Implementación de Lean Six Sigma para mejorar la productividad e impacto de los resultados en el desarrollo sustentable de una empresa de producción de prendas de vestir

Implementation of Lean Six Sigma to improve productivity and impact of results on the sustainable development of a clothing production company

*Dalia Santiago López**
Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería
y Ciencias Sociales y Administrativas-Instituto
Politécnico Nacional, México.
daliasantiagolopez1@gmail.com

Faustino Ricardo García sosa
Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería
y Ciencias Sociales y Administrativas-Instituto
Politécnico Nacional, México.
frgarcia@ipn.mx

Recibido 6, marzo, 2021 Aceptado 7, agosto, 2021

Resumen

El presente trabajo se enfoca en dar una mejora al proceso de fabricación de ropa para dama mediante la aplicación de Lean Six Sigma (LSS) con la finalidad de aumentar la productividad y posteriormente con los resultados obtenidos analizar el impacto en el desarrollo sustentable de la empresa de caso de estudio (capacidad desarrollada por el sistema para satisfacer las necesidades actuales sin comprometer el futuro).

El objetivo de LSS es maximizar la productividad mediante la detección y eliminación de las causas de los defectos en los procesos y que afectan a las características de los productos o servicios lo cual se realiza a través de la metodología DMAIC.

Con la aplicación de LSS se logró mejorar la productividad del proceso general de "Liberación a producción" obteniendo 82% de productividad a través de un aumento de 59% con lo que se optimizó el uso de recursos y aumentó el logro de metas.

Finalmente, se analizan los resultados obtenidos los cuales impactaron en los 3 pilares del desarrollo sustentable, en el económico mediante el desarrollo económico en beneficio de la sociedad e innovación, en el social mediante la inclusión, desarrollo integral, mejora de la educación, del conocimiento y de la innovación y en el ambiental mediante la preservación del planeta.

Palabras clave: Lean Six Sigma, mejora productividad, proceso, desarrollo sustentable.

Abstract

The present work focuses on giving an improvement to the manufacturing process of women's clothing through the application of Lean Six Sigma (LSS) in order to increase productivity and later, with the results obtained, analyze the impact on the sustainable development of the company. case study (capacity developed by the system to meet current needs without compromising the future).

*Autor corresponsal

The objective of LSS is to maximize productivity by detecting and eliminating the causes of defects in the processes that affect the characteristics of the products or services, which is done through the DMAIC methodology.

With the application of LSS it was possible to improve the productivity of the general process of "Release to production" obtaining 82% of productivity through an increase of 59% with which the use of resources was optimized and the achievement of goals increased.

Finally, the results obtained are analyzed, which impact on the 3 pillars of sustainable development, in the economic one through economic development for the benefit of society and innovation, in the social one through inclusion, integral development, improvement of education, knowledge and innovation and the environment through the preservation of the planet.

Keywords: Lean Six Sigma, improve productivity, process, sustainable development.

INTRODUCCIÓN

La empresa de caso de estudio es una empresa 100% mexicana fundada en el año 2010, durante su trayectoria en el mercado se ha caracterizado por su enfoque al detalle de las requisiciones de cada cliente y se enfoca en el sector "Fast Fashion", lo que le ha permitido generar más y nuevas oportunidades de negocio, siempre bajo los principios de honestidad, profesionalismo y confiabilidad. (La empresa de caso de estudio, 2018).

En cuanto a producción, de acuerdo con los datos obtenidos por la empresa, actualmente se producen 58,069 piezas lo que corresponde al 53% de cumplimiento de pedidos, generando inconformidad y pérdida de fidelidad de sus clientes al entregar fuera de los días y requisiciones pactadas por cada cliente. La empresa no cuenta con métricas de productividad, sin embargo, se sabe que no todas las prendas llegan en las condiciones indicadas puesto que de acuerdo con los gastos de operación se paga costo de reprocesos y/o tiempo extra para terminado y empaque.

