

Herramientas de manufactura esbelta que inciden en la productividad de una organización: modelo conceptual propuesto¹

Marie Karen Issamar Favela Herrera², María Teresa Escobedo Portillo³
Roberto Romero López⁴, Jesús Andrés Hernández Gómez⁵

Resumen

Introducción. Actualmente las empresas industriales enfrentan el desafío de identificar e implantar nuevas técnicas organizacionales y de producción que les permitan competir en un mercado global. Así, el modelo de fabricación esbelta se ha convertido en una alternativa para elevar la productividad y desarrollar competencias de manufactura que incidan en su competitividad. Sin embargo, se desconoce el efecto que aporta cada una de las herramientas de manufactura esbelta al logro de la productividad. **Objetivo.** Proponer un modelo conceptual que identifique el peso relativo que aporta la implantación de cada una de las herramientas de manufactura esbelta a la productividad. **Materiales y métodos.** El modelo conceptual parte de una revisión de literatura, donde para ello, se sigue una secuencia ordenada y metodológica para garantizar que el desarrollo de este artículo tenga relevancia en la ciencia y su

aplicación. **Resultados.** En esta investigación las herramientas de manufactura esbelta que más indican en la productividad de las empresas son: *5S*, *mantenimiento productivo total*, *el justo a tiempo (JIT)*, *Kaizen*, *Kanban*, *cambio rápido de modelo (SMED)* y *el mapeo del flujo de valor (VSM)* con un peso de 15, 14, 13, 12, 9, 9 y 7 % respectivamente. Además, los indicadores que mejor miden la productividad son los relacionados con la eficiencia, la efectividad y los factores internos. **Conclusiones.** La principal contribución de este artículo es la propuesta de un modelo conceptual sustentado en evidencia teórica que identifica las herramientas de manufactura esbelta más utilizadas para incidir en la productividad de una organización.

Palabras clave: productividad, manufactura esbelta, modelo conceptual.

1 Artículo original derivado proyecto de investigación *Herramientas de manufactura esbelta que inciden en la productividad de una organización*², financiado por el Conacyt de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, realizado entre 2016 y 2018.

2 M. Sc. (c) en Ingeniería Industrial, docente del Departamento de Seguridad y Políticas Públicas e Ingeniería Industrial y Manufactura, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México. Email: marie.favela@uacj.mx, ORCID: 0000-0002-6534-1661

3 Ph. D en Planeación Estratégica y Dirección de Tecnología, docente del Departamento de Ingeniería Industrial y Manufactura, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México. Email: mtescobe@uacj.mx, ORCID: 0000-0003-2538-5448

4 Ph. D. en Ciencias de la Administración, docente del Departamento de Ingeniería Industrial y Manufactura, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México. Email: rromero@uacj.mx . ORCID: 0000-0003-0859-327X

5 Ph. D. en Ciencias de la Administración, docente del Departamento de Ingeniería Industrial y Manufactura, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México. Correo electrónico: jhernand@uacj.mx, ORCID: 0000-0003-2325-2051 Autor para correspondencia:

mtescobe@uacj.mx María Teresa Escobedo Portillo Recibido: 28/11/2017 Aceptado: 4/07/2019

Lean manufacturing tools that influence an organization's productivity: conceptual model proposed

Abstract

Introduction. Currently, industrial companies face the challenge of identifying and implementing new organizational and production techniques that allow them to compete in a global market. Thus, the lean manufacturing model has become an alternative to increase productivity and develop manufacturing skills that affect their competitiveness. However, the effect of each of the lean manufacturing tools on achieving productivity is unknown.

Objective. Propose a conceptual model that identifies the relative weight in productivity provided by the implementation of each of the lean manufacturing tools. **Materials and methods.** The conceptual model is based on a literature review where an orderly and methodological sequence is followed to ensure that the development of this article has relevance in science and its application.

Results. According to this research, the lean manufacturing tools that most influence the productivity of companies are: 5s; Total Productive Maintenance; Just in Time (JIT); Kaizen; Kanban; Rapid Model Change (SMED); and Value Stream Mapping (VSM), with a weight of 15, 14, 13, 12, 9, 9 and 7% respectively. In addition, it was found that the indicators that best measure productivity are those related to efficiency, effectiveness and internal factors. **Conclusions.** The main contribution of this article is the proposal of a conceptual model supported by theoretical evidence that identifies the most used lean

tools to influence the productivity of an organization.

Key words: productivity, lean manufacturing tools, conceptual model

Ferramentas de manufatura enxuta que impactam a produtividade de uma organização: modelo conceitual proposto

Resumo:

Introdução. Atualmente as empresas industriais enfrentam o desafio de identificar e introduzir novas técnicas organizacionais e de produção que lhes permitam concorrer num mercado global. Assim, o modelo de fabricação enxuta tem se tornado em uma alternativa para aumentar a produtividade e desenvolver concorrências de manufaturas que indicam na sua competitividade. No entanto, se desconhece o efeito que contribui a cada uma das ferramentas de manufatura enxuta à obtenção da produtividade. **Objetivo.** Propor um modelo conceitual que identifique o peso relativo que contribua a implantação de cada uma das ferramentas de Manufatura Enxuta à produtividade. **Materiais e métodos.** O modelo conceitual inicia parte de uma revisão de literatura, onde para isso, segue-se uma sequência ordenada e metodológica para garantir que o desenvolvimento deste artigo tenha relevância na ciência e sua aplicação. **Resultados.** Nesta pesquisa as ferramentas de manufatura enxuta que mais indiquem na produtividade das empresas são: 5S, *Manutenção produtiva total*, *o Justo ao tempo* (JIT), *Kaizen*, *Kanban*, *mudança rápida de*

modelo (SMED) e o *Mapeamento do fluxo de valor* (VSM) com um peso de 15, 14, 13, 12, 9, 9 e 7% respectivamente. Além, os indicadores que melhor medem a produtividade são os relacionados com a eficácia, a eficiência e os fatores internos. **Conclusões.** A principal contribuição deste artigo é a proposta de um

modelo conceitual sustentado em evidencia teórica que identifica as ferramentas de manufatura enxuta mais utilizadas para incidir na produtividade de uma organização.

