



**ANÁLISIS DE LOS FACTORES  
DETERMINANTES DEL *LEAN SIX  
SIGMA* EN LA PRODUCTIVIDAD Y  
COMPETITIVIDAD DE LAS MIPYMES  
COLOMBIANAS**

**Carlos Andrés Bonilla Guarnizo**

Universidad EAN  
Facultad de Administración, Finanzas y Ciencias Económicas  
Maestría en Administración de Empresas-MBA  
Bogotá, Colombia  
2020

# **ANÁLISIS DE LOS FACTORES DETERMINANTES DEL *LEAN SIX SIGMA* EN LA PRODUCTIVIDAD Y COMPETITIVIDAD DE LAS MIPYMES COLOMBIANAS**

**Carlos Andrés Bonilla Guarnizo**

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:  
**Magister en Administración de Empresas**

**Director (a):**

William Zuluaga Muñoz

**Modalidad:**

Monografía

Universidad EAN  
Facultad de Administración, Finanzas y Ciencias Económicas  
Maestría en Administración de Empresas-MBA  
Bogotá, Colombia  
2020

## Nota de aceptación

---

---

---

---

---

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del director del trabajo de grado

Bogotá D.C. 26 - Noviembre – 2020

## **(Dedicatoria)**

A mis padres Francisco y Fabiola por enseñarme que la disciplina y el esfuerzo generan frutos.

Escucha lo que te mando: Esfuérzate y sé valiente. No temas ni desmayes, que yo soy el Señor tu Dios, y estaré contigo por dondequiera que vayas.

Josué 1:9

## Resumen

El *Lean Six Sigma* es una herramienta de mejoramiento continuo desarrollada en Japón y Estados Unidos, cuyo objetivo es producir más rápido, con altos estándares de calidad y al menor costo. Por medio de la eliminación de desperdicios (todo aquello que no agrega valor) los procesos tienen un mejor flujo a lo largo de la cadena, logrando un aumento en el nivel de servicio.

La investigación desarrollada en el presente documento identifica los factores claves que permiten implementar con éxito la filosofía de mejoramiento *Lean Six Sigma* en algunas MiPymes colombianas.

Con base en la literatura consultada y la aplicación a seis MiPymes colombianas de una herramienta de medición del nivel de implementación de las técnicas utilizadas en el *Lean Six Sigma*, se identificaron 4 factores principales a tener en cuenta a la hora de realizar una correcta implementación: : primero, la formulación de estrategias, el compromiso gerencial y la metodología de implementación, segundo, la recopilación y análisis de datos y resultados obtenidos, tercero, el acompañamiento de expertos en el despliegue LSS y cuarto, la participación de los empleados en la implementación de la filosofía.

Con base en la caracterización de los principales factores para la correcta implementación del *Lean Six Sigma*, se desarrolla una guía metodológica que sirva de apoyo a las MiPymes colombianas a la hora de implementar la metodología de mejoramiento continuo.

**Palabras clave:** *Six Sigma*, *Lean*, MiPymes, compromiso de la alta dirección. implementación, factores claves.

## Abstract

Lean Six Sigma is a continuous improvement tool developed in Japan and the United States, whose objective is to produce faster, with high quality standards and at the lowest cost. Through the elimination of waste (everything that does not add value), the processes have a better flow throughout the chain, achieving an increase in the level of service.

The research developed in this document identifies the key factors that allow the successful implementation of the Lean Six Sigma improvement philosophy in some Colombian SMEs.

Based on the literature consulted and the application to six colombian SMEs of a tool for measuring the level of implementation of the techniques used in Lean Six Sigma, 4 main factors were identified to take into account when carrying out a correct implementation: : first, the formulation of strategies, managerial commitment and the implementation methodology, second, the collection and analysis of data and results obtained, third, the accompaniment of experts in the LSS deployment and fourth, the participation of employees in the implementation of philosophy.

Based on the characterization of the main factors for the correct implementation of Lean Six Sigma, a methodological guide is developed to support colombian SMEs when implementing the continuous improvement methodology.

**Keywords:** *Six Sigma*, *Lean*, SMEs, senior management commitment, implementation, Critical factors.

## Tabla de contenido

	<u>Pág.</u>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>9</b>
<b>LISTA DE TABLAS .....</b>	<b>10</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>12</b>
1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	14
1.1.1. ANTECEDENTES.....	14
1.1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	21
1.1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA. ....	23
1.1.3.1. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN .....	23
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>24</b>
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	24
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	24
<b>3. JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>25</b>
<b>4. MARCO DE REFERENCIA .....</b>	<b>27</b>
4.1. MARCO CONCEPTUAL.....	27
4.2. MARCO TEÓRICO.....	35
4.2.1. PRODUCTIVIDAD .....	35
4.2.2. ORIGEN DEL <i>LEAN Six SIGMA</i> .....	40
4.2.3. <i>LEAN MANUFACTURING</i> .....	43
4.2.4. IMPLEMENTACIÓN DEL <i>LEAN Six SIGMA</i> .....	45
4.2.5. <i>SIX SIGMA</i> .....	47
4.2.6. FACTORES DEL <i>LEAN MANUFACTURING</i> QUE AFECTAN LA PRODUCTIVIDAD Y LA COMPETITIVIDAD .....	52
4.2.7. CAMBIO DE MENTALIDAD .....	54
4.2.8. FACTORES DEL LSS QUE AFECTAN LA PRODUCTIVIDAD Y LA COMPETITIVIDAD .....	57
4.2.9. CONCLUSIONES.....	61
4.3. MARCO CONTEXTUAL.....	64
<b>5. HIPÓTESIS.....</b>	<b>66</b>
<b>6. METODOLOGÍA .....</b>	<b>67</b>
6.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	67
6.2. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN .....	68

6.3.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA INFORMACIÓN.....	69
6.4.	DESARROLLO DE LA PROPUESTA METODOLÓGICA .....	69
6.5.	ESTUDIO DE CASOS.....	70
6.6.	UNIVERSO.....	70
6.7.	MUESTRA .....	71
6.8.	UNIDAD DE MUESTREO.....	72
6.9.	RESULTADOS ESPERADOS .....	72
<b>7.</b>	<b>TRABAJO DE CAMPO .....</b>	<b>75</b>
7.1.	DESCRIPCIÓN DE LAS EMPRESAS CONSULTADAS .....	75
7.2.	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN .....	77
7.2.1.	DIMENSIONES INSTRUMENTO DE MEDICIÓN .....	78
7.3.	PROCESAMIENTO ESTADÍSTICO DE DATOS.....	79
7.3.1.	VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE MEDICIÓN .....	79
7.3.2.	APLICACIÓN DEL INSTRUMENTO DE MEDICIÓN.....	80
7.3.3.	PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	81
7.3.3.1.	<i>ANÁLISIS FACTORIAL .....</i>	<i>81</i>
	<i>ELECCIÓN DE LAS VARIABLES ORIGINALES.....</i>	<i>83</i>
	<i>ANÁLISIS DE LA MATRIZ DE CORRELACIÓN .....</i>	<i>83</i>
	<i>EXTRACCIÓN DE LOS FACTORES .....</i>	<i>85</i>
	<i>INTERPRETACIÓN DE LOS FACTORES.....</i>	<i>87</i>
	<i>FORMACIÓN DE GRUPOS.....</i>	<i>88</i>
7.4.	ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	89
7.5.	DISEÑO PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE INICIATIVAS <i>LEAN SIX SIGMA</i> EN LAS PYMES COLOMBIANAS.....	96
<b>8.</b>	<b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>116</b>
<b>9.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>123</b>
<b>10.</b>	<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>126</b>
<b>A.</b>	<b>ANEXO. ENTREVISTA PREVIA AL DESARROLLO DEL INSTRUMENTO DE MEDICIÓN .....</b>	<b>132</b>
<b>B.</b>	<b>ANEXO. COMUNALIDADES .....</b>	<b>133</b>
<b>C.</b>	<b>ANEXO. VARIANZA TOTAL EXPLICADA.....</b>	<b>134</b>
<b>D.</b>	<b>ANEXO. MATRIZ DE COMPONENTE ROTADA PRIMER COMPONENTE.....</b>	<b>135</b>
<b>E.</b>	<b>ANEXO. MATRIZ DE COMPONENTE ROTADA SEGUNDO COMPONENTE .....</b>	<b>136</b>
<b>F.</b>	<b>ANEXO. MATRIZ DE COMPONENTE ROTADA TERCER COMPONENTE .....</b>	<b>137</b>
<b>G.</b>	<b>ANEXO. MATRIZ DE COMPONENTE ROTADA CUARTO COMPONENTE .....</b>	<b>138</b>



## Lista de figuras

Pág.

FIGURA 1 LOS PRINCIPALES FACTORES CLAVES DE ÉXITO EN LA IMPLEMENTACIÓN LSS ENCONTRADOS EN LA LITERATURA CONSULTADA.....	20
FIGURA 2 LOS SIETE DESPERDICIOS QUE IMPIDEN LA PRODUCTIVIDAD.....	29
FIGURA 3. LA CASA <i>LEAN</i> .....	44
FIGURA 4. GUÍA PARA LA TRANSFORMACIÓN ORGANIZACIONAL.....	45
FIGURA 5. NIVEL <i>SIX SIGMA</i> Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR.....	49
FIGURA 6. EL FLUJO DE PROCESO DMAIC.....	50
FIGURA 7. LAS BASES DEL LEAN.....	62
FIGURA 8. RUTA <i>SIX SIGMA</i> .....	63
FIGURA 9. RESUMEN <i>LEAN SIX SIGMA</i> .....	64
FIGURA 10. ANÁLISIS FACTORIAL.....	82
FIGURA 11. RESULTADO MATRIZ DE CORRELACIÓN.....	83
FIGURA 12. GRÁFICO DE SEDIMENTACIÓN.....	86
FIGURA 13. DENDOGRAMA.....	88
FIGURA 13. METODOLOGÍA DE IMPLEMENTACIÓN PROPUESTA DEL LSS PARA MIPYMES. .....	97

## Lista de tablas

	<u>Pág.</u>
TABLA 1. PRODUCTIVIDAD DE LA ECONOMÍA TOTAL. VALOR AGREGADO BRUTO, PRODUCTIVIDAD TOTAL DE LOS FACTORES Y PRODUCTIVIDAD TOTAL DE LOS FACTORES 2015-2019 .....	15
TABLA 2. ESTUDIOS REALIZADOS SOBRE FACTORES DE ÉXITO EN LA IMPLEMENTACIÓN DEL LSS EN MIPYMES EN DIFERENTES PAÍSES. ....	17
TABLA 2. ESTUDIOS REALIZADOS SOBRE FACTORES DE ÉXITO EN LA IMPLEMENTACIÓN DEL LSS EN MIPYMES EN DIFERENTES PAÍSES (CONTINUACIÓN). ....	18
TABLA 3. PARÁMETROS DE DEFINICIÓN DE LAS EMPRESAS EN COLOMBIA LEY 590 DE 2000.....	32
TABLA 4. CIFRAS DE INGRESOS POR ACTIVIDADES ORDINARIAS EN MILLONES DE PESOS COLOMBIANOS DE 2019. ....	32
TABLA 5. ALGUNOS FACTORES DIFERENCIALES DEL ÉXITO JAPONÉS EN LA IMPLEMENTACIÓN DE <i>LEAN MANUFACTURING</i> . ....	39
TABLA 6. EVOLUCIÓN DEL LSS.....	42
TABLA 7. MÉTRICAS <i>SIX SIGMA</i> .....	48
TABLA 8. CARACTERÍSTICAS DE LOS DESPERDICIOS.....	53
TABLA 9. PRINCIPIOS FILOSÓFICOS TOYOTA.....	56
TABLA 10. ROLES DE LOS PARTICIPANTES EN PROYECTOS <i>SIX SIGMA</i> . ....	58
TABLA 11. PRINCIPALES HERRAMIENTAS DEL <i>SIX SIGMA</i> . ....	59
TABLA 11. PRINCIPALES HERRAMIENTAS DEL <i>SIX SIGMA (CONTINUACIÓN)</i> . ....	60
TABLA 12. METODOLOGÍA UTILIZADA PARA EL CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS.....	73
TABLA 12. METODOLOGÍA UTILIZADA PARA EL CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS (CONTINUACIÓN).....	74
TABLA 13. CARACTERIZACIÓN EMPRESAS CONSULTADAS.....	76
TABLA 14. VALIDACIÓN INSTRUMENTO DE MEDICIÓN.....	80
TABLA 15. ANÁLISIS DESCRIPTIVO POR DIMENSIÓN. ....	89
TABLA 16. MEDIANA, MODA POR EMPRESA Y DIMENSIÓN .....	95
TABLA 17. CARACTERÍSTICA A TENER EN CUENTA EN EL DIAGNÓSTICO PREVIO A LA IMPLEMENTACIÓN .	99
TABLA 18. HERRAMIENTAS DEL <i>SIX SIGMA</i> A UTILIZAR POR TAMAÑO DE EMPRESA EN LAS FASES INTRODUCCIÓN, DEFINIR Y MEDIR. ....	111

---

TABLA 19. HERRAMIENTAS DEL <i>SIX SIGMA</i> A UTILIZAR POR TAMAÑO DE EMPRESA EN LA FASE ANALIZAR. .....	112
TABLA 20. HERRAMIENTAS DEL <i>SIX SIGMA</i> A UTILIZAR POR TAMAÑO DE EMPRESA EN LA FASE MEJORAR. .....	113
TABLA 21. HERRAMIENTAS DEL <i>SIX SIGMA</i> A UTILIZAR POR TAMAÑO DE EMPRESA EN LA FASE CONTROLAR. ....	114
TABLA 22. RESULTADOS POR EMPRESA Y PERCEPCIÓN DE ÉXITO EN LA IMPLEMENTACIÓN LSS (MEDIANA) .....	119

# 1. Introducción

La calidad de los productos y servicios, la productividad y el tiempo de respuesta es fundamental para el éxito empresarial. *Lean Six Sigma* es uno de las metodologías de mejora continua más utilizada por las organizaciones que desean incrementar la productividad y el nivel de servicio al cliente. Esta metodología tiene como objetivo maximizar el valor para los accionistas, incrementando la calidad, la velocidad y la satisfacción del cliente, disminuyendo los costos (Laureani & Antony (2018)).

Si bien *Lean Six Sigma* se ha implementado con éxito en empresas como Motorola, General Electric, Caterpillar y otras marcas globales, su implementación difiere entre las grandes y las pequeñas empresas (Desai, 2006). Su implementación enfrenta barreras en las pequeñas y medianas empresas asociadas con el tamaño y la disponibilidad de los recursos (Stankalla, Koval, & Chromjakova, 2018).

Deshmukh y Chavan (2012) advierten que se requieren algunos cambios en la forma de implementar el *Lean Six Sigma* en las MiPymes, dado que su despliegue es diferente para las grandes y las pequeñas organizaciones.

Para entender como implementar de forma adecuada el *Lean Six Sigma* en las MiPymes, se hace necesario conocer los factores principales que influyen en su correcto despliegue. Los factores determinantes o aquellos factores esenciales para el éxito de cualquier programa y técnica han sido identificados y discutidos en la literatura, sin embargo, se requieren análisis más específicos sobre su implementación en las pequeñas y medianas empresas de Colombia.

Este estudio investiga y analiza los factores determinantes para una adecuada implementación del *Lean Six Sigma* en varias pequeñas y medianas empresas de Colombia. Para la realización de este análisis, se tomaron en cuenta seis empresas de las

---

ciudades de Bogotá, Cali e Ibagué, con el objetivo de describir algunos de los factores críticos en la aplicación exitosa del *Lean Six Sigma* dentro de estas organizaciones.

Esta investigación contribuye a la literatura existente de dos maneras: primero, describe los factores de éxito en la implementación del *Lean Six Sigma* en algunas pequeñas y medianas empresas de Colombia; y en segundo lugar, propone una guía metodológica de implementación que sirva de guía para un adecuado despliegue en las empresas colombianas.

El documento está estructurado de la siguiente manera: en primer lugar se realiza una revisión de la literatura relevante sobre el *Lean Six Sigma*, en segundo lugar, con base en los resultados obtenidos a través del diligenciamiento de una herramienta de medición del nivel de implementación del *Lean Six Sigma*, se hace un análisis de las técnicas aplicadas en las organizaciones objeto de estudio y las requeridas de acuerdo a la literatura consultada; en tercer lugar, se muestran los resultados obtenidos y se realiza un análisis de los factores determinantes para la implementación del *Lean Sigma* en las empresas seleccionadas; y en cuarto lugar, se desarrolla una guía metodológica que sirva de apoyo en la implementación del *Lean Sigma* en la MiPymes Colombianas.

## 1.1. Problema de investigación

### 1.1.1. Antecedentes

Liker (2004) define el *Lean Manufacturing* (también conocido como *Lean Management* o pensamiento esbelto), como la forma de hacer los negocios más productivos y competitivos, eliminando toda actividad que no añada valor a los procesos (sobreproducción, esperas, stocks, movimientos innecesarios, falta de calidad, transporte, sub-utilización de la capacidad de los empleados).

El *Six Sigma* (SS de aquí en adelante) es una herramienta de mejoramiento que permite obtener organizaciones eficaces y eficientes, continuamente alineadas con las necesidades del cliente. Sigma es un concepto estadístico que representa la cantidad de variación presente en un proceso en relación con las especificaciones o requerimientos del cliente. Cuando un proceso opera a un nivel de seis sigmas, la variación es tan pequeña que los productos y servicios resultantes están libres de defectos el 99,9997%. El SS utiliza herramientas estadísticas que permiten analizar en forma adecuada cada una de las variables críticas identificadas en el proceso (Brassard et al., 2005).

*Lean Six Sigma* (LSS de aquí en adelante) es la combinación de *Lean Manufacturing* y *Six Sigma*. Algunos de los beneficios de la implementación son en el aumento de la productividad, la disminución de desperdicios, plazos de entrega y la mejora notable en la atención del servicio al cliente (Chicano, 2013).

El Centro de Estudios sobre Desarrollo Económico de la Universidad de los Andes CEDE (2019), reveló un estudio sobre la productividad en las empresas colombianas. El estudio muestra un nivel de productividad en las empresas colombianas de 1:5, es decir, para producir el mismo valor agregado que en Estados Unidos, en Colombia se necesitan cinco veces más trabajadores y equipo. En Colombia es mucho más probable que un establecimiento manufacturero se mantenga en el mercado por décadas sin mostrar una dinámica de crecimiento.

La productividad total cerró en -0,45% durante el año 2019 según el informe de Productividad Total de los Factores (PTF) entregado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE (2020), el cual realizó la primera entrega de los datos oficiales de productividad para el periodo 2015-2019 (ver tabla número uno).

**Tabla 1. Productividad de la economía total. Valor agregado bruto, productividad total de los factores y productividad total de los factores 2015-2019**

Año	VALOR AGREGADO BRUTO		PRODUCTIVIDAD TOTAL DE LOS FACTORES		PRODUCTIVIDAD LABORAL		PRODUCTIVIDAD DEL CAPITAL		
	Miles millones de pesos corrientes	Tasa de crecimiento anual (%)	Aporte al crecimiento del valor agregado (%)	Tasa de crecimiento anual (%)	Aporte al crecimiento del valor agregado (%)	Tasa de crecimiento anual (%)	Aporte al crecimiento del valor agregado (%)		
							Capital TIC	Capital No TIC	Capital Total
2.015	730.543	5,15	2,12	<b>-0,68</b>	0,74	0,15	0,27	0,99	1,26
2.016	787.719	7,83	3,29	<b>-0,25</b>	1,26	0,2	0,39	1,44	1,84
2.017	835.906	6,12	2,43	<b>-0,37</b>	0,9	0,36	0,31	1,1	1,41
2.018	894.790	7,04	2,52	<b>-0,55</b>	1,09	0,28	0,49	1,2	1,69
2.019	961.808	7,49	2,13	<b>-0,45</b>	0,91	0,21	1,27	0,69	1,95

**Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE (2020)**

La PTF permite observar la relación entre el valor agregado, la productividad laboral y la del capital, reflejando el impacto de los componentes de capital y trabajo (sus interacciones por nivel educacional, edad y género). De acuerdo al informe, la PTF decreció 0,45%; en contraste con la productividad laboral que creció 0,21%, en ese mismo periodo. El dato de la PTF para 2018 fue de -0,55%, 10 puntos básicos menos que el año pasado (-0,45%).

Otro informe que resume la productividad de las empresas colombianas es el realizado por el Programa de Transformación Productiva (PTP)<sup>1</sup>. Los resultados son bastante dicentes: 8 de cada 10 empresas no implementan medidas de eficiencia, tienen equipos viejos que generan un alto consumo de energía y tienen una alta rotación del personal operativo. Una gran empresa genera cinco veces más valor agregado en promedio que una pyme y cerca de 28 veces más que una microempresa.

El uso eficiente de los factores de producción permite tener niveles altos de productividad, esto es, producir más con lo mismo, producir lo mismo con menos; lo

<sup>1</sup> Órgano adscrito al Ministerio de Comercio, Industria y Turismo y cuyo principal objetivos es liderar el diseño e implementación de instrumentos que mejoren la productividad y competitividad de las empresas, para incrementar y sofisticar la oferta exportable.

---

anterior se traduce en mayor cantidad de unidades producidas, optimización de la mano de obra, reducción en el tiempo de respuesta al cliente, disminución de reprocesos y rechazos, menos transportes y movimientos, mayores tasas de calidad, diseño de productos flexibles y menores costos.

El Consejo Privado de Competitividad CPC (21018) advierte que cuando las empresas alcanzan tasas de crecimiento de la productividad cada vez más altas y sostenidas, se genera un círculo virtuoso con externalidades positivas para la sociedad. Al ser más eficiente, el empresario tiene menores costos y mayores ganancias; el trabajador logra obtener un empleo de más calidad y mejor remunerado, el consumidor consigue mejores productos a un menor precio y el Gobierno puede recaudar más impuestos para financiar el gasto público y la inversión.

El LSS apunta a la optimización a lo largo de todo el flujo de valor mediante la eliminación de pérdidas, incorporando la calidad en cada de una de las etapas de fabricación, así como a la reducción de costos. Su implementación permite a las empresas manufactureras y de servicios incrementar su productividad, mediante la innovación y/o la mejora continua.

La innovación tecnológica proporciona grandes mejoras espaciadas en el tiempo, pero sin continuidad, mientras que las técnicas de *Lean Manufacturing* proporcionan pequeñas y frecuentes mejoras porque agrupan técnicas que lo hacen posible. Por ello, las empresas innovadoras y, además seguidoras de esta filosofía, lograrán un ritmo de mejora y de incremento de la competitividad, óptimo y sostenido en el tiempo (Rajadell y Sánchez, 2010).

Las ventajas y resultados del LSS en la productividad ha despertado la inquietud entre los investigadores. Stankalla, Koval, & Chromjakova (2018) examinaron los factores críticos de éxito en la implementación del *Lean Six Sigma* en la fabricación de pequeñas y medianas empresas. Basados en siete artículos de seis países (Reino Unido, India, Italia, Kenia, Países Bajos y Malasia), compararon la importancia de los diferentes factores críticos de éxito.



Para la realización de este análisis, se tomaron en cuenta seis documentos adicionales de Europa, India y Brasil sobre factores críticos de éxito para la implementación de SS y LSS en empresas manufactureras más grandes. El análisis demostró similitudes en los factores críticos de éxito para ambos tipos de organizaciones. De igual manera, se realizó un análisis sobre las investigaciones realizadas y publicadas en revistas científicas sobre los factores críticos de éxitos en la implementación del LSS en MiPymes en varios países

**Tabla 2. Estudios realizados sobre factores de éxito en la implementación del LSS en MiPymes en diferentes países.**

AUTOR Y AÑO	PAÍS DE INVESTIGACIÓN	INICIATIVA	TAMAÑO DE LA ORGANIZACIÓN	SECTOR DE APLICACIÓN	REVISTA
Antonio y Banueles (2002)	Reino Unido	SS	Gran empresa	Servicios y fabricación	Measuring Business Excellence
Antonio (2004)	Reino Unido	SS	Gran empresa	Servicios	Managerial Auditing Journal
Antony, Antony, Kumar y Cho (2007)	Reino Unido	SS	Varios tamaños de organización	Servicios	Journal of Quality & Reliability Management
Antony, Kumar y Labib (2008)	Reino Unido	SS	PYME	Fabricación	Journal of Quality & Reliability Management
Kumar y Antony (2008)	Reino Unido	SS	PYME	Fabricación	Industrial Management and Data Systems
Antony y Desai (2009)	India	SS	Gran empresa	Fabricación	Management Research News
Brun (2010)	Italia	SS	Pymes y grandes empresas	Fabricación	Journal of Production Economics
Jayaraman y Teo (2010)	Malasia	LSS	PYME	Fabricación	Journal Of Lean Six Sigma
Timans, Antony, Ahaus y van Solingen (2012)	holandés	LSS	PYME	Fabricación	Journal of the Operational Research Society
Chakraborty y Tan (2012)	Singapur	SS	No conocida	Servicios	Business Process Management
Desai, Antony y Patel (2012)	India	SS	Pymes y grandes empresas	Fabricación	Journal of Productivity and Performance Management
Manville, Greatbanks, Krishnasamy y Parker (2012)	No conocida	LSS	Grandes empresas	Servicios	Jornal of Quality & Reliability Management

**Fuente: Adaptado de Stankalla, Koval, & Chromjakova (2018)**

**Tabla 2. Estudios realizados sobre factores de éxito en la implementación del LSS en MiPymes en diferentes países (continuación).**

AUTOR Y AÑO	PAÍS DE INVESTIGACIÓN	INICIATIVA	TAMAÑO DE LA ORGANIZACIÓN	SECTOR DE APLICACIÓN	REVISTA
Laureani y Antony (2012)	Varios países	LSS	Grandes empresas	Servicios y fabricación	Jornal of Lean Six Sigma
Chakraborty y Chuan (2013)	Singapur	SS	Varios tamaños de organización	Servicios	Jornal of Lean Six Sigma
Habidin y Yusof (2013)	Malasia	LSS	Grandes empresas	Fabricación	Jornal of Lean Six Sigma
Douglas, Douglas y Ochieng (2015)	África Oriental (Kenia)	LSS	PYME	Servicios y fabricación	The TQM Jornal
Jesús, Antonio, Lepikson y Peixoto (2016)	Brasil	SS	Grandes empresas	Fabricación	Journal of Quality & Reliability Management

**Fuente: Adaptado de Stankalla, Koval, & Chromjakova (2018)**

En la tabla número dos se relacionan 18 investigaciones publicadas de 2002 a 2016 sobre los factores de éxito en la implementación del LSS. Cinco documentos analizaron empresas en el Reino Unido, cuatro en Brasil, tres en India, dos en Malasia, y un artículo fue escrito para cada uno de los siguientes países: Pakistán, Italia, Países Bajos, Singapur y Kenia. En total, se clasifican 29 factores de éxitos para la implementación de SS y LSS, entre ellos están: participación de la gerencia, cambio cultural, plan de comunicación, infraestructura y cultura organizacional, educación y capacitación.

Laureani & Antony (2018) destacan los factores críticos de éxito más importantes en la implementación del LSS, particularmente el papel del liderazgo en el despliegue exitoso. Para ello realizan una encuesta y un análisis factorial exploratorio de las respuestas obtenidas. El estudio destaca la importancia de poner el liderazgo adecuado para garantizar un despliegue exitoso, junto con los mejores talentos de la organización involucrada en el LSS, proporcionándoles las herramientas de gestión de proyectos adecuadas y haciéndolos financieramente responsables del éxito de sus iniciativas.

Felizzola y Luna (2014) proponen una metodología para la implementación del LSS compuesto por las cuatro fases: preparación, identificación, ejecución, y evaluación.

Los altos niveles de productividad de países como Japón y Corea del Sur ha despertado el interés en Colombia por el LSS en la industria, la academia y las empresas de consultoría. Por ejemplo, el Centro Nacional de Productividad (CNP)<sup>2</sup> desarrolló el año 2011, la implementación del *Lean Six Sigma* en 30 Pymes del occidente colombiano, a las cuales se les sensibilizó, entrenó, certificó y acompañó en el aumento de la productividad. El CNP es pionero en la implementación de la cultura LSS en Colombia.

Arrieta, Muñoz, Salcedo y Sosa (2011) recopilan proyectos de grado y tesis de las principales universidades de Colombia, realizando una revisión bibliográfica donde se muestra el grado de conocimiento que se tiene acerca de la manufactura esbelta en las industrias colombianas. El objetivo principal es la recopilación de material bibliográfico que sirva de fuente a las empresas que desean adoptar la filosofía de manufactura esbelta y conocer los logros más relevantes que se obtuvieron con su implementación.

En cuanto al despliegue LSS en las empresas colombianas, Ballesteros (2008) concluye que es determinante para la implementación el compromiso de la alta dirección. A través de una propuesta de guía de implementación y la exposición de los beneficios de la metodología, pretende motivar a los empresarios a iniciar su implementación.

Delgado y Díaz (2010) realizan un análisis del estado actual de la implementación del *Six Sigma* en empresas colombianas. El análisis arroja los siguientes datos: de las empresas encuestadas un 15% dice aplicarla, el cual es un porcentaje bajo si se tiene en cuenta que alrededor del mundo es utilizada por un 45% de las empresas. Si bien el estudio es del año 2010, se muestra el gran rezago que tiene el país en cuanto a optimización de procesos que eliminen los problemas desde la causa raíz.

León, Marulanda y González (2017) identifican en cinco empresas colombianas de diferentes sectores económicos, cuáles han sido los factores claves que han permitido implementar con éxito herramientas *Lean Manufacturing*. El estudio fue realizado en 5 empresas del Valle de Aburrá en Antioquia y determinó que hay cuatro factores claves en el éxito de la aplicación de la filosofía *Lean*: el compromiso de la alta dirección (gerencias,

---

<sup>2</sup> Entidad sin ánimo de lucro, de participación mixta, y que contribuye al incremento de la productividad de la economía colombiana, participando en la formulación de políticas públicas, sobre calidad, productividad y competitividad.

presidencias, vicepresidencias y direcciones de áreas), el seguimiento continuo con indicadores de gestión apropiados, el liderazgo y el entrenamiento.

A través del presente recorrido por trabajos de grado desarrollados, artículos en revistas de ingeniería y especializadas en *Lean Six Sigma*, se observa cómo se ha despertado el interés en la correcta implementación del LSS en las pequeñas y medianas empresas.

Analizar los factores claves de acuerdo a la cultura donde se implementa el LSS es de vital importancia a la hora de realizar un correcto despliegue de la metodología, y así aumentar las probabilidades de obtener excelentes resultados.

La figura número uno resume los factores claves de éxito (FCE) en la implementación del LSS encontrados a lo largo de las investigaciones consultadas.

**Figura 1 Los principales Factores Claves de éxito en la implementación LSS encontrados en la literatura consultada**



Fuente: Elaboración propia

## 1.1.2. Planteamiento del problema

Los indicadores de productividad y competitividad de las Mi Pymes colombianas son bajos en comparación con países desarrollados. Por ejemplo, el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (2016) advierte que la productividad en Colombia representa un 25% de la de Estados Unidos.

Por otro lado, los resultados del informe sobre Productividad Mundial 2017, elaborado por la firma HowMuch con base en el estudio Expert Market del Fondo Monetario Internacional (FMI) y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo (Ocde), muestran que en los países con más alta productividad por trabajador se labora menos tiempo, y su PIB per cápita es más alto. Luxemburgo es el país con mayor nivel, al alcanzar US\$68,47 en productividad por persona por hora, seguido por Noruega, con US\$52,5; Suiza con US\$50,08 y Dinamarca, con US\$38,16.

Japón y Corea del Sur, de igual manera muestran altos niveles de productividad, US\$46.8 y US\$38 de productividad por persona respectivamente.

Colombia tiene US\$5.3 de productividad por persona por hora (un trabajador colombiano en promedio tiene una productividad de US\$11.717,9 al año y labora en promedio 2.193 horas/año).

*Lean Six Sigma* permite tener resultados en el aumento de la productividad, competitividad, el clima organizacional y la generación de valor para la sociedad, dada su estructura basada en la solución de problemáticas desde la causa raíz, el análisis de datos, el trabajo en equipo y la búsqueda constante de la mejora continua (Rajadell y Sánchez, 2010).

Los principios y herramientas del *Lean* se aplican en empresas de distintos países, de mayor o menor tamaño, ligadas o no al automóvil e incluso del sector servicios. En cada caso donde se ha implantado, se ha obtenido un resultado fruto de la mezcla entre los fundamentos del *Lean*, la cultura nacional y el entorno específico de la empresa (Cuatrecasas, 2010)

---

Organizaciones latinoamericanas han aplicado los principios del *Lean* logrando grandes beneficios en la reducción de desperdicios en sus procesos, generando ahorros y reducción de tiempos de entrega principalmente por la reducción de inventarios y reprocesos en sus operaciones. De igual forma, han implementado *Six Sigma* exitosamente en proyectos de mejora, generando grandes beneficios en la identificación de causas y reducción de variación en sus procesos. Estos beneficios se han visto reflejados principalmente en la reducción de gastos operativos por la reducción de fallas en los procesos, productos y servicios (Pérez, 2016).

Factores como la participación de la gerencia, cambio cultural, plan de comunicación, infraestructura y cultura organizacional, educación y capacitación, entre otros, influyen el éxito de la implementación del LSS (Stankalla, et al. 2018). El liderazgo en el despliegue exitoso del LSS es destacado por Laureani & Antony (2018). Sin embargo, en análisis de la relación de los anteriores factores con la correcta implementación del LSS, ha sido resultado de investigaciones fuera del entorno empresarial colombiano.

Las organizaciones que inician la implementación de iniciativas de mejora LSS deben superar barreras que garanticen su efectividad. En muchos casos, la implementación implica una inversión de infraestructura de apoyo, recursos y capacitación para las iniciativas de mejora. Si bien el LSS se aplicó inicialmente en las grandes corporaciones, el interés de las pequeñas y medianas empresas en las iniciativas de mejora ha ido en aumento.

Así, con el objetivo de aumentar los niveles de productividad, empresas en Colombia han iniciado la implementación del LSS; no obstante, las tasas de éxito y la duración de estas iniciativas en el ambiente empresarial colombiano son bajas, siendo abandonadas tan pronto los resultados esperados no se consiguen en el corto plazo.

