

RESUMEN

El presente proyecto de investigación tiene la finalidad de dar a conocer los beneficios que tiene para un sistema de producción la aplicación de una de las herramientas más importantes en nuestros tiempos, conocida como Lean Manufacturing, así como mostrar los cambios generados por el mismo instrumento en distintas empresas, usando para ello diferentes métodos de investigación, como lo es la revisión literaria, la recolección de datos y el análisis documental. Finalmente se incluye el análisis de resultados organizando los datos obtenidos en tablas y gráficos, los cuales resaltan la eficiencia de esta herramienta comprobando su validez, también se exponen casos de éxito en su implementación, así como información relevante que podría ser usada como base por nuevos negocios que decidan optar por su aplicación.

PALABRAS CLAVE: *Calidad, competitividad, costos de producción, lean manufacturing, sistema de producción.*

ABSTRACT

The present research project aims to make known the benefits it has to a production system the application of the most important tools in our time, known as Lean Manufacturing, too show the changes generated by the same instrument on different companies, using different research methods, as the literature review, data collection and document analysis. Finally, it is obtained the analysis of results, where the data is organized in tables and graphs highlighting the efficiency of this tool by checking their validity. Success stories are also exposed in the implementation, and relevant information that could be used as base for new businesses that decide to use this application.

KEYWORDS: *Competitiveness, lean manufacturing, production costs, production system, quality.*

Maestra María Teresa Jiménez-Castillo. Maestra en Negocios y Estudios Económicos del Centro Universitario de Lagos en la Universidad de Guadalajara. Asistente de investigación en el Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas de la Universidad de Guadalajara. Domicilio: Periférico Norte Número 799 Edificio G201-7, Núcleo Universitario Los Belenes, Código Postal 45100, Zapopan, Jalisco, México. Teléfono: 52 333703340 Ext. 25685. Correo electrónico: ma.lilia_14@hotmail.com

Doctor José Guadalupe Vargas-Hernández. Doctor en Dirección y Organización de Empresas. Profesor e Investigador de tiempo completo del Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas de la Universidad de Guadalajara. Domicilio: Periférico Norte Número 799 Edificio G201-7, Núcleo Universitario Los Belenes, Código Postal 45100, Zapopan, Jalisco, México. Teléfono: 52 333703340 Ext. 25685. Correo electrónico: jvargas2006@gmail.com



LEAN MANUFACTURING ¿UNA HERRAMIENTA DE MEJORA DE UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN?

LEAN MANUFACTURING A TOOL FOR IMPROVING A PRODUCTION SYSTEM?

Fecha de recepción: 04/12/2015 Fecha de aceptación: 30/01/2016

María Teresa Jiménez-Castillo
José Guadalupe Vargas-Hernández

INTRODUCCIÓN GENERAL

Lograr la mejora continua y la innovación es una tarea difícil a la que se enfrentan día con día las empresas, todo para incrementar la competitividad. Un punto muy importante en el que los negocios centran su atención es en producción, en cómo ahorrar tiempos, agilizar procesos, mejorar la calidad, eliminar desperdicios, disminuir costos, entre otros aspectos relevantes para obtener la rentabilidad. La problemática dentro de esta área ha existido desde tiempos muy remotos, por lo que los involucrados se han visto obligados a crear técnicas y herramientas para su solución, alcanzando la competitividad en el mercado.

Lean manufacturing en castellano <producción esbelta> es un método que tiene como objetivo la eliminación del despilfarro o desperdicios entendiéndose estos como todas aquellas actividades que no aportan valor al producto y por las cuales el cliente no está dispuesto a pagar, mediante la utilización de una colección de herramientas (TPM, 5's, SMED, Kanban, Kaizen, heijunka y ji-

doka) que se desarrollaron principalmente en Japón para la producción de automóviles.

Melton (2005) presenta que solo el 5% de las actividades de las empresas agregan valor y el 60% no agregan valor del todo; Taj y Berro (2006) afirman que las empresas de manufactura desperdician alrededor de 70% de sus recursos; Jones, Hines y Rich reclaman que para muchas organizaciones menos del 10% de las actividades agregan valor y casi un 60% no agregan ningún valor (Mantilla & Sánchez, 2012, p. 3).

El propósito de esta investigación es dar a conocer cómo la aplicación de *lean manufacturing* otorga la mejora continua de un sistema de producción, la importancia de utilizar este método, y los beneficios. La implementación de manufactura esbelta soluciona una gran variedad de problemas en una empresa, entre los que se encuentran, la sobreproducción, esperas, inventario, transporte, defectos, desperdicio de procesos, movimientos innecesarios, entre otros. Para que un negocio logre una mejor rentabilidad de los ingresos, es indispensable la satisfacción del cliente, esto mediante la oferta de una mejor calidad del producto, reducción de precios y desperdicios así como tiempos. Dichas cuestiones se pueden resolver con la aplicación de la importante metodología conocida como *lean manufacturing* <manufactura esbelta>.

Desde luego en este trabajo se consideraron los antecedentes, las hipótesis y objetivos, que son aspectos que dan forma a la investigación; asimismo se indagó en el concepto, marco teórico e investigaciones empíricas de *Lean Manufacturing*, otorgando el conocimiento y respaldo a la variable en estudio, por lo tanto, realizado lo anterior se analizan los mismos aspectos, pero ahora centrándose en los sistemas de producción, los cuales son beneficiados por la herramienta *lean*; acto seguido, se indaga en los métodos de investigación, qué instrumentos fueron los idóneos para recabar una mejor información, y finalmente se desarrolló la parte más importante del proyecto: el análisis de datos, en el que se presentan los resultados mediante gráficos y tablas, también conclusiones generales y deducciones finales en relación a si se cumple o no el objetivo de investigación.

De esta manera se abordó la información base para la comprensión de la investigación, iniciando con los antecedentes de la metodología conocida como *Lean manufacturing* dando a conocer cómo es que surgió, y por todos los cambios que pasó hasta llegar a convertirse en una de las herramientas más importantes para la resolución de los problemas en los sistemas de producción, además confirmando su aparición por primera vez en la empresa Toyota. Posteriormente se expone la justificación del problema así como las preguntas de investigación que dan forma a las hipótesis y a los objetivos que son punto clave para el desarrollo del presente texto.

ANTECEDENTES

Lean es una palabra de origen inglés que, aplicada a un sistema de producción puede traducirse como <ágil, flexible>, es decir, capaz de adaptarse a las necesidades del cliente. Dicho término fue utilizado por primera vez por John Krafcik, en su intento por explicar que la producción ajustada es *lean* porque utiliza menos recursos en comparación con la producción en masa (Rajadell & Sánchez, 2010, p. 1). El punto de partida de la producción en masa es la producción ajustada. Durante la primera mitad del siglo xx se contagió a varios sectores el concepto de la producción en masa concebida y desarrollada en el sector del automóvil.

