. A: Acumulación							
COMERCIAL	27-oct-17								
		CT	T	A	V				
No	PROCESO					Tiempo	Distancia	Tipo	
1	llegada de materiales	X				5		CT	
2	recibir el material	X				25		CT	
3	inspeccionar el material				X	25		V depende del grosor del cuero y de la cantidad del pedido	
4	subir el material		X			5		T	
5	clasificar el material	X				15		CT se clasifica depende el tipo , calidad y pedido	
6	dar ingreso al material en el inventario	X				15		CT	
7	ubicar el material en espacios	X				40		CT se ubica en los espacios destinados para dicho material	
8	almacenar material				X			A se guarda en la bodega	
		100	1	1	1	130	0	8	
Observaciones:						Comentarios al grafico:			

Fuente: elaboración propia.

El diagrama de bloques es una herramienta sencilla que permite una representación gráfica sencilla de la secuencia de los procesos de manera general, Figura 5.52.

**Figura 5.52**

Diagrama de bloques del proceso de almacenamiento

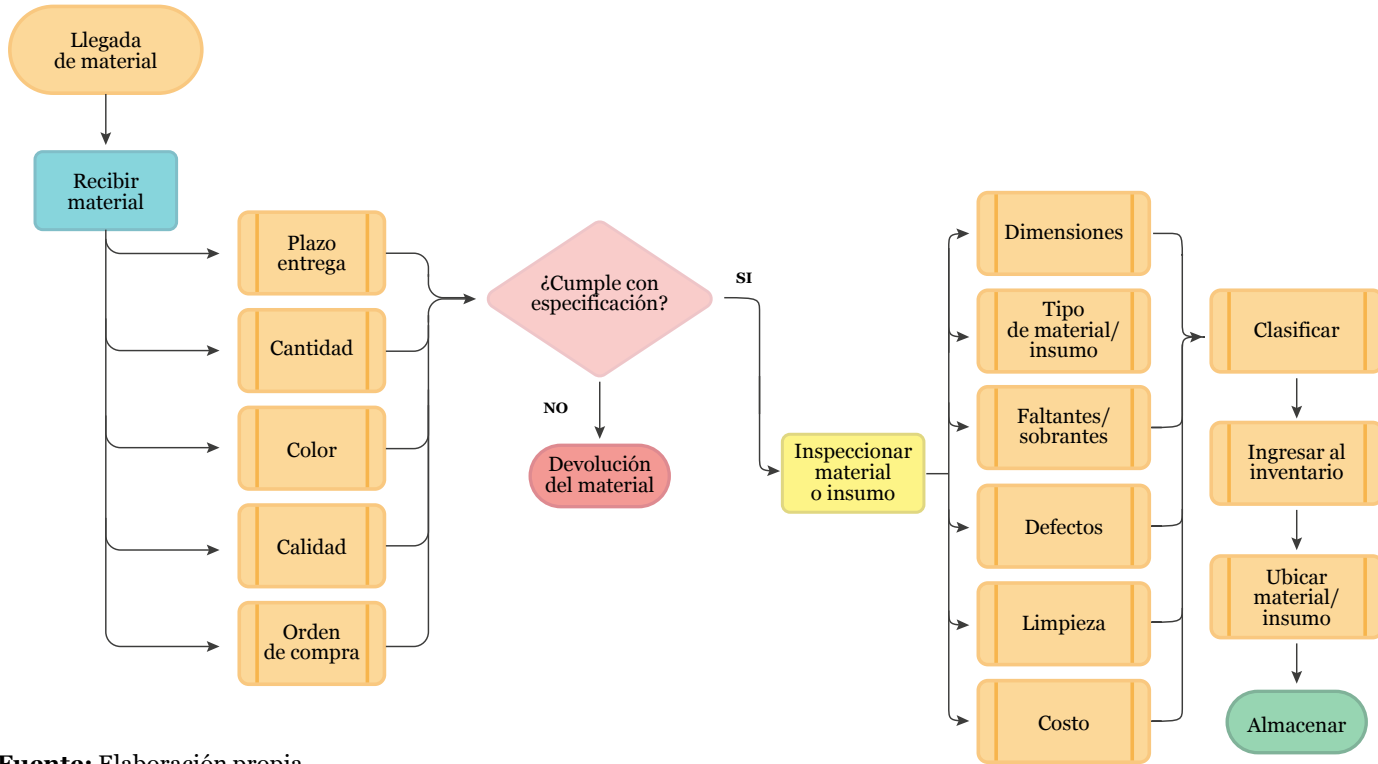


Fuente: elaboración propia.

