

Universidad Autónoma del Estado
de México

<https://recai.uaemex.mx>

ISSN: 2007-5278

Publicación: cuatrimestral

Año: 10 No: 28

Mayo / agosto 2021

Artículo

Autores:

Jesús Arturo Chávez Pineda *
*TECNM-Instituto Tecnológico de
Delicias, Chihuahua*

Fecha recepción:

18 de septiembre de 2020

Fecha aceptación:

26 de febrero de 2021

Páginas:

41 – 68

* arturo.chavez@itdelicias.edu.mx

Grado de implementación de las prácticas del sistema técnico de administración esbelta en la industria maquiladora de manufactura de México

*Lean management technical system practices implementation degree
in the manufacturing maquiladora industry of Mexico*

Resumen

La adopción adecuada de la administración esbelta ofrece grandes beneficios a las compañías pues implica un cambio de filosofía de administración y de cultura organizacional, además conlleva la implementación de un sistema socio-técnico coherente con sus principios. El objetivo de la presente investigación fue analizar el grado de implementación de 13 prácticas del sistema técnico de administración esbelta en la industria maquiladora de manufactura en México; ello, con respecto al tipo de industria, tamaño de planta y tiempo de adopción de las mismas. Tales prácticas técnicas fueron seleccionadas a partir de la casa del sistema de producción Toyota. Los resultados indican que, a partir de una muestra de 222 plantas de manufactura de industrias como la eléctrica/electrónica, automotriz, aeroespacial, médica, entre otras, y las pruebas estadísticas de muestras independientes de Kruskal Wallis y Mann Whitney, que el grado de implementación de las prácticas del sistema técnico de administración esbelta no presentan diferencias estadísticamente significativas por industria. No obstante, sí existen diferencias estadísticamente significativas con respecto al tamaño de planta y al tiempo de adopción de dichas prácticas.

Palabras clave: Administración esbelta, sistema de producción Toyota, industria maquiladora.

Abstract

The adequate adoption of lean management offers great benefits to the companies that implement it; it implies a change in management philosophy and organizational culture, besides the implementation of a socio-technical system that is coherent with its principles. The purpose of this investigation was to analyze the implementation degree of 13 technical-system practices of lean management related to the industrial sector, plant size, and time of adoption in the manufacturing-maquiladora industry in Mexico. Such lean management technical practices were selected based on the Toyota Production System House. The results based on a sample of 222 manufacturing plants of electrical/electronic, automotive, aerospace, medical, and other sectors, as well as the Kruskal-Wallis and Mann-Whitney independent sample tests, indicate that there is no statistical difference in implementation degree between industries. Nevertheless, there is a statistical difference in implementation degree between plant size and time of adoption.

Keywords: Lean management, Toyota production system, maquiladora industry.

1. Introducción

En los mercados competitivos del día de hoy, las empresas buscan nuevas estrategias de manufactura para mejorar su desempeño y por lo tanto ser más competitivas. Como parte de estas estrategias, empresas de todo el mundo han implementado las prácticas del Sistema Toyota también conocido como Administración Esbelta o Lean management (LM) con el propósito de lograr los objetivos antes mencionados (Abdallah, Dahiyat, y Matsui, 2019). Existe un fuerte consenso de que la implementación de Lean es una inversión de largo plazo que si se realiza de la forma adecuada ofrece grandes beneficios para las compañías que la implementan (Netland y Ferdows, 2016).

Considerando que existe interés de parte de las plantas maquiladoras de manufactura (PMMs) en México por conocer el grado de implementación de las prácticas del sistema técnico (PT) de LM, la presente investigación tiene el objetivo de analizar el vínculo entre el nivel de implementación de las PT por tipo de industria, tamaño de planta y periodo de adopción de la misma.

Se consideran tres hipótesis de investigación: 1) No existen diferencias del nivel de implementación de las PT de LM con respecto al tipo de industria, 2) El nivel de implementación de las PT de LM es diferente de acuerdo al tamaño de planta y 3) Los niveles de implementación de las PT de LM difieren con respecto al tiempo de adopción de la misma.

Los hallazgos encontrados indican que la mayoría de las PT de LM no presentan diferencias significativas por industria. Pero, si existen diferencias significativas prácticamente en todas las PT de LM, especialmente entre las plantas de menos de 500 empleados y aquellas que tienen más de 500 empleados. Los niveles de implementación de las PT de LM difieren con respecto al tiempo de adopción de las mismas. Las plantas que tienen más tiempo de haber adoptado las PT de LM presentan mayores niveles de implementación en todas y cada una las PT.

2. Marco Teórico

El concepto administración esbelta o Lean management (LM) fue propuesto originalmente por Womack y Jones, (1996) y se considera una filosofía de administración que integra un conjunto de prácticas organizacionales, de administración y de producción basadas en el Sistema Toyota (Parkes, 2015). El nombre original de este sistema era sistema para el respeto de la humanidad Respect for Humanity System, o la forma de pensar The Thinking Way. En donde se enseñaba a las personas a pensar adecuadamente para resolver las causas raíz de los problemas, humanizar el trabajo y contribuir a la sociedad (Larman, y Vodde, 2009). Por lo que las aportaciones de este sistema no se han limitado solamente en la

administración de procesos sino también en las áreas de Liderazgo y gestión corporativa, así como en la administración del recurso humano, entre otras (Suarez, 1994). Lean se refiere al proceso de adopción de los 14 principios de administración a la manera Toyota, "The Toyota way" (Liker, 2004) y del Sistema de Producción Toyota (TPS por sus siglas en ingles) en compañías fuera de Toyota (Karlsson y Ahlstrom, 1996).

De esta forma, LM es un concepto más amplio que los conceptos de manufactura esbelta (ME) (Womack, Jones y Roos, 1990) o producción esbelta (Krafcik, 1988). Estos últimos conceptos se relacionan más con el área técnica del Sistema Toyota (Liker y Meier, 2006). Es preferible utilizar el concepto de LM que los conceptos antes mencionados porque existe un fuerte consenso en la literatura de que la transformación de un sistema de producción en masa a uno esbelto implica un cambio en la filosofía y en la cultura organizacional que va más allá de un cambio técnico relacionado con el sistema de manufactura o de producción. (Azuan, y Syed, 2013; Nordin et al., 2012; Shook, 2010). El Shingo Prize, ha desarrollado un modelo de excelencia operativa bajo la premisa de que LM implica un cambio en la cultura organizacional. (Shingo.org). Por medio del modelo de cultura organizacional de Schein (1988) a continuación se contextualiza el papel que tienen las PT de LM en la transformación esbelta de una organización.

De acuerdo al modelo de cultura organizacional de Schein (1988), la cultura organizacional está formada por el patrón de supuestos tácitos, mientras que sus valores (filosofía) y artefactos (prácticas, tecnología y procedimientos,) son sus manifestaciones. Es decir que los supuestos tácitos influyen la filosofía organizacional y esta a su vez en los sistemas, procedimientos prácticas y tecnología. Debe existir una congruencia entre ellos, los cuales tienen un impacto en el comportamiento de los grupos e individuos y constituyen el soporte de la cultura organizacional (García y Dolan, 1997). Con el objetivo de ubicar a las PT dentro del modelo de Schein (1988) a continuación se describen cada uno de los niveles de este modelo desde el enfoque de LM identificados en la literatura.

Primero, aunque en la literatura no se identifican explícitamente los supuestos tácitos de la filosofía de LM, un análisis más profundo indica que los principios de respeto por el individuo y la mejora continua constituyen el punto de partida de la filosofía Toyota. El respeto por el individuo consiste en reconocer el talento de los individuos y desarrollarlo, así como darle la oportunidad de encontrar las mejores soluciones a los problemas. Mientras que la mejora continua en su sentido más amplio se comprende como la creación de un ambiente de aprendizaje y de una atmosfera que no solo acepta, sino que aprovecha el cambio en el cual se desafía el status quo y se busca la perfección. El respeto por el individuo es una condición necesaria y es la base para la mejora continua. (Larman, y Vodde, 2009). Es importante mencionar que el respeto por el individuo no solo incluye a los empleados, sino que incluye a proveedores, clientes y a la sociedad en general (Ohno, 1988). Si en el proceso de adopción Lean se prescinde de estos principios, entonces, la comprensión de LM y las condiciones

necesarias para lograr una transformación sostenible y exitosa estarán ausentes (Larman, y Vodde, 2009). El Sistema Toyota tiene una fuerte dependencia del principio del respeto por el individuo, sin embargo, ha sido ignorado por la mayoría de las iniciativas de implementación Lean (Cardon y Bribiescas, 2015).