El desconocimiento de los factores que condicionan el éxito de la implementación del LSS en las pequeñas y medianas empresas en Colombia, no permite a las organizaciones centrar sus esfuerzos en los asuntos claves que inciden en el correcto despliegue de la filosofía, desaprovechando oportunidades para el incremento de la productividad.

De igual manera, el desconocer los factores que inciden en la implementación correcta del LSS, limita el diseño de estrategias y metodologías que guíen su despliegue de una mejor manera de acuerdo al ámbito empresarial colombiano.

### **1.1.3. Formulación del problema.**

Considerando la baja productividad, el poco valor agregado y el desconocimiento de los principales factores que afectan la correcta implementación del LSS en las MiPymes colombianas como estrategia para el aumento de la productividad, se plantea el siguiente interrogante:

¿Identificar y caracterizar los principales factores que inciden en la correcta aplicación del LSS, permite su correcta implementación en algunas pequeñas y medianas empresas colombianas?

#### **1.1.3.1. Preguntas de investigación**

La implementación adecuada del LSS permite disminuir la brecha en productividad entre las grandes y pequeñas empresas, por tal motivo a lo largo de la presente investigación se dará respuesta a las siguientes preguntas:

- ¿Qué factores determinan la aplicabilidad del *Lean Six Sigma* como estrategia para el aumento de productividad y competitividad en las MiPymes colombianas?
- ¿La implementación de determinadas herramientas inciden en la correcta implementación del LSS?
- ¿Cuál es la adecuada estrategia metodológica de implementación, que permita la perdurabilidad de la filosofía *Lean Six Sigma* en las MiPymes colombianas consultadas?

## 2. Objetivos

### 2.1. Objetivo general

Caracterizar los principales factores de éxito en la implementación del LSS en algunas pequeñas y medianas empresas colombianas.

### 2.2. Objetivos específicos

- Construir el marco de referencia mediante la revisión sistemática de la literatura sobre la implementación de *Lean Six Sigma*, que sirva de soporte para la elaboración de un análisis crítico sobre la aplicación eficiente de herramientas de mejoramiento continuo en algunas MiPymes colombianas.
- Identificar cuales herramientas del LSS ejercen mayor influencia en la correcta implementación del LSS en algunas MiPymes colombianas.
- Analizar las diferencias en los avances de la implementación del LSS entre las empresas objeto de estudio de acuerdo a las herramientas de la metodología utilizadas.
- Proponer una estrategia metodológica que permita una adecuada implementación de la filosofía *Lean Six Sigma* en las MiPymes colombianas.



### 3. Justificación

Mayores niveles de productividad permiten impulsar el crecimiento económico en el largo plazo y favorecen procesos de convergencia con los países más desarrollados, a la vez que acrecientan el bienestar de la población. Durante las últimas tres décadas la productividad de la economía colombiana ha estado prácticamente estancada, incluso en algunos años ha contribuido negativamente al crecimiento del PIB (CPC, 2018).

Muchos empresarios a nivel nacional desean aumentar la productividad y competitividad en sus organizaciones, sin embargo, desconocen el cómo hacerlo. Por otro lado, muchas empresas que han iniciado proyectos de mejoramiento y de implementación de filosofías de mejoramiento las abandonan al no ver resultados en el corto plazo.

La investigación propuesta busca la identificación de los factores de fracaso y éxito en la aplicación de las dos principales herramientas de excelencia operacional, el *Lean Manufacturing* y el *Six Sigma* como estrategia para el aumento de la productividad y competitividad, con el objetivo que los empresarios una vez conozcan los principales obstáculos, inicien proyectos de reconversión productiva y así aumentar la tasa de éxito en su implementación.

Conociendo previamente los principales obstáculos y la forma adecuada de implementación del *Lean Six Sigma* en el ambiente empresarial colombiano, se ahorrarán recursos y los procesos se sustentarán sobre bases sólidas; de esta forma se verán beneficiados los empresarios colombianos, los jefes de mejoramiento y en general, los encargados de llevar a cabo la optimización de los procesos en búsqueda de la productividad. En general se verá beneficiada toda la sociedad. Empresas productivas y sostenibles son sinónimos de fuentes de empleo, innovación y crecimiento económico.

Así mismo, el presente trabajo busca aplicar los conceptos de la productividad en la gestión administrativa; también se busca contribuir en la gestión del cambio por medio de la transformación de la cultura organizacional. El trabajo planteado contribuirá a la

---

generación de una guía metodológica que permita una adecuada aplicación del *Lean Six Sigma* como estrategia para el aumento de la productividad y competitividad en las MiPymes colombianas que garantice su perdurabilidad en las empresas.

Se sugiere continuar con estudios más profundos que alineen la planeación estratégica y la gestión del cambio con la aplicación efectiva del LSS.

## 4. Marco de referencia

Con el objetivo de ambientar al lector y facilitar su comprensión, a continuación, se presentan los fundamentos teóricos y conceptuales que enmarcan el presente estudio, por lo cual se abordan temas como productividad, *Six Sigma*, desperdicios, *Lean* y valor agregado.

### 4.1. Marco conceptual

Para el presente estudio se definieron los siguientes términos que se consideran relevantes en la investigación:

**Alineación Estratégica:** Para definir el rumbo y enfoque que debe tomar el LSS dentro de la organización, primero se debe conocer su planeación estratégica, y en caso de no tenerla, se debe por lo menos conocer las proyecciones de la organización a mediano y largo plazo (Ferizola y Luna, 2014).

**Competitividad** Capacidad de una empresa para proporcionar productos y servicios con mayor eficacia y eficiencia respecto a sus competidores. Capacidad de una empresa para generar valor para el cliente y sus proveedores de mejor manera que sus competidores (Gutierrez y De la Vara, 2013).

**Datos paramétricos:** Datos que siguen una distribución normal.

**Datos no paramétricos:** Datos que no siguen una distribución normal o son asimétricos, es decir, contienen sesgo.

**DMAIC** Metodología de mejoramiento y elaboración de proyectos basada en el ciclo PHVA (Planear, hacer, verificar, actuar). DMAIC es el acrónimo de las etapas **D**efinir, **M**edir, **A**nalizar, **M**ejorar (*Inprove*) y **C**ontrolar. Un proyecto DMAIC busca definir y establecer un

---

problema, medir su desempeño o unidades por fuera de especificación, para luego analizar los resultados y entrar a mejorar el proceso, para finalmente estandarizarlo y controlarlo.

**Desperdicio:** “Actividades que consumen tiempo, recursos y espacio, pero no contribuyen a satisfacer las necesidades del cliente” (Rajadell y Sánchez, 2010, p. 5).

Los principales desperdicios que impiden la productividad son:

**Sobreproducción:** No se deben producir artículos para los que no existen órdenes de producción. El producto sólo se debe elaborar cuando el consumidor lo requiera. Así se puede reducir el inventario de materiales y sus respectivos costos.

**Espera:** Se debe evitar que los operadores esperen observando a las máquinas o esperan la entrega de recursos como herramientas, materiales o partes. Es aceptable que en ocasiones la máquina espere al trabajador, pero no a la inversa.

**Transportes innecesarios:** Todos los recorridos innecesarios durante el proceso de producción se deben minimizar o eliminar.

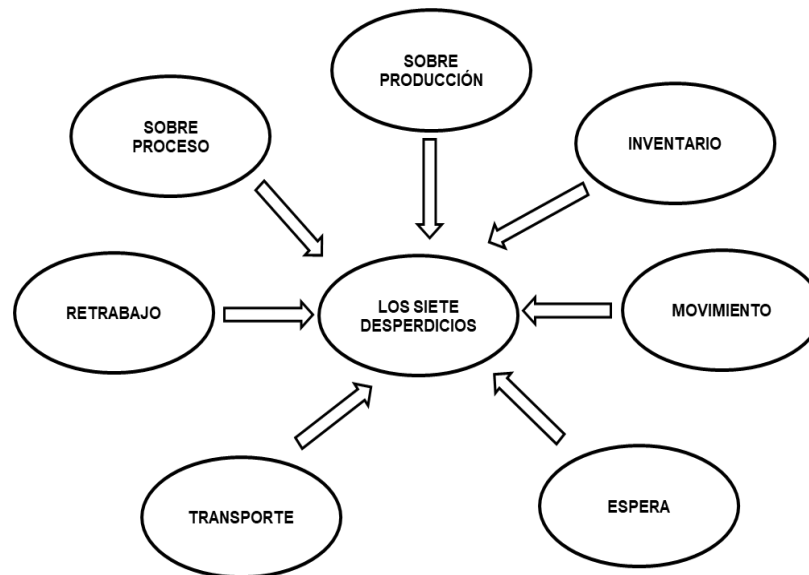
**Sobreprocesamiento o procesamiento incorrecto:** Se debe tener claridad en conocer muy bien los métodos de trabajo y los requerimientos de los clientes para evitar procesos innecesarios, que son responsables de los incrementos en los costos de producción.

**Inventarios:** El exceso de inventario tanto de materia prima, de productos en proceso y de producto terminado causan largos tiempos de entrega, alto riesgo de obsolescencia de los productos, deterioro de los artículos, elevados costos de transporte, almacenamiento y retrasos. Esta situación permite que el inventario oculte problemas como producción desnivelada, entregas a destiempo por parte de los proveedores, defectos, tiempos ociosos de los equipos y largos tiempos de preparación, sin desconocer que se requiere personal para cuidarlo, controlarlo y entregarlo cuando sea necesario.

**Movimientos innecesarios:** Cualquiera que sea el movimiento efectuado por el personal durante sus actividades como observar, buscar, acumular partes, herramientas siempre que no tenga nada que ver con la actividad productiva se convierte en un desperdicio que se debe eliminar.

Productos defectuosos o retrabajos: La producción de partes defectuosas, las reparaciones o reprocesos, los reemplazos en la producción e inspección demandan dedicación de tiempo y esfuerzo que se pueden utilizar para realizar labores que agregan valor al producto.

**Figura 2 Los siete desperdicios que impiden la productividad**



**Fuente:** Elaboración propia

**Eficiencia Global del equipo (OEE):** Es un indicador, que se calcula diariamente para cada equipo y establece la comparación entre el número de piezas que podrían haberse producido (si todo hubiera ido perfectamente) y las unidades que realmente se han producido (Rajadell y Sánchez, 2010).

Para la utilización de este indicador se dispone de los siguientes índices: Índice de Disponibilidad, Índice de Eficiencia e Índice de Calidad. El OEE es el producto de estos tres índices, de manera que:

$$\text{OEE} = \text{Índice de Disponibilidad} \times \text{Índice de Eficiencia} \times \text{Índice de Calidad}$$

La disponibilidad es el cociente del Tiempo Productivo y el Tiempo Disponible. Se ve afectada por las paradas que se producen en el proceso de fabricación como, por ejemplo, arranques de máquinas, cambios, averías, esperas, reuniones, etc.

---

El rendimiento es el cociente de la Producción Real y la Capacidad de Producción. Se ve afectada por las reducciones de velocidad y paradas.

El índice de calidad es el cociente entre la producción buena y la Producción Total. Se ve afectada por reprocesos y producto no conforme.

**Estadística Descriptiva:** Método para organizar, resumir y presentar datos de manera informativa (Lind, Marchal y Wathen, 2008).

**Estadística Inferencial:** Rama de la estadística consistente en hacer afirmaciones válidas acerca de una población o proceso con base en la información contenida en una muestra (Gutierrez y De la Vara, 2013).

**Estandarización:** Cultura de hacer todas las cosas bien de la misma manera.

**Heijunka:** Es el nivelado de la producción mediante la adaptación a las necesidades de la demanda o del mercado. Los pedidos salen del sistema en forma de órdenes que se agrupan en lotes pequeños con la máxima mezcla de producto que sea posible. Si la demanda está bien nivelada, la producción se llevaría a cabo de la misma manera.

Partiendo de una gama de pedidos, la secuencia de entrada de los pedidos a producción estará repartida en pequeños lotes de producción de cada referencia, logrando minimizar la diferencia entre la producción de un periodo y la del periodo siguiente, con lo cual se producirá una misma cantidad de productos en cada periodo.

La gran ventaja del *heijunka* es que se producen gran variedad de productos con base en la demanda; el tiempo de producción entre referencias se disminuye notablemente. Gran cantidad de referencias producidas en un día (Cuatrecasas, 2010).

**Lead Time:** El tiempo que transcurre entre el momento en que se realiza la orden y se entrega la mercancía al cliente (Zapata, 2014).

**Kaizen:** En japonés significa mejoramiento continuo. Cuando se aplica en el lugar de trabajo, involucra a directivas y empleados (Imai, 2001).

**Kanban:** Herramienta de comunicación que significa señal. Es un letrero para la entrega de un determinado número de partes en un momento determinado (Imai, 2001).

**Lean Manufacturing:** Filosofía de trabajo, basada en las personas, que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de desperdicios, definidos éstos como aquellos procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesario (Hernández y Vizán, 2013, p. 20).

La filosofía *Lean* permite organizar y administrar el desarrollo, la operación, proveedores y relaciones con los clientes de los productos. Este sistema requiere menos esfuerzo de la gente, menos espacio, menos capital y tiempo para hacer los productos (Villaseñor y Galindo, 2007, citados por Ballesteros, 2008, p. 224).

**Manufactura esbelta:** Estrategia de producción, compuesta por varias herramientas administrativas cuyo principal objetivo es ayudar a eliminar todas las operaciones que no le agregan valor al producto (bien tangible o servicio) y a los procesos, reduciendo o eliminando toda clase de desperdicios, mejorando las operaciones en un ambiente de respeto al trabajador (Ballesteros, 2008, p. 23).

**Mantenimiento Productivo Total (TPM):** Filosofía dirigida a la maximización de la efectividad del equipo durante su vida útil. El TPM involucra a directivos y empleados y comprende elementos básicos como un sistema de mantenimiento básico y habitual para la solución de problemas (Imai, 2001).

**Mipyme:** Según la Ley 590 de 2000 una Mipyme o empresa de tamaño micro, pequeña y mediana es toda unidad de explotación económica, realizada por persona natural o jurídica, en actividades empresariales, agropecuarias, industriales, comerciales o de servicios, rural o urbana.

De acuerdo con la Ley 905 de 2004 por medio de la cual se modifica la Ley 590 de 2000 sobre promoción del desarrollo de la micro, pequeña y mediana empresa colombiana, para clasificar a las micro y las pequeñas y medianas empresas (pymes) se tenían en cuenta dos criterios: el valor de los activos y el número de empleados; de esta forma, la empresa que respondía a dos (2) de los siguientes parámetros se clasificaba de acuerdo al criterio que correspondía:

**Tabla 3. Parámetros de definición de las empresas en Colombia Ley 590 de 2000.**

<b>EMPRESA</b>	<b>NÚMERO DE TRABAJADORES</b>	<b>ACTIVOS TOTALES POR VALOR</b>
<b>MICROEMPRESA</b>	Planta de personal no superior a los diez (10) trabajadores	inferior a quinientos (500) SMMLV
<b>PEQUEÑA</b>	Planta de personal entre once (11) y cincuenta (50)	entre quinientos uno (501) y menos de cinco mil (5000) SMMLV
<b>MEDIANA</b>	Planta de personal entre cincuenta y uno (51) y doscientos (200)	entre cinco mil uno (5001) a treinta mil (30000) SMMLV

**Fuente:** Elaboración propia a partir de <http://wwwmipymesgovco>

Sin embargo, los anteriores criterios para clasificar las empresas en micro, pequeña o mediana se basaban en el valor de los activos, el número de empleados o las ventas brutas, pero a partir del Decreto 957 de 2019 se tendrá en cuenta dos factores: los ingresos por actividades ordinarias anuales y el sector al que pertenece.

Según el Decreto mencionado, se definen rangos de clasificación para tres macrosectores económicos: manufacturas, servicios y comercio basado en los ingresos de las empresas.

Para efectos de los beneficios otorgados por el Gobierno nacional a las micro, pequeñas y medianas empresas el criterio determinante será el valor de ventas brutas anuales. Esta nueva clasificación del tamaño de las empresas permite desagregar en los tres sectores más representativos: manufactura, servicios y comercio.

**Tabla 4. Cifras de ingresos por Actividades Ordinarias en millones de pesos colombianos de 2019.**

<b>Tamaño</b>	<b>Manufactura</b>	<b>Servicios</b>	<b>Comercio</b>
Micro	hasta 811	hasta 1131	hasta 1535
Pequeña	desde 811 hasta 7027	desde 1131 hasta 4523	desde 1535 hasta 14781
Mediana	desde 7027 hasta 59527	desde 4523 hasta 16558	desde 14781 hasta 7406

**Fuente:** Elaboración propia a partir de <http://wwwmincitgovco>



La tabla numero 4 muestra los valores de los ingresos anuales que sirve como criterio de clasificación para el tamaño de las empresas para los sectores de manufactura, servicios y comercio. Por ejemplo, una empresa que registre ingresos anuales por actividades ordinarias entre 811 y 7027 millones se considera una pequeña empresa en el sector manufacturero.

**Poka Yoke:** Palabra de origen japonés que significa a prueba de errores. Sistema que permite la eliminación de posibles errores. Por ejemplo, máquinas diseñadas para funcionar con ambas manos a fin de eliminar la corrección de accidentes por atrapamiento o machucones.

**Productividad:** Razón entre las salidas (bienes y servicios) y una o más entradas o insumos (Render y Heizer, 2004, p. 14).

**RTY (ROLLED THROUGHPUT YELD):** Rendimiento Combinado. Es la probabilidad de que una unidad esté libre de defectos desde la primera hasta la última etapa del proceso (Gutierrez y De la Vara, 2013).

**Shojinka:** Polivalencia de los empleados. Metodología que permite lograr la flexibilidad, sin generar desperdicios en forma de material sobrante o tiempos muertos. Los operarios son capaces de realizar diversas funciones, dependiendo de la necesidad. Se entrena al personal para que pueda desarrollar diversas tareas, las cuales irá desempeñando a medida que se requiera.

**Six Sigma:** Método de gestión de calidad combinado con herramientas estadísticas cuyo propósito es mejorar el nivel de desempeño de un proceso mediante decisiones acertadas, logrando de esta manera que la organización comprenda las necesidades de sus clientes (Herrera y Fontalvo, sf).

La estrategia *Six Sigma* se apoya en una metodología fundamentada en las herramientas y el pensamiento estadístico. Tiene tres áreas prioritarias de acción: satisfacción del cliente, reducción del tiempo de ciclo y disminución de los defectos (Gutierrez y De la Vara, 2013).

---

El objetivo principal de esta metodología es generar 3.4 defectos por millón de oportunidades mediante un proceso vigoroso de mejora. La calidad *Six Sigma* se refiere a un concepto que plantea una meta común en calidad para todos los procesos de una organización. *Six Sigma* se basa en la eliminación del desperdicio por medio de la eliminación de la variabilidad, es decir, las fluctuaciones que se tienen alrededor de un objetivo deseado.

**Takt Time:** Corresponde a las unidades que deben salir del sistema determinada cantidad de tiempo a fin de cumplir con la demanda.

**Valor agregado:** “Es una actividad que transforma la materia prima o información para satisfacer las necesidades del cliente” (Rajadell y Sánchez, 2010, pág. 5). La generación de valor agregado en la clave del *Lean Six Sigma*. El concepto es claro, mientras no se esté transformando el producto o servicio no se está generando valor. Las inspecciones pueden estar dentro de los procesos, pero en ningún momento están transformando el producto; el producto no se modifica mientras se está inspeccionando.

**VSM:** El *Value Stream Mapping* o mapeo de la cadena de valor, es una visión del negocio donde se muestra tanto el flujo de materiales como el flujo de información desde el proveedor hasta el cliente. Se trata de plasmar en un papel de una manera sencilla y visual, todas aquellas actividades que se realizan actualmente para obtener un producto, para identificar así cuál es la cadena de valor (actividades necesarias para transformar materiales e información en un producto terminado o en un servicio) (Rajadell y Sánchez, 2010, p. 35).

## 4.2. Marco teórico

### 4.2.1. Productividad

Render y Heizer (2004) definen productividad como la relación entre la producción obtenida por un sistema de producción o servicios y los recursos utilizados para obtenerla. Así pues, la productividad se define como el uso eficiente de recursos (mano de obra, capital, tierra, materiales, energía, información, tiempo) en la producción de diversos bienes y servicios. Lo anterior se puede resumir en una fórmula sencilla:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producción}}{\text{Recurso}}$$

Una productividad mayor significa la obtención de más con la misma cantidad de recursos, o el logro de la misma producción en volumen con menos recursos. Lo producido puede ser unidades manufacturadas, unidades vendidas, clientes atendidos, llamadas recibidas o utilidades. Independientemente del sector en el cual se mida la productividad el concepto es el mismo, utilizar de la forma más eficiente los recursos.

La anterior definición es la forma tradicional de describir la productividad, cuanto entra y cuanto sale, sin embargo, esta definición deja por fuera dos conceptos importantes, la **eficacia** y la **eficiencia**. Muchas empresas que trabajan bajo el concepto tradicional de salidas versus entradas omiten la medición de estos conceptos que están estrechamente entrelazados con la productividad, llevando a cálculos errados y por tanto a pérdidas de valor.

Tradicionalmente las empresas en Colombia y Latinoamérica obligan a sus aparatos productivos a producir más por unidad de tiempo o consumir menos recursos sin tener en cuenta los factores de calidad, rendimiento y disponibilidad. Una organización puede producir una mayor cantidad de productos por unidad de tiempo, sin embargo, los niveles de calidad no son los mejores, afectando negativamente la productividad; del mismo modo, se puede aumentar la calidad de los productos o servicios, pero utilizando mayores recursos en inspección, afectando de igual manera la productividad; finalmente si

---

contamos con altos niveles de calidad y rendimiento de los factores de producción pero la disponibilidad del equipo (cuanto tiempo está funcionando) es baja, se afectará la productividad.

Un aparato productivo está destinado a producir productos o servicios con 100% de calidad, con la mayor velocidad (rendimiento) y el 100 % del tiempo disponible. Cualquier disminución de los factores calidad, velocidad (rendimiento) o utilización del tiempo (disponibilidad) afectará la productividad; no basta con producir más con menos, se requiere altos niveles de calidad y uso inteligente de los espacios, mano de obra, tiempo, ideas, etc.

Mejorar el nivel de servicio al cliente mediante aumento de los inventarios es una práctica empresarial recurrente pero improductiva. La errónea percepción de mejora en la atención al cliente basada en número de peticiones, quejas y/o reclamos esconde los problemas estructurales de las organizaciones. Tradicionalmente las empresas incrementan la velocidad de los equipos y generan horas extras para dar respuesta a los requerimientos de los clientes, sin embargo, estas decisiones terminan en mayores costos, altos inventarios, obsolescencia, deterioros, etc.

El aumento de la velocidad de los equipos sin planeación termina en reprocesos, mayor consumo de energía y recursos y pérdida de calidad, obligando a reducir el precio de venta de los productos aun cuando se utilizó mayores recursos. El aumento de los inventarios lleva a una pérdida de liquidez obligando a solicitar préstamos financieros para cubrir las obligaciones; un mejor tiempo de respuesta basado en el aumento de inventario esconde problemas como reprocesos, falta de capacitación del recurso humano, paradas de máquina, desorden etc.

Los esfuerzos deben centrarse en disminuir el tiempo de ciclo (tiempo que transcurre desde que llega el pedido hasta que se genera el producto terminado) en lugar de incrementar los inventarios. Menores tiempos de producción permitirán la reducción de los inventarios, liberando flujo de caja y acortando el tiempo de recaudo.

La **eficiencia** es la relación entre los resultados obtenidos y los recursos empleados y se mejora principalmente optimizando los recursos utilizados. La **eficacia** es el grado con el cual las actividades previstas son realizadas y los resultados planeados son logrados.

Si una empresa planea materiales y actividades para producir 100 unidades y al final 80 están libres de defectos y las otras 20 se quedaron a lo largo del proceso la eficacia fue del 80%; por otro lado, del 100 % del tiempo disponible 50% se desperdicia por malas programaciones, paros no programados, falta de información y mantenimiento, se genera una eficiencia del 50%. De este modo la productividad será el resultado de multiplicar la eficiencia por la eficacia, esto es, 40% (50 x 80). Como se aprecia, al calcular la productividad basado solamente en las unidades que salen del sistema, se limita un análisis más profundo llevando a tomar decisiones erradas (Gutierrez y De la Vara, 2013).

**Productividad** = Eficiencia X Eficacia

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Tiempo útil}}{\text{Tiempo total}} \times \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Tiempo útil}}$$

Una alta productividad redundará en una mayor satisfacción del cliente porque se tendrá calidad en el producto o servicio, un precio bajo y un rápido tiempo de respuesta. Se es más **competitivo**, es decir, se hacen mejor las cosas que los demás, cuando se es capaz de ofrecer mejor calidad a un bajo costo y en un tiempo de respuesta mejor (Gutiérrez y De la Vara, 2013). La calidad del producto y del servicio, la disponibilidad, el tiempo de respuesta y el precio son los factores fundamentales que influyen en los indicadores de competitividad en una organización.

En la calidad del servicio se tiene en cuenta la tecnología y la funcionalidad, es decir, la **innovación** como pieza clave en la competitividad, porque de nada sirve entregar productos de calidad a un buen precio sino entregan nuevos atributos al producto. En términos generales se define la **competitividad** como la capacidad de generar valor para el cliente de mejor manera que sus competidores. Mejor manera significa productos o servicios con alta calidad, con menor tiempo de respuesta, a un precio competitivo y con

---

factores diferenciales que lo hagan innovador. Una empresa competitiva deberá ofrecer calidad, precio, innovación, rapidez y rentabilidad para ser predominante en las empresas del sector.

De acuerdo con el IMD *World Competitiveness Ranking* de 2019, Colombia pasó del puesto 58 que ocupó en 2018 al puesto 52 en competitividad, o sea que ganó seis posiciones en el escenario mundial de la competitividad, pero este resultado es desalentador teniendo en cuenta que se midió entre 63 países (La República, 2019). El primer puesto lo ocupó Singapur.

Partiendo de la definición de productividad y dada la necesidad de las empresas colombianas de aumentarla, se hace imperativo la implementación de herramientas que impulsen su crecimiento. El CPC (2018) presentó el informe nacional de competitividad, donde advierte que Colombia ha mostrado avances en materia de inversión, reducción del desempleo, pobreza y desigualdad, sin embargo, estos logros no han sido suficientes para evidenciar grandes avances.

Al hacer un análisis del panorama competitivo de Colombia, frente a otras naciones, se concluye que el país se encuentra estancado y los esfuerzos que se han venido realizado no han sido suficientes. Así mismo, su presidenta, Rosario Córdoba insiste que la vía correcta para dejar el estancamiento es el aumento de la productividad (Ojeda, 2018).

Con base en estos resultados se hace necesario reconocer la importancia de todos los principales factores que contribuyen al crecimiento de la productividad o lo obstaculizan a nivel empresarial. Aunque pueda parecer un concepto novedoso, el *Lean Six Sigma* es un modelo diseñado y usado hace varias décadas por varios países para mejorar la productividad de su tejido empresarial.

El objetivo principal del LSS es desarrollar y fomentar una cultura organizativa más eficiente, a través de una serie de campos en los procesos de negocio para reducir el tiempo de respuesta a los clientes, disminuyendo desperdicios, costos y tiempos. De hecho, actualmente las empresas más competitivas de cualquier sector industrial utilizan este sistema de gestión para mejorar sus procesos e incrementar la calidad ofrecida a los clientes (Chicano, 2013).

Rajadell y Sánchez (2010) recalcan que los aspectos enunciados anteriormente, son factores cruciales que facilitan el éxito en la implementación del LSS, así mismo, facilitan la comprensión del porqué países como Japón han desarrollado un estilo de dirección de empresas que les ha permitido alcanzar un alto nivel de productividad.

En la tabla número 5, se muestra algunos factores diferenciales que han hecho que las empresas japonesas implementen con éxito el *Lean*.

**Tabla 5. Algunos factores diferenciales del éxito japonés en la implementación de *Lean Manufacturing*.**

FACTORES	EMPRESA TRADICIONAL	EMPRESA LEAN
<b>DIRECCIÓN GENERAL</b>	Estrategia a medio y largo plazo	La fórmula la Administración. Se valora la experiencia.
	Estrategia directiva	Busca superar al competidor a base de audacia y cultura.
	Actuaciones estratégicas de dominio mundial	Son sectoriales: motocicletas, electrónica de consumo, etc.
<b>GESTIÓN COMERCIAL</b>	Redes de distribución	Se invierte poco
	Calidad de producto	Media y alta
	Factor tiempo	Producir eliminando esperas
	Competidores	Se formulan acuerdos con ellos
	Mercado	Hay muchas normas
	Actitud con la administración de los nuevos mercados.	Es exigente
<b>GESTIÓN DE PRODUCCIÓN</b>	Puestos de trabajo	Se mide por puesto ocupado
	Responsabilidad	La responsabilidad en los objetivos fijados es personal
	Mejoras	Continuas (o de ciclo corto)
	Calidad	Se integra en la producción.
	Velocidad máxima de ciclos	Se busca rapidez máxima en el ciclo de producción
	Investigación y desarrollo	Se subvenciona en todo el mundo y se comparan resultados

Fuente: Adaptado de Rajadell (2010)

La tabla número 4 muestra como la gestión *Lean* gestiona los recursos en forma diferente a la forma tradicional. El *Lean* invierte poco en redes de distribución porque entre mayor son las redes de distribución mayor es el transporte y el tiempo de respuesta al cliente. De igual manera, el concepto de calidad en la gestión *Lean* es diferente; la calidad se hace desde producción y no se encarga a un área específica de control de calidad, las inspecciones no aportan valor al producto.

La estrategia de dirección en la empresa tradicional se basa en las tendencias de dominio mundial, la estrategia en la gestión *Lean* se basa de acuerdo al sector de la industria de las empresas, es a largo plazo (más de 5 años) y aborda el total de la organización a fin de garantizar su éxito; “cuando las herramientas, las mejoras, la capacitación, la compra de maquinaria y demás implementaciones no forman parte de una estrategia, la historia nos demuestra que en la gran mayoría de los casos estos esfuerzos están destinados a fracasar” (Socconini, sf, p. 12).

#### **4.2.2. Origen del *Lean Six Sigma***

El origen del LSS parte de la división del trabajo y del diseño de la línea de montaje. En 1924 Walter Andrew Shewhart creó el Control Estadístico de Procesos (SPC por sus siglas en inglés). Durante la Segunda Guerra Mundial Edwards Deming introdujo el concepto del ciclo PHVA (Planea-Hacer-Verificar-Actuar) como metodología para encontrar las fuentes de los problemas y generar un cambio continuo en búsqueda de la excelencia. Los japoneses adoptaron este concepto.

En 1954 Joseph Moses Juran, introdujo el concepto conocido como “Big Q”, llevando a los japoneses a incrementar la calidad en todos los niveles de la organización. Sakichi Toyoda junto con su hijo Kiichiro Toyoda fundadores de la empresa japonesa fabricante de automóviles Toyota Motor Company viajaron a los Estados Unidos con el objetivo de observar cómo la empresa productora de automóviles Ford ensamblaba los vehículos. Una vez regresaron al Japón, enfocaron sus esfuerzos en mejorar los niveles de productividad, entregando productos de alta calidad, con costos bajos, tiempos de entrega cortos y alta flexibilidad.



Es así como nace la filosofía Justo a Tiempo, cuyo objetivo es entregar lo que el cliente solicita en el tiempo que lo solicita. De este modo, Toyota se convirtió en referente a nivel mundial en excelencia operacional; la compañía optimizó sus procesos productivos enfocándose en la reducción de defectos de fabricación y tiempos de producción, dando origen al Sistema de Producción Toyota (TPS por sus siglas en inglés).

Las empresas japonesas apropiaron los conceptos generados por Toyota. Durante las siguientes dos décadas los esfuerzos japoneses para mejorar la calidad y la capacidad de sus procesos productivos darían mejores resultados. En la década de los ochenta la industria norteamericana se encontraba rezagada frente a la japonesa. Es así como se inicia una cruzada para recortar la brecha entre los dos países.

En 1980 de la mano de su presidente Robert “Bob” W. Galvin, Motorola se planteó como meta mejorar diez veces la calidad en 5 años. Mikel Harry se unió a la división de electrónica de Motorola Inc., y trabajando en conjunto con Bill Smith desarrollaron investigaciones internas sobre calidad, y tomando como base el ciclo PHVA desarrollaron el programa **Six Sigma**, metodología encaminada a reducir variabilidad de los procesos que causan defectos y cuya meta es producir 3.4 defectos por millón de oportunidades.

En 1990 el término Manufactura Esbelta o *Lean* es acuñado por John Krafcik tratando de explicar que la “producción ajustada (TPS)” es *Lean* (esbelta) porque utiliza menos recursos en comparación con la producción en masa. Los conceptos y avances del trabajo en equipo, la disminución de desperdicios y la creación de valor de la filosofía *Lean* (Sistema de Producción Toyota-TPS), son utilizados simultáneamente con los conceptos de variación y herramientas estadísticas para análisis de problemas de la metodología *Six Sigma*, dando origen al término **Lean Six Sigma**.

La tabla número 6 muestra en detalle las fechas y principales cambios que dieron origen al LSS.