En cuanto a la forma de ejecutar el proceso de producción, a pesar de que la empresa cuenta con procesos y procedimientos documentados, se detectó que no se siguen los proceso y se ejecutan de acuerdo a las consideraciones de los operarios, de los mismos procesos documentados también se pudo detectar que el organigrama de la empresa y los perfiles de puesto indicados en cada manual de proceso no coinciden con la situación actual de la empresa, por lo que la misión de trabajar conforme a procesos claros, exactos y estandarizados no se está cumpliendo para todos los casos provocando procesos ejecutados incorrectamente en tiempo y forma, generando reprocesos, retrasos y gastos de tiempo extra.

Los retrasos e incumplimiento de especificaciones antes mencionadas podrían significar la reducción de pedidos por cliente o pérdida del cliente y con ello problemas financieros a la vez que, en su desarrollo sustentable, lo cual podría provocar que la empresa no se mantenga en el mercado.

OBJETIVOS

- Mejorar la productividad del proceso de Liberación a Producción de la empresa mediante la aplicación de Lean Six Sigma.
- Análisis del impacto de los resultados de la implementación de Lean Six Sigma en el desarrollo sustentable de la empresa de caso de estudio

MARCO TEÓRICO

Sustentabilidad

De acuerdo con Zarta, Á. (2018) la sustentabilidad puede ser entendida como la producción de bienes y servicios, donde se satisfagan las necesidades humanas y se garantice una mejor calidad de vida a la población en general, con tecnologías limpias en una relación no destructiva con la naturaleza, en la cual la ciudadanía participe de las decisiones del proceso de desarrollo, fortaleciendo las condiciones del medio ambiente y aprovechando los recursos naturales, dentro de los límites de la regeneración y el crecimiento natural.

A través de los años el concepto de sustentabilidad ha ido cambiando desde el punto de vista de diferentes ámbitos, basado en Calvente, A. (2007), se tiene el concepto moderno de sustentabilidad que tiene su foco principal en la maximización del desarrollo de la civilización humana (aspectos económicos, políticos y socioculturales) y que a vista de Calvente, A. (2007) implica no sólo un cambio en ciertas prácticas y procedimientos y que además está emergiendo como un nuevo paradigma acerca de la relación entre nuestra experiencia cotidiana, nuestro entorno y nosotros mismos:

“Lo que esencialmente se busca a partir de la sustentabilidad es avanzar hacia una relación diferente entre la economía, el ambiente y la sociedad. No busca frenar el progreso ni volver a estados primitivos. Todo lo contrario. Busca precisamente fomentar un progreso, pero desde un enfoque diferente y más amplio, y ahí es donde reside el verdadero desafío.” (Calvente, A., 2007)

Desarrollo sustentable

De acuerdo con Calvente, A. (2007), luego del informe Brundtland, “Our Common Future”, publicado en 1987 se adoptó la siguiente definición de Desarrollo sustentable (DS), misma que actualmente es usada por el World Commission on Environment and Development de las Naciones Unidas:

“El desarrollo sustentable hace referencia a la capacidad que haya desarrollado el sistema humano para satisfacer las necesidades de las generaciones actuales sin comprometer los recursos y oportunidades para el crecimiento y desarrollo de las generaciones futuras.” (World Commission on Environment and Development, 1987)

Finalmente, así llegamos a los "sistemas socioecológicos" o "sistemas eco-socio-técnicos", los cuales están formados por tres pilares esenciales para el DS de la especie siendo estos el económico, social y ambiental (Castaño, C.,2013).

Pilares del desarrollo sustentable

La finalidad de los pilares del DS según French (2017) es satisfacer las necesidades de la actual generación sin sacrificar las capacidades futuras, que permitan su funcionamiento en forma armónica en el tiempo y en el espacio y de acuerdo con Castaño, C. (2013) el perfecto equilibrio entre lo económico, lo social y lo ambiental se logrará la sostenibilidad y este equilibrio se logrará a través de diferentes niveles de acción ya que al unir los tres pilares tenemos como resultado las dimensiones de sostenibilidad, lo equitativo, lo soportable y lo viable como se muestra en la figura 1.