Una vez establecida la secuencia de las actividades productivas entonces es posible determinar las componentes que conforman el DFD, Figura 5.53.

Con base en el diagrama de flujo de datos se establecen las variables y los indicadores que se van a considerar para el desarrollo del modelo de simulación en la hoja de cálculo, para este caso se muestran los componentes del almacenamiento en la Figura 5.54.

Figura 5.53
Diagrama de Flujo de Datos DFD para el proceso de almacenamiento

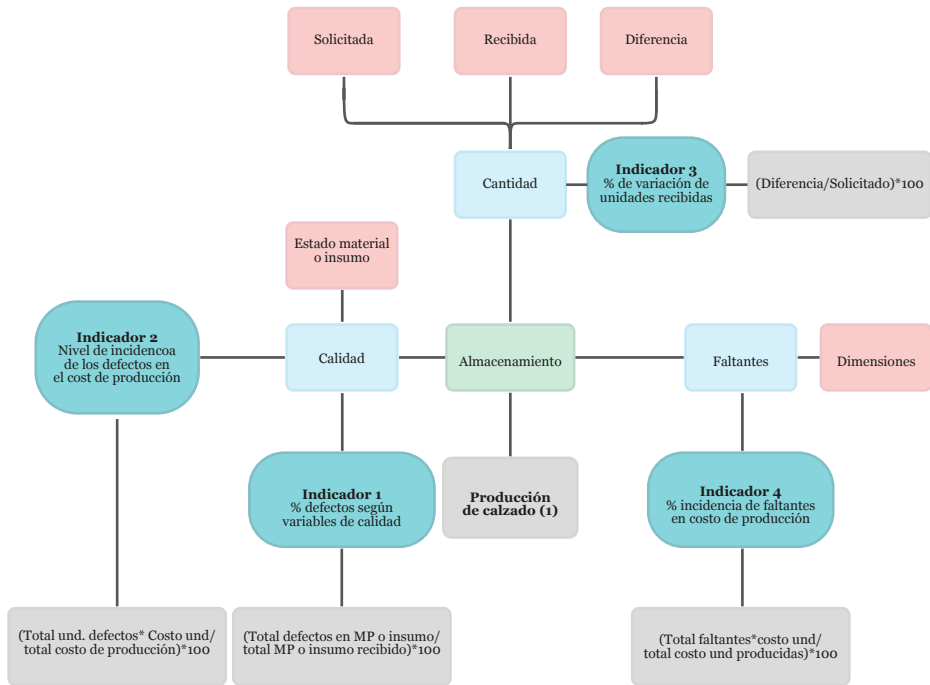


Fuente: Elaboración propia





Figura 5.54
Variables de simulación e indicadores proceso de almacenamiento



Fuente: elaboración propia.

De esta manera se construyen los componentes dentro de la hoja de cálculo. Las variables que se analizan para el proceso de almacenamiento se seleccionaron luego de realizar un análisis detallado de las incidencias en productividad, por ello el modelo de simulación en esta primera etapa se construyó para calidad, cantidad y faltantes. Así mismo, cada una de estas variables está compuesta por otras que son controlables, como por ejemplo el periodo, la cantidad recibida y la especificación, Figura 5.55.

Figura 5-55

Screen o pantalla principal del modelo de simulación en hoja de cálculo MS-Excel

SIMULADOR LSS



Modelo Lean Six Sigma orientado a la mejora de la productividad en las empresas PYME de la cadena productiva del cuero en Cali

CALIDAD		CANTIDAD		FALTANTES		
PERIODO		PERIODO		SOLICITADO		
ESTADO		SOLICITADA		PERIODO	Largo [dm]	Ancho [dm]
DEFECTO		RECIBIDA		AREA [dm ²]		
COSTO Pn		DIFERENCIA		VOLUMEN[cc]		
ESPECIFICACION		ESPECIFICACION		UNIDADES [SKU]		
				ESPECIFICACION		
				TIPO		

CALCULAR

CALCULAR

CALCULAR

Fuente: elaboración propia.

Escenario pesimista

Dentro de la simulación del modelo en la hoja de cálculo existe la opción de presentar una serie de situaciones en las que se pueden observar los datos que suministra el usuario, se puede determinar un comportamiento del modelo y sus variables a través del análisis de la información que calcula internamente el simulador.