Palavras-chave: produtividade, manufatura enxuta, modelo conceitual.

Introducción

Sumanth (1990) señala que la efectividad es el reflejo de la forma en que se relacionan los resultados logrados con los propuestos, mientras que la eficiencia, está vinculada con el uso de los recursos.

Lucey (2007), define la productividad como una expresión de cuán eficientemente los bienes y servicios están siendo producidos, considerando los recursos empleados para generarlos, es decir, la productividad de una empresa está íntimamente relacionada con la exactitud de los estándares vinculados a la producción (Velázquez y Lezama, 2009).

De acuerdo con Robbins y Judge (2009), la productividad es fundamental para el logro de los objetivos de las organizaciones, para su desempeño económico y su permanencia en el tiempo, motivo por el cual, las empresas necesitan identificar estrategias en su modo de gestionarla con el fin de afrontar determinados retos a los que la competencia, el entorno y el mercado las compromete. Entre los principales retos se encuentran: la rapidez en los tiempos de entrega, el desarrollo e innovación de productos, entregas en lotes pequeños y más frecuentes, precios con tendencia decreciente, calidad de cero defectos y alta fiabilidad en los productos (Suárez, Cusumano y Fine, 1995).

“El mejoramiento de la productividad no consiste únicamente en hacer las cosas mejor: es más importante hacer mejor las cosas correctas” en palabras de Prokopenko (1989), quien a su vez indica que los principales factores (o *cosas correctas*) deben ser el centro de interés de los directores de programas de productividad.

De acuerdo con Delgado *et al.* (2010), y George (2002), muchas compañías han incrementado su rendimiento a través del desarrollo de la fabricación *Lean* debido a que se muestra un fuerte apoyo para aumentar el desempeño de la compañía en términos de mejor calidad y productividad. Algunos de los beneficios más citados por los autores en lo que a las prácticas de *manufactura esbelta* se refiere son: la mejora de la productividad laboral y la calidad, (Shah y Ward, 2003).

Resulta importante observar que desde la publicación del libro *The machine that changed the world* (Womack, Jones y Roos, 2004), el término *producción ajustada* (eficiencia en la fabricación o manufatura esbelta), se conoció como un sinónimo del sistema de producción Toyota (Schonberger, 2007) y comenzó a convertirse en un destacado modelo de gestión de la producción.

Con la manufactura esbelta se puede obtener un mejor rendimiento operacional mediante la reducción de costos (Ohno, 1988), la producción de cero defectos (Womack *et al.*, 2004) y la atención en los clientes (Dennis, 2008). Por lo tanto, estos beneficios justifican la adopción de diversas prácticas de manufactura esbelta como la *mejora continua*, *justo a tiempo*, *Kanban*, *colaboración para el desarrollo de los proveedores* (Liker, 2004), *5S*, *mantenimiento productivo total* (Shah y Ward, 2003), *empleados multifuncionales* y *círculos Kaizen* (Biazzo y Panizzolo, 2000; Bhasin y Burcher, 2006; Pettersen, 2009).

Antes de examinar que herramientas se han de abordar en un modelo destinado a mejorar la productividad, es necesario pasar a los factores que la impactan. Su mejoramiento depende de la medida en que se pueden identificar y utilizar los factores principales del sistema de producción (Prokopenko, 1989).

Materiales y métodos

El diseño del presente estudio involucra los siguientes momentos: 1. Selección del tema a investigar; 2. Revisión de literatura; 3. Determinación de investigaciones contextuales 4. Construcción conceptual del modelo.

Selección del tema a investigar

Existe una gran variedad de situaciones que convergen en la necesidad de crear nuevos conocimientos, dentro de las cuales se pueden incluir experiencias individuales

y colectivas, pero es ahí donde se generan ideas para realizar investigaciones, lo que lleva a la selección de un tema particular que desarrollar (Hernández, Fernández y Baptista, 1998), que en este caso es la particularidad que tiene la frontera de Ciudad Juárez donde el sector manufacturero está conformado por 411 empresas (IMIP, 2014).

Revisión de literatura

En esta etapa posterior se ha planteado ya el área de interés, por lo que dentro de ella se provee de actividades de identificación, localización, obtención, consulta y análisis de materiales documentales (Barraza, 2003) como son: libros de texto, artículos científicos, bases electrónicas de datos, por mencionar algunas: Dialnet, Science direct, Scielo, Elsevier, entre otras, de donde se obtiene la siguiente información.

Indicadores de impacto en la productividad

- Mukherjee y Singh (1975) proponen una clasificación con dos categorías principales de factores de productividad denominados: i) externos, debido a que quedan fuera del control de una empresa determinada e ii) internos, que están sujetos a su control ya que se modifican más fácilmente que otros. Prokopenko (1989) clasifica estos últimos en dos grupos: duros (no fácilmente cambiables) y blandos (fáciles de cambiar). Lo anterior sirve de referencia para establecer prioridades, es decir, cuáles son los factores en los que es fácil influir

a través de herramientas esbeltas como se muestran a continuación.

- **Factores duros.** La planta y el equipo en una empresa manufacturera desempeñan un papel fundamental en un programa de mejoramiento de la productividad, mediante un buen mantenimiento y adecuamiento, el aumento de la capacidad, la adopción de medidas correctivas, la reducción del tiempo parado y el incremento del uso eficaz de las locaciones disponibles (Suzuki, 1992). Con el uso de tecnologías en herramientas o procesos es posible generar un incremento en el volumen de bienes y servicios, un perfeccionamiento de la calidad, la introducción de nuevos métodos de comercialización, entre otros (Schonberger, 1999). La automatización puede asimismo mejorar el manejo de los materiales, el almacenamiento, los sistemas de comunicación y el control de la calidad.
- **Factores blandos.** Fernández (2010) afirma que si la dirección desea que una organización tenga altos estándares de calidad y productividad es imprescindible el papel de los trabajadores como principal recurso, esto ha sido centro de atención en la literatura (Moyano y Espejo, 2007), ya que poseen un compromiso con la empresa y se caracteriza por tener una unidad de concepción y ejecución en el trabajo de producción, de colaboración y toma de decisiones (Cusumano 1994).