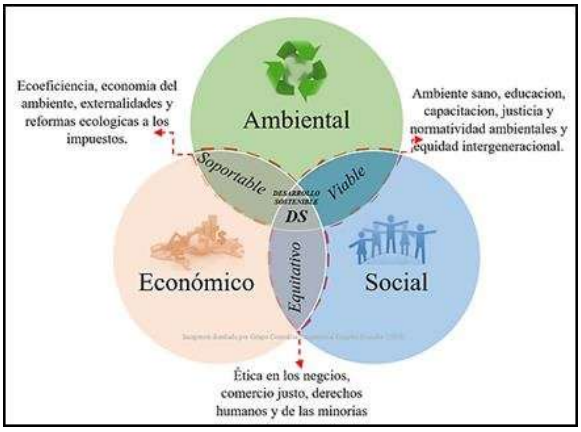

Figura 1. Los tres pilares del desarrollo sostenible (Espinosa, C. G., et al., 2019)

Pilar de lo económico

El pilar de lo económico se centra en mantener el proceso del desarrollo económico por vías óptimas hacia la maximización del bienestar humano, teniendo en cuenta las restricciones impuestas por la disponibilidad del capital natural. (Priego, 2003), lo que quiere decir que las empresas deben sobrevivir, crecer y generar valor, siendo sustentables, es decir generando desarrollo económico en beneficio de la sociedad, sin dañar el medio ambiente (Cornejo, R. A., Villegas, E. & Ortega, R. M., s. f.) y evitando el agotamiento de los recursos por lo que se ha de utilizar la innovación y tecnologías efi¬cientes y limpias. (Castaño, C. ,2013)

Es importante recordar en el pilar de lo económico que, el objeto de la economía es estudiar la correcta distribución de los recursos escasos para satisfacer las necesidades del ser humano (Castaño, C. ,2013)

Pilar de lo social

El Desarrollo Sostenible propone que las generaciones futuras tengan las mismas o más oportunidades que las generaciones anteriores, también pretenden sentar las bases de una mejora de nuestra economía mediante incentivos para la mejora de la educación, del conocimiento y de la innovación. En este pilar social esta además implícito el concepto de equidad (Castaño, C. ,2013)

Los objetivos sociales que se buscan a través de la sustentabilidad son lograr para la gente: la inclusión, calidad de vida, no discriminación, igualdad de oportunidades y desarrollo integral. (Cornejo, R. A., et al., s. f.)

Pilar de lo ambiental

El objetivo de este pilar es preservar el planeta, reconociendo el cambio climático lo que le permitirá al ser humano seguir viviendo. Esto implica dejar de utilizar energía sucia y recurrir a las fuentes de energía renovables, considerando su uso en función de la capacidad de regeneración y limpiar las huellas de lo ya contaminado. (Cornejo, R. A., et al., s. f.)

De acuerdo con Castaño, C., (2013) ecológicamente, el DS supone que la economía sea circular, que se debe dar un cierre de los ciclos en un intento por imitar la naturaleza. Esto quiere decir, que los sistemas productivos se diseñan para utilizar únicamente recursos y energías renovables para no producir residuos ya que estos vuelven a la naturaleza o se convierten en materia prima de otro producto manufacturado.

Lean Six Sigma

A partir de Lean Manufacturing (LM) y Six Sigma (SS), surge Lean Six Sigma (LSS) como concepto evolucionado de Six Sigma que se concentra en la mejora de procesos, pero enfocándose en soluciones prácticas claras y rápidas de implementar, que surgen de un análisis de procesos y actividades que agregan valor. (Millan et al., 2017)

LSS es una estrategia y metodología de negocios que aumenta el rendimiento del proceso resultante en una mayor satisfacción del cliente y mejores resultados finales (Pamfilie et al., 2012)

LSS tiene como objetivo desarrollar soluciones utilizando la cantidad mínima de recursos (humanos, materiales y capital) y crear que el producto llegue en tiempo a los clientes. LSS es un enfoque dirigido a mejorar la calidad, reducir la variación y eliminar residuos en una empresa. (Ghaleb et al., 2017).

Los factores que inciden en la implementación de LSS son: planeación estratégica, cultura organizacional, capacitación, compromiso de la alta dirección, liderazgo, documentación del proceso y recursos financieros (Millan et al., 2017).