Segundo, la filosofía de LM y el sentido de propósito es crear valor a todos los grupos de interés o stakeholders como accionistas, clientes, empleados o asociados, proveedores, al medio ambiente y a la sociedad y en general en el largo plazo (Emiliani y Stec, 2005). La creación de valor significa satisfacer las necesidades del cliente, los rendimientos sobre la inversión que los accionistas esperan, la satisfacción en el trabajo y el aprendizaje de por vida que merecen los empleados. Considera compartir los beneficios totales con los proveedores para que continúen operando como socios completos y entregar valor a la sociedad en donde se reflejan los deseos y preocupaciones más amplias. (Liker, 2004; Seitz, 2003). En el corto plazo se busca el diseño y operación de un sistema flexible capaz de producir productos de alta calidad con el menor tiempo de entrega y costo por medio de la eliminación de actividades que no agregan valor o desperdicios (Liker, 2004). Aunque la reducción de costos es el objetivo más importante, no es recomendable hacerse a costa de la flexibilidad, calidad y el respeto por el individuo (Monden, 1994). Para Lander y Liker, (2007), esta filosofía es entendida como un sistema de creencias o principios que utiliza la administración para organizar y administrar una compañía para mejorar su desempeño y asegurar la sobrevivencia en el largo plazo, cumpliendo con su propósito de generar valor a la sociedad y a sus stakeholders.

El tercer nivel del modelo de Schein (1988), se refiere a los artefactos, el nivel más visible y superficial de las organizaciones, son las manifestaciones físicas de la filosofía organizacional y de los supuestos básicos subyacentes. En este nivel encontramos al "Sistema Lean". Este sistema se diseña a partir del propósito y los principios de LM y su cumplimiento guía de forma necesaria a la implementación de un sistema técnico (ST) (La casa del sistema de producción Toyota, Liker, 2004) así como el desarrollo necesario de un sistema social para implementarlas y hacerlas efectivas (Lander y Liker, 2007).

De esta forma, el sistema "Lean" se conceptualiza como un sistema socio técnico (Cherns, 1976; Trist y Bamforth, 1951), el cual va más allá de un conjunto de herramientas, este enfoque representa una visión más adecuada de Lean (Lander y Liker, 2007). El TPS es probablemente el ejemplo, más desarrollado, mejor articulado y más exitoso del pensamiento sistémico aplicado a la organización de negocios (Seddon y Caulkin, 2008; Marksberry, 2012). El ST está diseñado para que los problemas sean evidentes, mientras que el sistema social está diseñado para dirigir, motivar, involucrar y comprometer a las personas para que por medio del desarrollo de sus capacidades participen en la transformación de la organización. La aplicación de las herramientas del ST está orientada al desarrollo del personal en términos de promover patrones de pensamiento y solución de problemas basados en el pensamiento científico. (Lander y Liker, 2007).

Por otra parte, de acuerdo al Modelo Shingo debe existir una congruencia entre los principios de este modelo, el propósito, los sistemas y las prácticas que se integran para lograr la cultura organizacional deseada y generar los resultados esperados de desempeño. Las organizaciones que han iniciado su proceso de transformación Lean se pueden clasificar en tres niveles. El primer nivel consiste en la implementación de las PT de forma aislada. El segundo nivel se enfoca en el diseño de sistemas desde un enfoque técnico y humano para lograr el comportamiento deseado. El tercer nivel se refiere a la comprensión de los principios de esta filosofía y su traducción en sistemas y prácticas para lograr la transformación cultural de las organizaciones. Para lograr un desempeño sostenido, es preferible iniciar definiendo la cultura organizacional deseada y luego diseñar los sistemas y herramientas necesarios para lograrla (Shingo.org).

La implementación de las PT de Lean representa aproximadamente el 20% del esfuerzo para lograr una transformación esbelta, el otro 80% está enfocado en cambiar las actitudes, prácticas y comportamientos de los líderes. La dirección tiene el rol de establecer las condiciones para que ese 80% tenga éxito. Los principales problemas de implementación de LM están relacionados con la falta de apoyo de la alta gerencia y la falta de participación de la administración media de las organizaciones (Hines y Butterworth, 2019). De acuerdo con Hines, Found, Grifitts y Harrison, (2008), las mejoras no se sostienen por muchas razones relacionadas con el liderazgo y el involucramiento engagement del personal.

Al respecto, los líderes con su comportamiento le dan forma a la cultura organizacional, la cual influye en la toma de decisiones, el comportamiento y motivación de los empleados, así como en el desempeño individual y organizacional (Schein,1988). En una transformación de LM, los líderes fundamentan su comportamiento en los supuestos básicos subyacentes del respeto por el individuo y mejora continua. Por otra parte, el compromiso organizacional de los empleados en la implementación de Lean depende de la efectividad de la gerencia en el diseño y operación del sistema, así como de las prácticas y políticas de administración de recursos humanos (Angelis, Conti, Cooper, y Gill, 2011).

Sin embargo, la mayoría de las iniciativas Lean se orienta principalmente en las PT de LM, para resolver problemas transitorios de producción y reducción de costos, desafortunadamente, este enfoque no es sostenible en el tiempo (Azuan y Syed, 2013; Bhasin, y Burcher, 2006).

En 2007, la revista Industry Week en el Manufacturing Performance Institute (MPI) Census of Manufacturers reportó que casi el 70% de las plantas de manufactura de Estados Unidos había utilizado a ME como parte de su estrategia de mejora, solamente el 2% de ellas lograron sus objetivos de desempeño, el 24% reportó tener mejoras significativas y el 74% restante reportó que no había logrado el progreso deseado. (Pay, 2008).

Las investigaciones empíricas han demostrado que las prácticas de ME representan la parte técnica de un sistema de administración más amplio. Existe un fuerte consenso de que la integración de prácticas de HRM (administración de recursos humanos), TQM (administración de la calidad total), JIT (justo a tiempo), TPM (mantenimiento productivo total) y SCM (administración de la cadena de suministro) mejoran el desempeño operativo y organizacional. (Cua et al., 2001; Dave y Sohani, 2019; Furlan, Vinelli, y Pont, 2011; Kannan y Tan, 2005; Shah y Ward 2007, 2003).

Varias investigaciones nos proporcionan evidencia de las relaciones existentes entre los conjuntos de prácticas antes mencionadas. Una implementación extensiva de HRM permite disfrutar de los beneficios en el desempeño operativo y de los efectos complementarios de JIT, TQM y TPM. (Dal Pont et al., 2008; Konecny y Thun, 2011). TQM tiene una influencia positiva sobre TPM, la que a su vez tiene un efecto sobre el desempeño del negocio (Ahmad et al, 2015). Mientras que TPM tiene una influencia positiva sobre JIT, la cual tiene un efecto positivo sobre el desempeño de manufactura (McKone et al., 2001).

De un análisis más profundo, se puede destacar que bajo el enfoque de la teoría de sistemas socio técnicos, las prácticas de HRM, TQM, TPM, JIT y SCM tienen sus propias prácticas técnicas y comparten prácticas socialmente orientadas que incluyen aspectos estratégicos y humanos como liderazgo, compromiso gerencial, planeación estratégica, entrenamiento, trabajo en equipo, participación de empleados, relación con proveedores, mejora continua, relación con el cliente entre otras. De su integración se deriva el sistema que compone a LM. Las prácticas técnicas y sociales están interrelacionadas y son interdependientes entre ellas. La complementariedad de estas prácticas y los efectos sinérgicos de estos elementos le proporcionan a LM su carácter único y su capacidad superior de lograr múltiples objetivos de desempeño. (Cua et al., 2001; Bortolotti et al., 2015; Bozdogan, 2010; Furlan, Vinelli, y Pont, 2011; Kannan y Tan, 2005; Sahoo, 2019; Solaimani et al., 2019).

Algunos investigadores han optado por llamar a las prácticas técnicas “duras” y a las prácticas sociales como prácticas “suaves”. Esta clasificación se ha utilizado más bajo el contexto de TQM que de LM. (TQM: Abdallah, 2013; Fotopoulos, y Psomas, 2009; Gadenne y Sharma, 2009; Psomas, Vouzas, y Kafetzopoulos, 2014; Rahman y Bullock, 2005; Samson y Terziovski, 1999; LM: Bortolotti, et al., 2015 Gaiardelli et al. 2019; Solaimani, et. al, 2019; Abdallah et al., 2019).

De forma general, las prácticas técnicas o duras de LM dependen en gran medida de la implementación de las prácticas sociales o “suaves” del sistema de LM, compuesto por prácticas de HRM y TQM (Cua et al., 2001; Furlan et al., 2011; Kannan y Tan, 2005; Sahoo, 2019). Algunos investigadores consideran que las prácticas suaves tienen una importancia relativa mayor que las prácticas duras en la búsqueda de un mejor desempeño organizacional (Fotopoulos, y Psomas, 2009; Saleh y Sweis, 2017; Samson, y Terziovski, 1999; Yunis, et al., 2013). Mientras que otros las consideran igualmente importantes. (Matsui, 2007). Rahman y Bullock, (2005) consideran que las

prácticas suaves de TQM tienen un efecto indirecto sobre el desempeño por medio de un efecto directo de las prácticas duras de TQM. La implementación de prácticas suaves permite sostener el desempeño en el largo plazo (Hines et al., 2004).