Tabla 6. Evolución del LSS

AÑO	AUTOR	EVOLUCIÓN
(1856 – 1915)	Frederic W. Taylor	División del trabajo. Creó la línea de montaje, quien finalmente desarrollo Ford.
1908	Henry Ford	Fundamentado en la forma de producción y organización del trabajo definida por Taylor, creó la línea de montaje
1924	Walter A. Shewhart	De Western Electric (Estados Unidos) creó el Control Estadístico de calidad.
1943	Departamento de defensa de los Estados Unidos	Se crea la tabla Military Standard, la cual es un sistema de muestreo aleatorio.
Segunda Guerra Mundial	Edward Deming	La clave de la calidad está en las normas de la administración, el 85% de los problemas de la calidad se debe al sistema y solo el 15% a los empleados. Durante la Segunda Guerra Mundial, Deming enseñó a los técnicos e ingenieros americanos estadísticas que pudieran mejorar la calidad de los materiales de guerra. Fue este trabajo el que atrajo la atención de los japoneses.
1946	George Edwards	Acuña el término aseguramiento de la calidad.
1946	Japón	Se crea en Japón la JUSE ( <i>Union of Japanese Scientists and Engineers</i> ) con Ichiro Ishikawa como su primer presidente.
1940-1960	Taiichi Ohno	Durante los 40's y los 50's fue el gerente de ensamble en Toyota y desarrolló muchas mejoras que eventualmente se convirtieron en el método de producción Toyota
1951	Armand Vallin Feigenbaum.	Nace el concepto de CONTROL TOTAL DE CALIDAD (TQC).
1955; 1969	Shigeo Shingo	En 1955 empezó a trabajar en cambios rápidos de modelo para una planta de barcos de Mitsubishi donde logró duplicar la salida de la línea de motores. En los años 60 trabajando en Matsushita, desarrolló lo que hoy se conoce como <i>Poka-Yoke</i> o a prueba de errores, y en 1969 nació el <i>SMED</i> cuando redujo el tiempo para cambios de <i>setup</i> en una prensa de 1000 toneladas de 4 horas a 3 minutos.
1954	JUSE ( <i>Union of Japanese Scientists and Engineers</i> )	En 1954 la JUSE invita al Dr. Joseph M. Juran al Japón con el fin de dictar charlas y capacitaciones a los empresarios y directivos, con el objetivo de cambiar el enfoque de control estadístico del proceso, con lo que nace el control total de calidad propiamente dicho.
1962	Kaoru Ishikawa	Inventa los círculos de calidad en Japón.
1970	Japón	Las ideas del Sistema de Producción Toyota se extienden por todo Japón.
1972	Yoji Akao	Crea el QFD ( <i>Quality Function Deployment</i> ).
1973	Toyota	Crisis petrolera. Toyota desplaza a General Motor y Ford como principal productor de vehículos.
1977	Shiguo Shingo	Plantea el término cero defectos.
1980	Toyota	Toyota y otras empresas japonesas exportan el Sistema de Producción Toyota a Europa y América
1987	Motorola (Bill Smith)	Motorola se planteó como meta mejorar diez veces la calidad en 5 años. Nace el <b>Six Sigma</b>
1988	Motorola	Obtuvo el premio Malcolm Baldrige a la calidad
1989	Motorola	Logró mejorar la calidad 100 veces respecto a la meta
1990	Toyota	Administración Total de la Calidad.
1990	Womack y Jones	Se acuña el término Manufactura Esbelta en el libro " <i>The Machine that changed the Word</i> "
1996	Womack y Jones	Publican el libro " <i>Lean Thinking</i> "
2001	Toyota	Toyota desarrolla el documento Toyota Way donde se resume su filosofía e ideales, y en el que se identifican los dos pilares principales de esta filosofía "Respetar a las personas" y "Mejora continua".

Fuente: Elaboración propia a partir de la bibliografía consultada

### **4.2.3. Lean Manufacturing**

*Lean Manufacturing* se basa en la reducción del desperdicio. Se entiende por desperdicio todo aquello que no agrega valor al proceso, buscando la satisfacción total del cliente. Es aquí donde hace énfasis en el valor agregado, el cual se define como todo aquello por lo que está dispuesto a pagar el cliente; el cliente no está dispuesto a pagar por un producto o servicio encarecido por deficiencias en la planeación y por errores de calidad.

Entre menos una actividad contenga desperdicios o despilfarros, posee más valor. La generación de valor para un producto radica en la transformación rápida que se le produzca. Al eliminar el desperdicio se está generando valor al proceso. Los principales tipos de desperdicios son sobreproducción, tiempos de espera, transporte, procesos deficientes, inventarios y movimientos.

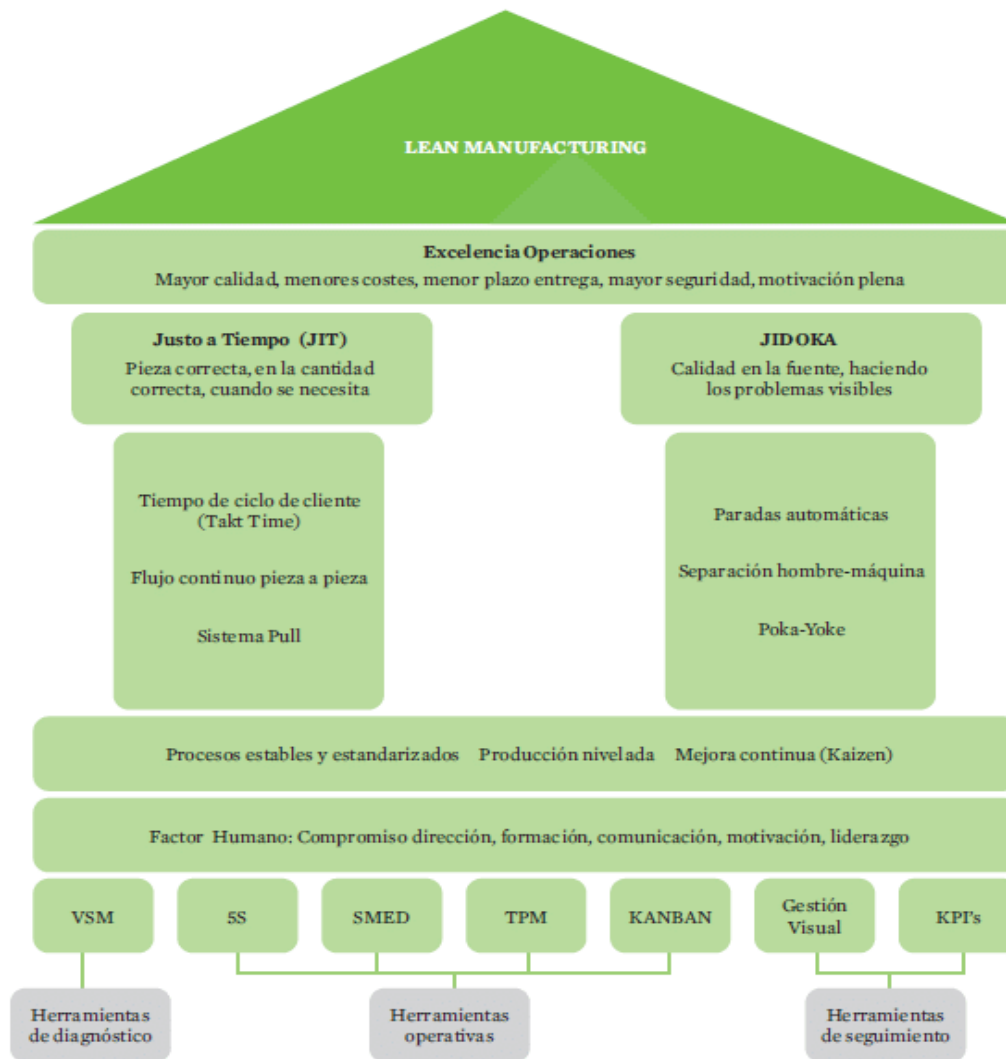
El objetivo principal de un sistema *Lean* es el aumento de la eficiencia del sistema productivo el cuál se alcanza a través de tres líneas de actuación: a) aplicación de un conjunto de herramientas, conceptos y sistemas de trabajo basados en el Sistema de Producción Toyota b) cambio cultural con una clara orientación hacia la acción a través de los resultados obtenidos después de su implantación y c) cambio organizativo donde se involucre a todas las personas de la organización para orientar sus energías hacia la mejora del sistema potenciando las competencias del personal y dotándolo de nuevas capacidades (Torrubiano, 2007, citado por Miluska, 2016, p.14).

La implementación del *Lean* sugiere los siguientes pasos: identificar y definir las operaciones que agregan valor, la eliminación de desperdicio, la generación de flujo u operación en flujo ininterrumpido mediante el avance del producto en pequeñas cantidades pero continuamente, el sistema de arrastre o sistema *pull* (el sistema se sincroniza con la demanda del cliente); la flexibilidad mediante el flujo en células de manufactura; nivelación de producción (producción de unidades de producto de todos los tipos en pequeñas cantidades); mejora continua (Kaizen); y finalmente la gestión visual o control de todas las etapas del proceso mediante señales visuales (Cuatrecasas, 2010).

El *Lean Manufacturing* está soportado por variadas herramientas, que suponen un cambio cultural en la organización empresarial con un alto compromiso de la dirección. En

estas condiciones es complejo hacer un esquema simple que refleje los múltiples pilares, fundamentos, principios, técnicas y métodos que lo contenga. Bajo lo anterior, se visualiza la filosofía que encierra el *Lean* y las técnicas para su aplicación utilizando una casa porque ésta constituye un sistema estructural que es fuerte siempre que los cimientos y las columnas lo sean (Hernández y Vizán, 2013). La figura número 3 representa la casa *Lean*.

**Figura 3. La casa *Lean*.**



Fuente: (Hernández y Vizán. 2013, p. 18)

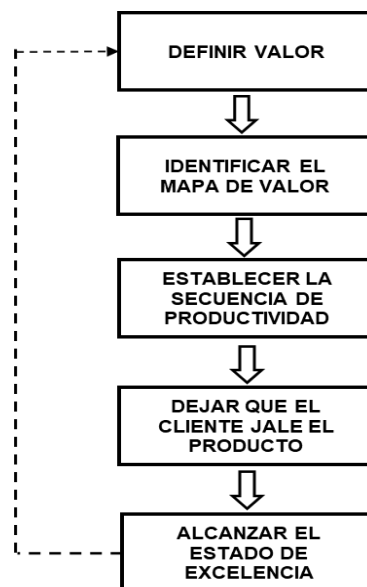
En la anterior figura se aprecia que el techo de la estructura es la consecuencia de la implementación de las columnas y las bases del *Lean*. El objetivo es la excelencia operacional partiendo de la implementación de las 5S, los cambios de matriz en menos de 10 minutos (*SMED* por sus siglas en inglés), el mapeo de la cadena de valor (*VSM Value Stream Mapping* por sus siglas en inglés) el *Kanban* y la gestión visual, todo fundamentado en el liderazgo del factor humano.

#### 4.2.4. Implementación del *Lean Six Sigma*

La implementación de LSS está fuertemente relacionada con el cambio cultural, el compromiso gerencial y el sentido común; la base del éxito consiste en romper paradigmas, fomentar el trabajo en equipo y desarrollar un ambiente donde directivos y empleados estén comprometidos a cambiar sus tradicionales formas de pensar y trabajar.

Ballesteros (2008) resume en la respuesta a la pregunta ¿Qué se necesita para transformar una empresa tradicional en una empresa *Lean Manufacturing*?, una guía para la transformación organizacional. En la figura 4 se muestra la guía propuesta por Womack, et al. (1992) para la implementación de la manufactura esbelta.

Figura 4. Guía para la transformación organizacional.



Fuente: Adaptado de Ballesteros (2008)

---

Achanga et al. (2006) muestra los principales factores que afectan de forma positiva la implementación del LSS en las empresas pequeñas. Estos factores son: el liderazgo y la gestión, las habilidades financieras, las habilidades y experiencia y la cultura organizacional.

Mediante visitas a 10 pequeñas empresas en el Reino Unido identificó también que la falta de un mecanismo estandarizado de análisis y medición de las capacidades de agregar valor dentro organizaciones afecta el inicio de todo proyecto de implementación. La participación y el compromiso de la gerencia son quizás prerequisites más esenciales para ayudar a cualquiera de las iniciativas de mejora de productividad deseadas cualquier organización.

Una empresa debe tener una visión y estrategia clara que estén en línea con la filosofía *Lean Six Sigma*. Oropesa, García y Maldonado (2015) advierten que cuando existe un alto compromiso gerencial, se obtienen impactos positivos en los beneficios económicos y competitivos de las empresas. Asimismo, la formación de recursos humanos tiene impactos positivos sobre los beneficios competitivos y éstos a su vez sobre los beneficios económicos obtenidos. De igual manera Douglas, Douglas & Ochieng, (2015) advierten que el factor más importante para la implementación exitosa de LSS es la participación y participación de la gerencia.

Bortolotti, Boscarì, & Danese (2015) destacan que las empresas con una adecuada cultura organizacional son empresas exitosas en la implementación del *Lean*. En comparación con las plantas que no tuvieron éxito en la implementación, las plantas exitosas muestran un colectivismo institucional más alto, un pensamiento a futuro, una orientación humana y un nivel más bajo de asertividad.

Sin una adecuada cultura y compromiso de la alta dirección es imposible lograr los resultados esperados. Adicional a los factores gerenciales, la cultura de los empleados es otro factor clave a la hora de implementar herramientas de mejoramiento; hacer entender a los empleados los objetivos y beneficios de la manufactura esbelta es vital. Los empleados tienen miedo a los controles, a la exigencia y a la pérdida de trabajo, y por lo tanto, están predispuestos a causar retrasos.

En términos generales, en su conjunto las pequeñas y medianas empresas presentan los mismos inconvenientes a la hora de implementar y llevar a buen término la implementación del *Lean*. Matt & Raush (2012) observan el mismo patrón de inconvenientes a la hora de implementar *Lean* en las MyPimes: deficiencias en el liderazgo y gestión, falta de compromiso de los empleados, falta de cultura basada en la consecución de objetivos.

La práctica muestra que los métodos e instrumentos de producción ajustada no son igualmente aplicables a grandes y pequeñas empresas, dando mayor importancia al presente trabajo.

A la hora de implementar el *Lean Six Sigma* se requiere una adecuada planificación antes de iniciar su desarrollo para así eliminar obstáculos que frenen su implementación. Tales obstáculos pueden ser: falta de confianza en el costo de su implementación y la tangibilidad de la resultados y beneficios que pueden lograr, falta de confianza por parte de la gerencia en expertos externos y consultores que podrían dar asistencia y ayuda en la etapa de implementación, aplicación de herramientas robustas diseñadas más para grandes empresas que para pequeñas y medianas.

#### 4.2.5. **Six Sigma**

*Six Sigma* es una estrategia, un concepto estadístico que representa la cantidad de variación presente en un proceso en relación con las especificaciones o requerimientos del cliente. Cuando un proceso opera a un nivel de seis sigmas, la variación es tan pequeña que los productos y servicios resultantes están libres de defectos el 99,9997% (Brassard et al., 2005).

Se habla de *Six Sigma* porque se hace uso del término SIGMA, que es una letra del alfabeto griego ( $\sigma$ ) para describir el nivel de desempeño de un proceso particular; este nivel de desempeño se calcula con base en el número de desviaciones estándar de los datos frente a la media, es decir, la dispersión o variabilidad en un conjunto de datos.

Un nivel de calidad sigma alto significa que los defectos tienen menores posibilidades de ocurrir, mientras que uno nivel sigma bajo, tendrá mayor probabilidad de presentarse. El nivel Seis Sigma ( $6\sigma$ ) significa que se encontrarán únicamente 3.4 defectos por cada millón de unidades producidas considerando la capacidad de los procesos en el largo plazo (Morales, 2007).

La medida utilizada para la medición de los procesos es DPMO o defectos por millón de oportunidades, esto es, por cada millón de unidades cuantas salen por fuera de la especificación del cliente. En la tabla número 7 se expone el rendimiento del proceso y los DPMO se acuerdo al nivel sigma.

**Tabla 7. Métricas Six Sigma.**

NIVEL SIGMA	RENDIMIENTO DEL PROCESO (%)	DEFECTOS POR MILLÓN DE OPORTUNIDADES (DPMO)
1 Sigma	30,23	697,7
2 Sigma	69,13	308,7
3 Sigma	93,32	66.810
4 Sigma	99,379	6.210
5 Sigma	99,9767	233
6 Sigma	99,99966	3.4

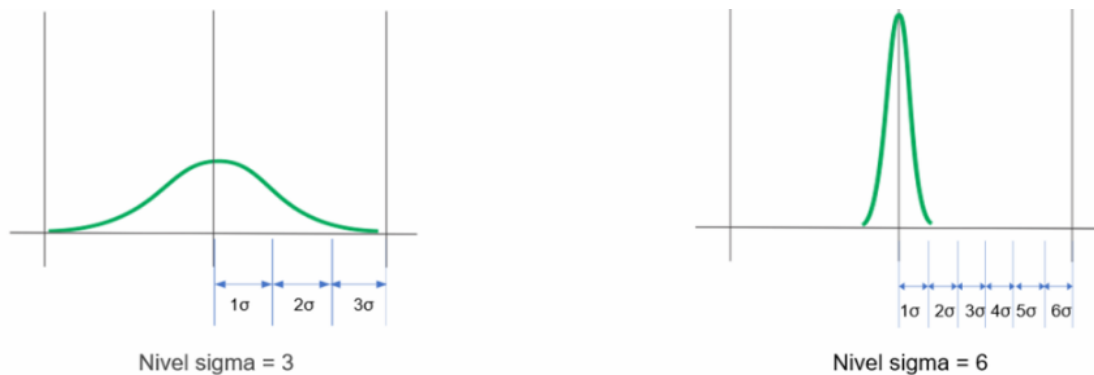
**Fuente: Elaboración propia.**

El nivel Sigma basa su cálculo en la curva normal. Un nivel sigma mayor indica la medida en que un proceso está dentro de especificación; por otro lado, mayores unidades por fuera de los límites de especificación indican un menor nivel sigma. Es importante aclarar que el nivel sigma no es igual a la desviación estándar.

El nivel sigma se define como el número de desviaciones estándar de los datos respecto a la media y los límites de especificación. Por ejemplo, un nivel 3 sigma, indica una distancia de tres desviaciones estándar de los datos frente a la media; un nivel de seis sigmas, significa que caben seis desviaciones estándar entre la media y los límites de especificación, es decir, hay menos dispersión o variabilidad. Ver la figura número 5.



Figura 5. Nivel *Six Sigma* y desviación estándar.

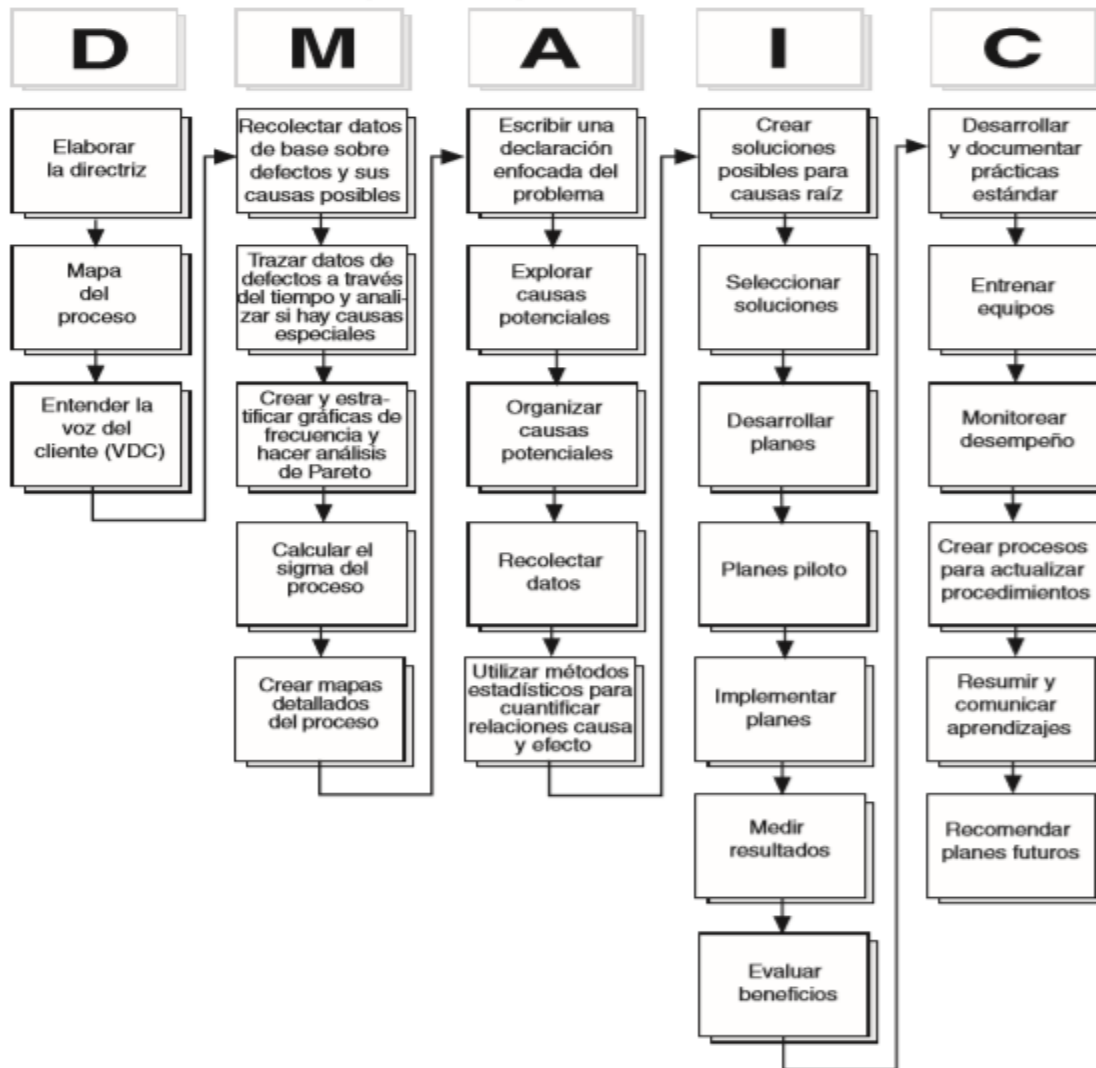


Fuente: [www.Leansolutions.co](http://www.Leansolutions.co)

El objetivo de *Six Sigma* es disminuir la variabilidad o número de desviaciones estándar de los procesos, para ello *Six Sigma* basa sus mejoras en la metodología compuesta de cinco fases: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar, comúnmente llamada DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control* por sus siglas en inglés).

A través del desarrollo de proyectos de mejoramiento, se pretende aumentar la capacidad de los procesos, de tal forma que estos generen solo 3.4 defectos por millón de unidades (DPMO), con lo que los errores o fallas se hacen prácticamente imperceptibles para el cliente (Felizzola y Luna, 2014). En la figura número 6 se muestra como está compuesta cada etapa del ciclo DMAIC.

Figura 6. El flujo de proceso DMAIC.



Fuente: Brassard et al., 2005, p. 11

**Definir:** En esta etapa se busca definir los aspectos generales del proyecto, tales como: título del proyecto, objetivo, planteamiento del problema, equipo de trabajo, programación de las actividades, métricas, variables del proceso, actividades del proceso u otra información necesaria para realizar completa caracterización del (Felizzola y Luna, 2014).

**Medir:** En esta etapa se debe asegurar que las fuentes de información y los sistemas de medición sean lo suficientemente confiables, para evitar tomar acciones erróneas que conlleven a la falta de resultados. Adicionalmente, se debe levantar una línea base, que

---

sirva como un punto de partida para evaluar la efectividad de las mejoras alcanzadas con la consecución de cada proyecto.

Las actividades en esta etapa son la validación del sistema de medición, la definición del plan de recolección de datos y el cálculo de nivel actual del proceso, tomando como base el nivel sigma, los defectos por millón de oportunidades, el rendimiento del proceso (RTY), el *Takt Time* y el tiempo de respuesta al cliente (*Lead Time*). En resumen, esta fase consiste recolectar información sobre la situación actual para suministrar un objetivo claro a su esfuerzo de mejora.

**Analizar:** Con los datos recolectados en la fase medir, se procede a realizar el análisis de los datos y así encontrar la causa raíz de los problemas. En esta etapa se recurre a herramientas como la estadística descriptiva e inferencial, el análisis de datos paramétricos y no paramétricos, el diagrama de Pareto, los 5 por qué e histogramas.

**Mejorar:** Una vez identificadas las causas raíces de los problemas, se inicia el plan de mejora. En esta etapa se implementan herramientas del *Lean Manufacturing*, como cambios rápidos de formatos, dispositivos a pruebas de errores, mantenimiento productivo total, entre otras.

**Controlar:** Se debe garantizar la permanencia de las mejoras obtenidas. Para ello se implementan controles que garanticen que las mejoras se mantengan en el tiempo.

En la práctica *Six Sigma* y *Manufactura Esbelta* se articulan de diferentes formas. *Lean* basa su filosofía de mejora en el cambio cultural, el trabajo en equipo, la eliminación del desperdicio y las pequeñas mejoras logradas por cada uno de los empleados; *Six Sigma* se soporta en el análisis de datos, la estadística y el control y eliminación de la variación.

En Colombia la Organización Corona es pionera en la implementación de *Six Sigma*. Posteriormente grandes empresas como la Compañía Nacional de Chocolates, Bavaria, Bancolombia iniciaron la aplicación del *Lean Six Sigma* como estrategia para el aumento de la competitividad. Colombia inició de forma tardía la implementación de herramientas de *manufactura esbelta*, al interior de las empresas.

---

En Colombia solo se registran iniciativas de implementación *Lean* a finales de del siglo XX e inicios del siglo XXI, en empresas multinacionales que tienen operaciones en el país como General Motors-Colmotores, Tetra Pak, Unilever Andina y Siemens. En Antioquia, Sofasa fue una de las líderes en su implementación, gracias a la integración como accionista en 1989 de “Toyota Motor” (León, et al., 2017).

#### **4.2.6. Factores del *Lean Manufacturing* que afectan la productividad y la competitividad**

La aplicación de las herramientas del *Lean Six Sigma* logran la reducción del tiempo de ciclo que está estrechamente relacionado con el tiempo de entrega. Reducir los tiempos y errores a la hora de tomar un pedido, disminuir los tiempos de programación y producción, tener un adecuado nivel de inventario y una eficiente gestión de compras y cobro permitirán que una empresa sea competitiva. De esta forma se logra mayor fluidez en cada etapa del proceso.

El objetivo del LSS no es la reducción de costos. La reducción de costos es la consecuencia de buenas prácticas a través de la mejora continua. La calidad es absoluta no relativa. Indicadores de calidad al final de la línea o basados en métricas de quejas de clientes no reflejan realmente la calidad de los procesos.

Cuando todos los procesos están diseñados para cumplir estándares de calidad definidos por el cliente el resultado inevitable es un producto de calidad, a bajo precio y con un buen tiempo de respuesta. La calidad no cuesta, es simplemente el resultado de la eliminación de equivocaciones y fallas de todo tipo. Socconini (s.f.) expone claramente todo lo que se debe eliminar y que afecta la productividad:

**Tabla 8. Características de los desperdicios.**

TIPO DE DESPERDICIO	CARACTERÍSTICAS
SOBREPRODUCCIÓN	1) Producir más de lo que se necesita 2) Producir más rápido de lo que se requiere 3) Exceso de equipo de gran capacidad 4) Flujo desbalanceado de material 5) Espacio excesivo para almacenamiento. 6) Lotes de Fabricación de un tamaño excesivo 7) Fabricación anticipada.
INVENTARIOS	1) Pronósticos erróneos 2) Desequilibrio en la producción 3) Desconocimiento de la capacidad real de producción 4) Producir para aumentar la eficiencia de equipos 5) Productos defectuosos que hay que sustituir mediante un aumento en la producción 6) Distribución inadecuada de la planta.
MALA CALIDAD	1) Exceso de operarios dedicados a inspeccionar, retrabajar o reparar 2) Inventario acumulado específicamente para ser retrabajado 3) Fallas en las entregas 4) Poca interacción entre cliente y proveedores
TRANSPORTE	1) Exceso de equipo para transportar materiales 2) Exceso de bandas transportadoras, rampas 3) Demasiados sitios de almacenamiento 4) Nula administración de los inventarios 5) Distancias largas entre procesos y almacenes
PROCESOS INNecesarios	1) Presencia de cuellos de botella en el proceso 2) Falta de especificaciones claras por parte del cliente 3) Exceso de inspecciones o verificaciones 4) Algunas estaciones permanecen detenidas mientras se hace trabajo administrativo. 5) Información excesiva (en el proceso se cuenta con muchos documentos que no se utilizan).
ESPERAS	1) El operador espera a que la maquina termine su ciclo de procesamiento 2) La máquina espera a que el operario termine su ciclo. 3) Los tiempos necesarios para el cambio de un producto o para la preparación de una máquina obligan a esperar 4) El operario y la maquina están en espera de instrucciones, de un programa de materiales 5) Despreocupación por las fallas de los equipos
MOVIMIENTO	1) Se emplea mucho tiempo en localizar materiales, personas, instrucciones y herramientas. 2) Se realizan movimientos innecesarios al agacharse o caminar 3) Se realizan esfuerzos para alcanzar las herramientas o materiales en cada ciclo de trabajo
DISEÑO	1) Se producen demasiados cambios de producto en la fase de producción 2) Proceso muy complicado debido a un diseño poco manufacturable. 3) Altos costos de proceso debido a un mal diseño
MALA COMUNICACIÓN	1) Personal que no tiene claras sus funciones 2) Objetivos que no conocen todos los miembros de la organización 3) Malas relaciones humanas 4) Incertidumbre en la toma de decisiones 5) Falta de información para la toma de decisiones
TALENTO	1) El personal siente que se le toma poco en cuenta 2) Inseguridad cuando se trata de proponer ideas nuevas 3) Pocas o ninguna sugerencia de mejora al año por parte del personal 4) Ambiente de inestabilidad y alta rotación.
POLÍTICAS ERRÓNEAS	1) Decisiones basadas en políticas establecidas y no en necesidades reales 2) El personal toma decisiones sin estar totalmente convencido de que sean las mejores 3) Se requiere demasiado tiempo para resolver los problemas. 4) El personal gerencial invierte demasiado tiempo en juntas.

**Fuente: (Socconini, sf.)**

Los desperdicios impiden la generación de valor en las empresas. Toda espera, reproceso, movimiento e inspección no transforman el producto o servicio en un producto final. La mala administración del talento humano incide directamente en la baja productividad,

---

porque finalmente el personal es quien transforma la materia prima y la información en producto terminado.

Toyota hace 5 décadas presentaba la totalidad de factores que afectan negativamente la productividad. Al implementar las herramientas de mejoramiento continuo logró cifras extraordinarias. En el año 2003 mientras el valor de mercado de los tres grandes del sector automotriz fue en declive, las acciones de Toyota se incrementaron un 24%. Para el mismo año la capitalización de Toyota al mercado (el valor total de las acciones de la compañía) fue de 105.000 millones de dólares (más que la capitalización combinada de General Motors, Chrysler y Ford). Esta estadística es asombrosa: su retorno de inversión es ocho veces más alto que la media de la industria. La compañía ha tenido beneficios todos los años durante los últimos 25 años y tiene entre 20.000 y 30.000 millones de dólares en su muy consolidada caja ([www.predictiva21.com](http://www.predictiva21.com)).

Mala calidad en cada proceso implica baja productividad y competitividad. Productividad y competitividad están estrechamente relacionadas. Muchas empresas entre más venden pierden más dinero. No se trata de vender más sino de generar mayores utilidades; el objetivo es hacer que los activos de las empresas produzcan con mayor eficiencia y eficacia. La eficiencia se aumenta reduciendo los tiempos desperdiciados por paros de equipos, carencia de materiales y de información, retrasos en órdenes de producción y de compra. La eficacia aumenta disminuyendo deficiencias en materiales e incrementando la habilidad del talento humano.

Los activos deben estar funcionando todos los días de año, las 24 horas del día. La mayoría del tiempo útil se desperdicia en temas organizativos y administrativos. Mayores niveles de productividad incrementarán las ventas y la demanda en la fuerza laboral, aumentando puestos de trabajo, dinamizando la economía. Está comprobado que se producen muchos fracasos, cuando el principal objetivo de una compañía consiste exclusivamente en aumentar las ventas o los beneficios, o en minimizar los costos.

#### **4.2.7. Cambio de mentalidad**

El principal factor que afecta la productividad y la competitiva de forma inmediata es el cambio cultural. Toyota en pocos años pasó a ser uno de los principales fabricantes de

---

automóviles del mundo a través de su principal arma estratégica, la excelencia operacional, la cual permite fabricar más rápido, con mayor confianza y a un menor costo. **“El auténtico éxito de Toyota proviene de su filosofía**, que está basada en su habilidad para cultivar el liderazgo, los equipos y la cultura organizativa, para proyectar una estrategia a largo plazo, construir relaciones con los proveedores y mantener una organización basada en el aprendizaje” (<https://www.leadersummaries.com>).

Liker (2004) describe los 14 principios filosóficos que constituyen el modelo Toyota. Después de 20 años de estudio de la organización, el autor expone lo referente a la filosofía y los principios que impulsan la cultura obsesionada por la calidad y la eficiencia de Toyota. El sistema de producción Toyota o TPS (*Toyota Production System* por sus siglas en inglés) se basa en las **4P**: Filosofía (*Philosophy*), Proceso (*Process*), Gente (*People*) y resolución de Problemas (*Problems*), todos sustentados en el cambio cultural. El TPS es sinónimo del término *Lean* o manufactura esbelta.

Cada una de las P está conformada por principios que resumen la estrategia a largo plazo para aumentar la productividad. Los 14 principios filosóficos que constituyen el modelo Toyota describen claramente **los factores que inciden directamente y a largo plazo la productividad**. En la tabla número 9 se exponen cada uno de los 14 principios de la filosofía Toyota.

Tabla 9. Principios filosóficos Toyota.

