

# Methodology to improve profitability by improving the supply chain based on Lean Six Sigma and Digital Transformation in a company in the pharmaceutical sector in the Post Covid-19 era.

Pezo Fflores, Carlos Sebastian BSc<sup>1</sup>, Ruiz Gonzales, Alejandro, BSc<sup>2</sup>,  
Cynthia Elias Giordano Mg<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ingeniería de Gestión Empresarial, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Facultad de Ingeniería, Perú, [U20171a205@upc.edu.pe](mailto:U20171a205@upc.edu.pe), <sup>2</sup>Ingeniería de Gestión Empresarial, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Facultad de Ingeniería, Perú [U201716253@upc.edu.pe](mailto:U201716253@upc.edu.pe), <sup>3</sup>Ingeniería de Gestión Empresarial, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Facultad de Ingeniería, Perú, [pcinceli@upc.edu.pe](mailto:pcinceli@upc.edu.pe)

*In Peru, the importance of the pharmaceutical and medicine industry lies in the fact that it is one of the most complex industries that has always been questioned due to the high prices of the products and the direct impact it generates on the health of the population, this sector was affected positively and negatively by the situation of the COVID-19 pandemic, in the first case the demand for medicines increased, especially companies with the largest market share, which generated an increase in their net income of the 13.8% average, however the increase in the exchange rate in recent years has affected pharmaceutical companies and demand because 50% of pharmaceutical products are imported; As a strategy to reduce costs, national laboratories have begun to develop internal manufacturing processes, however, this strategy has not been effective due, among other factors, to shortage problems affecting the supply chain. One of the main needs of this subsector is to have a management model that allows improving the performance of the supply chain in the short term using appropriate management tools; Therefore, the objective of this research is to contribute to the innovation of the supply chain processes of pharmaceutical companies in order to increase their performance through the application of Lean Six Sigma and Digital Transformation methodologies and thus contribute to increase your profitability.*

*Keywords— Lean Six Sigma supply chain, Digital transformation, profitability and pharmaceutical sector*

**Digital Object Identifier:** (only for full papers, inserted by LEIRD).  
**ISSN, ISBN:** (to be inserted by LEIRD).  
**DO NOT REMOVE**

# Metodología para mejorar la rentabilidad mediante la mejora de la cadena de suministros en base al Lean Six Sigma y Transformación Digital en una empresa del sector farmacéutica en la era Post Covid-19.

Pezo Fflores, Carlos Sebastian BSc<sup>1</sup>, Ruiz Gonzales, Alejandro, BSc<sup>2</sup>,  
Cynthia Elias Giordano Mg<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ingeniería de Gestión Empresarial, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Facultad de Ingeniería, Perú, U20171a205@upc.edu.pe, <sup>2</sup>Ingeniería de Gestión Empresarial, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Facultad de Ingeniería, Perú U201716253@upc.edu.pe, <sup>3</sup>Ingeniería de Gestión Empresarial, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Facultad de Ingeniería, Perú, pcinceli@upc.edu.pe

*Abstract— En Perú la importancia de la industria farmacéutica y de medicamentos radica en que es una de las industrias más complejas que siempre ha sido cuestionada debido a los altos precios de los productos y por el impacto directo que genera en la salud de la población, este sector se vio afectado de manera positiva y negativa por la coyuntura de la pandemia del COVID-19, en el primer caso se incrementó la demanda de medicamentos, sobre todo las empresas con mayor participación de mercado, lo que genero un incremento de sus ingresos netos del 13.8 % promedio, sin embargo el incremento del tipo de cambio en los últimos años ha afectado a las empresas farmacéuticas y la demanda debido a que el 50% de los productos farmacéuticos son importados; como una estrategia para reducir los costos, los laboratorios nacionales han comenzado a desarrollar procesos de fabricación interna, sin embargo, esta estrategia no ha sido efectiva debido entre otros factores a problemas de desabastecimiento afectando a la cadena de suministro. Una de las principales necesidades de este subsector es contar con un modelo de gestión que permitan mejorar el desempeño de la cadena de suministro en el corto plazo utilizando herramientas de gestión adecuadas; por lo tanto, en esta investigación se tiene como objetivo el contribuir a la innovación de los procesos de la cadena de suministro de las empresas farmacéuticas con el fin de incrementar su desempeño mediante la aplicación de las metodologías Lean Six Sigma y Transformación digital y así contribuir al incremento de su rentabilidad.*