Aunque el desempeño de LM está relacionado con las practicas duras y suaves, la mayoría de las investigaciones han estudiado el impacto de las practicas duras en el desempeño operativo de las organizaciones (Modgil y Sharma, 2016). Muchas organizaciones no le proporcionan la misma importancia a las practicas suaves que a las practicas duras y enfocan sus esfuerzos en estas últimas (Bortolotti et al., 2015; Liker y Rother, 2011). Existe evidencia de que las plantas de manufactura que han implementado LM de forma exitosa, utilizan prácticas suaves de forma más extensiva y no difieren significativamente con respecto al uso de las prácticas duras. (Bortolotti, et al., 2015). En la literatura se identifican investigaciones en donde se han estudiado factores sociales o técnicos y su relación con el desempeño organizacional de forma separada. Son pocas las investigaciones empíricas bajo las cuales se ha investigado la relación integral entre los factores técnicos y sociales de LM y el desempeño operativo (Calvo-Mora et al., 2014; Gadenne y Sharma 2009; Modgil y Sharma, 2016, Sahoo, 2019).

De esta manera, las características críticas de LM, no son las herramientas sino los principios que apoya, mientras que las herramientas que le dan forma deben ser adaptados como sea necesario a las necesidades particulares bajo las cuales operan las organizaciones. Una profunda comprensión de cómo trabajan esas prácticas técnicas y sociales, su propósito y como se complementan para formar un sistema integral es lo que permite desarrollar sistemas tipo Toyota en menos tiempo (Lander y Liker, 2007).

A pesar de que el 90% de las fallas en la implementación de LM están relacionadas con factores humanos (Bashin, 2015), las practicas suaves han recibido poca importancia en la implementación de las PT de LM. A diferencia del modelo de producción en masa, el Sistema Toyota depende fuertemente de su fuerza laboral y de una red de proveedores confiables de alto desempeño (Krafcik, 1998; MacDuffie, 1995; Womack, Jones y Roos, 1990).

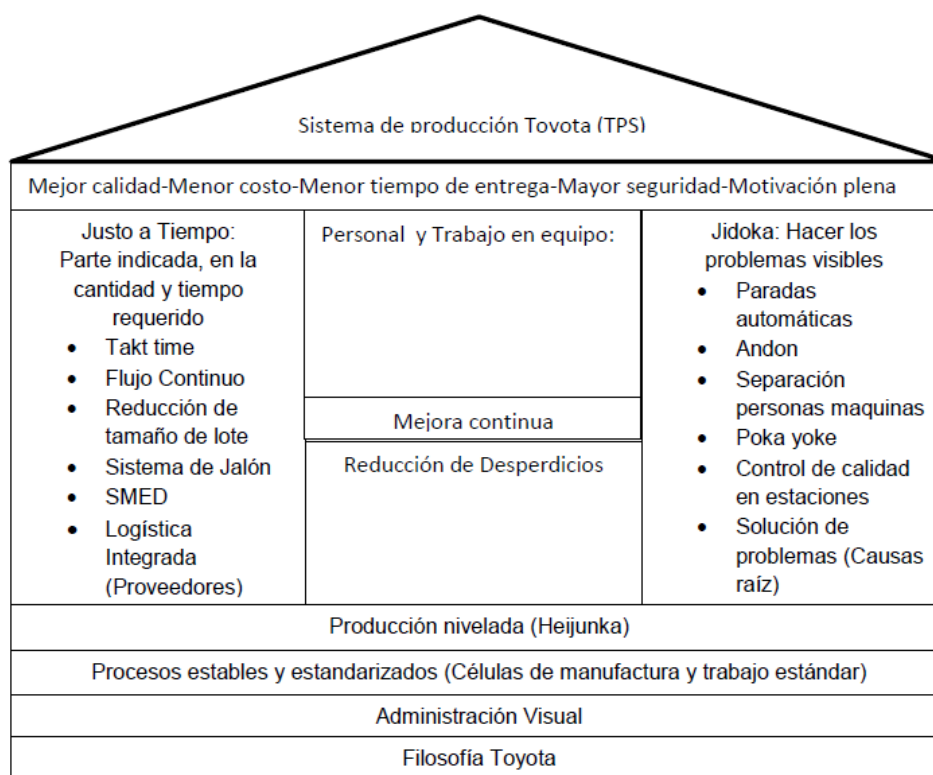
Spear y Bowen (1999), consideran que una compañía no puede tener éxito en la implementación de Lean solo por copiar las técnicas y herramientas utilizadas por Toyota. Como se mencionó anteriormente no solo las practicas suaves tienen influencia en la implementación de las PT de LM, de acuerdo con la literatura, también puede influir el sector industrial, el tamaño de planta y el tiempo de adopción de LM como se analizará más adelante.

Prácticas del sistema técnico de LM

El sistema técnico (ST) de LM requiere de algunas herramientas básicas para funcionar bien y por lo tanto tener un impacto en el desempeño operativo de las compañías. Sin embargo, no existe un consenso sobre cuál es ese conjunto de prácticas (Shah y Ward, 2007; Bashin 2015). La mayoría de las investigaciones realizadas sobre las PT de LM parten de las frecuencias de las practicas citadas en la literatura (Shah y Ward, 2003; Yadav, Jain, Mittal, Panwar, y Lyons, 2019). Algunos autores como Doolen, y Hacker, (2005) consideran que la selección de las PT de LM se derivan de la estrategia de manufactura de las compañías. Como resultado de esta falta de consenso, se han considerado diversas prácticas del ST en las investigaciones de LM (Chen, 2015; Kumar y Kumar 2016; Sahoo, 2019; Wickramasinghe, y Wickramasinghe, 2017).

De acuerdo con Herron y Braident (2007) y Schonberger (2007), las prácticas de Lean no deben implementarse de forma aislada, cada una tiene una razón de ser. Bashin y Burcher (2006) consideran que es mejor adoptar más herramientas Lean que practicar una o dos de forma aislada. Jasti y Kodali, (2016) destacan que una implementación aislada es una de las principales barreras para la implementación de los principios de LM. De esta forma un mayor desempeño operativo no solo depende de las prácticas incluidas en el sistema de LM sino también de su implementación estratégica (Sisson y Elshennawy, 2015), integral y holística (Dave, y Sohani, 2019; Ghosh, 2012; Nawanir, et al., 2013; Sahoo, y Yadav, 2018; Singh, y Ahuja, 2015; Shah y Ward, 2007; Konecny y Thun, 2011) y del grado de implementación de las practicas (Cua et al., 2001; Ghosh, 2012; Nawanir, et al. 2013; Konecny y Thun, 2011).

Debido a la falta de consenso sobre el conjunto de las prácticas que integran al ST de LM es necesario tomar como referencia a la Casa del Sistema de Producción Toyota (CSPT) en donde se muestra un resumen de las prácticas del TPS. Para ello se realizó una adaptación de la CSPT propuesta por Hernández y Vizán-Idoipe (2013) la cual se muestra en la figura 1.

Figura 1: Casa del Sistema de Producción Toyota (CSPT)

Fuente:Elaboración propia a partir de Hernández y Vizán-Idoipe (2013)

En el techo se destacan las metas del sistema: mejor calidad, menor tiempo de entrega (Lead time), más seguridad, motivación plena y reducción de costos. El techo esta sostenido por dos pilares JIT y Jidoka. JIT o justo a tiempo busca producir el artículo requerido, en el momento adecuado y en la cantidad exacta. JIT está compuesto por las prácticas de: Takt time, Flujo continuo, reducción de tamaño de lotes, sistema de jalón, SMED y logística integrada. Mientras que Jidoka consiste en proporcionar a las máquinas y operadores la habilidad para hacer los problemas visibles como anomalías con respecto al cumplimiento de los estándares de calidad e inmediatamente detener el proceso. Además de investigar la causa raíz del problema. Por su parte en los fundamentos se dividen en producción nivelada, procesos estables y estandarizados, administración visual y la filosofía de Toyota. En el centro se considera la mejora continua, reducción de desperdicios y el trabajo en equipo. Es importante señalar que Hernández y Vizán-Idoipe (2013) consideran parte del fundamento (CSPT) al mapeo de flujo de valor (VSM) como una práctica de diagnóstico y al mantenimiento preventivo total (TPM) como una práctica operativa.

Implementación de las PT de LM

Existen diversos estudios en donde se ha investigado el grado de implementación de las PT de LM, entre las cuales se destacan las realizadas por Prabhushankar et al. (2015) en la India; Buttha, Egilmez, Chatha, y Huq, (2017) en Pakistán; Setianto y Haddud (2016) en Katar; Taj y Morosan, (2011) en China y Piña et al. (2018) en México. Aunque no coinciden en las PT de LM con mayor grado de implementación, en general existen similitudes entre las prácticas menos implementadas, las cuales están relacionadas con manufactura celular, sistema de jalón/kanban, reducción del tamaño de lote y SMED. Es importante mencionar que a pesar de la importancia que tiene (CSPT, Liker, 2004) en la literatura, no se identificó ningún estudio empírico en donde se investigue la implementación de este conjunto de prácticas.

LM y el tipo de industria

Aunque el Sistema Toyota tiene sus orígenes en la industria automotriz, resulta evidente que LM está siendo adoptada en diferentes tipos de industrias por ejemplo de acuerdo con el censo de manufactura IW/MPI, el 69.9% de todas las plantas estudiadas habían adoptado ME como metodología de mejora continua. (Blanchard, 2007).

