

ANÁLISIS DEL IMPACTO EN LA APLICACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS DE LA MANUFACTURA ESBELTA EN LAS PYMES DE LA REGIÓN CENTRODE COAHUILA

Edith Meléndez López, Instituto Tecnológico Superior de Monclova “Ejército Mexicano”
Felipe Jiménez Zavála, Instituto Tecnológico Superior de Monclova “Ejército Mexicano”
David Cortes Guerrero, Instituto Tecnológico Superior de Monclova “Ejército Mexicano”
Sandra Lilia Jasso Ibarra, Instituto Tecnológico Superior de Monclova “Ejército Mexicano”

RESUMEN

El escenario del actual mundo globalizado nos obliga a la mejora continua y por consecuencia al enfoque sistemático de la calidad, que es uno de los parámetros más importante que contribuye a través de sus herramientas a la optimización, en esta investigación se sitúan a las PYMES de nuestra región centro de Coahuila como sujetas de análisis para establecer áreas de oportunidad y mejorar sus procesos a través de las diferentes metodologías de la calidad que conforma la manufactura esbelta. El objetivo del estudio fue analizar la utilización de estas metodologías, así como el impacto en los resultados económicos de la empresa; y diseñar una herramienta que apoye su implementación y estandarización en los proceso; a mayor porcentaje de utilización para que esto contribuya al desarrollo y permanencia de la PYME, y así mantener las fuentes de empleo que de ahí se generan.

PALABRAS CLAVE: Optimización, Calidad, Manufactura Esbelta

ANALYSIS OF IMPACT ON THE APPLICATION OF THE METHODOLOGY OF LEAN MANUFACTURING SMEs IN THE REGION CENTRE OF COAHUILA

ABSTRACT

Today's globalized world requires continuous improvement and a systematic approach to quality. In this research we examine SMEs in the central Coahuila region. We identify opportunities to improve processes through different methodologies that create lean manufacturing. The aim of the study was to analyze the use of these methodologies, and the impact on economic performance of the company. We design a tool to support the implementation and standardization of the process.

JEL: D21, D61, L23, M11, Y10

KEYWORDS: Optimization, Quality, Lean Manufacturing.

INTRODUCCIÓN

El estado de Coahuila cuenta con una superficie de 151,595 km². Se localiza en el noreste del país. El clima es de carácter seco y semiseco principalmente, con una temperatura media anual entre 18 y 22 grados centígrados y una precipitación total anual de 400 mm. Tiene una población total de 2'748,391 personas, de las cuales el 50.4% son mujeres y el 49.6% hombres, según el Censo de Población

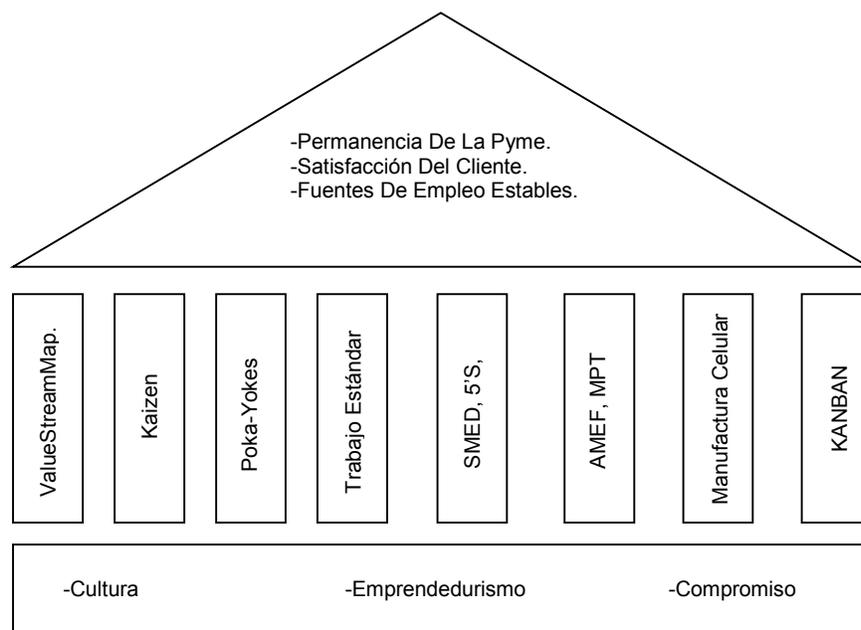
y Vivienda 2010. El 90% de la población se encuentra en áreas urbanas. En lo que respecta al nivel educativo, en el periodo 2012-2013 tuvo un grado promedio de escolaridad de 9.6 por encima del promedio nacional que es de 8.9, y un bajo índice de analfabetismo (2.1%) en comparación con el total nacional (6.1%) El Producto Interno Bruto (PIB) de Coahuila en 2012p/ representó el 3.38% con respecto al total nacional y en comparación con el año anterior tuvo un incremento del 5.33% (INEGI, 2010). La necesidad de investigar sobre este tema, se presenta debido a los retos que se enfrentan en las empresas para mantenerse vigente y con expectativas de permanencia a largo plazo y para su contribución económica en el estado. En muchas pequeñas y medianas empresas no se tiene conocimiento sobre las metodologías de calidad o los beneficios que aportaría esta a su empresa, por tal motivo decidimos realizar un análisis a empresas que implementan metodologías de calidad, para visualizar los resultados que estas obtienen y establecer la referencia para el resto de ellas. (ProMéxico, 2014).

