

Lean Six Sigma y su aplicación para la mejora de procesos en los sistemas de gestión para el control de inventarios.

Lean Six Sigma and its application for process improvement in inventory control management systems.

Brian Lee Colan Aranibar  ORCID, Sergio Daniel Vite Cochachin  ORCID, Frank Edmundo Escobedo Bailón  ORCID

Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur. Lima, Perú

Recibido: 18/01/2023 Revisado: 15/04/2023 Aceptado: 15/05/2023 Publicado: 31/07/2023

RESUMEN

El mejoramiento del sistema de producción es uno de los puntos más críticos dentro de una empresa u organización, por ende, es primordial hacer eficiente las operaciones que la conforman. Es por ello, que los sistemas de gestión modernos, aquellos que van a estar monitoreando al sistema de producción, deben de ser competitivos y además suplir las necesidades de los consumidores y clientes, porque así se evidenciaría una mejora en la calidad del producto y atención.

La búsqueda de un aumento en los niveles de rentabilidad, satisfacción del cliente y valor agregado, debe ser de una manera rápida, poco costosa y buscando la mayor calidad posible, apuntando tanto a las necesidades del cliente como del consumidor respondiéndole con calidad, a tiempo y a la cantidad demandada. Entonces, teniendo en cuenta lo expresado anteriormente, se debe de mejorar los sistemas de producción de una empresa, y en especial, los inventarios que estas poseen, ya que, si la demanda no puede ser satisfecha en un tiempo determinado, la empresa se enfrenta a pérdidas tanto económicas como de clientes, generando perjuicio y una mala fama, además de ventas perdidas, por desabastecimiento o falta de existencias de un producto.

El presente artículo tiene como propósito demostrar lo eficiente y productivo que es la metodología Lean Six Sigma (LSS) en la aplicación de la mejora de procesos en los sistemas de gestión para el control de inventarios, su aplicación, en la mayoría de casos, conseguirá ahorrar tiempo y dinero sin dejar de lado la calidad del producto o servicio brindado, mejorando el rendimiento mediante la erradicación de residuos y defectos de los procesos.

Esta metodología se apoya en un marco de resolución de problemas llamado DMAIC, para mejorar, optimizar, estabilizar los procesos empresariales y los procesos de fabricación, de cual se distingue de otras metodologías por la presencia de correcciones de los problemas antes que se presenten en los procesos.

Palabras clave: Lean Six Sigma, DMAIC, sistemas de gestión, metodología, control de inventarios

ABSTRACT

The improvement of the production system is one of the most critical points within a company or organization, therefore, these are set as an objective or purpose to make more efficient these operations that encompass this system. That is why modern management systems, those that will be monitoring the production system, must be competitive and also meet the needs of consumers and customers, because this would show an improvement in product quality and service.

The search for an increase in the levels of profitability, customer satisfaction and added value, should be fast, inexpensive and looking for the highest possible quality, targeting both the needs of the customer and the consumer, responding with quality, on time and in the quantity demanded. Therefore, taking into account the above, it is necessary to improve the production systems of a company, and especially, the inventories that they have, since, if the demand cannot be satisfied in a certain time, the company faces both economic and customer losses, generating damage and a bad reputation, in addition to lost sales, due to shortages or lack of stock of a product.

The purpose of this article is to demonstrate how efficient and productive the Lean Six Sigma (LSS) methodology is in the application of process improvement in inventory control management systems. Its application, in most cases, will save time and money without neglecting the quality of the product or service provided, improving performance by eradicating waste and defects in the processes.

This methodology relies on a problem-solving framework called DMAIC, to improve, optimize, stabilize business processes and manufacturing processes, which is distinguished from other methodologies by the presence of corrections of problems before they occur in the processes.

Keywords: Lean Six Sigma, DMAIC, management systems, methodology, inventory control

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de gestión de inventario ayudan al proceso continuo de planificación, organización y control que apuntan hacia una utilización eficiente de los recursos, agregándoles valor a estos y a la institución o la empresa minimizando la inversión en inventario mientras se equilibra la oferta y la demanda. Un sistema de gestión eficiente, posibilita la disminución de los costos de adquisición, de emisión de pedidos, de posesión y de ruptura de stock, mientras mantiene uno adecuado de objetos y productos para satisfacer la demanda de los clientes en forma oportuna.

Dentro del marco de mejoramiento continuo, las organizaciones a través del tiempo han ido mejorando sus prácticas de calidad, la exigencia y competencia en los mercados y de los clientes convirtieron a la calidad en una necesidad estratégica. Gracias a ello surgieron prácticas que aseguraban la calidad, esto generó grandes beneficios a organizaciones, alcanzando buenos niveles de desempeño y satisfacción del cliente. Metodologías como el Six Sigma o el Lean Manufacturing surgieron en este marco, las metodologías anteriormente mencionadas se han incorporado a la estrategia organizacional en empresas tanto del sector público como privado, desde grandes a pequeñas, obteniendo beneficios medidos en términos de eficiencia y efectividad.