Se reconoce la crisis del modelo de producción en masa, la cual encontró en el fordismo y el taylorismo su máxima expresión, pero por no solo significar la producción de objetos en grandes cantidades sino que abarca todo un sistema de tecnologías, de mercados, economías de escala y reglas rígidas, dejó de ser factible. El logro histórico del taylorismo fue terminar con el control que el obrero poseía sobre el cómo hacer el trabajo y los tiempos de producción, en su lógica de la división del trabajo cada fábrica, departamento o sección persigue su objetivo específico sin molestarse en buscar prioritariamente la optimización del conjunto de la producción (Rajadell & Sánchez, 2010, p. 3).

Tras la crisis del mercado de valores de 1929, Estados Unidos sufrió una crisis de sobreproducción, manifestada en un subconjunto de masas frente a la capacidad productiva real de la sociedad, por lo anterior fue necesaria la implementación del fordismo, que lograba generar un mercado para la gran producción acumulada, en éste el control del trabajo viene dado por las normas incorporadas al dispositivo automático de la máquina, es decir, el movimiento de las máquinas dicta la operación requerida y el tiempo asignado para su realización.

Después de la Segunda Guerra Mundial se produjo una gran expansión de las organizaciones de producción en masa, en parte por la política exterior norteamericana, respondiendo a criterios economicistas de aumento de la demanda agregada y la estabilidad de sus mercados. Sin embargo, a finales de los años 60 del siglo pasado el modelo empezó a deteriorarse, la productividad bajo y el capital fijo *per cápita* empezó a crecer, lo que dio como resultado la disminución de los niveles de rentabilidad. El modelo llegaba a su límite y era necesaria una adaptación.

Varios estudiosos con formación clásica europea y americana se negaban a aceptar que *lean manufacturing* era un método único por lo que Taiichi Ohno tomó la iniciativa de implementarlo en Toyota, pero lo cierto es que esta técnica surgió justo a mediados del siglo xx en la Toyota Motors Company. En 1949 Toyota sufrió la caída de las ventas por lo que se vio obligada a hacer recorte del

personal de mano de obra después de una extensa huelga. Para el año de 1950 un ingeniero japonés Eiji Toyoda, realizó un viaje a la planta Rouge de Ford y estudiándola llegó a la conclusión de que el principal problema en un sistema de producción son los despilfarros (Rajadell & Sánchez, 2010, pp. 3-4).

En 1973, después de la crisis del petróleo el toyotismo comenzó a tomar fuerza, sustituyendo al fordismo y al taylorismo, imponiéndose en muchos sectores el nuevo método de *lean manufacturing*, teniendo como objetivo la consumación de una nueva forma de trabajar eliminando actividades innecesarias en el área de producción, dichas acciones favorecieron a la economía mundial (Dennis & Pascal, 2002).

Delimitación del problema

Por lo tanto las preguntas de investigación son:

- a) ¿Cómo se obtiene la mejora continua y optimización de un sistema de producción a través de la implementación de *lean manufacturing*?
- b) ¿Cómo generar una mayor competitividad en las empresas mexicanas mediante la mejora continua de un sistema de producción, optimizando la calidad, a través de la implementación de *lean manufacturing*?

Justificación del problema

La producción es una de las áreas de mayor importancia en cualquier empresa debido a que es de las actividades que genera más costos. Por lo anterior es de vital importancia que a este concepto se le otorgue el valor que merece.

Lograr una mejor rentabilidad en función de la producción es uno de los temas que ha conservado su importancia dentro de una empresa desde su creación. Al paso del tiempo se han desarrollado una infinidad de técnicas para satisfacer esta gran necesidad. *Lean manufacturing* es un sistema que adquiere la eficiencia del negocio logrando la mejora continua del área de producción aplicando distintas herramientas, su implementación se ha realizado exitosamente arrojando resultados prodigiosos.

Hipótesis

Variable independiente X_0 : *lean manufacturing*.

Variable dependiente Y_0 : mejora continua de un sistema de producción.

Hipótesis general

$$H_0 = X_0 \rightarrow Y_0$$

La implementación de *lean manufacturing* tiene un impacto positivo en la mejora continua y optimización de un sistema de producción.

Hipótesis específica

$$H_1: X_1 \rightarrow Y_1$$

La reducción de desperdicios incide en la disminución de costos de producción.

$$H_2: X_1 \rightarrow Y_2$$

La reducción de desperdicios afecta directamente la competitividad de las empresas.

$$H_3: X_1 \rightarrow Y_3$$

La reducción de desperdicios gestiona la calidad para una mejor satisfacción del cliente.

Tabla 1. Descripción de los indicadores de investigación		
VARIABLE	DESCRIPCIÓN	INDICADORES
X_0	<i>Lean manufacturing</i>	X_1 Reducción de desperdicios.
Y_0	Mejora continua de un sistema de producción.	Y_1 Costos de producción Y_2 Competitividad Y_3 Calidad

Fuente: Elaboración propia.

OBJETIVO

Objetivo general

Analizar la mejora continua y optimización de un sistema de producción a través de la implementación de *lean manufacturing*.

Objetivos específicos

Generar una mayor competitividad en las empresas mediante la mejora continua de un sistema de producción, optimizando la calidad, a través de la implementación de *lean manufacturing*.

Marco conceptual

Con el fin de facilitar la comprensión del presente texto, a continuación se proporcionan algunos conceptos de *lean manufacturing*.

El término *lean* <esbelto> introducido por primera vez por dos importantes libros:

1. *The machine that changed the world*, de James Womack, Daniel Jones y Daniel Roos.
2. *Lean Thinking*, de James Womack y Daniel Jones.

Los autores anteriores fueron los que dieron el nombre de *lean manufacturing* al sistema.

“Producción esbelta, también conocida como Sistema de producción Toyota, quiere decir hacer más con menos –menos tiempo, menos espacio, menos esfuerzos humanos, menos maquinaria, menos materiales– siempre y cuando se le este dando al cliente lo que desea” (Villaseñor & Glindo, 2009, p. 19).

El término *esbelto* (*lean*), el cual fue introducido por primera vez por el Dr. James Womack en el año de 1990, con la publicación del libro que cambió al mundo basado en estudios de producción Toyota. El concepto *esbelto* y *lean manufacturing* persiguen mejoras en el diseño operacional o como Maruguesan (2012), refiere ventajas competitivas como: calidad, costo, precio, velocidad en la entrega, consistencia en la entrega, innovación y flexibilidad (mejor, más barato, más rápido, más ágil), esto es posible a través de la identificación y eliminación continua y sistemática de los desperdicios (Citado por Monge, Cruz & López, 2013 p. 4).

Lean manufacturing tiene una infinidad de definiciones, Rajadell y Sánchez (2010) la definen como:

La persecución de una mejora del sistema de fabricación mediante la eliminación del desperdicio, entendiendo como desperdicio o despilfarro todas aquellas acciones que no aportan valor al producto y por las cuales el cliente no está dispuesto a pagar. La producción ajustada puede considerarse como un conjunto de herramientas que se desarrollaron en Japón inspiradas en parte en los principios de William Edwards Deming (p. 2).

