

Artículo de Investigación

Caracterización de los procesos productivos de las pymes textiles de Cundinamarca

Characterization of the production processes of textile SMEs in Cundinamarca

Caracterização dos processos produtivos das PME têxteis de Cundinamarca

Wilfrido Javier Arteaga Sarmiento^{a,*} | Diana Carolina Villamil Sandoval^b | Abraham Jesús González^c

^a <https://orcid.org/0000-0001-7890-7751>

^b <https://orcid.org/0000-0001-6596-8678>

^c <https://orcid.org/0000-0002-3298-1902>

Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia

- **Fecha de recepción:** 2019-02-28
 - **Fecha concepto de evaluación:** 2019-10-19
 - **Fecha de aprobación:** 2019-10-25
- <http://dx.doi.org/10.22335/rlct.v11i2.839>

Para citar este artículo / To reference this article / Para citar este artigo: Arteaga Sarmiento, W. J., Villamil Sandoval, D. C., & González, A. J. (2019). Caracterización de los procesos productivos de las pymes textiles de Cundinamarca. *Revista Logos Ciencia & Tecnología*, 11(2), 60-77. <http://dx.doi.org/10.22335/rlct.v11i2.839>

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación tiene como finalidad caracterizar los procesos productivos de las pymes textiles de Cundinamarca, desde el uso de las herramientas Lean Manufacturing. Para la selección de las empresas a participar en el estudio, se aplicó un muestreo no probabilístico por conveniencia, y se seleccionaron solo 31, que finalmente decidieron participar en el estudio, estas brindaron información necesaria para conocer su estado, a partir de los tres pilares fundamentales de la filosofía Lean: Kaizen, Jidoka y Just in Time. La recolección de información se hizo a través de la aplicación de un instrumento conformado por 24 preguntas: las 5 primeras fueron de información general de las empresas y las 19 restantes, de selección, y se utilizó una escala tipo Likert. La forma de aplicación del instrumento se hizo mediante el envío de un correo electrónico con el cuestionario, empleando un formulario Google para la tabulación de los datos. Los resultados obtenidos permiten inferir, sobre la base de las 31 empresas encuestadas, que las pymes realizan esfuerzos para lograr la excelencia operacional; sin embargo, presentan grandes oportunidades de mejora en cuanto al control de la producción, desperdicios y calidad, que pueden ser alcanzadas al realizar una adecuada transferencia de conocimiento.

Palabras clave: procesos productivos, herramientas Lean, Kaizen, Jidoka, Just in Time



* Autor para correspondencia. Correo electrónico: wilfrido.arteaga@unimilitar.edu.co

SUMMARY

The aim of this research is to characterize the production processes of textile SMEs in Cundinamarca, based on the use of Lean Manufacturing tools. To select the companies to participate in the study, a non-probabilistic sample was applied for convenience, and only 31 were selected, who finally decided to participate in the study. These provided the necessary information to know their status, from the three fundamental pillars of Lean philosophy: Kaizen, Jidoka, and Just in Time. The information was collected by applying a 24-question instrument: the first 5 questions were general information about the companies and the remaining 19 were selection questions. A Likert scale was also used. The questionnaire was sent in an email, and Google form was used to tabulate the data. The results obtained suggest, on the basis of the 31 companies surveyed, that SMEs strive to achieve operational excellence; however, there are great opportunities for improvement in terms of production, waste and quality control, which can be achieved through appropriate knowledge transfer.

Keywords: Production processes, Lean tools, Kaizen, Jidoka, Just in Time

SUMÁRIO

O objetivo desta pesquisa é caracterizar os processos de produção das PME têxteis em Cundinamarca, a partir do uso de ferramentas Lean Manufacturing. Para a seleção das empresas participantes do estudo, foi aplicada uma amostragem não probabilística por conveniência, e somente 31 foram selecionadas, que finalmente decidiram participar do estudo, forneceram as informações necessárias para conhecer seu estado, a partir dos três pilares fundamentais da filosofia Lean: Kaizen, Jidoka e Just in Time. A coleta de informação foi realizada através da aplicação de um instrumento composto por 24 questões: as 5 primeiras foram sobre informação geral das empresas e as 19 restantes, de seleção, e foi utilizada uma escala Likert. Para aplicar o instrumento, o questionário foi enviado por e-mail utilizando um formulário Google para a tabulação dos dados. Os resultados obtidos permitem inferir, com base nas 31 empresas que responderam a pesquisa, que as PME se esforçam para alcançar a excelência operacional; no entanto, apresentam grandes oportunidades de melhoria no controle da produção, desperdício e qualidade, que podem ser alcançadas mediante a transferência adequada de conhecimento.

Palavras-chave: Processos de produção, ferramentas Lean, Kaizen, Jidoka, Just in Time

El desarrollo tecnológico y la globalización tiene un impacto profundo en las empresas de todo el mundo sin importar su tipo o tamaño (Popa, Soto & Pérez, 2016). En las economías globalizadas, muchos mercados se vuelven cada vez más competitivos (Savrul, Incekara & Sener, 2014), por lo que la supervivencia de las empresas depende de mejorar sus procesos productivos e incluso organizacionales para perdurar en el mercado globalizado (Irjayantia & Mulyono, 2012).

En este contexto de mundo globalizado y cada vez más competitivo se insertan las pequeñas y medianas empresas (pymes) quienes han sido objeto de estudio en numerosas investigaciones, tanto en países industrializados como en los que están en vías de desarrollo (Zevallos, 2006). Este tipo de empresas representan un componente importante

en todas las economías del mundo (Levy & Powell, 1998), debido a que tienen una participación significativa en la producción total de los procesos económicos y en la generación de fuentes de empleo (Gandhi, Thanki & Thakkar, 2017). Estas empresas son consideradas organizaciones flexibles y adaptables ante los entornos competitivos; sin embargo, requieren ayuda para superar sus debilidades y desarrollar sus fortalezas y así competir en mejores condiciones en los mercados globalizados.

Una posible ayuda para que estas empresas se transformen en más competitivas podría ser si aplicasen los métodos y herramientas Lean, puesto que estas han permitido alcanzar la excelencia operativa a grandes empresas en especial en el sector de manufactura (Garza-Reyes, Kumar, Chaikittisilp & Hua-Tan, 2018).

Con base en lo anterior surgió la presente investigación, la cual se planteó como propósito caracterizar los procesos productivos de las pymes textiles de Cundinamarca, desde el uso de las herramientas *Lean manufacturing*, a fin de conocer las barreras o brechas existentes en ellas para aplicar esta filosofía, que les puede permitir ser más competitivas y aprovechar herramientas de éxitos que hasta ahora parecen haber sido reservadas solo para grandes corporaciones.

Es de destacar que en la literatura se encuentran diversidad de herramientas y técnicas que permiten superar las barreras existentes y lograr mejoras en el proceso productivo de las empresas; entre estas, se encuentran las herramientas Lean para la mejora continua (Enke et al., 2018), que permiten la competitividad empresarial a partir de la excelencia operacional (Mohd-Rohani & Mojib-Zahraee, 2015); sin embargo, es necesario estudiar la implantación de las herramientas Lean en las pymes, dado que difieren de las grandes empresas debido a sus características particulares.

En el departamento de Cundinamarca, las pymes textiles no son ajenas a la problemática planteada, se ven altamente afectadas por el desarrollo tecnológico y la globalización. Además, sus procesos productivos son controlados a partir de métodos poco convencionales, por la ausencia de conocimiento sobre cómo hacerlo correctamente, lo que impide una ventaja competitiva. Por tanto, para cumplir con el objetivo de la investigación resulta necesario conocer el estado en el que se encuentran los procesos productivos de las pymes textiles, buscando posteriormente establecer estrategias que permitan la excelencia operacional.

En el estudio realizado se hizo una caracterización de los procesos productivos de las pymes del departamento, en cuanto a la aplicación de las herramientas Lean. Se trabajó con un muestreo no probabilístico por conveniencia, puesto que no todas las empresas estuvieron interesadas en suministrar información. Finalmente, se aplicó una encuesta a solo 31 pymes que decidieron participar en el estudio. La aplicación del instrumento de recolección de información se hizo de forma virtual, esto empleando un formulario Google para la tabulación de los datos. Se realizó acercamiento a las empresas a través de correo electrónico, vía telefónica y de forma presencial, contactando de forma directa a representantes legales, geren-

tes, directores, coordinadores e ingenieros de procesos de las empresas participantes; esto con el propósito de asegurar que quien respondiera la encuesta tuviera una visión global del funcionamiento de su empresa y, a su vez, se redujera el sesgo de la información recolectada, lo que permitió conocer y analizar el estado en el que se encuentran las pequeñas y medianas empresas textiles.

Se analizaron los resultados a partir de los tres pilares fundamentales de la filosofía Lean planteada por (Ohno, 1991), Kaizen, Jidoka y Just in Time; además, se presenta un análisis de la metodología de Six Sigma, que si bien no forma parte de Lean, se articula sustancialmente con la mejora de la calidad.

Una vez levantada la información se estructuró el documento, que quedó dividido de la siguiente manera: seguido a la introducción se presenta la síntesis conceptual. Después la metodología para realizar la recolección de información en las pymes textiles del departamento de Cundinamarca. Luego, el análisis de resultados de la investigación. Por último, las conclusiones y referencias bibliográficas.

■ Síntesis conceptual

Con frecuencia, las empresas emplean diferentes técnicas y herramientas para mejorar la calidad y la productividad en sus procesos de fabricación buscando la ventaja competitiva (Choomlucksana, Ongsaranakorn & Suksbai, 2015), esto entregando los productos adecuados en el lugar correcto y cumpliendo con la entrega a tiempo (Azizi & Manoharan, 2015). Los procesos de producción existentes a menudo se basan en la filosofía de mejora continua de la gestión Lean (Enke et al., 2018) para mejorar la productividad de sus procesos de fabricación y mantener su competitividad frente a las demás empresas (Mohd-Rohani & Mojib-Zahraee, 2015).