Para tal efecto se ha de elaborar un escenario que se denomina pesimista, donde se presentan condiciones que arrojan una aproximación a lo que podría suceder cuando los parámetros están fuera del control. Es decir, la situación tiene un alto nivel de incidencia en la baja productividad de la empresa, el resultado de este modelo propuesto se muestra en las Figuras 5-56 y 5-57.

En el escenario pesimista se establecen valores mínimos de calidad, de cantidad de defectos permitidos. A partir de esos datos se calculan el estado y el costo de calidad, como se observa en la Figura 56 el estado que arroja el modelo es de no conforme con el 80 %, especificando la cantidad



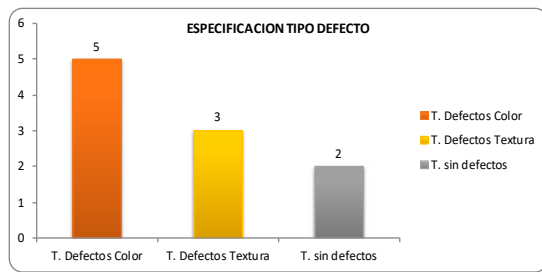
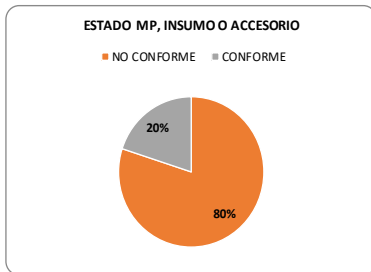
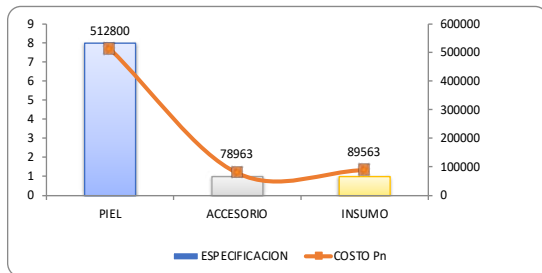
y tipo de defectos presentados, el costo de calidad por no conforme es de \$586.060,80 considerado alto, ya que el porcentaje de no conformidad es del 80 %. Adicionalmente, en la Figura 57 se presenta la diferencia entre la cantidad de materiales solicitada respecto de la recibida, para este caso se asume que se recibe menos materia prima de lo que se requiere, ya que estos valores también afectan la producción.

Figura 5.56
Screen del modelo de simulación con escenario Pesimista-Costo

PERIODO	ESTADO	DEFECTO	COSTO Pn	ESPECIFICACION	CALIDAD		
					T. Defectos Color	T. Defectos Textura	T. sin defectos
10	NO CONFORME	1	\$ 89.638,00	PIEL	5	3	2
9	CONFORME	3	\$ -	PIEL			
8	NO CONFORME	1	\$ 78.963,00	ACCESORIO			
7	NO CONFORME	2	\$ 89.563,00	INSUMO			
6	CONFORME	3	\$ -	PIEL			
5	NO CONFORME	1	\$ 68.933,00	PIEL			
4	NO CONFORME	1	\$ 89.633,00	PIEL			
3	NO CONFORME	2	\$ 96.333,00	PIEL			
2	NO CONFORME	1	\$ 78.633,00	PIEL			
1	NO CONFORME	2	\$ 89.630,00	PIEL			
Totales		10	\$ 681.326,00				

Estado	NO CONFORME	CONFORME
	80%	20%
Costo Calidad	\$ 545.060,80	\$ 136.265,20

Especificación Material		
PIEL	8	\$ 512.800,00
ACCESORIO	1	\$ 78.963,00
INSUMO	1	\$ 89.563,00