**Keywords--** — Cadena de suministro Lean Six Sigma, Transformación digital, rentabilidad y sector farmacéutico.

## I. INTRODUCCIÓN

La economía peruana es la sexta economía más grande de América Latina y el Caribe, con un Producto Interno Bruto (PIB) equivalente a USD 231 mil millones, lo que la sitúa en el quinto PIB per cápita de la región sudamericana. Esta posición se ha logrado gracias a que, en las últimas dos décadas, la actividad económica creció a un ritmo promedio anual del 4,8 %, el más alto de la región, lo que le permitió casi cuadruplicar su ingreso per cápita, mientras el promedio de la región en su

**Digital Object Identifier:** (only for full papers, inserted by LEIRD).  
**ISSN, ISBN:** (to be inserted by LEIRD).  
**DO NOT REMOVE**

conjunto apenas aumentó 1,6 veces [1]. Dentro de los componentes del PBI se encuentra el sector manufactura, el cual es uno de los principales motores de la economía, este sector en el año 2022 represento el 11.7 % del PIB [2]

Respecto a la industria farmacéutica en general esta estuvo creciendo previo a la pandemia, ya que en el año 2017 sus ventas crecieron de US\$ 1,580 millones a US\$ 1,740 millones con respecto al 2016; el 2018 las ventas se situaron en US\$ 1,850 millones y durante 2019 estas alcanzaron US\$ 1,920 millones, sin embargo, las ventas durante el año 2020 crecieron 0 % debido a que el gobierno se enfocó en la prevención y combate del Covid-19 lo que afecto otras compras de medicamentos, lo anterior impacto de forma más severa en las empresas nacionales y en menor medida en las empresas importadoras; finalmente al final del año 2022 las ventas de medicamentos habían repuntado en cerca del 10 % pero aún no han recuperado los niveles previos a la pandemia.[3]

Ahora bien, considerando la industria nacional de fabricación de productos farmacéuticos, esta desde el año 2020 comenzó a mostrar signos de pérdida de mercado, por un lado, debido a que el principal cliente que es el gobierno se enfocó en la importación de productos para el Covid-19 y, por otro lado, una serie de cambios en las leyes han beneficiado a las empresas extranjeras al exonerarlas de requisitos para proveer al estado, lo que ha permitido su crecimiento y que en la actualidad mantengan una participación mayor al 60 %, cuando en años previos a la pandemia su participación se situaba en el 20 % [4]

Ante la situación anterior, como una estrategia para reducir los costos e incrementar sus ventas, los laboratorios nacionales han comenzado a desarrollar procesos de fabricación internos, sin embargo, esta estrategia no ha sido efectiva debido entre otros factores a problemas de desabastecimiento, afectando a la cadena de suministro, siendo que según estudios las ventas perdidas por falta de sincronización de la cadena de suministros alcanzan hasta el 17% de la venta real [5].

Considerando una encuesta realizada a laboratorios nacionales se identificó que existen algunas características que son similares a la mayoría de ellos, siendo las más representativas:

- a) existe un bajo nivel de automatización de los procesos lo que impacta en la productividad y afecta la generación de información que favorezca la toma de decisiones,
- b) no todos los laboratorios cuentan con la solvencia económica para invertir en tecnologías que les permitan mejorar el desempeño de sus procesos,
- c) la tercerización de algunas actividades es bastante compleja ya que falta de conocimiento y de procesos articulados afectan el desempeño de las cadenas de suministro,
- d) el 80 % de los encuestados manifestó no contar con experiencia en la tercerización de los procesos logísticos, e) no existe ni se está fomentando una cultura hacia la mejora continua y desarrollo de métodos de gestión,
- e) la falta de capacidades técnicas y conocimiento de herramientas modernas ha generado un incremento en los costos lo que ha afectado la rentabilidad de las empresas,
- f) los conceptos básicos de cadena de suministro son desconocidos por más del 50 % de los trabajadores[6]