Muchas de las pymes no conocen metodologías de calidad o los beneficios que estas aportan, por ende se decidió realizar este proyecto en diferentes empresas para luego obtener porcentajes e analizarlos, y así, conocer los beneficios que se pueden obtener al implementar dichas metodologías, para que se cree conciencia de optimización en las PYMES ya que no están exentas de que en ellas se apliquen métodos y técnicas enfocadas a la maximización de sus procesos o servicios Los objetivos de este trabajo son visualizar los beneficios que las PYMES tienen posterior a la aplicación de técnicas de calidad y metodologías lean como se muestra en la Figura 1, así como cuáles son las más convenientes según el entorno productivo de la región centro de Coahuila. En estos días, más que en otras ocasiones, la Manufactura Esbelta es una herramienta útil, válida y actual. El mundo de la pyme no la ha asumido como filosofía, tan sólo ha utilizado parte, es hora de incluir en todas las operaciones de nuestro negocio.

La producción Esbelta es un sistema de negocios para organizar y administrar el desarrollo de productos, las operaciones, proveedores y relaciones con clientes, mediante la búsqueda de la eliminación sistemática del desperdicio a través de utilización de una colección de herramientas tales como : Value Stream Map (Mapeo de la Cadena de Valor) , Kaizen - Kaizen Blitz, Fabrica Visual y las 5's, Trabajo Estándar, SMED (Cambio Rápido de Herramientales), AMEF (Análisis del Modo y Efecto de Fallas), MPT (Mantenimiento Productivo Total), Manufactura Celular , Kanban y Poka-Yokes , por citar algunas. Entendiéndose el desperdicio, como toda aquella actividad que no agrega valor, pero si genera un costo y trabajo. Comparado Manufactura Esbelta, con la administración tradicional, requiere menos esfuerzo humano, menos espacio, menos capital, menos material y menos tiempo para fabricar productos con menos defectos para cumplir con los requerimientos particulares de los clientes. Toyota es el pionero en administración Lean cuando sentó sus bases como un sistema de negocios completo, después de la Segunda Guerra Mundial.

Hacia finales de los 80s, un equipo de investigadores encabezado por Womack en el International Motor Vehicle Program del MIT acuñó el término “Lean” para describir el sistema de Toyota. (L. S. México, 2011) Esta investigación se presenta organizada de la siguiente manera: En la sección literaria se plantean los argumentos que soportan el uso de la metodología Esbelta en las PYMES de la región centro de Coahuila, así como el posicionamiento de las mismas en la economía del estado y por ende en el país. Posteriormente se presenta la metodología que se utilizó para establecer las estadísticas en función del uso de las diferentes metodologías que se utilizaron, el impacto que estas tuvieron en la economía de la empresa así las áreas de oportunidad para la futura utilización de estas. Consecutivamente se presentan los resultados obtenidos del desarrollo de la investigación. Y finalmente las conclusiones del trabajo realizado, así como sus limitaciones.

Figura 1: Perspectiva General de los Elementos de Lean En PYMES



En esta figura se muestra gráficamente un enfoque general de las metodologías Lean, como las bases que la sustentan y la necesidad de aplicación para el desarrollo y permanencia de la PYME en función de la optimización de los recursos, la mejora continua y la calidad total.