Mientras que el North America Manufacturing Benchmarks & Outlook (2007), realizó un estudio en Estados Unidos y Canadá, reportó que alrededor del 73% de las empresas de manufactura como maquinaria y equipo industrial (20.9%), automotriz (14.7%), construcción (10.6%), bienes de consumo duraderos (7.5%) y no duraderos (8.6%), farmacéutica, biotecnología y médica (5.7 %), aeroespacial (5.1%), química (4.2%), alta tecnología (4.0%), impresiones y publicidad (3.4%), industria de defensa (2.2%) y otras (13.3%) tenían implementada alguna estrategia de mejora continua. La mayoría de ellas, el 54% seguía alguna versión de Lean como ME (38.7%), Lean y seis sigma (12%) y TPS (3.5%).

Muchas compañías que han decidido adoptar esta filosofía de administración han tenido dificultades al interpretar que es lo que significa LM en su tipo de negocio. La adaptación del TPS en ambientes diferentes, es posible cuando se comprende el propósito de las herramientas y del sistema en general (Lander y Liker, 2007; Sisson y Elshennawy, 2015).

Se han realizado en múltiples investigaciones en diversos sectores industriales en ambientes de manufactura. De acuerdo con Psomas y Antony, (2019), LM se ha estudiado más extensivamente en la industria eléctrica/electrónica, automotriz y menos extensivamente en la industria aeroespacial y médica. Bashin, (2015) señala

que la adopción de Lean ha permitido mejorar los niveles de desempeño de las empresas en los sectores automotriz y electrónico. Los niveles de adopción de Lean varían dentro de la industria automotriz y electrónica. Ambos sectores enfrentan retos similares relacionados con la cultura y la administración del cambio.

Los principios Lean han sido aplicados exitosamente dentro de la industria aeroespacial (Womack y Jones, 1996). Los aspectos técnicos y sociales de Lean tienen un impacto positivo en la productividad de la industria aeroespacial. (Cutcher-Gershenfeld, 2003).

Dentro de la industria de dispositivos médicos, Ahronson, (2014) considera que las compañías dentro de esta industria habían mostrado cierta resistencia a la implementación de LM debido a los estrictos requerimientos regulatorios que hacen que las actividades de aseguramiento y control de la calidad sean más complicadas. Sin embargo como resultado de las presiones competitivas han adoptado la implementación de LM como en otras industrias.

Finalmente, las investigaciones empíricas muestran evidencia de que LM puede ser implementada en cualquier tipo de industria sin importar el producto final (Abolhassani, Layfield, y Gopalakrishnan, 2016; Dave y Sohani, 2019). Por otra parte, Lucato, Calarge, Junior, y Calado, (2014) y Salhieh y Abdallah, (2019) no encontraron asociación entre el tipo de industria y la implementación de Lean.

LM y el tamaño de planta

LM puede ser implementada en empresas de cualquier tamaño (Dave y Sohani, 2019). Sin embargo, el tamaño de planta tiene una influencia sobre la implementación de Lean (Shah y Ward, 2007). Por su parte, Singh y Ahuja (2015) consideran que las organizaciones grandes y medianas que han sido razonablemente exitosas en mejorar el desempeño organizacional se debe a una implementación holística de las iniciativas de JIT.

Tiempo de adopción de LM

Algunos investigadores consideran que los mayores beneficios en el desempeño operativo de la implementación de las prácticas Lean se obtienen en el largo plazo. (Sahoo, y Yadav, 2018; Yang, Yeh, y Yang, 2012). En la medida que una compañía mejora sus competencias y desarrolla experiencia en la implementación de las prácticas Lean, entonces mejora los efectos sobre el desempeño organizacional. (Wickramasinghe, y Wickramasinghe, 2017). Mientras que otros consideran el desempeño del negocio no está relacionado con el tiempo de adopción de LM. (Abreu-Ledón, Luján-García, Garrido-Vega, y Escobar-Pérez, 2018).

Sahoo, y Yadav, (2018), consideran que en el proceso de transformación hacia una compañía Lean se presentan tres periodos: de transición (menos de tres años de implementación), estabilización (entre tres y seis años de implementación) y madurez (más de 6 años de implementación).

3. Metodología

En México se han realizado investigaciones relacionadas con LM, especialmente en el sector maquilador (García Alcaraz et al. 2014; Monge et al. 2013; Piña, et al, 2018). Sin embargo, es necesario realizar más investigaciones empíricas sobre la implementación de LM en este sector en México.

Objetivo de la investigación

El enfoque de la investigación es cuantitativa, aplicada, no experimental transaccional de diferencia de grupos y empírica. El objetivo central de esta investigación es analizar si existen diferencias entre el nivel de implementación de las PT de LM por sector industrial, tamaño de planta y tiempo de adopción de LM en plantas de PMMs en México. Tomando como referencia el marco teórico se espera que el nivel de implementación de las PT de LM presente diferencias con respecto al tamaño de planta y tiempo de adopción de las mismas, pero no con respecto al sector industrial.

Instrumento de medición

Para la realización de la presente investigación se utilizaron las PT establecidas en la Casa del Sistema de Producción Toyota (Liker, 2004), las preguntas se formularon tomando como referencia la investigación realizada por Monge et al. (2013). El cuestionario se desarrolló en una plataforma por internet. El grado de implementación de las prácticas se midió utilizando una escala perceptual de Likert con las siguientes opciones: 1:0% de la planta, 2: Entre el 1% y el 25% de la planta, 3: Entre el 26% y el 50% de la planta, 4: Entre el 51% y 75% de la planta y 5: Más del 75% de la planta.

Sujetos participantes

La población de interés con la que se trabajó fueron empresas maquiladoras de manufactura (EMM). Se identificó un marco muestral de 512 empresas con candidatos accesibles vía LinkedIn. La unidad de análisis fueron candidatos con puestos gerenciales y de ingeniería con conocimientos y experiencia en el tema bajo investigación. El tipo de muestreo fue probabilístico. Se calculó el tamaño de muestra inicialmente para poblaciones finitas considerando que el supuesto de que el 60% (p)

de los encuestados considerara a LM como relevante o muy relevante y el 40 % (q) la consideraran como irrelevante, poco relevante o indeciso. El tamaño de muestra se determinó en 214 empresas, las cuales están distribuidas en los estados de: Chihuahua, Aguascalientes, Tamaulipas, Coahuila, zacatecas, Querétaro, Nuevo león, Puebla, Baja california sur, Durango, Baja california Norte, Guanajuato, San Luis Potosí, y Sonora.

Se recibieron respuestas de candidatos de 222 PMMs. La muestra se divide por industria, tamaño y años de adopción de LM. Por tipo de industria se dividen en: Eléctrica/electrónica (n=39), automotriz (n=97), aeroespacial (n=35), Medica (n=29) y otros (n=22). Por el número de empleados se dividen en: Menor a 250 empleados (n=32), entre 251 y 500 empleados (n=39), entre 501 y 1000 empleados (n=62) y Mas de 1000 empleados (n=89). Por los años de adopción de LM: Menos de 1 año (n=29), entre 1 y 3 años (n=56) entre 3 y 7 años (n=45), entre 7 y 10 años (n=38) y Más de 10 años (n=54).

Se verificó la consistencia interna y la confiabilidad de los datos por medio del Alfa de Cronbach, para los trece ítems fue de 0.839, mayor a 0.7 por lo que se verifica la consistencia interna y la confiabilidad del cuestionario.

Tipos de pruebas estadísticas

Para el análisis de datos se consideró primero determinar si los datos seguían una distribución normal. Se realizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov con la corrección de Lilliefors para el grupo de menor de 500 empleados (n=71) y mayor de 500 empleados (151) en cada una de las practicas del ST de LM. La prueba proporcionó evidencia que los datos no seguían una distribución normal. Bajo este análisis se realizó la prueba de prueba Mann-Whitney (similar a la prueba de muestras independientes t para datos normalmente distribuidos) para muestras independientes para determinar si existen diferencias significativas en el uso de las prácticas del ST de LM y el tamaño de planta. Con respecto al tipo de industria estudiada se realizó la prueba de Krustal Wallis muestras independientes. Para estos análisis se utilizó el paquete estadístico SPSS v.22.

4. Resultados y discusión

Con el fin de evaluar el grado de implementación de las prácticas del ST de LM utilizadas por las EMM encuestadas, se les solicitó a los participantes en que porcentaje se había implementado de cada una de las prácticas en la planta. A continuación se presentan los resultados de las hipótesis planteadas.

H1) El nivel de implementación de las PT de LM es diferente con respecto al tipo de industria.

Como puede observarse en el Tabla 1, todas las PT de LM están siendo implementadas en las industrias bajo estudio. La mayoría de ellas no presentan diferencias significativas por industria. En general los resultados son consistentes con los hallazgos de Lucato, et al., (2014) y Salhieh y Abdallah, (2019) los cuales, no encontraron ninguna correlación entre las prácticas de LM y el tipo de industria. Los principios que respaldan a LM pueden ser implementados efectivamente en cualquiera de las industrias estudiadas y apoyan las propuestas de Lander y Liker, (2007).