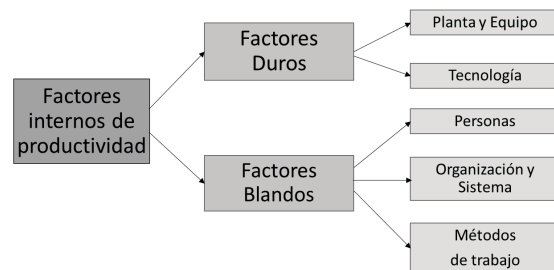
Para maximizar la productividad es preciso incorporar flexibilidad al diseño de la organización y los sistemas adaptando la producción a una demanda fluctuante (Cuatrecasas, 2007). Un motivo de ineficiencia de muchas organizaciones es su rigidez ya que son incapaces de prever los cambios del

mercado y de responder a ellos, ignoran las nuevas capacidades de la mano de obra, las nuevas innovaciones tecnológicas y otros factores externos (ambientales) (Bruun y Mefford, 2004).

Desde finales de 1890, Frederick W. Taylor realizó una valiosa aportación con su estudio y difusión de la *administración científica* del trabajo, cuyas premisas son la formalización del estudio de los tiempos, de movimientos, del establecimiento de estándares, sistema de ruteos y métodos de determinación de costos, entre otros, Gómez (2010). Frank Gilbreth, a principios del siglo XX, añade el desglose de las actividades en tiempos elementales. Prokopenko (1989) afirma que el mejoramiento de los métodos constituye el sector más prometedor para mejorar la productividad especialmente en empresas en desarrollo que cuentan con escaso capital y en las que predominan las técnicas intermedias.

En la figura 1 se resumen los principales factores internos de impacto en la productividad de una empresa.

Figura 1: Indicadores de la productividad: factores internos



Fuente: Adaptado de S. K. Mukherjee (1975)

Estos factores determinan las esferas más prometedoras de la productividad en relación

con la planificación del análisis de gestión y la intervención.

Eficiencia y efectividad

La validación de un índice de productividad se puede realizar a través de calcular la efectividad proporcionando a detalle las causas raíz de las pérdidas, este es el punto de partida para su mejora (Morales *et al.*, 2015).

La programación para la mejora de la efectividad representa un esfuerzo global del sistema que involucra a la alta gerencia de la empresa, con el objetivo de aumentar la productividad general y la salud de la organización (Prokopenko, 1989).

Stoner y Freeman, (1996) definen la eficiencia, desde el punto de vista de la administración de operaciones, como “el porcentaje de productividad en relación con los insumos”. Cequea (2011) refleja en su modelo propuesto la eficiencia como la razón que refleja una comparación de algunos aspectos del rendimiento de la unidad con los costos o gastos que se producen para conseguir un alto índice de productividad.

En síntesis, un incremento en la productividad de cualquier organización implica integrar la eficiencia y la efectividad para dar respuestas significativas a las exigencias de los usuarios internos y externos (Luna, 2011), esto fundamentado en la premisa de que una organización relaciona los recursos-productos y resultados como aspecto clave de evaluación de la eficiencia y la efectividad de la gestión de la productividad (Zambrano, 2006).

Manufactura esbelta (ME) y productividad

Actualmente las empresas industriales se enfrentan al reto de buscar e implantar nuevas

técnicas organizativas y de producción que les permitan competir en un mercado global (Suzuki, 1992). El modelo de fabricación esbelta constituye una alternativa consolidada y su aplicación y potencial deben ser tomados en consideración por toda empresa que pretenda ser competitiva (Lopes de Sousa *et al.*, 2012).

Galgano (2004), aporta numerosos ejemplos que afirman que una empresa industrial que pase de una producción tradicional a una de flujo esbelto obtiene resultados como: aumento en la productividad de un 100 %, reducción de inventarios y tiempos de ciclo en un 90 %, reducción de quejas de cliente por errores en un 50 %, entre otros.

Determinación de investigaciones contextuales

Hasta este punto, la revisión de literatura ha revelado los estudios sobre el tema de interés, es decir, ha proporcionado un panorama del estado de investigación alrededor del mismo. Por lo que el objetivo de esta etapa es examinar ahora el contexto en el cual han sido realizadas otras investigaciones y que, además, proporcionan solidez para la propuesta del modelo conceptual a presentar, como se puede ver a continuación.

Herramientas para elevar la productividad

En términos organizacionales, la productividad es entendida como la relación existente de entregables, sean estos tangibles o intangibles, frente a la cantidad y calidad de los insumos utilizados en el proceso productivo en un tiempo determinado (Tamayo, Del Río y García, 2014).

La productividad determina asimismo en gran medida el grado de competitividad internacional de los productos de un país. Podría crearse un desequilibrio competitivo en el momento en que las empresas reducen su relación con la producción que tienen otros países fabricando los mismos bienes.

A partir de un análisis contextual, se plantean, en la tabla 1, las herramientas del sistema de producción de manufactura esbelta que han traído benéficos resultados a la productividad de las empresas del sector productivo industrial.

Tabla 1: *Herramientas de ME utilizadas en el sector productivo industrial para elevar la productividad*

Autor (es)	Título	Año	Campo de aplicación	Herramienta(s)	Resultados
Blanco Gutiérrez, Pérez Olguín y Pérez Limón	Herramientas de manufactura esbelta aplicadas en el mejoramiento del flujo de materiales	2014	ZF Electronic Systems Juárez S.A de C.V	Cadena de flujo de valor, Kanban, Milk Run, justo a tiempo y análisis de mudas	Flujo de materiales, indicadores de competitividad y productividad
Galgano	Las tres revoluciones: caza del desperdicio: doblar la productividad con la Lean Production	2002	Producción de motores	Kanban, flujo de una pieza JIT Kaizen TPM SMED VSM	Productividad que de media llegó al 2 % por mes, 50 %
Aranibar Gamarra	Aplicación del Lean Manufacturing, para la mejora de la productividad en una empresa manufacturera	2016	Manufacturera de abrasivos	JIT Kanban VSM	100 % productividad
Rieger	Desarrollo de un método visual para el análisis y la evaluación del nivel de productividad en la fabricación industrial basado en la variación del flujo de valor	2011	Sector industrial de fabricación	Kaizen VSM 5S TPM Kanban SMED	Eficiencia, efectividad y productividad
Unidad de Investigación y Educación del Servicio de Consulta de Cal/OSHA	Ergonomía en acción	2003	Fabricación de alimentos	JIT Control de inventario	Reducción de costos y aumento en la productividad

