

Mejora de la Calidad del Servicio Mediante Filosofía Lean Service en una Empresa Metalmecánica

Improving Service Quality Through Lean Service Philosophy in a Metalworking Company

DOI: <https://doi.org/10.17981/bilo.6.2.2024.12>

Fecha de recepción: 03/09/2023. Fecha de Publicación: 12/09/2024

Germán Herrera-Vidal

Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco, Cartagena, Colombia
herreravg@tecnocomfenalco.edu.co

Harold E. Cohen-Padilla

Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco, Cartagena, Colombia
hcohen@tecnocomfenalco.edu.co

Martha S. Carrillo-Landazábal

Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco, Cartagena, Colombia
marthacarrillo2007@gmail.com

*Como citar en IEEE este artículo: Herrera-Vidal, G. y Otros, «Mejora de la Calidad del Servicio Mediante Filosofía Lean Service en una Empresa Metalmecánica» *Boletín de Innovación, Logística y Operaciones*, vol. 6. No. 2. pp. 99-108, 2024. Online. <https://revistascientificas.cuc.edu.co/bilo/article/view/5998>*

Resumen

Lean service es una filosofía ágil que permite el mejoramiento de la eficiencia y efectividad de las operaciones, lo que al final se ve reflejado en una mayor sostenibilidad, competitividad, incremento de utilidades o ganancias y satisfacción del cliente. Este artículo tiene como objetivo identificar oportunidades de mejora en los procesos, con el fin de brindar servicios de manera eficaz y eficiente, conceptos estrechamente relacionados con la calidad. Metodológicamente, se contemplan cinco (5) etapas, que describen un proceso de tipo sistemático: (i) El diagnóstico en el caso de estudio; (ii) Aplicación del Mapa de valor; (iii) Aplicación de la metodología 5's; (iv) Implementación de la metodología TPM y (v) Implementación que incluye comparación de resultados futuros y actuales. Los resultados evidencian aspectos positivos sobresaliendo un avance del 80% respecto a los últimos cinco años como horizonte de tiempo. En síntesis la filosofía Lean Service, conlleva a la eficiencia operacional, debido a la reducción o eliminación de desperdicios, a partir de la implementación de estas metodologías.

Palabras claves: Lean Service, Filosofía, Metodologías, Mejoramiento

Abstract

Lean service is an agile philosophy that allows the improvement of efficiency and effectiveness of operations, which in the end is reflected in greater sustainability, competitiveness, increased profits and customer satisfaction. The purpose of this article is to identify process improvement opportunities in order to provide effective and efficient services, concepts closely related to quality. Methodologically, five (5) stages are contemplated, which describe a systematic process: (i) Diagnosis in the case study; (ii) Application of the Value Map; (iii) Application of the 5's methodology; (iv) Implementation of the TPM methodology; and (v) Implementation, including comparison of future and current results. The results show positive aspects, highlighting a progress of 80% with respect to the last five years as a time horizon. In summary, the Lean Service philosophy leads to operational efficiency, due to the reduction or elimination of waste, from the implementation of these methodologies.

Keywords: Lean Service, Philosophy, Methodologies, Improvement

Introducción

En el transcurrir del tiempo las empresas han estado limitadas en sus operaciones debido a cambios repentinos en los entornos externos y principalmente en los últimos años ocasionados por la pandemia Covid 19. Lo que genera en el interior de las compañías una baja competitividad e indecisiones en los distintos sectores económicos. Dado lo anterior, se hace necesario buscar nuevos mecanismos que permitan una estabilidad, desarrollo de los procesos y la satisfacción de los clientes. De acuerdo con [1][2], la filosofía Lean producción o Service permite solventar lo anteriormente descrito. De acuerdo con [3], este sistema permite hacer más con menos (menos tiempo, menos espacio, menos esfuerzos humanos, menos maquinaria, menos materiales), siempre y cuando se le esté dando al cliente lo que desea.

Es evidente que investigaciones recientes se enmarcan dentro del interés del eje temático abordado, aspecto que hace relevante el presente trabajo. Sobresaltando una tendencia positiva en el pasar de los años y un alto interés aplicativo en la industria de servicios. Cabe resaltar que esta filosofía agrupa unas metodologías japonesas que conllevan a la eficiencia operacional, reducción o eliminación de despilfarros, estandarización de procesos y alta productividad [4][5]. Dado lo anterior, se desarrolló una investigación a partir de identificar oportunidades de mejora en los procesos, con el fin de brindar servicios de manera eficaz y eficiente, conceptos estrechamente relacionados con la calidad. Para tal fin, se aborda un caso de estudio, en la empresa Metalmecánica Rectificadora la Heroica, Cartagena – Bolívar, donde en la actualidad, no cuenta con un plan de mantenimiento para sus máquinas y herramientas, que permita disminuir los tiempos desperdiciados por interrupción de la producción por mantenimientos correctivos. Lo anterior, se convierte en un escenario habilitador para mejorar la calidad del servicio mediante la implementación de herramientas Lean Service. La presente está dividida en cinco secciones, (i) se expone el estado de arte, (ii) Se propone la metodología y se describe el caso de estudio, (iii) Se muestran y analizan los resultados, y por ultimo las conclusiones.