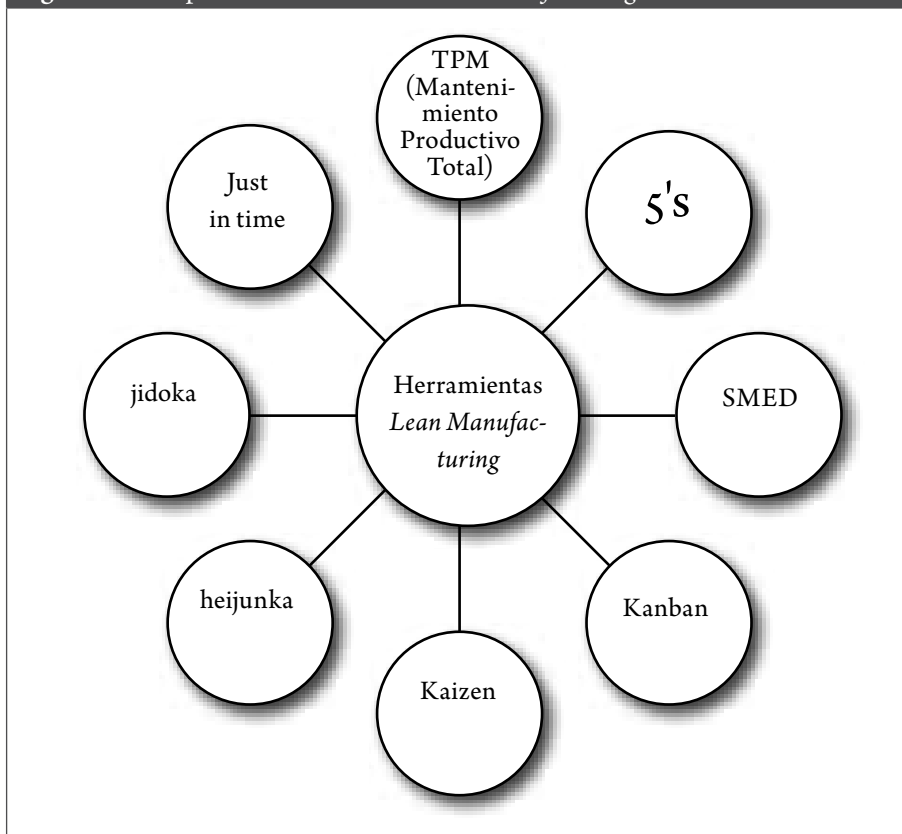
Los principales tipos de desperdicios se clasifican en las siguientes categorías:

- | | |
|----------------------|----------------|
| 1. Sobreproducción | 5. Inventario |
| 2. Tiempos de espera | 6. Movimientos |
| 3. Transporte | 7. Defectos |
| 4. Procesos | |

Lean Manufacturing <manufactura esbelta> es una metodología que se enfoca en la eliminación de cualquier tipo de pérdidas, temporal, material, eficiencia o procesos. Es eliminar lo inútil con el objetivo de aumentar la productividad y la capacidad de la empresa para competir con éxito en el mercado. El objetivo de lean manufacturing es proponer mejoras en los procesos a través del análisis de la cadena de valor, y la implementación de herramientas de calidad e indicadores macro (Rueda, 2007).

Manufactura Esbelta son varias herramientas que ayudan a eliminar todas las operaciones que no le agregan valor al producto, servicio y a los procesos, aumentando el valor de cada actividad realizada y eliminando lo que no se requiere. Reducir desperdicios y mejorar las operaciones, basándose siempre en el respeto al trabajador. La *Manufactura Esbelta* nació en Japón y fue concebida por los grandes gurús del Sistema de Producción Toyota: William Edward Deming, Taiichi Ohno, Shigeo Shingo, Eijy Toyoda entre algunos (Pineda, 2004 p. 12).

Figura 1. Principales herramientas de *Lean Manufacturing*.



Fuente: Elaboración propia

1. *Producción artesanal*

En 1990 si se deseaba un auto debía acudir con un artesano (empresario) experto en el área, es decir, con una persona que tenga los conocimientos de cómo construir o reparar un auto, tomando en cuenta las necesidades y especificaciones del cliente, lo cual demandaba mucho tiempo, puesto que requería de pruebas y modificaciones continuas hasta lograr obtener lo que el cliente exigía, alcanzando la satisfacción total. El producto adquirido era único en su especie y con un costo elevado pero el consumidor quedaba complacido con el trato directo con los fabricantes (Dennis & Pascal, 2002).

La producción artesanal cuenta con las siguientes características principales:

1. El trabajo es formado por artesanos con capacidades en diseño, maquinaria y ensamble.
2. Es una organización descentralizada el dueño mantiene un trato directo y continuo con los clientes, trabajadores y contratistas.
3. Uso de maquinaria de uso general, es decir, utilizada para una variedad de actividades, como cortar, perforar, triturar entre otras.
4. Bajos volúmenes de producción y costos elevados.
5. En la actualidad la producción artesanal continúa existiendo, primordialmente en productos de lujo.

Esta producción parecía ser un buen método pero tenía sus grandes desventajas, por lo que Henry Ford y Fred Winslow Taylor trabajaron enfocándose en estas desventajas, dando paso al sistema conocido como producción en masa (Villaseñor & Galindo, 2009).

2. *Producción en masa*

El sistema artesanal era en su mayor parte empírico, así que dependía bastante de la experiencia de los artesanos basándose principalmente en la observación, Taylor encontró el mejor camino para realizar el trabajo mediante principios científicos, que no dependiera meramente de la observación, de tal forma inventó la ingeniería industrial (Dennis & Pascal, 2002).

El sistema de Taylor se enfoca en la separación de la planeación y la producción. Con nuevas técnicas los ingenieros industriales encontraban la mejor manera de hacer el trabajo, mediante el estudio de tiempos y movimientos.

El taylorismo logró muchas innovaciones como las siguientes:

1. Estandarización del trabajo mediante el estudio de tiempos y movimientos. Identifica la mejor manera de hacer el trabajo
2. Reducción de tiempos para la realización de procesos
3. Mejoramiento continuo de los procesos a través de la medición y el análisis (Villaseñor & Galindo, 2009).

Teoría de restricciones

Es un patrón desarrollado por un físico israelí Eliyahu Goldratt en los años 80's. La teoría de restricciones es uno de los modelos más parecidos a la metodología de *lean manufacturing*, una de las principales características que los diferencia es que dicha teoría ve a todo el sistema como una cadena en la cual el rendimiento se ve afectado por un eslabón o parte más débil, por tanto se enfoca en esta fragmento, el cual recibe el nombre de restricción, que requiere mayor cuidado (Goldratt, 1990). Se basa en cinco principios básicos para la mejora de la restricción y como consecuencia el ascenso del sistema en general (Citado por Cruz & Burbano, 2012).