El Six Sigma tiene como objetivo reducir la variabilidad de los procesos y con ello disminuir el número de problemas, entendiéndose como algo que produce insatisfacción en los clientes, mientras que Lean Manufacturing busca eliminar la cantidad de desperdicios que se producen al momento de realizar los procesos. De la misma manera, la metodología integrada Lean Six Sigma se centra en acabar con los desperdicios generados en los procesos. Ambas metodologías, han sido empleadas en diferentes industrias y en todas han alcanzado excelentes resultados.

De esa manera en la siguiente investigación se va a observar como la implementación de estos marcos de mejoramiento continuo van a tener un impacto más que positivo en el control de inventarios y como esto significa un aumento en la eficiencia y control de estos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Proceso

“Es un sistema integrado por los elementos básicos del sistema: entrada, procesos y salidas, condicionados por algún otro elemento circunstancial o contextual como puede ser algún sistema de control y el alcance del proceso, incluso su división en subprocesos”. (Cantón Mayo, 2010)

Mejora continua de procesos

Bonilla et al., (2010) sostienen lo siguiente respecto a la mejora continua de procesos:

(...) Es una estrategia de la gestión empresarial que consiste en desarrollar mecanismos sistemáticos para mejorar el desempeño de los procesos y, como consecuencia, elevar el nivel de satisfacción de los clientes internos o externos y de otras partes interesadas (stakeholders). (...) La satisfacción debe entenderse como la relación entre la calidad del servicio o producto, percibida por el cliente, y las expectativas del cliente; así, la mejora continua debe basarse en la medición de los procesos y de sus resultados, de esa manera estará cuidando la satisfacción continua de sus clientes y la optimización de los recursos utilizados para tal fin. La mejora continua se fundamenta en una cultura organizacional sólida de profundos valores, donde el primordial de aquellos es el enfoque al cliente; es también vital contar con un liderazgo de la alta dirección que apoye y reconozca las iniciativas del personal. (p. 30-31)

Los sistemas de gestión

Son una herramienta que ayuda a controlar el impacto económico y no económico de los procesos productivos dentro de una empresa. En resumen, el control se refiere a situaciones que ocurren internamente de manera realista y verdadera. Este sistema de gestión es el mismo, puedes establecer metas y alcanzarlas. También explica que el sistema de gestión de una organización consiste en una combinación de elementos clave como estrategias, metas, políticas, estructuras, recursos y habilidades, métodos, tecnologías, procesos, procedimientos, reglas y órdenes de trabajo. Con la ayuda de una buena planificación y liderazgo, se pueden alcanzar las metas propuestas. Un sistema de gestión administra diversos aspectos de la empresa, tales como: la seguridad y salud de los trabajadores, la calidad de los productos o servicios antes, durante y después del uso del proceso, la empresa que lo necesita, el impacto ambiental que puede causar y la responsabilidad social o innovación. (Ogalla, 2005)

(Camisón, César; Cruz, Sonia; Gonzales, 2006) Beneficios de implementar un Sistema de Gestión:

- Se enfoca en optimizar áreas de importancia crítica en el negocio.
- Proporciona valor empresarial.
- Reducción de costos
- Aumento de la productividad de la empresa
- Los datos pueden ser deducidos en tiempo real, impactando decisiones para corregir errores y evitando costos innecesarios

Lean Six Sigma es la unión de Lean Manufacturing y Six Sigma. Se define a Lean como "modelo de gestión para la minimización de las pérdidas en el proceso de producción y maximización de valor para el cliente final, imprimiéndole velocidad a los procesos de producción "(Ramírez et al., 2021). Está regida por cinco principios básicos:

1. Define valores amigables con el cliente.
2. Identificar dónde se crea valor y eliminar los que son residuos.
3. Asegurarse de que no se obstaculice la creación de valor de un proceso o producto.
4. Deje que el cliente o comprador decida la calidad.
5. Siempre buscando mejoras.

Ventajas en su aplicación

Aplicándola se puede llegar a las siguientes ventajas:

1. Obtener 90% en la disminución de tiempos de ciclo de trabajo.
2. Lograr un 50% de aumento de la productividad.
3. Alcanzar un 80% en la baja de inventario.
4. Llegar a un 75% de reducción de espacio utilizado para laborar.
5. Por último, aumentar la calidad final del producto en un 80%.

(Hernandez, 2014) Six Sigma significa hablar de la estrategia de mejora continua de una empresa, con un enfoque primordialmente en el cliente. Motorola la utilizó por primera vez en 1987 con el fin de reducir los defectos en los productos electrónicos. Six Sigma nació porque Motorola tenía un problema con la remanufactura y no podía cumplir con el plazo del pedido, con su eliminación de errores y desperdicios que podría dar una solución. Si esta es implementada en una organización se obtienen los siguientes beneficios:

- Mejorar o mejorar la satisfacción del cliente.
- Mejorar la rentabilidad.
- Ayuda a mejorar la calidad y la eficiencia desde la producción hasta los productos terminados.
- Ayuda a reducir costos.

(Hernández, 2014) El Six Sigma emplea herramientas analíticas tales como:

- Diagrama de flujo: Este diagrama se utiliza a menudo para definir o describir las fases de un proyecto y también se conoce como mapa de proceso.
- Gráfico de ejecución: El uso de este gráfico es la forma más organizada de ver actividades, procesos o actividades realizadas por individuos o grupos en un área particular.