Estado del arte

La filosofía Lean tiene sus inicios desde la era de los primeros conceptos de la administración científica en el ámbito de las operaciones, a partir de los aportes brindados por científicos e investigadores como Eli Whitney, Taylor y Henry Ford [6]. Se introduce por primera vez en una empresa de fabricación de automóviles, denominada Toyota, cuyo propósito es eliminar las "Muda" que es un término japonés, que significa "eliminación de residuos", lo que permitió su expansión hacia otras empresas en todo el mundo [7]. Este modelo fue denominado Sistema de Producción Toyota (TPS) el cual garantizaba una fabricación con una alta productividad [8]. Más tarde fue llamado Lean production el cual está orientado hacia el incremento de la calidad y satisfacción del cliente [9]. Este término realmente fue dado a conocer gracias a los autores [10], quienes presentan una investigación de tipo comparativa respecto a indicadores de productividad y calidad en el sector automotriz de distintos países fabricantes de Europa, Estados Unidos y Japón. A principios de la década de los años 90 con la difusión de las técnicas Lean Production, la adopción del sistema creció en la industria, donde las organizaciones occidentales debían acortar las brechas existentes frente a las orientales cuya adopción fue temprana y contaban con la ventaja que entregaba el modelo [11][12]. Consecuentemente [10], lanzan el término Lean thinking el cual expandió el concepto lean mucho más

allá de la manufactura, y en el año 1998 los autores Bowen y Youndahl publican un artículo dando a conocer el termino Lean Services, el cual cubre un amplio rango de la industria del servicio [13]. En síntesis el Lean Service, es una filosofía ágil, que conlleva a la eficiencia de las operaciones, debido a la reducción o eliminación de despilfarros, a partir de la implementación de diversas metodologías.

De acuerdo con [14], la filosofía Lean producción ha permitido a las organizaciones ofrecer una alta variedad de productos, con un bajo costo, altos niveles de productividad, velocidad de entrega, niveles bajos de stock y niveles óptimos de calidad. De igual forma para [15], ese sistema permite gestionar las operaciones basándose en el concepto de valor y en los principios de la gestión de la calidad, para que en los procesos y áreas de la organización se identifiquen y eliminen los despilfarros, y así mismo, se establezcan únicamente las actividades que creen valor, con esto, el flujo de los procesos se ve influenciado por el valor generado y de su flujo por toda la cadena, arrojando del sistema solo resultados de calidad, acordes con la normativa, con el sistema de gestión si los posee la empresa y con el cumplimiento de los objetivo.

En los últimos años, la implementación de Lean ha demostrado ser una estrategia eficaz tanto en los sectores de servicios como en manufactura, permitiendo a las organizaciones mejorar la eficiencia operativa y la calidad del servicio. En el sector de servicios, [16] aplicaron simulaciones Lean en la industria postal de India, mejorando la eficiencia operativa y reduciendo tiempos de espera. De manera similar, [17][18] documentaron la efectividad de Lean Six Sigma en el sector de la salud, donde se enfrentaron desafíos como la variabilidad en los procesos clínicos y administrativos, logrando una mejora significativa en la calidad del servicio y la eficiencia operativa. Además, [19][20] emplearon Lean para optimizar procesos logísticos en empresas eléctricas y de carga aérea, respectivamente, demostrando reducciones en los tiempos de servicio y mejoras en la gestión de espacios y recursos. Por otro lado, en el sector manufacturero, [21] exploraron la adaptación de Lean desde la manufactura hacia la producción de servicios municipales, abordando la complejidad de aplicar prácticas como el Just-in-Time y 5S en contextos no industriales. Por otra parte [22] utilizó un enfoque de diseño científico para aplicar Lean en una "fábrica de servicios", mejorando la eficiencia y calidad del servicio en un entorno híbrido de manufactura y servicios. Contemporáneamente [23][24], mostraron cómo Lean Six Sigma puede ser crucial en pymes manufactureras para reducir defectos y tiempos de procesamiento, enfrentando problemas críticos de ineficiencia y alta variabilidad en la producción. En un contexto similar, [25][26] destacaron la integración de Lean Management en industrias de servicios, subrayando su flexibilidad y adaptabilidad en diferentes sectores, desde la energía hasta la logística y el mantenimiento. Estos estudios demuestran que la aplicación de Lean no solo es viable sino altamente beneficiosa en diversos contextos industriales y de servicios, permitiendo a las organizaciones abordar problemas específicos como la reducción de desperdicios, la mejora de la calidad del servicio, y la optimización de procesos, lo cual es crucial para mantenerse competitivas en un entorno empresarial cada vez más exigente.

Esta filosofía consiste en una mejora continua que reúne diferentes metodologías las cuales ofrecen a las organizaciones aumentar su productividad y mejorar el flujo de la cadena de valor de sus procesos, mediante la eliminación de aquellas actividades que no agreguen valor al producto o servicio, las cuales están alineadas con las de manufactura, como: (i) Value Stream Mapping o Mapa de la Cadena de Valor – VSM. (ii) Cinco Eses - 5S's. (iii) Total Productive Maintenance o Mantenimiento Productivo Total - TPM. (iv) Single Minute Exchange of Die-SMED. (v) Metodología Six Sigma. (vi) Mejoramiento continua – Kaizen, entre otros.