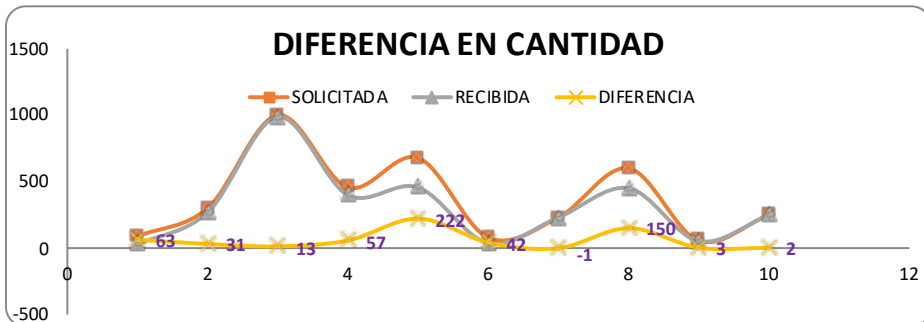
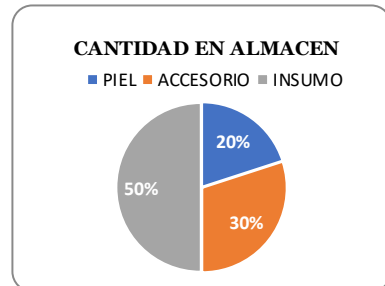
Fuente: elaboración propia.



Figura 5.57
Screen del modelo de simulación con escenario Pesimista-Cantidad

CANTIDAD				
PERIODO	SOLICITADA	RECIBIDA	DIFERENCIA	ESPECIFICACION
10	89	26	63	ACCESORIO
9	300	269	31	INSUMO
8	1000	987	13	INSUMO
7	456	399	57	ACCESORIO
6	678	456	222	INSUMO
5	78	36	42	PIEL
4	230	231	-1	INSUMO
3	600	450	150	ACCESORIO
2	55	52	3	INSUMO
1	250	248	2	PIEL

PIEL	2	20%
ACCESORIO	3	30%
INSUMO	5	50%
Total	10	100%



Fuente: elaboración propia.

Escenario optimista

En relación con el escenario optimista para el modelo de simulación, lo que se busca es establecer lo que sucedería si en este caso se dieran las mejores condiciones y las variables presentarán un comportamiento donde la incidencia de los parámetros es más positiva que negativa. Es decir, permiten llegar a una aproximación del comportamiento ideal del proceso con lo que se mejoraría la productividad. Los resultados de este planteamiento se presentan en las Figuras 5.58 y 5.59.

En el escenario optimista se establecen valores máximos de calidad y mínimos de cantidad de defectos permitidos, a partir de esos datos se calcula el estado y el costo de calidad. Como se observa en la Figura 5.58, el estado que arroja el modelo es conforme con un 80 %, especifica la cantidad y tipo de defectos presentados, el costo de calidad por no conforme es de \$33.652,60, bastante menor que en el escenario pesimista, esto, debido a que el porcentaje de no conformidad es del 20 %. Adicionalmente en la Figura 5.59 se presenta la diferencia entre la cantidad de materiales solicitada con la recibida, se calcula la diferencia, para este caso se asume que se reciben la mayor parte de materia prima requerida.

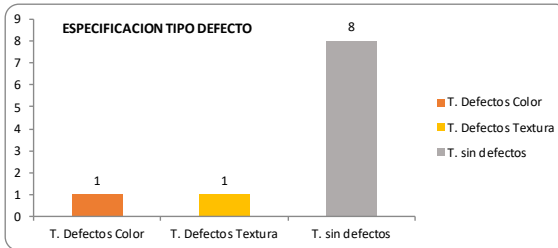
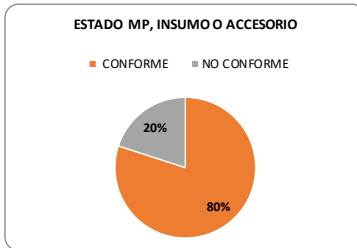
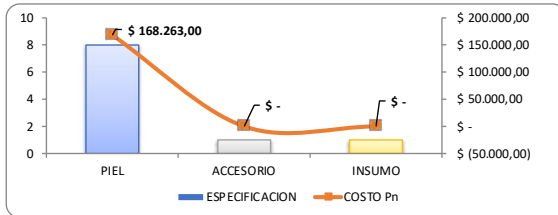


Figura 5.58
Screen del modelo de simulación con escenario Optimista-Costo

PERIODO	CALIDAD					T. Defectos Color	T. Defectos Textura	T. sin defectos
	ESTADO	DEFECTO	COSTO Pn	ESPECIFICACION				
10	NO CONFORME	3	\$ -	PIEL	1	1	8	
9	CONFORME	3	\$ -	PIEL				
8	NO CONFORME	3	\$ -	ACCESORIO				
7	NO CONFORME	3	\$ -	INSUMO				
6	CONFORME	3	\$ -	PIEL				
5	NO CONFORME	3	\$ -	PIEL				
4	NO CONFORME	3	\$ -	PIEL				
3	NO CONFORME	3	\$ -	PIEL				
2	NO CONFORME	2	\$ 78.633,00	PIEL				
1	NO CONFORME	1	\$ 89.630,00	PIEL				
Totales		10	\$ 168.263,00					