- Diagramas de causa y efecto: Su función principal, como su nombre lo indica, muestra las causas y causas secundarias que ayudan a encontrar el motivo principal que afecta a la empresa.

Cadena de suministro y logística

Celis & García (2012) afirmaron que:

La cadena de suministro es el proceso que planea, lleva a cabo y controla el flujo y almacenamiento eficiente y efectivo de bienes y servicios, así como de la información relacionada, desde el punto de origen hasta el punto de consumo, con el fin de lograr la satisfacción de los clientes. La administración logística es la función donde se coordinan y optimizan todas las actividades logísticas y se integran con otras funciones como mercadeo, ventas, manufactura, finanzas y tecnologías de información, e incluye actividades como: administración de transporte inbound y outbound, administración de fletes, almacenamiento, manejo de materiales, recepción de pedidos, diseño de la red logística, administración de inventario, planeación de demanda y suministro y administración de proveedores logísticos. (p. 26)

DMAIC

El DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar) “es un método iterativo que sigue un formato estructurado y disciplinado basado en el planteamiento de una hipótesis, la realización de experimentos y su subsecuente evaluación para confirmar o rechazar la hipótesis previamente planteada”. (McCarty & Bremer, 2004)

(Omar & Salina, 2011) En la empresa Ferreyros aplicaron dicha metodología en el control de almacenes, 7 para ser exactos, dichos almacenes se encontraban ubicados en las operaciones mineras con el objetivo de brindar partes y componentes, que sirven en la operación de la flota Caterpillar, de una manera rápida utilizando tiempos cortos. La optimización del tiempo es esencial para la gestión del inventario, esto se ve reflejado en los tiempos de aprovisionamiento y reposición los cuales son esenciales para mejorar los ingresos y los márgenes de utilidad de Ferreyros. Por ello se usó al Six Sigma como herramienta para analizar los aspectos que impactan directamente en la gestión del inventario y por el mismo motivo en el la utilidad conseguida por la empresa. El análisis que se realizó fue durante un periodo de un año sobre el inventario que fue vendido y también despachado desde el almacén hacia la flota de maquinaria pesada. Como consecuencia también se presentó un análisis de costos del ahorro que podría generar como producto de la implementación. El autor se alineó a tres directrices de la empresa para generar un impacto positivo:

- Comercializar bienes de capital con el mayor valor para sus clientes
- Obtener una mayor participación del mercado
- Enfoque a la mayor satisfacción de las necesidades reales del cliente

(Aguirre & Estacio, 2015) Otra implementación realizada fue en una empresa de manufacturas llamada Pacor Cali, esta fue realizada en el primer trimestre del año 2015, con la participación de los operadores del área de producción y bodegas, el parámetro de medición utilizado fue el costo, por ende el el propósito del proyecto fue realizar una propuesta de un plan de mejoramiento de inventarios aplicando el lean six sigma, el cual permita tanto el seguimiento como el control para asegurar la disminución de los inventarios en la organización. Se realizó

una recolección de información para definir y medir el problema dicho inicialmente, el manejo de los altos costos del inventario, para así luego analizar las causas raíces del problema, estas fueron analizadas y posteriormente sirvieron para establecer el plan de mejora. Actualmente, Manufacturas Pacor basa sus proceso de producción en la confección de textiles, en el área de la bodega se presentó un alto costo de inventario de productos que terminaron su proceso de confección por encima del promedio, por causas como devoluciones por problemas de tallas y productos que no lograron ser vendidos, este problema le significaba a la empresa una pérdida de \$192.115.000, afectando de manera directa al costo del inventario y a su vez a la planeación, producción, compras y ventas. Por ello se planeó la disminución del costo a \$60.229.000 o menos, utilizando al Lean Six Sigma como metodología para la solución de problemas y otras herramientas que ayuden al proceso de manejo y control de inventarios. El desarrollo de la investigación ayudará a la solución del problema presentado, el beneficio se verá reflejado en la planificación de la planeación de producción y la disminución del costo del inventario.

(Figueroa & Lopez, 2021) De igual forma, una distinta empresa presentaba un problema en su inventario debido a una rotura de stock de productos terminados generados por tener un pronóstico de la demanda ineficaz, inexactitud al momento de tomar el inventario y un insuficiente control del Fill rate (satisfacción de los pedidos con el inventario). El propósito del investigador fue el de mejorar la gestión de este inventario que generaba problemas para así aumentar la eficiencia y tener un mejor control, para ello utilizó al six sigma en un nivel Yellow belt, el cual tiene como objetivo principal el reducir errores ya presentes utilizando herramientas cuantitativas y cualitativas, de la misma manera, aumentar la satisfacción del cliente interno, los vendedores, los cuales se mostraban insatisfechos, ya que no lograban concluir con sus ventas por no contar con el stock necesario y al tiempo que se necesitaba. Para realizar la mejora se emplearon herramientas como DMAIC, Proyección de mínimos cuadrados, Matriz de priorización y el AMEF; también se emplearon herramientas complementarias: Diagrama de Pareto, Diagrama de Ishikawa y Gráficas de Proyección de Demanda. Otros objetivos que el autor se planteó fueron los de:

- Implementar la Proyección de mínimos cuadrados para mejorar el pronóstico de la demanda
- Implementar la Matriz de Priorización permite mejorar el registro de inventarios
- Implementar el AMEF con el fin de aumentar el Fill rate