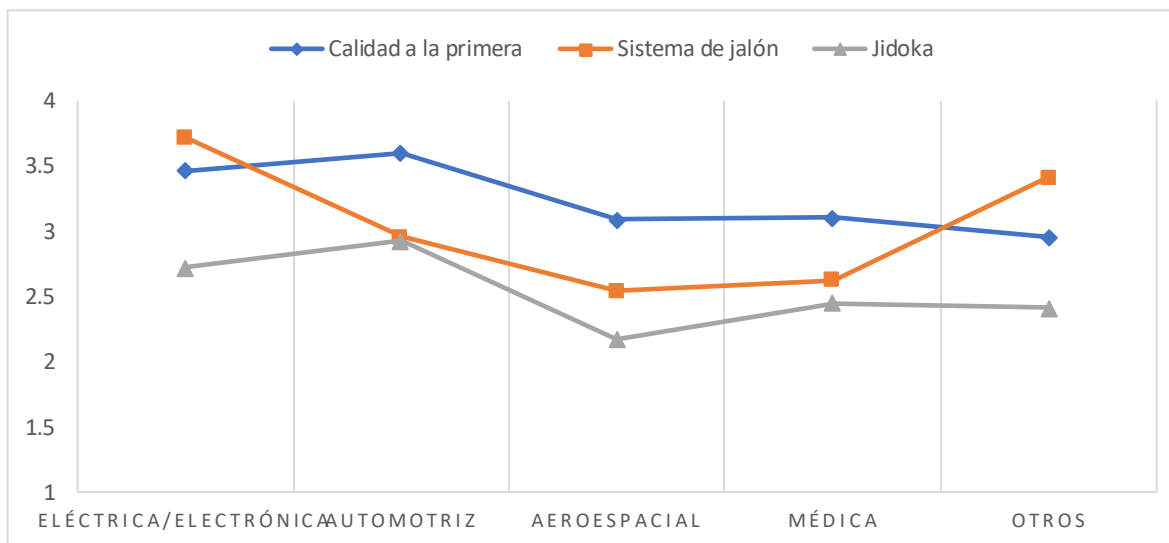
Tabla 1: Grado de implementación de prácticas del ST de LM en PMMs de diferentes sectores industriales (Estadísticas descriptivas y Prueba Krustal Wallis muestras independientes)

No	Practica de ME	Nivel promedio de implementación					Krustal Wallis muestras independientes
		Eléctrica/ Electrónica (n=39)	Automotriz (n=97)	Aeroespacial (n=35)	Medica (n=29)	Otras (n=22)	
1	5's	4.49	3.97	4.22	4.48	3.86	0.091
2	Administración visual	3.85	3.87	3.65	4.24	3.46	0.164
3	Trabajo estándar	3.85	3.75	3.57	3.82	3.55	0.909
4	Calidad a la fuente (poka yoke)	3.46	3.60	3.09	3.10	2.95	0.041**
5	El flujo continuo	3.43	3.20	2.94	3.24	3.27	0.615
6	Distribución celular	3.44	3.22	3.20	3.13	2.55	0.214
7	VSM	3.26	2.97	2.86	3.69	3.22	0.120
8	Producción nivelada y mezclada (Heijunka)	3.18	3.05	2.89	3.07	3.50	0.527
9	TPM	3.28	3.16	2.97	2.90	2.77	0.554
10	Sistema de jalón	3.72	2.96	2.54	2.62	3.41	0.002**
11	SMED	2.84	2.81	2.40	2.37	2.77	0.319
12	Jidoka	2.72	2.93	2.17	2.45	2.41	0.035**
13	Reducción del tamaño de lote	2.79	2.48	2.49	2.52	2.45	0.612

Fuente: Elaboración propia

A excepción de calidad a la primera y poka yoke, sistema de jalón y jidoka. En el caso de sistemas de calidad a la primera y dispositivos poka yoke, la industria automotriz muestra el mayor nivel promedio de implementación, mientras que en la categoría de otros presenta en menor nivel promedio de implementación. Con respecto al sistema de jalón la industria eléctrica/electrónica muestra el nivel de implementación más alto, mientras que la industria aeroespacial el más bajo (Figura 1).

Figura 1: Diferencias en la implementación de las prácticas calidad a la primera, sistema de jalón y jidoka por industria



Fuente: Elaboración propia

H2) El nivel de implementación de las PT de LM es diferente de acuerdo al tamaño de planta.

En la Tabla 2 se muestran los resultados ordenados de acuerdo al valor de la media y su respectivo análisis estadístico. En general se observa que las 13 prácticas del ST de LM están siendo implementadas en las PMMs bajo estudio. La PT de LM más implementada es 5's y la menos implementada es la reducción del tamaño de lote. Las PT de LM con menores niveles de implementación están relacionadas con el pilar de JIT del modelo la Casa del Sistema de Producción Toyota Liker (2004). También se observa que si existen diferencias significativas prácticamente en todas las prácticas del ST de LM entre las plantas de menos de 500 empleados y aquellas que tienen más de 500 empleados. A excepción de las PT como TPM y SMED las cuales no muestran diferencias en los niveles de implementación con respecto al tamaño de planta, las plantas de mayor tamaño tienen niveles promedio de implementación más altos que aquellas de menor tamaño.

Los resultados son similares a los presentados por Abolhassani et al (2016), Shah y Ward, (2007), la adopción de LM puede variar de acuerdo al tamaño de planta. En este caso las plantas de mayor tamaño tienen mayores niveles de implementación de las PT de LM que las plantas de menor tamaño. La implementación de SMED es la única PT que no muestra diferencias por tamaño. La disponibilidad de recursos financieros, técnicos y humanos es una barrera crítica de una implementación efectiva de LM para las plantas de menor tamaño. (Achang et al., 2006; Hu, et al. 2015; Yadav, et al., 2019).

Tabla 2: Grado de implementación de prácticas del ST de LM en PMMs de diferente tamaño de planta (Estadísticas descriptivas y Prueba Mann-Whitney para muestras independientes)

No	Practica de ME	Nivel promedio de implementación	DE	Nivel promedio de implementación		Prueba Mann-Whitney para muestras independientes
				< 500 empleados (n=71)	> 500 empleados (n=151)	
1	5's	4.16	1.16	3.74	4.35	0.000**
2	Administración visual	3.83	1.20	3.38	4.05	0.000**
3	Trabajo estándar	3.73	1.32	3.25	3.95	0.000**
4	Calidad a la fuente (poka yoke)	3.36	1.22	3.04	3.51	0.006**
5	El flujo continuo	3.22	1.30	2.83	3.39	0.002**
6	Distribución celular	3.18	1.40	2.86	3.32	0.022**
7	VSM	3.12	1.40	2.77	3.29	0.010**
8	Producción nivelada y mezclada (Heijunka)	3.09	1.33	2.76	3.25	0.012**
9	TPM	3.08	1.40	2.84	3.19	0.079
10	Sistema de jalón	3.02	1.40	2.66	3.20	0.006**
11	SMED	2.69	1.31	2.59	2.74	0.414
12	Jidoka	2.66	1.38	2.14	2.90	0.000**
13	Reducción del tamaño de lote	2.54	1.35	2.22	2.69	0.013**

Nota: ** significativo al nivel de 0.05, DE (Desviación estándar)

Fuente: Elaboración propia

H3) Los niveles de implementación de las PT de LM difieren con respecto al tiempo de adopción de la misma.

Como puede observarse en la Tabla 3, todas las PT de LM presentan diferencias significativas con respecto al tiempo de adopción. Cada una de ellas presenta niveles promedio de implementación mayores en las plantas de 7 años o más.

De acuerdo a las etapas propuestas por Sahoo y Yadav, (2018), se puede decir que el 38.3 % de las PMM estudiadas se encuentran en la etapa de transición, el 20.3% en la etapa de estabilización y el 42% en etapa de maduración.