Estado	CONFORME	NO CONFORME
	80%	20%
Costo Calidad	\$ 134.610,40	\$ 33.652,60

Especificación Material		
PIEL	8	\$ 168.263,00
ACCESORI	1	\$ -
INSUMO	1	\$ -

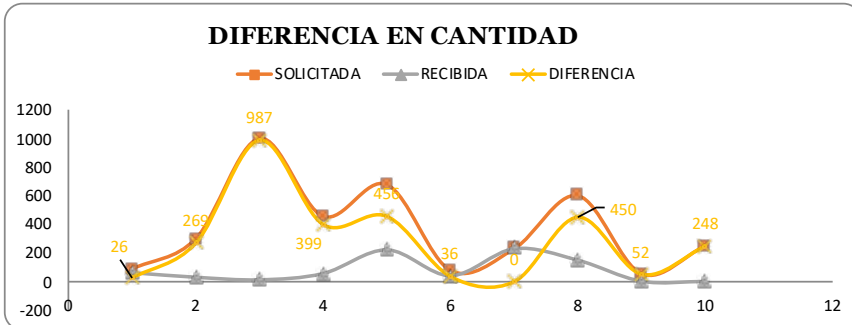
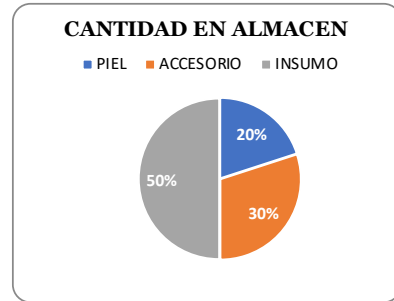


Fuente: elaboración propia.

Figura 5-59
Screen del modelo de simulación con escenario Optimista-Cantidad

CANTIDAD				
PERIODO	SOLICITADA	RECIBIDA	DIFERENCIA	ESPECIFICACION
10	89	63	26	ACCESORIO
9	300	31	269	INSUMO
8	1000	13	987	INSUMO
7	456	57	399	ACCESORIO
6	678	222	456	INSUMO
5	78	42	36	PIEL
4	230	230	0	INSUMO
3	600	150	450	ACCESORIO
2	55	3	52	INSUMO
1	250	2	248	PIEL

PIEL	2	20%
ACCESORIO	3	30%
INSUMO	5	50%
Total	10	100%



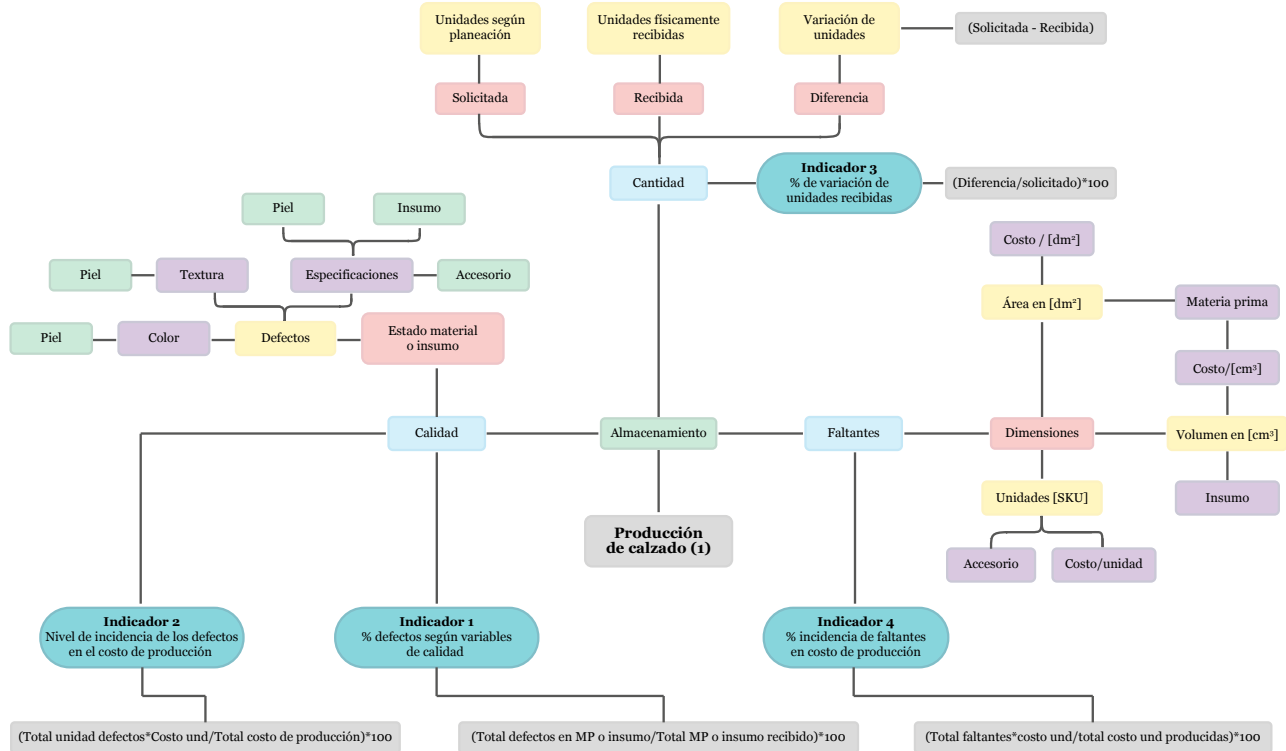
Fuente: elaboración propia.