El autor para lograr la mejora realizó el cálculo del Sigma, con un conjunto de procesos con resultados continuos, los cuales se expresaron en una curva normal en donde se encontraba la media y la desviación estándar del proceso que se analizó y también se introdujo tanto los límites tanto superior como inferior de las especificaciones que se deben cumplir para que el producto sea conforme. Esto con la meta de identificar las causas raíz del problema, entender cómo es que éstas generan el problema y confirmar las causas con datos, por lo tanto, se desarrollaron teorías que explican cómo es que las causas raíz generan el problema, confirmar estas teorías con datos, para después de ellos tener las pocas causas vitales que estén generando el problema. Para el proceso de mejora, se utilizaron unos indicadores; el primero identifica las causas que me elevan el inventario, la segunda entrega un detallado diagnóstico en el que me enseña la situación actual de la empresa; el tercero detalla por medio de la evaluación en qué lugares se presentan más fallas a la hora del proceso de gestión de inventario.

(Trujillo Delgado & Caballero Castillo, 2021) Esta metodología fue aplicada, igualmente, para diagnosticar y brindar propuestas de mejora para los procesos de fabricación y almacenamiento de rollers en una empresa de servicios de decoración y producción de textiles utilitarios e implementando una correcta Gestión de Inventarios, para finalmente precisar la viabilidad

técnica y económica de la implementación. Inicialmente, se evidenciaron tres problemas que generaban el impacto económico más significativo. El primer problema era la baja productividad por hora-hombre, a raíz de la existencia de demoras prolongadas en tres procesos relevantes que generaba que no se satisfaga el takt time requerido. El segundo, era que el abastecimiento reactivo de accesorios generaba roturas de stock de dichos componentes, lo cual origina una desviación considerable en las existencias de la empresa. El último problema relevante identificado era el desperdicio de tela en la fabricación. Para combatir estos problemas, se hizo uso del Lean Six Sigma para establecer contramedidas las cuales fueron:

- Implementación de herramientas propias de la filosofía de Lean Manufacturing para asegurar la estabilidad operacional.
- Aplicación de técnicas de gestión de inventarios para optimizar el abastecimiento y almacenamiento
- Uso del ciclo de mejora DMAIC de la metodología Six Sigma para optimizar el aprovechamiento de recursos.

(Sanabria Machuca & Zavala Salinas, 2021) La principal razón de la presente investigación, era proponer planes de mejora para las compañías del sector construcción y así incrementar su rentabilidad, reduciendo el inventario y el scrap generado a lo largo del proceso productivo. Este exceso impacta negativamente a la rentabilidad por los altos costos de inventario que incurren. Para ello, se propuso un modelo integrando las herramientas de Lean Manufacturing: 5'S y estandarización Kaizen; con las de Planeamiento y Gestión de inventarios. Este modelo tenía 3 fases, la primera de ellas era la implementación de las 5'S, la cual se dio inicio con un registro fotográfico y una auditoria de la situación actual, con el fin de comparar las mejoras obtenidas tras la implementación, la segunda, fue clasificar los inventarios y priorizar los más relevantes. Con ello, se realizaron los pronósticos de la demanda y se determinó el modelo de inventarios por cada elemento o grupo de elementos que compartan características, la tercera, consistió en analizar los procesos con deficiencias a través de la metodología VSM, los cuales impactan negativamente a los inventarios. Tras identificar las posibles oportunidades de mejoras, se revisan los procedimientos actuales y se contrarrestan con guías de buenas prácticas. Con eso, se propone un manual de procedimientos para llevar a cabo los con deficiencias. Finalmente, se documentó el nuevo procedimiento, se capacitó al personal, y se realizó un seguimiento.

La presente investigación tuvo como objetivo “mejorar la productividad en el proceso productivo de pallets en la empresa Maderera Nuevo Perú S.A.C, mediante un Sistema de Gestión basado en Lean Six Sigma. Para ello, primero se realizó un análisis en el Área de producción utilizando el Diagrama de Ishikawa, VSM actual y documentos otorgados por la empresa, además se contó con la ayuda de los trabajadores de dicha área que mediante de un cuestionario nos brindaron mayor información con el fin de obtener las causas principales a la baja productividad. En segundo lugar, se trabajó con la metodología DMAIC y para ello se propuso utilizar dos pilares del TPM, que son el mantenimiento autónomo y el mantenimiento preventivo, acompañado de la metodología 5S y SMED, así como para llevar el control de la producción se propuso también el diagrama de SPC”. (Medina & Hoyos, 2017)

Esta implementación tuvo como meta llegar a una “gestión eficiente del inventario implementando la metodología LSS para mejorar el desempeño de tres procesos que influyen en el inventario del SFH en un 70% y alcanzar un mínimo del 90% de stocks correctos. El estudio se desarrolló en el SFH del Instituto Modelo de Cardiología Privado S.R.L. Se aplicó metodología DMAIC (definir, medir, analizar, implementar mejoras, controlar) en el proceso de recepción (PR), proceso de dispensación por dosis diaria unitaria (PDDU) y proceso de

distribución de insumos a servicios (PDS). Se definieron tres períodos: inicial (08/18-09/18) para calcular el desempeño base medido en número de errores/ciclo, implementación (10/18-12/18) para aplicar mejoras, y consolidación (01/19-03/19) para evaluar consistencia en el tiempo” (Teiler, 2019). El inventario del SFH fue monitoreado mensualmente entre los meses de abril y junio, en donde se detectaron diferencias en el stock físico y del sistema en un 36% de insumos contabilizados, dando un total de 29.897 unidades de diferencia. La hipótesis sugería que la metodología LSS (Lean Six Sigma) optimizaría los procesos que se seleccionaron y la gestión del inventario, dando un beneficio directo a la organización y a los pacientes