El trabajo de Shingo (1993) es un aporte de gran relevancia para la solución de las necesidades de la industria y es uno de los métodos utilizados por los fabricantes en todo el mundo para mejorar su competitividad (Kumar, Vaishya & Parag, 2018). *Lean manufacturing* ha sido implementado por las organizaciones de fabricación para lograr excelencia operativa (Garza-Reyes & Kumar, 2014) a través de la promoción de la cultura de mejora continua dentro de una empresa (Brasco-Pampanelli, Found &

Moura-Bernardes, 2017). La filosofía se enfoca en la eliminación de todos los tipos de desechos dentro de un sistema de producción, facilita que las pymes sean más competitivas a través de una mejor utilización de recursos (Gandhi et al., 2017). Permite obtener beneficios como el incremento de la calidad, la satisfacción del cliente, la seguridad del sistema de fabricación, la eficiencia, motivación y la reducción del tiempo de entrega, del inventario, de los costos (Valentín & Anca, 2018).

La administración bajo la filosofía Lean incluye un conjunto de herramientas que permiten a las compañías recibir fuertes beneficios cuando se implementan adecuadamente (Oliveira, Sá & Fernandes, 2017). Entre estas Kaizen, 5s, Heijunka, Kanban, SMED (cambio de matriz en un dígito de minuto), TPM (mantenimiento productivo total), Jidoka, VSM (mapas de flujo de valor), Andon (control visual), KPI's (indicadores clave de desempeño), Poka Yoke y Six Sigma. Las herramientas son de fácil aplicación, involucran a toda la organización y aseguran el compromiso de todos, son una forma de empoderar a los colaboradores y hacer visibles los resultados de su trabajo (Oliveira et al., 2017). Estas han ayudado a las empresas fabricantes en la mejora de procesos productivos, cumpliendo con los objetivos organizacionales tradicionales y contemporáneos evaluando variables como la rentabilidad, eficiencia, calidad y atención al cliente (Garza-Reyes et al., 2018).

El **mapa de flujo de valor (VSM)** es una visión del negocio donde se muestra el flujo de material e información desde el proveedor hasta el cliente. Representar en el papel de una manera sencilla todas las actividades necesarias para conseguir un producto (Rajadell & Sánchez, 2010). El VSM permite identificar actividades que no aportan valor al negocio a fin de eliminarlas y poder ser más eficientes (Rajadell & Sánchez, 2010). Tiene como beneficio mostrar una relación entre los tiempos de valor agregado y los tiempos de espera (Villaseñor & Galindo, 2007). Permite documentar, visualizar y comprender los flujos de material e información en los procesos, con el fin de identificar y eliminar los desechos (Nash & Poling, 2008). Además, mediante la identificación de métricas y métodos adecuados, es posible desarrollar el mapeo de flujo de valor sostenible, evaluando el desempeño ambiental y la sostenibilidad social de una línea de fabricación (Faulkner & Badurdeen, 2014).

Los **indicadores clave de desempeño (KPI's)** es la herramienta ideal para controlar los procesos dentro de

las empresas, basándose en el apropiado seguimiento y control del desempeño de las variables que los integran (Ríos, 2014). Los KPI's permiten controlar el cambio de variables fundamentales de los procesos productivos como tiempos de parada de maquinaria, de producción, de mantenimiento preventivo y correctivo, que están reflejados en la productividad y en la efectividad global de los equipos (Mora, 2012; Stricker, Micali, Dornfeld & Lanza, 2017). Es posible integrar los indicadores con *Lean manufacturing* buscando evaluar los procesos de fabricación y así lograr mejora continua (Helleno, Isaias de Moraes & Tadeu-Simon, 2017); sin embargo, deben establecerse indicadores adecuados para saber el estado de las operaciones y procesos de cualquier sistema productivo.

El **Kanban** es un sistema de control y programación sincronizada de la producción basado en tarjetas (Hernández & Vizán, 2013). Es la herramienta indicada para controlar la información y regular el transporte de materiales en el sistema de producción; Kanban se refiere al uso de tarjetas para el control de inventarios en los procesos "Pull" (Villaseñor & Galindo, 2007). Es la herramienta principal para asegurar la alta calidad y la producción de la cantidad justa en el momento indicado (Hernández & Vizán, 2013). Al implementar Kanban se presentan beneficios como la reducción de la sobreproducción y reducción de inventarios, incremento de la certidumbre sobre el Lead Time (Socconini, 2008).

El **Heijunka** es un conjunto de técnicas que sirven para planificar y nivelar la demanda de clientes, en volumen y variedad, durante un periodo de tiempo permitiendo el flujo continuo de la producción (Hernández & Vizán, 2013). Esta herramienta permite nivelar la producción al ritmo de la demanda del cliente final (Socconini, 2008), evitando lotes y teniendo un inventario mínimo, con bajos costos y tiempos de entrega reducidos (Villaseñor & Galindo, 2007). Para implementar Heijunka, es necesario que el sistema Kanban esté maduro y se requiere mayor precisión en la planeación de la producción a fines de evitar inventarios excesivos (Socconini, 2008).

El **Andon** o control visual es un conjunto de técnicas de control y comunicación visual que tienen por objetivo facilitar a todos los empleados el conocimiento del estado del sistema (Hernández & Vizán, 2013). Busca capacitar a los trabajadores para que administren su propio espacio de trabajo reduciendo errores y desperdicios (Oliveira et al., 2017) y permite notificar problemas de calidad o

paros en el sistema productivo. Se emplea básicamente para mejorar la calidad, reducir los costos, mejorar los tiempos de respuesta, aumentar la seguridad y mejorar la comunicación a través de la identificación de los problemas (Socconini, 2008).

El **SMED** (o *single minute exchange of die*, por sus siglas en inglés), significa cambio de herramientas en un solo dígito de minuto (Socconini, 2008). Es un conjunto de procesos empleados para la disminución de los tiempos de preparación de equipos, herramientas y materiales durante los cambios de ciclo (Hernández & Vizán, 2013). Esta técnica permite la reducción del tiempo de entrega, la disminución de los inventarios, el aumento de la productividad, las ganancias y los resultados globales de las empresas (Oliveira et al., 2017). Otros efectos que pueden obtenerse con la aplicación del SMED son la mejora de la calidad, la seguridad, los costos, la actitud de los trabajadores (Shingo, 1993). Es la herramienta adecuada para incrementar la flexibilidad de los procesos de fabricación y lograr la competitividad empresarial.

Los dispositivos **Poka Yoke** son métodos que evitan los errores humanos en los procesos antes de que se conviertan en defectos, permiten a los trabajadores la concentración en las actividades que deben desempeñar (Socconini, 2008). Son usados como una técnica para conseguir cero defectos, mejorando la calidad del producto y del proceso. Comúnmente, se usan como dispositivos para evitar los defectos al 100%, aunque se cometan errores durante la producción (Rajadell & Sánchez, 2010). La implementación de los dispositivos Poka Yoke permiten asegurar la calidad en los procesos, eliminar o reducir la probabilidad de errores y defectos inadvertidos, evitar la ocurrencia de accidentes causados por distracción humana, liberar la mente del trabajador y desarrollar su creatividad (Socconini, 2008; Villaseñor & Galindo, 2007).

El **mantenimiento productivo total (TPM)** es un conjunto de múltiples acciones de mantenimiento que persigue la eliminación de pérdidas por tiempos de parada de las máquinas (Hernández & Vizán, 2013), asegurando la disponibilidad de las máquinas y equipos para realizar la producción (Villaseñor & Galindo, 2007). Permite ver la efectividad total del equipo (OEE) enfocada a seis grandes pérdidas por los equipos, i) por fallas de equipos, ii) por ajustes causados por cambios en las condiciones en las operaciones, iii) por paros menores, iv) por pérdida de la velocidad, v) por defectos de calidad y retrabajos

y vi) por reducción de eficiencia, la cual es causada por el mal uso de la materia prima (Villaseñor & Galindo, 2007). Cuando se implementa el TPM es posible mejorar la productividad y la calidad, reducir desperdicios y costos operativos (Gitlow, Melnyck & Levine, 2015), ya que al aumentar la disponibilidad de los equipos la productividad incrementa, y al contar con equipos más precisos para producir partes con menos variación, se mejora la calidad (Socconini, 2008). Con ayuda del TPM es posible maximizar la eficacia del equipo y de las instalaciones, eliminando o reduciendo los tiempos muertos causados por averías, preparaciones o ajustes (Rajadell & Sánchez, 2010).

El **análisis del modo y efecto de falla (Amfe)** es una herramienta que permite identificar las fallas en los productos y procesos, y evaluar objetivamente sus causas, consecuencias y elementos de detección para evitar su ocurrencia (Socconini, 2008). Evalúa equipos y herramientas durante la fase de diseño o de producción, para mejorar la productividad, la confiabilidad y la robustez de la maquinaria (Álvarez, 2015; Villaseñor & Galindo, 2007). Para aplicar el Amfe, deben analizarse las fallas que puedan ocurrir en elementos críticos del proceso, como fallas que afecten gravemente la salud de los colaboradores, que pongan en riesgo la calidad de los productos o que puedan detener la operación afectando los tiempos de entrega (Socconini, 2008).

Six Sigma es una metodología que dispone de métodos y técnicas estadísticas para la mejora continua en la gestión industrial y de negocios (Hernández & Vizán, 2013). Puede usarse como una métrica para medir un proceso y compararlo con otro, para así reducir la variación en la producción buscando el liderazgo en los negocios con el máximo desempeño (Jacobs & Chase, 2013; Socconini, 2008). Con su implementación se busca asegurar la calidad de cada puesto de trabajo y mejorar significativamente la calidad de los productos y servicios (Socconini, 2008). Además, es posible obtener diferentes beneficios organizacionales como la reducción del tiempo de ciclo, de inventarios, de costos unitarios, así como el incremento del flujo del proceso, de la productividad, de la calidad, de la confiabilidad y la comunicación proporcionando un lenguaje común para todos (Gitlow et al., 2015).