REVISION LITERARIA

El término Lean fue trabajado por un conjunto de personas de estudio del Massachusetts Institute of Technology para analizar en el nivel mundial los métodos de manufactura de las empresas de la industria automotriz. El grupo destacó las ventajas de manufactura del mejor fabricante en su clase (la empresa automotriz japonesa Toyota) y denominó como Lean Manufacturing al grupo de métodos que había utilizado desde la década de los años sesenta y que posteriormente se afinó en la década de los setenta con la participación de Taiichi Onho y Shigeo Shingo, con objeto de minimizar el uso de recursos a través de la empresa para lograr la satisfacción del cliente, reflejado en entregas oportunas de la variedad de productos solicitada y con tendencia a los cero defectos. Este estudio demuestra que la Manufactura Delgada (Lean) usa menos de cada cosa en la planta, menos esfuerzo humano, menos inversión en inventarios de materiales y herramientas, menos espacio y menos horas de ingeniería para desarrollar un nuevo producto (Womack, Jones y Ross, 1990). En la Manufactura Delgada (Lean) se ha eliminado el compromiso entre productividad, inversión, calidad y mezcla o variedad de productos. Como ejemplos, durante la década de los años ochenta Sony de Japón introdujo más de 200 modelos de walk man y la empresa japonesa Seiko introdujo un reloj por cada día hábil (Hayes y Pizzano, 1994). En México se han adelantado avances en cuanto a Manufactura Lean. En el artículo que presenta, Reyes (2002), expone y explica las metodologías de Manufactura Lean y Seis sigma, y proyecta desde su perspectiva las experiencias en algunas empresas de manufactura y los resultados del IV Censo Anual de Manufacturas en los países del TLC y Australia desarrollada por la revista norteamericana Industry Week, en donde se observó las prácticas de manufactura esbelta en una muestra de 108 encuestados se tienen 17 con manufactura celular, 14 con cambios rápidos y Kanban; y 21 con producción de flujo continuo (Perea, 2001).

Otros resultados derivados de la misma encuesta muestran que: El 40% de los participantes afirmaron conocer el concepto de manufactura esbelta y muchos de ellos ya habían iniciado la implantación de algunos métodos; 9.4% de los participantes ya aplicaban en su totalidad el TPM y otro 18% tiene un avance de 51% en promedio; 3,1% ya implantó el método de cambio rápido y otro 22% tiene un 55% en promedio de

avance; 3.1% ya aplicaba el control de calidad cero y 25% informó que lo había implementado en un 51%; 3.1% operaba con Kanban y Justo a Tiempo en el 100% y en el 28% de los casos se ha avanzado en un 70%; 3.1 % ya han implementado Kaizen para solución de problemas y el 15% reportó avances de un 74%; 16% de los participantes ya trabajaba con celdas de manufactura y otro 12% tiene un avance del 61% en promedio. Cabe anotar que dentro del concepto de Lean Manufacturing se han creado varias herramientas tales como 5s, SMED, Kanban, Kaizen etcétera., y cada una de ellas tiene su manera de aplicarse. Por ejemplo el método de las 5s, el cual recibe su nombre por considerar cinco aspectos cuya redacción en japonés inicia con una S, como sigue: Seiri – organización; Seiton – orden; Seiso – limpieza; Seiketsu – estandarización; Shitsuke – disciplina (Hurano, 1996), inicia con la organización, es decir, retirar todo lo que no se utiliza en las áreas de trabajo, identificando con una tarjeta roja lo que está dudoso y colocándolo en un área específica para revisión posterior; el orden implica tener un lugar bien identificado para cada cosa, para lo cual pueden usarse siluetas, cuadros, colores, etiquetas etcétera. La limpieza significa mantener pulcras las áreas de trabajo, por lo que se deben proporcionar los accesorios adecuados para ello. La estandarización implica desarrollar procedimientos para asegurar el mantenimiento del orden y la limpieza, mientras que la disciplina se refiere a crear su hábito, más que por procedimiento, por costumbre (Osada, 1991). Así mismo, el ciclo de mejora Kaizen se forma de cuatro pasos: persuadir al personal a participar; motivarlos a hacer propuestas y generar ideas; revisión, evaluación y guía; reconocimiento y recomendaciones (Grazier, 1992).