Autor (es)	Título	Año	Campo de aplicación	Herramienta(s)	Resultados
Marmolejo, Mejía, Pérez, Caro y Rojas	Mejoramiento mediante herramientas de la manufactura esbelta, en una empresa de confecciones	2016	Empresa de confecciones	JIT TPM TQM 5S Kaizen	Disminución de tiempo improductivo y aumento a la productividad
Moyano y Espejo	Lean production: estado actual y desafíos futuros de la investigación	2007	Proceso de producción	JIT KANBAN HEIJUNKA SMED KAIZEN	Mínimos costes y el máximo de eficiencia y productividad
Pérez, Patiño y Úsuga	Uso de herramientas de mejoramiento y su incidencia en costos, fallas y factores de éxito de grandes y medianas empresas industriales del valle de Aburrá	2010	Empresas industriales	5S, control estadístico, ISO 9000, seis sigma, Kaizen Benchmarking TPM, seis sigma, TQM, Kaizen, SMED	Incidencia en factores de desempeño
González Correa	Manufactura esbelta (Lean manufacturing). Principales herramientas	2007	Productora de ropa interior	5S SMED TPM	Disminución de defectos y mejoramiento de calidad y productividad
Gómez Botero	Lean Manufacturing: flexibilidad, agilidad y productividad	2010	Sector automotriz	TPM JIT 5S, SMED, Kaizen, Kanban	Mejora en eficiencia, competitividad, rapidez de respuesta y flexibilidad en los procesos, con un bajo coste, altos niveles de productividad, con un mínimo de stock y niveles óptimos de calidad.

Autor (es)	Título	Año	Campo de aplicación	Herramienta(s)	Resultados
Hernández, Escobar, Larios y Noriega	Factores críticos de éxito para el despliegue del mantenimiento productivo total en plantas de la industria maquiladora para la exportación en Ciudad Juárez: una solución factorial	2014	Plantas de la industria maquiladora para la exportación	TPM JIT TQM 5S	Incrementar la productividad
Pérez, La Rotta, Sánchez, Madera, Restrepo, Rodríguez y Vanegas	Identificación y caracterización de mudas de transporte, procesos, movimientos y tiempos de espera en nueve pymes manufactureras	2011	PYMES manufactureras	5S Visual management	Aumento en la calidad, la productividad y la seguridad
Lopes de Sousa Alves, de Souza y Chiappetta	Análise da relação entre manufatura enxuta e desempenho operacional de empresas do setor automotivo no Brasil	2012	Sector automotriz	JIT Kanban 5S TPM Kaizen	Aumento en el desempeño operacional
Alvarado Aguilar	Propuesta metodológica para la reducción de desperdicios en la empresa "US TECHNOLOGIES"	2011	Sector de fabricación de jabones, detergentes, dentífricos, aceites, lubricantes y aditivos	Control visual 5S	Reducción de desperdicios y aumento en la productividad
Ricaurte Espinel	Diseño e implementación de la metodología <i>Lean Manufacturing</i> para el aumento de productividad en el proceso de producción de papel higiénico	2014	Proceso de producción de papel higiénico	SMED TPM KAIZEN 5S	Aumento de un 68 % en la productividad y reducción de desperdicio 4,5 %

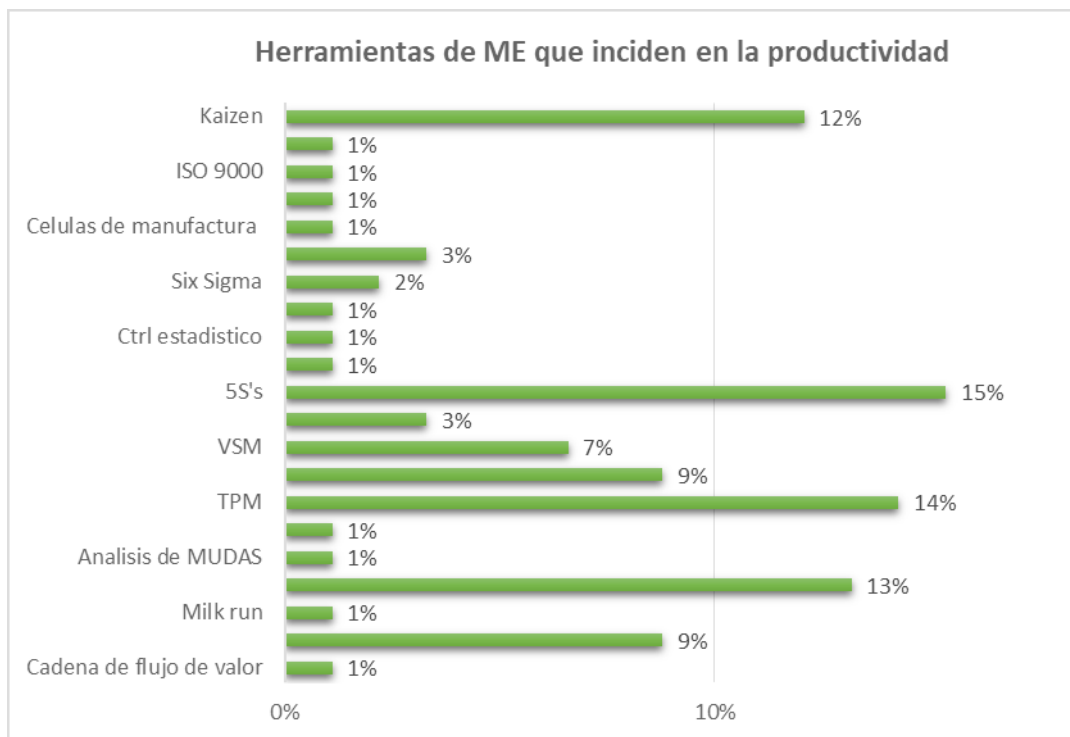
Fuente: elaborado por los autores

El contexto que enmarca este artículo se muestra en la tabla 1, y permite seleccionar las herramientas mayormente utilizadas en el sector industrial para incrementar la productividad. Estos ejemplos no son únicos ni exclusivos, pero ilustran la variedad de autores e industrias que afirman que las herramientas de manufactura esbelta han

sido aplicadas con interesantes resultados en diferentes etapas y partes del mundo.