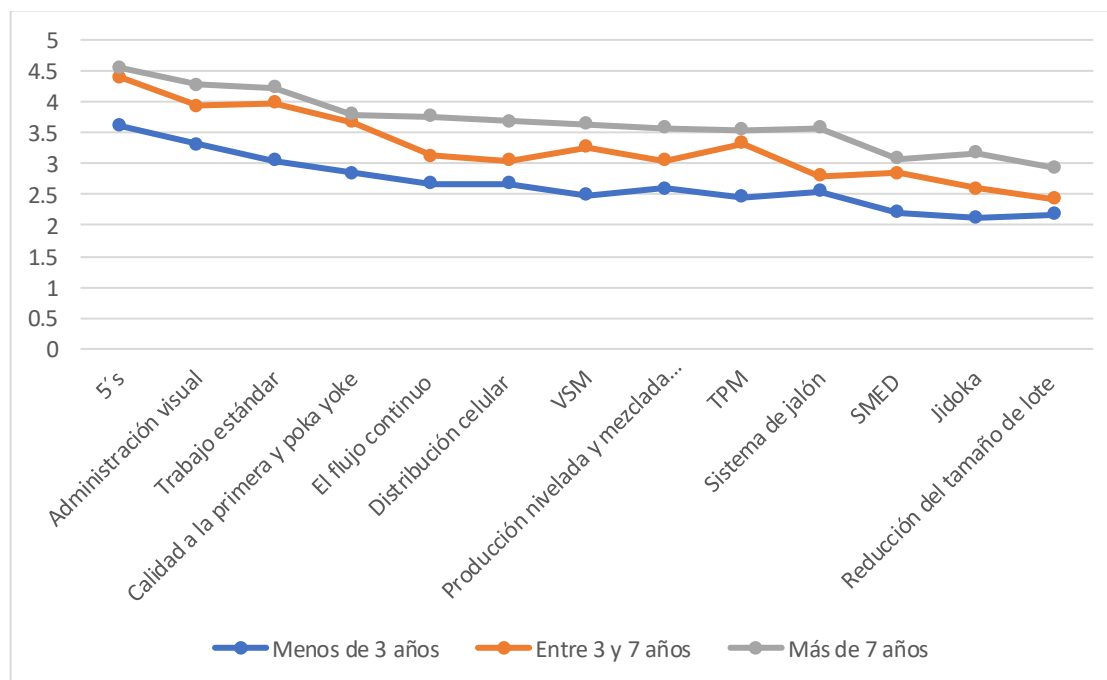
Los menores niveles de implementación de las prácticas del ST de LM en las tres categorías estudiadas, menos de 3 años, entre 3 y 7 años y más de 7 años (Figura 3) son similares entre ellas y están relacionadas con las prácticas de JIT de la Casa del Sistema de Producción Toyota (Liker, 2004).

Tabla 3: Grado de implementación de prácticas del ST de LM en PMMs con diferentes años de adopción (Estadísticas descriptivas y Prueba Krustal Wallis muestras independientes)

No	Practica de ME	Tiempo de Adopción de LM			Krustal Wallis muestras independientes
		Menos de 3 años (n=85)	Entre 3 y 7 años (n=45)	Más de 7 años (n=92)	
1	5's	3.61	4.40	4.55	0.000**
2	Administración visual	3.31	3.93	4.27	0.000**
3	Trabajo estándar	3.05	3.97	4.23	0.000**
4	Calidad a la fuente (poka yoke)	2.84	3.67	3.79	0.000**
5	El flujo continuo	2.67	3.13	3.76	0.000**
6	Distribución celular	2.68	3.04	3.69	0.000**
7	VSM	2.49	3.26	3.64	0.000**
8	Producción nivelada y mezclada (Heijunka)	2.60	3.04	3.58	0.000**
9	TPM	2.45	3.33	3.54	0.000**
10	Sistema de jalón	2.55	2.80	3.58	0.000**
11	SMED	2.20	2.84	3.08	0.000**
12	Jidoka	2.12	2.60	3.17	0.000**
13	Reducción del tamaño de lote	2.17	2.42	2.93	0.000**

Nota: ** significativo al nivel de 0.05,

Fuente: Elaboración propia

Figura 3: Diferencias en la implementación de las prácticas del ST de LM por tiempo de adopción

Fuente: Elaboración propia

5. Conclusiones

Primero, en general no se encontraron diferencias de los niveles de implementación de las PT de LM con respecto al tipo de industria estudiada, a excepción las PT calidad a la primera, sistema de jalón y jidoka (Tabla 1). Las PT de LM se están implementando de forma general en los sectores estudiados.

Segundo, en general, las PT de LM con menores niveles de implementación son parte del sistema JIT de la Casa del Sistema de Producción Toyota. El nivel de implementación de las PT de LM es diferente de acuerdo al tamaño de planta de las PMMs. Las plantas de mayor tamaño, más de 500 empleados muestran niveles más altos de implementación (Tabla 2).

Tercero, los niveles de implementación aumentan con respecto del tiempo de adopción de LM. Las plantas con más de 7 años de adopción de LM tienen mayores niveles de implementación (Tabla 3). La implementación de LM es una inversión de largo plazo que para alcanzar su madurez puede tomar 7 años o más. Considerando los resultados de la presente investigación, el 38.3% de las PMM bajo estudio se encuentra en transición, 20.3% en la etapa de estabilización y el 42% en etapa de maduración.

Finalmente, la presente investigación aporta información original sobre el estado que guarda el grado de implementación de las PT de LM en México.

Recomendaciones

Primero, con respecto al tipo de industria, como se identificó en la revisión de literatura, la adaptación del TPS en ambientes diferentes, es posible cuando se comprende el propósito de las herramientas y del sistema "Lean" en general.

Segundo, resulta fundamental la gerencia de las PMM que están en este proceso de transformación de LM muestren su compromiso al aportar los recursos técnicos, humanos y financieros suficientes para la implementación de LM. Para las PMMs de menos de 500 empleados, esto es particularmente crítico lograr esta transformación.

Finalmente, las recomendaciones difieren al tipo de etapa por la cual está pasando la PMM que implementa LM. La etapa de transición es el periodo más difícil porque el personal puede mostrar resistencia ante esta estrategia de cambio y que el nuevo sistema no funcione como se tenía planeado y el desempeño organizacional empeore. En esta etapa se requiere un fuerte compromiso gerencial que proporcione los recursos técnicos, humanos y financieros suficientes para apoyar la estrategia y participe en la transformación. Pasar de esta etapa a la etapa de estabilización requiere de un cambio cultural dentro de las plantas y aprovechar lo que se ha llamado cosechar las frutas más bajas, es decir enfocar la mejora en proyectos sencillos con

beneficios rápidos. Las tasas de mejora en el desempeño operativo son más altas en esta etapa. En la etapa de maduración en la medida que se consolida la creación de una cultura Lean también se mejora el desempeño. Es recomendable orientar los proyectos de mejora a proyectos de largo plazo. En esta etapa es más difícil de sostener altas tasas de mejora.

Sugerencias

Finalmente, independientemente del sector industrial, el tamaño de la planta o el periodo de adopción de LM. Las PT de LM, son una parte de un sistema “Lean” más amplio. La implementación de LM no solo implica cambios técnicos al sistema de manufactura, sino también en el comportamiento y en el compromiso de líderes y del personal. Es importante considerar que LM es una filosofía de administración fundamentada en los supuestos básicos subyacentes del principio del respeto por el individuo y la mejora continua. LM representa un cambio en la filosofía organizacional y estos principios le dan sentido al comportamiento de los líderes y a la adopción de las prácticas sociales congruentes con esta filosofía. Es importante revisar la congruencia entre los supuestos tácitos, filosofía organizacional, propósito, sistema socio técnico, prácticas y herramientas para lograr un mejor desempeño.

Agradecimientos

Se agradece profundamente a todos los gerentes e ingenieros que participaron anónimamente en el presente estudio, sin su participación esta investigación no hubiera sido posible.

6. Referencias

- Abdallah, A.B. (2013). The influence of “soft” and “hard” total quality management (TQM) practices on total productive maintenance (TPM) in Jordanian manufacturing companies. *International Journal of Business and Management*, 8(21), 1-13. DOI: <https://doi.org/10.5539/ijbm.v8n21p1>
- Abdallah, A. Dahiyat, S., & Matsui, Y. (2019). Lean research and innovation performance. *Management Research Review*, 41(2), 239-262. DOI: <https://doi.org/10.1108/MRR-10-2017-0363>
- Abreu-Ledón, R., Luján-García, D., Garrido-Vega, P., & Escobar-Pérez, B. (2018). A meta-analytic study of the impact of Lean Production on business performance. *International Journal of Production Economics*, 200, 83-102. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.03.015>

- Achanga, P., Shehab, E., Roy, R. & Nelder, G. (2006), "Critical success factors for lean implementation within SME's", *Journal of Manufacturing Technology Management*, 17 (4), 460-471. DOI: <https://doi.org/10.1108/17410380610662889>
- Ahmad, M. Zakuan, N., Zuraidah, R.M., Rasi, R., & Hisyamudin, M. (2015). Mediator Effect of TPM between TQM and Business Performance in Malaysia Automotive Industry. *IPO Conference Series: Materials Science and Engineering*, 83(1), 5-12. DOI: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/83/1/012015>
- Ahronson, (2014). *Lean Transformation Case Study in the Medical Device Industry*. Disponible en: http://tefen.com/uploads/insights/1456223653_r2uldpslDy.pdf.
- Angelis, J., Conti, R., Cooper, C., & Gill, C. (2011). Building a high-commitment lean culture. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 22(5), 569-586. DOI: <https://doi.org/10.1108/17410381111134446>
- Abolhassani, A., Layfield, K., & Gopalakrishnan, B. (2016). Lean and US manufacturing industry: popularity of practices and implementation barriers. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 65 (7), 875-897. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJPPM-10-2014-0157>
- Azuan, S. & Syed, A. (2013). Culture and lean manufacturing: Towards a holistic framework. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 7(1), 334-338.
- Bashin, S. (2015). *Lean Management Beyond Manufacturing: A Holistic Approach*. New York: Springer.
- Bhasin, S., & Burcher, P. (2006). Lean viewed as a philosophy. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 17(1), 56-72. DOI <https://doi.org/10.1108/17410380610639506>.
- Blanchard, D. (2007). *Census of U.S. Manufacturers - Lean Green and Low Cost*. Disponible en: <https://www.industryweek.com/leadership/companies-executives/article/21936547/census-of-us-manufacturers-lean-green-and-low-cost> Consultado el 17/03/2020
- Bortolotti, T., Boscari, S., & Danese, P. (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>
- Bozdogan K. (2010). *Evolution of the Lean Enterprise System: Critical Synthesis and Agenda for the Future*. ESD Working paper series. 1-26. Center for technology, Policy and Industrial Development. Massachusetts Institute of Technology Disponible en: <https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/102814> Consultado el 10/03/2020