Una vez definida la síntesis conceptual que soporta la investigación, se procedió a estudiar el comportamiento de las mismas en las pymes textiles de Cundinamarca, a fin de poder realizar la caracterización de los procesos pro-

ductivos y su alineación con las herramientas que forman parte de la filosofía Lean.

■ Metodología

Para caracterizar los procesos productivos de las pymes textiles del departamento de Cundinamarca, se planteó una investigación del tipo descriptivo, no experimental, transaccional de campo. Para llevarla a cabo, se hizo inicialmente una revisión de literatura utilizando, como referente, los términos: procesos productivos, herramientas Lean, Kaizen, Jidoka, Just in Time.

Revisados los aspectos teóricos, se procedió a construir el instrumento de recolección de información (cuestionario), el cual quedó conformado por 24 preguntas, las cuales fueron formuladas considerando el trabajo de Villaseñor y Galindo (2007), quienes establecieron un cuestionario para la verificación y evaluación de los procesos de producción a partir de los requerimientos de diferentes herramientas que abarca Lean (Villaseñor & Galindo, 2007). Los autores establecieron cuatro opciones de respuesta para cada pregunta, mostrando diferentes niveles en los que puede encontrarse el sistema de producción para cada uno de los aspectos a evaluar. Esto desde un estado desfavorable (1) en el que no se ha aplicado o se aplica muy poco las herramientas, hasta un estado completamente favorable (4) en el que se aplica en un 100% la herramienta. Existen dos estados intermedios (3 y 4) en los que se aplican parcialmente las herramientas Lean.

Dado que el instrumento se estructuró con la propuesta de los autores mencionados, no fue necesario realizar la validez y confiabilidad del mismo a través del juicio de expertos y aplicación del alfa de Cronbach, sino que se procedió a su aplicación utilizando un muestreo no probabilístico por conveniencia; puesto que de acuerdo con Otzen (2017) se permite seleccionar aquellos casos accesibles que acepten ser incluidos, ello fundamentado en la conveniente accesibilidad y proximidad de los sujetos para el investigador.

La aplicación del instrumento de recolección de información se hizo de forma virtual, empleando un formulario Google para la tabulación de los datos. Se realizó acercamiento a las empresas a través de correo electrónico, vía telefónica y de forma presencial, contactando de forma directa a representantes legales, gerentes, directores,

coordinadores e ingenieros de procesos de las empresas participantes; ello con el propósito de asegurar que quien respondiera la encuesta tuviera una visión global del funcionamiento de su empresa y, a su vez, se redujera el sesgo de la información recolectada.

En cuanto a la estructura del instrumento, las preguntas 1 a 5 se utilizaron para recabar información general sobre el conocimiento presente en las pymes acerca de las herramientas Lean, las variables y las barreras para la implantación de la filosofía. Las preguntas desde la 6 hasta la 15 permitieron la caracterización de los aspectos relacionados con la filosofía de Kaizen. Desde las preguntas 16 a la 18 se utilizaron para caracterizar el sistema Just in Time. A partir de las preguntas 19 hasta la 23 se caracterizaron los aspectos relacionados con el Jidoka. Por último, con la pregunta 24 se caracterizó el nivel de aplicación de la filosofía Six Sigma. La estructura del instrumento con las preguntas utilizadas se muestra en la tabla 1.

Se seleccionaron para el estudio las pequeñas y medianas empresas textiles del departamento de Cundinamarca. En este orden de ideas, de acuerdo con la Cámara de Comercio de Bogotá (2018), en Cundinamarca y Bogotá existen 292.986 empresas dedicadas a diferentes razones sociales. Y 8.665 están relacionadas con el sector textil, tanto en la fabricación como en la comercialización de productos. Del total de empresas, 3.268 se dedican a la fabricación de productos textiles. De estas, 3.236 están comprendidas entre micro, pequeñas y medianas empresas. Pese al tamaño de la población, se pudo trabajar solo con una muestra de 31 empresas, que decidieron participar en el estudio y diligentemente contestaron el instrumento.

■ Resultados y análisis

Características de la manufactura esbelta en las pymes textiles del departamento

Se indagó si los encuestados conocían el modelo de *Lean manufacturing* (figura 1), y se obtuvo que solo el 26% de los participantes conocían el modelo de producción o por lo menos habían escuchado hablar al respecto. El 74% no conocía el modelo, lo que refleja inicialmente que en las pymes textiles se tiende a desconocer herramientas de esta índole para la mejora de los procesos de fabricación. Esto no quiere decir que en las empresas no se apliquen herramientas del modelo de producción Toyota, a pesar de que muchos de los encuestados no conocen

Tabla 1. Estructura del instrumento

VARIABLE	DIMENSIONES	PREGUNTA	ÍTEM	
Filosofía Lean	Información general	¿Conoce lo que es <i>Lean manufacturing</i> (modelo Toyota)?	P1	
		¿En su empresa se ha aplicado <i>Lean manufacturing</i> ?	P2	
		Maque con una equis (X) las siguientes herramientas que sabe se han aplicado en su empresa.	P3	
		Marque con una equis (X) las variables que considera importantes estudiar en el sistema productivo de su empresa.	P4	
		Maque con una equis (X) las siguientes barreras que impiden la aplicación del sistema de producción Lean (LPS) en su empresa.	P5	
	Kaizen		Seleccione una de las alternativas de acuerdo con su percepción respecto a la clasificación de los elementos útiles e inútiles en la planta de producción:	P6
			Seleccione una de las alternativas de acuerdo con su percepción respecto al orden dentro de la planta de producción:	P7
			Seleccione una de las alternativas de acuerdo con su percepción respecto a la limpieza dentro de la planta de producción:	P8
			Seleccione una de las alternativas de acuerdo con su percepción respecto a la estandarización de la cultura de limpieza y aseo dentro de la planta de producción:	P9
			Seleccione una de las alternativas de acuerdo con su percepción respecto a la disciplina para mantener la limpieza y el aseo dentro de la planta de producción:	P10
			Seleccione una de las alternativas de acuerdo con su conocimiento respecto al mapa de proceso de la empresa:	P11
			Seleccione una de las siguientes alternativas de acuerdo con su conocimiento sobre los desperdicios que se generan dentro del sistema de producción:	P12
			Seleccione una de las siguientes alternativas de acuerdo con su conocimiento sobre el tipo de sistema de producción que se utiliza en su empresa:	P13
			Seleccione una de las siguientes alternativas de acuerdo con su conocimiento sobre el flujo y entrega de materiales que se realiza en el sistema productivo:	P14
			Seleccione una de las siguientes alternativas de acuerdo con su conocimiento sobre la existencia de indicadores clave de desempeño (KPI's) en la empresa donde labora:	P15
	Just in Time		Seleccione una de las siguientes alternativas de acuerdo con su conocimiento sobre la existencia de mecanismos de control de la producción:	P16
			Seleccione una de las siguientes alternativas de acuerdo con su conocimiento sobre el manejo y control de inventarios que se realiza en la planta:	P17
			Seleccione una de las siguientes alternativas de acuerdo con su conocimiento sobre la programación y las metas de producción:	P18
	Jidoka		Seleccione una de las siguientes alternativas de acuerdo con su conocimiento sobre la existencia de indicadores visuales:	P19
			Seleccione una de las siguientes alternativas de acuerdo con su conocimiento sobre los tiempos de cambio de ciclo (SMED):	P20
			Seleccione una de las siguientes alternativas de acuerdo con su conocimiento sobre el uso de dispositivos para evitar errores no intencionados (Poka Yoke) en la planta de producción:	P21
			Seleccione una de las siguientes alternativas de acuerdo con su conocimiento sobre los planes de mantenimiento productivo total (TPM) en la planta de producción:	P22
			Seleccione una de las siguientes alternativas de acuerdo con su conocimiento sobre el análisis del modo y efecto de falla (Amef) en la planta de producción:	P23
	Six Sigma		Seleccione una de las siguientes alternativas de acuerdo con su conocimiento respecto a la medición, análisis y control de los procesos de producción:	P24

detalladamente el modelo, saben que sus subordinados en diferentes áreas de la empresa la han aplicado.

De acuerdo con la figura 2, en el 35% de las pymes se han aplicado herramientas Lean, y en el 65% no se ha aplicado

ninguna herramienta para la mejora de los procesos productivos. Esto según el conocimiento de los encuestados respecto al modelo de producción Toyota, dado que en apartados siguientes se mostrará el nivel en el que se aplica la filosofía.

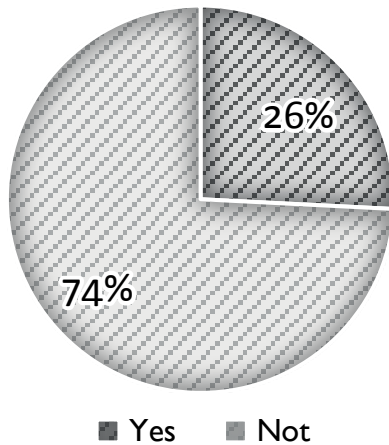


Figura 1. Conocimiento de las pymes sobre *Lean manufacturing*

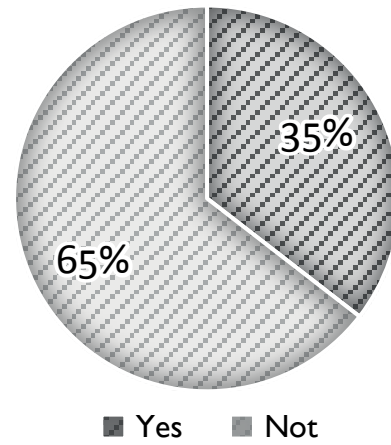


Figura 2. Porcentaje de aplicación de Lean en las pymes

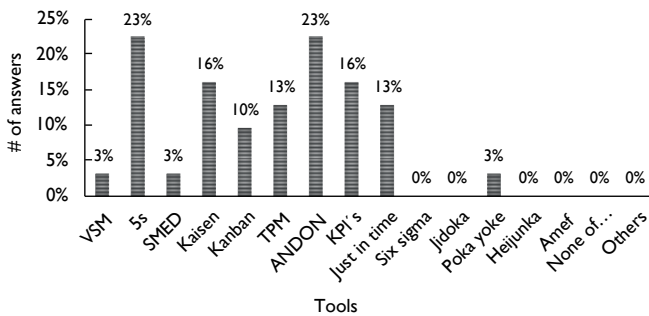


Figura 3. Herramientas Lean que se han aplicado en las pymes.