Otro método de Lean es el SMED, el cual se usa para reducir los tiempos de cambio de modelo en las máquinas o líneas de producción. El método fue denominado por su autor (Shingo, 1985) como “Cambio de dados en menos de diez minutos” o “Single Minute Exchange of Die” (SMED), cuyo objetivo es hacer efectivamente los cambios de herramientas en menos de 10 minutos. El Kanban, que significa tarjeta, proporciona una señal como información para producir y recoger, transportar productos; evita producir en exceso sólo por ocupar los equipos; sirve como orden de trabajo para los operadores; evita que se avancen productos defectuosos al siguiente nivel de ensamble; revela la existencia de problemas y sirve como control de los inventarios (Ohno, 1998). Mora y Castillo (2001) aseguran que los diversos métodos de la Manufactura Lean requieren del liderazgo y compromiso de la alta dirección en las empresas y mucho énfasis en el desarrollo del trabajo en equipo, incluyendo el desarrollo personal. Esta metodología se puede aplicar a la micro y pequeña empresa, con cambios en la cultura y estilos de dirección. Por ende el principal beneficio al utilizar los métodos de Manufactura Lean es el “adelgazamiento” de la empresa haciéndola mucho más flexible y operando con recursos mínimos para la manufactura, logrando ventajas competitivas en rapidez de respuesta, costos reducidos, con lo que se satisface al cliente y se puede reducir la tensión a la que están sometidos los gerentes y empleados.

Nos menciona factores importantes (Niño y Olave, 2004) en función de la producción: Las personas de la organización deben reconocer la implementación de herramientas de manufactura como un proceso de mejoramiento continuo, por lo cual debe haber un responsable en cada etapa y mecanismos de control. Todas las valoraciones y cálculos realizados en el proyecto deben revisarse de forma periódica y ajustarse de acuerdo con los cambios y modificaciones que se presenten de la realidad, de tal forma que el modelo pueda ser desarrollado en diferentes escenarios reales. Otros de los avances en cuanto a este tema, se encuentran plasmados en Ballesteros (2008), en el cual se pueden encontrar conclusiones como las siguientes: El sistema de producción esbelto está asociado fuertemente con el sentido común y por eso su implementación exige una adecuada preparación en la cultura organizacional, donde todos, directivos y empleados estén comprometidos a cambiar sus tradicionales formas de pensar y de trabajar. El enfoque del sistema es la eliminación de toda clase de desperdicios (o muda).

Así mismo, Angulo y García (2007), concluyen lo siguiente: Las políticas de control esbelto son herramientas útiles para el rendimiento del sistema productivo. La mayor ventaja de implementar el sistema jalar incluye la reducción del tiempo de ciclo, y la flexibilidad económica. Las micro, pequeñas y medianas empresas (PYMES), constituyen la columna vertebral de la economía nacional por los acuerdos comerciales

que ha tenido México en los últimos años y asimismo por su alto impacto en la generación de empleos y en la producción nacional. De acuerdo con datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, en México existen aproximadamente 4 millones 15 mil unidades empresariales, de las cuales 99.8% son PYMES que generan 52% del Producto Interno Bruto (PIB) y 72% del empleo en el país. Para México las PYMES, son un eslabón fundamental, indispensable para el crecimiento de México. Contamos con una importante base de Micro, Pequeñas y Medianas empresas, claramente más sólida que muchos otros países del mundo, debemos aprovecharla para hacer de eso una fortaleza que haga competitivo al país, que se convierta en una ventaja real para atraer nuevas inversiones y fortalecer la presencia de productos mexicanos tanto dentro como fuera de nuestra nación. El instrumento de recolección de datos utilizado en esta sección fue diseñado por el organismo del gobierno federal encargado de coordinar las estrategias dirigidas al fortalecimiento La filosofía Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing) es aplicada por lo general a empresas con alto volumen y baja variación. Sin embargo, la metodología de trabajo, también pueden ser aplicados a entornos de alta variación y bajo volumen, que son características centrales en las pymes. Por alta variación, bajo volumen nos referimos a empresas que tienen de cientos a miles de referencias, con poco volumen de fabricación. Las órdenes no son predecibles y la planificación es complicada.

La implantación de Manufactura Esbelta es importante en diferentes áreas, ya que se emplean diferentes herramientas, por lo que beneficia a la empresa y sus empleados. Algunos de los beneficios que genera son: Reducción en costos de producción, Reducción de inventarios, Reducción del tiempo de entrega (lead time), Mejor Calidad, Menos mano de obra, Mayor eficiencia de equipo, Disminución de los desperdicios, Sobreproducción, Tiempo de espera (los retrasos), Transporte El proceso, Inventarios, Movimientos, Mala calidad, entre otras. (R. de Arbulo L., 2007) La PYME tiene en la metodología Esbelta, una extraordinaria metodología para ser más competitiva, tiene que incidir en los siguientes puntos: Integrar la cultura Esbelta dentro de su visión. Desarrollar un liderazgo basado en esa cultura. Desplegar esa cultura a todas las personas de la organización. Hacer participar a todo el equipo de la gestión. Tener planes y estrategias bien definidas. Conocer muy bien qué procesos aportan y cuáles no aportan valor. Hacer que esta cultura sea su día a día (E. Gutiérrez M., 2011). (D. Jones, J. Womack, 1996)