Para esta organización los buffers son una parte esencial para su correcto funcionamiento, los buffers “son soluciones acuosas de ácidos o bases débiles que minimizan un cambio de pH. Debido a que estos ácidos/bases son débiles establecen un equilibrio en solución” (Gerczei & Pattison, 2014). Los buffers son usados para el proceso de purificación, funcionando como filtros para captar impurezas en la insulina a usarse. El objetivo de este proyecto era mejorar y estandarizar el proceso de reemplazo e inventario de esos buffers, utilizando la metodología Lean Six Sigma. Para el desarrollo de este proyecto se utilizó las herramientas de DMAIC en fusión con herramientas de Lean para poder identificar la manera óptima en la que se podía hacer el proceso de reemplazo y organizar y optimizar el inventario de estos. Una vez completado el análisis se aplicó como estrategia de mejora la metodología 5 S y el proceso se convirtió en estructurado, controlado y estandarizado, cumpliendo así con el objetivo de optimización (proceso de purificación de la molécula de insulina). (Hernández Mulero, 2021).

(Larriva, 2021) El siguiente proyecto se basó en la aplicación de herramientas proporcionadas por la metodología DMAIC del LSS, con el objetivo de conseguir la reducción del inventario que se encuentra obsoleto por la falta de repuestos en los inventarios que se encuentran disponibles para la venta. Tras análisis se detectaron dos problemas que más afectaban a este inventario: el tiempo de reinstalación de los repuestos en los equipos y una falta de revisión en los métodos usados en los pronósticos de compra no incluyendo los repuestos de equipos inoperativos, siendo objetivo del proyecto reducir el valor monetario del inventario inoperativo en un 20,23% el promedio mensual. desabastecimiento de equipos para ventas lo cual repercutió en la reducción hasta de un 2% mensual en la facturación de equipos. Para alcanzar este objetivo, el autor (2021) afirmó lo siguiente:

Se aplicaron varias de las herramientas Six Sigma, y se siguió como marco de referencia la metodología DMAIC aplicando en su orden las 5 etapas: 1) en la etapa Definición se usaron herramientas como Pareto, matriz de decisión, diagrama SIPOC entre otros para definir el alcance del proyecto y los actores que estarían involucrados en su desarrollo, 2) la etapa de Medición que a través de mapas y flujos de procesos, y recolección de datos se estableció los factores sobre los que correrá el análisis, 3) la etapa Análisis, que permitió determinar las causas raíces del problema, 4) la etapa Mejora en la cual se implementó el plan de acción para eliminar las causas previamente identificadas, 5) finalmente la etapa de Control en la cual se estableció un sistema de seguimiento de las acciones implementadas y tener sostenibilidad en las mejoras desarrolladas. (p. I)

(Maldonado, 2021) DECORACIONES DAVID'S S.A.S es una empresa dedicada al diseño, fabricación, distribución y comercialización de productos decorativos tales como vasos, platos, cubiertos, manteles festoneados, etc. Esta busca crecer y fortalecer la gestión de sus procesos e implementar herramientas que les ayuden a mejorar los tiempos de sus procesos y reducir sus desperdicios. Sus principales problemas radican en el costo y el espacio asignado para almacenar el inventario de productos tercerizados, lo cual se aborda en el presente proyecto.

Para solucionar sus problemas se propone un plan de mejora basado en la LSS, dividido en 4 etapas; en el primero y segundo se pretende definir, describir y medir las variables críticas del proceso para obtener el estado actual de la empresa, en el tercero se identifica la actividad de mayor impacto, se establece la relación causa-efecto entre las variables evaluaciones y costos analizados. Finalmente, se presenta la fase de mejora, en la que se crean escenarios de análisis comparativo y se identifica su mejora y el plan de control correspondiente.

(Sotomayor Ponte, 2018) En el siguiente trabajo se hicieron uso de las herramientas del Lean Six Sigma para llevar a cabo la mejora del proceso de abastecimiento de equipos de bombeo en una empresa que distribuye esos equipos. Lo primero que se hizo fue analizar la situación actual, hallándose la baja eficiencia de los procesos de logística, debido al elevado ciclo de abastecimiento, deficiente gestión del inventario y a falta de procedimientos estandarizados. Luego se utilizó la metodología DMAIC para implementar la propuesta de mejora. Lo siguiente, fue analizar y usar las herramientas del Six Sigma, a fin de reducir el tiempo de abastecimiento. Asimismo, se planteó normalizar los procesos del ciclo logístico y un sistema de gestión de inventario.