Propuesta de mejoramiento

La propuesta de mejoramiento incluye establecer un escenario Balanceado donde las variables no presenten saltos por encima de los límites máximos en relación con los defectos y la incidencia que estos traen sobre los costos de producción y, por ende, en la productividad de la empresa.

En esta propuesta de mejoramiento se debe indicar cuáles otras variables tienen incidencia sobre los procesos por lo que se debe retroalimentar con los resultados que arrojaron los dos escenarios (pesimista y optimista), así entonces, corresponde desarrollar un diagrama de relación donde se incluyan los aspectos del modelo de simulación en hoja de cálculo que requieren modificación o que deben ser ocupados por algún vacío estructural, tal como se plasma en la Figura 5.60, esto solo se logró identificar luego de la simulación de los escenarios expuestos en los puntos 4.2.3 y 4.2.4.

Figura 5.60
 Diagrama de relación con variables no contempladas en modelo Actual



Fuente: elaboración propia





Conclusiones e investigación futura

Una vez finalizado el proyecto de investigación “Modelo Lean Seis Sigma orientado a la mejora de la productividad en las empresas pyme de la cadena productiva del cuero en la ciudad de Cali, Colombia – MIMOLEANSS”, cuyos resultados nutren este libro, se puede concluir, relacionado con el contexto del sector, que es de gran importancia que el Gobierno colombiano decrete leyes que protejan y apoyen la industria nacional, con respecto a la importación de productos y, en especial, para evitar el contrabando, ya que para el sector de calzado las importaciones han aumentado en los últimos años.

Se valida que las herramientas *Lean Six Sigma*, que tradicionalmente se han usado en grandes empresas, se pueden adaptar a pequeñas con resultados que demuestran la mejora de la productividad, tal como se evidencia en el desarrollo del proyecto Mimoleanss, como ejemplo de ello se presentaron dos casos exitosos, uno donde se aplica al área administrativa y otro al área de producción donde su uso es más común.

Con respecto a los hallazgos en el diagnóstico de las empresas participantes, es importante resaltar las necesidades encontradas. Por ejemplo, contar con un Jefe de producción, por lo menos con preparación a nivel técnico o tecnólogo en ingeniería industrial, que pueda continuar con las implementaciones realizadas, ya que se trata de ciclos de mejoramiento continuo, además que ejecute los planes de mejora recomendados.

Es necesario documentar los procesos y recopilar información para una adecuada toma de decisiones en las áreas de compras,



producción, despachos y ventas. Los datos históricos permiten construir pronósticos de la demanda que ayudarán a planear con mayor precisión las necesidades de materias primas, así como la planeación de la producción.

Se requiere definir indicadores de desempeño en todas las áreas, que permitan medir y controlar los procesos para identificar variaciones y tomar decisiones oportunamente para hacer sostenibles en el tiempo las mejoras.

Es importante que las empresas tomen conciencia de la necesidad de una supervisión permanente de los procesos, en especial, de los aspectos relacionados directamente con la calidad del producto.