Investigaciones empíricas

Desde hace aproximadamente diez años, *lean manufacturing* ha tomado mucha influencia en las empresas, las cuales han realizado muchos intentos por implementarlo, gran parte de ellas sin éxito. El problema es que las compañías confunden las herramientas de *lean manufacturing* con la gran filosofía que ésta implica.

En 1996 el centro de apoyo para proveedores de Toyota (TSSC) fundado por la misma en Estados Unidos, creada para trabajar con compañías americanas en el tema de *lean manufacturing*, decidió trabajar con una empresa fabricante de sensores industriales a la cual impusieron el nombre de Lean X, dicha compañía presumía del prestigio de ser una empresa *lean*. Al momento en que la compañía acepto la alianza con TSSC la planta modificó los trabajos tomando algunas medidas:

1. Instaurar células de producción
2. Resolver los problemas mediante la creación de grupos
3. Solución de problemas por los trabajadores a través de la disposición de tiempo e incentivos.
4. Crear un centro de aprendizaje para los empleados.

La razón por la cual TSSC se dispuso a trabajar con la compañía Lean X es porque la consideró como un medio para el aprendizaje. El TSSC acordó tomar únicamente una línea de producción de la planta considerada de primer nivel para transformarla mediante la aplicación de *Lean Manufacturing*. Nueve meses después de su aplicación los resultados fueron sorprendentes casi increíbles, esta línea de producción sobrepasó los límites comparando con su estado original, pasando por encima de las demás. Las consecuencias de la aplicación de la metodología conocida como *Lean Manufacturing* fueron las siguientes:

1. 93% de reducción en el tiempo para producir el producto (de 12 días a 6,5 días)
2. 83% de reducción en el inventario en proceso (de 9 a 1,5 horas)
3. 91% de reducción en el tiempo de piezas acabadas (de 30,500 a 2,890 unidades)
4. 50% de reducción de horas extras (de 10 a 5 horas por persona semanales)
5. 83% de mejora en la productividad (de 2,4 a 4,5 piezas por operario hora).

La empresa Lean X logró alcanzar un nivel de mejora que no todas logran, el problema está en que la mayoría de las compañías que adoptan este sistema se enfocan exclusivamente en las herramientas de *Lean Manufacturing* pero no logran comprender la razón por la que trabajan todas juntas como un sistema (Liker, 2011).

Propuesta teórica

De acuerdo con los marcos anteriores se deduce que las empresas realizan y aplican una infinidad de métodos para lograr la mejora de los procesos de producción, así como la aplicación de herramientas, que en muchos de los casos no tienen éxito. La metodología de *Lean Manufacturing* va más allá que la aplicación de sus herramientas, es una compleja filosofía de mejora continua que, con el paso del tiempo hacen un cambio trascendente.

Con el paso de los años se han creado distintas teorías para la mejora de este sistema como ya se han mencionado anteriormente, todas con un mismo afán de lograr la mejora continua, algunas de ellas enfocándose en la parte del proceso que requiere más tiempo, esto para reducirlo de tal forma que disminuya en general el tiempo en el proceso de producción; otra se basa particularmente en el trato directo del dueño tanto con el cliente como con los trabajadores y contratistas; así como la teoría centrada en el estudio de tiempos y movimientos para la estandarización del trabajo.

Dadas muchas investigaciones se sabe que la aplicación de herramientas de mejora en un sistema de producción trae consigo una variedad de ventajas, como lo es la reducción de tiempos, desperdicios, costos e inventarios, aumento de la calidad del producto, así como una mejor rentabilidad y con ello la generación de una empresa más competitiva.

Marco teórico conceptual de un sistema de producción

Marco teórico conceptual

A continuación se presenta el concepto de sistema de producción para colaborar en la adquisición del conocimiento para la comprensión más avanzada del tema.

Sistema de producción

Un sistema de producción es definido como un conjunto de partes que se relacionan porque tienen un fin en común, comparten una meta u objetivo por cumplir; cada una de estas partes puede ser tomada como un subsistema u organismo. Por tales razones un sistema de producción se considera como el conjunto de componentes que interactúan entre sí en el diseño de un proceso mediante el cual se obtiene la transformación de elementos en productos útiles (Kons, 2008).

Un sistema de producción utiliza recursos operacionales para transformar insumos, que son especificados como materia prima, clientes o algún producto proveniente de otro sistema, en un tipo de resultado deseado (Campus Virtual, 1994).

MARCO TEÓRICO

1. *Teoría general de sistemas*

La teoría general de sistemas (TGS) es una herramienta se representa como una forma sistematizada de aproximación a la realidad mediante la explicación de fenómenos que permiten hacer posible una predicción a futuro de esa realidad, a través del análisis de interacciones internas y externas con el medio.

Aplica mecanismos que permiten estudiar al fenómeno mediante el análisis de sus partes, pero también lo hace desde un enfoque sintético que ilustra las interacciones de esas partes (Sinergia: el todo no es mayor que la suma de sus partes). La TGS no busca la resolución de problemas pero si crear teorías con condiciones de aplicación en la realidad empírica (Arnold & Osorio, 1998).

2. Teoría de sistemas (TS)

La teoría de sistemas es un ramo específico de la teoría general de sistemas la cual busca reglas generales de fácil aplicación para cualquier sistema y nivel de la realidad. Dicha presunción surgió por la necesidad de comprender científicamente a un sistema concreto, los cuales forman a realidad y son generalmente complejos y únicos. La TS surge en el siglo XX con la finalidad de la búsqueda de conceptos y leyes para la descripción de todo tipo de sistemas, ya sean reales o físicos (Moreno & Domínguez, 2011).

Investigación empírica

La empresa conocida por ser una de las empresas del área automotriz más exitosa, dio inicio a lo que en la actualidad conocemos como *lean manufacturing*. Tras la Segunda Guerra Mundial la compañía se enfrentaba a grandes dificultades, como la abundante demanda de vehículos con la que contaba a pesar de colaborar en un mercado pequeño y las exigencias cada vez mayores de los subordinados.

Taichii Ohno decidió ante la problemática a la que se enfrentaban en ese tiempo, buscar un enfoque distinto de la producción, estudiando la producción en masa y la artesanal llegó a conocer sus debilidades, y por fin después de mucho esfuerzo y dedicación logró crear la metodología conocida como Sistema de Producción Toyota (SPT), la cual aplicada dio como resultado la reducción de tipos en el proceso al igual que los desperdicios, todo lo anterior también basado en la adquisición de mejora continua. Con el tiempo la herramienta continúa desarrollándose, arrojando por supuesto mejores resultados conforme la perfeccionaban.

Propuesta teórica

Analizando las teorías anteriores se comprende que los investigadores en su afán por tratar de encontrar soluciones a los problemas existentes en los sistemas, han contribuido en la construcción de reglas y leyes dando a su vez como resultado la creación de variedad de teorías como las anteriormente mencionadas, algunas enfocándose al análisis de los fenómenos aproximándose a la realidad, todo esto con el fin de realizar predicciones a futuro de los mismos. Otras están encaminadas a la indagación para lograr encontrar leyes y reglas generales aplicables a todo tipo de sistema.

MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

Tipos de investigación

La metodología a usar para analizar el impacto que tiene la aplicación de *Lean Manufacturing* en un sistema de producción es el método de revisión literaria para dar inicio a la investigación, consultando varias fuentes de información confiables para la adquisición de teoría en base al tema, seguidamente se usó la técnica de análisis documental, extrayendo la información necesaria e importante para poder transmitirla y transformarla para su fácil comprensión, y finalmente se recurrió al instrumento de recolección de datos, para fines de obtención de fundamentos de aplicaciones realizadas con anterioridad de la herramienta en estudio (*Lean manufacturing*), para poder contar con antecedentes de los resultados alcanzados con su aplicación, así como experiencias adquiridas por personas ajenas a esta investigación, según se observa en la tabla 2.

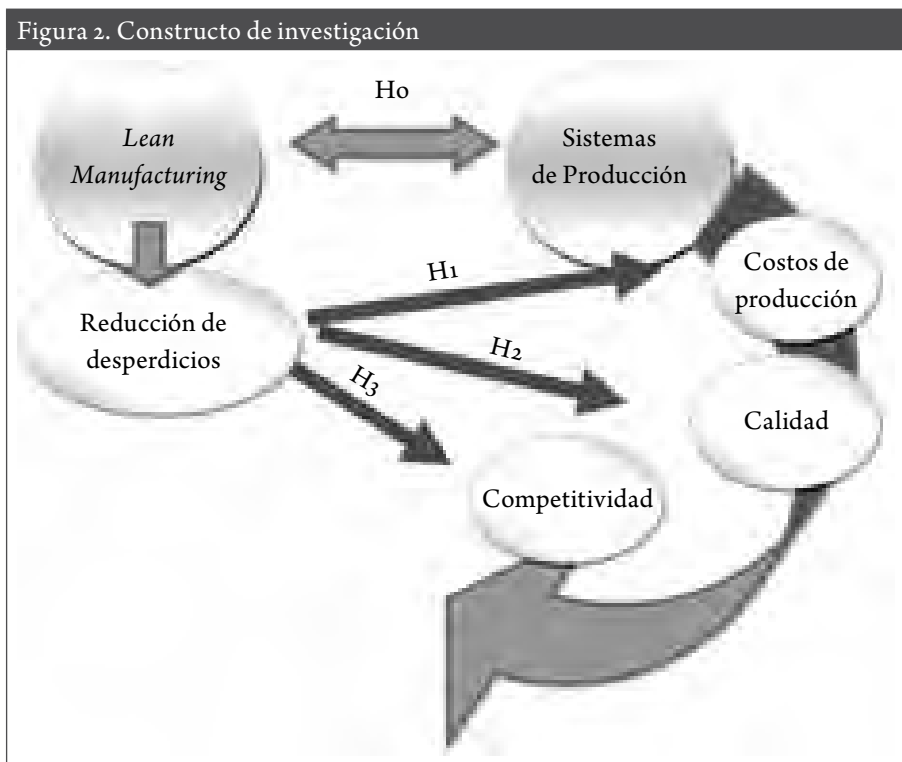
DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Tabla 2. Diseño de la investigación.

Variable	Descripción	Indicador	Concepto	Instrumento	Operacionalización de las variables	Determinación del tamaño de la muestra	Análisis de datos
X	Lean Manufacturing	Reducción de desperdicios Xi	Lean Manufacturing es una metodología que se enfoca en la eliminación de cualquier tipo de pérdidas.. Es eliminar lo inútil con el objetivo de aumentar la productividad y la capacidad de la empresa para competir con éxito en el mercado (Rueda, 2007).	Revisión Literaria. Técnica de análisis documental. Instrumento de recolección de datos.	Recopilar información para comprobar como la aplicación de <i>Lean Manufacturing</i> genera la reducción de desperdicios y con ello una variedad de ventajas de mejora para las empresas.	Para este caso en particular no es necesario determinar el tamaño de la muestra.	Análisis estadístico Correlación
Y	Sistema de producción	Costos de producción. Competitividad. Calidad.	Un sistema de producción se considera como el conjunto de componentes que interactúan entre sí en el diseño de un proceso mediante el cual se obtiene la transformación de elementos en productos útiles (Kons, 2008).	Técnica de análisis documental. Revisión literaria.	Obtener información que confirme como el sistema de producción se ve afectado mediante la metodología de <i>lean manufacturing</i> proporcionado cambios en la calidad, la productividad y los costos de producción.	Para este caso en particular no es necesario determinar el tamaño de la muestra.	Análisis estadístico Correlación

Fuente: elaboración propia

LEAN MANUFACTURING ¿UNA HERRAMIENTA DE MEJORA DE UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN?
 María Teresa Jiménez-Castillo / José Guadalupe Vargas-Hernández (págs. 88 - 111)



Fuente: Elaboración propia.

Instrumentos de investigación

1. Revisión de la literatura empírica

Toyota una de las empresas más famosas que obtuvo el éxito gracias a la aplicación de la metodología conocida como *Lean Manufacturing*, dicha compañía tuvo mucho que ver en el desarrollo de esta herramienta para su aplicación en diferentes empresas que se veían en la necesidad de mejorar su sistema de producción y que se enfrentaban a grandes dificultades debido a que no lograban comprender todos los aspectos que abarcaba, el punto clave estaba en que se tenía la mala costumbre de sólo implementar las herramientas más no comprendían que incluía una amplia filosofía, una mentalidad distinta de mejora continua y el trabajo de todas las partes como un sistema. Las conclusiones anteriores se obtuvieron gracias al esfuerzo y trabajo realizado tanto por el presidente como por los trabajadores de la empresa Toyota, se debe a ellos el éxito que ha tenido la aplicación de este instrumento en otros negocios.

Los datos anteriores, y gran parte de esta investigación se obtuvieron por medio de la revisión de la literatura empírica, consultando una diversidad de fuentes confiables que otorgaran la información requerida de acuerdo a las necesidades que se tenían, seleccionando sólo información exclusiva para ser utilizada en este texto.

2. *Análisis documental*

Se analizó la información recopilada a través de la revisión literaria con el fin de comprenderla y transmitirla, de tal forma que permita al lector un razonamiento fácil y más a fondo, transformando la información pero sin cambiarle el sentido a las palabras, obteniendo con esto la adquisición del conocimiento de una forma más sencilla. De las fuentes consultadas que hacen referencia a *Lean Manufacturing* se tomaron las ideas centrales y casos particulares de éxito de su aplicación que respaldan la eficiencia de la estrategia en caso de ser implementada correctamente, otorgando importancia y credibilidad al tema.

3. *Instrumento de recolección de datos*

El instrumento nos permitió extraer información cuantificable requerida, para fines de este estudio fueron casos de empresas que optaron por emplear *Lean Manufacturing* como método para la mejora de su sistema de producción, aumentando su nivel de competitividad y rentabilidad, tomando estos casos como testimonio y respaldo de la investigación.