Las principales herramientas son: 5S (15%), Kaizen (12%), JIT (13%), SMED (9%), KANBAN (9%), VSM (7%) y TPM (14%), como se muestra en la figura 2.

Figura 2. Herramientas de manufactura esbelta que inciden en la productividad



Fuente: elaborado por los autores

- 5 S –productividad

Las 5S son una herramienta enfocada al trabajo con efectividad, organización y estandarización. Busca establecer un ambiente de trabajo agradable y alto rendimiento, en un clima de seguridad, orden, limpieza y constancia que permita el correcto desempeño de las operaciones diarias y lograr así el cumplimiento de estándares previstos y requeridos por los clientes (Vázquez, 2013).

Elizondo (2007), percibe logros como: mejoras en la calidad, mejoras en la salud ocupacional, la reducción de costos, reducción en pérdida de tiempo al buscar herramientas y la mantención de un equipo en óptimas condiciones con la aplicación de la herramienta de las 5S, además de hacer evidente el inicio hacia un cambio cultural a corto plazo conduciendo a la empresa a incrementar capacidad y niveles de productividad.

- Kaizen –productividad

Según Rieger (2011), el Kaizen presenta un programa global para la mejora de cualquier proceso productivo mediante diferentes técnicas, herramientas y métodos. Kaizen es una palabra japonesa que significa *mejoramiento continuo* y pretende un cambio cultural positivo, el desarrollo de habilidades y creatividad de las personas y encontrar las causas raíz de los problemas para solucionarlos (Villaseñor Contreras y Galindo Cota, 2008). Referente a los principios de Kaizen, Elizondo (2007) menciona que cuando una empresa implanta dicha herramienta para mejorar su productividad, esta debe mantenerse y mejorar a través del tiempo (Rieger, 2011).

- Justo a tiempo –productividad

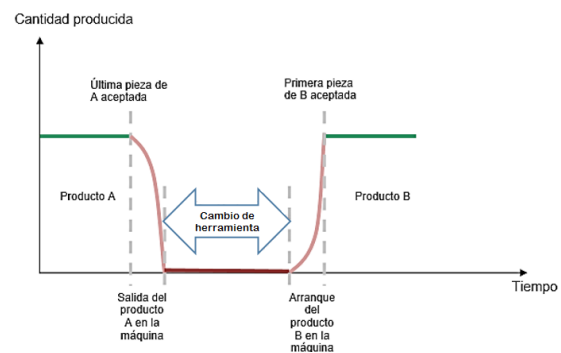
Es una filosofía de trabajo que define la forma en que debería optimizarse un sistema de producción (Vázquez, 2013). La idea es producir los artículos, en el plazo de tiempo y en las cantidades que es requerida con la máxima calidad para que sean vendidos o utilizados por la siguiente estación de trabajo en un proceso de fabricación, (Schonberger, 1999). El sistema justo a tiempo tiene cuatro objetivos esenciales que son: 1. Atacar los problemas fundamentales, 2. Eliminar despilfarros, 3. Buscar la simplicidad y 4. Diseñar sistemas para identificar problemas, lo que da lugar a un nivel de productividad y mejoramiento de la calidad (1999).

- SMED –productividad

Las siglas SMED (*Single Minute Exchange of Die*) significan *cambio rápido de modelo*. Vázquez (2013) define esta herramienta como una serie de pasos realizados con el

fin de disminuir el tiempo de cambio de molde de las máquinas que intervienen en el proceso productivo en “minutos de un sólo dígito”; es decir, en menos de 10 minutos. Se entiende por cambio de alistamiento, molde o herramienta al tiempo transcurrido desde la fabricación de la última pieza válida del producto “A” hasta la obtención de la primera pieza correcta del producto “B”, (Hawkins, 2005), como se puede observar en la figura 3.

Figura 3: Ciclo de cambio de modelo



Fuente: Hawkins (2005).

Cuando es necesario fabricar varios tipos de productos en la misma línea de producción, será necesario realizar cambios de herramienta. Gross (2002) identifica dos tipos de actividades en el proceso de producción:

- Actividades internas: son operaciones que se realizan a máquina parada, fuera de las horas de producción (ajustes y fijación de útiles a la máquina).

- Actividades externas: son operaciones que pueden realizarse con la máquina en marcha mientras produce (preparar las siguientes materias primas, despejar el espacio de trabajo, precalentar un molde).

Rieger (2011), indica que cuando se acorta el tiempo de cambio de herramienta, se mejora la productividad. Esta mejora de productividad puede representar mayor flexibilidad para reaccionar a las demandas de los clientes (sin coste extra) o a producir una cantidad mayor de piezas/productos, cualquier opción de estas dos representa una ventaja sobre la competencia al poder satisfacer las necesidades del cliente (Porsche Consulting, 2009).

- Kanban –productividad

El Kanban es una herramienta desarrollada por Toyota como una necesidad de extender los niveles de productividad por transición de órdenes de producción y órdenes de recogida de materiales, así como productos con los proveedores; y en las líneas de producción correspondientes dentro de un proceso productivo en el tipo, cantidad y momento en que se precisan, (Cuatrecasas, 2010).

- VSM –productividad

Para Toyota, el mapeo de flujo de valor es una valiosa herramienta usada para reducir los desperdicios en el flujo de materiales, personas y productos, identifica desperdicios y fuentes de ventaja. Esto equivale a un incremento de la productividad promedio entre el 20 y el 40 % mediante ajustes y programación (Cabrera s. f.).

Un primer mapa del flujo de valor permite representar el estado actual en que se encuentran los procesos para su posterior análisis y localización de las áreas de oportunidad y la determinación de las áreas en las que hay un mayor desperdicio (Aguilar, 2016), por medio de una representación gráfica de los procesos de producción y del

flujo de información, lo que permite conocer y documentar el estado actual de un proceso e idear un estado futuro (Socconini, 2008).