Burgos y Pabón (2011) afirmaron lo siguiente:

Esta investigación desarrolló un sistema para mecanizar el inventario del laboratorio de una planta química de Puerto Rico. Utilizó el inventario de 3 laboratorios: “In-Process” - Materia Prima, Microbiología y Final. Para analizar utilizó la metodología “Lean Six Sigma” y el modelo DMAIC. Se inició en septiembre del 2011. Los resultados fueron los siguientes: se redujo el 15 % de los niveles de inventario del laboratorio, diseñó una estrategia de manejo de inventario de manera permanente, facilitó el control de inventario, redujeron los gastos de materiales y suministros en un 10 % y las horas de trabajo del personal dedicado a gestionar el inventario. La contribución principal fue desarrollar una estrategia para facilitar las solicitudes de suministros, materiales y consumibles en el recibo, almacenamiento, uso y reposición que se utilizará en el laboratorio y descubrir una forma costo efectiva para el beneficio del personal que trabaja en el mismo. (p. 1)

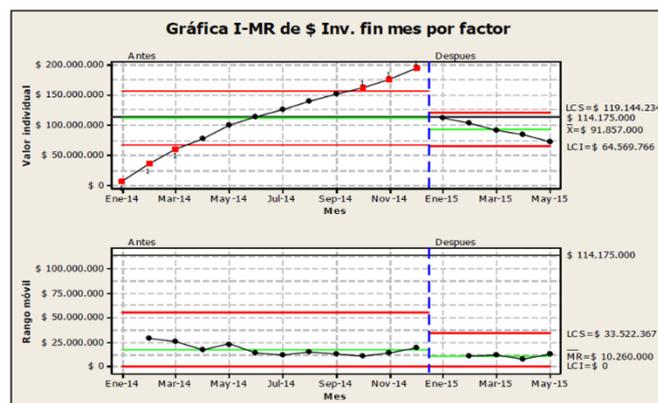
El siguiente trabajo fue implementado en Industria de Alimentos Cárbel S.A, su planta procesadora de carnes frías Rieti presenta deficiencias en su producción, ya que se están presentando pedidos no despachados debido a falta de existencias o inventario, provocando así ventas perdidas. Restrepo (2019) afirmó que:

Este problema se genera por una mala planeación de la producción y una ineficiente capacidad de producción, por tal motivo el autor se enfocó en mejorar el sistema productivo de la planta de procesamiento con el fin de mejorar el nivel de servicio, la productividad, satisfacción del cliente y la rentabilidad para la empresa; para lo cual se hará uso de la metodología LSS aplicando herramientas como Voz del cliente, Análisis estadístico, Kanban y Value Stream Mapping. Dichas herramientas pretenden dar solución a la problemática que presenta los procesos de abastecimiento de producto terminado a despacho. El VSM, permite ver el flujo del proceso y el flujo de comunicación dentro de la cadena de valor con el fin de identificar los desperdicios y desarrollar un plan de mejora; y el Kanban ayuda a aumentar la eficiencia del proceso de producción. (p. 13)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

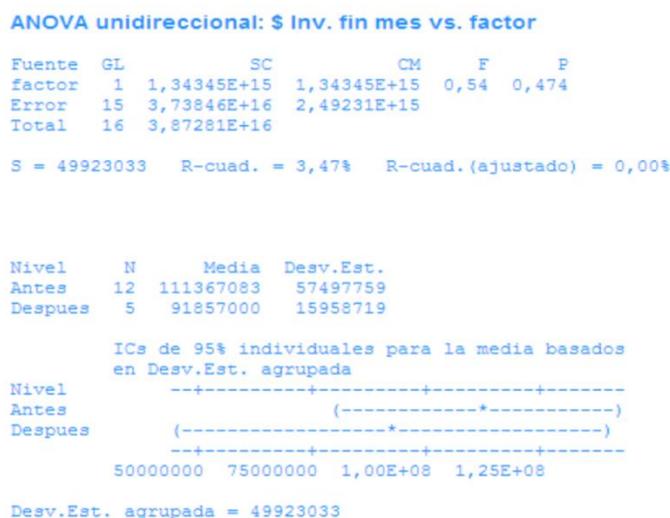
Las diversas aplicaciones de la metodología LSS en las empresas u organizaciones, explicadas líneas arriba, tuvieron un impacto positivo lo cual generó rédito y una mejora en su control de sus inventarios como en el caso de la empresa LINGER'MY, en la cual, al comienzo, se identificaron los problemas existentes así diseñar una propuesta que logre mejorar la planeación de la producción. Se hicieron uso modelos de análisis de series de tiempos ya que se contaban con datos históricos de la demanda. Exactamente se tomaron los datos históricos mes a mes correspondientes al año 2014 y los primeros tres meses del 2015 (enero, febrero, marzo) con esto se buscará proyectar los meses siguientes. Posterior a esto, se analizó el error de los pronósticos por medio de la desviación media absoluta (DMA) y la señal de rastreo (TS) con el fin de identificar que tan desviado está dicha proyección. Posteriormente se halló el Promedio Media Móvil Simple, el modelo consiste en promediar los datos de la demanda del periodo anterior con el fin de obtener así el pronóstico del siguiente periodo. Se logro un resultado beneficios debido a que las pruebas estadísticas lograron ser positivas, esto se reflejaron en graficas que fueron desarrolladas en el transcurso del proyecto, por ejemplo, en la gráfica de costo de inventario de fin de mes del antes y después se observó que los datos del antes eran muy variables dentro de los límites de especificación, pero unos se encuentran por encima de la meta que deseamos que es 114.175.000. Y al realizar la prueba de hipótesis se observa p valor es 0,474 lo que es mayor a 0,05 indicando que se acepta la hipótesis y que se está cumpliendo con el objetivo planteado, como se percibió en la gráfica de caja de \$ inv. fin de mes. (Aguirre & Estacio, 2015)