Algunos ejemplos de los resultados de LM y SS en la industria textil son: la marca Nike que mejoró su productividad un 20%. (Sheree, H., 2015), la empresa Colombiana Confecciones Yakoli S.A.S con una reducción de 60% de tiempos muertos (Molina, C. & Callejas, L.,2015) y en una pyme textil del municipio de Tulancingo se logró una reducción de 44% del principal defecto de la tela (Franco, C., Arango, O. & Armenta, J.,2017)., por lo que la aplicación de la LSS tiene una amplia área de oportunidad al ser aplicada en procesos estratégicos como lo muestra esta aplicación y podría representar un gran impacto en una industria relevante.

Metodología DMAIC (definir, medir, analizar, mejorar, control)

El marco Lean Six Sigma es realmente una simplificación de la metodología DMAIC de Six Sigma con pasos guiados sobre la utilización de ciertas herramientas lean manufacturing en cada fase para detectar oportunidades de mejora (Millan et al., 2017).

Fase definir, en esta fase se realiza el diagnóstico del estado actual del proceso productivo, se detallan las problemáticas y se identifican los puntos a atacar (Mancilla & Marulanda, 2015).

Fase medir, en esta fase se cuantifica el estado actual del proceso productivo. (Mancilla, C. A., & Marulanda, L., 2015), se centra en capturar y medir las actividades dentro del proceso y los resultados y se recaba toda la información del proceso "tal cual" (Reynolds, R. & Transamerica, L., 2012)

Fase analizar, esta fase tiene como finalidad profundizar más en las causas que pueden estar afectando el rendimiento de las áreas y se identifica los desperdicios. Así mismo se determinan las mejoras a realizar (Mancilla, C. A., & Marulanda, L., 2015).

La fase de Análisis se centra en el análisis de los datos recolectados en la fase de medición. Estos datos son utilizados para ayudar a entender la variación en los resultados y las actividades que las produjeron, junto con un análisis cuantitativo de la causa y el efecto de las relaciones. (Reynolds, R. & Transamerica, L., 2012)

Fase mejorar, en esta fase se generan ideas de solución a la problemática (Mancilla, C. A., & Marulanda, L., 2015).

Fase controlar, en esta fase se define el control y seguimiento a las mejoras establecidas, así mismo se validan los beneficios esperados. (Mancilla, C. A., & Marulanda, L., 2015), es importante medir las mejoras, certificar los ahorros económicos y financieros y desarrollar un método estándar para continuar mejorando.

Resultados

Implementación Lean Six Sigma

Fase 1 Definir, mediante la elaboración de un diagrama de flujo de primer nivel y datos estadísticos de producción obtenidos del ERP con el que cuenta la empresa se analiza la situación actual de la empresa resultando el proceso de "Liberación a producción" como el proceso que genera el cuello de botella en la cadena de suministro (Tabla 1), aunado a que este proceso proporciona documentación con indicaciones, especificaciones y requerimientos de cada cliente para el proceso de corte, confección y empaque y que de la correcta ejecución de este proceso depende en gran medida el correcto resultado de los siguientes procesos lo que ayudará a mejorar la productividad del proceso general (Figura 2)

CONCEPTO		RECEPCIÓN Y PRUEBAS DE CALIDAD A TELAS Y HABILITACIÓN	LIBERACIÓN A PRODUCCIÓN	CORTE DE TELA	CONFECCIÓN	EMPAQUE
META PRODUCCIÓN mensual	MODELOS	88	**88**	117	97	106
	PRENDAS	91,344	**91,344**	121,500	100,416	110,000
PROMEDIO REAL mensual	MODELOS	81	**66**	66	56	56
	PRENDAS	84,078	**68,508**	68,508	58,069	58,069
% USADO DE CAPACIDAD		92%	**75%**	56%	58%	53%

Tabla 1. Meta de producción Vs promedio real mensual
(Elaboración propia con datos tomado de "ADM" de la empresa, 2019)