Metodología

El método se fundamenta en cinco (5) etapas, que describen un proceso de tipo sistemático. (i) El diagnóstico en el caso de estudio; (ii) Aplicación del Vsm; (iii) Aplicación de la metodología 5's; (iv) Implementación de la metodología TPM y (v) Implementación que incluye comparación de resultados futuros y actuales (ver figura 1).

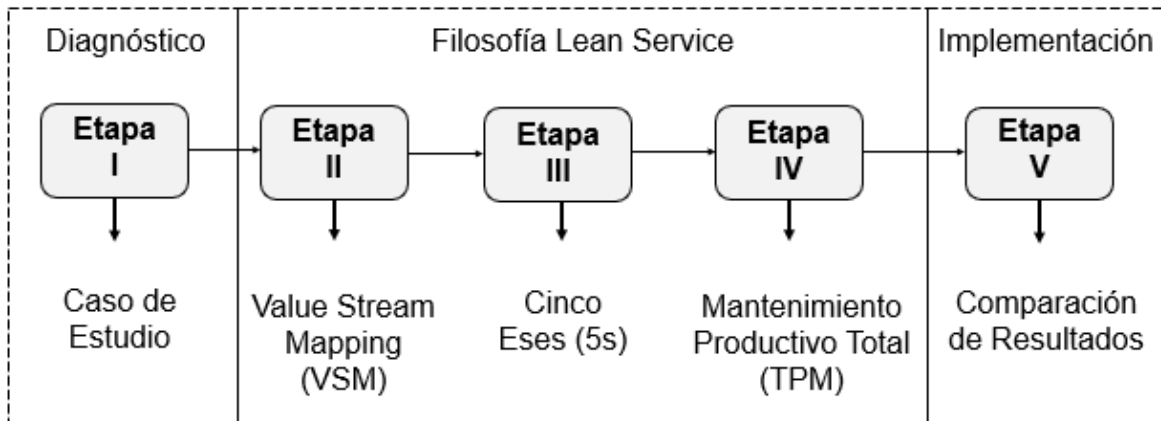


Fig. 1. Proceso metodológico de la investigación

Caso de Estudio

En un estudio desarrollado por [27], muestra el crecimiento anual promedio de los activos e inversión neta, entre el 2004 y 2010, fue del 23.06% y del 51.77%, solo en la ciudad de Cartagena. De igual forma, se fortaleció en otras ciudades, tanto que en el año 2015 se aportó a la generación de 203.386 puestos de trabajo en la economía colombiana. En la actualidad, el 23% de las Pymes se encuentra en etapa de expansión, con adopción de los procesos de planeación estratégica, exploración de nuevos clientes, nuevos mercados y productos. El porcentaje restante correspondiente a un 30% está en la etapa de consolidación, con un claro enfoque de crecimiento y sostenibilidad en el mediano y largo plazo [28]. De acuerdo a las cifras de Invest In Cartagena el 9,3% del empleo del sector en Colombia se genera en Bolívar. La productividad del trabajo local en el sector es de 25,6%, sobre el 5,3% a nivel nacional y el tejido empresarial del departamento concentra el 7.1% de las empresas de la cadena metalmecánica; por tanto, de las 720 empresas de la cadena existentes en el país, 51 empresas industriales se encuentran en Bolívar. En otra investigación [7], argumentan que las empresas de este sector se vean obligadas a actualizar sus procesos a mejorar su tecnología y a ampliar su capacidad de producción para cumplir con los nuevos requerimientos del mercado” [29].

Dado lo anterior, las empresas metalmecánicas Pymes es necesario evaluar y analizar constantemente los procesos de manufactura debido a las limitaciones en la realización de los productos y servicios y la asignación de los recursos económicos requeridos, frente a una competencia externa muy poderosa que las amenaza [4]. Por consiguiente [30], establecen que en el ámbito de la manufactura y los servicios, la estrategia de la manufactura esbelta es un enfoque de calidad y productividad que se ha venido implementando con éxito en las empresas de clase mundial.

Las organizaciones más competitivas y altamente productivas, comprenden que hoy en día, la exigencia del cliente está centrada en adquirir productos o servicios de buena calidad, bajo costo y rápida entrega. Es así, que las empresas de hoy buscan constantemente nuevas estrategias que le permitan cubrir las múltiples exigencias del mercado. Para ello, es muy importante vigilar la calidad de los productos y servicios que el cliente consume, lo que obliga a las empresas a enfocarse en la calidad y en sus procesos operativos internos [8].

Una de esas empresas que reconoce la importancia del mejoramiento continuo en los procesos es ‘Metalmecánica Rectificadora La Heroica’, la cual ha logrado establecer su nombre en el mercado local. Sin embargo, aprovechar los beneficios de las herramientas Lean Services, es un tema que se ha presentado en discusión. Lo anterior, es debido a que la empresa no cuenta con un plan de mantenimiento para sus máquinas y herramientas. Por lo anterior, se requiere de la aplicación de la propuesta metodológica, anteriormente descrita, con el fin de identificar oportunidades de mejora, para diseñar una propuesta al proceso de mantenimiento, para disminuir los tiempos desperdiciados por interrupción de la producción por mantenimientos correctivos.