- Buttha, M.K.S., Egilmez, G., Chatha, K.A & Huq, F. (2017). Survey of lean management practices in Pakistani industrial sectors. *International Journal of Services and Operations Management*, 28(3), 309-344. DOI: <https://doi.org/10.1504/IJSOM.2017.087287>.
- Chen, Z. (2015). The relationships among JIT, TQM and production operations performance. *Business Process Management Journal*, 21(5), 1015-1039. DOI: <https://doi.org/10.1108/09727981111175957>
- Cherns, A. (1976). The principles of sociotechnical design. *Human Relations*, 29(8), 783–792. DOI: <https://doi.org/10.1177/001872677602900806>
- Cardon, N. & Bribiescas F. (2015). Respect for people the forgotten principle in Lean manufacturing implementation. *European Scientific Journal*, 11(13), 45-61.
- Calvo-Mora, A., Ruiz-Moreno, C., Picón-Beryojo, A. & Cauzo-Bottala, L. (2014). Mediaton Effect of TQM technical factors in excellence management systems. *Journal of Business Research*, 67(2014), 769-774. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2013.11.042>
- Cua, K., McKone, K., & Schroeder, R. (2001). Relationships between implementation of TQM, JIT, and TPM and manufacturing performance. *Journal of Operations Management*, 19(6), 675-69. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0272-6963\(01\)00066-3](https://doi.org/10.1016/S0272-6963(01)00066-3)
- Cutcher-Gershenfeld, J. (2003). *Lean Transformation in the U.S. Aerospace Industry: Appreciating Interdependent Social and Technical Systems*. Working paper series. Massachusetts Institute of Technology, engineering systems división. Center for technology, Policy and Industrial Development, MIT. Disponible en: <https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/102911> Consultado el 20/03/2020
- Dal Pont, G., Furlan, A., & Vinelli, A. (2008). Interrelationships among lean bundles and their effects on operational performance. *Operations Management Research*, 1(2), 150-158. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12063-008-0010-2>
- Dave, Y., & Sohani, N. (2019). Improving productivity through Lean practices in central India-based manufacturing industries. *International Journal of Lean Six Sigma*, 10(2), 601-621. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJLSS-10-2017-0115>
- Doolen, T. & Hacker, M. (2005). A review of Lean assessment in organizations: an exploratory study of Lean practices by electronic manufacturers. *Journal of Manufacturing Systems*, 24(1), 55-67. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0278-6125\(05\)80007-X](https://doi.org/10.1016/S0278-6125(05)80007-X)
- Emiliani, M., & Stec, D. (2005). Leaders lost in transformation. *Leadership & Organization Development Journal*, 26(5), 370-387. DOI: <https://doi.org/10.1108/01437730510607862>

- Furlan, A., Vinelli, A., & Pont, D.G. (2011). Complementarity and lean manufacturing bundles: an empirical analysis. *International Journal of Operations & Production Management*, 31(8), 835-850. DOI: <https://doi.org/10.1108/01443571111153067>
- Fotopoulos, B.C., & Psomas, L.E. (2009). The impact of “soft” and “hard” TQM elements on quality management results. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 26(2), 150-163. DOI: <https://doi.org/10.1108/02656710910928798>
- Gadenne, D., & Sharma, B. (2009). An investigation of the hard and soft quality management factors of Australian SMEs and their association with firm performance. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 26(9), 865-880. DOI: <https://doi.org/10.1108/02656710910995064>
- Gaiardelli, P., Resta, B., & Dotti, S. (2019). Exploring the role of human factors in lean management. *International Journal of Lean Six Sigma*, 10(1), 339-366. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJLSS-08-2017-0094>
- García Alcaraz, J., Maldonado, A., Iniesta, A., Robles, G., & Hernández, G. (2014). A systematic review/survey for JIT implementation: Mexican maquiladoras as case study. *Computers in Industry*, 65(4), 761-773. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compind.2014.02.013>
- García, S. & Dolan, S (1997). *La Dirección por Valores*. Madrid: McGraw Hill.
- Ghosh, M. (2012). Lean manufacturing performance in Indian manufacturing plants. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 24(1), 113-122. DOI: <https://doi.org/10.1108/17410381311287517>.
- Herron, C. & Braiden, P.M. (2007). *Defining the Foundation of Lean Manufacturing in the Context of its Origins (Japan)*. Conference on Agile Manufacturing, Durham. DOI: <https://doi.org/10.1049/cp:20070021>
- Hernández, J. C. & Vizán-Idoipe, M. A. (2013). *Lean Manufacturing: Concepto, Técnicas e Implantación*. Madrid: Escuela de Organización Industrial.
- Hines, P. & Butterworth, C. (2019). *The Essence of Excellence: Creating a Culture of Continuous Improvement*. UK: S A Partners.
- Hines, P., Found, P., Grifitts, G., & Harrison, R. (2008). *Staying Lean*. Lean Enterprise Research Centre. Cardiff University. Disponible en <https://orca.cf.ac.uk/52764/1/stayinglean.pdf>
- Hines, P., Holweg, M., & Rich, N. (2004). Learning to evolve A review of contemporary lean thinking. *International Journal of Operations & Production Management*, 24(10), 994-1011. DOI: <https://doi.org/10.1108/01443570410558049>

- Hu, Q., Mason, R., Williams, S., & Found, P. (2015). Lean implementation within SMEs: a literature review. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 26(7), 980-1012. DOI: <https://doi.org/10.1108/JMTM-02-2014-0013>
- Jasti, N., & Kodali, R. (2016). An empirical study for implementation of lean principles in Indian manufacturing industry. *Benchmarking: An International Journal*, 23(1), 183-207. DOI: <https://doi.org/10.1108/BIJ-11-2013-0101>
- Kannan, V., & K. Tan, (2005). Just in time, total quality management, and supply chain management: understanding their linkages and impact on business performance. *Omega* 33(2), 153-162. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.omega.2004.03.012>
- Karlsson, C., & Åhlström, P. (1996). Assessing changes towards lean production. *International Journal of Operations & Production Management*, 16(2), 24-41. DOI: <https://doi.org/10.1108/01443579610109820>
- Konecny, P., & Thun, J. (2011). Do it separately or simultaneously—An empirical analysis of a conjoint implementation of TQM and TPM on plant performance. *International Journal of Production Economics*, 133(2), 496-507. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2010.12.009>
- Krafcik, J. 1988. Triumph of the lean production system. *Sloan Management Review*, 30 (1), 51-52.
- Kumar, R. & Kumar, V. (2016). Effect of lean manufacturing on organizational performance of Indian industry: a survey. *International Journal of Productivity and Quality Management*, 17(3), 380-393. DOI <https://doi.org/10.1504/IJPQM.2016.074856>
- Lander, E. & Liker, J.K. (2007). The Toyota production system and art: Making highly customized and creative products the Toyota way. *International Journal of Production Research*, 45 (16), 3681-3698. DOI <https://doi.org/10.1080/00207540701223519>
- Larman, C. & Vodde, B. (2009). *Lean Primer*. Disponible en: http://www.leanprimer.com/downloads/lean_primer.pdf Consultado 15/03/2020
- Liker, J. (2004). *The Toyota Way*. New York:MacGraw-Hill
- Liker, J. & Meier, D. (2006). *The Toyota Way Fieldbook*. New York:MacGraw-Hill
- Liker, J., & Rother, M. 2011. *Why Lean Programs Fail*. Lean Enterprise Institute. 1–5. Disponible en: <https://www.lean.org/Search/Documents/352.pdf> Consultado el 28/02/2020.