METODOLOGÍA

En la región centro del estado de Coahuila existen operaciones de negocios de clasificación PYMES, de estas se trabajó con una muestra por conveniencia de 50 PYMES, mismas a las que se aplicó un instrumento elaborado para la evaluación del impacto cuantitativo. Lo anterior para dar respuesta a las incógnitas planteadas con enfoque cuantitativo; la información se obtuvo de la fuente a través de entrevistas presenciales con los involucrados, mediante la aplicación de un cuestionario (instrumento) conformado por nosotros. La aplicación del instrumento (cuestionario) se realizó el segundo periodo de mes de Marzo (del 17 al 31) y el primer periodo del mes de Abril (del 7 al 18) del 2014. La confiabilidad de dicho instrumento se obtuvo a través del SPSS habiendo obtenido un coeficiente de 0.959 (Alpha de Cronbach) con ayuda del software estadístico SPSS; el valor de Alpha de Cronbach puede variar entre cero y uno y una aplicación general de este parámetro es que el instrumento es válido cuando su valor es por encima de 0.70; por consiguiente, el instrumento de medición cuantitativa se considera excelente considerando el criterio anterior de George y Mallery (George, D. y Mallery, P. 1995) quienes indican que si el alpha es mayor a 0.9, el instrumento es aceptable; en intervalo de 0.7 – 0.6, el instrumento es débil; entre 0.6 – 0.5 el instrumento es pobre; y si es mayor a 0.5, n es aceptable. (Fernández, 2003).

Posteriormente a la aplicación del instrumento en cada una de las áreas que se seleccionaron de las empresas que conformaron la muestra se siguió con la captura y procesamiento de los datos numéricos a través del software estadístico SPSS, utilizando para este análisis, la estadística descriptiva, para obtener las características o caracterización de la muestra. Como se menciona, en el objetivo principal de la investigación es el análisis de las metodologías de manufactura esbelta utilizadas y sus beneficios. Para lograr esta investigación se hizo uso de investigación documental para obtener información acerca de las

metodologías de calidad, así como los beneficios que se obtienen con su implementación, a través de un instrumento, ver Tabla 1. De acuerdo con la se establecen las cuestiones que se consideran importantes y trascendentes para el análisis. La formulación de las preguntas se realizó en base a la información obtenida, logrando plasmar varias preguntas para luego descartar y solo mantener a las que se enfocarán más en el logro del objetivo de esta investigación.