Resultados

Los resultados se fundamentan en la propuesta metodológica, la cual considera los hallazgos en cada una de las etapas. Dado lo anterior, este apartado está compuesto de cinco (5) ítems: (i) Diagnóstico en el caso de estudio; (ii) Aplicación del Vsm; (iii) Aplicación de la metodología 5's; (iv) Implementación de la metodología TPM y (v) Implementación.

1. Diagnóstico en el Caso de Estudio

Un diagnóstico general mediante una lista e chequeo, permitió evaluar siete (7) tipos de criterios: (i) Infraestructura; (ii) Inventarios; (iii) Materiales y proveedores; (iv) Maquinaria e instalaciones; (v) Procesos; (vi) Calidad y (vii) Residuos. La herramienta permitió evidenciar que el criterio calidad presenta un menor porcentaje con 1,88% de cumplimiento en comparación a los demás, denotando criticidad para su selección, seguido del criterio proceso con un 2,82% (ver figura 2).

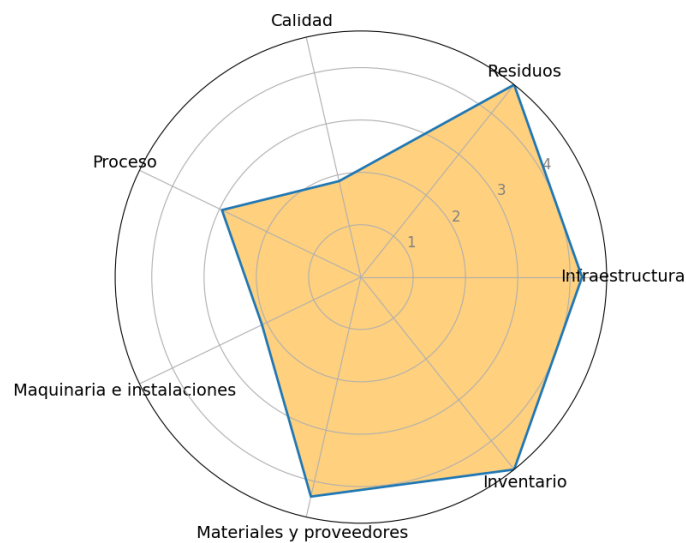


Fig. 2. Diagnóstico inicial de la empresa

Consecuentemente se desarrolla un diagrama Producto – Cantidad, el cual permite identificar la referencia de producto o con mayor volumen de demanda, distinguiéndose el servicio de rectificación de culatas CNC con mayor porcentaje, equivalente al 29% (Ver figura 3)

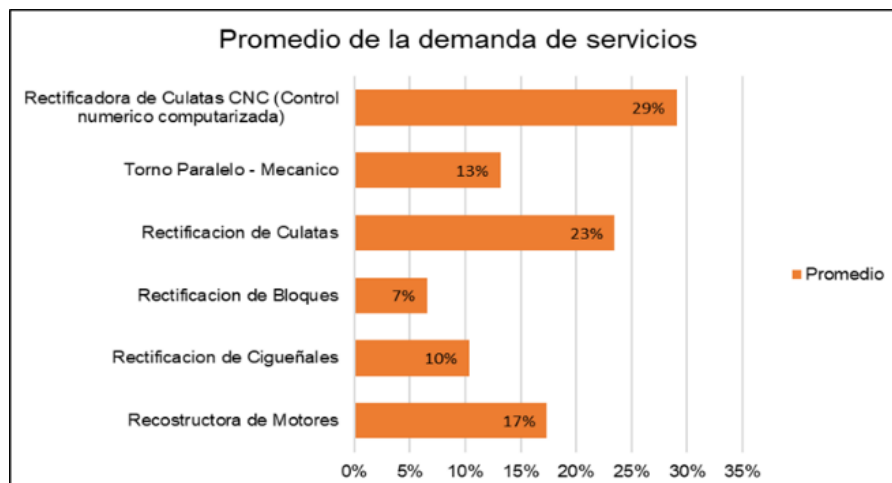


Fig. 3. Diagrama Producto - Cantidad

De forma complementaria se elabora un cursograma analítico y un cuadro para identificar desperdicios con respecto al proceso de mantenimiento en el servicio más demandado de la empresa (ver tabla 1).

Tabla 1. Resumen de resultados del cursograma sinóptico

Actividad	Ocurrencia	Tiempo (min)	Porcentaje Tiempo Total
Operación	13	337,49	93,0
Transporte	5	5,5	1,5
Demora	0	0	0
Inspección	3	14	3,9
Combinada	4	6	1,7
Almacenaje	0	0	0
	25	362,99	

Los resultados evidencian que las actividades que más generan desperdicios (tiempo), son las operaciones e inspecciones, esto sin tener en cuenta aquellos movimientos y operaciones que no agregan valor y si retrasan el proceso, como los mantenimientos correctivos que se le realizan a las maquinas que prestan el servicio de reparación de culatas, los cuales generan un tiempo de 1580 minutos del tiempo total en la reparación de culatas (ver tabla 2) y es lo que genera los retrasos en las entregas al cliente final, este tiempo de mantenimiento corresponde al 81% (ver tabla 3).