SECCIÓN	PRINCIPIO	CARACTERÍSTICA
<b>FILOSOFÍA</b>	“Basa tus decisiones de gestión en una filosofía a largo plazo, incluso a costa de resultados financieros a corto plazo”.	Es necesario establecer metas claras, comunes y ser consecuentes en el trabajo para dirigir nuestros esfuerzos a conseguirlas, aun a costa de beneficios a corto plazo.
<b>PROCESO</b>	“Crea procesos de flujo continuo para hacer que los problemas se hagan evidentes”.	Diseñar el flujo que permita hacer evidentes los problemas y así conseguir el hábito de la mejora continua.
	“Aplica PULL (HALAR) para evitar la sobreproducción”.	Producir sólo según la demanda del cliente; en cada operación es representado por el “proceso siguiente”.
	Nivela la carga de trabajo ( <i>Heijunka</i> ) Trabaja como la tortuga, no como la liebre	Se debe eliminar la variación y la sobrecarga de trabajo.
	“Forja una cultura de parar para resolver problemas, para conseguir resultados de calidad a la primera”.	Proveer a los procesos de sistemas que detecten los errores. Resolver el problema antes que éste se propague
	“El trabajo estandarizado es la base para la mejora continua y la implicación del personal”.	Contar con métodos claros que sean respetados.
	“Utiliza controles visuales de modo que los problemas sean evidentes”.	Sistemas simples que permiten conocer de un vistazo si las condiciones en las que se trabaja corresponden o no al estándar
	“Utiliza tecnología fiable y contrastada que dé servicio a las personas y procesos”.	Sólo cuando está suficientemente probado que una nueva tecnología dará servicio a las personas y los procesos, entonces debe ser inmediatamente implantada para sacarle el máximo partido.
<b>PERSONAS</b>	“Desarrolla a líderes que comprendan a fondo el trabajo, vivan la filosofía y la enseñen a los demás	Es mejor desarrollar a personas de la organización que traerlos de fuera.
	“Desarrolla a personas excepcionales y equipos que sigan la filosofía de la empresa”.	Contribuir al desarrollo de la sociedad, tener un crecimiento estable, en armonía con el medio ambiente y las comunidades locales.
	“Respeto a tus socios y proveedores, rétalos a mejorar y ayúdalos”.	Asegurar proveedores excepcionales ayudándoles a mejorar, de modo que acaban viviendo la misma filosofía de gestión.
<b>PROBLEMAS</b>	“Ve y observa por ti mismo para entender profundamente la situación”.	Ir donde está el problema para entenderlo, localizar la causa raíz y resolverlo
	“Toma decisiones despacio y por consenso, considerando con cuidado todas las opciones; después, implementa la decisión con rapidez”.	Para tener éxito y ahorrar esfuerzos en las acciones, es preciso saber bien de antemano qué es lo que se va a hacer. Una vez tomada la decisión, se debe actuar con diligencia, pues no habrá más que discutir.
	“Conviértete en una organización de aprendizaje mediante la reflexión ( <i>hansei</i> ) y la mejora continua ( <i>kaizen</i> )”	Mantengamos una actitud de Mejora Continua mediante una reflexión sistemática (o mirada crítica) sobre los procesos



Los 14 principios de la filosofía se basan en el trabajo en equipo y en la solución de los problemas desde la causa raíz. Los problemas se resuelven en conjunto y se llega a consensos a fin de establecer los estándares que permitan el desarrollo de los procesos en forma estable o sin variación. El respeto por los socios y la comunidad en general son pilares fundamentales. Sino se respeta a la sociedad no se generará valor. De igual manera, el desarrollo de personas garantiza una sociedad productiva.

#### **4.2.8. Factores del LSS que afectan la productividad y la competitividad**

El *Lean Manufacturing* o Sistema de Producción Toyota basa su filosofía en el cambio cultural, en la disciplina, en el trabajo en equipo, en la generación de flujo de valor mediante la eliminación de desperdicio y la mejora de los procesos mediante la mejora continua o Kaizen. Para el *Lean* existen tres tipos de desperdicios los cuales hay que combatir, la *muda* (todo lo que no añade valor a los procesos), el *muri* (sobrecarga) que es cualquier actividad que genera estrés o esfuerzo poco razonable y la *mura* (variabilidad) que es variación en los procesos fuera del estándar; este último desperdicio es el que principalmente ataca el *Six Sigma*.

El *Six Sigma* hace énfasis en el análisis de datos mediante el uso de la estadística descriptiva e inferencial y su principal objetivo es el aumento de la calidad. Todo proceso debe estar dentro de los límites de especificación del cliente, cualquier desviación o salida de los límites de especificación debe ser corregida, para ello el análisis de datos mediante la estadística permite hacer un estudio profundo de las causas del no cumplimiento de los estándares solicitados por el cliente, lo cual se conoce como defecto.

Por ejemplo, se tiene que producir un tornillo con un diámetro de 6 milímetros más o menos 0,2 milímetros según las especificaciones del cliente; si el proceso tiene una eficiencia de 4 sigma, quiere decir que de cada 100.000 unidades producidas 620 unidades no cumplirán las medidas requeridas Si el proceso cuenta con un nivel de calidad 6 sigma, de cada 100.000 unidades, 0.34 de ellas no cumplirá con las medidas, permitiendo menores costos, mayor fiabilidad, menos reprocesos y mayores ventas.

Para aumentar el nivel de calidad y por ende la productividad el primer paso dentro de la metodología DMAIC es definir cuál es el problema y cuanto le está costando al negocio. Esto se define en una carta o contrato de proyecto llamada *Project Charter*, donde se establece el costo del proyecto y los beneficios esperados después de hacer las mejoras. Además de los costos y beneficios, se establece el equipo del proyecto, lo cual indudablemente fortalece el trabajo en equipo y reta al personal. Las personas que trabajan en proyectos *Six Sigma* se describen la tabla número 10.

**Tabla 10. Roles de los participantes en proyectos *Six Sigma*.**

<b>ROL</b>	<b>ACTIVIDADES</b>
<b>DIRECCIÓN GENERAL</b>	La dirección ejecutiva debe implicarse para que el método pueda llevarse a cabo con éxito.
<b>CHAMPION</b>	Son elegidos por la dirección y serán los encargados de liderar y motivar al equipo.
<b>LÍDER DE PROYECTO</b>	Se encarga de supervisar, apoyar y buscar la financiación y el personal requerido para los proyectos <i>Six Sigma</i> .
<b>MASTER BLACK BELT</b>	Normalmente se trata de un consultor externo que se hace responsable de promover unos cambios duraderos en todos y cada uno de los niveles del sistema operativo de la empresa.
<b>BLACK BELT</b>	Tienen habilidades de gestión y destrezas técnicas. Son los encargados de motivar a su equipo. Transforman el concepto de <i>Six Sigma</i> en realidad. Son los mentores de los cinturones verdes y, por generalmente dedican casi toda su jornada laboral en gestionar los proyectos <i>Six Sigma</i> .
<b>GREEN BELT</b>	Son el personal de la empresa que ha sido formado siguiendo la filosofía y métodos <i>Six Sigma</i> y que lo utilizan en su día a día.
<b>MIEMBROS DE LOS EQUIPOS DE PROYECTO</b>	Son el resto de personas de la organización que se ven envueltas en los proyectos de los cinturones verdes y negros.
<b>DUEÑOS DE LOS PROCESOS</b>	Son los encargados de las áreas o departamentos de la organización en los que se establece el proyecto Son los encargados de que una vez se concluya el proyecto, perdure en el tiempo.

**Fuente: Elaboración propia.**

Toda la organización es partícipe de las mejoras y del cambio. Desde la dirección general hasta los dueños de cada proceso están involucrados en la mejora continua. Cuando se ha definido el problema y se ha establecido el equipo de trabajo, se procede a medir el proceso, a tomar datos para luego en la fase Analizar encontrar la causa raíz. Una

vez se ha encontrado la causa raíz se procede a mejorar el proceso, lo cual llevará a reducir la variabilidad. Finalmente se controlan las mejoras a fin de mantener las mejoras en el tiempo.

Los factores claves del *Six Sigma* que afectan la productividad son la reducción de costos, la participación de los empleados, la generación de una cultura de recolección y análisis de datos, el cambio de mentalidad enfocada en la solución de los problemas desde la causa raíz, la resolución de problemas por medio de la metodología estructurada DMAIC (basado en el ciclo PHVA), el control de las entradas y no las salidas.

Específicamente las herramientas utilizadas en *Six Sigma* para aumentar la productividad en cada etapa del proyecto se detallan en la tabla número 11.

**Tabla 11. Principales herramientas del *Six Sigma*.**

DESCRIPCIÓN	HERRAMIENTAS LSS
Entender el origen del LSS, sus aplicaciones, la importancia de identificar los desperdicios y calcular el impacto financiero de los proyectos	Los 8 desperdicios Roles y Responsabilidades Calculando el Impacto Financiero de <i>Six Sigma</i> Criterios Para la selección de un Proyecto <i>Six Sigma</i> El método DIMAIC en <i>Six Sigma</i>
<b>DEFINIR</b> Definir el problema, requerimientos del cliente e identificar los indicadores claves de salida	Alcance del Proyecto La voz del cliente (VOC) QFD (Traducir los requisitos del cliente en los requisitos técnicos) <i>Project Charter</i> (Carta de proyecto) Mapeo de la cadena de valor (VSM) Matriz de Viabilidad de Proyecto
<b>MEDIR</b> Desarrollo y plan de recolección de datos, mediciones actuales del desempeño del proceso	Plan de Recolección de datos- Estudio R&R <b><i>Rolled Throughput Yield</i></b> (índice de desempeño operacional) Estadística Básica Normalidad de los datos/Prueba de Normalidad Diagrama de Probabilidad Normal Capacidad del Proceso Nivel Sigma

Fuente: [www.iassc.org](http://www.iassc.org)

Tabla 11. Principales herramientas del *Six Sigma* (continuación).

DESCRIPCIÓN	HERRAMIENTAS LSS
<p><b>ANALIZAR</b>            Analizar los datos, la variabilidad y encontrar la causa raíz del problema</p>	<p><b>Estadística Descriptiva</b>            Análisis Causa Raíz            Diagrama de Pareto            Histograma            Análisis Gráfico y <i>Tally Sheets</i>-Diagrama de Caja (<i>BoxPlot</i>)            Regresión De Mínimos Cuadrados- Regresión Avanzada            Gráfica de Línea Ajustada            Gráfica Multi-Var</p> <p><b>Estadística inferencial</b>            Prueba de Hipótesis            Prueba 1T-2T-1Z            Anova (Análisis de Varianza)- Anova Dos Factores            Chi Cuadrado            Prueba 1 De Proporción            Prueba 1 Varianza            Distribución No Normal de los datos            Identificación de Distribución y Transformación de Datos            Análisis de Datos No Paramétricos            Capacidad del proceso con datos No Paramétricos            Confiabilidad y Estudios Weibull</p>
<p><b>MEJORAR</b>            Identificar, seleccionar, probar y justificar soluciones de mejoramiento</p>	<p>Instrucciones de Operación estándar            OEE (Eficiencia global del equipo)            Flujo ininterrumpido-Lote de transferencia de una sola unidad            Tiempo de ciclo- <i>Tack Time</i>            Análisis de Modo y Efecto de Fallas (AMEF)  <i>Jidoka</i> (Automatización)            Dispositivos a prueba de error (<i>Poya Yoke</i>)  <i>SMED</i>  <i>Kaizen</i>- Análisis 8D            Pull-Entregas ajustadas a la demanda- Kanban            Balanceos de producción- Células de manufactura            Flexibilidad en el flujo de producción-<i>Shojinka</i>            Nivelación de la producción-<i>Heijunka</i>            DOE Factorial Fraccional-Completo            Tamaño de la muestra</p>
<p><b>CONTROLAR</b>            Auditar resultados y mejoras</p>	<p>Planes de Control  <i>Capability Sixpack</i> (Seis gráficas en una)            Comparación de la Capacidad (Antes y después)            Tolerancia Estadística            Control Estadístico del Proceso</p>

Las herramientas relacionadas en la anterior tabla y que están definidas para cada etapa de la metodología *DMAIC* tienen origen tanto en el *Six Sigma* como en el *Lean*. Por ejemplo, el *Project Charter*, la matriz de viabilidad de proyectos y el *Rolled Throughput Yield* son propios del *Six Sigma*. El Flujo ininterrumpido, el *Jidoka* (Automatización), los dispositivos a prueba de error (*Poya Yoke*), el *SMED* y el *Kaizen*, tienen su origen en la manufactura esbelta.

También existe un alto componentes de estadísticas descriptiva e inferencial para la fase analizar. El control estadístico de proceso es de origen estadounidense, pero es ampliamente utilizado en el *Lean*.

El proyecto de mejora debe estar alineado con la estrategia corporativa. Una vez definido el proyecto, se mide el proceso calculando su capacidad para cumplir los requerimientos del cliente. Posteriormente mediante estadística descriptiva e inferencial y gráficas se encuentra la causa raíz del problema. Muchos procesos pueden tener un comportamiento que exija herramientas estadísticas específicas. Cuando la causa raíz ha sido identificada se procede a mejorar el proceso, esto es, el producto elaborado o servicio prestado se optimiza para que cumpla con las especificaciones del cliente. Cuando el proceso se mejora se controla para garantizar su eficiencia.

**Fuente: Elaboración propia a partir de la bibliografía consultada**

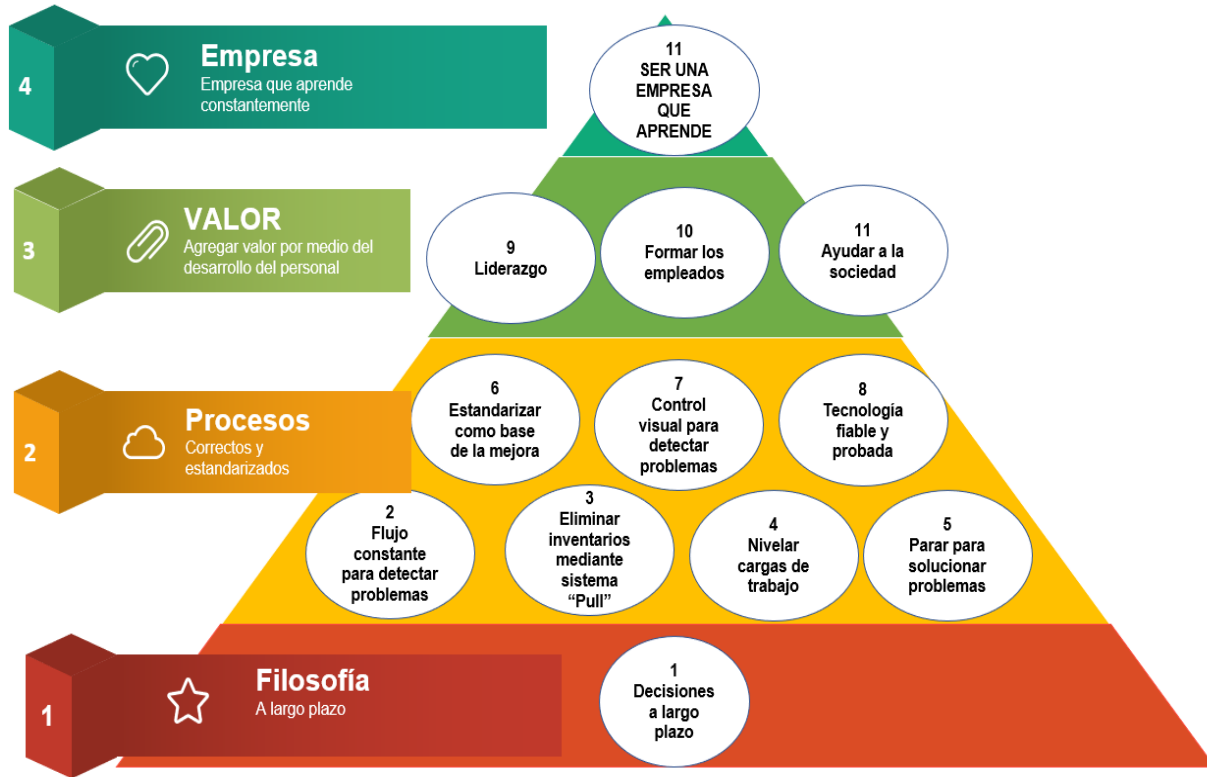
#### **4.2.9. Conclusiones**

El *Lean* permite aumentar la velocidad, mientras que el *Six Sigma* incrementa la calidad. Implementar solo una de estas metodologías limitará las oportunidades de mejora. La figura número siete muestra los conceptos y bases fundamentales del *Lean* expuestas a lo largo del marco teórico.

Teniendo como principal objetivo el aumento de la velocidad y el flujo de valor, el *Lean* se enfoca en la eliminación de los desperdicios, y la realización de pequeñas y constantes mejoras por parte de todos los integrantes de la organización, de tal forma, que el tiempo de respuesta al cliente disminuye. La filosofía trabaja a largo plazo y se basa en la formación de los empleados y el cambio cultural. Si bien, el *Lean* aumenta la velocidad de

los procesos y genera una cultura de mejoramiento, sus resultados son evidentes en espacios largos de tiempo.

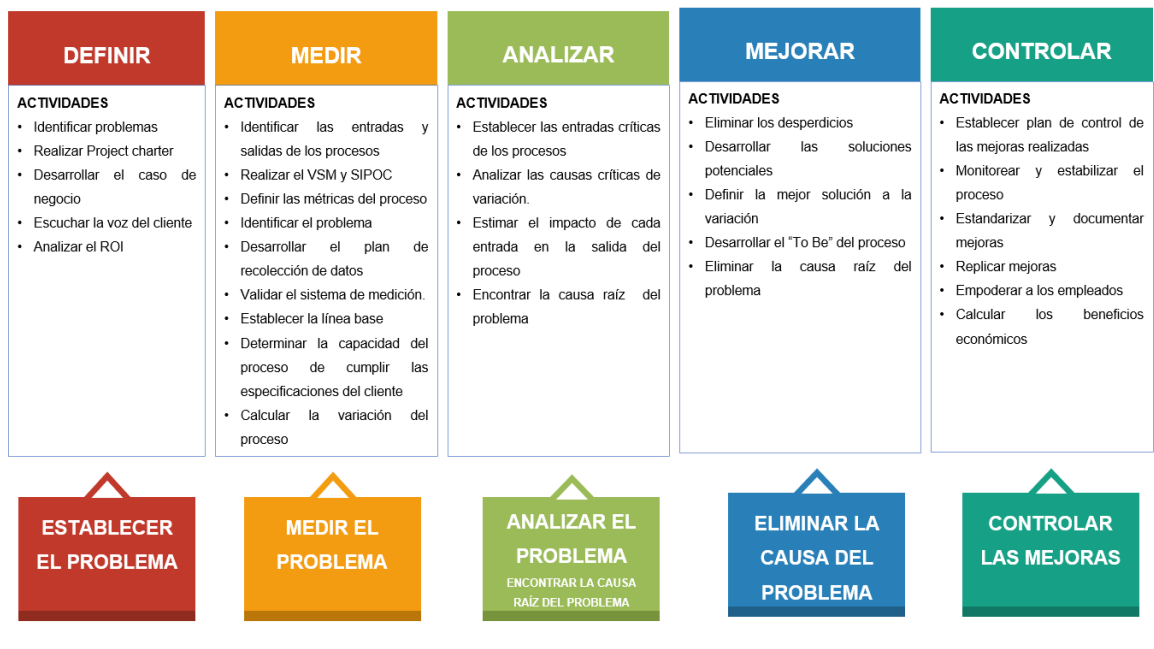
**Figura 7. Las bases del Lean.**



**Fuente: Elaboración propia**

Por otro lado, las mejoras a través del *Six Sigma* se dirigen a aumentar la calidad de los procesos seleccionados. A través de equipos pequeños de trabajo previamente entrenados, se eligen procesos con problemas de calidad para ser mejorados.

**Figura 8. Ruta Six Sigma**



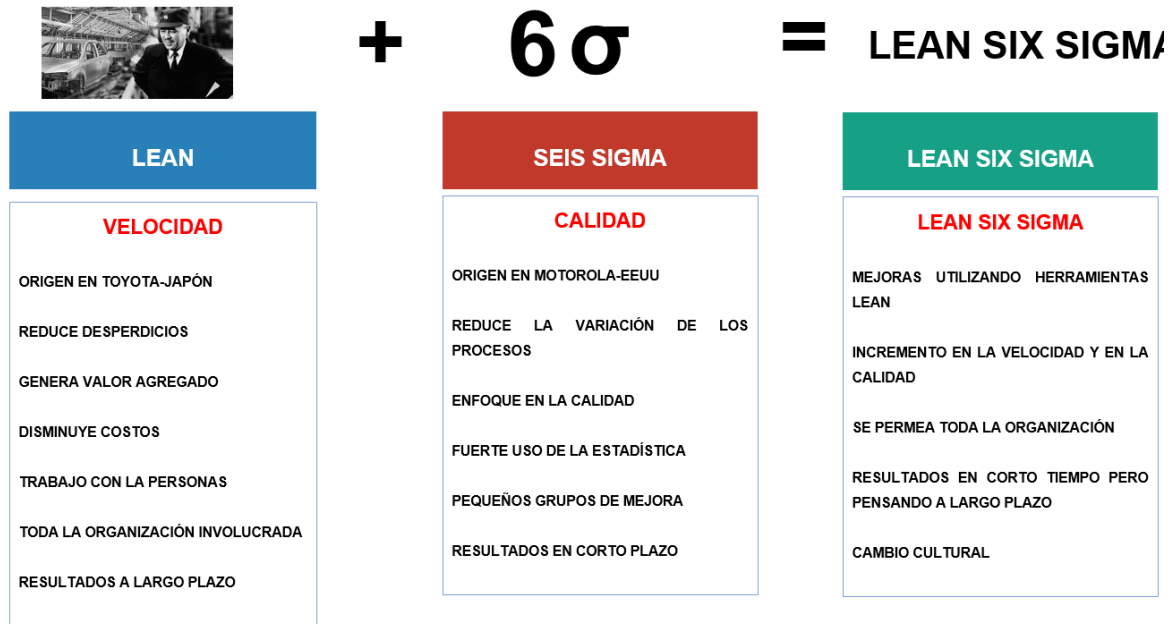
**Fuente: Elaboración propia**

La gráfica número ocho muestra las actividades realizadas por el *Six Sigma*. Primero se identifica un problema en algún proceso, luego el proceso es medido para calcular la desviación frente a las exigencias del cliente, posteriormente se encuentra la causa raíz del problema. Una vez identificada la raíz del problema se procede a eliminarla para finalmente controlar las mejoras del proceso. Todo en búsqueda de mayores niveles de productividad.

Si bien los proyectos de mejoramiento *Six Sigma* son puntuales y eficaces, la mayoría de las veces, estos no permean toda la organización. Solo se entrena a un grupo específico de personas para que realicen las mejoras.

Con el objetivo de lograr procesos ágiles y con altos niveles de calidad en el corto plazo, con culturas enfocadas en la excelencia operacional nace el *Lean Six Sigma*. La unión del *Lean* y el *Six Sigma* permiten el aumento de la velocidad, el cambio cultural y el incremento de los niveles de calidad.

**Figura 9. Resumen Lean Six Sigma**



**Fuente: Elaboración propia**

La gráfica anterior muestra el resultado de la unión del *Lean* y del *Six Sigma*. El resultado de la mezcla de las dos metodologías es el aumento de la calidad sin ralentizar los procesos, el involucramiento de toda la organización y el cambio cultural.

En conclusión, con el LSS se aumentará la productividad y competitividad, porque se hará más con menos, con bajos costos y con mayor calidad y velocidad de forma perdurable.

### 4.3. Marco contextual

La investigación se desarrollará tomando como base 6 MiPymes de las ciudades de Bogotá, Cali e Ibagué, las cuales han implementado el LSS como estrategia para el aumento de la productividad, sin embargo, su aplicación no ha dado los resultados esperados y no han permanecido en el tiempo.

En la actualidad Colombia tiene 2.540.953 MiPymes, que representan el 90% de las empresas del país, producen solo el 30% del PIB y emplean más del 65% de la fuerza



---

laboral nacional. De acuerdo a Confecámaras (2017) en el país cerca del 40% de las empresas continúan activas tras cinco años de su creación y el 98% de los emprendimientos que mueren al año en Colombia son microempresas

Los anteriores datos, fortalecen aún más la importancia de generar estrategias que permitan el aumento de la productividad en el tejido empresarial colombiano.

## 5. Hipótesis

1. Establecer los principales factores que inciden en la implementación del LSS, permitirá un correcto despliegue en las MiPymes consultadas.
2. La generación de una adecuada guía metodológica de implementación del LSS en las MiPymes seleccionadas en el estudio, permite la perdurabilidad de la filosofía en estas organizaciones.

## 6. Metodología

### 6.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación que corresponde a este proyecto es de carácter descriptivo, puesto que se basa en la medición de uno o más atributos del fenómeno descrito y es de interés del estudio profundizar en la aplicación y las tendencias del LSS en las MiPymes Colombianas.

Debido a los pocos antecedentes sobre estudios de aplicación del LSS en las MiPymes colombianas y el consecuente análisis de las principales dificultades en su implementación, y que se considera que este trabajo servirá de base para la realización de estudios posteriores, se puede asegurar que este estudio es de carácter exploratorio.

Adicional a lo anterior, se considera que el presente documento es una investigación no experimental de diseño transversal o transeccional, debido a que se obtendrá información de MiPymes colombianas una sola vez en un momento específico.

#### Enfoques

La presente investigación tiene un enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo) dado que se lleva a cabo mediante un trabajo combinado entre la revisión de estudios relacionados con la implementación de *Lean Manufacturing* y/o *Six Sigma* en MiPymes y la recopilación de información mediante el desarrollo de un instrumento de medición en varias organizaciones colombianas, a través del cual se obtendrá información que será analizada estadísticamente.

#### Método inductivo

“Es un método de razonamiento que consiste en tomar conclusiones generales para explicaciones particulares. El método se inicia con el análisis de los postulados,

---

teoremas, leyes, principios, etcétera, de aplicación universal y de comprobada validez, para aplicarlos a soluciones o hechos particulares” (Bernal, 2006, p. 56)

En esta investigación hace uso del método inductivo, teniendo en cuenta que se procesarán y analizarán datos obtenidos de cuestionarios aplicados, de forma que se pueda interpretar la información, es decir, se generarán conclusiones a partir de generalidades.

## **6.2. Instrumentos de recolección de la información**

### **Cualitativo**

La metodología para analizar cuáles son los factores determinantes a la hora de implementar de forma adecuada el *Lean Six Sigma* para aumentar la productividad y competitividad en las MiPymes consultadas, comienza con un enfoque cualitativo, mediante la revisión de fuentes secundarias de información como lo son la literaria y la documental, consultando estudios relacionados con la implementación de LSS en pequeñas y medianas empresas y artículos de revistas académicas del más alto nivel en bases de datos electrónicas como EBSCO, Access Engineering, Ebooks 7-24, e-libro, ProQuest, Springer eBook, Scopus, Google Scholar, así como los libros de texto académicos nombrados a lo largo del documento.

De igual manera, por medio de los resultados de la entrevista previa al desarrollo del instrumento de medición, se recopila información sobre la estructura empresarial y percepción de éxito en la implementación del LSS. Esta información se compara con los resultados arrojados por el instrumento de medición.

### **Cuantitativo**

Con el análisis de la información recopilada, se genera una base teórica que sirve como punto de referencia para la construcción de un instrumento que permite analizar cuales factores inciden en la correcta implementación del LSS en las MiPymes estudiadas. El instrumento de medición está compuesto por 110 variables o preguntas diseñadas para ser contestadas en una escala Likert de 0 a 4.

### **6.3. Análisis estadístico de la información**

Previo a la entrega a las MiPymes seleccionadas del instrumento de medición del nivel de implementación del LSS, este requiere de su validación, es decir, confirmar en que el grado el instrumento en verdad mide la variable que se busca medir (Collado y Baptista, 2014, p. 200).

La validez de contenido del cuestionario se analiza a través del cálculo de los promedios de cada ítem y de la prueba V de Aiken a partir de las valoraciones cuantitativas de los entrevistados. El coeficiente estadístico V de Aiken es un coeficiente que se computa como la razón de un dato obtenido sobre la suma máxima de la diferencia de los valores posibles. Puede ser calculado sobre las valoraciones de un conjunto de jueces con relación a un ítem o como las valoraciones de un juez respecto a un grupo de ítem (Escurra, 1988).

Para realizar la transformación de la escala de medición de la encuesta a la medida de V de Aiken que va de 0 a 1, se debe realizar la transformación de las respuestas de escala Likert a porcentajes. La escala Likert es un “conjunto de ítems que se presenta en forma de afirmaciones para medir la reacción del sujeto en tres, cinco o siete categorías” (Collado y Baptista, 2014, p. 238).

Una vez se determinan los coeficientes V de Aiken se hace el análisis de los resultados para cada ítem y dimensión estudiada. La escala es de 0 a 1, donde 0 significa que los jueces están en total desacuerdo con todo y 1 significa que los jueces están en total acuerdo con todo.

Posterior a la validación y al diligenciamiento del instrumento de medición, se realizará el análisis estadístico por medio del uso de la estadística descriptiva de los resultados obtenidos en la aplicación del instrumento de medición a las seis empresas seleccionadas.

### **6.4. Desarrollo de la propuesta metodológica**

La identificación y posterior caracterización de los factores principales o de éxito permitirá desarrollar una guía metodológica que servirá de base para la implementación de la filosofía de mejoramiento *Lean Six Sigma* de acuerdo al ambiente empresarial colombiano.

---

Los estudios realizados permitirán la comparación entre organizaciones de clase mundial (buenas prácticas operacionales implementadas) y las empresas colombianas.

## 6.5. Estudio de casos

Laureani & Antony (2018) mediante una encuesta y un análisis factorial destacan los factores críticos de éxito más importantes para la implementación efectiva del LSS. La encuesta utilizada en la investigación consta de 18 preguntas, que abarcan los criterios para la implementación exitosa de LSS en una organización. El cuestionario está dirigido a organizaciones que habían implementado *Lean* o *Six Sigma*. Dos tercios (66%) de los encuestados consideraron que la implementación de Lean Six Sigma fue exitosa o extremadamente exitosa; alrededor del 3% consideró que no tuvo éxito o fue extremadamente infructuoso, y el 31% restante no observó ningún impacto significativo de ninguna manera.

Jesús, Antony, Lepikson, & Peixoto (2016) identificaron los factores críticos de éxito de los programas *Six Sigma* en Brasil, para lo cual seleccionaron una muestra de empresas industriales a las cuales se les compartió un cuestionario. En total encontraron 70 factores de éxito que fueron reducidos a diez. De igual manera que el presente trabajo, realizaron un análisis factorial que redujo este número a dos construcciones subyacentes. Los factores críticos de éxito encontrados para la implementación del LSS son el compromiso de la alta dirección, entrenamiento, liderazgo y selección de proyectos.

Previo al diseño de la encuesta, el autor del estudio en calidad de consultor y de líder de varios procesos realizó visitas y entrevistas presenciales a las organizaciones objeto de estudio. El contacto directo permitió al investigador llevar a cabo la observación directa de las actividades obteniendo un panorama previo sobre los principales factores de éxito y fracaso en la implementación del *Lean Six Sigma* en las organizaciones interesadas en su implementación.

## 6.6. Universo

La población comprende a pequeñas y medianas empresas que han implementado LSS, están ubicadas en las ciudades de Bogotá, Cali e Ibagué y han tenido algún vínculo con el

---

autor de la presencia investigación, ya sea como empleado o como consultor en mejoramiento continuo.

## 6.7. Muestra

El muestro es no probabilístico por conveniencia. La selección se realizó a partir de una lista de empresas de las ciudades de Bogotá, Cali e Ibagué y se escogieron 6 casos (empresas) particulares distribuidos en las ciudades de Bogotá (cuatro empresas), Cali (una empresa) e Ibagué (una empresa). La selección se realizó a partir de las experiencias previas del autor de la investigación con las organizaciones estudiadas y a la disponibilidad de información.

La muestra está conformada por los casos disponibles (empresas) a los cuales se tiene acceso; el muestro no probabilístico por conveniencia se aplica dado que no se tiene acceso a una lista completa de todas las MiPymes colombianas que han implementado Lean Six Sigma, y, por lo tanto, se imposibilita calcular la probabilidad de que cada empresa sea seleccionado para la muestra (Collado y Baptista, 2014).

El muestro no probabilístico por conveniencia permite seleccionar aquellos casos accesibles que acepten ser incluidos. Esto, fundamentado en la conveniente accesibilidad y proximidad de las empresas para el investigador (Otzen y Manterola, 2017). Las muestras no probabilísticas son de gran de valor, pues logran obtener los casos que interesan al investigador y que llegan a ofrecer una gran riqueza para la recolección y el análisis de datos (Collado y Baptista, 2014).

Las empresas consultadas en la investigación se seleccionaron porque están fácilmente disponibles y porque pertenecen a la población de interés (MiPymes colombianas que han implementado LSS), no porque hayan sido seleccionados mediante un criterio estadístico.

Teniendo en cuenta que los fenómenos que se investigan a través de la muestra son homogéneos en la población, el riesgo de sesgo disminuye, y, por tanto, los resultados obtenidos pueden reflejar el universo estudiado. Por otra parte, las empresas consultadas brindan información valiosa dado que no existen razones fundamentales que diferencien a estas organizaciones de los que forman el total de la población.

---

Se puede catalogar la presente investigación como un estudio piloto, con el cual se obtendrá información sobre resultados que se encontrarán al usar una muestra probabilística. Con esta información se podrá modificar el planteamiento del estudio antes de incurrir en una técnica de muestreo más compleja y costosa.

## **6.8. Unidad de muestreo**

La unidad de muestreo está conformada por cada una de las 6 empresas seleccionadas para realizar la investigación.

## **6.9. Resultados esperados**

Se espera encontrar los principales factores que inciden en una adecuada implementación del LSS en las MiPymes objeto de estudio.

Con la herramienta diseñada para la medición del nivel de implementación de las herramientas LSS, se espera poder hacer comparaciones entre las prácticas desarrolladas por las empresas de clase mundial y las pequeñas y medianas empresas en Colombia.

La guía metodología propuesta basada en la literatura y experiencia del autor del estudio, permitirá una implementación adecuada teniendo en cuenta los factores que inciden en el despliegue de acuerdo al ámbito empresarial.

Los resultados de esta investigación deben ilustrar las grandes oportunidades de mejora de las MiPymes colombianas, así como la forma más idónea de implementación del LSS de acuerdo al ambiente empresarial colombiano. Esta investigación servirá de base para proyectos de investigación adicionales y más detallados.

La metodología empleada ayudará al cumplimiento de los objetivos planteados. En la tabla número doce se relacionan los objetivos planteados y la metodología empleada para su cumplimiento.