Tabla 1: Instrumento de Recolección de Datos

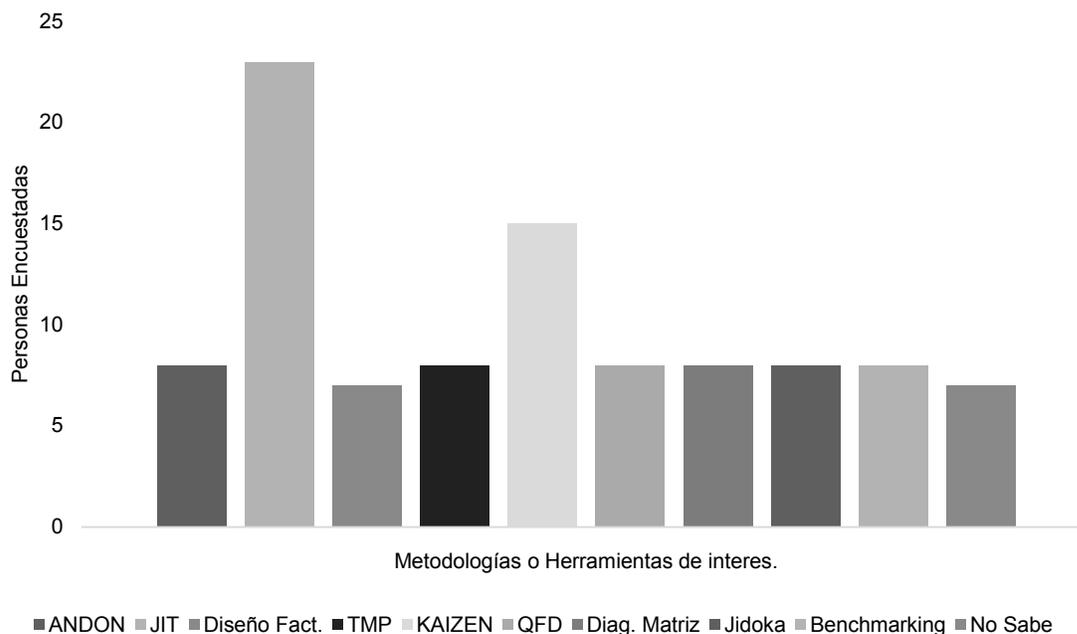
Pregunta	Opciones
1. ¿Qué metodologías utilizan?	a) Poka-yoke b) Kanban c) 5S's d) Kaizen e) TPM f) 6 Sigma g) Otras
2. ¿Quiénes las implementan?	a) Trabajadores del área b) Encargados del área c) Ambos
3. ¿Cuánto tiempo llevan implementándolas?	a) 1 a 3 meses b) 3 a 6 meses c) Más de 6 meses
4. ¿Qué beneficio les ha traído?	a) Económico b) Cultura laboral c) % de eficiencia
5. ¿A quiénes involucra?	a) Trabajadores área específica b) Toda la empresa
6. ¿En qué áreas las implementan?	a) Producción b) Oficinas c) Ambas
7. ¿Las personas capacitadas para la implementación forman parte de la empresa o son externas?	a) Internas b) Externas c) Ambas
8. ¿Por qué decidieron implementar dicha metodología?	a) Orden b) Mayor eficiencia c) Menor desperdicio d) Buscar aceptación del cliente e) Ha dado resultado en otras empresas f) Empresa de calidad g) Evitar errores h) Detectar problemas
9. ¿El personal involucrado recibió capacitación previa a la implementación?	a) Si b) No
10. ¿Manejan procedimientos para sus actividades u operaciones?	a) Si b) No
11. ¿Qué metodologías o herramientas le interesa para aplicar posteriormente en su empresa?	a) No sabe b) JIT c) Diseño factorial y ortogonal d) TMP e) Kaizen f) QFD g) Diagrama de matriz h) Jidoka i) Benchmarking j) ANDON
12. ¿Qué beneficios a obtenido?	a) Aumento de productividad. b) Disminución de desperdicios. c) Reducción de inventarios. d) Reducción en costos de producción. e) Otros.

Esta tabla presenta las doce cuestiones que se realizaron en las diferentes Pymes de la región centro de Coahuila, mismas que contemplan su orientación para la respuesta correspondiente según aplique a su empresa y a las metodologías de la manufactura utilizadas en la misma.

RESULTADOS

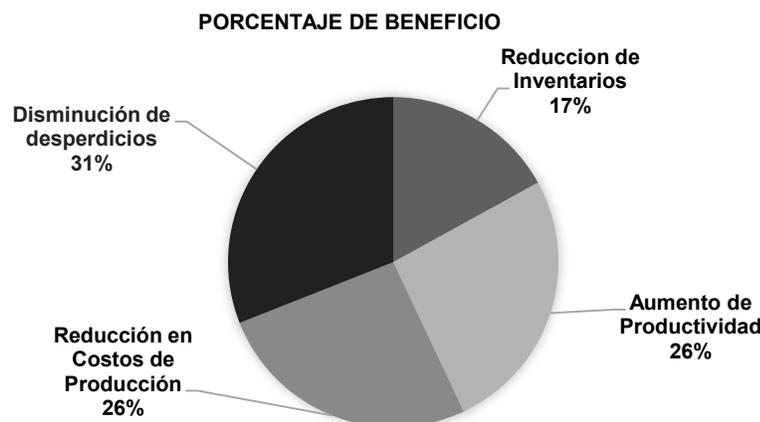
Los resultados obtenidos con la información recopilada a través del instrumento aplicado a la muestra seleccionada, indican que tienen la capacidad adecuada para la implementación, que se visualiza en las graficas establecidas en este documento, ya que muestra que del conjunto de metodologías esbeltas existentes, aplican algunas de ellas con alta posibilidad de éxito; ya que en la aplicación de las mismas se involucran tanto trabajadores como encargados de área; en ella se considera (según la metodología) a seis o más meses de datos históricos; con ello, el beneficio obtenido es mayormente económico, sin dejar de mencionar el impacto positivo que genera en la cultura del trabajador y en la eficiencia de sus procesos o servicios. Con la implementación de dichas metodologías se obtiene beneficio aun cuando la aplicación es limitada en áreas específicas, es decir, aunque no se considere la implementación en toda la empresa. También se muestra como resultado que el área con mayor necesidad de aplicación de las metodologías de la Manufactura Esbelta es el área de producción, o donde se lleva a cabo el proceso del bien o servicio de la PYME, éstas cuentan con personal capacitado interno, mismo que recibió adiestramiento para ello; la necesidad de la utilización de la Manufactura esbelta nació debido a la inquietud de los empresarios a maximizar sus niveles de eficiencia y minimizar desperdicios, se visualiza en un panorama general el optimismo de la aplicación futura de las metodologías por parte de las PYMES ya que proyectan la aplicación de las mismas para reforzar a los procesos que ya lo tienen establecido, Ver Figura 1, así como manifiesta el énfasis en el parámetro de maximización de la productividad. Ver Figura 2.