Tabla 2. Relación de operaciones con desperdicios

Actividad	Tarea	Tiempo (min)
Mantenimiento máquina de lavado	Revisar y limpiar calentadores	320
	Revisar resistencias y cambio	400
	Cambiar fusibles	400
	Limpiar embobinados	320
Mantenimiento equipo de secado	Limpiar polvo y mugre	10
	Cambio de escobillas	20
	Limpieza y acondicionamiento de manga	10
Mantenimiento máquina de pulido	Limpieza de excesos de partículas	20
	Cambio de escobillas, fresas y fusibles	20
	Limpieza de embobinado	20
Mantenimiento equipo de rectificado (CNC)	Cambio de aceite	20
	Revisión y cambio de manguera	20
Total		1580

Tabla 3. Resumen consolidado de operaciones con desperdicios

Tipo de desperdicio	Tiempo incurrido	Causas
Defecto	800	No identificar a tiempo las partes de los tiempos que no están en buen estado
Sobre procesamiento	780	No tener limpio el espacio de trabajo, en este caso los equipos
Total	1580 (81%)	Del tiempo total del proceso de reparación de las culatas: 1942,99

2. Aplicación del Value Stream Mapping (VSM)

Como la empresa caso de estudio brinda sus servicios a una amplia diversidad de clientes es indispensable conocer cómo se encuentra con respecto a su potencial demanda y si es capaz de satisfacerla, por esta razón, es necesario realizar un mapa flujo de valor, con el propósito de identificar las condiciones y características críticas de la empresa y además verificar su estado actual del proceso (ver figura 4).

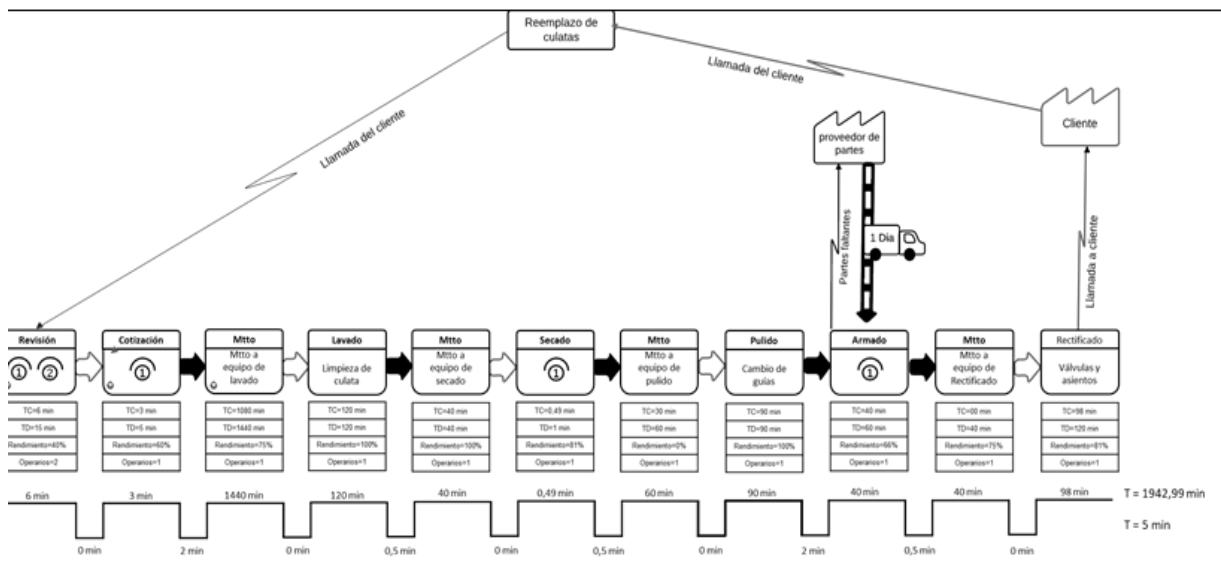


Fig. 4. Diagrama value stream mapping

El análisis de los datos del VSM, permitió identificar de forma crítica el proceso de mantenimiento, considerando el mayor desperdicio de tiempo. De manera complementaria se aplica un diagrama de Ishikawa, el cual permite identificar las causas comunes (ver figura 5). Lo anterior son elementos habilitadores para el desarrollo de metodologías de lean service.