Tratamiento estadístico

De acuerdo a los datos recopilados y a la información extraída, se realizó un análisis a fondo para localizar las causas por las que la aplicación de *Lean Manufacturing* en algunas empresas no ha tenido éxito, al igual que la razón por la cual en algunas otras ha funcionado perfectamente. También para mostrar si realmente tenemos beneficios en el sistema de producción, ya sea en la disminución de costos de producción, la calidad o la misma competitividad del negocio, esto siendo respaldado por datos reales.

Limitaciones

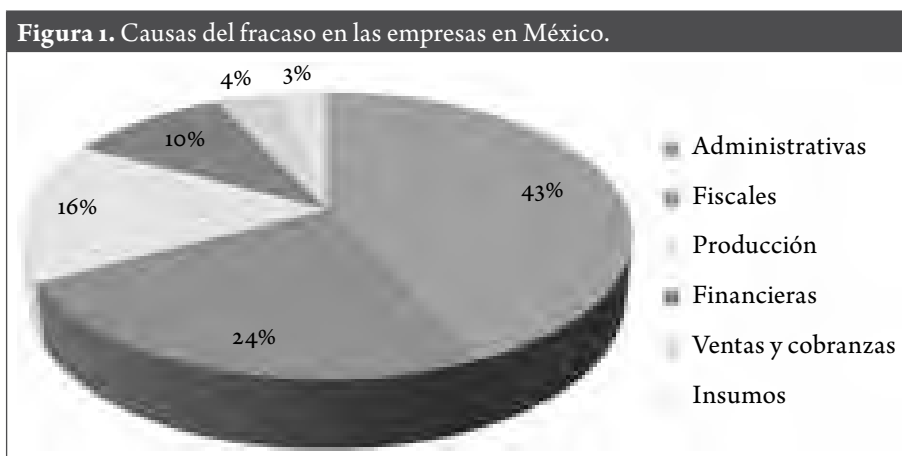
Algunas de las limitaciones que se presentaron durante el desarrollo de la presente investigación fueron el tiempo tan reducido con el que se contaba para la culminación del trabajo, al igual que las dificultades para adquirir información

de empresas que ya habían aplicado la herramienta por cuestiones de la política que tienen establecida y, una última cuestión fueron los recursos, en este caso escasos para cubrir en su totalidad la estancia.

Análisis de resultados

En el presente apartado se muestran los datos obtenidos por medio de la investigación realizada, dichos resultados son de estudios, encuestas y aplicaciones realizadas por personas expertas e interesadas en el tema, los cuales sirven como base para comprobar y aplicar de manera adecuada la metodología de *Lean Manufacturing*, otorgando consejos, recomendaciones y técnicas.

Las causas por las que las empresas fracasan son varias, las principales se encuentran al el gráfico presentado, donde con claridad se puede observar que el 16% de las compañías mexicanas quiebran debido a los problemas en producción, es decir, necesitan mejoras en esta área para poder continuar sobreviviendo.



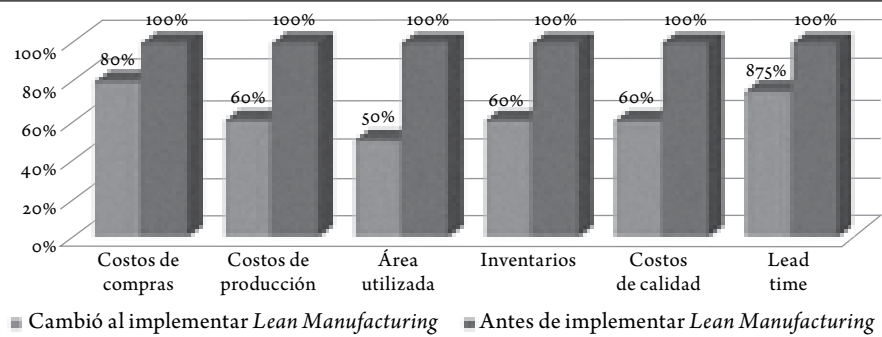
Fuente: Tejeda (2011).

Los problemas de los negocios en el área de producción abundan con mucha frecuencia, por lo que es conveniente atacarlos a tiempo, *Lean Manufacturing* es un método muy eficaz cuando se tienen este tipo de complicaciones puesto que ha probado ser ideal en empresas que han tenido la oportunidad de adoptarla generando varios beneficios como los que se muestran en las siguientes figuras.

La información presente corresponde a fundamentos reales obtenidos mediante estudios realizados por investigadores interesados en el tema a compañías que se inclinaron por dicha técnica. Si se analizan los datos se concluye que, efectivamente existe una reducción tanto de costos como de inventarios y tiempos del proceso en forma considerable.

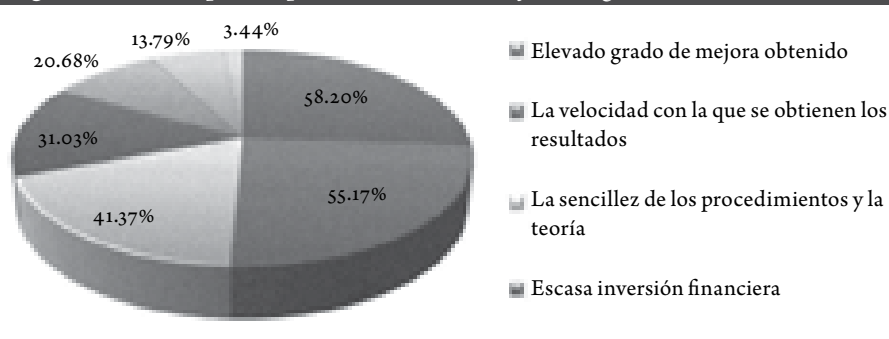
Aunque la implementación de *lean manufacturing* trae consigo muchos beneficios también es cierto que tiene sus complicaciones y que no es tan sencillo aplicarlo. En el siguiente esquema se exponen los retos que normalmente existen.

Figura 2. Beneficios de la implantación Lean Manufacturing



Fuente: Hernández y Vizán (2013).