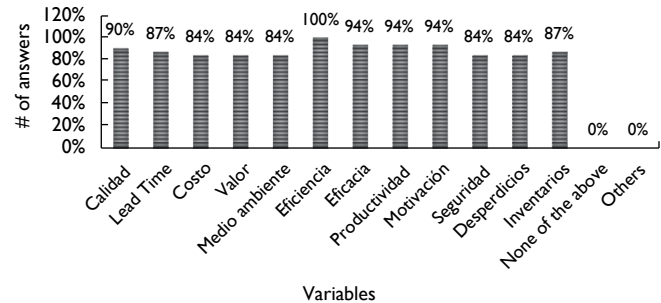


Figura 4. Variables consideradas en los procesos productivos de las pymes.

En la figura 3 se ilustran las herramientas que se han aplicado en los procesos productivos de las pymes textiles del departamento. Las herramientas de las 5s y el Andon se han aplicado en el 23% de las empresas. Herramientas como Kaizen y los KPI's son aplicadas en el 16%. En el 13% de las empresas, se aplican planes de mantenimiento productivo total y de justo a tiempo. La herramienta del Kanban se ha estudiado en el 10% de las empresas. Los mapas de flujo de valor (VSM), el SMED y el uso de Poka Yoke son aplicados solo en el 3%. Por último, herramientas como Six Sigma, Jidoka, Heijunka y Amfe, no se aplican. De acuerdo con las cifras, puede decirse que existe una preferencia por el uso de las 5s y el control visual, lo que refleja que los problemas en las pequeñas y medianas empresas textiles de departamento están asociados al orden, aseo y control de la producción, por lo que ya se están realizando esfuerzos para solucionarlo.

Si bien todas las variables de estudio de los procesos productivos son consideradas relevantes para las pymes (figura 4), el control de la eficiencia es la variable que más relevancia tiene; para el 100% de las empresas es muy importante hacer uso adecuado de sus recursos,

personal, materia prima, maquinarias y equipos. Para estas empresas es primordial analizar todas las variables, pero se desconoce si en realidad se hace control a las mismas, por lo que más adelante se pretenderá establecer de forma intrínseca si se realiza o no control a estas variables con ayuda de las herramientas Lean.

Las barreras que dificultan la aplicación de las herramientas Lean en las pymes se categorizaron en ocho, consideradas relevantes de acuerdo con los trabajos de (Garza-Reyes et al., 2018; Salonitis & Tsinopoulos, 2016; Sieckmann, Nguyen-Ngoc, Helm & Kohl, 2018). Los resultados obtenidos de las barreras se ilustran en la figura 5.

Para el 81% de las empresas encuestadas, la falta de conocimiento acerca de las herramientas Lean es una barrera que dificulta su aplicación, esto considerando que no todos conocen la totalidad de las herramientas, para qué sirven, cómo aplicarlas y cómo pueden mejorar los procesos productivos de textiles. La falta de recursos económicos para la inversión es otra barrera importante para el 74% de las pymes; esto se debe a que no todas las pymes conocen en su totalidad las herramientas Lean, cómo

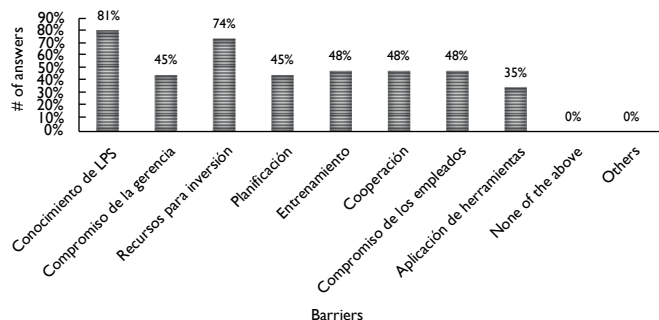


Figura 5. Barreras que impiden la aplicación de Lean.

funcionan y los beneficios que pueden aportar para la fabricación textil, ya que la aplicación de las herramientas no requiere grandes inversiones. Para el 48% de las empresas, la falta de entrenamiento, cooperación y compromiso de los empleados dificultan la aplicación de las herramientas. Por otra parte, para el 35% de las pymes, la barrera que cobra menos relevancia es la aplicación incorrecta de las herramientas Lean, lo cual puede estar causado por el desconocimiento de ellas, descartando esta barrera al momento de responder el cuestionario.

Características de los procesos productivos respecto a la filosofía Kaizen

Las figuras 6 a 15 representan los resultados obtenidos en cuanto al grado de aplicación de la filosofía Kaizen en las pymes textiles del departamento de Cundinamarca. Se presentan los diferentes niveles de aplicación en los que se encuentran las empresas textiles respecto a cada una de las herramientas relacionadas con esta filosofía. En las figuras 6 a 10 se presentan los resultados encontrados respecto a la aplicación de la herramienta de las 5s (**Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke**) dentro de los procesos productivos en las pymes, el análisis se presenta por cada “s”.

En la figura 6 se observa el resultado a la pregunta relacionada con la clasificación de los elementos considerados útiles e inútiles en la planta de producción (**Seiri**), de lo que se obtuvo que en el 10% de las pymes no se realiza una clasificación de los elementos útiles e inútiles, en las plantas de producción no se distingue entre lo que forma parte del sistema productivo y lo que no (1). En el 22% de las empresas se realiza una clasificación de elementos útiles e inútiles, pero los inútiles siempre están presentes en el sistema de producción, no se toman medidas para eliminarlos del sistema productivo (2). En el 58% de las empresas se realiza clasificación y se presentan pocos

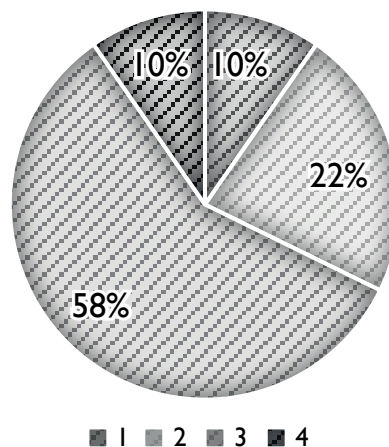


Figura 6. Clasificación de los elementos útiles e inútiles.

elementos considerados inútiles, se hacen esfuerzos por mantener en la planta solo aquellos elementos necesarios para fabricar (3). En el 10% de las pymes siempre están presentes solo los elementos que forman parte del sistema de producción. De acuerdo con las cifras anteriores, puede decirse que en las pymes textiles se realizan esfuerzos por mantener dentro de sus procesos de fabricación solo elementos productivos, pero aún es necesario seguir trabajando para que no se presenten elementos que no formen parte de sistema, como accesorios personales.

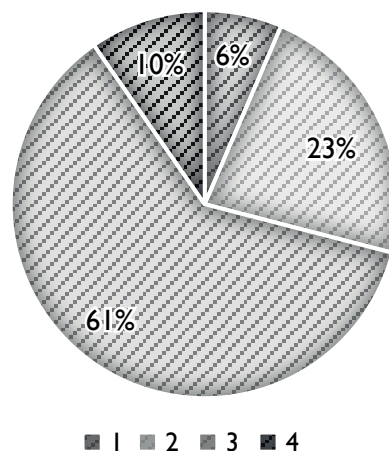


Figura 7. Orden en los procesos productivos.

La pregunta realizada respecto al orden en los procesos productivos (**Seiton**) se ilustra en la figura 7, donde el 6% de las pymes manifiestan que la planta de producción suele estar desordenada y que no se dispone de espacios específicos para el almacenamiento de materiales, herramientas y equipos (1). El 23% indica que se dispone de espacios específicos para el almacenamiento de materiales, herramientas y equipos, pero no se mantiene el orden

en la planta (2). En el 61% de las pymes, en la planta se dispone de espacios específicos para el almacenamiento de materiales, herramientas y equipos, la planta suele estar ordenada a lo largo de cada jornada de trabajo (3). El 10% manifiesta que el orden en la planta es perfecto, es fácil encontrar los materiales, herramientas y equipos necesarios para realizar la producción (4). En términos generales, las pymes textiles del departamento de Cundinamarca promueven el orden dentro de sus procesos de fabricación; sin embargo, es necesario seguir trabajando para mantener este aspecto de la herramienta de las 5s en un estado considerado Lean.

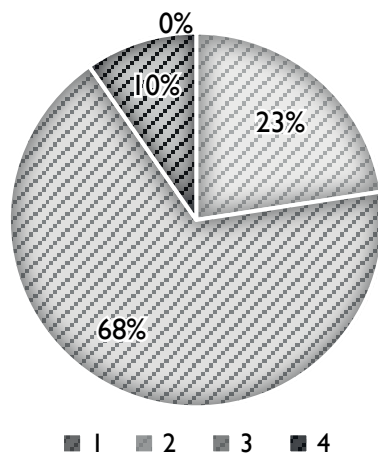


Figura 8. Limpieza en los procesos productivos.