- TPM –productividad

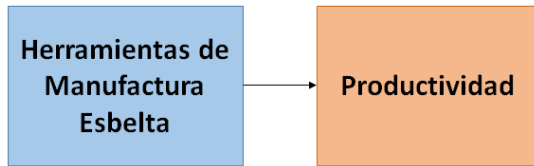
Mejorar la empresa es el ideal básico del TPM por medio del mantenimiento autónomo, la mejora de equipos y sistemas, además de rendir beneficios concretos tales como: índices de averías más bajos, índices de operación del equipo más elevados menores reclamaciones de cliente, productividad más elevada (Vinodh *et al.*, 2012), menores costos y stocks reducidos, (Suzuki, 1992).

De acuerdo con Galgano (2004), los costos que genera una máquina a causa de paros e intervenciones por mantenimiento pueden reflejar más del doble del costo inicial de adquisición, por ello, el TPM resulta ser ventajoso en la medida en que aumente tanto la vida útil de las instalaciones como la capacidad productiva y el efecto de mejora de la eficiencia de las maquinarias, traduciéndose en un aumento de productividad general entre el 50 y 60 %.

Construcción conceptual del modelo propuesto

Con base en los antecedentes, se propone un modelo conceptual (figura 4), en el que se indican las relaciones entre las variables que componen el constructo de las herramientas de manufactura esbelta, así como su relación con la productividad. Mediante el análisis de literatura realizado se puede observar una lógica de prerequisites que se desprenden de las herramientas y su implementación (Groesbeck, 2005).

Figura 4: Modelo conceptual propuesto

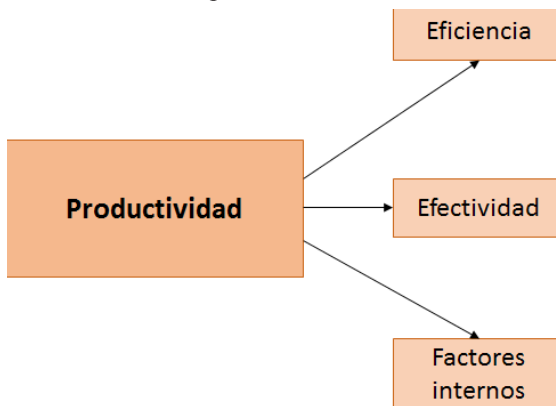


Fuente: elaborado por los autores

Resultados

Para este modelo, es necesario definir cuál o cuáles variables de cada constructo tienen relación con el resto de los indicadores y en qué medida, además de establecer aquellas que tienen algún impacto sobre la productividad. En la figura 4 se presentan dos variables latentes que se encontraron en estudios previos. Las variables observables se detallan a continuación de manera gráfica (figuras 5 y 6).

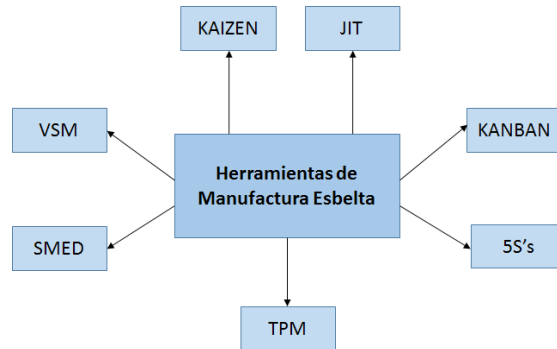
Figura 5. Indicadores contenidos en la productividad



Fuente: elaborado por los autores

En el caso de la evaluación de la productividad de las organizaciones, el propósito es gestionar más eficiente y eficazmente sus procesos.

Figura 6: Variables contenidas en las herramientas de manufactura esbelta



Fuente: elaborado por los autores

A través de este modelo se pretende adoptar una filosofía de gestión basada en la mejora continua que ofrece la posibilidad de incrementar la productividad, implicando con esto la participación de todos los niveles de la organización y suponiendo una orientación radical hacia la calidad del producto (Moyano, 2007) reducción de costos y eliminación de procesos innecesarios.

Discusión

La productividad en las empresas es esencial para alcanzar principalmente los objetivos económicos. En este sentido, las empresas implementan en sus procesos diferentes técnicas y metodologías, entre ellas, la manufactura esbelta.

Aunque el uso de las diferentes herramientas de manufactura esbelta aumenta la calidad y productividad en las empresas, el mayor beneficio se observa en el incremento del desempeño operacional, al reducirse los costos de producción.

A partir de estas ventajas, las empresas se han enfocado en la implementación de esta metodología, sin embargo, desde el punto de vista teórico, se encontró que en la literatura se muestra un avance en la identificación de factores que tienen relación con la productividad, pero no se plantea un modelo conceptual en el que se observen estas relaciones.

El principal aporte de esta investigación es presentar un modelo conceptual de los diferentes factores que afectan a la productividad, con lo que en una futura investigación se podrán determinar los pesos relativos de cada uno de ellos para determinar el impacto en la productividad de una empresa.

Conclusiones

La revisión de la literatura consultada sobre productividad y herramientas de manufactura esbelta revela el constante interés suscitado por investigadores a pesar de la aparente sencillez de sus principios y métodos y la perspectiva de los resultados que puede generar.

Se obtiene una propuesta de modelo con diez variables de estudio: siete de ellas pertenecientes a las herramientas de manufactura esbelta y tres incorporadas a la productividad. Es importante destacar que los factores aquí señalados son los considerados relevantes para el propósito del modelo propuesto (Soriano y Forrester, 2002). No obstante, se reportan otros factores que pueden estar faltos de evidencia empírica y que, por tanto, pueden ser estudiados e incorporados en futuras líneas de investigación, tales como: ISO 9000, control

estadístico (Pérez, 2010), administración visual (Prester, 2015), flujo de una pieza (Galgano, 2002), entre otros.

De acuerdo con la figura 2, se puede observar que las diferentes herramientas que se asocian con manufactura esbelta se han implementado de manera independiente de otras, sin seguir una lógica de prerequisites entre ellas, ya que presentan distintos porcentajes de aplicación, como por ejemplo 5S (15 %) y VSM (7 %).