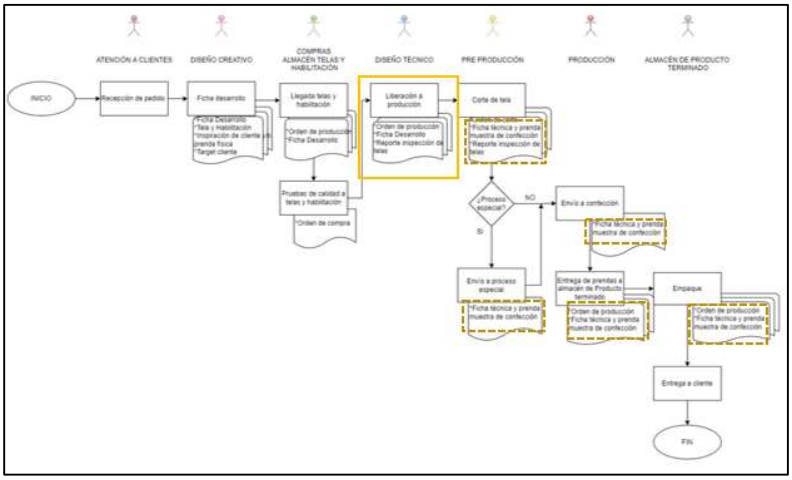

Figura 2. Diagrama de flujo primer nivel, Proceso general de producción
(Elaboración propia, 2019)

Fase 2 Medir, a través del análisis de capacidad binomial (Figura 3) del proceso de "Liberación a producción" se observa que el proceso no cumple con el indicador de eficacia establecido por la empresa que es de 95%, y de acuerdo con el intervalo de confianza, aproximadamente el 95% de los resultados del proceso recaerá en el rango de (60.02, 78.76) de incorrectos. También, se observa que la métrica PPM (DPMO) es de 700,000 y un nivel Z del proceso de -0.52, que de acuerdo con la Relación nivel de PPM con un nivel de sigmas de un proceso (Gutiérrez, H. & De la Vara, R., 2009), indica que el proceso tiene una calidad en Sigmas Z_C de 1 e índice C_p de 0.33 y de

acuerdo con la Figura 4, se ubica en clase o categoría del proceso 4, lo que indica que el proceso no es adecuado para el trabajo y requiere mejoras.

Del cálculo de la productividad de los subprocesos que conforman dicho proceso se obtiene la Tabla 2 en donde se observa que los subprocesos de "Ficha Técnica" y "Desglose de proceso" tienen baja productividad y que basado en Botero, L. F., & Álvarez, M. E. (2004) se encuentran en el cuadrante de productividad "inefectivo e ineficiente" y finalmente de la Hoja de Verificación implementada se obtiene que los productos en los que recaen los errores son playera y blusa para ambos subprocesos.

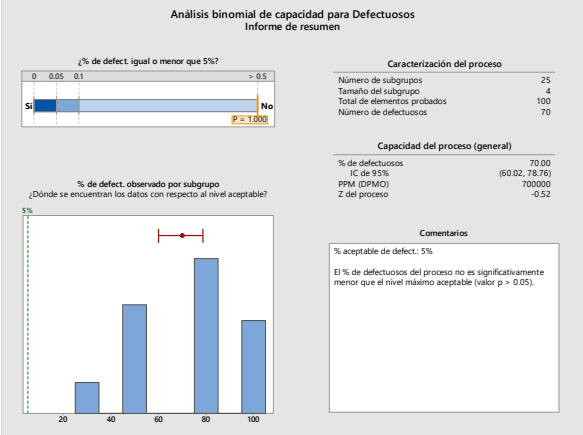

Figura 3. Análisis binomial del proceso "Liberación a producción" (Elaboración propia, 2019)

Valores del C_p y su interpretación.

VALOR DEL ÍNDICE C_p	CLASE O CATEGORÍA DEL PROCESO	DECISIÓN (SI EL PROCESO ESTÁ CENTRADO)
$C_p \geq 2$	Clase mundial	Se tiene calidad Seis Sigma.
$C_p > 1.33$	1	Adecuado.
$1 < C_p < 1.33$	2	Parcialmente adecuado, requiere de un control estricto.
$0.67 < C_p < 1$	3	No adecuado para el trabajo. Es necesario un análisis del proceso. Requiere de modificaciones serias para alcanzar una calidad satisfactoria.
$C_p < 0.67$	4	No adecuado para el trabajo. Requiere de modificaciones muy serias.