Figura 3. Motivos para implementar Lean Manufacturing

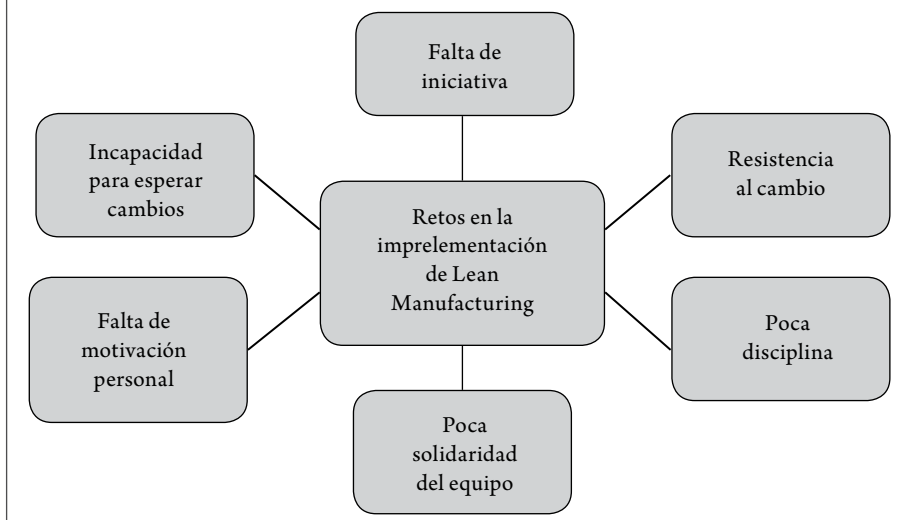


Fuente: Tejeda (2011).

El diagrama de la figura 5, presenta algunas razones por las cuales no es recomendable optar por la implementación esta herramienta, puesto que si se realiza en estas circunstancias podría arrojar resultados no muy favorables.

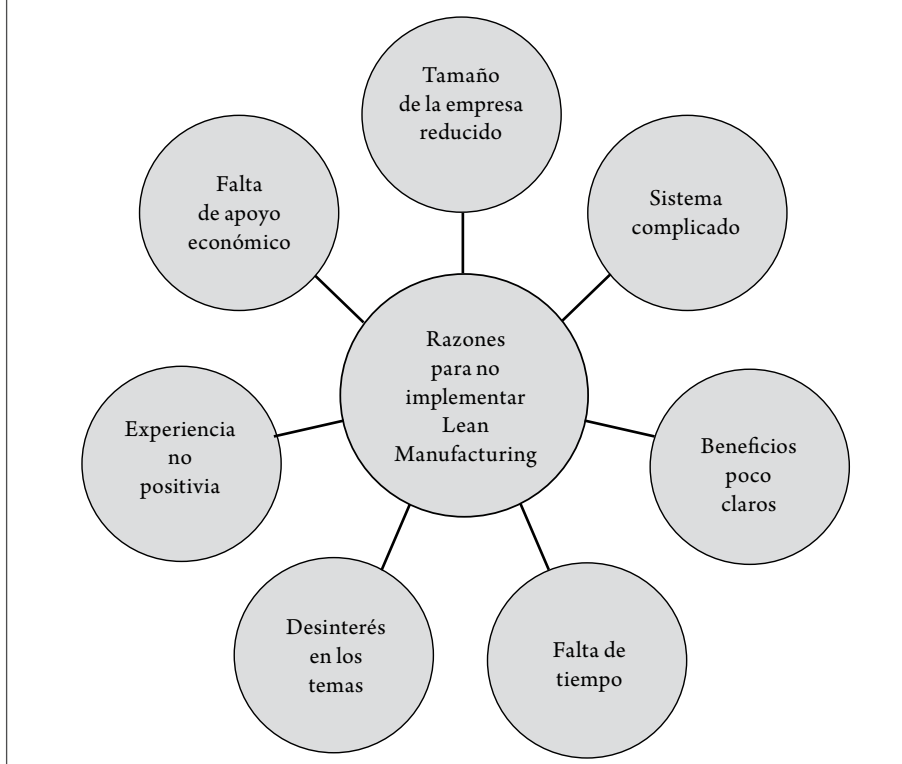
Los problemas en los sistemas de producción pueden reducirse mediante la utilización de técnicas como *manufactura esbelta*, debido a que analizando la situación la mayoría de las actividades que se realizan en este proceso no otorgan valor al producto, es decir, una gran parte se compone únicamente de desperdicios. La gráfica arroja datos que nos indican que lo único que otorga valor al producto corresponde al 67% de las actividades, es decir, el cliente sólo paga por eso, lo restante se considera desperdicio.

Figura 4. Retos de la implementación de *lean manufacturing*.



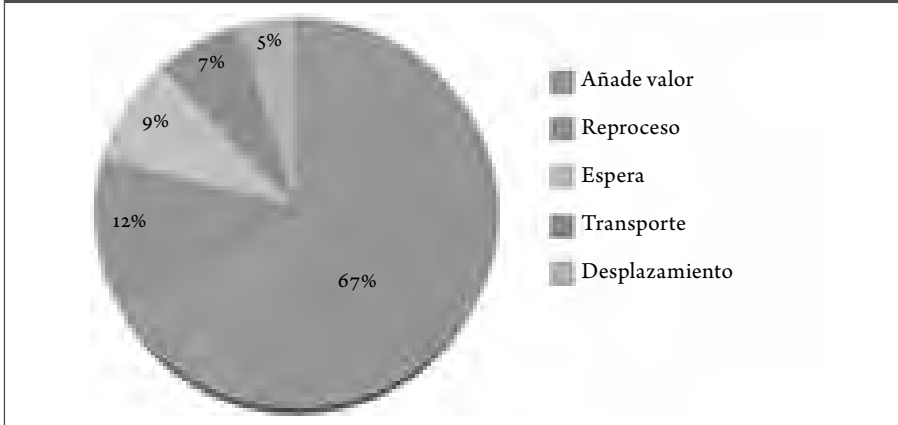
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5. Razones para no implementar *lean manufacturing* en un negocio.



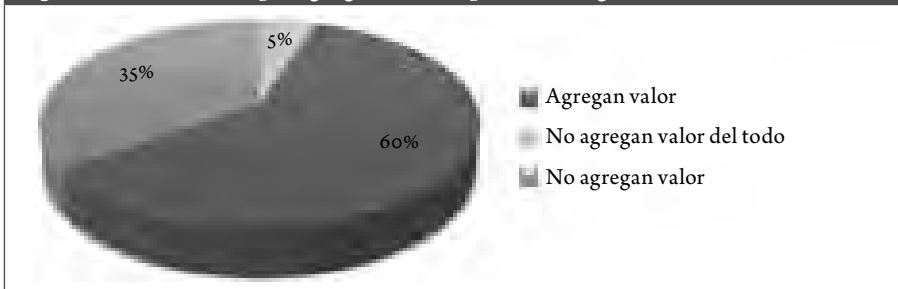
Fuente: Prodintec (2011).

Figura 6. Creación de valor.



Fuente: Elaboración propia

Figura 7. Actividades que agregan valor al producto según Melton (2005).



Fuente: Elaboración propia

En la imagen anterior se muestra otra perspectiva de las actividades que agregan valor al producto según Melton (2005), en el cual describe como sólo el 5% de las actividades lo hacen, demostrando que la mayoría de esas actividades son desperdicios por los cuales el cliente no está dispuesto a pagar.

CONCLUSIONES

Objetivo

Examinando el objetivo planteado al inicio del proyecto, el cual se enfoca en el análisis de la mejora continua y optimización de un sistema de producción a través de la aplicación de *lean manufacturing*, se considera que la investigación ha contribuido a que se respalde o incluso compruebe que, efectivamente dicha herramienta auxilia en los procesos para la solución de la problemática que se

tiene, inclusive otorgando muchas ventajas para que la empresa obtenga la rentabilidad y por lo tanto la competitividad deseada.