Los mapas de flujo de valor permiten detectar las oportunidades de mejoramiento y focalizar esfuerzos en ellas, (Rivera, s. f.). Sin embargo, la herramienta 5S permite alcanzar los primeros cambios visibles, incrementando el sentido de pertenencia, el lugar de trabajo y la base física de todos los mejoramientos posteriores.

Recomendaciones

Es importante realizar los estudios pertinentes para validar el modelo conceptual propuesto y, a su vez, implementarlo en diversas empresas del sector industrial productivo, para determinar qué herramientas han funcionado y cuáles no, explorando las razones de éxitos y fracasos.

Ha quedado reflejada la importancia y la relación significativa entre el éxito en la implementación de herramientas de producción esbelta y la mejora en la calidad de los productos, reducción de costos, aumento de flexibilidad entre otras, Womack (1990), por ello es conveniente iniciar investigaciones sobre aproximaciones respecto al modelo propuesto.

Igualmente queda abierta la posibilidad de explorar estudios similares en el sector servicios comparando el nivel de productividad entre empresas que han implantado herramientas de Manufactura esbelta y las que no las han implementado aún.

Referencias

- Aguilar, M. (2016). *Estrategias de productividad para una empresa basadas en manufactura esbelta* (Tesis de maestría). Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México.
- Alvarado, E. (2011). *Propuesta metodológica para la reducción de desperdicios en la empresa "US TECHNOLOGIES"* (Tesis de maestría). Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México.
- Aranibar, M. (2016). *Aplicación del Lean Manufacturing, para la mejora de la productividad en una empresa manufacturera* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima.
- Barraza, A. (2003). Apuntes sobre metodología de investigación: revisión de literatura. *Investigación Educativa Duranguense*, 1(1), 3-9.
- Bhasin, S. y Burcher, P. (2006). Lean viewed as a philosophy. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 17(1), 56-72.
- Biazzo, S. y Panizzolo, R. (2000). The assessment of work organization in lean production: the relevance of the worker's perspective. *Integrated Manufacturing Systems*, 11(1), 6-15.
- Blanco, J., Pérez, I. y Pérez, J. (2014). Herramientas de Manufactura Esbelta aplicadas en mejoramientos del flujo de materiales, Congreso Universitario Chihuahua, Recuperado: https://www.researchgate.net/publication/294304535_Herramientas_de_Manufactura_Esbelta_Aplicadas_en_Mejoramientos_del_Flujo_de_Materiales
- Bruun, P. y Mefford, R. (2004). Lean production and the Internet. *International Journal of Production Economics*, 89(3), 247-260.
- Cabrera, R. (s. f.). VSM Value Stream Mapping. Análisis del mapeo de la cadena de valor. Recuperado de <http://orion2020.org/archivo/cadenadevalor/VSM22.pdf>
- Cequea, M., Rodríguez, C. y Núñez, B. (2011). Diseño de un instrumento para evaluar la productividad laboral en empresas del sector eléctrico venezolano. Recuperado de http://oa.upm.es/9440/1/pag_41-50.pdf
- Cuatrecasas, Ll. (2007). Indicadores de control para la mejora de un proceso de acuerdo con los principios de la producción lean. Recuperado de <http://www.institutolean.org>
- Cuatrecasas, Ll. (2010). *Lean Management: La gestión competitiva por excelencia* (1.ª ed.). Barcelona: Profit.
- Cusumano, M. (1994). The limits of Lean. *Sloan Management Review*, 35(4), 27-32.

- Delgado, C., Ferreira, M. y Castelo Branco, M. (2010). The implementation of lean Six Sigma in financial services organizations. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 21(4), 512-523.
- Dennis, P. (2008). *Produção lean simplificada*. Puerto Alegre: Bookman.
- Domínguez, A., García, S., Domínguez, A., Álvarez, J. y Ruiz, A. (1995). *Dirección de operaciones: aspectos estratégicos en la producción y los servicios*. Madrid: McGraw Hill.
- Elizondo, L. (2007). Mejoramiento de la productividad a través de la administración participativa. Recuperado de https://www.academia.edu/15182386/Mejoramiento_de_la_productividad_a_trav%C3%A9s_de_la_administraci%C3%B3n_participativa
- Galgano, A. (2004). *Las tres revoluciones: caza del desperdicio. Doblar la productividad con Lean Production*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- George, M. (2002). *Lean Six Sigma: Combining Six Sigma quality with lean speed*. Nueva York: McGraw Hill.
- Gómez, P. (2010). Lean Manufacturing: flexibilidad, agilidad y productividad. *Gestión y Sociedad*, 3(2), 75-88.
- González, F. (2007). Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing). Principales herramientas. *Panorama Administrativo*, 1(2), 85-112.
- Groesbeck, R. (2005). Class Notes for the course in Production Systems Improvement. Virginia Tech, Blacksburg.
- Gross, B. (2002). Rüstzeitreduzierung (configuración del factor de eficiencia-reducción). Neustadt.
- Hawkins, B. (2005). The Many Faces of Lean Maintenance and Management. *Plant Engineering*, 59(9), 63-65.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (1998). *Metodología de la investigación*. Ciudad de México: McGraw Hill.
- Liker, J. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. Nueva York: McGraw Hill.
- Lopes, A., Alves, A., de Souza, W. y Chiappetta, Ch. (2012). Análise da relação entre manufatura enxuta e desempenho operacional de empresas do setor automotivo no Brasil. *Revista de Administração*, 48(4), 843-856.
- Lucey, J. (2007). Productivity: What's going on in Europe part II. *Management Services*, 51(2), 40.
- Luna, M. (2011). Instrumento para la medición de la productividad en instituciones públicas del sector salud. *Revista Digital de Investigación y Postgrado de la Universidad Nacional Experimental Politécnica Antonio José de Sucre*, 1(2), 165-175.
- Marmolejo, N., Mejía, A., Pérez, I., Rojas, J. y Caro, M. (2016). Mejoramiento mediante herramientas de la manufactura esbelta en una Empresa de Confecciones. *Ingeniería Industrial*, 37(1). Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_