**Tabla 12. Metodología utilizada para el cumplimiento de objetivos.**

OBJETIVO PLANTEADO	METODOLOGÍA IMPLEMENTADA	
Caracterizar los principales factores de éxito en la implementación del LSS en algunas pequeñas y medianas empresas colombianas.	Revisión de fuentes secundarias de información, como lo son la literaria y la documental, consultando estudios relacionados con la implementación de LSS en pequeñas y medianas empresas, y artículos de revistas académicas del más alto nivel en bases de datos electrónicas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Por medio de la revisión de la literatura existente sobre el LSS, se tendrán bases sólidas que permitan analizar sus beneficios en el aumento de la productividad.</li> <li>• La entrevista realizada a los encargados de los procesos y gerentes de las empresas consultadas, mostrará el tipo de gerencia, ventas, etc., así como la percepción de éxito en la implementación del LSS.</li> <li>• Los resultados arrojados a través del instrumento de medición de la aplicación de las herramientas del LSS en las empresas consultadas, permitirán relacionar el uso de las prácticas LSS con la percepción de éxito en la implementación.</li> <li>• La literatura y los resultados permitirán realizar la caracterización de los factores críticos de éxito para la implementación del LSS</li> </ul>
	Mediante entrevista previa al desarrollo del instrumento de medición, se recopila información sobre la estructura empresarial y percepción de éxito en la implementación del LSS	
	Desarrollo y aplicación de un instrumento para el análisis de los factores de éxito y fracaso en la implementación del Lean Six Sigma en las MiPymes colombianas, así como los factores determinantes del LSS en la productividad y competitividad	
Construir el marco de referencia mediante la revisión sistemática de la literatura sobre la implementación de Lean Six Sigma, que sirva de soporte para la elaboración de un análisis crítico sobre la aplicación eficiente de herramientas de mejoramiento continuo en las MiPymes colombianas.	Revisión de fuentes secundarias de información como lo son la literaria y la documental.	La consulta y revisión de la literatura existente es la base para la realización de un análisis sobre la aplicación eficiente de herramientas de mejoramiento continuo en las MiPymes colombianas.
	Revisión de estudios relacionados con la implementación de Lean Manufacturing y/o Six Sigma en MiPymes.	

**Fuente: Elaboración propia**

**Tabla 12. Metodología utilizada para el cumplimiento de objetivos (continuación).**

OBJETIVO PLANTEADO	METODOLOGÍA IMPLEMENTADA	
<p>Identificar cuales herramientas del LSS ejercen mayor influencia en la correcta implementación del LSS en algunas MiPymes colombianas.</p>	<p>Mediante entrevista previa al desarrollo del instrumento de medición, se recopila información sobre la estructura empresarial y percepción de éxito en la implementación del LSS</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La entrevista realizada a los encargados de los procesos y gerentes de las empresas consultadas, mostrará el tipo de gerencia, ventas, etc., así como la percepción de éxito en la implementación del LSS.</li> <li>• Los resultados del instrumento de medición, permitirán relacionar el uso de las prácticas LSS con la percepción de éxito en la implementación.</li> </ul>
<p>Analizar las diferencias en los avances de la implementación del LSS entre las empresas objeto de estudio de acuerdo a las herramientas de la metodología utilizadas.</p>	<p>La percepción de éxito en las empresas consultadas será confrontada con las herramientas LSS utilizadas</p>	
<p>Proponer una estrategia metodológica que permita la perdurabilidad de la filosofía Lean Six Sigma en las MiPymes colombianas.</p>	<p>Revisión de fuentes secundarias de información como lo son la literaria y la documental, consultando estudios relacionados con la implementación de LSS en pequeñas y medianas empresas, y artículos de revistas académicas del más alto nivel en bases de datos electrónicas</p>	<p>La guía metodológica se fundamentará en la literatura y en los principales factores de éxito encontrados en las empresas consultadas</p>
	<p>Entrevista previa al desarrollo del instrumento de medición, se recopila información sobre la estructura empresarial y percepción de éxito en la implementación del LSS</p>	
	<p>Desarrollo y aplicación de un instrumento para el análisis de los factores de éxito y fracaso en la implementación del Lean Six Sigma en las MiPymes colombianas, así como los factores determinantes del LSS en la productividad y competitividad</p>	

**Fuente: Elaboración propia**

## 7. Trabajo de campo

### 7.1. Descripción de las empresas consultadas

La investigación se llevó a cabo en 6 empresas de varios sectores industriales de las ciudades de Bogotá, Ibagué y Cali, las cuales han implementado herramientas LSS. Las organizaciones estudiadas no serán nombradas en el presente estudio por razones de confidencialidad.

En la tabla número 13 se describe las empresas por tipo de gerencia, ventas y producciones anuales y nivel de implementación del LSS. La anterior información se recopiló por medio de entrevista personal la cual se puede consultar en el anexo A Entrevista previa al desarrollo del instrumento de medición.

La primera parte del cuestionario recopiló información sobre el tipo de gerencia (gerente contratado o propietario), ventas en pesos y unidades, número de empleados, sector industrial, percepción de éxito en la implementación, y el alcance del uso del LSS en la organización, entre otros. Los encuestados corresponden a gerentes generales y dueños de proceso.

Las empresas seleccionadas para el estudio pertenecen al sector de alimentos (1), químico (2), confección (1), madera (1) y de lubricantes (1). Cuatro empresas son de tamaño mediano y dos están catalogadas como pequeñas. Tres empresas son gerenciadas por el propietario y en las 6 empresas el grado de implementación se encuentra en construcción. En ninguna organización el alcance de aplicación del LSS ha sido total. En cuatro de las seis empresas se cataloga como poco exitosa la implementación del LSS y en dos empresas como medianamente exitosa.

**Tabla 13. Caracterización empresas consultadas**

CARACTERÍSTICAS	EMPRESA 1	EMPRESA 2	EMPRESA 3	EMPRESA 4	EMPRESA 5	EMPRESA 6
Ciudad	Ibagué	Bogotá	Bogotá	Cali	Bogotá	Bogotá
Tamaño	Mediana	Mediana	Mediana	Pequeña	Pequeña	Mediana
Sector	Lubricantes	Alimentos	Químico	Madera	Confección	Químico
Tipo de gerencia	Gerente contratado	Gerente propietario	Gerente contratado	Gerente contratado	Gerente propietario	Gerente propietario
Ventas anuales (millones de pesos)	\$ 21.000.000.000	\$ 53.419.989	\$ 58.000.000	\$ 1.774.685.389	\$ 6.000.000.000	\$ 30.000.000
Entrevistado	Director de operaciones	Gerente de manufactura	Jefe de mejoramiento continuo	Gerente	Gerente	Gerente de planta
Volumen de producción (anual)	1.800.000 galones	1.431.631 cajas	46.000 toneladas	156.000 unidades	108.000 unidades	24.000 toneladas
Número total de empleados	70	146	200	55	80	150
Áreas donde se ha aplicado el LSS	Producción-Planeación-Logística	Producción-Control de calidad	Ventas-Planeación	Producción	Producción	Producción-Logística-Planeación
Grado de implementación	En construcción	En construcción	En construcción	En construcción	En construcción	En construcción
Éxito en la implementación	Poco exitoso	Poco exitoso	Medianamente exitoso	Poco exitoso	Poco exitoso	Poco exitoso
Número de empleados involucrados	35	15	25	20	20	95
Dinero invertido en la implementación Lean Six Sigma	\$ 5.000.000	\$ 17.000.000	\$ 40.000.000	\$ 4.000.000	\$ 10.000.000	\$ 15.000.000
Tiempo invertido en la implementación Lean Six Sigma	6 meses	12 meses	12 meses	24 meses	12 meses	24 meses

**Fuente: Elaboración propia**

## 7.2. Instrumento de medición

El propósito de este estudio es Identificar los principales factores que inciden en la correcta implementación del LSS en algunas pequeñas y medianas empresas colombianas. Para lo anterior, fundamentado sobre las bases teóricas del *Lean Six Sigma*, se diseñó y aplicó un cuestionario estructurado que permite medir el nivel de implementación de las herramientas LSS en las empresas seleccionadas en el estudio, y de esta forma analizar los factores más importantes a tener en cuenta a la hora de un despliegue exitoso de la filosofía de mejoramiento.

El instrumento de medición se compone de 110 variables o preguntas agrupadas en 8 factores o dimensiones, diseñado en una escala Likert con valores entre 0 y 4 de acuerdo al grado o frecuencia de ejecución: (4) Siempre, (3) Casi Siempre (con frecuencia), (2) Algunas veces (1) Raras veces y (0) Nunca.

Con la aplicación del instrumento se busca relacionar las prácticas desarrolladas por las MiPymes seleccionadas y las sugeridas para las empresas que desean implementar el LSS. De este modo, se busca determinar los factores que son críticos para la implementación exitosa del LSS en las MiPymes colombianas. El instrumento de medición se encuentra en el archivo adjunto **Herramienta de medición-Encuesta Nivel de Implementación *Lean Six Sigma***.

En la tabla número 11 se relaciona el cargo de los funcionarios que diligenciaron el instrumento de medición. Dos de los entrevistados fueron gerentes generales, uno fue gerente de manufactura, uno director de operaciones, uno jefe de mejoramiento continuo y uno gerente de planta.

La encuesta está diseñada para durar máximo 45 minutos a fin de no indisponer al entrevistado. Sin embargo, las preguntas están formuladas para generar un espacio de autoevaluación y reflexión en el participante, haciendo del formulario un espacio interesante de aprendizaje.

### 7.2.1. Dimensiones instrumento de medición

La **primera dimensión Gestión gerencial** aborda las generalidades como planeación estratégica, visión de largo plazo, compromiso gerencial y coherencia entre lo planeado y lo ejecutado. La **segunda dimensión Planificación previa a la implementación** aborda temas importantes a la hora de planear y llegar al éxito en la implementación del LSS: establecimiento de metas, cronograma de implementación, costos y tiempos asociados, conocimiento de las etapas de implementación, nivel de identificación de los procesos.

La **tercera dimensión Conocimiento *Lean Six Sigma*** busca encontrar el grado de conocimiento sobre la manufactura esbelta en las organizaciones que han buscado su implementación; la falta de conocimiento de la filosofía dificulta el éxito en su desarrollo. La **cuarta dimensión Habilidades y experiencia** trata sobre la experticia del personal encargado de la implementación de la filosofía. Este factor muestra la participación de todos los integrantes en la formación sobre la filosofía, desde el gerente hasta el nivel operativo.

La **quinta dimensión Ejecución** permite relacionar el nivel de éxito con la forma en que se ha implementado el LSS: por ejemplo, se miden variables como la importancia de escuchar al cliente para desarrollar proyectos de mejoramiento, el nivel de acompañamiento de consultores, gremios y universidades y las herramientas implementadas. La **sexta dimensión Recolección y Gestión de datos** da un panorama sobre la toma de decisiones en todos los niveles con base a cifras y datos; la base del LSS es el mejoramiento continuo a través del análisis de datos y la eliminación de la causa raíz de los problemas.

La **séptima dimensión Resultados** busca indagar sobre los resultados obtenidos en las organizaciones a través de la filosofía LSS y el aumento en la productividad y el éxito en la implementación. Muchas organizaciones al no ver resultados inmediatos abandonan los proyectos de implementación.

La **octava dimensión Cultura Corporativa** profundiza en las prácticas del personal, que son los termómetros del clima y cultura organizacional. Un indicador de una acertada implementación del LSS es el mejoramiento en el ambiente laboral. También se abarca

aspectos propios de la cultura laboral colombiana. La cultura colombiana es diametralmente opuesta a la japonesa, por lo tanto, este aspecto es importante a la hora de establecer una adecuada metodología de implementación.

### 7.3. Procesamiento estadístico de datos

Las respuestas a las 110 preguntas fueron validadas a fin de determinar si el instrumento efectivamente mide lo que pretende medir. Una vez validado, fue aplicado y sus resultados fueron procesados mediante un análisis factorial el cual permite encontrar grupos homogéneos de preguntas.

#### 7.3.1. Validación del instrumento de medición

La validez se define como la medida en que una prueba mide lo que pretende medir (Collado y Baptista, 2014). En qué medida los ítems (variables o preguntas) de la prueba son una muestra representativa del constructo. En otras palabras, la validez se cuantifica preguntando a un grupo de jueces sobre la calidad y el grado de acuerdo de las preguntas entre ellos.

Para cuantificar este acuerdo se utilizó el estadístico conocido como la V de Aiken. La V de Aiken se calcula sobre las valoraciones de un grupo de jueces en relación a un punto. El valor de los puntos puede ser dicotómicos, es decir, 0 y 1, o politómico con valores que van de 0 a 5. En el presente caso se sistematizarán respuestas politómicas.

El coeficiente V de Aiken puede obtener valores entre 0 y 1 y a medida que sea más elevado el valor, el ítem tendrá una mayor validez de contenido. Los 110 ítems o variables fueron validados por cinco jueces con base en tres criterios: relevancia, coherencia y claridad.

**Relevancia** hace referencia a la importancia del ítem a la hora de medir los factores de éxito y fracaso en la implementación del LSS y por lo tanto, debe ser incluido en el cuestionario. La escala es de 4 muy importante, 3 importante, 2 importancia moderada, 1 poco importante y 0 sin importancia.

**Coherencia** corresponde al grado en que la variable guarda relación con la dimensión que se está midiendo en una escala que varía de 4 totalmente coherente, 3 coherente, 2 coherencia moderada, 1. Poco coherente, 0. Sin coherencia.

**Claridad** es la medida en que el ítem es claro y entendible y se encuentra en una escala que varía de 4 totalmente claro, 3 claro, 2 claridad moderada, 1 poco claro y 0 nada claro.

El instrumento en su totalidad ha sido validado por los jueces que valoraron cada una de las preguntas y se encuentra en el archivo adjunto **Validez del instrumento de medición**. En el proceso de validación se encontró que en un alto porcentaje superaron el mínimo esperado para la aceptación de este instrumento (0.70), lo que permite la aplicación del instrumento en cada una de las empresas seleccionadas (Escrura, 1989). Ver tabla número 14.

**Tabla 14. Validación instrumento de medición**

DIMENSIÓN O FACTOR	V DE AIKEN
1. GESTIÓN GERENCIAL	0,85
2. PLANIFICACIÓN PREVIA A LA IMPLEMENTACIÓN	0,86
3. CONOCIMIENTO <i>LEAN SIX SIGMA</i>	0,88
4. HABILIDADES Y EXPERIENCIA	0,87
5. EJECUCIÓN	0,86
6. RECOLECCIÓN Y GESTIÓN DE DATOS	0,84
7. RESULTADOS	0,88
8. CULTURA CORPORATIVA	0,85

Fuente: Elaboración propia

### 7.3.2. Aplicación del instrumento de medición

Una vez validados cada uno de los 110 ítems que componen el instrumento de medición de los factores de éxito y fracaso en la implementación del LSS, se seleccionó a un grupo de colaboradores con un alto perfil y trascendencia en 6 empresas para diligenciar el instrumento. Los cargos seleccionados pertenecen a la gerencia general, dirección de manufactura y mejoramiento continuo.



---

El desarrollo del instrumento de medición y sus resultados se encuentran en archivo adjunto en formato Excel **Resultados herramienta de medición-Encuesta Nivel de implementación LSS**.

### **7.3.3. Procesamiento de la información**

Inicialmente se plantean 110 preguntas o variables agrupadas en 8 factores o dimensiones, sin embargo, se requiere hacer un estudio estadístico por medio de un análisis factorial, de tal forma, que se establezca si es pertinente reagrupar las preguntas en factores de acuerdo a su relación, y así hacer un mejor análisis de los resultados.

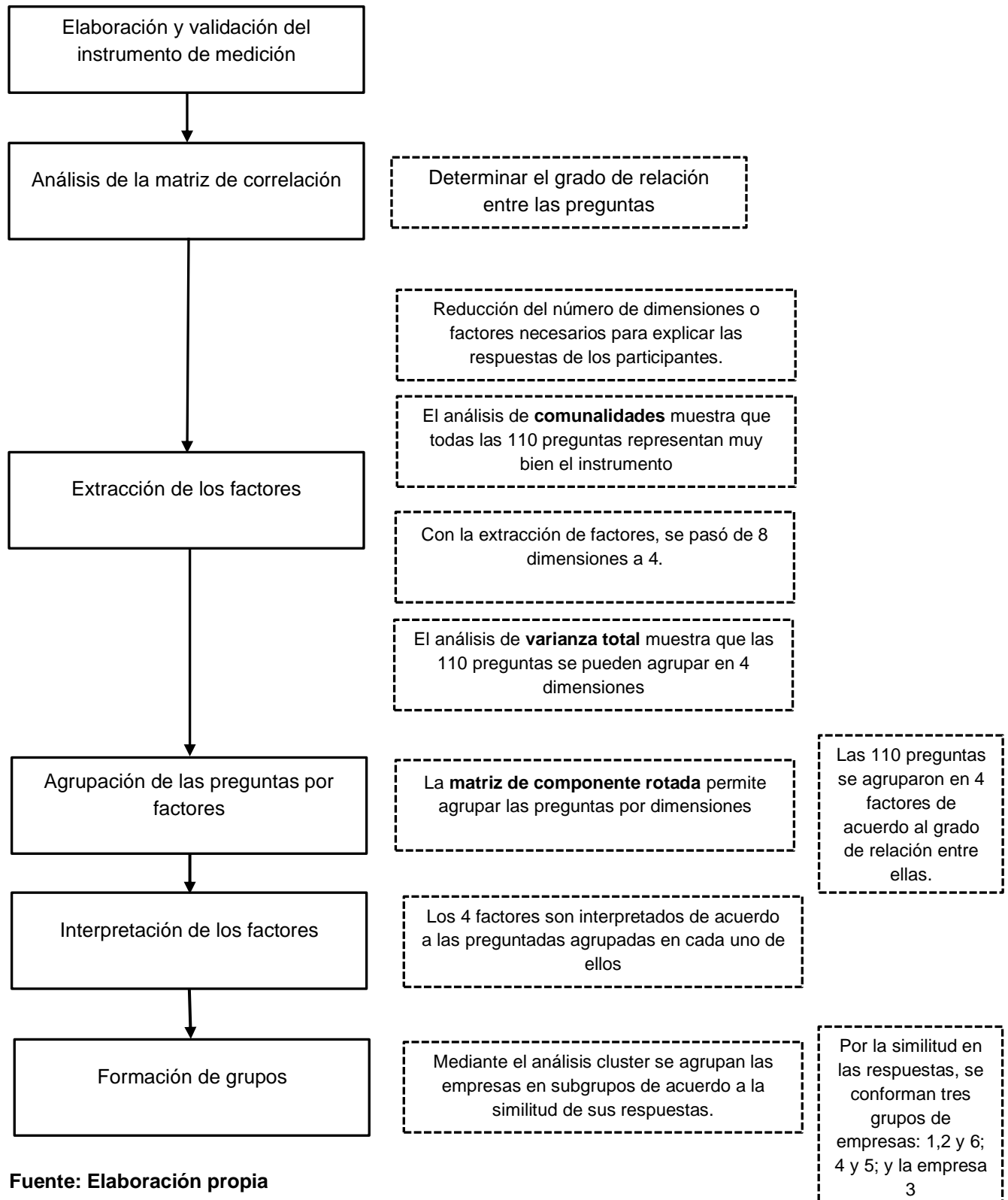
El análisis factorial es una técnica de reducción de datos. Su utilidad consiste en que partiendo de un conjunto numeroso de preguntas o variables se encuentran grupos homogéneos de preguntas. Los grupos homogéneos se forman con las preguntas que correlacionan mucho entre sí.

#### **7.3.3.1. Análisis Factorial**

Aplicando un análisis factorial a las respuestas de los encuestados se puede encontrar grupos de variables con significado común y conseguir de este modo reducir el número de dimensiones necesarias para explicar las respuestas de los participantes (De la Fuente Fernández, 2011).

En la figura número diez se describe en procedimiento del análisis factorial realizado.

Figura 10. Análisis factorial



Fuente: Elaboración propia

### *Elección de las variables originales*

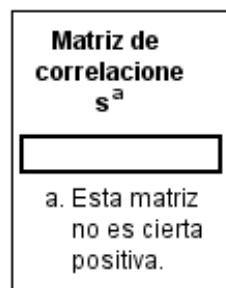
Se hace uso del Análisis de Componentes Principales con el objetivo de reducir la información contenida en la matriz original buscando nuevos componentes que expliquen la variabilidad del instrumento y, por tanto, mejor definan las diferencias entre las distintas dimensiones a fin de generar, de ser el caso una nueva clasificación.

El punto de partida de un Análisis de Componentes Principales (ACP de aquí en adelante) es la matriz de correlaciones, de hecho, el análisis busca mostrar las correlaciones que se dan entre grupos de preguntas o variables, por tanto, se debe constatar de antemano que las preguntas están manifiestamente relacionadas. El ACP lo que hace es tratar de encontrar los factores que ayudan a explicar las correlaciones entre las variables, si estas correlaciones son bajas es poco probable que se formen factores comunes (López y Fachelli, 2015).

### *Análisis de la matriz de correlación*

Para la realización de un ACP se debe constatar que las preguntas consideradas muestren de forma manifiesta un cierto grado de asociación entre ellas, es decir, estén correlacionadas. En la figura número 6 se muestra el resultado arrojado por el programa estadístico SPSS:

**Figura 11. Resultado matriz de correlación**



**Fuente: Elaboración propia a partir de SPSS**

El determinante de R es un indicador del grado de relación existente entre las variables. Un determinante bajo, significa que hay preguntas con relación alta y que los datos son adecuados para realizar un Análisis de Componentes Principales.

En la medida en que el determinante se acerque más a cero, sin que llegue a serlo, se puede afirmar que las variables están más asociadas y se favorecen las condiciones para la realización del Análisis de Componentes Principales.

Si el determinante fuese cero, una fila (o columna) de la misma sería idéntica a otra, lo que equivaldría a decir que la correlación que guardan las dos variables con todas las demás es idéntica, es decir, que ambas variables estarían tan asociadas que serían iguales. En otras palabras, en varias preguntas, los encuestados dieron las mismas valoraciones.

En el caso de los resultados de la herramienta utilizada, el dato arrojado es 0, por lo tanto, se genera un problema de cálculo en la resolución de las ecuaciones que se utilizan con la técnica. El SPSS muestra una nota a pie de página en la matriz de correlaciones con el mensaje “la matriz no es cierta positiva” lo que muestra que varios jueces valoraron exactamente igual varias preguntas (López y Fachelli, 2015).

Prueba de Bartlett,

El test de esfericidad de Bartlett evidencia estadísticamente cifras significativas para rechazar que no haya relación entre las variables, por lo cual podemos confirmar que las variables están relacionadas.

Si las variables no están relacionadas, entonces el test de esfericidad de Bartlett debe presentar un valor (significancia) superior al límite de 0.05 (Montoya, 2007); si el nivel de significación del estadístico de Bartlett es mayor que 0.05 no tendría sentido realizar el análisis de la estructura dimensional o análisis factorial del cuestionario (Lacave y Molina, 2015). La idea es que esté cercana a 0 para utilizar el análisis factorial.

Cuando el resultado es cero se genera un problema de cálculo en la resolución de las ecuaciones que se utilizan con la técnica, concluyendo que es factible hacer el análisis factorial. En el caso de los resultados del ejercicio, el dato arrojado es 0 (ver figura número 11), por lo tanto, **se concluye que es viable hacer análisis factorial.**

### *Extracción de los factores*

La extracción de los factores es la reducción del número de dimensiones o factores (inicialmente 8) necesarias para explicar las respuestas de los participantes. De este modo se puede encontrar grupos de preguntas con significado común.

Se utiliza el método de Componentes Principales para extraer los factores iniciales de la matriz de correlación. Este procedimiento busca el factor que explique la mayor cantidad de la varianza en la matriz de correlación (Montoya, 2007).

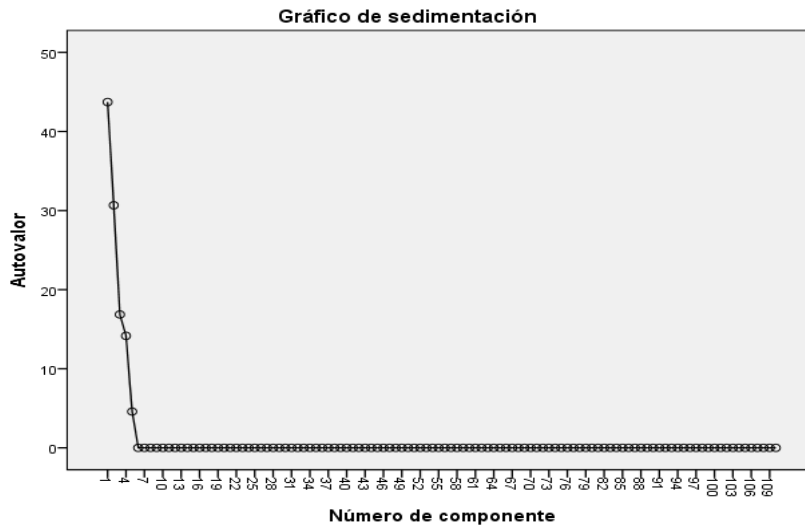
La comunalidad de una variable es la proporción de su varianza que puede ser explicada por el modelo factorial. La tabla de comunalidades presenta la información de qué parte de cada pregunta se conserva después de la extracción de los factores. En el método de componentes principales cuando se retienen todas las preguntas la comunalidad siempre es 1

Para el presente ejercicio todas las preguntas pueden explicar el modelo, lo que significa que después reducir los factores de 8 a 4, el modelo es capaz de reproducir el 100% de su variabilidad original; Las Comunalidades son muy altas (valores de 1), lo que implica que todas las preguntas están muy bien representadas en el espacio de los factores. En el Anexo B **Comunalidades** se muestra las comunalidades del ejercicio.

El anexo C **Varianza total explicada**, explica la selección de componentes principales. Como se aprecia, los cinco primeros factores explican el 100% de la varianza, lo que significa que con estos cinco factores se puede representar un 100% del problema original, no produciéndose pérdida de la información original representada por las 110 variables iniciales.

Para el presente estudio 4 factores explican el 96.32 % de la varianza, dicho de otra manera, son relevantes cuatro factores (anteriormente se plantearon 8 dimensiones) para resumir las variables originales del problema (Montoya, 2007). Los 4 factores tienen suficiente peso para explicar el modelo.

Figura 12. Gráfico de sedimentación



Fuente: Elaboración propia a partir de SPSS

Como se observa en la figura número 12, el cambio de pendiente ocurre a partir del quinto factor. Por tanto, las 110 variables con las que se ha caracterizado la herramienta para medir los factores de éxito y fracaso en la implementación del LSS en las MiPymes colombianas seleccionadas se pueden expresar en función de cinco factores o componentes, cada una de las cuales posee una importancia diferente, y en conjunto representan 100% de la variabilidad total.

La **matriz de componente rotada** permite agrupar las preguntas por factores. Teniendo en cuenta que cuatro factores pueden interpretar el modelo, nuevamente se corrió el ejercicio en SPSS con este número de dimensiones. En el anexo D matriz de componente rotado, se interpretan los factores obtenidos. Los valores destacados en negrita son las variables que contribuyen en mayor medida a conformar cada factor.

La estructura factorial es muy clara: (por estructura clara se entiende al menos más de tres variables definiendo cada factor y ninguna variable en más de un factor). Un factor debe estar definido al menos por tres preguntas para que merezca la pena tenerlo en cuenta (Morales, 2011). La matriz de componente rotada se realizó por el método Varimax.

Las variables que componen cada dimensión se relacionan en los anexos D, E, F y G. El primer componente está formado por 42 preguntas, el segundo factor está formado por 38, el tercer componente por 18 y la cuarta dimensión está formada por 12 variables.

### *Interpretación de los factores*

Una vez se han agrupado las 110 preguntas en los 4 factores, se interpretan de acuerdo a su similitud.

El primer factor hace relación a la **formulación de estrategias, compromiso gerencial y metodología de implementación**. El compromiso gerencial y la coherencia entre el plan estratégico y las decisiones tomadas se verán reflejadas en la metodología de la implementación del LSS. La implementación del LSS es un proceso de largo tiempo que contiene una metodología que debe ser llevada a cabo de manera ordenada y sistémica, cualquier cambio o premura llevará a que no se consigan los resultados esperados.

El segundo factor se correlaciona con la **recopilación y análisis de datos y resultados obtenidos**. Los proyectos de mejoramiento y el aumento de la productividad dependen en gran medida de la toma y calidad de los datos. Datos tomados de forma errónea conlleva a la toma de decisiones que no se encuentran alineadas con la estrategia generando el abandono de los procesos de implementación del LSS.

El tercer factor hace relación al **acompañamiento de expertos** en la implementación de la metodología. El LSS es una metodología con más de 150 herramientas aplicables a los procesos de mejora, por lo cual su implementación debe estar acompañada de expertos ya sean externos o internos.

El cuarto factor trata sobre la **participación de los empleados** en el despliegue de la estrategia LSS. Como se indica en la figura número 3 (la casa *Lean*) la base en la implementación del LSS es el factor humano. Hacer partícipe a la totalidad de los empleados en las mejoras aumenta la motivación, mejora el clima laboral y garantiza la permanencia de la filosofía.

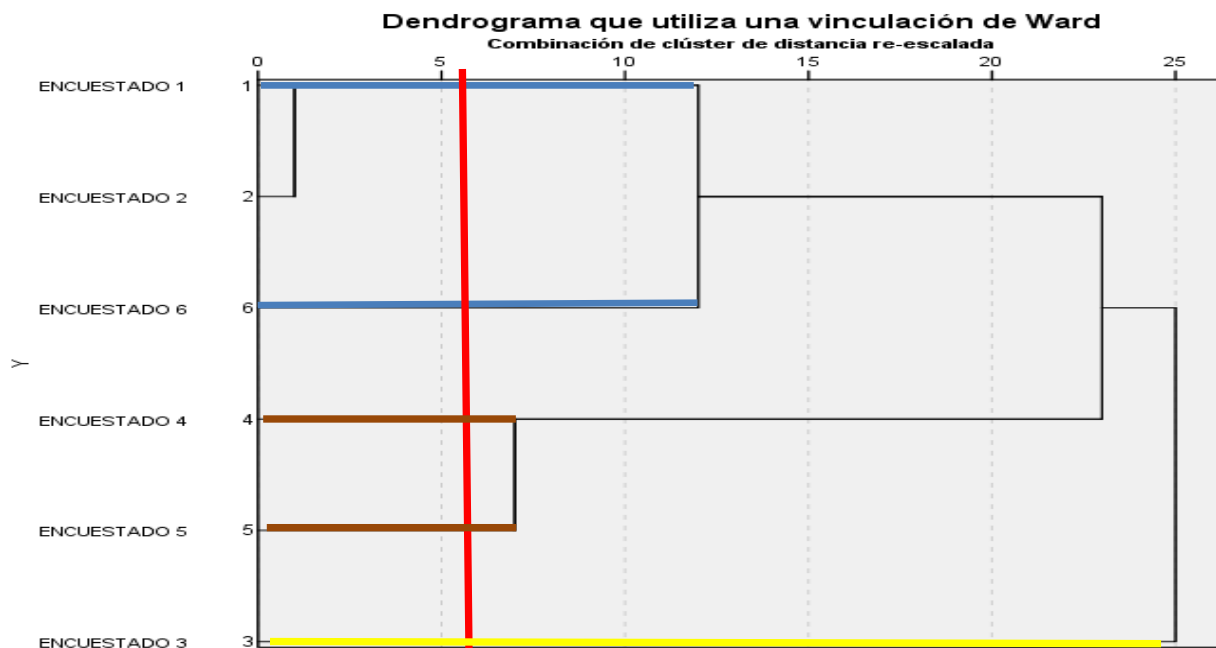
### Formación de grupos

De acuerdo a las respuestas brindadas por los 6 representantes de las empresas objeto de estudio, en una escala de 0 a 4 acorde con el grado o frecuencia de ejecución de cada una de las preguntas (4 siempre, 3 casi siempre, 2 algunas veces, 1 raras veces y 0 nunca) y mediante un análisis cluster<sup>3</sup> se forman grupos en **función de un grupo de preguntas**.

Con el análisis cluster identificamos 3 subgrupos formados por las empresas seleccionadas con características similares. De esta forma, se conforman tres grupos: el primer grupo está compuesto por las empresas 1, 2 y 6, el segundo grupo está conformado por la empresa 3 y un último cluster está formado por la empresa número 4 y 5.

El proceso de agrupación se puede resumir mediante una representación gráfica en forma de árbol que recibe el nombre de Dendograma. Las empresas similares se enlazan y su posición en el diagrama está determinada por el nivel de similitud/disimilitud entre ellas. Ver figura número 13

**Figura 13. Dendograma**



**Fuente: Elaboración propia a partir de SPSS**

<sup>3</sup> Un análisis cluster permite identificar subgrupos con características similares en una población.



## 7.4. Análisis de resultados

Para el análisis descriptivo de la información se utilizó la moda y la mediana, dado que los datos obtenidos, aunque eran numéricos, estaban representados en una escala ordinal. Como medida de dispersión se utilizó el primer y tercer cuartil, así como la diferencia entre éstos, el cual se denomina rango intercuartílico (RI) y representa 50 por ciento de los datos e incluye a la mediana, representada por el segundo cuartil.

Con base en las respuestas obtenidas, la formación de los subgrupos de las empresas y los factores identificados, se presentan los siguientes resultados:

El estadístico utilizado para la medición de las variables es la mediana<sup>4</sup>.

**Tabla 15. Análisis descriptivo por dimensión.**

DIMENSIÓN	Mediana	Moda	Cuartil 1	Cuartil 2	Cuartil 3	Cuartil 4	RI
Formulación de estrategias, compromiso gerencial y metodología de implementación.	1	0	0	1	2	4	2
Recopilación y análisis de datos y resultados obtenidos	2	2	1	2	3	4	2
Participación de los empleados	2	2	1	2	3	4	2
Acompañamiento de expertos	2	3	0	2	3	4	3

### Fuente: Elaboración propia

La tabla número 15 muestra las dimensiones con sus descriptivos, ordenados de manera descendente en función del valor de la mediana.

La formulación de estrategias y el compromiso gerencial afectan el éxito en la implementación del LSS. El compromiso de la alta dirección es vital dentro del proceso, ya que se garantiza la asignación de recursos y se impulsa la metodología en toda la organización. Todo parte de la alta gerencia. Sin su involucramiento no se impulsan las mejoras, el cambio y el trabajo en equipo.

El resultado global para las empresas estudiadas es desalentador. Con una mediana de 1, raras veces se establecen estrategias y no existe compromiso gerencial con la implementación del LSS. La calificación más repetida en las 6 empresas fue 0 (moda), es

<sup>4</sup> La mediana estadística es el número central de un grupo de números ordenados por tamaño.

decir, que la mayoría de las veces nunca se lleva a cabo prácticas que caracterizan la gestión gerencial en una empresa de clase mundial.