Figura 1. Grafica I-MR de \$Inv. Fin de mes por factor



Nota. Adaptado de Disminución del costo de inventario a través de la Metodología Lean Six sigma y herramientas de ingeniería Industrial [Fotografía], por Aguirre & Estacio, 2015

Figura 2. ANOVA unidireccional: \$ Inv. Fin de mes vs. factor



Nota. Adaptado de Disminución del costo de inventario a través de la Metodología Lean Six sigma y herramientas de ingeniería Industrial [Fotografía], por Aguirre & Estacio, 2015

Otro resultado exitoso fue el caso de la empresa de hidrocarburos, que resultó en un aumento del 41% en la eficiencia del pronóstico de la demanda, un aumento del 4,95% en la precisión del inventario y un aumento en la tasa de llenado. en un 3,43%. Las fases de mejora y control ayudaron a conseguir las siguientes acciones: desarrollo de una base de datos para el seguimiento de pedidos y consumos en fábrica, creación de un plan de formación sobre estrategias de optimización de uso, decisión de fabricar artículos con características inusuales y sus acciones iterativas de control a través de gráficos de control. (Figuroa & Lopez, 2021)

De igual forma, la aplicación de la LSS en otra empresa trajo como resultado de su aplicación un incremento del 14% en la eficiencia del uso de la tela. Finalmente, para la evaluación económica se han estimado los flujos de ingresos y gastos para un horizonte de cinco años, teniendo en cuenta que estos últimos se financian íntegramente con capital propio. Con una inversión inicial de S/. 26,480, se logra una utilidad total de S/ 0.50,557 y una tasa interna de retorno del 85%. Además, se validó mediante la simulación Monte Carlo que, para cada escenario evaluado mediante el cambio de cinco variables predictoras, el VAN y la TIR garantizan la viabilidad del proyecto. (Trujillo Delgado & Caballero Castillo, 2021)

En la implementación titulada “Optimización de procesos relacionados con la gestión del inventario de la farmacia hospitalaria del Instituto Modelo de Cardiología Privado S.R.L mediante el uso de la Metodología Lean Six Sigma” se obtuvieron los siguientes resultados según Teiler (2019):

Comparando el período inicial vs. Consolidación los errores disminuyeron: PR de 0,135 errores/recepción a 0,033 errores/recepción, PDDU de 0,064 errores/paciente a 0,008 errores/paciente y PDS de 1,294 errores/pedido a 0,044 errores/pedido respectivamente. En el período de consolidación el 95,95% de stocks fueron correctos vs. el 63,42% del período diagnóstico. (p. 1)

Larriba en su investigación y la posterior implementación de las mejoras. Como resultado, el inventario no operativo promedio mensual se redujo en un 21.13%, lo que permitió aumentar

la cantidad de dispositivos a la venta en 3 a 4 dispositivos más, aumentando la facturación mensual y una recuperación del margen bruto mensual de \$6,801 a pesar de que hubo problemas con las operaciones de la empresa por la pandemia y su mayor impacto en las importaciones fue durante los meses de noviembre y diciembre por las constantes restricciones a los vuelos internacionales. (Larriva, 2021)

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Aplicando la metodología LSS se logra la mejora de la gestión de inventarios que presentaban problemas.
- La implementación del Six Sigma en las áreas de planeamiento y control de la producción permitió disminuir la rotura de stock en una empresa mejorando la eficiencia.
- Una consecuencia de implementar LSS es la mejora del pronóstico de la demanda, en una de las empresas, mencionadas líneas arriba, se logró hacerlo en un 41% con lo cual se pudo reducir S/ 2,377,482 de soles en costos de los seis productos acuosos más representativos que fueron seleccionados para el análisis.
- Posteriormente, al realizar el análisis de los resultados, se comprobó que de los tres métodos de proyección de la demanda el más acertado con respecto a la demanda real es el de mínimos cuadros en todos los productos que se analizaron.
- Se tiene una mejor exactitud con el inventario, cuando existe un encargado que este a cargo de los productos en cuestión y vele por el registro exacto y tenga un correcto seguimiento de los productos.
- La mejor distribución y manejo del inventario permitió a las empresas mejorar sus márgenes de ganancia y además satisfacer las necesidades de sus clientes en un tiempo adecuado.

Recomendaciones

- Se debe generar una cultura de orden y limpieza en los inventarios, para poder lograrlo, se necesita de constancia y personal encargado y capacitado que realice las revisiones, auditorías y seguimiento de la implementación a realizarse.
- El personal gerencial debe mantenerse comprometido y motivado, esto es muy importante para el éxito de la implementación de las herramientas de la metodología, ya que ellos son los encargados de dirigir la empresa e imponer metas y objetivos, además de aportar los recursos que sean necesarios.
- Los datos históricos a usarse deben de ser precisos, con el fin de que al momento de realizar comparaciones con una posterior implementación sean puntuales y reflejen una correcta y buen uso de esta.