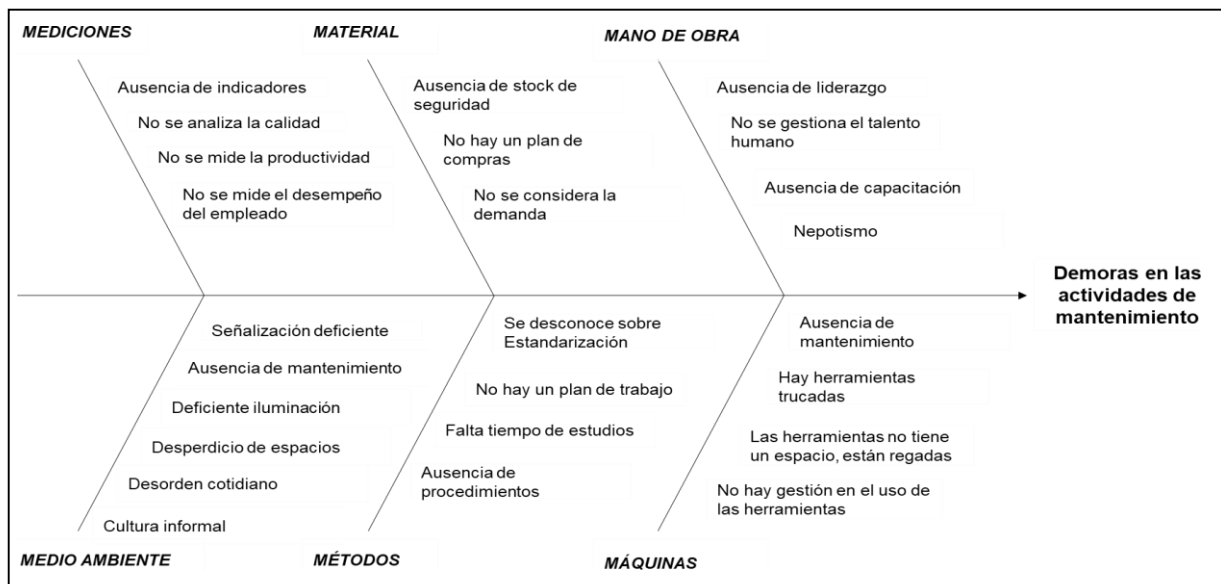


Fig. 5. Diagrama Ishikawa

3. Aplicación de la Metodología 5's y TPM

La implementación de la metodología 5's y de estrategias de mantenimiento -TPM, es responsabilidad de la empresa caso de estudio. Como medidas de acción sobresale: (i) la creación y mantenimiento de áreas de trabajo más limpias, más organizadas y seguras, que permita una mayor 'calidad de vida' al trabajador; (ii) la intervención en el área de mantenimiento de motores, que se encuentra subdivida, en zonas de acuerdo a la necesidad de la máquina y de las actividades, siendo estas la zona de lavado, zona de equipos que necesitan climatización, zona de prueba de hidrostática, zona de mandriladoras, zona de armado de culatas, zona de motores terminados o en proceso.

4. Implementación

La empresa ha experimentado un cambio positivo desde su inicio en el año 2018 hasta la fecha de hoy. Conservando una cultura organizacional hacia la aplicación de las metodologías. Los resultados proporcionan un avance del 80%, en comparación con el diagnóstico inicial, sobresaltando la aceptación positiva por parte de los trabajadores de la empresa que se comprometieron a no dejar caer nuevamente este sistema.

Con relación a las actividades, tareas y roles de mantenimiento, la empresa caso de estudio, gestiona el mantenimiento de sus equipos y herramientas, considerando (i) la presencia de fallas, siendo estas notificadas al jefe de mantenimiento y como responsable realiza las acciones pertinentes; (ii) Divulgación y aprovechamiento del conocimiento por parte del jefe de mantenimiento hacia sus subordinados; (iii) Implementación de hojas de vida de las máquinas y herramientas donde se evidencia la documentación de los mantenimientos realizados en cada uno de ellos, pero no es suficiente; (iv) Diseño de un plan de TPM, esta herramienta se desarrollara de la mano con la anterior presentada en la presente investigación, para que exista una sinergia y se de paso al mejoramiento continuo en la implementación de nuevas metodologías de producción para la prestación de este servicio de rectificado de motores; (v) Implementación y puesta de tres (3) pilares del mantenimiento productivo total, los cuales serán, Mantenimiento Autónomo, Mantenimiento Planificado y Gestión de Seguridad y Entorno; (vi) Aplicación de los indicadores para tener conocimiento del estado actual de la empresa; (vii) Implementar un formato donde se dejara en constancia una previa inspección del equipo y/o herramienta a utilizar y limpieza del para poder llevar un control de las tareas; (viii) Crear un plan de mantenimiento que incluirá la implementación de 5'S.

Esta implementación no cambiará radicalmente la manera en cómo se realizaban anteriormente el mantenimiento a los equipos y herramientas, por el contrario, se añadirán tareas para el desarrollo del mismo y obtener mejores resultados, ya que el área de mantenimiento de la empresa si contaba con algunos formatos de mantenimiento, estos no se cambiarán. Lo que se quiere con este pilar es tener una planificación del mantenimiento y cambiar la perspectiva actual la cual es mantenimiento correctivo.

Conclusiones

Esta investigación focalizada hacia la filosofía Lean Service, describe el contexto teórico y práctico encontrado a través de la revisión de la literatura. los cuales permitieron evidenciar el gran interés de la comunidad investigativa y empresarial por obtener una mayor satisfacción del cliente, aumento de la calidad, mayor productividad, bajos costos y alta velocidad, todo gracias a la implementación de metodologías modernas. En la literatura se distinguen diferentes métodos para llevar a cabo esa gestión, siendo los más comunes: (i) Value Stream Mapping o Mapa de la Cadena de Valor – VSM. (ii) Cinco Eses - 5S's. (iii) Total Productive Maintenance o Mantenimiento Productivo Total - TPM. (iv) Single Minute Exchange of Die- SMED. (v) Metodología Six Sigma. (vi) Mejoramiento continua – Kaizen y (vii) la estandarización. Es evidente la aplicación de la filosofía en campos operacionales, logísticos y de producción, con tendencia positiva en diferentes entornos empresariales, de igual forma, la gestión de cada perdida asociada a un método de mejora.