En la figura 8 se presentan los resultados obtenidos respecto a la limpieza de los procesos productivos (**Seiso**). En el 23% de las empresas, la planta de producción suele estar limpia al iniciar la producción, pero a lo largo de la jornada no se mantiene puesto que no hay quién realice la limpieza (2). En el 68%, la planta suele estar limpia durante la jornada, los empleados intentan mantener limpios sus espacios de trabajo, pero en determinados horarios no es posible hacerlo debido a la dinámica de la operación (3). En el 10%, la planta siempre permanece limpia y todos los empleados tienen la cultura de asear sus espacios de trabajo cada vez que sea necesario. En cuanto al estado menos favorable (1), en el cual la planta suele estar sucia durante toda la jornada, existen desperdicios de materiales en todas partes y no hay quién mantenga aseado el área de producción, no se presentaron respuestas por ninguna de las empresas participantes. Se evidencia que las pymes textiles del departamento hacen esfuerzos importantes para mantener limpio sus procesos de fabricación; existe alto grado de participación de los empleados por mantener este aspecto en un estado Lean, lo

cual, si se desarrolla con mayor participación por quienes dirigen las empresas, puede convertirse en una ventaja competitiva frente al entorno globalizado (esto afecta indirectamente la motivación de los empleados).

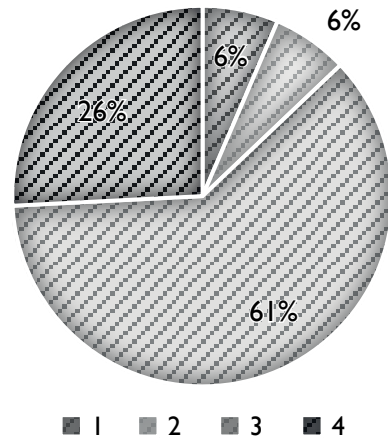


Figura 9. Estandarización de la cultura de limpieza y aseo.

En la figura 9 se ilustran los resultados de la pregunta realizada respecto a la estandarización (**Seiketsu**) de la cultura de los empleados para hacer las actividades de orden y aseo. En el 6% de las pymes no existen especificaciones para los empleados sobre cómo y cuándo deben hacerse las actividades de orden y aseo en el sistema de fabricación, y los empleados se encargan solo de las actividades netamente operativas del proceso de fabricación (1). En el 6% existen procedimientos definidos para los empleados sobre cómo y cuándo deben hacerse las actividades de orden y aseo dentro de la planta, pero los empleados los desconocen totalmente (2). En el 61% existen procedimientos definidos para los empleados sobre cómo y cuándo deben hacerse las actividades de orden y aseo dentro de la planta, se han realizado esfuerzos para capacitar a los empleados, pero no se hace seguimiento (3). En el 26% existen procedimientos claramente definidos y documentados sobre cómo y cuándo deben hacerse las actividades de orden y aseo, todos los empleados han recibido capacitación al respecto y se realiza seguimiento periódicamente (4).

De acuerdo con las cifras anteriormente expuestas, es posible decir que en las pymes textiles del departamento de Cundinamarca se realizan esfuerzos importantes para mantener estandarizada la cultura de orden y aseo en sus procesos productivos; sin embargo, es necesario establecer un modelo que permita a la totalidad de las empresas alcanzar y mantener un estado óptimo (4) respecto a la estandarización (**Seiketsu**).

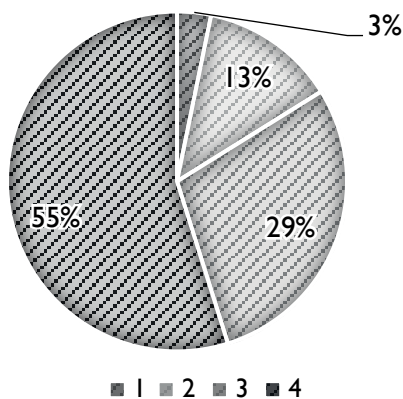


Figura 10. Disciplina para mantener la limpieza y el aseo.

En la figura 10 se presentan los resultados respecto a la disciplina (**Shitsuke**) para mantener la limpieza y el orden dentro de los procesos productivos. En el 3% de las empresas, los empleados son desordenados o no limpian sus espacios de trabajo, esto se debe a la falta de procedimientos definidos por la empresa sobre cómo y cuándo deben realizarse las actividades de orden y aseo (1). En el 13%, los empleados son desordenados o no limpian sus espacios de trabajo a pesar de que existen procedimientos definidos sobre cómo y cuándo deben realizarse las actividades de orden y aseo, hay carencia de disciplina de los empleados para dar cumplimiento a los procedimientos establecidos (2). En el 29%, los empleados mantienen el orden y la limpieza de sus espacios de trabajo de forma autónoma, esto a pesar de la falta de procedimientos definidos por la empresa; los empleados presentan una cultura propia sobre el orden y aseo (3). En el 55%, los empleados mantienen el orden y limpieza de sus espacios de trabajo de forma autónoma cumpliendo con los procedimientos definidos por la empresa (4). Es posible decir que gran parte de los empleados de las pymes textiles disponen de disciplina para mantener el orden y aseo en los procesos de fabricación; sin embargo, es necesario fortalecer la disciplina a partir del establecimiento de procedimiento claramente definidos para ellos. Esto permitirá alcanzar un estado considerado Lean, cual puede ser una gran ventaja competitiva para estas empresas.

En la figura 11 se ilustran los resultados obtenidos en cuanto a la aplicación de mapas de proceso. En el 58% de las empresas se encontró que no existe mapa de procesos (1). En el 35% existe mapa de proceso actual, pero no se hace el mapa futuro, por lo que suele estar desactualizado (2). En el 3% existe mapa de proceso actual y se realiza actualización para el mapa futuro, pero no se implementa (3). En el 3% se tiene mapa de proceso actual,

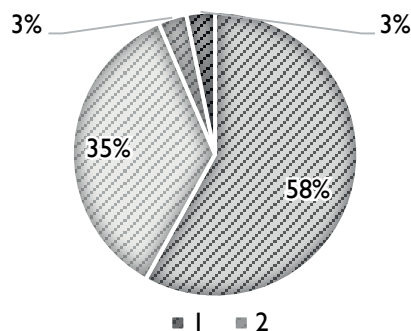


Figura 11. Existencia del mapa de proceso.

se construye e implementa el mapa de proceso futuro en la empresa y se está actualizando anualmente (4). Las pymes textiles del departamento poco documentan los procesos de producción, lo que sugiere que las actividades de producción se realizan por experiencia y conocimiento de los jefes de producción y empleados. Es necesario hacer esfuerzos para que las empresas documenten sus procesos, para que así puedan medir, controlar y mejorar las entradas y salidas de estos.

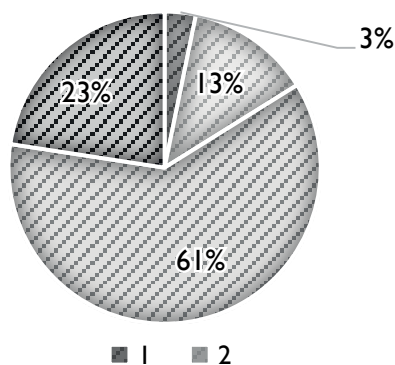


Figura 12. Control de desperdicios.

En la figura 12 se ven los resultados obtenidos en cuanto al control de los desperdicios que se generan dentro de los procesos productivos. En el 3% no existe control de desperdicios o son excesivos en todas las áreas del sistema de fabricación (1). En el 13% existen métodos que permiten a los trabajadores reducir los desperdicios, pero estos son elevados en todas las áreas, los métodos aplicados no son lo suficientemente efectivos para controlarlos (2). En el 61% existen métodos que permiten a los trabajadores reducir los desperdicios, y estos son normalmente bajos en todas las áreas del sistema de producción (3). En el 25% restante, existen métodos que permiten a los trabajadores reducir los desperdicios y los niveles de desperdicio son bajos, la eliminación de estos es una rutina normal en el sistema de producción (4). En términos generales, para las pymes textiles es muy importante

controlar los desperdicios que se generan durante la producción; sin embargo, es necesario establecer estrategias para que la totalidad de las empresas controlen de manera adecuada los desperdicios de producción, transformando este factor en ventaja competitiva.

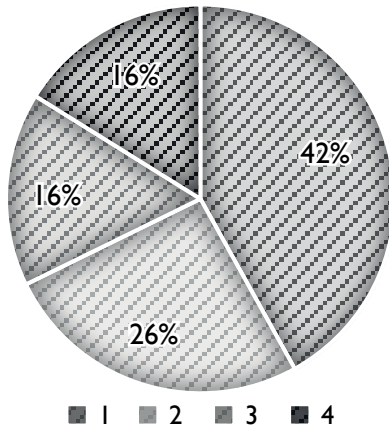


Figura 13. Tipo de sistema de producción.

Los resultados obtenidos sobre los tipos de procesos de producción se ilustran en la figura 13. En el 42% de las empresas se agrupa la producción en pequeñas cantidades de productos idénticos y de forma limitada, se hace una producción por lotes (1). En el 26%, la producción es realizada de forma independiente por tipo de proceso para aprovechar la capacidad de los equipos, se hace en islas solitarias (2). En el 16%, la producción es organizada por productos de acuerdo con la secuencia de los procesos, se produce en línea (3). En el 16%, la producción es realizada por familias de productos en subáreas específicas en la planta de producción de acuerdo con la demanda, es decir, por células de manufactura (4). De acuerdo con las cifras, a las pymes textiles les falta camino por recorrer para poder llegar a un estado considerado Lean, ya que la mayor parte, el 84% de las empresas, dispone de procesos productivos que no se ajustan en la totalidad a un pensamiento esbelto.