Figura 1: Resultados Generales Para la Aplicación de la Manufactura Esbelta Según Su Metodología de Uso Particular



En esta figura se muestran de forma gráfica las metodologías o herramientas que son de interés o que han presentado por una necesidad propia para su aplicación en la empresa dentro el marco de la Manufactura Esbelta en las pequeñas y medianas empresas de la región centro de Coahuila

Figura 2: Beneficios Que Se Pretenden Obtener Posterior a Su Aplicación



En esta figura se muestran la tendencia gráfica de selección en los empresarios para los beneficios que quieren obtener inicialmente al tomar la decisión de aplicación de alguna o varias metodologías que conforman la Manufactura Esbelta, en las pymes de la región centro de Coahuila.

CONCLUSIONES

El presente trabajo se centra al estudio e impacto de la utilización de las metodologías de Manufactura Esbelta por las Pequeñas y Medianas Empresas de la región centro de Coahuila, por lo tanto su alcance es meramente regional. Los agentes empresariales involucrados en el desarrollo de la investigación requieren de un fortalecimiento educativo a través de un vínculo entre universidades o instituciones que puedan generar el soporte necesario para la implementación al cien por ciento de técnicas y/o metodologías que se creía eran exclusivas de las grandes empresas. El uso de las herramientas de manufactura Esbelta reflejan un cambio en la empresa en aumento de sus indicadores económicos y disminución de los desperdicios, a su vez fomentan la mejora continua, definitivamente se manifiesta una resistencia al cambio, misma que se trabaja constantemente para su disminución.

En la región centro del estado de Coahuila existen los actores necesarios para llevar a cabo este fortalecimiento de las PYMES que se encuentran ajenas a este proceso y la búsqueda de áreas de oportunidad en las que ya se aplican; así como recomendar el planteamiento de las metodologías a las PYMES a través de módulos que manifiesten una sola técnica de aplicación con un proyecto a un tiempo corto determinado y engranarlas para que en conjunto manifiesten la aplicación de una Manufactura Esbelta total, ya que el área de oportunidad está en la desinformación de herramientas de este tipo por parte de los pequeños empresarios y no en la capacidad de llevarlas a cabo e implementarlas con éxito.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ProMéxico. (2014). *PYMES, Eslabón Fundamental Para el Crecimiento en México*. Recuperado de: <http://www.promexico.gob.mx/negocios-internacionales/pymes-eslabon-fundamental-para-el-crecimiento-en-mexico.html>

Lean Summit México. (2011). *¿Qué es Lean?*. Recuperado de: <http://www.lean.org.mx>

Gutiérrez Morales E. (2011). *Lean manufacturing como estrategia de competitividad para las Pymes industriales del estado de Tlaxcala*. Recuperado de <http://congreso.investiga.fca.unam.mx/es/docs/antiores/xvi/docs/1Y.pdf>

James P. Womack y Daniel T. Jones. (2003). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. Cambridge, MA: Simon and Schuster

Ruiz de Arbulo López P. (2007). *La gestión de costes en lean manufacturing: cómo evaluar las mejoras en costes en un sistema lean*. Oleiros, La Coruña, España: Netbiblo

George, D. y Mallery, P. (1995). *SPSS/PC+ step by step: A simple guide and reference*. Belmont, USA: Wadsworth Publishing Company.

Fernández Aguerre, T. (2003). *Escuelas primarias eficaces de México*. Informe de Investigación para el Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE) de México. México, D.F.

Secretaría de Economía. (2010). *Geografía y Población del estado de Coahuila*. Recuperado de: <http://www.economia.gob.mx/delegaciones-de-la-se/estatales/coahuila#>.

Alukal, G. (2003). Create a lean, mean machine. *Quality Progress*. Vol. 36, No. 4, pp.29–34.

Angulo, G. y García, P. (2007). *Desarrollo de un prototipo de línea de producción automatizada con el fin de probar las políticas de control esbelto Kanban*. Conwip y BB. Barranquilla: Universidad del Norte.