Se recomienda la participación en ferias nacionales que permitan mantener un volumen de ventas constantes; de tal manera que se pueda contar con un staff de personal permanente, evitando así su alta rotación.

Contar con planes de capacitación y entrenamiento acordes con las funciones del personal; de tal manera que se disminuyan los reprocesos y defectos de producto terminado.

Como se demostró, las herramientas *Lean Six Sigma* pueden ser aplicadas en áreas diferentes a las de producción con excelentes resultados, tal como se hizo evidente para el caso de la empresa Zuha S.A.S. que se presentó en el Capítulo 3. Aunque no se contó con suficientes datos para ser tratados estadísticamente, la metodología aplicada en los procesos de gestión administrativa fue útil para mejorar los procesos externos de tercerización y así disminuir los defectos del producto por la comunicación deficiente con el proveedor de materia prima y de



maquila. También se retornaron excelentes resultados en cuanto a tiempos de respuesta a los clientes, organización y planificación de la producción. Adicionalmente, se resalta el uso de herramientas propias de la ingeniería industrial como apoyo al desarrollo de los proyectos.

Para el caso de la empresa Calzado Sportivo, donde se desarrollaron todas las etapas de la metodología DMAIC incorporada en el proyecto Mimoleanss, quedó claro que la metodología es aplicable a pequeñas empresas manufactureras y que a través del uso de herramientas propias de *Lean Six Sigma* y de la ingeniería industrial se lograron solucionar algunas de las problemáticas encontradas en la etapa de diagnóstico, la Gerencia fue la encargada de seleccionar el plan de intervención presentado en el caso.

Parte de esa intervención incluyó el desarrollo de un modelo de simulación que se realizó en la hoja de cálculo MS-Excel, *software* elegido por tratarse de una herramienta usada comúnmente por el gremio de los fabricantes de calzado y microempresarios en general. En el modelo planteado se propusieron dos escenarios, uno pesimista donde se consideraron parámetros fuera de las especificaciones normales de producción y uno optimista en el cual se plasmó la situación ideal, es decir, a la que se pretende llegar. Esta herramienta es útil para hacer los cálculos de costos por productos conformes y no conformes, el modelo de simulación se desarrolló para el sector del cuero y calzado, sin embargo, puede ser adaptado a cualquiera otro en tanto el planteamiento se hizo de forma general.





Dado que la metodología desarrollada fue validada en 21 empresas mipyme manufactureras, como trabajo futuro se propone adaptar la metodología para aplicarse en pequeñas empresas de servicios, de forma que pueda realizarse una comparación sobre las diferencias en la forma de uso y los resultados que pueden ser alcanzados.

Otro de los retos propuestos como trabajo futuro es diseñar un modelo de colaboración sostenible Universidad-Empresa mediante el aprovechamiento de herramientas de Tecnologías de la Información y de la Comunicación TIC, que permita gestionar y monitorear la información pertinente a largo plazo.

Referencias

- Kelton, A. M. (1991). *Simulation modeling and analysis*. McGraw-Hill
- Leake, R. C. (2002). The Pareto principle in organizational decision making. *Management Decision*, 40(8), 729-733.
- Luca, L. (2016). A new model of Ishikawa diagram for quality assessment. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1-6. DOI: 161. 012099. 10.1088/1757-899X/161/1/012099
- Rawlinson, J. G. (2017). *Creative Thinking and Brainstorming*. Taylor y Francis Group.
- Pallerols, A., Vidal, E. y Lorente, J. (2016). *Guía Práctica 5S para la Mejora Continua: Hacer más con menos*. CIMS.
- Departamento Nacional de Planeación. (2019). *Análisis de Cadenas Productivas*. <https://www.dnp.gov.co/programas/desarrollo-empresarial/Paginas/analisis-cadenas-productivas.aspx>
- Sarria Yépez, M. P., Fonseca Villamarín, G. A. y Bocanegra Herrera, C. C. (2017). *Modelo metodológico de implementación de Lean manufacturing*. *Revista EAN*, 83, 51-71. <https://doi.org/10.21158/01208160.n83.2017.1825>
- Swarna, N. A. y Sayid Mia, A. (2018). Productivity improvement of leather products industry in bangladesh using Lean tools: a case study. *Leather and Footwear Journal*, 18(3), 219-230. <https://doi.org/10.24264/lfj.18.3.7>