En la figura 14 se ilustran los resultados obtenidos respecto al flujo y entrega de materiales que se realiza en los procesos productivos, de lo cual se obtuvo que en el 3% se emplean láminas y carretas para el transporte de material sin control alguno (1). En el 10% el material se entrega sin control en cajas o no hay rutas de surtido definidas (2). En el 65%, el material se entrega por uso diario a través de rutas de surtido definidas, pero no se lleva registro de este (3). En el 23% restante, el material se entrega por sistema, se surte varias veces al día con una ruta definida y

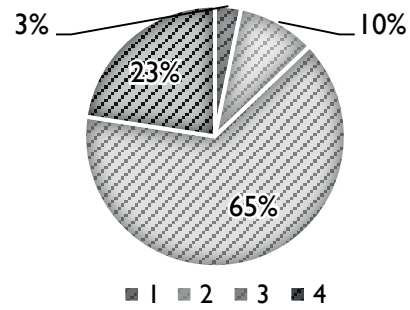


Figura 14. Flujo y entrega de materiales.

horarios preestablecidos (4). Existe un bajo control al flujo y entrega de materiales al sistema productivo, por lo que las pymes textiles del departamento requieren mejorar sus métodos de control y entrega de materiales para poder alcanzar un estado de operación considerado Lean.

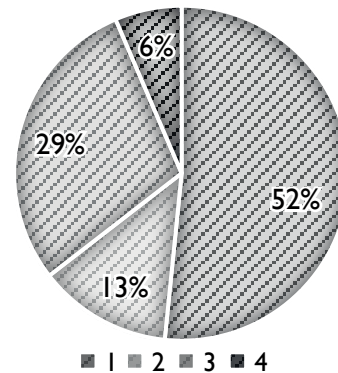


Figura 15. Existencia de indicadores de desempeño.

En la figura 15 se presentan los resultados sobre la existencia de indicadores clave para medir el desempeño (KPI's). En el 52% de las pymes no existen indicadores para medir el desempeño de los empleados o procesos en términos de calidad y tiempo (1). En el 13% existen indicadores para medir el desempeño de los empleados o procesos, pero solo se encuentran documentados, no se aplican (2). En el 29% existen indicadores para medir el desempeño de los empleados o procesos, se hace seguimiento periódico a los indicadores, pero no existe un programa de incentivos para los empleados. Por último, en el 6% existen indicadores para medir el desempeño de los empleados y procesos, se hace seguimiento periódico a los indicadores y existen programas de incentivos. De acuerdo con las cifras anteriores, las pymes textiles están lejos de alcanzar la excelencia en la aplicación de KPI's, solo una pequeña fracción (6%) se encuentra en el estado considerado Lean, por lo que es necesario promover el uso de KPI's para así controlar el rendimiento de los procesos y mejorar la motivación de los empleados.

Características de los procesos productivos respecto a la filosofía del Just in Time

Las figuras 16, 17 y 18 ilustran los resultados obtenidos en cuanto al grado de aplicación de la filosofía del Just in Time en las pymes textiles del departamento de Cundinamarca, en donde se presentan los diferentes niveles de aplicación de cada una de las herramientas relacionadas con esta filosofía en los que se encuentran las empresas, esto de acuerdo con la metodología aplicada.

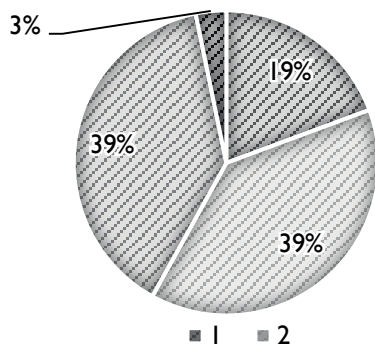


Figura 16. Mecanismos de control de la producción.

En la figura 16 se ilustran los resultados sobre la existencia de mecanismos para el control de la producción. En el 19%, los encuestados manifiestan que desconocen el ritmo de producción y el Takt Time (1). En el 39%, el ritmo de producción es conocido, pero el Takt Time no es alcanzado en cada lote de producción (2). En el 39%, el ritmo de producción es conocido y el Takt Time alcanzado en cada lote, pero no se evalúa el ritmo de producción (3). En el 3% restante, el ritmo de producción es conocido y el Takt Time es alcanzado en cada lote, se evalúa constantemente el ritmo en cada lote fabricado (4). Las pymes textiles del departamento tienden a conocer el ritmo con el que producen, pero no realizan control, por lo que se les dificulta mantenerse dentro del Takt Time, requieren mecanismos para controlar la producción y así alcanzar el Takt Time.

En la figura 17 se ilustran el manejo y el control de inventario que se realiza. En el 10% no se hace control sobre el inventario, se desconocen los niveles de inventario y no se dispone de espacios definidos para el almacenamiento (1). En el 19% se tienen espacios definidos para el almacenamiento de materia prima, producto en proceso y producto terminado, pero no se hace control sobre el inventario y se desconocen los niveles existentes (2). En el 65% existen espacios claramente definidos para el almacenamiento de materia prima, producto en proceso y producto terminado; existe un sistema de control de

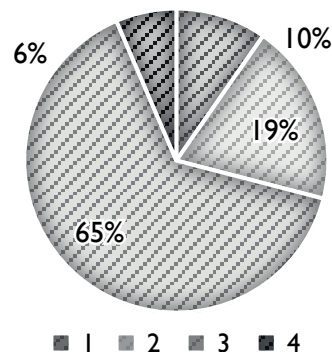


Figura 17. Manejo y control de inventarios.

inventarios definido, pero no aplica de forma disciplinada; la información que se tiene sobre los niveles de inventarios no siempre es exacta (3). Y en el 6% restante existen espacios claramente definidos para el almacenamiento de materia prima, producto en proceso y producto terminado; se realiza control del inventario periódicamente y es posible saber con exactitud los niveles de inventario de materia prima, producto en proceso y producto terminado (4). Existe una importante oportunidad de mejora en el control de inventario en las pequeñas y medianas empresas textiles del departamento, la cual podría ser alcanzada si se aplican herramientas Lean como Kanban y Heijunka, las cuales, de acuerdo con la literatura, han mostrado ser útiles para el adecuado control de inventario de materia prima, producto en proceso y producto terminado: esto podría conllevar una gran ventaja competitiva ante el entorno globalizado.

En la figura 18 se presentan los resultados respecto a la programación y las metas de producción que plantean. En el 10% de las empresas no se hace programación de la producción ni se plantean metas, todo lo que es fabricado debe venderse (1). En el 16% se realiza programación de la producción y se plantean metas para ello, pero todo lo que es producido debe venderse, no se planea sobre la demanda (2). Y en el 74% se realiza programación de

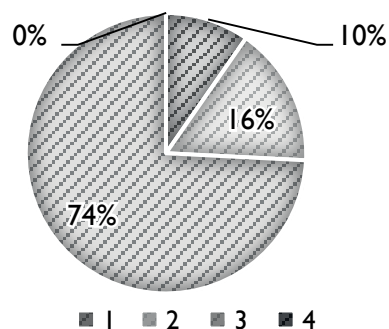


Figura 18. Programación y metas de producción.

la producción de acuerdo con la demanda del cliente, por lo que existen metas claramente definidas. Respecto a la alternativa (4) se considera ideal en cuanto a la filosofía Lean, donde debe hacerse programación de la producción de acuerdo con la demanda del cliente, existir metas claramente definidas, conocer cuándo debe iniciarse y terminar cada lote, las operaciones, el personal y la maquinaria que se empleara para cada lote, no se encontraron empresas que estuvieran en este nivel. Esto evidencia que este tipo de empresas al ser pequeñas y medianas tienden a ajustar su producción de acuerdo con la demanda del cliente, lo que es considerado una fortaleza importante para ser competitivas, al no estar sometida a la incertidumbre de grandes volúmenes de demanda, se les facilita programar la producción y establecer metas a partir de los requerimientos del cliente.

Características de los procesos productivos respecto con el Jidoka

Las figuras 19, 20, 21, 22 y 23 representan los resultados obtenidos en cuanto al grado de aplicación de la filosofía del Jidoka en las pymes textiles del departamento de Cundinamarca, en donde se presentan los diferentes niveles de aplicación de cada una de las herramientas Lean en los que se encuentran.

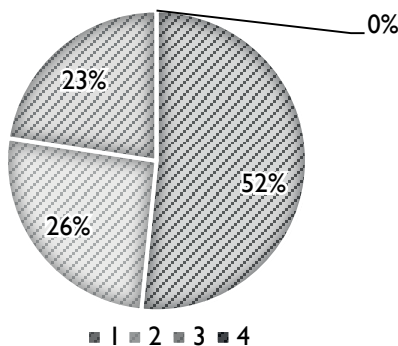


Figura 19. Existencia de indicadores visuales.

En la figura 19 se ilustra la existencia de indicadores visuales o Andon en los procesos de fabricación. En el 52% de las empresas no existen indicadores visuales en ninguna de las áreas de la planta de producción (1). En el 26% existen indicadores visuales en alguna de las áreas de la planta, pero no están actualizados (2). En el 23% de las pymes restantes, existen indicadores visuales estandarizados por área y están actualizados (3). En cuanto a la alternativa (4) considerada Lean, en la que deben existir indicadores visuales por área, estandarizados y en donde los operadores son los responsables de esta información,

no se presentó respuesta por ninguna de las pymes participantes. Se evidencia que existe un bajo nivel de aplicación de indicadores visuales en la producción de este tipo de empresas, lo que es una oportunidad importante para identificar errores de producción e incrementar los niveles de calidad en la fabricación textil a partir de la aplicación de esta herramienta Lean.

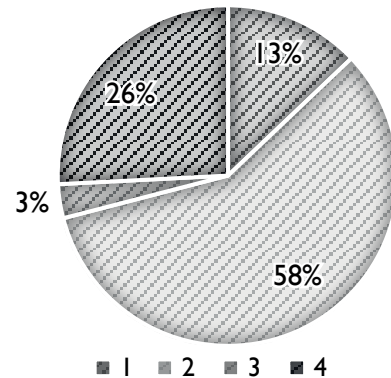


Figura 20. Control de los tiempos de cambio de ciclo.