- Lucato, C.W., Calarge, A.F., Junior, L.M., & Calado, D.R. (2014). Performance evaluation of lean manufacturing implementation in Brazil. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 63(5), 529-549. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJPPM-04-2013-0085>
- Marksberry, P. (2012). *The Modern Theory of the Toyota Production System: A Systems Inquiry of the World's Most Emulated and Profitable Management System*. Boca Raton, FL: CRC Press
- Matsui, Y. (2007). An Empirical Analysis of Just-In-Time Production in Japanese Manufacturing Companies. *International Journal of Production Economics*. 108, 153–164. DOI <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2006.12.035>
- MacDuffie, J.P. (1995). Human resource bundles and manufacturing performance: Organizational logic and flexible production systems in the world auto industry. *Industrial of Labor Relations Review*, 48, (2), 197-221. DOI: <https://doi.org/10.2307/2524483>
- McKone, K., Schroeder, R., & Cua, K. (2001). The impact of total productive maintenance practices on manufacturing performance. *Journal of Operations Management*, 19(1), 39-58. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0272-6963\(00\)00030-9](https://doi.org/10.1016/S0272-6963(00)00030-9)
- Mogdil, S. & Sharma, S. (2016). Total productive maintenance, Total quality management and operational performance: An empirical study of Indian Pharmaceutical industry. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 22(4), 353-377. DOI: <https://doi.org/10.1108/JQME-10-2015-0048>
- Monden, Y. (1994). *Toyota Production System. An integrated Approach to Just in Time*. New York: Springer
- Monge, C., Cruz, J. & Lopez, F. (2013). Impacto de la manufactura esbelta, manufactura sustentable y mejora continua en la eficiencia operacional y responsabilidad ambiental en México. *Información Tecnológica*, 24 (4), 15-32. DOI <https://doi.org/10.4067/S0718-07642013000400003>.
- Nawanir, G., Teong, K.L., & Othman, N.S. (2013). Impact of lean practices on operations performance and business performance Some evidence from Indonesian manufacturing companies. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 24(7), 1019-1050. DOI: <https://doi.org/doi:10.1108/JMTM-03-2012-0027>
- Netland T.H & Ferdows, K. (2016). The S-curve effect of lean implementation. *Production and Operations Management*, 25 (6), 1106-1120. DOI: <https://doi.org/10.1111/poms12539>
- Nordin, N., Deros, B., Wahab, D., & Rahman, M. (2012) A framework for organizational change management in lean manufacturing implementation. *International Journal*

of Services and Operations Management, 12(1), 101-117.
<https://doi.org/10.1504/IJSOM.2012.046676>.

North America Manufacturing Benchmarks & Outlook, 2007. *The MPI Group*.
Disponibile en: http://www-03.ibm.com/marketing/edocument/industrial/lgh_eas_manufacturing_kit/document/print/print.pdf Consultado el 20/03/2020.

Ohno, T. (1988). *The Toyota Production System: Beyond Large Scale Production*. Portland OR: Productivity press.

Parkes, A. (2015). Lean Management Genesis. *Management*, 19(2), 106-121. DOI: <https://doi.org/10.1515/manment-2015-0017>

Pay, R. (2008). Everybody's jumping on the lean bandwagon, but many are being taken for a ride. *Industry Week*, May 2008. Disponible en: <http://www.industryweek.com/companies-amp-executives/everybodys-jumping-lean-bandwagon-many-are-being-taken-ride> Consultado el 22/03/2020

Piña, R., León B.J., & Preciado R.J. (2018). Nivel de implementación de manufactura esbelta en la industria maquiladora de Hermosillo y Guaymas-Empalme, Sonora. *RECAI Revista de estudios en Contaduría, Administración e Informática*, 7(20), 36-51.

Prabhushankar, G.V., Kruthika, K., Pramanik, Souradeep, Kadadevaramath, J. & Rajeshwar S. (2015). Lean manufacturing system implementation in Indian automotive components manufacturing sector - an empirical study. *International Journal of Business and Systems Research*, 9(2), 179-194. <https://doi.org/10.1504/IJBSR.2015.069442>

Psomas, E., & Antony, J. (2019). Research gaps in Lean manufacturing: a systematic literature review. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 36(5), 815-839. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJQRM-12-2017-0260>

Psomas, E., Vouzas, F., & Kafetzopoulos, D. (2014). Quality management benefits through the "soft" and "hard" aspect of TQM in food companies. *The TQM Journal*, 26(5), 431-444. DOI: <http://doi.org/10.1108/TQM-02-2013-0017>

Rahman, S., & Bullock, P. (2005). Soft TQM, hard TQM, and organizational performance relationships: an empirical investigation. *Omega*, 33(1), 73-83. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.omega.2004.03.008>

Saleh, A.R. & Sweis, R.J (2017). The relationship between soft and hard total quality management practices and operational performance in Jordanian manufacturing

- organizations. *International Journal of Concepts and Philosophy*, 10(4), 345-377. DOI: <https://doi.org/10.1504/IJMCP.2017.10007596>
- Salhieh, L., & Abdallah, A. (2019). A two-way causal chain between lean management practices and lean values. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 68(5), 997-1016. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJPPM-08-2018-0289>
- Sahoo, S., & Yadav, S. (2018). Lean production practices and bundles: a comparative analysis. *International Journal of Lean Six Sigma*, 9(3), 374-398. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJLSS-01-2017-0002>
- Sahoo, S. (2019). Lean manufacturing practices and performance: the role of social and technical factors. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 37(5), 732-754. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJQRM-03-2019-0099>
- Samson, D., & Terziovski, M. (1999). The relationship between total quality management practices and operational performance. *Journal of Operations Management*, 17(4), 393-409. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0272-6963\(98\)00046-1](https://doi.org/10.1016/S0272-6963(98)00046-1)
- Seddon, J. & Caulkin, S. (2008). Systems thinking. Lean production and action Learning. *Action Learning Research and Practice*, 4, 9-24. DOI: <https://doi.org/10.1080/14767330701231438>
- Seitz, T. (2003). *Lean Enterprise Integration: A New Framework for Small Businesses*. Tesis de maestría. Massachusetts Institute of Technology, Cambridge M.A. Disponible en: <https://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/82700/53344822-MIT.pdf;sequence=2> Consultado el 21/03/2020.
- Setianto, P. & Haddud, A. (2016). A maturity assessment of lean development practices in manufacturing industry. *International Journal of Advanced Operations Management*, 8(4), 294-322. DOI: <https://doi.org/10.1504/IJAOM.2016.084150>
- Schein, E. (1988). *La Cultura Empresarial y el Liderazgo. Una Visión Dinámica*. México: Plaza & Janes Editores.
- Schonberger, R. J. (2007). Japanese production management: An evolution—With mixed success. *Journal of Operations Management*, 25(2), 403-419. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jom.2006.04.003>
- Shah, R., & Ward, P. (2003). Lean manufacturing: Context, practice bundles, and performance. *Journal of Operations Management*, 21(2), 129-149. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0272-6963\(02\)00108-0](https://doi.org/10.1016/S0272-6963(02)00108-0)

- Shah, R., & Ward, P. (2007). Defining and developing measures of lean production. *Journal of Operations Management*, 25(4), 785-805. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jom.2007.01.019>
- Shook, J. (2010). How to change a culture: Lessons from NUMMI. *Sloan Management Review*, 51(2), 1-10.
- Sisson, J., & Elshennawy, A. (2015). Achieving success with Lean. *International Journal of Lean Six Sigma*, 6(3), 263-280. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJLSS-07-2014-0024>
- Singh, G., & Ahuja, I. (2015). An evaluation of just-in-time initiatives in the Indian industries. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 32(6), 559-588. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJQRM-07-2013-0109>
- Solaimani, S., Veen, J., Sobek II, D., Gulyaz, E., & Venugopal, V. (2019). On the application of Lean principles and practices to innovation management. *The TQM Journal*, 31(6), 1064-1092. DOI: <https://doi.org/10.1108/TQM-12-2018-0208>
- Spear, S. & Bowen, K. (1999). Decoding the DNA of the Toyota Production System. *Harvard Business Review*, 77(5), 96-106.
- Suarez, F (1994). La competitividad de las empresas. Evolución, imperativos estratégicos y características de la organización exitosa de hoy. *Estudios Públicos*, 54 (4), 1-10.
- Taj, S., & Morosan, C. (2011). The impact of lean operations on the Chinese manufacturing performance. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 22(2), 223-240. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJQRM-07-2013-010910.1108/17410381111102234>
- Trist, E.L. & Bamforth, K.W..(1951), Some social and psychological consequences of the long-wall method of coal-getting. *Human Relations*, 4, 3-38. DOI: <https://doi.org/10.1177/001872675100400101>
- Wickramasinghe, G., & Wickramasinghe, V. (2017). Implementation of lean production practices and manufacturing performance. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 28(4), 531-550. DOI <https://doi.org/10.1108/JMTM-08-2016-0112>
- Womack, J.P., Jones, D.T., & Roos, D. (1990). *The Machine that Changed the World*. New York: Free Press.
- Womack J. & Jones D. (1996). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in your Corporation*. New York: Free Press.
- Yadav, V., Jain, R., Mittal, M., Panwar, A., & Lyons, A. (2019). The impact of lean practices on the operational performance of SMEs in India. *Industrial*

Management & Data Systems, 119(2), 317-330. <https://doi.org/10.1108/IMDS-02-2018-0088>

Yang, C., Yeh, T., & Yang, K. (2012). The implementation of technical practices and human factors of the Toyota production system in different industries. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 22(6), 541-555. DOI: <https://doi.org/10.1002/hfm.20296>

Yunis, M., Jung, J., & Chen, S. (2013). TQM, strategy, and performance: a firm-level analysis. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 30(6), 690-714. DOI: <https://doi.org/10.1108/02656711311325638>.