Un diagnóstico general mediante una lista e chequeo, permitió evidenciar que el criterio calidad presenta un menor porcentaje con 1,88% de cumplimiento en comparación a los demás, denotando criticidad para su selección, seguido del criterio proceso con un 2,82%. Consecuentemente el desarrollo del diagrama Producto – Cantidad, permitió distinguir el servicio de rectificado de culatas CNC con mayor porcentaje, equivalente al 29%. Respecto a la identificación de mudas o desperdicios, las actividades destacadas son las operaciones e inspecciones, pero hay que sobresaltar aquellas que no generan valor como los mantenimientos correctivos que se le realizan a las maquinas que prestan el servicio de reparación de culatas, los cuales generan un tiempo de 1580 minutos del tiempo total en la reparación de culatas y generando los retrasos en las entregas al cliente final, representando un 81%. El análisis de los datos del VSM, permitió identificar de forma critica el proceso de mantenimiento, considerando el mayor desperdicio de tiempo. A partir de esto se aplican las metodologías de 5's y TPM, como medidas de acción hacia la mejora continua de las operaciones. La implementación de la propuesta metodológica, experimenta un cambio positivo en la organización, representando un avance de un 80% en un horizonte de tiempo de cinco años. Sobresaltando la aceptación positiva por parte de los trabajadores de la empresa que se comprometieron a no dejar caer nuevamente este sistema. En síntesis el Lean Service, es una filosofía ágil, que conlleva a la eficiencia operacional, debido a la reducción o eliminación de desperdicios, a partir de la implementación de estas metodologías.

Referencias

- [1] Stone, Kyle (2012). Four Decades of Lean: A Systematic Literature Review. *International Journal of Lean Six Sigma*. Volumen 3, Issue 2, pp.112–132. <https://doi.org/10.1108/20401461211243702>
- [2] Holweg, Matthias (2007). The Genealogy of Lean Production. *Journal of Operations Management*. Volumen 25, Issue 2, pp. 420–437. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2006.04.001>
- [3] Villaseñor, Alberto y Galindo, Edber (2007). *Manual de Lean Manufacturing*. 2007. Editorial Limusa S.A. Grupo Noriega Editores. México, D.F. ISBN: 978-6070500428
- [4] Herrera-Vidal, G., Carrillo-Landazábal, M., Hernandez-Del Valle, B., Herrera-Vega, C., & Vargas-Ortiz, L. (2019). Aplicación de la Metodología 5'S para la Mejora de la Productividad en el Sector Metalmecánico de Cartagena (Colombia). *Revista Espacios*, 40(11), 2-31
- [5] Félix-Jáquez, R. H., Cruz-Rentería, M. M., & Delgado-Celis, M. (2020). Implementación de herramientas de manufactura esbelta en una empresa de mantenimiento y servicio de locomotoras Implementation of lean manufacturing tools in a locomotive maintenance and service company. *Revista de Operaciones Tecnológicas*, 4(14), 32-39. <https://doi.org/10.35429/JTO.2020.14.4.32.39>
- [6] Arango, F. A., & Rojas, M. D. (2018). Una revisión crítica a Lean Service. *Revista Espacios*, 39(07).
- [7] Gavilán, J., & Torres, A. (2016). Implementación del modelo Lean Service en el proceso de recaudo de la Cooperativa de Ahorro y Crédito Fincomercio Ltda. *Redes de Ingeniería*, 7(2), 138-147. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.redes.2016.2.a03>
- [8] Cabrera Valverde, Hugo Saul. (2016). Propuesta de mejora de la calidad mediante la implementación de técnicas Lean Service en el área de servicio de mecánico de una empresa automotriz. Para optar el título profesional de: Ingeniero Industrial. Lima. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Facultad de Ingeniería. Departamento de Ciencias Aplicadas. 13 p. Disponible en: Repositorio Académico UPC. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/620950>
- [9] Ko, C. H., Wang, W. C., & Kuo, J. D. (2011). Improving formwork engineering using the Toyota Way. *Journal of Engineering, Project, and Production Management*, 1(1), 13-27. <https://pdfs.semanticscholar.org/cf6b/975473affaf0f53e208a88445fcc209791f1.pdf>
- [10] Womack, J.P., Jones, D.T. and Roos, D. (1990). *The Machine That Changed the World*. New York: Rawson Associates. <https://doi.org/10.1002/hfm.4530040310>
- [11] Arango, F. A., & Rojas, M. D. (2018). Una revisión crítica a Lean Service. *Revista Espacios*, 39(07).
- [12] Shah, Rachna y Ward, Peter (2007). Defining and developing measures of lean production. *Journal of Operations Management*. Volumen 25 Issue 4, pp. 785-805. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2007.01.019>
- [13] Hadid, W., & Afshin Mansouri, S. (2014). The lean-performance relationship in services: a theoretical model. *International Journal of Operations & Production Management*, 34(6), 750-785.
- [14] Botero, Paula (2010). Lean Manufacturing: Flexibilidad, Agilidad y Productividad. *Revista Gestión y Sociedad*. Volumen 3, Issue 2, pp. 75-88. <https://ciencia.lasalle.edu.co/gsvol3/iss2/7/>
- [15] Carrillo, M., Pons, R., Puello (2010). Lean thinking metodología de gestión para el mejoramiento en IES. Eighth LACCEI Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology. “Innovation and Development for the Americas”. Arequipa, Peru.
- [16] Murugesan, V. S., Jauhar, S. K., & Sequeira, A. H. (2021). Applying simulation in lean service to enhance the operational system in Indian postal service industry. *Annals of Operations Research*, 1-25. <https://doi.org/10.1007/s10479-020-03920-1>
- [17] Noronha, A., Bhat, S., Gijo, E. V., Antony, J., Laureani, A., & Laux, C. (2021). Performance and service quality enhancement in a healthcare setting through lean six sigma strategy. *International Journal of Quality & Reliability Management*.
- [18] Antony, J., Lancaster, J., McDermott, O., Bhat, S., Parida, R., & Cudney, E. A. (2021). An evaluation of Lean and Six Sigma methodologies in the national health service. *International Journal of Quality & Reliability Management*. <https://doi.org/10.1108/IJORM-07-2021-0226>
- [19] Palomino, V. B., Raffo, S., & Fernando, J. L. (2021). Agile Logistics Management Model to Reduce Service Times and Improve Processes Using Lean Service Methodology in Companies in the Electrical Sector. In 2021 10th International Conference on Industrial Technology and Management (ICITM) (pp. 78-83). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICITM52822.2021.00022>
- [20] Ayala-Villarreal, P., Horna-Ponce, J., Cabel-Pozo, J., & Raymundo, C. (2021). Model for Optimization of Spaces Through the Redistribution of Warehouse and Application of Lean Logistics to Reduce Service Times Within an Air Cargo Company. In *International Conference on Human Interaction and Emerging Technologies* (pp. 611-617). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-85540-6_77
- [21] Lodgaard, E. & Sogstad, M. (2021). Lean Translated from a Manufacturing Industry Context to Municipality