A continuación, se describe en detalle los resultados encontrados:

**Primera dimensión: Establecimiento estrategias, compromiso gerencial, y metodología de implementación.**

El compromiso gerencial, el cumplimiento de las estrategias y la metodología en la implementación tiene una mediana de 1, lo cual, en la escala establecida significa que aproximadamente el 50% de las calificaciones estuvieron por debajo de 1.

Esta dimensión obtuvo una moda 0 (41.87%). El 69.51% de las calificaciones fueron 0 y 1, es decir, nunca y raras veces las organizaciones consultadas definen y/o cumplen una estrategia.

Tener claro para donde se va, que se quiere lograr y como se va a conseguir los objetivos es el primer paso para resolver los problemas y crear un futuro menos incierto. Definir y priorizar las actividades que aportan valor e impactan el negocio es lo que realmente importa. La carencia de una estrategia definida lleva a tomar decisiones erróneas en búsqueda de algo desconocido.

Por lo general los empresarios se esfuerzan en el día a día, sin tener en cuenta el establecimiento de un plan para el futuro, siendo reactivos y actuando de acuerdo a los cambios del entorno competitivo. Lo anterior se ve reflejado en los resultados del presente estudio: raras veces las organizaciones encuestadas plantean la estrategia a través de una herramienta de soporte como el cuadro de mando integral. En esta variable el 66.67% de las respuestas de los encuestados fue nunca (4) las estrategias se plantean mediante un cuadro de mando integral (Balanced Scorecard) u otra herramienta de planeación estratégica.

Si bien plasmar la estrategia a través de un cuadro de mando integral no es imperativo, el despliegue de políticas para cumplir con la estrategia si es obligatorio. Precisamente uno de los primeros pasos en la implementación del LSS es la definición de la estrategia a través del *Hoshin Kanri* el cual es un método basado en la cooperación de toda la empresa para alcanzar los objetivos estratégicos a largo plazo. Alinear los objetivos generales de la

---

empresa y los planes estratégicos a largo plazo con la excelencia operacional garantiza el éxito en la implementación del LSS.

El cumplimiento de la estrategia depende del compromiso y la gestión gerencial. El problema no radica en la definición de un plan estratégico sino en el cumplimiento de lo pactado.

La mediana para la variable “planteamiento de una visión a largo plazo para la organización” en las empresas 1,2,4,5 y 6 es de 1, con una moda de 1, es decir, mayormente entre nunca y raras veces la alta dirección establece objetivos y una visión que marque el derrotero organizacional.

En la empresa número tres donde se registra los mejores resultados en la implementación del LSS, siempre se plantea una visión a largo plazo por parte de la gerencia general. El compromiso de la alta dirección y la vinculación del *Six Sigma* con la estrategia empresarial son los factores críticos de éxito de mayor prioridad, tanto para las pequeñas y medianas empresas como para las grandes organizaciones (Stankalla, et al. 2018).

La variable número 13 “se evidencia toma de decisiones reactivas por parte de la gerencia general” obtuvo una mediana de 3 (casi siempre). El cluster número uno, o grupo de empresas conformado por los encuestados uno, dos y seis obtuvo una mediana y moda de 4 (siempre) para esta variable. Este cluster considera el éxito en la implementación como “poco exitoso” (ver tabla número 11 Caracterización de empresas consultadas). Por el contrario, la empresa número tres donde se considera que la implementación del LSS ha sido medianamente exitosa registra que algunas veces se evidencia toma de decisiones reactivas por parte de la gerencia general. De igual manera, la empresa número tres afirma que casi siempre se despliegan políticas que permiten el cumplimiento de la estrategia en la organización.

En cuanto a la metodología de la implementación del LSS en la organización número tres donde la implementación ha sido medianamente exitosa, siempre se ha informado todos los beneficios del LSS, existe conocimiento en la metodología *Lean Six Sigma* por parte de las directivas, con frecuencia existe claridad en las etapas de implementación y las directivas reciben entrenamiento para una efectiva implementación de las iniciativas, el

---

gerente algunas veces desarrolla proyectos de mejoramiento y siempre la gerencia general muestra compromiso con la implementación del LSS.

Los anteriores resultados contrastan con las respuestas del grupo número uno (empresas 1, 2 y 6) donde la sensación de éxito en la implementación es poco exitosa. En estas organizaciones raras veces se ha informado todos los beneficios del LSS (mediana de 1), raras veces existe conocimiento en la metodología LSS por parte de las directivas, no existe claridad en las etapas de implementación, raras veces las directivas reciben entrenamiento para una efectiva implementación de las iniciativas LSS, el gerente nunca desarrolla proyectos de mejoramiento y algunas veces la gerencia general muestra compromiso con la implementación del LSS (mediana de 2).

La ausencia de estrategia se refleja en la gestión y calidad de los procesos. La empresa número tres donde la implementación del LSS ha sido medianamente exitosa, con frecuencia establece cronograma de implementación de los proyectos. En contraste, las empresas restantes nunca definen un cronograma, mostrando improvisación y resultados deficientes.

### **Segunda dimensión: Recopilación, análisis de datos y resultados obtenidos**

La recopilación, análisis de datos y resultados obtenidos tiene una mediana de 2, lo cual, significa que aproximadamente el 50% de las respuestas estuvieron por debajo de 2.

Esta dimensión obtuvo una moda de 2 (34.68%). El 31.98% de las respuestas advierten que entre nunca y raras las organizaciones consultadas gestionan y analizan datos. El 34.68% de las respuestas advierten que algunas veces las organizaciones consultadas gestionan y analizan datos. El restante 33.33% de las respuestas sobre prácticas de clase mundial para la recopilación y análisis de datos se encuentra entre casi siempre y siempre.

La variable número 88 “las decisiones que se toman en la organización se basan en cifras, hechos y datos” obtiene una mediana de 3 (casi siempre), evidenciando que las decisiones tomadas en las empresas son muchas veces reactivas y se fundamentan quizá más en la experiencia que en el análisis de datos. De igual manera, la moda de 3 corrobora lo anterior.

El resultado de la variable número 86 “los datos de los procesos administrativos y operacionales son recopilados de forma diaria” muestra que casi siempre se recolectan datos todos los días (mediana y moda de 3). Cuando una organización maximiza el valor de los datos, los empleados aumentan la capacidad de toma de decisiones disminuyendo los errores y las pérdidas. Contar con datos fiables e inmediatos permite resolver problemas antes que se propaguen disminuyendo la no calidad y aumentando la productividad.

La definición de un plan estratégico con indicadores por proceso y frecuencia de medición obliga a las organizaciones a diseñar un esquema de recolección y seguimiento de datos e indicadores. Raras veces las estrategias se plantean mediante un cuadro de mando integral (Balanced Scorecard) u otra herramienta de planeación estratégica (mediana y moda de 0 para la variable 4).

No basta que frecuentemente se identifiquen y se describan cada uno de los procesos (mediana y moda de 3 para la variable 23) si los mismos no están alineados con una estrategia. Es común ver organizaciones con documentación robusta de sus procesos, pero desconectados de la estrategia, actuando de forma independiente y buscando objetivos particulares y no comunes.

Es interesante observar como nunca la gerencia general dedica varias horas a la semana al contacto directo de la operación (media de 0.50 a la variable 109). Ir y observar permite entender profundamente la situación; ir donde está el problema para entenderlo, localizar la causa raíz y resolverlo es uno de los principios del *Lean* o manufactura esbelta.

A fin de garantizar el éxito en la implementación del LSS la alta dirección debe dedicar tiempo a la solución de problemas desde la causa raíz para de esta forma entender de mejor manera toda la operación. Observar los problemas de forma directa da un mejor panorama del negocio, a diferencia de tomar decisiones con solo algunos datos recopilados por terceros. Es difícil contar con una cultura de recolección diaria de datos si las decisiones no se basan en datos.

A pesar que las organizaciones encuestadas presentan deficiencias en el proceso de implementación del LSS, se han registrado mejoras en algunos indicadores. Las empresas

1,2,4 y 6 algunas veces registran aumento en ventas y se mantienen en los niveles mejorados. La empresa número tres la cual califica de medianamente exitosa la implementación del LSS casi siempre registra aumento en las ventas.

De igual manera, algunas veces los costos unitarios han presentado disminución y se evidencia reducción en el tiempo entre la recepción de la orden y la entrega al cliente. Los inventarios con frecuencia han disminuido y se mantienen en los niveles esperados.

### **Tercera dimensión: Acompañamiento de expertos**

El bajo porcentaje de implementación de la filosofía *Six Sigma* se debe al desconocimiento de los resultados positivos en el aumento de la competitividad y productividad, la ausencia de profesionales capacitados y la nula investigación sobre el tema (Delgado y Díaz, 2010).

La mediana de 1.5 y la moda de 0 para la variable 32 (la academia y los gremios apoyan la implementación del *Lean Six Sigma*) muestra la gran necesidad de contar con mayor apoyo externo. Es poco frecuente que las empresas de consultoría participen en la implementación del *Lean Six Sigma*. La implementación de la filosofía exige un acompañamiento constante de expertos que hagan seguimiento y retroalimentación.

La mediana de 1 y la moda de 0 para la variable 55 “evidencia de efectividad en las consultorías recibidas” sugiere reforzar este aspecto. A lo anterior hay que agregar que algunas veces se cuenta con un experto LSS dedicado 100% a la implementación de la filosofía (mediana y moda de 2 para la variable 31).

Desarrollar líderes que comprendan a fondo el trabajo, vivan la filosofía y la enseñen a los demás es una de las premisas del LSS. Casi nunca la totalidad del personal se involucra con la implementación la filosofía (mediana de 1.50 y moda de 1 para la variable 98).

### **Cuarta dimensión: Participación de los empleados**

Desarrollar líderes que comprendan a fondo el trabajo, vivan la filosofía y la enseñen a los demás es una de las premisas del LSS. Algunas veces los empleados participan completamente en la implementación del LSS (mediana de 1.50 y moda de 1 para la

variable 98). La base de la implementación se encuentra en el talento humano porque son los empleados quienes consiguen las mejoras y las mantienen en el tiempo.

Raras veces los empleados generan ideas de mejoramiento (mediana y moda de 2 para la variable número 96). Tener personal competente e idóneo para la puesta en marcha del *Lean Six Sigma* no garantiza el éxito en la implementación. La participación de los empleados en las mejoras, aumenta la autoestima, consolida la identificación y el sentido de pertenencia con la empresa.

El conocimiento y despliegue de la metodología LSS recae sobre los mandos medios. El nivel directivo cuenta con poco conocimiento de la filosofía, debido a su escaso entrenamiento y compromiso. El nivel operativo quien finalmente es quien desarrolla los procesos de transformación algunas veces cuenta con conocimiento sobre el LSS. Las directivas entregan la responsabilidad a los mandos medios, quienes por falta de tiempo, recursos y datos no despliegan la filosofía al nivel operativo. El conocimiento por parte de las directivas tiene una moda de 1, en los mandos medios una moda de 2 y en el nivel operativo la moda es de 3.

La tabla número 16 muestra la relación de percepción de éxito en la implementación y los resultados obtenidos.

**Tabla 16. Mediana, moda por empresa y dimensión**

<b>1. Formulación de estrategias, compromiso gerencial y metodología de implementación.</b>	<b>Empresa 1</b>	<b>Empresa 2</b>	<b>Empresa 3</b>	<b>Empresa 4</b>	<b>Empresa 5</b>	<b>Empresa 6</b>
Suma	37	21	113	28	32	30
Mediana	1	0	3	0	0	1
Moda	0	0	2	0	0	0
<b>2. Recopilación y análisis de datos y resultados obtenidos</b>	<b>Empresa 1</b>	<b>Empresa 2</b>	<b>Empresa 3</b>	<b>Empresa 4</b>	<b>Empresa 5</b>	<b>Empresa 6</b>
Suma	75	62	88	66	25	113
Mediana	2,00	2,00	2,00	2,00	0,00	3,00
Moda	2,00	2,00	2,00	2,00	0,00	3,00
<b>3. Acompañamiento de expertos</b>	<b>Empresa 1</b>	<b>Empresa 2</b>	<b>Empresa 3</b>	<b>Empresa 4</b>	<b>Empresa 5</b>	<b>Empresa 6</b>
Suma	22	20	36	42	39	30
Mediana	1,00	0,00	2,00	3,00	2,50	2,00
Moda	0,00	0,00	2,00	4,00	2,00	2,00

4. Participación de los empleados	Empresa 1	Empresa 2	Empresa 3	Empresa 4	Empresa 5	Empresa 6
<b>Suma</b>	20	14	33	21	30	31
<b>Mediana</b>	2,00	1,00	3,00	2,00	2,50	3,00
<b>Moda</b>	2,00	1,00	2,00	2,00	3,00	3,00

**Fuente: Elaboración propia**

La empresa número tres donde la implementación ha sido catalogada como medianamente exitosa registra los mejores resultados en la dimensión de formulación de estrategias y participación de los empleados. La sumatoria indica la importancia que cada empresa le da a la dimensión.

El compromiso gerencial y la participación de los empleados que son los pilares del LSS no revisten mayor importancia en las organizaciones que catalogan como poco exitosa la implementación. En las organizaciones donde existe poco compromiso gerencial y deficiente participación de los empleados los resultados en la implementación del LSS son poco alentadores.

### **7.5. Diseño propuesta metodológica para la implementación de iniciativas *Lean Six Sigma* en las Pymes colombianas.**

Para implementar LSS con éxito en una pequeña o mediana empresa se deben tener en cuenta muchos aspectos y factores críticos, entre los cuales se tiene: la formulación de estrategias, el compromiso gerencial, la metodología de implementación, la recopilación y análisis de datos, el acompañamiento de expertos y la participación de los empleados.

Los anteriores factores fueron analizados para las empresas objeto de estudio de acuerdo a su nivel de implementación en cada organización y su incidencia en el correcto despliegue de la herramienta.

Para estructurar la metodología propuesta, primero se realizó una revisión de la bibliografía, con el fin de construir un marco de referencia sobre los factores críticos para implementar LSS. Posteriormente se utilizó un instrumento que permitió evaluar en las empresas el nivel de implementación de las herramientas sugeridas en el LSS. Con la



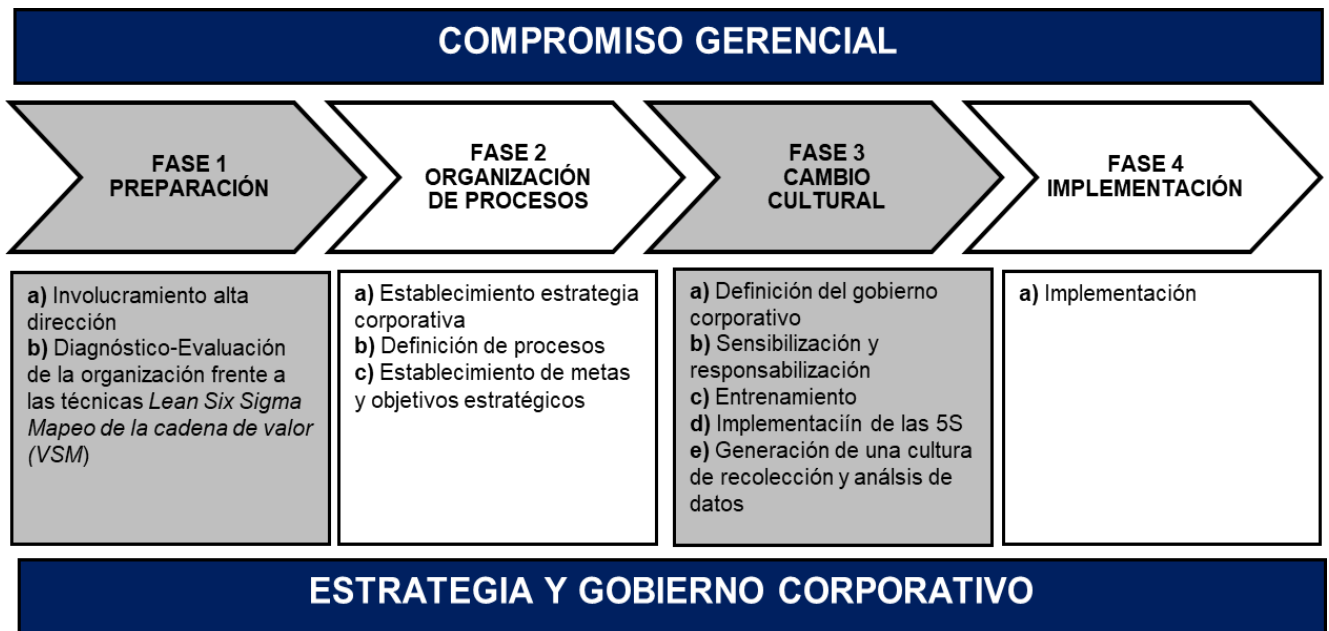
anterior evaluación, se analizó en qué medida las empresas objeto de estudio han desplegado de forma adecuada cada una de las 110 variables organizadas en 4 factores.

La propuesta metodológica tiene en cuenta la bibliografía y las falencias encontradas en las empresas consultadas, de tal forma que su estructuración se soporte en los factores claves de éxito en el despliegue LSS.

Varios autores sostienen que el LSS se puede implementar con éxito en cualquier organización, independientemente del tamaño de la empresa. Sin embargo, el despliegue original de la metodología no es aplicable para las MiPyme debido a las numerosas diferencias entre tamaños de organización. Por esta razón, muchos investigadores han estado destacando la necesidad de un marco estándar específico y una hoja de ruta con una guía clara sobre la implementación de LSS y SS en las MiPymes (Stankalla, et al. 2018).

La metodología de implementación propuesta se basa en cuatro fases las cuales se pueden observar en la figura número 13.

**Figura 13. Metodología de implementación propuesta del LSS para MiPymes.**



Fuente: Elaboración propia

---

La implementación del LSS debe ser parte de la estrategia. Si bien es cierto, que el talento humano es el fundamento del LSS, la decisión de su implementación y su sostenimiento debe estar fundamentada en la estrategia y el gobierno corporativo.

## **FASE 1. PREPARACIÓN**

En esta primera fase se deben emprender acciones que garanticen que la implementación del LSS tenga éxito y perdure en el tiempo. El involucramiento de la alta dirección y un acertado diagnóstico permitirán generar la línea base para el inicio del despliegue de la manufactura esbelta.

### **a) Involucramiento de la alta dirección**

El primer paso en la implementación es el involucramiento total de la alta dirección. Ser consciente de la necesidad de un cambio y que la organización necesita dar un giro en búsqueda de la productividad y competitividad es la primera decisión a tomar para desarrollar con éxito la metodología.

Se debe sensibilizar al empresario que seguir haciendo las cosas de la misma manera no generará cambios. El cambio requiere un cambio de mentalidad. Ser consiente que la forma tradicional de medir la productividad oculta los problemas e imposibilita generar plan que lleve a una verdadera competitividad.

La alta gerencia debe participar activamente en los entrenamientos y en el desarrollo de proyectos de mejoramiento. La alta gerencia cambiará de mentalidad en la medida que conozca de primera mano la operación, es decir, dedicar varias horas a la semana a entender y tener contacto con los problemas del día a día, de esta forma aumentará su motivación para generar un cambio verdadero.

### **b) Diagnóstico-Evaluación de la organización frente a las técnicas *Lean Six Sigma***

Posterior a la determinación de la necesidad de un cambio, el diagnóstico es el siguiente paso para realizar los cambios previos a la implementación del *Lean Six Sigma*. Mediante un acertado diagnóstico la organización puede compararse con empresas exitosas y así definir un plan de trabajo para disminuir las brechas. La herramienta de medición propuesta

en el presente estudio permite hacer una lista de chequeo sobre el nivel de implementación de prácticas de clase mundial.

En la tabla número 17 se relaciona algunos aspectos a tener en cuenta en el diagnóstico de la organización. Si bien el objetivo del presente documento no es desarrollar un modelo de cálculo del nivel de implementación ni de productividad, los aspectos mencionados a continuación son los mínimos que debe tener una organización para garantizar la supervivencia.

**Tabla 17. Característica a tener en cuenta en el diagnóstico previo a la implementación**

NVEL	PRÁCTICAS	NVEL	PRÁCTICAS
<b>ESTRATÉGICO</b>	Definición de visión, misión, valores corporativos, mega, políticas de calidad	<b>COSTOS</b>	Control de costos y márgenes de rentabilidad
	Definición de la estrategia	<b>CONTROL DE PROCESOS</b>	Forma de calcular la productividad
	Definición de proyectos a largo plazo		Cálculo de eficiencia y eficacia
	Frecuencia de reuniones gerenciales con el equipo de trabajo		Cálculo de productividad administrativa
	Alineación de las funciones del personal con la estrategia		Inventarios: Sistema de clasificación, rotación y valor
	Establecimiento de metas por proceso y por empleado		Tiempo de respuesta (Lead Time)
	Definición de perfiles de cargo alineados con la estrategia		Análisis de la cadena de valor
<b>PROCESOS</b>	Descripción y delimitación de procesos	<b>PRODUCCIÓN Y VENTAS</b>	Planeación realizada en conjunto entre producción y ventas
	Registro y análisis de datos		Cumplimiento del programa de producción y de ventas
	Uso de soporte tecnológico (ERP)		Generación y cumplimiento del plan de mercadeo y ventas
	Definición y calidad de los indicadores		Plan de compras basado en análisis de consumo y tiempos de respuesta
	Uso de estándares, especificaciones e instructivos		Análisis de márgenes de contribución por producto
	Orden y aseo		

Fuente: Elaboración propia

---

Al comparar el desempeño de las características de la tabla anterior en las empresas evaluadas frente a las empresas de clase mundial se tiene un mapeo que permite definir cronogramas de trabajo y entrenamiento, herramientas iniciales a implementar y participación de la alta gerencia. Mediante entrevista con la alta dirección y con los directores de proceso se hará un bosquejo de la situación actual de la empresa. No es una auditoría, es una entrevista con el fin de comparar las prácticas de la organización con empresas de clase mundial.

El objetivo es llevar al empresario a una autorreflexión sobre las prácticas de su compañía frente a las organizaciones con los más altos estándares de productividad. Como resultado del diagnóstico, se tendrá un panorama mucho más amplio el cual permitirá establecer el punto de partida y trazar la hora de ruta previo a la implementación.

### **Mapeo de la cadena de valor (VSM)**

Paralelo al diagnóstico empresarial se debe realizar el mapeo de la cadena de valor. No importa que tan productiva pueda parecer una organización, el análisis de la cadena de valor es obligatoria para toda organización. Para que la empresa se encamine hacia él LSS, se requiere conocer cuál es su situación actual. No se puede comenzar a trabajar en procesos de mejora si no se tiene claro el punto de partida, la forma de actuar, qué recursos son necesarios, etc.

El análisis de la cadena de valor, es una visión del negocio donde se muestra tanto el flujo de materiales como el flujo de información desde el proveedor hasta el cliente. Se trata de plasmar de una manera sencilla y visual, todas aquellas actividades que se realizan para obtener un producto para identificar cuales actividades son necesarias para transformar materiales e información en un producto terminado o en un servicio.

Al obtener el mapa de la cadena de valor, se pueden identificar las actividades que no aportan valor añadido al negocio, con el fin de eliminarlas y poder ser más eficientes (Rajadell y Sánchez, 2010, pág. 35). La cadena de valor es el conjunto de acciones (tanto las que agregan valor como las que no agregan valor) que se necesitan para mover un producto a través de los principales flujos esenciales para cada uno de ellos (Rother & Shook, 1999).

A modo de ejemplo práctico, el *lead time* o tiempo de respuesta de un pedido puede ser de 10 días desde la llegada de la petición del cliente hasta la entrega. Al hacer el análisis de la cadena de valor se puede encontrar que si el pedido se procesa inmediatamente llega, sin ninguna interrupción, espera, transporte, reproceso, inspección o retrabajo, este podría ser entregado en 3 días; es decir, las operaciones que agregan valor corresponden al 30% del total del tiempo empleado en la producción, el 70% son desperdicios u operaciones que no agregan valor. De este modo la organización debe enfocarse en el 70% de operaciones que afectan la productividad. Si la empresa pasa de un tiempo de entrega de 10 días a 8 días, será una empresa más productiva. No importa que tan rentable sea una operación, si las operaciones que no agregan valor afectan la productividad, estas deben eliminarse para aumentar la productividad.

## **FASE 2. ORGANIZACIÓN DE PROCESOS**

En esta segunda etapa la organización define su plan estratégico y delimita y estructura los procesos a la vez que plantea las metas y objetivos a alcanzar de acuerdo a sus proyecciones. La implementación del LSS debe estar cimentada sobre bases fuertes, y para ello las empresas deben organizar sus procesos.

### **a) Establecimiento de la estrategia corporativa**

Todo proyecto de cambio debe estar apalancado en la estrategia corporativa y en cumplimiento de la misión, visión, valores y políticas corporativas. La experiencia en sitio muestra que por más esfuerzos que realice el equipo de mejoramiento o de implementación LSS, si la estrategia de la empresa no está definida, no es clara, o aún más grave, no se toma en serio, todo el desarrollo del *Lean Six Sigma* está condenado al fracaso. La estrategia es el alma de toda organización y de ella depende el éxito o fracaso de la misma. La capacidad de ejecutar una estrategia es más importante que la calidad de la estrategia en sí (Kaplan & Norton, 2001).

Como se afirma en numerales anteriores, la productividad de las MiPymes colombianas es bastante deficiente, haciendo imperativo que la estrategia de las organizaciones esté basada en la excelencia operacional y en la mejora de los procesos. El Cuadro de Mando Integral o Balanced Scorecard (BSC) cuenta con cuatro perspectivas las cuales deben

---

estar cimentadas en la excelencia en los procesos y en objetivos a largo plazo, aún en sacrificio de utilidades a corto plazo. Estas cuatro perspectivas son: la perspectiva financiera, la perspectiva de cliente, la perspectiva de proceso interno y la perspectiva de capacidades estratégicas.

La **perspectiva financiera** describe los resultados tangibles de la estrategia en términos financieros tradicionales. Indicadores como la rentabilidad de la inversión, valor para los accionistas, crecimiento de los ingresos, costos unitarios, etc. permiten medir los resultados de las inversiones. La optimización de los procesos, la reducción de costos debido a la eliminación de desperdicios, menores inventarios y el aumento de la capacidad de producción llevarán a mejores indicadores en el área financiera.

Si la estrategia de la compañía está fundamentada en actividades de corto plazo, menores costos por reducción de nómina, compras en detrimento de los proveedores, etc., la filosofía LSS está condenada al fracaso. La filosofía LSS está diseñada para ser de largo plazo y sostenible en el tiempo. Estrategias cortoplacistas van en contravía de un modelo de excelencia operacional.

La **perspectiva de cliente** define la proposición de valor para los clientes objetivo. Si los clientes valoran la calidad y un corto tiempo de respuesta, la organización debe optimizar los procesos de entrega y de producción.

La **perspectiva de proceso interno** identifica los procesos que van a tener impacto en la parte financiera y de cumplimiento al cliente. Si se desea mejorar los indicadores de costos y competir con precio sin sacrificar las utilidades, los procesos más críticos deben ser optimizados con base en LSS.

Finalmente, la **perspectiva de capacidades estratégicas** identifica los activos intangibles que son más importantes para la estrategia. Los objetivos de esta perspectiva identifican qué trabajos (el capital humano), qué sistemas (el capital de información) y qué clase de clima (el capital organizativo) se requieren para apoyar los procesos de creación de valor. En esta perspectiva entran las necesidades de capacitación del personal en mejoramiento continuo, *Lean Manufacturing* y en *Six Sigma*.

**b) Definición de procesos**

Los procesos deben estar delimitados y su alcance debe estar definido. Saber dónde inicia y donde termina un proceso permite establecer responsables, métricas y metas. Al delimitar los procesos las funciones y responsabilidades serán establecidas de tal forma que se eliminen duplicidades y reprocesos, disminuyendo costos y estrés laboral.

**c) Establecimiento de metas y objetivos estratégicos**

Los objetivos de los procesos, las metas de cada colaborador y los indicadores deben estar en línea con el cumplimiento de las perspectivas de la estrategia. A fin de implementar de manera exitosa el LSS debe existir un proceso de alineación de las funciones a nivel gerencial, directivo y operativo que permita a la empresa lograr las metas planteadas en la estrategia, para ello se debe: desarrollar proyectos enfocados en el cumplimiento de la estrategia entre los líderes y los empleados y realizar evaluaciones de desempeño a los equipos de acuerdo a las metas estratégicas.

**FASE 3. CAMBIO CULTURAL**

En esta fase el cambio cultural ha empezado florecer. Los integrantes de la organización se comprometen al percibir el involucramiento de la alta dirección y al tener procesos claros y definidos. El clima laboral mejora porque los colaboradores empiezan a ser parte de las mejoras.

El cambio cultural debe fortalecerse sobre la disciplina, y para ello la implementación de las 5S juega un papel primordial. Procesos limpios y ordenados generan productividad y facilitan la generación de una cultura de recolección y análisis de datos.

**a) Definir el gobierno corporativo**

En Colombia más del 86 % de las empresas son familiares y generan alrededor del 65 % de los empleos del país, datos que muestran el papel fundamental que juegan este tipo de organizaciones en la economía nacional (Price Waterhouse Coopers, 2018).

El gobierno corporativo es un conjunto de reglas y conductas mediante las cuales se ejerce la administración y el control de las empresas. A través de este instrumento se

---

acepta por parte de la administración los derechos inalienables de los accionistas como propietarios de la empresa e implica asumir un compromiso con los valores, tener una conducta empresarial ética, y marcar una clara división entre los fondos personales y los de la empresa (Buitrago y Betancourt, 2013). Mediante el gobierno corporativo se regulan las relaciones entre los administradores y los accionistas.

Entre muchas consecuencias que se derivan de la falta de un gobierno corporativo, se encuentra que los accionistas dirigen las organizaciones como un negocio personal y no como una empresa, generando falta de consenso en las decisiones, duplicidad en las órdenes impartidas, ausencia de una estructura jerárquica con funciones y responsabilidades claras, resistencia al cambio, peleas internas que afectan el clima laboral, trato inequitativo e incluso ocultamiento de información a ciertos accionistas y consejeros de las empresas, falta de cumplimiento en el pago de obligaciones, falta de transparencia en la selección de proveedores, entre otros.

Dado lo anterior, la Superintendencia de Sociedades, la Cámara de Comercio de Bogotá y Confecámaras desarrollaron la Guía Colombiana de Gobierno Corporativo en el año 2009 con el objetivo que las empresas que la sigan fortalezcan la competitividad. De igual manera el Colegio de Estudios Superiores de Administración (CESA) ha desarrollado recomendaciones a la Guía Colombiana de Gobierno Corporativo para sociedades cerradas y de familia mediante la revisión de códigos internacionales que contemplan recomendaciones para la mejora de las prácticas en gobierno corporativo de empresas de capital cerrado.

La implementación del LSS debe estar sustentada sobre una estrategia, de tal forma que su puesta en marcha no dependa de la motivación de una única persona, sino que sea una decisión de la organización basada en una estructura definida mediante un gobierno corporativo. El LSS más allá de ser una herramienta de mejoramiento. Entre sus principios se encuentran el respeto a los socios y proveedores y la toma de decisiones despacio y por consenso, considerando con cuidado todas las opciones, por tal motivo previo a la implementación se debe establecer el Gobierno Corporativo.



## b) Sensibilización y responsabilización

Una vez se han establecido o redefinido los procesos con metas y objetivos, se debe iniciar el proceso del rompimiento de paradigmas establecidos, desaprender las malas prácticas y orientar a todo al personal hacia la excelencia operacional. Generar disciplina y cambio cultural es la meta, pero también el punto de partida a la hora de implementar *Lean Six Sigma*.

Urrutia Ayerdi (2014, p. 22) define la sensibilización como el “conjunto de acciones que pretende influir sobre las ideas, percepciones, estereotipos, conceptos de las personas y de los grupos para provocar un cambio de actitudes en nuestras prácticas sociales, individuales y colectivas”.

Urrutia considera que dentro de las características de la sensibilización, esta debe plantear un cambio a ser alcanzado de carácter intencional: es necesario definir un punto de partida y una meta. “Además, la transformación a ser lograda debe impactar no solo en las ideas o concepciones, sino que finalmente en las prácticas”. Ramírez Solórzano (2008, p. 15) define las actividades de sensibilización como “una actividad concientizadora que remueve las actitudes indiferentes a un problema social, propicia la acción y busca prejuicios a través de la reflexión y el conocimiento”.

Por medio de la sensibilización se llega a entender el corazón del mejoramiento continuo, el por qué y el para que se hacen las cosas. El éxito en los procesos de reconversión o implementación de mejoras es perdurable si los cambios se realizan de manera intencional; cuando la jefatura dice o induce al personal a realizar determinadas acciones se provocan modificaciones dentro del mismo sistema, es decir, un cambio con resultados no deseados: no se comprometen las personas.

Las acciones que realiza el personal deben nacer de su propia intensión, solo de esta forma las sienten como propias al ser sus autores intelectuales y materiales. Cuando los empleados conocen y entienden las razones de los cambios, de los altos costos, de la pérdida de mercado, de los bajos salarios y en general, de la baja productividad y competitividad, comprenderán el impacto de sus acciones.

Un empleado sensibilizado comprende que cada acción que realiza impacta negativamente o positivamente a la organización. Sensibilizar es una actividad concientizadora que remueve las actitudes indiferentes a un problema, propicia la acción y busca prejuicios a través de la reflexión y el conocimiento.

### **Responsabilización**

Cuando el empleado es sensibilizado, esto es, está en capacidad de remover las actitudes de indiferencia frente a los problemas, se procede a la responsabilización. La responsabilidad es la capacidad de medir el impacto que causan las actuaciones que se hacen, toda acción tiene una consecuencia. En los ambientes empresariales esta no es la excepción: un pedido mal tomado puede hacer perder una venta; un mal mantenimiento generará una parada de máquina llevando a un atraso en los pedidos; una compra errada generará sobrecostos; un empleado mal enfocado generará pérdida de productividad.

La responsabilización es diferente a buscar un culpable. A diferencia de la cultura occidental donde se buscan culpables, el LSS busca responsabilizar al empleado a través de una autorreflexión, donde se trata de identificar de manera clara cuáles fueron las fallas que se produjeron y de esta forma mejorar el proceso o producto.