Figura 4. Valores del C_p y su interpretación (Gutiérrez, H. & De la Vara, R., 2009).

Subproceso	Eficiencia	Eficacia	Productividad	Área de productividad
Ficha Técnica	**42%**	**54%**	**23%**	**Inefectivo e ineficiente**
Desglose de proceso	**62%**	**57%**	**35%**	**Inefectivo e ineficiente**
Confección	97%	81%	78%	Eficiente pero inefectivo
Molde y graduación	83%	96%	79%	Efectivo y eficiente
Corte	104%	100%	104%	Efectivo y eficiente
Trazo	129%	96%	123%	Efectivo y eficiente

Tabla 2. Productividad de subprocesos de Liberación a Producción (Elaboración propia, 2019)

Fase 3 Analizar, con la información obtenida en la fase 1 y 2 y mediante el mapeo de proceso de cada subproceso se elabora un diagrama de Ishikawa en donde se observa que las posibles causas para ambos subprocesos recaen en mano de obra y método para ambos subprocesos.

Fase 4 Analizar, en conjunto con los involucrados en el proceso y con los datos obtenidos, se elabora una lluvia de ideas y posteriormente propuestas de mejora para aumentar la productividad dándole solución a los hallazgos detectados en la Fase Analizar y que provocan baja productividad. Como propuesta de mejora se desarrollan mecanismos Poka Yoke de prevención, en donde se busca eliminar o impedir la generación de errores.

Para el caso del subproceso de Ficha técnica la propuesta está enfocada en semi automatizar y estandarizar en Excel la elaboración de la Ficha Técnica para lo que se requirió de la elaboración de Catálogos de clientes, requisiciones específicas de tallas de producción, graduación, habilitación, confección y empaque, elaboración de diagramas de medidas de prenda terminada, manual de medición de prendas terminadas y elaboración de ayuda visual para confección y empaque por cliente.

Para el subproceso de Desglose de proceso el enfoque es la estandarización de las indicaciones de procesos y tiempos de confección de prendas y detalles frecuentes a través de la creación de bases de desgloses de productos básicos y detalles comunes por tipo de prenda.

Fase 5 Control, en esta fase se realiza la prueba de los mecanismos Poka Yoke, previo se instruyó a los usuarios para el uso y funcionamiento de los mecanismos, en el caso del proceso de Desglose de proceso se entregó la documentación necesaria “Bases de tiempo y costo” y “Detalles, tiempo y costos”. Una vez que los usuarios manifestaron no tener duda en el funcionamiento se estableció un periodo de prueba en donde para el registro de los resultados, se implementaron hojas de verificación para cada subproceso.

El resultado de la aplicación de mecanismos Poka Yoke elevó la productividad de cada subproceso, ficha técnica con un aumento de 54% (Tabla 3) y Desglose de proceso con un aumento de 51% (Tabla 4), con dicha mejora se logró impactar en la productividad del proceso general de liberación producción alcanzando 82% a través de un aumento de 59%, y con ello se alcanzó el indicador de productividad de la empresa (76%) y se mejoró la productividad estando ahora en el cuadrante de Eficiente pero Inefectivo, lo que quiere decir que se logró el nivel óptimo de eficiencia; y si bien se mejoró la eficacia aún tiene área de oportunidad para alcanzar el 95% solicitado por la empresa (Tabla 5).

Ficha técnica	Eficiencia	Eficacia	Productividad	Área de productividad
Antes mejora	42%	54%	23%	Inefectivo e ineficiente
Después mejora	87%	88%	77%	Eficiente pero inefectivo
% mejora	45% ⬆	34% ⬆	54% ⬆	

Tabla 3. Mejora subproceso Ficha Técnica (Elaboración propia, 2020)

Desglose de proceso	Eficiencia	Eficacia	Productividad	Área de productividad
Antes mejora	62%	57%	35%	Inefectivo e ineficiente
Después mejora	93%	93%	86%	Eficiente pero inefectivo
% mejora	31% ↑	36% ↑	51% ↑	