- arttext&pid=S1815-59362016000100004&lng=es&tlng=es
- Morales, A., Rojas, A., Hernández, L., Morales, Á. y Jiménez, M. (2015). Modelo de un sistema de producción esbelto con redes de Petri para apoyar la toma de decisiones. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, 23(2), 182-195.
- Moyano, J. y Espejo, M. (2007). *Lean Production: Estado actual y desafíos futuros de la investigación. Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, 13(2), 179-202.
- Mukherjee, S. y Singh, D. (1975). Towards high productivity, informe de un seminario sobre el aumento de la productividad en las empresas de producción del sector público. Nueva Delhi, Oficina de Empresas Públicas.
- Niño, L. y Bednarek, M. (2010). Metodología para implantar el sistema de manufactura esbelta en pymes industriales mexicanas. *Ide@s CONCYTEG*, 5(65), 1284-1307.
- Ohno, T. (1988). *Toyota production system: beyond large scale production*. Cambridge: Productivity Press.
- Pérez, J., La Rotta, D., Sánchez, K., Madera, Y., Restrepo, G., Rodríguez, M., Vanegas, J. y Parra, C. (2010). Identificación y caracterización de mudas de transporte, procesos, movimientos y tiempos de espera en nueve pymes manufactureras incorporando la perspectiva del nivel operativo. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 19(3), 396-408.
- Pérez, J. y Benavides, M. (2010). Aproximación del enfoque por procesos y principios *Lean* para la producción de índigo en una empresa textil. *Revista Universidad EAFIT*, 46(158), 52-63.
- Pérez, J., Patiño, C. y Úsuga, O. (2010). Uso de herramientas de mejoramiento y su incidencia en costos, fallas y factores de éxito de grandes y medianas empresas industriales del Valle de Aburrá. *Gestão y Produção*, 17(3), 589-602.
- Prester, J., Daraboš, M. y Filipović, D. (2015). Organizational and technological concepts that enable quality costs monitoring. Recuperado de <http://www.efzg.unizg.hr/UserDocsImages/OIM/jprester/hzz%202014/2017/065-022%20poms%202016.pdf>
- Pettersen, J. (2009). Defining lean production: some conceptual and practical issues. *The TQM Journal*, 21(2), 127-142.
- Porsche. (2009). Documento web y documentos, presentación e información del departamento Porsche AG. Recuperado de <https://www.porsche.com/germany/>
- Prokopenko, J. (1989). *La gestión de productividad: manual práctico*. Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo.
- ReVelle, J. (Ed.). (2002). *Manufacturing Handbook of Best Practices: An Innovation, Productivity, and Quality Focus*. Boca Ratón: St. Lucie Press.
- Ricaurte, P. (2014). *Diseño e implementación de la metodología Lean Manufacturing para el aumento de productividad en el proceso de producción de papel higiénico*

- (Tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil.
- Rieger, T. (2011). *Desarrollo de un método visual para el análisis y la evaluación del nivel de productividad en la fabricación industrial basado en la variación del flujo de valor* (Tesis doctoral). Universidad Nacional de Educación a Distancia, Madrid.
- Robbins, S. y Judge, T. (2009). *Comportamiento Organizacional* (13.ª ed.). Ciudad de México: Pearson Educación.
- Schonberger, R. (2007). Japanese production management: an evolution – with mixed success. *Journal of Operations Management*, 25(2), 403-419.
- Shah, R. y Ward, P. (2003). Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance. *Journal of Operations Management*, 21(2), 129-149.
- Socconini, L. (2008). *Lean manufacturing paso a paso. El sistema de gestión empresarial japonés que revolucionó la manufactura y los servicios*. Bogotá: Norma.
- Soriano Meier, H. y Forrester, P. (2002). A model for evaluate the degree of the leanness of manufacturing firms. *Integrated Manufacturing Systems*, 13(2), 104-109.
- Stoner, J., Freeman, R. y Gilbert, D. (1996). *Administración*. Naucalpan de Juárez: Prentice Hall Hispanoamericana.
- Suárez, F., Cusumano, M. y Fine, C. (1995). An empirical study of flexibility in manufacturing. *Sloan Management Review*, 37(1), 25-32.
- Suárez, M. y Dávila, J. (2011). Implementación del Kaizen en México: un estudio exploratorio de una aproximación gerencial japonesa en el contexto latinoamericano. *INNOVAR*, 21(41), 19-37.
- Sumanth, D. (1990). *Ingeniería y administración de la productividad: medición, evaluación, planeación y mejoramiento de la productividad en las organizaciones de manufactura y servicio*. Ciudad de México: McGraw Hill.
- Suzuki, T. (1992). *Nuevas directrices para el TPM*. Portland: Productivity Press.
- Tamayo, Y., Del Río, A. y García, D. (2014). Modelo de gestión organizacional basado en el logro de objetivos. *Suma de Negocios*, 5(11), 70-77.
- Unidad de Investigación y Educación del servicio de consulta de Cal/OSHA. (2003). Ergonomía en acción: una guía a las mejores prácticas para la industria de alimentos. Recuperado de https://www.dir.ca.gov/dosh/dosh_publications/Erg_Food_Processing_Sp.pdf
- Vázquez, J. (2013). *Indicadores de evaluación de la implementación del lean manufacturing en la industria* (Tesis de maestría). Universidad de Valladolid, Valladolid.
- Velásquez, L. y Lezama, M. (2009). Efectos de la contaminación industrial en la

productividad. Recuperado de <http://www.laccei.org/LACCEI2009-Venezuela/p171.pdf>

Villaseñor, A. y Galindo, E. (2008). *Conceptos y reglas de Lean Manufacturing*. Ciudad de México: Limusa.

Villaseñor, A. y Galindo, E. (2008). *Manual de Lean Manufacturing*. Ciudad de México: Limusa.

Vinodh, S. y Dino, J. (2012). Structural equation modeling of lean manufacturing practices. *International Journal of Production Research*, 50(6), 1598-1607.

Womack, J., Jones, D. y Ross, D. (1990). *The machine that changed the world*. Nueva York: MacMillan.

Zambrano, A. (2006). *Planificación estratégica, presupuesto y control de la gestión pública*. Caracas: Universidad Católica Andrés Bello.