En la figura 20 se presentan los resultados sobre el grado de aplicación de la herramienta SMED. En el 13% los tiempos de cambio de ciclo duran más de 60 minutos (1). En el 58% los tiempos de cambio de ciclo son entre 10 y 60 minutos (2). En el 3% los tiempos de cambio de ciclo duran menos de 10 minutos (3). Y en el 26% los tiempos de cambio de ciclo están dentro del ritmo en que los productos deben ser fabricados o Takt Time (4). Las pymes textiles del departamento de Cundinamarca realizan un bajo control a los tiempos de cambio de ciclo, no están dentro de un estado considerado Lean. Es necesario establecer estrategias para mejorar este aspecto dentro de los procesos productivos de las pymes textiles y así generar ventaja competitiva con los tiempos de respuesta ante los clientes.

En la figura 21 se ilustran los resultados sobre el uso de dispositivos Poka Yoke dentro de los procesos productivos. De acuerdo con la figura, en el 84% no se aplica o no se tiene conocimiento de esta disciplina (1). En el 10% existen algunos dispositivos implementados en el sistema de producción (2). Y en el 6% restante, el personal está involucrado con esta disciplina, los Poka Yoke se implementan y documentan cada vez que sea necesario. En cuanto a la alternativa considerada Lean (4), donde el Poka Yoke es una rutina de mejora continua en los equipos y los problemas de calidad no ocurren, no se presentó respuesta por ninguna de las empresas participantes.

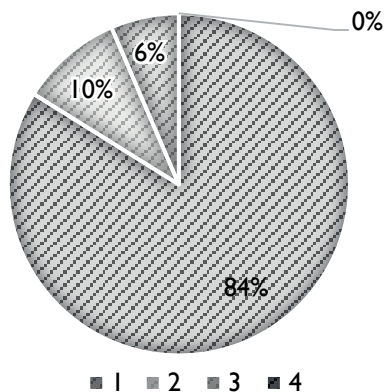


Figura 21. Uso de dispositivos Poka Yoke.

En términos generales, las pymes textiles del departamento de Cundinamarca tienden a desconocer los dispositivos Poka Yoke, los cuales son prácticos para evitar el error humano dentro de la producción. Existe una oportunidad de mejora en el uso de estos dispositivos para prevenir errores de calidad dentro de los procesos de fabricación, aplicarlos puede ser muy beneficioso para dar cumplimiento a las expectativas de calidad de los clientes.

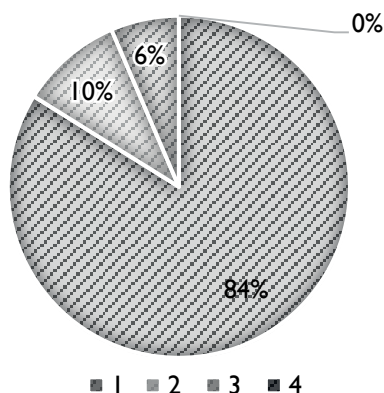


Figura 22. Planes de mantenimiento productivo total (TPM).

De acuerdo con la figura 22, en donde se encuentran los resultados sobre la existencia de planes de mantenimiento productivo, en el 23% de las empresas existen paros por fallas en las máquinas y equipos, no se lleva control eficiencia global de producción (1). En el 58% solo se realizan trabajos de mantenimiento preventivo (2). Y en el 19%, el mantenimiento preventivo es programado y hecho a tiempo de forma autónoma. En cuanto a la alternativa considerada Lean (4), en donde el mantenimiento preventivo es programado, hecho a tiempo de forma autónoma y se lleva control sobre la eficiencia global de la producción (OEE), no se presentaron respuestas por ninguna de las empresas participantes. Las empresas no se encuentran en un estado considerado Lean, el mantenimiento a la

maquinaria y equipos es un proceso que se tiende a descuidar, lo que dificulta la competitividad de estas empresas. Las pymes presentan incertidumbre en la disponibilidad de maquinaria y equipos, lo que podría conllevar incumplimiento de la demanda del cliente.

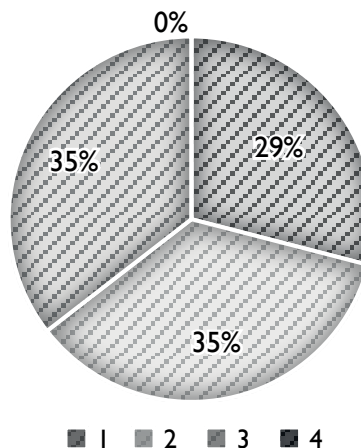


Figura 23. Análisis del modo y efecto de falla (Amef).

En la figura 23 se ilustran los resultados respecto al Amfe. Puede decirse que en el 29% no se reconocen las fallas existentes en el sistema de producción (1). En el 35% se reconocen las fallas potenciales y sus posibles efectos en el sistema de producción, pero no se establecen acciones para poder eliminarlas o reducir la probabilidad de ocurrencia (2). Y en el 35% restante de las empresas se reconocen y evalúan las fallas potenciales y sus posibles efectos en el sistema de producción, asimismo se identifican acciones para la eliminación o reducción de la probabilidad de falla. En cuanto a la alternativa considerada Lean (4), en la que se deben reconocer y evaluar las fallas potenciales y sus posibles efectos en el sistema de producción, identificar acciones para la eliminación o reducción de la probabilidad de falla y documentar todo lo aprendido durante el análisis de las fallas, no se encontraron empresas que cumplieran con dichas características. Si bien el Amfe es una herramienta cualitativa para el análisis de fallas, su aplicación en este tipo de empresas es considerada una oportunidad para el incremento de la competitividad, dado que a partir de su aplicación es posible identificar y solucionar problemas que afecten directa o indirectamente la fabricación de productos textiles.

Características de los procesos productivos respecto a la aplicación de Six Sigma

Los resultados obtenidos respecto a la aplicación de la filosofía de Six Sigma en las pequeñas y medianas empresas

textileras en el departamento de Cundinamarca, se ilustran en la figura 24. Si bien esta herramienta no es considerada Lean por algunos autores, se decidió estudiarla puesto que es considerada de gran importancia para la mejora de los niveles de calidad en la producción textil, lo cual es uno de sus pilares.

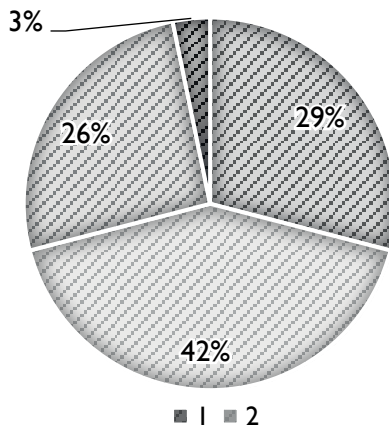


Figura 24. Medición, análisis y control de los procesos de producción.

De acuerdo con la figura 24, en el 29% de las empresas no se identifican los procesos de producción que presentan oportunidades de mejora, ni se miden las variables de entrada y salida de estos (1). En el 42% se identifican los procesos de producción que presentan oportunidades de mejora y se realiza medición a las variables de entrada y salida de estos; sin embargo, no se analizan los procesos ni se establecen mejoras a los mismos (2). En el 26% se identifican los procesos de producción que presentan oportunidades de mejora, se hace medición y análisis a las variables de entrada y salida de los procesos; se establecen e implementan cambios para la mejora de los procesos (3). Y en el 3% de las empresas restantes se identifican los procesos de producción que presentan oportunidades de mejora, se realiza medición y análisis a las variables de entrada y salida; se establecen e implementan cambios para la mejora de los procesos y se hace control a los cambios implementados en el proceso. En términos generales, muy pocas pymes desarrollan actividades bajo un enfoque de Six Sigma, el 71% de las empresas no establecen e implementan mejoras para los procesos de fabricación textil; esto considerado una oportunidad de mejora para que las pymes mejoren su competitividad a partir de la utilización de la metodología Six Sigma, la cual puede afectar de manera positiva los niveles de calidad del producto y del proceso llegando a niveles mínimos de defectos.

Conclusiones

Una vez aplicado el instrumento a las 31 pymes textiles del departamento de Cundinamarca, es posible inferir que en general se desconoce la filosofía de *Lean manufacturing*, por lo que se ha aplicado en baja medida para fortalecer los procesos de producción; sin embargo, esto no implica que no se estén desarrollando esfuerzos para alcanzar la excelencia operacional.

Asimismo, es posible inferir también, a la luz de los resultados obtenidos, que las pymes encuestadas tienen claro que deben controlar las variables de sus procesos productivos, principalmente la eficiencia para administrar de manera adecuada sus recursos; sin embargo, desconocen cómo hacerlo y esta falta de conocimiento sobre la filosofía Lean, se transforma en una barrera que requieren superar para lograr la excelencia operacional en los procesos de fabricación.

Es de destacar también que las pymes textiles consultadas del departamento de Cundinamarca, no presentan una estabilidad en sus procesos productivos, debido a que se evidencia un bajo nivel de documentación de los procesos, lo que dificulta el análisis y mejora de los procesos productivos textiles.

Igualmente, en las pymes textiles consultadas se pudo evidenciar que existe una tendencia a producir de acuerdo con los requerimientos de la demanda, pero no se suele trabajar bajo un sistema Just in Time, puesto que existe descontrol en la producción, en el manejo de materiales, producto en proceso y producto terminado, lo que dificulta que las empresas puedan operar alcanzando el Takt Time requerido.

Con la caracterización realizada es posible afirmar que al menos para las 31 empresas pymes textiles encuestadas, es necesario que establezcan una columna sólida para cumplir con los requerimientos de calidad exigido por sus clientes, la cual podría involucrar la aplicación de herramientas como el Andon, los dispositivos Poka Yoke y el Amfe. Además, deben mejorar los tiempos de cambio de ciclo y establecer planes de mantenimiento productivo total, ello con el propósito de alcanzar el Takt Time haciendo uso eficiente de los equipos de producción.