El *hansei* es clave en el LSS: en el *hansei* japonés, cuando se hace algo mal, al principio se siente una gran tristeza, pero luego se debe crear un plan para el futuro para resolver ese problema y creer sinceramente que nunca se cometerá ese tipo de errores nuevamente. En Toyota, el concepto de *hansei* está firmemente arraigado en su gente. Un concepto simple, pero a veces difícil de implementar. En Occidente, la tendencia a la culpa o la estigmatización suele ser la consecuencia natural de los errores. Los japoneses, en cambio, sacan provecho de ellos a través de una serie de pasos sencillos: a) Reconocer el error b) determinar la causa raíz del problema subyacente c) Proveer medidas efectivas, acciones correctivas d) Empoderar a la gente para implementar esas acciones (Calidad Total, 2016).

Un empleado responsabilizado entenderá la importancia de la eliminación de los errores y asimilará mucho más fácil la filosofía LSS. Un empleado atemorizado será un empleado desmotivado e improductivo. El colombiano en general, no es una persona que asuma

responsabilidades. Desde la niñez se tiene la mala concepción que la inteligencia está asociada a pasar por encima de los demás. Muy diferente a un concepto *Lean Six Sigma* donde la base del mejoramiento y transformación organizacional es el trabajo en equipo. Romper paradigmas es lo primero antes de iniciar cualquier proceso de implementación, que el personal asimile que lo que se busca es la causa raíz del problema no un culpable.

### **c) Entrenamiento**

Las empresas que invierten en formación tienen más posibilidades de triunfar que aquellas que no invierten. El objetivo debe ser transformar a las personas en los activos de conocimiento en las áreas de análisis de causa raíz, la resolución de problemas innovadora y mejoras en los procesos para que puedan aportar valor a la organización (Añaguari, 2016).

El entrenamiento debe estar bien enfocado y planeado de acuerdo a los cargos, al nivel de educación, a la estructura y a la calidad y fuentes de recolección de datos. Si bien el objetivo del presente documento no es generar un modelo de entrenamiento del LSS, se muestra unas pautas a la hora de realizar entrenamientos LSS. La complejidad del entrenamiento depende del papel desempeñado dentro de la organización y de la formación profesional. Estructurar muy bien los planes de capacitación reducen la probabilidad de frustración entre los participantes.

Para la gerencia, directivas y jefes de departamento el entrenamiento debe ser robusto y fundamentado en un entrenamiento para cinturón negro: poseedor de un conocimiento teórico y práctico muy avanzado, capaz de desarrollar y proveer adiestramiento en LSS; es una persona experta en la metodología *Lean* y en herramientas estadísticas. Serán responsables de medir, analizar, mejorar y controlar los procesos fundamentales que influyen en la satisfacción del cliente o en el crecimiento de la productividad.

Los mandos intermedios deben ser entrenados inicialmente en formación para cinturón verde: tendrán un buen conocimiento de las herramientas y de la metodología, pero en una escala menor si se compara con un *Black Belt*. Pueden liderar proyectos o ser parte del equipo de trabajo en un proyecto *Black Belt*.

Los coordinadores y personal directo se deben entrenar en técnicas dirigidas a un cinturón amarillo: será un entrenamiento mucho menos robusto pero enfocado en crear una cultura de mejora continua.

Los horarios de entrenamiento y capacitación deben ser programados y respetados. Preferiblemente deben ser realizados fuera de la organización y con jornadas de entrenamiento y práctica. La clave para realizar tener éxito en los entrenamientos es capacitar en la parte teórica y hacer la práctica en el sitio de trabajo.

#### **d) Implementación de las 5´s**

La herramienta 5S es la aplicación sistemática de los principios de orden y limpieza en el puesto de trabajo que, de una manera menos formal y metodológica, ya existían dentro de los conceptos clásicos de organización de los medios de producción. El acrónimo corresponde a las iniciales en japonés de las cinco palabras que definen la herramienta y cuya fonética empieza por "S": *Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke*, que significan, respectivamente: eliminar lo innecesario, ordenar, limpiar e inspeccionar, estandarizar y crear hábito (Socconini,s.f., p. 36).

El objetivo de la metodología es generar disciplina a través del orden y la limpieza. La disciplina es muy importante y necesaria en el éxito de una nación La organización, más la limpieza, más la puntualidad traen consigo la disciplina (Kenji, 2015). La implementación del LSS tiene garantizado su éxito si en la organización está revestida de disciplina. Un personal disciplinado es un personal productivo. Saber cumplir con las tareas encomendadas, en el tiempo estipulado y con la calidad requerida son resultados de la disciplina.

#### **e) Generar una cultura de recolección y análisis diario de datos**

El punto de partida en la implementación es diferente para una empresa con sistemas robusto de recolección de información y para una empresa que solo trabaja con programas contables y hojas de cálculo.

El resultado del factor concerniente a la recopilación y análisis de datos en la herramienta de medición aplicada a las 6 empresas objeto de estudio tuvo una media de

1.93 sobre 4, ubicando el resultado como “algunas veces” en la escala de Likert, es decir, algunas veces se recopila y analiza información diaria en todos los procesos organizacionales. Cuando una empresa registra y analiza datos, se toman decisiones basadas en la generación de conocimiento, de tal forma que pueden orientar el servicio a sus clientes y así generar ventajas competitivas.

La generación de una cultura de toma y análisis de datos requiere de un cambio de paradigma, mostrando a los involucrados que las cifras miden el proceso y el problema por encima de la persona. Demostrar las ventajas que tiene el uso de los datos es un excelente inicio. Inicialmente no se requiere grandes y cuantiosos programas de computador para la recolección de datos, basta con la definición de los procesos y los objetivos estratégicos y tácticos. Con procesos claros se establece el plan de recolección de datos con frecuencia, responsable, tipo de dato y la clase de análisis.

Lo importante no es la cantidad sino la calidad. Se debe asegurar que los datos son fiables y están limpios de contaminación. Pocos datos, pero confiables garantizan análisis certeros y toma de decisiones acertadas. Una vez recolectado y analizados los datos se debe hacer seguimiento por lo menos una vez a la semana a los resultados obtenidos, de tal forma que los esfuerzos no se pierdan. Los datos deben ser recopilados en todos los niveles, desde el estratégico hasta el táctico y el operacional. Cuando los resultados son visibles el conjunto de la organización recibe un impulso enorme hacia la mejora continua.

#### **FASE 4. IMPLEMENTACIÓN**

La implementación va de la mano con la capacitación. La implementación es directamente proporcional al entrenamiento. No en todas las áreas ni procesos se puede implementar inicialmente herramientas robustas del LSS. La cantidad y calidad de los datos recopilados es una variable a tener en cuenta a la hora de la implementación. Si una organización posee una data confiable es mucho más fácil iniciar; pero por el contrario, y como es frecuente en las MiPymes colombianas, los datos son escasos, por lo cual, se hace necesario realizar una campaña de recolección y generación de una cultura de recopilación de datos diaria.

---

Las empresas de consultoría y entes gubernamentales brindan acompañamiento y asesorías en el despliegue del LSS, sin embargo, las horas que dedican a los proyectos son parciales, por lo tanto, se debe contar con un experto en la metodología dedicado de tiempo completo a la implementación. La persona dedicada 100% al despliegue de la metodología será encargado de realizar el grueso de los entrenamientos, además de impulsar en todos los niveles la realización y seguimiento a los proyectos de mejoramiento.

De igual forma la empresa debe vincularse con redes de entidades públicas, organismos multilaterales, gremios, centros de investigación, Cámara de Comercio o instituciones académicas con el fin de conseguir ayuda en todos los aspectos que implica la implementación de LSS.

La implementación depende del nivel de educación y formación de la empresa, que va en línea con el tamaño de la misma. Generalmente en las MiPymes se debe iniciar con herramientas sencillas, pero de gran impacto. En la presente investigación se presenta una lista de herramientas basadas en el cuerpo de conocimiento de la Asociación Internacional para la Certificación *Six Sigma* IASSC (*International Association for Six Sigma Certification*, por sus siglas en inglés) las cuales deben ser utilizadas de acuerdo al tamaño de la organización.

La aplicación de herramientas por tamaño de la empresa se muestra en las tablas número 18,19,20 y 21 y su propuesta se basa principalmente en la experiencia del autor del presente trabajo.

Tabla 18. Herramientas del *Six Sigma* a utilizar por tamaño de empresa en las fases introducción, definir y medir.

HERRAMIENTAS LSS	MICRO	PEQUEÑA	MEDIANA	GRANDE
Los 8 desperdicios	X	X	X	X
Roles y Responsabilidades	X	X	X	X
Calculando el Impacto Financiero de <i>Six Sigma</i>	X	X	X	X
Criterios Para la selección de un Proyecto <i>Six Sigma</i>	X	X	X	X
El método DIMAIC en <i>Six Sigma</i>	X	X	X	X
Fase Definir	MICRO	PEQUEÑA	MEDIANA	GRANDE
Alcance del Proyecto	X	X	X	X
La voz del cliente (VOC)	X	X	X	X
QFD (Traducir los requisitos del cliente en los requisitos técnicos)	X	X	X	X
<i>Project Charter</i> (Carta de proyecto)			X	X
Mapeo de la cadena de valor (VSM)	X	X	X	X
Matriz de Viabilidad de Proyecto			X	X
Análisis de Riesgo			X	X
Trabajo en equipo	X	X	X	X
Fase Medir	MICRO	PEQUEÑA	MEDIANA	GRANDE
Plan de Recolección de datos	X	X	X	X
Estudio R&R			X	X
Variación	X	X	X	X
<i>Rolled Throughput Yield</i> (índice de desempeño operacional)	X	X	X	X
Estadística Básica	X	X	X	X
Normalidad de los datos/Prueba de Normalidad	X	X	X	X
Diagrama de Probabilidad Normal	X	X	X	X
Capacidad del Proceso Nivel Sigma	X	X	X	X

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19. Herramientas del *Six Sigma* a utilizar por tamaño de empresa en la fase analizar.

FASE ANALIZAR	MICRO	PEQUEÑA	MEDIANA	GRANDE
Estadística Descriptiva	X	X	X	X
Análisis Causa Raíz	X	X	X	X
Diagrama de Pareto	X	X	X	X
Histograma	X	X	X	X
Análisis Gráfico y <i>Tally Sheets</i>	X	X	X	X
Diagrama de Puntos	X	X	X	X
Run Chart (Gráficos de corridas)			X	X
Diagrama de Caja ( <i>BoxPlot</i> )	X	X	X	X
Gráfico de dispersión ( <i>Scatter plot</i> )	X	X	X	X
Regresión De Mínimos Cuadrados			X	X
Regresión Avanzada				X
Gráfica de Línea Ajustada				X
Gráfica Multi-Var				X
Prueba de Hipótesis				X
Prueba T				X
Pruebas 1 Z				X
Pruebas 1 T				X
Pruebas 2 T				X
Anova (Análisis de Varianza)				X
Anova Dos Factores				X
Chi Cuadrado				X
Regresión Múltiple				X
Prueba 1 De Proporción				X
Prueba 1 Varianza				X
Distribución No Normal de los datos				X
Identificación de Distribución y Transformación de Datos				X
Transformación de Jhonson				X
Análisis de Datos No Paramétricos				X
Prueba de Signo para 1 Muestra				X
Prueba Wilcoxon de 1 Muestra				X
Prueba de Mann Whitney				X
Prueba de Kruskal-Wallis				X
Prueba de Corridas				X
Capacidad del proceso con datos No Paramétricos				X
Capacidad datos No Normales				X
Capacidad Binomial-Poisson				X
Confiabilidad y Estudios Weibull				X

Fuente: Elaboración propia



Tabla 20. Herramientas del *Six Sigma* a utilizar por tamaño de empresa en la fase mejorar.

Fase Mejorar	MICRO	PEQUEÑA	MEDIANA	GRANDE
Las 5 s	X	X	X	X
Control visual	X	X	X	X
Toma de decisiones por consenso ( <i>Nema Washi</i> )	X	X	X	X
Compartir las mejoras prácticas entre los procesos ( <i>Yokoten</i> )	X	X	X	X
Comunicación es eficaz entre todos los procesos ( <i>Hourensou</i> )	X	X	X	X
Análisis 8D	X	X	X	X
Instrucciones de Operación estándar	X	X	X	X
OEE (Eficiencia global del equipo)	X	X	X	X
Flujo ininterrumpido-Lote de transferencia de una sola unidad	X	X	X	X
Tiempo de ciclo	X	X	X	X
<i>Tack Time</i>	X	X	X	X
Análisis de Modo y Efecto de Fallas (AMEF)	X	X	X	X
<i>Jidoka</i> (Automatización)	X	X	X	X
Dispositivos a prueba de error ( <i>Poya Yoke</i> )	X	X	X	X
<i>SMED</i>			X	X
<i>Kaizen</i>	X	X	X	X
Pull-Entregas ajustadas a la demanda			X	X
<i>Kanban</i>			X	X
Balances de producción			X	X
Células de manufactura			X	X
Flexibilidad en el flujo de producción- <i>Shojinka</i>			X	X
Formación polivalente			X	X
Nivelación de la producción- <i>Heijunka</i>			X	X
<i>Lean Office</i>	X	X	X	X
Introducción a Diseño de experimentos				X
DOE Factorial Completo				X
DOE Factorial Fraccional				X
Introducción al optimizador de respuestas				X
Optimización Avanzada				X
Gráficas Factoriales				X
Análisis Costo-Beneficio	X	X	X	X
Tamaño de la muestra		X	X	X

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Herramientas del *Six Sigma* a utilizar por tamaño de empresa en la fase controlar.

Fase Controlar	MICRO	PEQUEÑA	MEDIANA	GRANDE
Planes de Control	X	X	X	X
<i>Capability Sixpack</i> (Seis gráficas en una)			X	X
Comparación de la Capacidad (Antes y después)	X	X	X	X
Tolerancia Estadística	X	X	X	X
Matriz de Causa y efecto	X	X	X	X
Control Estadístico del Proceso	X	X	X	X
CUSUM				X
EWMA				X
ARIMA				X
Evaluación numérica de Métricos				X

Fuente: Elaboración propia

Se recomienda aplicar herramientas de acuerdo al tamaño de la organización, la definición de una estrategia corporativa, la cultura de recolección de datos, el diseño estructurado de los procesos, el uso de ERP y la definición de perfiles de cargo, entre otras variables. Por lo general, se encuentra mayor madurez a medida que el tamaño de la organización aumenta. No hay ninguna duda de que las grandes empresas son más productivas en parte, porque hacen más inversión, lo que les brinda mayor acceso a la tecnología, los empleados trabajan en la formalidad y generan por lo tanto un mayor sentido de pertenencia (Productividad de las empresas, afectada por la ineficiencia, 2018).

Herramientas específicas como la estadística inferencial (pruebas de hipótesis: pruebas de 1T, 1Z, Anova, Chi cuadrada), SMED, células de manufactura, diseño de experimentos, cartas de control *CUSUM* y *EWMA* solo son recomendables para grandes organizaciones, dada la complejidad, el esfuerzo para la implementación y la necesidad de personal calificado.

Trabajar de acuerdo a la demanda, es decir, trabajar bajo un sistema pull es viable para mediana y grandes empresas; hacerlo en micro y pequeñas empresas no tendría éxito, por la poca madurez en cuanto a reuniones de tipo gerencial, manejo de inventarios y disciplina del personal.

Herramientas como el análisis de desperdicios, conocer los deseos del cliente (*VOC* y *QFD*), el mapeo de la cadena de valor, planes de recolección de datos, conocer la variación

---

de los procesos, las siete herramientas básicas para el análisis de calidad (diagrama de Pareto, diagrama de flujo, diagrama causa efecto, hojas de chequeo, histogramas, gráficos de control y diagramas de dispersión), el control visual, el análisis 8D, los dispositivos a pruebas de error, el trabajo en equipo (*Nema Washi*, *Yokoten* y *Hourensou*) tienen gran potencial en las micros y pequeñas empresas.

## 8. Discusión de resultados

Cuatro factores pueden representar el modelo un 96.32% del problema original (los 4 factores explican el 96.32 % de la varianza) y se definieron como: 1) formulación de estrategias, compromiso gerencial y metodología de implementación 2) recopilación y análisis de datos y resultados obtenidos 3) acompañamiento de expertos y 4) participación de los empleados. Los cuatro factores identificados sirven de base metodológica para las organizaciones que desean implementar el LSS.

Los resultados para factor o dimensión son:

### **Formulación de estrategias, compromiso gerencial y metodología de implementación:**

La definición de una estrategia es la base para el éxito en la implementación del LSS. La organización encuestada que tiene una percepción de la implementación de medianamente exitosa, siempre plantea una visión a largo plazo y despliega metas estratégicas a toda la organización. De igual manera, con frecuencia las estrategias definidas para la compañía son claras y se cumplen, casi siempre se despliegan políticas que permiten el cumplimiento de objetivos y existe coherencia entre las decisiones gerenciales con la visión y misión corporativa.

La organización debe alinear los objetivos del LSS con los objetivos estratégicos de la empresa. El compromiso de la alta dirección y el enlazar el LSS con la estrategia empresarial, son los factores críticos de éxito de mayor prioridad para las pequeñas y medianas empresas (Stankalla, et al. 2018). Las empresas que calificaron como poco exitosa la implementación del LSS obtuvieron una mediana de 1 (cluster conformado por las empresas 1,2 y 6) y 0 (cluster conformado por las empresas 4 y 5) en las respuestas al cuestionario sobre las mejores prácticas en cuanto el establecimiento de estrategias

corporativas; por el contrario, la empresa con mejores resultados obtuvo una mediana de 3 para este factor.

En la empresa encuestada con una implementación medianamente exitosa, siempre las directivas tienen conocimiento en la metodología, muestran compromiso con la implementación del *Lean Six Sigma* y existe coherencia entre lo planeado y lo ejecutado. Lo anterior evidencia que el compromiso gerencial juega un papel vital a la hora de conseguir resultados positivos en el despliegue; en las restantes empresas nunca (mediana de 0) existe coherencia entre lo planeado y ejecutado y algunas veces las directivas muestran compromiso con la metodología LSS. El 66.67% de las respuestas sobre coherencia entre lo planeado y ejecutado fue que nunca existe coherencia.

El liderazgo exitoso puede establecer una cultura organizacional que acelere la implementación del *Lean Six Sigma* (Taylor & Wright, 2003, citados por Laureani & Antony, 2018). Oropesa et al. (2015) destaca que el compromiso gerencial tiene un efecto directo positivo sobre los beneficios económicos para la empresa, en la gestión del recurso humano y sobre la formación de equipos de trabajo.

### **Recopilación, análisis de datos y resultados obtenidos**

Resulta interesante observar cómo las empresas con poco éxito en la implementación del LSS, casi siempre recolectan datos administrativos y operacionales de forma diaria, sin embargo, algunas veces describen los datos mediante medidas de resumen en tablas o gráficos (estadística descriptiva), mostrando que la recolección de datos sin análisis no permite el desarrollo de mejoras en los procesos, ocasionando desánimo y poco afianzamiento de las herramientas utilizadas.

Si los indicadores no se atienden a tiempo, se causan enormes retrasos en la implantación LSS independiente de la herramienta que se estuviera utilizando (León et al., 2017).

Las empresas consultadas casi siempre identifican y describen cada uno de los procesos, pero raras veces identifican cuáles son los desperdicios de cada proceso. El 50% de los encuestados lo hace casi siempre y el 33% siempre lo hace. El desperdicio impide la generación de valor, incrementa el tiempo de respuesta y resta competitividad.

---

### **Acompañamiento de expertos**

El acompañamiento de expertos juega un papel importante en el desarrollo del LSS. Las empresas deben contar con personal experto dedicado al cien por ciento en el despliegue de la filosofía. El 50% de las empresas consultadas nunca ha evidenciado efectividad en las consultorías recibidas y ninguna organización siempre tiene un experto *Lean Six Sigma* dedicado 100% a la implementación de la filosofía.

Solo dos empresas han recibido acompañamiento del Gobierno Nacional en el mejoramiento de la productividad a través de herramientas de mejoramiento continuo, sin embargo, este acompañamiento es temporal y no se define un líder de tiempo completo en las organizaciones para su implementación.

Los expertos externos deben hacer equipo con los líderes *Lean* propios de la empresa, para asegurarse que la responsabilidad por la ejecución de las iniciativas sea desarrollada por los empleados Cardona (2013).

### **Participación de los empleados**

Los empleados son quienes conocen los procesos y están en capacidad de identificar los desperdicios y oportunidades de mejora. La participación de los empleados genera una cultura de mejoramiento, fomenta el trabajo en equipo y mejora el clima laboral. Cardona (2013) destaca la importancia del personal que participa en los proyectos de desarrollo de *Lean* como eje central de su implementación, incluyendo a la alta dirección, mandos medios, ingenieros y operarios.

Uno de los 14 principios de la filosofía es el trabajo en equipo por medio del cual se resuelven en conjunto y se llega a consensos a fin de establecer los estándares que permitan el desarrollo de los procesos en forma estable o sin variación.

En las empresas consultadas raras veces el total de los empleados se involucra en la implementación del LSS (50% de las organizaciones). De un total de 701 empleados pertenecientes a las empresas entrevistadas, solo 210 han participado en la implementación del LSS, esto es el 30%.

### Contraste de hipótesis

Establecer los principales factores que inciden en la implementación del LSS, permitirá un correcto despliegue en las MiPymes consultadas, es la hipótesis planteada en esta investigación.

La tabla número 12 muestra la relación entre los resultados arrojados por el instrumento de medición y la percepción de éxito.

**Tabla 22. Resultados por empresa y percepción de éxito en la implementación LSS (mediana)**

	EMPRESA 1	EMPRESA 2	EMPRESA 6	EMPRESA 3	EMPRESA 4	EMPRESA 5
	Cluster 1			Cluster 2	Cluster 3	
Estado de la implementación	En construcción	En construcción	En construcción	En construcción	En construcción	En construcción
Éxito en la implementación	Poco exitoso	Poco exitoso	Poco exitoso	Medianamente exitoso	Poco exitoso	Poco exitoso
Formulación de estrategias, compromiso gerencial y metodología de implementación.	1,00	0,00	1,00	3,00	0,00	0,00
	1,00			3,00	0,00	
Recopilación y análisis de datos y resultados obtenidos	2,00	2,00	3,00	2,00	2,00	0,00
	2,00			2,00	1,00	
Acompañamiento de expertos	1,00	0,00	2,00	2,00	3,00	2,50
	1,50			2,00	3,00	
Participación de los empleados	2,00	1,00	3,00	3,00	2,00	2,50
	2,00			3,00	3,00	

**Fuente:** Elaboración propia

La empresa número tres donde la implementación LSS ha sido catalogada como medianamente exitosa, la mediana obtiene un valor de 3 para la dimensión participación de los empleados y para la formulación de estrategias gerenciales. Sin embargo, la dimensión acompañamiento de expertos tiene una mediana de 2 (38% de las respuestas a las 16 variables que componen la dimensión fueron de 2 o algunas veces), lo cual quizá limita los resultados de una adecuada implementación.

Con los resultados obtenidos y las fuentes consultadas se puede concluir que desconocer la importancia del desarrollo de un plan estratégico, la carencia de recolección y análisis de datos, el deficiente acompañamiento por parte de expertos y la poca

---

participación de los empleados en el LSS, limitan una correcta implementación del *Lean Six Sigma*.

Los resultados obtenidos en el desarrollo de la herramienta de medición del nivel LSS de la empresa número tres, muestra que el uso correcto de las herramientas LSS y la planeación estratégica están relacionadas con el éxito en la implementación.

En este caso, con frecuencia las estrategias de la compañía se cumplen, siempre se calcula el nivel de productividad y competitividad y algunas veces se evidencia toma decisiones reactivas por parte de la gerencia general.

No se puede aceptar concluyentemente que la generación de una adecuada guía metodológica de implementación del LSS en las MiPymes seleccionadas llevará al aumento de la productividad y competitividad empresarial en estas organizaciones, lo anterior teniendo en cuenta que para aceptar esta afirmación se hace necesario la implementación de la guía metodológica propuesta y medir los resultados.

Sin embargo, mediante el recorrido por investigaciones similares, se puede inferir que la correcta implementación del LSS en las MiPymes colombianas llevará al aumento de la productividad y competitividad empresarial.

### **Concordancia de la investigación con otras publicaciones.**

Los resultados de la presente investigación concuerdan con los hallazgos encontrados en algunas investigaciones previas. León et al., (2017) encontró que el compromiso del liderazgo, el cuidadoso diseño de indicadores y su seguimiento y el entrenamiento en la filosofía y operación, son esenciales a la hora de realizar la implementación. El acompañamiento de expertos es una variable a tener en cuenta para el éxito del LSS.

Oropesa et. al. (2015) encontró tres factores claves a la hora de implementar el Kaizen (mejoramiento continuo): compromiso gerencial, formación, recursos humanos. García, González y Meza (2012) identificaron cinco factores de éxito asociados al Kaizen: planeación gerencial, enfoque de mejoramiento, metodología de implementación, mentalidad en pro del bienestar y objetividad.



En la investigación desarrollada por Stankalla, et al. (2018) basada en siete artículos de seis países (Reino Unido, India, Italia, Kenia, Países Bajos y Malasia) sobre los factores críticos de éxito que condicionan el éxito de la implementación de Lean Six Sigma y Six Sigma en la fabricación de pequeñas y medianas empresas, se concluyó que el compromiso de la alta dirección y la vinculación del *Six Sigma* con la estrategia empresarial son los factores críticos de éxito de mayor prioridad.

Más de la mitad de los factores de éxito se relacionan en al menos cinco artículos: compromiso de gestión, cambio cultural, educación y capacitación, vinculación con la estrategia comercial y clientes, vinculación con recursos humanos, comprensión de las herramientas, habilidades de gestión de proyectos, priorización y habilidades de proyectos e infraestructura organizacional.

Ballesteros (2008) desarrolla una sencilla guía para su implementación: definir valor, identificar el mapa de valor, establecer secuencias de productos, dejar que el cliente jale el producto y alcanzar la excelencia. Esta guía desarrollada carece de los elementos previos que garanticen el éxito en la implementación; su sugiere su desarrollo en etapas posteriores a la definición de una estrategia y a la concientización del personal.

La presente investigación y las previas, concuerdan en el compromiso gerencial y el factor humano como factores de éxito a la hora de implementar el LSS.

La mayoría de las investigaciones citadas destacan el entrenamiento en la metodología LSS como factor de éxito en la implementación del LSS. Si bien en la herramienta de medición utilizada en esta investigación se valida el factor de entrenamiento, los resultados finales no lo destacan como un factor crítico de éxito. El entrenamiento es una variable importante a la hora de implementar la metodología, sin embargo, el compromiso gerencial y la participación de los empleados tienen un mayor peso. Poco aporta un entrenamiento extenso si el despliegue del LSS no hace parte de la estrategia.

Cardona (2013) realiza una propuesta de modelo para la implementación de técnicas *Lean Manufacturing* en empresas editoriales. El modelo se basa en 4 etapas: identificación del perfil de la empresa, diagnóstico, evaluación de la empresa frente a las técnicas *Lean Manufacturing* y aplicación de las técnicas *Lean Manufacturing* con miras a la mejora de

---

proceso. A diferencia del presente estudio, Cardona realiza la aplicación de la metodología propuesta obteniendo resultados positivos.

Felizzola y Luna (2014) proponen una metodología para la implementación para PYMES. La metodología está compuesta de cuatro fases: la primera establece los factores claves en los cuales las PYMES deben prepararse para implementar LSS; la segunda plantea la identificación de focos de mejora y definición de proyectos; la tercera corresponde a la ejecución de los proyectos priorizados; y la cuarta la evaluación de los resultados obtenidos. Esta metodología concuerda con el enfoque metodológico propuesto en el presente estudio, en la necesidad de iniciar el despliegue del LSS con el compromiso de la dirección y la alineación estratégica.

Las metodologías de implementación no mencionan la definición del gobierno corporativo (carente en la mayoría de MiPymes) y la sensibilización y responsabilización del personal. La novedad de esta investigación radica en la precisamente en el desarrollo de una guía de implementación teniendo en cuenta los anteriores aspectos. También resulta novedosa la propuesta de la utilización de las herramientas LSS teniendo en cuenta el tamaño de las MiPymes colombiana.

### **Limitantes y recomendaciones**

Dentro de las limitantes para el desarrollo del presente trabajo se encuentra la falta de disponibilidad de las empresas para entregar información y diligenciar la herramienta, así como la poca publicación de estudios recientes sobre los factores de éxito y fracaso en la implementación del LSS.

Se recomienda para investigaciones posteriores relacionadas con el tema de investigación, ampliar la muestra de las empresas consultadas, sin embargo, teniendo en cuenta que las empresas entrevistadas corresponden a las organizaciones tradicionales, se puede confiar en los resultados obtenidos.

De igual manera, se recomienda profundizar en el análisis estadístico mediante análisis de correlación y estadística inferencial. También es pertinente aplicar la propuesta de implementación y comparar los resultados posteriores.

## 9. Conclusiones

A través de esta investigación se pudo constatar y validar los marcos conceptuales y metodológicos del LSS, que bien implementados generan beneficios tangibles a las organizaciones.

Los principales factores encontrados para una correcta implementación del LSS en algunas pequeñas y medianas empresas colombianas son: primero, la formulación de estrategias, el compromiso gerencial y la metodología de implementación, segundo, la recopilación y análisis de datos y resultados obtenidos, tercero, el acompañamiento de expertos en el despliegue LSS y cuarto, la participación de los empleados en la implementación de la filosofía.

La investigación ha demostrado que la hipótesis de establecer los principales factores que inciden en la implementación del LSS, permitirá un correcto despliegue en las MiPymes. Los resultados de la revisión de literatura implican que los factores anteriormente mencionados, entre otros, son variables críticas para el éxito en la implementación del LSS. El no desarrollar e incorporar estos factores críticos puede ser la diferencia entre el éxito o fracaso en la implementación.

No se puede aceptar concluyentemente que la generación de una adecuada guía metodológica de implementación del LSS en las MiPymes seleccionadas permite la perdurabilidad de la filosofía en estas organizaciones., lo anterior teniendo en cuenta que para aceptar esta afirmación se hace necesario la implementación de la guía metodológica propuesta y medir los resultados. Sin embargo, los resultados y la literatura consultada sugieren inferir que una correcta implementación termina en el aumento de la productividad y por tanto en su permanencia en el largo plazo.

El compromiso de la alta dirección y el enlazar el LSS con la estrategia empresarial, son los factores críticos de éxito de mayor prioridad para las pequeñas y medianas empresas

---

(Stankalla, et al. 2018). Los resultados obtenidos en el presente estudio lo corroboran. Las empresas que calificaron como poco exitosa la implementación del LSS obtuvieron medianas de 0 y 1, lo que significa que nunca y raras veces desarrollan prácticas de clase mundial en cuanto el establecimiento de estrategias corporativas; por el contrario, la empresa número tres que arrojó los mejores resultados, obtuvo una mediana de 3 para este factor (el 71% de las respuestas son de algunas veces y casi siempre).

Si los indicadores no se atienden a tiempo, se causan enormes retrasos en la implantación LSS independiente de la herramienta que se estuviera utilizando (León et al., 2017). Las empresas consultadas con poco éxito en la implementación del LSS, casi siempre recolectan datos administrativos y operacionales de forma diaria, sin embargo, algunas veces describen los datos mediante medidas de resumen en tablas o gráficos (estadística descriptiva), mostrando que la recolección de datos sin análisis no permite el desarrollo de mejoras en los procesos, ocasionando desánimo y poco afianzamiento de las herramientas utilizadas.

Los expertos externos deben hacer equipo con los líderes *Lean* propios de la empresa, para asegurarse que la responsabilidad por la ejecución de las iniciativas sea desarrollada por los empleados Cardona (2013). El 50% de las empresas nunca evidencia efectividad en las consultorías recibidas y ninguna tiene un experto *Lean Six Sigma* dedicado 100% a la implementación de la filosofía.

La ausencia de políticas y procedimientos que aseguren la correcta aplicación del LSS de manera alineada a las estrategias de la organización, es una debilidad que afecta la implementación adecuada de la filosofía. Se observó que la implementación está sustentada mayormente en la competencia del personal interno, aumentando el riesgo para la estabilidad de las mejoras.

El personal que participa en los proyectos de desarrollo de *Lean* son el eje central de su implementación, incluyendo a la alta dirección, mandos medios, ingenieros y operarios. Cardona (2013). En el 66.67 % de las empresas nunca las directivas desarrollan proyectos de mejoramiento y el 17% lo hace raras veces.

El identificar las principales herramientas del LSS permite la correcta implementación del LSS en las MiPymes colombianas. El establecimiento de estrategias corporativas, métodos de recolección y análisis de datos, cronogramas de implementación con expertos y estrategias que involucren a los empleados son las principales herramientas a la hora de implementar el LSS.

La presente investigación mostró como una pequeña empresa que implementó de mejor manera las herramientas LSS de acuerdo a la literatura, mostró mejores resultados.

Las empresas donde la definición de estrategias, el análisis de datos, el acompañamiento de expertos y la participación de los empleados es más deficiente, los avances en la implementación del LSS son catalogados como poco exitosos. Por el contrario, la empresa número tres, donde los avances son medianamente exitosos, las herramientas mencionadas tienen un mejor despliegue.

Los resultados del estudio muestran que las técnicas LSS está siendo incorporadas por toda clase de empresas y sectores. Además de las grandes empresas, las pequeñas y medianas han visto la importancia de la filosofía a la hora de lograr el aumento de valor en los procesos. Empresas de alimento, químicos y confecciones han mostrado este interés.

Se desarrolló una guía metodológica de implementación del LSS para las pequeñas y medianas empresas de Colombia teniendo en cuenta los principales factores de éxito, la literatura consultada y la experiencia del autor de la investigación. La guía se compone de las siguientes fases: preparación, organización de procesos, cambio cultural e implementación.

La metodología brinda una base fuerte para la implementación del LSS alineada con las estrategias organizacionales, diagnósticos previos de las empresas, establecimiento de gobiernos corporativos, generación de cultura enfocada en la disciplina y en el análisis de datos.