Ballesteros, P. (2008). Algunas reflexiones para aplicar la manufactura esbelta en empresas colombianas, *Revista Scientia et Technica*, Año XVI, No. 38, pp. 223-. 228.

Barrios, M. y Sira, S. (2006) El kaizen en los procesos académicos. *Ingeniería y sociedad UC*, No.2. pp. 83-93.

Cabarcas, J. y Wilches, M. (2011). Análisis y mejoramiento de la cadena de valor de la línea de producción de láminas de una empresa del sector metalmeccánico mediante la aplicación de herramientas de manufactura lean. *Revista Ingecuc*. Vol. 7 No. 1, 27-42.

Grazier, P. B. (1992). *Japan human relations association, Kaizen teian*. Portland: Productivity Press.

Hayes, R. H. y Pissano, G. P. (1999). Beyond world Class: The New Manufacturing Strategy, *Harvard Business Review*. Enero de 1994.

Hurano, H. (1996). *5 pillars of the visual workplace: the source book for 5S implementation*. Portland: Productivity Press.

Hancock, W.M. y Matthew, J.Z. (1998) *Lean production: implementation problems, IIE solutions*. En: <http://www.highbeam.com/doc/1G1-20855146.html>. Consultado en Julio de 2012.

Mora, E. y Castillo, A. (2001). Manufactura esbelta: la experiencia mexicana. *Grupo Editorial Expansión*, año 1, número 72, junio.

Niño A. y Olave, C. (2004). *Modelo de aplicación de herramientas de manufactura esbelta desde el desarrollo y mejoramiento de la calidad en el sistema de producción de Americana de Colchones*. En: <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ingenieria/tesis66.pdf>. Consultado en julio de 2012.

Ohno, T. (1998). *Toyota Production System: Beyond Large Scale Production*. Portland Oregon: Productivity Press.

Osada, T. (1991). *The 5S's: Five Keys to a Quality Environment*, Asian Productivity Organization. Tokio: Quality Resources.

Perea, J. (2001). IV Censo de Manufactureros: ¿A tono con sus prácticas de producción?, *Manufactura*, año 7 No. 170, 76-84.

Padilla, L. (2010) Lean Manufacturing... *Revista Ingeniería Primero*, No. 15, 64-69

Reyes, P. (2002). Manufactura Delgada (Lean) y Seis Sigma en empresas mexicanas: experiencias y reflexiones. *Revista Contaduría y Administración*, No.205 (5), 59-69.

Shingo, S. (1985). A Revolution in Manufacturing: *The SMED System*. Cambridge: Productivity Press.

Wish, M. y Wish, J. (2001). *Accelerating Business: Finding Time, using Time, Loose thread Hudson*: Publishing Press.

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

Womack, J. y Jones, D. (1996). *Lean Thinking*. New York: Simon & Shunter

BIOGRAFÍA

Edith Margoth Meléndez López tiene el grado de Maestría en Productividad, ha participado en diferentes proyectos de optimización de recursos con el sector productivo de la región. Ha participado como ponente en congresos internacionales. Actualmente se desempeña como catedrática investigadora del Instituto Tecnológico Superior de Monclova “Ejército Mexicano” Carretera 57 Km 4.5 Unidad Tecnológica y Universitaria 2570 Monclova Coahuila México. edith.mmelendez@hotmail.com.

Felipe Jiménez Zavala tiene el grado de Maestría en Administración de empresas, ha participado en como asesor de diversos proyectos realizados para el sector acerero. Actualmente se desempeña en la Industria Acerera de la región y como catedrático investigador del Instituto Tecnológico Superior de Monclova “Ejército Mexicano” Carretera 57 Km 4.5 Unidad Tecnológica y Universitaria 2570 Monclova Coahuila México. felipejz@hotmail.com.

David Cortes Guerrero tiene el grado de Maestría en Administración de la calidad, ha participado como asesor de diversos proyectos realizados en función de la calidad en diferentes sectores. Actualmente se desempeña en la Industria Acerera de la región y como catedrático investigador del Instituto Tecnológico Superior de Monclova “Ejército Mexicano” Carretera 57 Km 4.5 Unidad Tecnológica y Universitaria 2570 Monclova Coahuila México. dcortesguerrero@hotmail.com.

Sandra Lilia Jasso Ibarra tiene el grado de doctorado en Educación, ha participado en diferentes proyectos. Actualmente se desempeña como catedrática investigadora del Instituto Tecnológico Superior de Monclova “Ejército Mexicano” Carretera 57 Km 4.5 Unidad Tecnológica y Universitaria 2570 Monclova Coahuila México. sandyjibarra@hotmail.com.