En cuanto al uso o aplicación de la filosofía Six Sigma, se evidenció que las pequeñas y medianas empresas textiles

consultadas requieren estudiar a fondo sus procesos de producción, analizar las entradas y salidas de los mismos y establecer medidas para mejorar la calidad en los procesos de fabricación. Esto no solo involucrando Six Sigma, sino también teniendo en cuenta las demás herramientas Lean consideradas en el presente estudio, con un complemento para estabilizar y estandarizar los procesos productivos.

Cada uno de los aspectos evaluados permite inferir la necesidad de trabajar en futuras investigaciones en formular y proponer estrategias para apoyar a las pymes textiles a mejorar sus niveles de productividad, incorporando herramientas Lean en sus procesos productivos; gracias a que estas herramientas han dado excelentes resultados a grandes corporaciones a nivel mundial que las han utilizado y las siguen utilizando.

■ Agradecimientos

Se agradece a la Universidad Militar Nueva Granada y a la Vicerrectoría de Investigaciones por el apoyo para la realización de la presente investigación.

■ Referencias

Álvarez, M. (2015). *Análisis modal de fallos y efectos - AMFE: ejecución paso a paso integrando técnicas de creatividad*. UK: Createspace Independent Pub.

Azizi, A., & Manoharan, T. (2015). Designing a future value stream mapping to reduce Lead Time using SMED-A case study. *Procedia Manufacturing*, 2, 153-158. <http://dx.doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.027>

Brasco-Pampanelli, A., Found, P., & Moura-Bernardes, A. (2017). A Lean & Green Model for a production cell. *Journal of Cleaner Production*, 1-12. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.06.014>

Cámara de Comercio de Bogotá. (2018). *Base de datos e información empresarial*. Obtenido de <https://www.ccb.org.co/Fortalezca-su-empresa/Temas-destacados/Formacion-Empresarial>.

Choomlucksana, J., Ongsaranakorn, M., & Suksabai, P. (2015). Improving the productivity of sheet metal stamping sub-assembly area using the application of lean manufacturing principles. *Procedia Manufacturing*, 2, 102-107. <http://dx.doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.090>

Enke, J., Glass, R., Kreß, A., Hambach, J., Tisch, M., & Metternich, J. (2018). Industrie 4.0 – Competencies for a modern production system. *Procedia Manufacturing*, 23, 267-272. <http://dx.doi.org/10.1016/j.promfg.2018.04.028>

Faulkner, W., & Badurdeen, F. (2014). Sustainable value stream mapping (Sus-VSM): Methodology to visualize and assess manufacturing sustainability performance. *Journal of Cleaner Production*, 1-11. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.05.042>

Gandhi, N. S., Thanki, S. J., & Thakkar, J. J. (2017). Ranking of drivers for integrated Lean-Green Manufacturing for Indian manufacturing SMEs. *Journal of Cleaner Production*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.041>

Garza-Reyes, J. A., Kumar, V., Chaikittisilp, S., & Hua-Tan, K. (2018). The effect of lean methods and tools on the environmental performance of manufacturing organisations. *International Journal of Production Economics*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.03.030>

Garza-Reyes, J. A., & Kumar, V. (2014). The impact of lean methods and tools on the operational performance of manufacturing organisations. *International Journal of Production Research*, 5346-5366. <http://dx.doi.org/10.1080/00207543.2014.903348>

Gitlow, H. S., Melnyck, R. J., & Levine, D. M. (2015). *A guide to Six Sigma and process improvement for practitioners and students* (second edition). Old Tappan, New Jersey: Pearson Education Ltd.

Helleno, A. L., Isaias de Moraes, A. J., & Tadeu-Simon, A. (2017). Integrating sustainability indicators and Lean Manufacturing to assess manufacturing processes: Application case studies in Brazilian industry. *Journal of Cleaner Production*, 153, 405-416. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.072>

Hernández, J. C., & Vizán, A. (2013). *Lean manufacturing. Conceptos, técnicas e implantación* (E. E. Industrial, Ed.). Madrid: © Fundación EOI. Obtenido de <https://www.eoi.es/es/savia/publicaciones/20730/lean-manufacturing-concepto-tecnicas-e-implantacion>.

Indrawati, S., & Ridwansyah, M. (2015). Manufacturing continuous improvement using Lean Six Sigma: An Iron Ores Industry Case Application. *Procedia Manufacturing*, 4, 528-534. <http://dx.doi.org/10.1016/j.promfg.2015.11.072>

Irfayantia, M., & Mulyono, A. (2012). Barrier factors and potential solutions for Indonesian SMEs. *Procedia Economics and Finance*, 3-12. [http://dx.doi.org/10.1016/S2212-5671\(12\)00315-2](http://dx.doi.org/10.1016/S2212-5671(12)00315-2)

Jacobs, F. R., & Chase, R. B. (2013). *Operational and supply chain management the core* (third edition). United States of America: MacGraw-Hill Irwin.

Karam, A.-A., Liviu, M., Veres, C., & Radu, H. (2018). The contribution of lean manufacturing tools to changeovertime decrease in the pharmaceutical industry. A SMED project. *Procedia Manufacturing*, 22, 886-892. <http://dx.doi.org/10.1016/j.promfg.2018.03.125>

- Kumar, M., Vaishya, R., & Parag. (2018). Real-Time monitoring system to Lean Manufacturing. *Procedia Manufacturing*, 20, 125-140. <http://dx.doi.org/10.1016/j.promfg.2018.02.019>
- Levy, M., & Powell, P. (1998). SME flexibility and the role of information systems. *Small Business Economics*, 11(2), 183-196. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1007912714741>
- Moeuf, A., Tamayo, S., Lamouri, S., Pellerin, R., & Lelievre, A. (2016). Strengths and weaknesses of small and medium sized enterprises regarding the implementation of lean manufacturing. *IFAC-PapersOnLine*, 49(12), 071-076. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.07.552>
- Mohd-Rohani, J., & Mojib-Zahraee, S. (2015). Production line analysis via value stream mapping: A lean manufacturing process of color industry. *Procedia Manufacturing*, 2, 6-10. <http://dx.doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.002>
- Mora, L. A. (2012). *Indicadores de la gestión logística* (segunda edición). Colombia: Ecoe Ediciones.
- Nash, M. A., & Poling, S. R. (2008). *Mapping the total value stream: A comprehensive guide for production and transactional processes*. Boca Ratón: Productivity Press.
- Ohno, T. (1991). *El sistema de producción Toyota: más allá de la producción a escala*. (SAX traductores). Barcelona: Ediciones Gestión 2000, S.A.
- Oliveira, J., Sá, J., & Fernandes, A. (2017). Continuous improvement through "Lean Tools": An application in a mechanical company. *Procedia Manufacturing*, 13, 1082-1089. <http://dx.doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.139>
- Otzen, T. (2017). Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. *International Journal Morphol*, 227-232. Obtenido de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v35n1/art37.pdf>.
- Popa, S., Soto, P., & Pérez, D. (2016). An investigation of the effect of electronic business on financial performance of Spanish manufacturing SMEs. *Technological Forecasting & Social Change*, 1-8. <http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2016.08.012>
- Prieto-Herrera, J. E. (2009). *Investigación de mercados*. Bogotá: Ecoe Ediciones.
- Rajadell, M., & Sánchez, J. L. (2010). *Lean manufacturing. La evidencia de una necesidad*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos. Obtenido de <http://ediciones.diazdesantos.es>.
- Ríos, R. G. (2014). *Seguimiento, medición, análisis y mejora en los sistemas de gestión* (tercera edición). Bogotá: Icontec-Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.
- Salonitis, K., & Tsinopoulos, C. (2016). Drivers and barriers of Lean implementation in the greek manufacturing sector. *Procedia CIRP*, 57, 289-194. <http://dx.doi.org/10.1016/j.procir.2016.11.033>
- Savrul, M., Incekara, A., & Sener, S. (2014). The potential of e-commerce for SMEs in a globalizing business environment. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 150, 35-45. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.09.005>
- Shingo, S. (1993). *Una revolución en la producción: el sistema SMED* (tercera edición). Madrid: Centro Reprográfico Neptuno Marques de Cuba.
- Sieckmann, F., Nguyen-Ngoc, H., Helm, R., & Kohl, H. (2018). Implementation of lean production systems in small and medium-sized pharmaceutical enterprises. *Procedia Manufacturing*, 21, 814-821. <http://dx.doi.org/10.1016/j.promfg.2018.02.188>
- Socconini, L. (2008). *Lean manufacturing paso a paso*. México: Norma Ediciones S.A. de C.V.
- Stricker, N., Micali, M., Dornfeld, D., & Lanza, G. (2017). Considering interdependencies of KPIs – Possible resource efficiency and effectiveness improvements. *Procedia Manufacturing*, 8, 300-307. <http://dx.doi.org/10.1016/j.promfg.2017.02.038>
- Tsai, W. H., & Chou, W. C. (2009). Selecting management systems for sustainable development in SMEs: A novel hybrid model based on DEMATEL, ANP, and ZOGP. *Expert Systems with Applications*, 36, 1444-1458. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2007.11.058>
- Valentín, M., & Anca, Ş. (2018). Lean manufacturing in SMEs in Romania. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 492-500. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2018.04.028>
- Villaseñor, A., & Galindo, E. (2007). *Conceptos y reglas de Lean manufacturing*. Balderas, México: Editorial Limusa S.A. de C.V.
- Villaseñor, A., & Galindo, E. (2007). *Manual de Lean manufacturing. Guía básica*. Balderas, México: Editorial Limusa, S.A. de C.V.
- Zevallos, E. (2006). Obstáculos al desarrollo de las pequeñas y medianas empresas en América Latina. *Journal of Economics, Finance and Administrative Science*, 75-96.