Referencias Bibliográficas

- Aguirre, Nancy; Estacio, C. (2015). *Disminución del costo de inventario a través de la metodología lean six sigma y herramientas de ingeniería industrial*.
- Bonilla, E., Diaz, B., Kleeberg, F., & Noriega, M. T. (2010). *No Mejora continua de los procesos: Herramientas y técnicas*.
- Burgos, L. O., & Pabón, D. M. (2011). *Optimización en el Manejo del Inventario de Laboratorio en una Planta Química de Puerto Rico*.
- Camison, Cesar; Cruz Sonia; Gonzales, T. (2006). *Gestión de la Calidad: Conceptos, enfoques, modelos y sistemas* (C. Alberto (ed.); Pearson).
- Cantón Mayo, I. (2010). Introducción a los procesos de calidad. *REICE. Revista Iberoamericana Sobre Calidad, Eficacia y Cambio En Educación*, 8(2), 3–18.
- Celis, O. L. M., & García, J. M. S. (2012). A technological approach to the development of logistic projects using “Lean Six Sigma.” *Estudios Gerenciales*, 28(124), 23–43. [https://doi.org/10.1016/S0123-5923\(12\)70214-0](https://doi.org/10.1016/S0123-5923(12)70214-0)
- Felipa, J. (2014). Metodología De Implantación De Modelo De Mejora De Procesos Lean Six Sigma En Entidades Bancarias. *Universidad de Piura*, 91. <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/2762>
- Figueroa, J., & Lopez, C. (2021). *Implementación de Six Sigma para mejorar la gestión de inventarios en una empresa de hidrocarburos*.
- Gerczei, T., & Pattison, S. (2014). 11 Understanding the Importance of Buffers in Biological Systems. *Biochemistry Laboratory Manual For Undergraduates An Inquiry-Based Approach*. <https://doi.org/10.2478/9783110411331.11>
- Hernandez, C. (2014). *Metodología lean Six Sigma, sus herramientas y ventajas*. 91.
- Hernández Mulero, R. (2021). *Mejoras al Proceso de Reemplazo e Inventario de Filtros Utilizando la Metodología Lean Six Sigma*. 80094. <http://prepository.org:80/xmlui/handle/20.500.12475/1143>
- Larriva, J. (2021). *Aplicación de herramientas Lean Six Sigma y Administración de la Cadena de Suministro para la reducción del volumen de inventarios registrados como inoperativos en una empresa de importación de maquinaria industria*.
- Maldonado, M. (2021). Propuesta para la disminución del indicador de merma en inventario de producto tercerizado en la empresa Decoraciones David’s S.A.S utilizando herramientas de la metodología Lean Six Sigma. *Ciencias Unisalles*, 57–58.
- McCarty, & Bremer. (2004). *Six sigma black belt handbook*.
- Medina, G., & Hoyos, G. (2017). *Mejora de la productividad mediante un sistema de gestión basado en lean six sigma en el proceso productivo de Pallets en la empresa maderera Nuevo Peru S.A.C*.
- Ogalla, F. (2005). *Sistema de Gestión*. Ediciones Diaz de Santos.
- Ramírez Cusco, O., & Salinas Huánuco, L. F. (2011). Propuesta de mejora en el control de inventarios de repuestos y componentes CAT en una empresa minera utilizando la metodología six sigma. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*.

<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/315638>

- Ramírez, J., López, V., Hernández, S., & Morejón, M. (2021). Lean Six Sigma E Industria 4.0 En Lean Six Sigma E Industria 4.0, Una Revisión Desde La Administración De Operaciones Para La Mejora Continua De Las Organizaciones. *Publicación Cuatrimestral*, 5(4), 151–168.
- Restrepo, J. (2019). *Propuesta de mejoramiento del sistema productivo en carnes Frías Rieti utilizando metodología lean six sigma*.
- Sanabria Machuca, A. A., & Zavala Salinas, G. J. (2021). Modelo integrado de Lean Manufacturing con Gestión de Inventarios para reducir el inventario y scrap generado en el sector de acabados de construcción. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/654544>
- Sotomayor Ponte, E. L. (2018). Propuesta de mejora del proceso de abastecimiento de equipos de bombeo en una empresa distribuidora usando las herramientas de Lean Six Sigma. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*. <http://hdl.handle.net/10757/624507><https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/624507>
- Teiler, J. (2019). Optimización de procesos relacionados con la gestión del inventario de la farmacia hospitalaria del Instituto Modelo de Cardiología Privado S.R.L mediante el uso de la Metodología Lean Six Sigma. *Revista de La OFIL*, 31(1), 58–63. https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1699-714X2021000100013&lng=es&nrm=iso&tlng=es<https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/18568>
- Trujillo Delgado, C. S., & Caballero Castillo, A. (2021). Diagnóstico y propuesta de mejora en una empresa de servicios de decoración y producción de textiles utilitarios aplicando herramientas de Lean Six Sigma y Gestión de Inventarios. *Pontificia Universidad Católica*, 2. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/18838>