Con la información recabada se ha ido más a fondo, conociendo algunas de las causas por las que la implantación de *lean manufacturing* ha sido exitosa, pero de igual manera exponiendo razones por las que ha fracasado, considerando como una de las principales y más importantes el hecho de que las empresas solo se enfocan en la aplicación de las herramientas de la metodología, mas no comprenden toda la filosofía que esta implica, ni el porqué de su indispensable trabajo como un conjunto, de igual manera cabe mencionar que se debe de adquirir una mentalidad de mejora continua para alcanzar resultados favorables.

Comprobación de supuestos

Los supuestos planteados fueron comprobados en el trascurso de estudio puesto que, ciertamente el sistema de producción se ve mejorado gracias a *lean manufacturing*, se proporcionan datos de fuentes confiables que lo demuestran. Únicamente que la clave para el éxito está en la correcta aplicación, en poner toda la disposición y compromiso posible por parte de todas las partes involucradas, y en no resistirse al cambio ya que, los cambios culturales generalmente se presentan como un obstáculo para la mejora, no es sencillo tratar de imponer un nuevo modo de pensar a las personas.

Hallazgos

Un descubrimiento encontrado fue que la problemática principal a la que se enfrentan las empresas que se inclinan por implementar *lean manufacturing*, es la falta de cultura por parte de las personas involucradas, además del desconocimiento y desinformación antes de llevarlo a la práctica, resaltando también el hecho de que no se logra comprender a fondo la filosofía tan inmensa que la herramienta abarca.

Aportaciones

Entre las aportaciones más importantes se encuentra la adquisición de nuevos conocimientos, como los aprendizajes relacionados con el tema seleccionado acompañado, claro está del estudio de nuevas técnicas de investigación.

Implicaciones

La realización de este proyecto de investigación ha tenido algunas aportaciones importantes para las empresas en general debido a que, proporciona razones, ventajas, y aplicaciones de lean manufacturing que se pueden tomar como base en caso de optar por esta técnica.

Limitaciones

Como se ha descrito anteriormente, para observar el desarrollo de una empresa una vez implementada la metodología *lean manufacturing*, es necesario esperar de dos años en adelante, pues durante este tiempo arrojará mejores resultados conforme se vaya ajustando dicha herramienta.

Sin embargo una de las limitantes para que el presente trabajo se desarrollará de manera apropiada fue el tiempo que se disponía para realizar la indagación, puesto que se tenía en consideración llevar a la práctica la herramienta pero como se ha descrito anteriormente para obtener los resultados es necesario esperar un tiempo prudente, y en este caso lamentablemente carecía de él.

Agradezco al Programa Delfín en el XIX verano de la Investigación Científica y Tecnológica del Pacífico 2014, por su aceptación porque, sin ella la realización de este trabajo no hubiera sido posible, de igual manera reconozco el gran valor que tuvo para mí la aprobación del investigador José Guadalupe Vargas para participar en su proyecto, así como el alojamiento que recibí por parte del CUCEA ya que a ellos debo el extraordinario resultado obtenido durante esta estancia, pero sobre todo agradezco a mi familia por el enorme esfuerzo que realizaron para hacer posible este logro y por colaborar en el cumplimiento de este reto que se me presentó.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arnold M. & Osorio S. (1998). *Introducción a los conceptos básicos de la teoría general de sistemas*. Chile. Universidad de Chile. Recuperado de <http://www.re-dalyc.org/pdf/101/10100306.pdf>.
- Cruz I. & Burbano J. (2012). *Rediseño de un sistema productivo utilizando herramientas de lean manufacturing. Caso de estudio sector de mezclas de ingredientes para panadería industrias XYZ*. (Tesis Licenciatura, Universidad ICESI).
- Campus Virtual (1994). *Sistemas de producción*. Maestría en Pymes. MC Graw Hill. Recuperado de: <http://www.uovirtual.com.mx/moodle/lecturas/admonproduc1/3.pdf>

- Dennis & Pascal (2002). *Lean production simplifield: A plain language guide to the world's most powerful production system*. New York. Productivity Press.
- Goldratt, E.M. (1990b). *What is this thing called the Theory of Constraints?* North River Press, Croton-on-Hudson, N.Y.
- Hernández J. & Vizán A. (2013). *Lean manufacturing: Concepto, técnicas e implantación*. Madrid. Recuperado de: <http://www.eoi.es/savia/documento/eoi80094/leanmanufacturing-conceptotecnica-e-implantacion>.
- Kons S. (2008). *Diseño de instalaciones industriales*. México. Editorial Limusa.
- Liker J. (2011). *Toyota: Cómo el fabricante más grande del mundo alcanzó el éxito*. Bogotá, Colombia. Grupo editorial norma.
- Mantilla O.L. & Sánchez J.M. (2012). *Modelo tecnológico para el desarrollo de proyectos logísticos usando Lean Six Sigma*. 28(124), 23-43. Artículo sin doi.
- Melton, T. (2005). The benefits of lean manufacturing. What Lean Thinking has to Offer the Process Industries. *Chemical Engineering Research and Design*, 83(A6): 662–673
- Monge C., Cruz J. & López F. (2013). *Impacto de la manufactura esbelta, manufactura sustentable y mejora continua en la eficiencia operacional y responsabilidad ambiental en México*, 24(4), 15-32. Doi: 10.4067/S0718-07642013000400003.
- Moreno J. & Domínguez M. (2011). *Teoría de sistemas, Trabajo social y Bienestar*. Revista crítica de ciencias sociales y jurídicas. Recuperado de: <http://pendientedemigracion.ucm.es/info/nomadas/1/mdominguez2.htm>.
- Pineda K. (2004). Consultado el 22 de julio de 2014. Recuperado de: <http://www.gestiopolis.com/recursos2/documentos/fulldocs/ger/manesbelta.htm>.
- Prodintec (2011). *Introducción al lean manufacturing*. Recuperado de: http://www.camara-ovi.es/documentos/aempresarial/LEAN_MANUFACTURING%20.pdf
- Rajadell, M. & Sánchez, J.L. (2010). *Lean manufacturing: La evidencia de una necesidad*. México. Ediciones Díaz de Santos.
- Rueda, E. (2007). *Aplicación de la metodología seis sigma y lean manufacturing para la reducción de costos, en la producción de jeringas hipodérmicas desechables*. (Tesis Licenciatura, Instituto Politécnico Nacional).
- Tejeda A. (2011). Red de revistas científicas de Latinoamérica, España y Portugal. *Mejoras de lean manufacturing en los sistemas productivos*. 36(2), pp. 276-310. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/870/87019757005.pdf>
- Villaseñor, A. & Galindo E. (2009). *Manual de lean manufacturing: Guía básica*. México. Editorial Limusa.