- Service Production: A Case Study. In European Lean Educator Conference (pp. 373-380). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-92934-3_39
- [22] Ganesh, L. S. (2021). Lean additives in a service factory: A design science approach. *Technovation*, 104, 102269. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2021.102269>
- [23] Cardenas, L., & Zapata, G. (2020). Productivity model focused on six sigma and lean manufacturing to improve the quality of service in SMEs in Peru. In *International Conference on Human Interaction and Emerging Technologies* (pp. 579-584). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-55307-4_88
- [24] Carrillo-Corzo, A., Tarazona-Gonzales, E., Quiroz-Flores, J., & Viacava-Campos, G. (2020). Lean Process Optimization Model for Improving Processing Times and Increasing Service Levels Using a Deming Approach in a Fishing Net Textile Company. In *Brazilian Technology Symposium* (pp. 443-451). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-75680-2_50
- [25] Helmold, M. (2020). Lean Management in the Service Industry. In *Lean Management and Kaizen* (pp. 145-153). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-46981-8_16
- [26] Dombrowski, U., Malorny, C., & von Hoesslin, T. (2020). Lean service. In *After Sales Service* (pp. 243-283). Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-62325-1_6
- [27] Álvarez-Sampayo, Álvaro Y González-Díaz, Jaime. (2012). El crecimiento de las micro, pequeña y medias empresas del subsector metalmecánico de Cartagena. En: *Aglala: Revista Facultad de Ciencias Contables y Administrativas*. Cartagena: Corporación Universitaria Rafael Núñez, diciembre de 2012. vol. 3, nro. 1. p. 146. Disponible en: <https://revistas.curn.edu.co/index.php/aglala/article/view/889>. E-ISSN: 2215-7360.
- [28] II Congreso Internacional en Administración de Negocios Internacionales. Los Negocios Internacionales Frente A Los Nuevos Escenarios Geoestratégicos. Resultado de Proyecto de Investigación Interinstitucional. Bogotá: <http://ciani.bucaramanga.upb.edu.co/>, 2017.
- [29] Polo-Núñez, Aldrin y Daniels- Sierra, Linda Dona. (2021). Valoración de la empresa técnica metalmecánica del caribe y CIA. Ltda. Una empresa del sector metalmecánico de la ciudad de Cartagena. Monografía de grado para obtener el título de especialista en finanzas. Cartagena. Universidad de Cartagena. Facultad de Ciencias Económica. Especialización en Finanzas, 2015. 13 p. Disponible en: Repositorio Universidad de Cartagena. <https://repositorio.unicartagena.edu.co/handle/11227/2724?locale-attribute=es>
- [30] Félix-Jácquez, R. H., Cruz-Rentería, M. M., & Delgado-Celis, M. (2020). Implementación de herramientas de manufactura esbelta en una empresa de mantenimiento y servicio de locomotoras Implementation of lean manufacturing tools in a locomotive maintenance and service company. *Revista de Operaciones Tecnológicas*, 4(14), 32-39. <https://doi.org/10.35429/JTO.2020.14.4.32.39>.