Tabla 4. Mejora subproceso Desglose de proceso (Elaboración propia, 2020)

Liberación a producción	Eficiencia	Eficacia	Productividad	Área de productividad
Antes mejora	67%	34%	23%	Inefectivo e ineficiente
Después mejora	93%	88%	82%	Eficiente pero inefectivo
% mejora	26% ↑	54% ↑	59% ↑	

Tabla 5. Mejora de Eficiencia proceso de Liberación a Producción (Elaboración propia, 2020)

Discusión de resultados

Con la implementación de LSS se logró una mejora en la productividad de la empresa de caso de estudio; a continuación, se analizan los resultados obtenidos y el impacto en el desarrollo sustentable de la empresa:

Pilar de lo económico

En cuanto a desarrollo económico en beneficio de la sociedad, sin dañar el medio ambiente, tenemos que, mediante los resultados obtenidos en el incremento de la productividad del proceso de Diseño Técnico, se podría proyectar un aumento del 40% en el logro de cumplimiento de metas de entregas al cliente obteniendo 93% lo que significaría mayor confiabilidad de los clientes hacia la empresa, aumento de utilidades mensuales y con esto el logro del objetivo de la empresa.

En cuanto a innovación y tecnologías eficientes y limpias, tenemos que, la propuesta de mejora de semi automatizar y estandarizar fue desarrollada en Excel, que si bien es una tecnología que ya se utilizaba para dicho proceso no se maximizaban sus beneficios, en el caso de Ficha Técnica se disminuyó el tiempo de proceso al mejorar la eficiencia lo que económicamente representaría un menor costo del proceso y la posibilidad de alcanzar las metas establecidas de producción para dicho proceso, así mismo, se disminuyó la tasa de defectos al aumentar la eficacia lo que representaría una disminución en los gastos de reprocesos por instrucciones de producción incorrectas.

Pilar de lo social

En cuanto a la Inclusión, desarrollo integral, mejora de la educación, del conocimiento y de la innovación, tenemos que, durante la implementación de LSS se involucró a todos aquellos que intervienen en el proceso y a la alta dirección y en base a sus necesidades, conocimientos y experiencia se desarrollaron las propuestas de mejora y que previo a su aplicación se les enseñó y capacitó a los involucrados.

El desarrollo de este proyecto de investigación permitió integrar al equipo de trabajo y proporcionar herramientas para desarrollo de las capacidades personales que impactan directamente en la Visión de la empresa en cuanto a “acrecentar las utilidades, así como el desarrollo de todos los integrantes de la organización”

Pilar de lo ambiental

En cuanto a preservar el planeta, tenemos que, para el caso de Ficha Técnica, es un documento de 4 hojas que se entrega de forma impresa y que presentaba una tasa de defecto de 46%, lo que quiere decir que basado en el KPI de la empresa de 30 fichas técnicas por semana, 14 fichas estaban incorrectas lo que equivale a 56 hojas por semana lo que en un año representaría 2,912 desperdiciadas, posterior a la implementación de LSS la eficiencia mejoró 34% obteniendo así 88%, es decir se redujo la tasa de defectos a 12% lo que equivale a 4 fichas técnicas incorrectas y 16 hojas desperdiciadas por semana que anualmente serían 832, ahorrando 2,080 hojas lo que de acuerdo con Ovacen (s. f.), 500 hojas (un paquete que se vende normalmente) pesa 2.49 kg y por cada tonelada de papel que se recicla evita que se talen alrededor de 3,14 toneladas de árboles, y se consuman algo más de 0,5 toneladas equivalentes de petróleo; por lo tanto, el ahorro 2,030 hojas corresponde a 10.35 kg lo que evitaría la tala de 32.49 kg de árboles.