## 10. Referencias

- Achanga, P., Shehab, E., Roy, R., & Nelder, G. (Junio de 2006). Critical Success Factors for Lean Implementation within SMEs. *Journal of Manufacturing Technology Management, XVII*(4), 460-471. doi:: 10.1108/17410380610662889
- Añaguari Yarasca , M. A. (2016). *Integración Lean Manufacturing y seis sigma. Aplicación pymes*. Valencia, España.
- Arrieta, J. G., Muñoz Domínguez, J. D., Salcedo Echeverri, A., & Sosa Gutiérrez, S. (3 de Agosto de 2011). Aplicación Lean Manufacturing en la industria colombiana. revisión de literatura en tesis y proyectos de grado. *Laccei*. Recuperado el 9 de Marzo de 2019, de [http://www.laccei.org/LACCEI2011-Medellin/RefereedPapers/PE298\\_Arrieta.pdf](http://www.laccei.org/LACCEI2011-Medellin/RefereedPapers/PE298_Arrieta.pdf)
- Ballesteros Silva, P. P. (2008). Algunas reflexiones para aplicar la manufactura esbelta en empresas colombianas. *Redalyc, 1*(38). doi:<http://dx.doi.org/10.22517/23447214.3747>
- Bortolotti, T., Boscari, S., & Danese, P. (Febrero de 2015). Successful lean implementation: Organizational culture and soft lean practices. *International Journal of Production Economics, 160*, 182-201. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.10.013>
- Brassard, M., Finn, L., Ginn, D., & Ritter, D. (2005). *Seis Sigma* (Primera ed.). GOAL/QPC.
- Buitrago Florián, H. K., & Betancourt Prieto, M. (2013). El gobierno corporativo como pilar fundamental para la sostenibilidad de la economía. *Gestión y Desarrollo*. doi:<https://doi.org/10.21500/01235834.628>
- Calidad Total. (9 de Diciembre de 2016). *Calidad Total*. Recuperado el 12 de Enero de 2020, de <http://ctcalidad.blogspot.com/2016/12/hansei-aprendiendo-aprender-de-los.html>
- Chicano Tejada, E. (9 de Junio de 2013). *Revista Digital*. Obtenido de <https://revistadigital.inesem.es/gestion-empresarial/mejora-los-resultados-de-tu-empresa-con-lean-manufacturing/>

- Collado Fernández, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta ed.). Bogotá, Colombia: McGraw Hill.
- (2018). *Colombia necesita un pacto por la productividad*. Consejo Privado de Competitividad. Obtenido de <https://compite.com.co/colombia-necesita-un-pacto-por-la-productividad/>
- Confecámaras. (2017). *Determinantes de la supervivencia empresarial en Colombia*. [http://www.confecamaras.org.co/phocadownload/Cuadernos\\_de\\_analisis\\_economico/Cuaderno\\_de\\_An%20%20lisis\\_Economico\\_N\\_14.pdf](http://www.confecamaras.org.co/phocadownload/Cuadernos_de_analisis_economico/Cuaderno_de_An%20%20lisis_Economico_N_14.pdf) Recuperado de
- Cuatrecasas, L. (2010). *Lean Management* (Primera ed.). Barcelona, España: Profit.
- De la Fuente Fernández, S. (2011). *Fuenterrebollo.com*. Obtenido de <http://www.fuenterrebollo.com/Economicas/ECONOMETRIA/MULTIVARIANTE/FACTORIAL/analisis-factorial.pdf>
- Delgado M., F. N., & Díaz Ortiz, J. (Diciembre de 2010). Estado actual de la filosofía “seis sigma” como herramienta de disminución de defectos en los procesos de producción de las empresas en bucaramanga. *Iteckne*, 7(2), 136-143. doi:<https://doi.org/10.15332/iteckne.v7i2.280>
- Desafíos de las Pymes para ser más competitivas. (11 de Noviembre de 2019). *El Diario*. Obtenido de <https://www.eldiario.com.co/noticias/economia/editorwebeldiario-com-co/desafios-de-las-pymes-para-ser-mas-competitivas/>
- Desai, D. A. (2006). Improving customer delivery commitments the Six Sigma way: Case study of an Indian small scale industry. *International Journal of Six Sigma and Competitive Advantage*, 2(1), 23 –47.
- Deshmukh, S. V., & A. Chavan. 2012. Six Sigma and SMEs: A critical review of literature. *International Journal of Lean Six Sigma* 3 (2):157–67. doi:10.1108/20401461211243720
- Douglas , A., Douglas, J., & Ochieng, J. (2015). Lean Six Sigma implementation in East Africa: Findings from a pilot study. *The TQM Journal*, 27(6), 772-780. doi:<https://doi.org/10.1108/TQM-05-2015-0066>
- Escorra, L. M. (1988). Cuantificación de la validez de contenido por criterio de jueces. *Revista de psicología PUCP*, VI, 103-111. Obtenido de <http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/psicologia/article/view/4555/4534>
- Eslava, M. (26 de Marzo de 2019). [www.economia.uniandes.edu.co](http://www.economia.uniandes.edu.co). Obtenido de <https://economia.uniandes.edu.co/profesores/blog-profesores/1131-colombia-nonecesita-mas-emprendimiento-sino-mas-impacto>
- Exceso de pequeñas empresas en Colombia es un problema productivo. (3 de Mayo de 2019). *Revista Dinero*. Obtenido de

<https://www.dinero.com/empresas/articulo/causas-de-la-baja-productividad-de-colombia/267833>

Felizzola Jiménez, H., & Luna Amaya, C. (17 de Enero de 2014). Lean Six Sigma en pequeñas y medianas empresas: un enfoque metodológico. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, XXIII(2), 263-277. Recuperado el 20 de Abril de 2019, de [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S07183305201400020012](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S07183305201400020012)

Gutierrez Pulido, H., & De la Vara Salazar, R. (2013). *Calidad Total y Productividad* (Tercera ed.). México: McGraw Hill.

Hernández Matías, J. C., & Vizán Idoipe, A. (2013). Obtenido de <https://www.eoi.es/es/savia/publicaciones/20730/lean-manufacturing-concepto-tecnicas-eimplantacion>

Herrera Acosta, R. J., & Fontalvo Herrera, T. J. (s.f.). *Seis Sigma. Métodos estadísticos y sus aplicaciones*.

Imai, M. (2001). *Kaizen. La clave de la ventaja competitiva japonesa*. México D.F., México: Continental.

Junguito, R. (7 de Junio de 2019). La competitividad de Colombia. *La República*. Obtenido de <https://www.larepublica.co/analisis/roberto-junguito-500053/la-competitividad-de-colombia-2871053>

Kaplan, & Norton. (2001). Como utilizar el Cuadro de Mando Integral. *Harvard Business School Press*.

Kenji, Y. (27 de Noviembre de 2015). Disciplina = Organización + Limpieza + Puntualidad. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=BQX8vePwxyA>

Laureani, A., & Antony, J. (21 de Julio de 2018). Leadership – a critical success factor for the effective implementation of Lean Six Sigma. *Total Quality Management & Business Excellence*, XXIX(5-6), 502-523. doi: <https://doi-org.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/10.1080/14783363.2016.1211480>

León Gonzalo, E., Marulanda, N., & González, H. H. (Enero-Junio de 2017). Factores claves de éxito en la implementación de Lean Manufacturing en algunas empresas con sede en Colombia. *Revista de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas. Universidad de Nariño*, XVIII(1), 85-100. doi:10.22267/rtend.171801.66

Liker, J. (2004). *Las Claves del éxito Toyota*. España: McGraw Hill.

Lind, D., Marchal, W., & Wathen, S. (2008). *Estadística aplicada a los negocios y la economía*. México D.F., México: McGraw Hill.



- López-Roldán, P., & Fachelli, S. (2015). Análisis Factorial. En *Metodología de la investigación social cuantitativa*. Obtenido de <http://ddd.uab.cat/record/142928>
- Matt, D., & Raush. (18 de Julio de 2012). Implementation of Lean Production in small sized Enterprises. *CIRP International Conference on Intelligent Computation in Manufacturing Engineering, XII(2013)*, 420-425. doi:10.1016/j.procir.2013.09.072
- Medina Fernández de Soto, J. (2007). *Modelo integral de la Productividad*. Bogotá, Colombia: Universidad Sergio Arboleda.
- Miluska Aylin, A. Y. (Septiembre de 2016). *Integración Lean Manufacturing y Seis Sigma. Aplicación pymes*. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia.
- Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. (2019). *Mincit.gov.co*. Obtenido de <http://www.mincit.gov.co/getattachment/555adb9d-8a4845f3-a2a5-1ee9b35b2d09/Decreto-957-For-el-cual-se-adiciona-el-capitulo-13.aspx>
- Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. (2016). Sistema nacional de apoyo a las micro, pequeñas y medianas empresas colombianas. Obtenido de <https://www.mincit.gov.co/CMSPages/GetFile.aspx?guid=06b1fcd1-fa68-48b8-a3e3-3ffebfce2423>
- Montoya Suárez, O. (2007). Aplicación del análisis factorial a la investigación de mercados. *Revista Universidad Tecnológica de Pereira, I(35)*, 281-286. doi:<http://dx.doi.org/10.22517/23447214.5443>
- Morales Macedo, J. A. (2007). Aplicación de la metodología Seis Sigma, en la mejora del desempeño en el consumo de combustible de un vehículo en las condiciones de uso del mismo. (*Tesis de maestría*). México D.F., México. Obtenido de [http://www.bib.uia.mx/tesis/pdf/014873/014873\\_00.pdf](http://www.bib.uia.mx/tesis/pdf/014873/014873_00.pdf)
- Morales Vallejo, P. (8 de Enero de 2011). *www.researchgate.net*. doi:n <http://www.upcomillas.es/personal/peter/investigacion/AnalisisFactorial.pdf>
- Ojeda, D. (1 de Noviembre de 2018). Productividad: la clave para mejorar la competitividad en Colombia. *El Espectador*. Obtenido de <https://www.elespectador.com/economia/productividad-la-clave-para-mejorar-la-competitividad-en-colombia-articulo-821420>
- Olmedo Alba, N., & Castebianco Cano, E. M. (2012). Metodología Lean Six Sigma aplicada a un proceso de manufactura. Bogotá. Obtenido de <https://repository.ean.edu.co/bitstream/handle/10882/2904/CastelblancoEliana2012.pdf?sequence=7>
- Oropesa, M., García Alcaraz, J. L., & Maldonado Macías, A. A. (Diciembre de 2015). Efectos del compromiso gerencial y la formación en los beneficios de la implementación del Kaizen, en su etapa de planeación. *Culcyt, XIII(57)*, 53-63.

Recuperado el 12 de Abril de 2020, de  
<http://erevistas.uacj.mx/ojs/index.php/culcyt/article/view/835>

Otzen T. y Manterola C. 2017. Técnicas de Muestreo sobre una población de estudio. *International Journal of Morphology*. 35 (1):227–232. doi:

[https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-95022017000100037&lng=en&nrm=iso&tIng=en](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022017000100037&lng=en&nrm=iso&tIng=en)

Pérez, H. (2016). *El impacto de Lean Six Sigma en organizaciones latinoamericanas y sus factores críticos de éxito*. (Tesis de doctorado). Universidad Antropológica de Guadalajara. Guadalajara, México. Recuperado de  
<https://rei.iteso.mx/bitstream/handle/11117/3873/Tesis%20Humberto%20P%C3%A9rez%20Ortiz.pdf?sequence=2>

Price Waterhouse Coopers. (2018). *Empresas familiares en Colombia: un legado que trasciende*. Obtenido de  
[https://www.pwc.com/co/en/publications/technology/PwCColombiaFamilyBusiness%20\(1\).pdf](https://www.pwc.com/co/en/publications/technology/PwCColombiaFamilyBusiness%20(1).pdf)

Productividad de las empresas, afectada por la ineficiencia. (3 de Julio de 2018). *El Tiempo*. Obtenido de  
<https://www.eltiempo.com/economia/empresas/productividad-en-empresas-colombianas-238874>

Productividad de las empresas, afectada por la ineficiencia. (3 de Julio de 2018). *El Tiempo*. Obtenido de  
<https://www.eltiempo.com/economia/empresas/productividad-en-empresas-colombianas-238874>

Rajadell, M., & Sánchez, J. L. (2010). *Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad*. Madrid, España: Díaz de los Santos.

Ramírez Solórzano, M. A., Ugalde Benavente, Y., Larralde Corona, S., Castro Rivera, M., Frías Barrón, H., & Morales Delgadillo, A. (2008). *www.cedoc.inmujeres.gob.mx*. Recuperado el 2 de Mayo de 2020, de  
[http://cedoc.inmujeres.gob.mx/documentos\\_download/100972.pdf](http://cedoc.inmujeres.gob.mx/documentos_download/100972.pdf)

Render, B., & Heizer, J. (2004). *Principios de administración de Operaciones*. México D.F., México: Prentice Hall.

*Revista Dinero*. (12 de Noviembre de 2018). Obtenido de  
<https://www.dinero.com/empresas/articulo/problemas-de-productividad-de-las-empresas-colombianas/265182>

Ribeiro de Jesús, A., Antony, J., Lepikson, H. A., & Peixoto, A. (6 de Junio de 2016). Six Sigma critical success factors in Brazilian industry. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 33(6), 702-723. doi:10.1108/IJQRM-08-2014-0120

Rother, M., & Shook, J. (1999). *Observar para crear valor*.

Socconini, L. (s.f.). *Lean Manufacturing paso a paso*. Norma.

Stankalla, R., Koval, O., & Chromjakova, F. (1 de Mayo de 2018). A review of critical success factors for the successful implementation of Lean Six Sigma and Six Sigma in manufacturing small and medium sized enterprises. *Quality Engineering*, XXX(3), 453-468. doi: <https://doi-org.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/10.1080/08982112.2018.1448933>

Urrutia Ayerdi, G. (2014). [www.cepaim.org/](http://www.cepaim.org/). Recuperado el 2 de Mayo de 2020, de <http://cepaim.org/>

Womack, J., Jones, D., & Roos, D. (1992). *La máquina que cambió al mundo*. México D.F., México: McGraw Hill.

Zapata Cortes, J. A. (2014). *Fundamentos de la gestión de inventarios*. Medellín, Colombia: Esumer.

## A. Anexo. Entrevista previa al desarrollo del instrumento de medición

Mi nombre es Carlos Andres Bonilla, estudiante de la Maestría en Administración de Empresas (MBA) de la Universidad Escuela de Administración de Negocios EAN y estoy realizando una investigación sobre los factores de éxito y fracaso en la implementación del Lean Six Sigma en las MiPymes colombianas.

Agradezco tu colaboración contestando algunas preguntas que no tomará mucho tiempo. Las respuestas son confidenciales y no serán públicas.

**Nombre de la empresa:**

**Sector:**

1. ¿El gerente general de la organización es el propietario de la empresa o es un gerente contratado?
2. ¿De cuánto son las ventas anuales en millones de pesos?
3. ¿Cuánto es el volumen de producción anual? Utilice la unidad de medida usada en la organización: unidades, toneladas, litros, etc.
4. ¿Cuántos empleados tiene la organización?
5. ¿A través de que medio se enteró de la filosofía de mejoramiento Lean Six Sigma?
  - a) Internet
  - b) Consultor externo
  - c) Programas gubernamentales
  - d) Universidad
  - e) Otro ¿Cuál?
6. ¿En qué áreas o procesos se ha aplicado Lean Six Sigma?
7. ¿Cuál considera que es el grado de implementación del Lean Six Sigma?
  - a) No implementado
  - b) En construcción
  - c) Formalizado en todas las áreas
  - d) Implementado en todas las áreas
8. Califique el grado de éxito en la implementación del Lean Six Sigma en su organización
  - a) Muy exitoso
  - b) Exitoso
  - c) Medianamente exitoso
  - d) Poco exitoso
  - e) Nada exitoso
9. ¿Cuáles han sido los principales inconvenientes a la hora de implementar el Lean Six Sigma?
10. ¿Del total de los empleados de la organización cuantos están involucrados con en el Lean Six sigma?
11. ¿En la implementación del Lean Six Sigma cuánto dinero se invertido?
12. ¿Cuánto tiempo se ha invertido en la implementación del Lean Six sigma?
13. ¿Conoce todas las herramientas del Lean Six Sigma?
14. ¿Cuáles fueron las dificultades encontradas en el entrenamiento y cómo se superaron?

## B. Anexo. Comunalidades

### Comunalidades

	Inicial	Extracción
V1 Hay claridad sobre cuáles son los principales impulsores del negocio	1,000	1,000
V2 Las estrategias definidas para la compañía son claras	1,000	1,000
V3 Las estrategias definidas para la compañía se cumplen	1,000	1,000
V4 Las estrategias se plantean mediante un cuadro de mando integral (Balanced Scorecard) u otra herramienta de planeación estratégica	1,000	1,000
V5 La gerencia plantea una visión a largo plazo para la organización	1,000	1,000
V6 La gerencia reconoce que se necesita un cambio	1,000	1,000
V7 Se despliegan políticas que permiten el cumplimiento de la estrategia	1,000	1,000
V8 Se despliegan las metas estratégicas a toda la organización	1,000	1,000
V9 Existe coherencia entre las decisiones gerenciales con la visión y misión corporativa	1,000	1,000
V10 Existe coherencia entre lo planeado y lo ejecutado	1,000	1,000
V11 La gerencia general muestra compromiso con la implementación del Lean Sigma	1,000	1,000
V12 Las relaciones corporativas son a largo plazo	1,000	1,000
V13 Se evidencia toma decisiones reactivas por parte de la gerencia general	1,000	1,000
V14 La capacidad instalada es potenciada técnicamente bajo la dirección de la gerencia general	1,000	1,000
V15 Se evidencia participación de las directivas en el desarrollo de proyectos de mejoramiento	1,000	1,000
V16 Se ha despedido personal durante y después de la implementación y no se ha reemplazo	1,000	1,000
V17 Se informa todos los beneficios del Lean Six Sigma	1,000	1,000
V18 Se establece un presupuesto específico para la implementación del Lean Six Sigma	1,000	1,000
V19 Se calculan los costos directos e indirectos involucrados en la implementación Lean Six Sigma	1,000	1,000
V20 Se establecen cronogramas de implementación desde el inicio de los proyectos	1,000	1,000
V21 Se evidencia escepticismo en cuanto a la implementación y resultados del Lean Six Sigma	1,000	1,000
V22 Para cada proyecto se establecen indicadores claves	1,000	1,000
V23 Se identifican y describen cada uno de los procesos	1,000	1,000
V24 Se definen para cada proceso los objetivos en busca del bien de la organización	1,000	1,000
V25 Los procesos trabajan bajo un plan de comunicaciones que permita su interacción	1,000	1,000
V26 Se trabaja bajo enfoque de gestión por procesos	1,000	1,000

Método de extracción: análisis de componentes principales.

## C. Anexo. Varianza total explicada

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de extracción de cargas al cuadrado			Sumas de rotación de cargas al cuadrado		
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
1	46,214	42,013	42,013	46,214	42,013	42,013	38,889	35,354	35,354
2	30,469	27,699	69,712	30,469	27,699	69,712	32,574	29,613	64,966
3	17,247	15,679	85,391	17,247	15,679	85,391	17,551	15,955	80,922
4	12,026	10,933	96,324	12,026	10,933	96,324	16,396	14,906	95,827
5	4,043	3,676	100,000	4,043	3,676	100,000	4,590	4,173	100,000
6	2,946E-15	2,678E-15	100,000						
7	1,850E-15	1,682E-15	100,000						
8	1,394E-15	1,267E-15	100,000						

## D. Anexo. Matriz de componente rotada primer componente

	Componente			
	1	2	3	4
V58 Se evidencia aumento en la carga laboral como consecuencia de la implementación Lean Six Sigma	<b>,980</b>	,138	,027	,075
V104 El orden y aseo es perfecto en los puestos de trabajo	<b>,980</b>	,138	,027	,075
V56 La consultoría recibida evidenció una total implementación de las etapas Lean Six Sigma	<b>,980</b>	,138	,027	,075
V85 Los datos recopilados son analizados con ayuda de software especializado	<b>,980</b>	,138	,027	,075
V64 Se realizan procesos de autorreflexión a fin de encontrar la causa raíz de los problemas en lugar de un culpable (Hansei)	<b>,980</b>	,138	,027	,075
V77 Para cada proceso (de producción y administrativo) se calcula el número de errores por cada millón de unidades producidas o actividades realizadas	<b>,980</b>	,138	,027	,075
V57 Se ha implementado Lean en TODAS las áreas de la compañía	<b>,980</b>	,138	,027	,075
V65 Se toman decisiones por consenso (Nema Washi)	<b>,980</b>	,138	,027	,075
V7 Se despliegan políticas que permiten el cumplimiento de la estrategia	<b>,980</b>	,138	,027	,075
V82 Se utilizan experimentos para nuevos proyectos y para mejorar los procesos	<b>,980</b>	,138	,027	,075
V38 Conocimiento en las herramientas con componente matemático de la metodología Lean Six Sigma	<b>,956</b>	-,147	-,114	,169
V17 Se informa todos los beneficios del Lean Six Sigma	<b>,956</b>	-,147	-,114	,169
V9 Existe coherencia entre las decisiones gerenciales con la visión y misión corporativa	<b>,926</b>	,164	,324	-,062
V34 Conocimiento en la metodología Lean Six Sigma por parte de las directivas	<b>,912</b>	-,122	,357	,120
V37 Claridad en cuanto a las etapas de implementación del Lean Six Sigma	<b>,907</b>	,141	,205	,288
V11 La gerencia general muestra compromiso con la implementación del Lean Six Sigma	<b>,907</b>	,141	,205	,288
V50 El gerente general desarrolla proyectos de mejoramiento.	<b>,891</b>	-,273	,056	,330
V78 Para cada proceso (de producción y administrativo) se calcula la probabilidad de no cometer errores (RTY)	<b>,891</b>	-,273	,056	,330
V5 La gerencia plantea una visión a largo plazo para la organización	<b>,890</b>	,371	-,133	-,169
V10 Existe coherencia entre lo planeado y lo ejecutado	<b>,887</b>	,346	,244	,134
V8 Se despliegan las metas estratégicas a toda la organización	<b>,880</b>	,310	-,105	,099
V81 A partir de una muestra se analiza las propiedades o características de una población o lote (Estadística inferencial)	<b>,870</b>	,371	,006	,285
V26 Se trabaja bajo enfoque de gestión por procesos	<b>,864</b>	,438	,161	,062
V51 Las directivas desarrollan proyectos de mejoramiento.	<b>,862</b>	,170	,456	-,127
V76 Para cada proceso (de producción y administrativo) se calcula el número de errores, el tiempo disponible y la velocidad de ejecución de las actividades (OEE)	<b>,848</b>	,175	,234	-,264
V44 Las directivas reciben entrenamiento para una efectiva gestión para implementar las iniciativas Lean Six Sigma.	<b>,840</b>	,126	,358	,358
V20 Se establecen cronogramas de implementación desde el inicio de los proyectos	<b>,831</b>	-,461	-,246	,163
V15 Se evidencia participación de las directivas en el desarrollo de proyectos de mejoramiento	<b>,831</b>	-,461	-,246	,163
V33 El personal administrativo se involucra en la planificación de la implementación del Lean Six Sigma	<b>,831</b>	-,461	-,246	,163
V29 Se mide la productividad de cada proceso y la productividad total de la compañía	<b>,810</b>	-,196	,220	,482
V102 Se exige a los grupos de mejoramiento resultados en poco tiempo	<b>,797</b>	,543	,108	,233
V107 El personal respeta los tiempos de almuerzo y descanso	<b>-,781</b>	-,470	,004	-,375
V75 Se calcula la capacidad de los procesos para cumplir con las especificaciones de los clientes (Cp)	<b>,765</b>	,483	-,238	,250
V18 Se establece un presupuesto específico para la implementación del Lean Six Sigma	<b>,758</b>	,070	-,225	,557
V62 Se desarrolla proyectos Six Sigma (Se define el problema, se mide el proceso, se encuentra la causa raíz del problema, se elimina el la causa raíz del problema y finalmente se controlan las mejoras)	<b>,758</b>	,070	-,225	,557
V99 Se premian los mejores proyectos o ideas	<b>,744</b>	,576	-,293	-,151
V35 Conocimiento en la metodología Lean Six Sigma por parte de los mandos medios	<b>,741</b>	,436	,459	-,085
V74 Se identifican los problemas potenciales (errores) y sus posibles efectos en los procesos con el fin de priorizarlos y concentrar los recursos en planes de prevención, supervisión y respuesta (AMEF)	<b>,720</b>	,111	-,348	-,153
V2 Las estrategias definidas para la compañía son claras	<b>,709</b>	,489	-,498	-,023
V13 Se evidencia toma decisiones reactivas por parte de la gerencia general	<b>-,690</b>	-,108	-,507	-,481
V70 Ante una eventual situación anormal, el proceso se detiene de manera automática o manual, logrando reducir el número de unidades defectuosas que avanzan en el proceso (Jidoka)	<b>,663</b>	,090	-,549	-,386
V19 Se calculan los costos directos e indirectos involucrados en la implementación Lean Six Sigma	<b>,500</b>	-,316	,031	,438

Método de extracción: análisis de componentes principales.

Método de rotación: Varimax con normalización Kaiser.

## E. Anexo. Matriz de componente rotada segundo componente

Matriz de componente rotado <sup>a</sup>				
	Componente			
	1	2	3	4
V61 Se desarrollan proyectos de mejoramiento bajo la herramienta Kaizen	-,146	<b>,983</b>	-,080	,060
V91 La productividad aumenta y se mantiene en los niveles mejorados	-,038	<b>,980</b>	-,077	-,180
V80 Se recolectan y analizan datos con el objetivo de describir las características mediante medidas de resumen en tablas o gráficos (Estadística descriptiva)	,162	<b>,978</b>	-,068	,080
V79 Se hace uso de diagramas de dispersión, Paretos, Histogramas, etc.	,162	<b>,978</b>	-,068	,080
V40 Los empleados tienen responsabilidades definidas y coherentes con el cargo	,052	<b>,958</b>	,101	,043
V88 Las decisiones que se toman se basan en cifras, hechos y datos	,052	<b>,958</b>	,101	,043
V101 Se busca la causa raíz del problema en lugar del culpable	,052	<b>,958</b>	,101	,043
V83 Se observa y analiza el comportamiento de un proceso a través del tiempo mediante gráficos (cartas de control)	,331	<b>,931</b>	-,059	-,134
V87 Los datos operacionales como paradas de planta, equipos, producción, defectos son recopilados y analizados de forma diaria.	,070	<b>,925</b>	-,335	-,163
V97 Se registra aumento en ventas y se mantienen en los niveles mejorados	,409	<b>,901</b>	-,053	,091
V100 Los empleados obstaculizan la implementación del Lean Six Sigma	-,409	<b>-,901</b>	,053	-,091
V23 Se identifican y describen cada uno de los procesos	-,060	<b>,880</b>	-,243	-,262
V89 Los costos unitarios de producción presentan disminución	-,228	<b>,865</b>	,411	-,172
V42 Los planes de desarrollo del personal permiten el cumplimiento del Lean Six Sigma	,070	<b>,841</b>	,060	,528
V67 La comunicación es eficaz entre todos los procesos (Hourensou)	,143	<b>,838</b>	,393	,310
V52 Los empleados desarrollan proyectos de mejoramiento.	,134	<b>,836</b>	-,062	-,527
V93 Las paradas de máquina disminuyen y se mantienen en los niveles mejorados	,342	<b>,832</b>	-,282	-,051
V27 Se revisan los indicadores claves de desempeño en cada proceso	,292	<b>,832</b>	-,400	-,190
V68 La producción se basa en la demanda de los clientes y no en fabricar productos e intentar venderlos después en el mercado (Kanban)	,116	<b>,827</b>	-,546	-,038
V109 El gerente dedica varias horas a la semana al contacto directo de la operación	-,165	<b>-,815</b>	-,168	,383
V90 Se evidencia reducción en el tiempo entre la recepción de la orden y la entrega al cliente.	-,195	<b>,799</b>	-,072	-,558
V53 Se escucha al cliente antes de desarrollar algún proyecto de mejoramiento	,446	<b>,788</b>	,157	,324
V69 Se garantiza la calidad de los procesos por medio de sistemas que minimicen los errores (Poka Yoke)	,225	<b>,781</b>	-,491	-,314
V30 Se calcula técnicamente la capacidad instalada	-,583	<b>,773</b>	-,079	,237
V92 Los inventarios disminuyen y se mantienen en los niveles mejorados	-,314	<b>,764</b>	-,301	-,471
V3 Las estrategias definidas para la compañía se cumplen	,376	<b>,757</b>	,169	,199
V86 Los datos de los procesos administrativos y operacionales son recopilados de forma diaria	-,654	<b>,751</b>	-,082	,009
V110 Se respeta las decisiones grupales	,325	<b>,746</b>	,509	,125
V72 Los equipos se mantienen en óptimas condiciones para producir a su máxima capacidad productos de la calidad esperada, sin paradas no programadas (TPM)	,123	<b>,746</b>	-,500	,220
V25 Los procesos trabajan bajo un plan de comunicaciones que permita su interacción	,433	<b>,726</b>	-,447	,263
V1 Hay claridad sobre cuáles son los principales impulsores del negocio	,435	<b>,715</b>	,337	,406
V47 Los empleados realizan entrenamientos a sus compañeros	-,445	<b>,706</b>	,370	,404
V71 Se usan gráficos y colores en los procesos de tal manera que las personas puedan comprender más rápidamente el significado o el estado de la información que se quiere transmitir (gestión visual)	,497	<b>,688</b>	-,159	,503
V95 Las quejas y reclamos de los clientes disminuyen y se mantienen en los niveles mejorados	-,360	<b>,687</b>	-,062	,619
V73 Los tiempos de cambio de referencias se reducen drásticamente permitiendo cambiar formatos en menos de 10 minutos (SMED)	,486	<b>,687</b>	-,223	,465
V4 Las estrategias se plantean mediante un cuadro de mando integral (Balanced Scorecard) u otra herramienta de planeación estratégica	,491	<b>,653</b>	-,028	,549
V41 Se observa que los expertos Lean Six Sigma cuentan con conocimiento y experiencia en la implementación	,491	<b>,653</b>	-,028	,549
V59 Se identifican cuales son los desperdicios de cada proceso	,337	<b>-,571</b>	,049	,546

Método de extracción: análisis de componentes principales.

Método de rotación: Varimax con normalización Kaiser.

a. La rotación ha convergido en 7 iteraciones.



## F. Anexo. Matriz de componente rotada tercer componente

**Matriz de componente rotado<sup>a</sup>**

	Componente			
	1	2	3	4
V21 Se evidencia escepticismo en cuanto a la implementación y resultados del Lean Six Sigma	-,054	-,072	<b>-,971</b>	-,218
,m-.V54 Empresas de consultoría participan en la implementación del Lean Six Sigma	,106	-,314	<b>,926</b>	,178
V22 Para cada proyecto se establecen indicadores claves	-,194	,072	<b>,882</b>	-,410
V105 El personal es puntual	-,194	,072	<b>,882</b>	-,410
V55 Se evidencia efectividad en las consultorías recibidas	,341	-,362	<b>,867</b>	-,008
V45 El entrenamiento Lean Six Sigma es realizado por los líderes Lean	-,116	-,485	<b>-,865</b>	,063
V16 Se ha despedido personal durante y después de la implementación y no se ha reemplazo	,108	,438	<b>-,836</b>	-,312
V108 El personal es proactivo, emprende iniciativa frente a las dificultades	,455	,117	<b>,789</b>	,356
V84 La recopilación de datos se hace a través de herramientas tecnológicas	,068	,603	<b>-,786</b>	-,112
V32 La academia y los gremios apoyan la implementación del Lean Six Sigma	,326	-,528	<b>,771</b>	,139
V63 Se emprenden iniciativas de organización, orden, limpieza y autodisciplina (5S)	,259	,604	<b>-,746</b>	-,092
V60 Expertos por parte del Gobierno Nacional o local brindan acompañamiento y/o capacitación en Lean Six Sigma	-,259	-,604	<b>,746</b>	,092
V46 El entrenamiento Lean Six Sigma es realizado por consultores externos	-,164	-,006	<b>,744</b>	,642
V106 El personal inicia sus labores inmediatamente inicia la jornada laboral	,486	-,467	<b>,724</b>	,143
V43 Las directivas reciben entrenamiento Lean Six Sigma	,232	,049	<b>,719</b>	,641
V66 Se comparten las mejoras prácticas entre los procesos (Yokoten)	,622	,166	<b>,718</b>	-,264
V103 Se evidencia mejoramiento en el clima laboral	,304	,330	<b>,709</b>	,529
V31 Se tiene un experto Lean Six Sigma dedicado 100% a la implementación de la filosofía	-,287	-,442	<b>-,683</b>	,502

Método de extracción: análisis de componentes principales.

Método de rotación: Varimax con normalización Kaiser.

a. La rotación ha convergido en 7 iteraciones.

## G. Anexo. Matriz de componente rotada cuarto componente

Matriz de componente rotado<sup>a</sup>

	Componente			
	1	2	3	4
V94 Las horas extras disminuyen y se mantienen en los niveles mejorados	-,146	-,046	,240	<b>,915</b>
V98 El total del personal se involucra con la implementación del Lean Six Sigma	,363	-,008	,020	<b>,910</b>
V39 Se cuenta con personal competente e idóneo para la puesta en marcha del Lean Six Sigma	,363	-,008	,020	<b>,910</b>
V6 La gerencia reconoce que se necesita un cambio	,363	-,008	,020	<b>,910</b>
V14 La capacidad instalada es potenciada técnicamente bajo la dirección de la gerencia general	,375	-,008	-,172	<b>,902</b>
V36 Conocimiento en la metodología Lean Six Sigma por parte del nivel operativo	,091	,040	-,415	<b>,893</b>
V96 Los empleados generan ideas de mejoramiento	,031	,368	-,272	<b>,852</b>
V48 El entrenamiento se hace en el campo de trabajo	,658	,074	,193	<b>,715</b>
V49 Se realiza análisis de la cadena de valor en busca de las operaciones que no agregan valor	,058	-,498	,325	<b>,690</b>
V28 Se calcula el nivel de productividad y competitividad de la empresa	,611	,314	,387	<b>,613</b>
V12 Las relaciones corporativas son a largo plazo	,593	-,399	,324	<b>,602</b>
V24 Se definen para cada proceso los objetivos en busca del bien de la organización	,121	,555	,571	<b>,578</b>

Método de extracción: análisis de componentes principales.  
Método de rotación: Varimax con normalización Kaiser.

a. La rotación ha convergido en 7 iteraciones.