Conclusiones

La implementación de LSS fue desarrollada con la finalidad de mejorar la productividad y con base en los resultados se logró impactar en la productividad del proceso general de liberación producción alcanzando 82% a través de un aumento de 59% y a través de los resultados se corrobora que la aplicación de Lean Six Sigma apoya a mejorar la calidad y productividad y que estas pueden ser aplicadas en las MiPyMEs sin la necesidad de hacer una gran inversión económica. Por otro lado, se pudo observar que es una metodología que impacta directamente en el desarrollo sustentable de la organización y si bien se obtuvieron aportes a los pilares del desarrollo sustentable y sus dimensiones, estos podrían ser mayores si el desarrollo de LSS fuera basado en la "economía circular" que menciona Castaño, C. (2013)

El desarrollo de esta investigación muestra el potencial de LSS y mostró que a través de lo que parecerían pequeños logros en el desarrollo sustentable en realidad generan grandes cambios a beneficio de la organización, de quienes la conforman, de la sociedad y del planeta.

Referencias

Botero, L. F., & Álvarez, M. E. (2004). Guía de mejoramiento continuo para la productividad en la construcción de proyectos de vivienda (Lean construction como estrategia de mejoramiento). Revista universidad EAFIT, 40(136), 50-64.

Franco, C., Arango, O. & Armenta, J., (2017). Desarrollo de una metodología Lean-Six Sigma para una pyme mexicana. Caso: Empresa Textil, Tulancingo, Hgo. Repositorio de la Red Internacional de Investigadores en Competitividad, 11, 1498-1518.

Calvente, A. (2007). El concepto moderno de sustentabilidad. Universidad Abierta Interamericana, 3, 1-7.

Castaño, C. (2013). Los pilares del desarrollo sostenible: sofisma o realidad. Universidad Santo Tomás.

Cornejo, R. A., Villegas, E. & Ortega, R. M. (s.f.). Retos de la pequeña empresa para incorporar la sustentabilidad a su competitividad. XXI Congreso internacional de contaduría, administración e informática. http://132.248.164.227/congreso/docs/xxi/docs/1.09.pdf

French, J. (2017). Marketing social good. Revista Portuguesa e Brasileira de Gestão, 16 (3), 4-13.

Ghaleb, A. A., El-Sharief, M. A., & El-Sebaie, M. G. (2017). Implementation of Lean Six Sigma (LSS) Techniques in Small and Medium Enterprises (SMEs) to Enhance Productivity. IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering, 14(2), 14-22.

Mancilla, C. A., & Marulanda, L. (2015). Mejoramiento del proceso productivo a partir de un control de insumos empleando herramientas de lean six sigma en una empresa del sector confección

Millan, C., Montaño, O., & Corona, J. R. (2018). Desarrollo de una metodología Lean-Six Sigma para una pyme mexicana. Caso: Empresa Textil, Tulancingo, Hgo. Red Internacional de Investigadores en Competitividad, 11, 1498-1518

Molina, C. & Callejas, L., (2015). Mejoramiento del proceso productivo a partir de un control de insumos empleando herramientas de lean six sigma en una empresa del sector confección. Trabajo de grado. Univ. San Buenaventura, Cali, Colombia.

Pamfilie, R., Petcu, A. J., & Draghici, M. (2012). The importance of leadership in driving a strategic Lean Six Sigma management. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 58, 187-196.

Priego, C. (2003). "La institucionalidad ambiental nacional e internacional", en Rojas Hernández Jorge y Oscar Parra Barrientos, Conceptos básicos sobre medio ambiente y desarrollo sustentable, INET / GTZ, Buenos Aires, pp. 331-348.

Ovacen (s. f.). Impacto medioambiental del papel; Consumo y problemas fabricación. Ovacen. https://ovacen.com/impacto-medioambiental-papel/

Reynolds, R. & Transamerica, L. (2012). Lean and Mean: Using Lean Six Sigma to Improve Your Analytic Processes. Robbie Reynolds, Life & Protection a division of Transamerica.

Sheree H. (2015, 12 de junio). Top 10 lean manufacturing. LEAN PROMOTOR.http://www.leanproduction.co/noticias-lean-manufacturing/top-10-lean-manufacturing-empresas-de-fabricacion-lean-en-el-mundo.html

World Commission on Environment and Development (1987) Our Common Future (Oxford Univ Press, Oxford), pp 8–9.

Zarta Á., (2018). La sustentabilidad o sostenibilidad: un concepto poderoso para la humanidad. Tabula Rasa, (28), 409-423. Doi: https://doi.org/10.25058/20112742.n2