Por lo tanto, el uso de herramientas de gestión utilizadas en conjunto con la tecnología en diversos es uno de los grandes desafíos para las compañías manufactureras, por lo que la motivación de la presente investigación es establecer un modelo basado en las metodologías Lean Six Sigma y Transformación Digital que contribuya a la mejora de la rentabilidad de las empresas farmacéuticas peruanas.

El presente artículo se divide en 5 secciones las cuales son: la sección 1 presenta la introducción, la sección 2 presenta el Estado del Arte que señala investigaciones actuales acerca de temas influyentes al contexto del problema y propuesta de solución, la sección 3 que se basa en el aporte causado por la innovación de las herramientas propuestas, la sección 4 evidencia el proceso de validación de manera cuantitativa y los principales resultados y finalmente la última sección muestra las conclusiones de la investigación y los temas de exploración que puedan surgir en el futuro

## II ESTADO DEL ARTE.

### A. *Lean Six Sigma (LSS)*

El Lean Six Sigma, conocido también como el proceso esbelto, es una filosofía cuyo enfoque es erradicar los procesos u actividades que no añaden valor en la organización, lo cual hace que muchas empresas opten por lograr sus objetivos aplicando la tecnología, esta metodología es la combinación de dos metodologías, las cuales son Lean y Six Sigma, que representa la manera de trabajar de forma unida brindando el servicio de calidad a los clientes. [7] La aplicación de dicha herramienta es útil cuando se requiere corregir como, por ejemplo: inventarios, retrasos u esperas, inspecciones, etc., ya que permite incrementar la velocidad de las actividades claves mediante la eliminación de obstáculos que perjudican en los procesos.[8]

Es fundamental dentro de una empresa alcanzar la ventaja competitiva a fin de generar los máximos rendimientos posibles y con la ayuda de la metodología Lean Six Sigma, teniendo como al cliente como prioridad y generando procesos operativos eficientes se genera un impacto en el flujo de las operaciones, centrándose en factores como: costos y tiempo, que esto en las empresas se traduce como dinero y ganancias. [9]

Son múltiples los beneficios que proporciona esta metodología a las empresas, sin embargo, los principales se pueden establecer como:

- a) Reducción del riesgo y el costo operativo al reducir el tiempo de ciclo del proceso, esta reducción del tiempo de ciclo es consecuencia de contar con un proceso simplificado y menos fallas.
- b) Incrementa los ingresos al ofrecerse mejores productos o servicios que satisfacen las necesidades de los clientes.
- c) Incremento de la satisfacción del cliente al alinear los procesos productivos a la generación de productos o servicios que cumplan con las exigencias del cliente y,
- d) Genera una cultura de mejora continua. [10]

El objetivo primordial del método Lean Six Sigma es suprimir todos los aspectos que impidan o dificulten que el producto no se ajuste a los requerimientos del cliente. Reduce, por ello, los defectos en la entrega final.

Los desperdicios que trata de eliminar son:

- a) Defectos,
- b) Sobreproducción,
- c) Esperas,
- d) Talento no empleado,
- e) Transportes no necesarios,
- f) Inventario,
- g) Movilidad innecesaria.[11]

Por lo tanto, la intención del modelo es que, partiendo de una visión estratégica, se pueda llegar al detalle operativo, sin que se pierdan de vista los objetivos logísticos [12]

### 5S

La metodología de las 5S, permite la posibilidad de organizar, mantener y mejorar el ambiente, las condiciones, el orden y la limpieza de las diferentes áreas a través de la participación de todos los integrantes de una organización, al establecer el concepto de organizar, este se traduce como mejores condiciones de trabajo, lugares más seguros, mejores ambientes de trabajo y empleados más motivados y productivos. [13]

La metodología 5S consta de cinco pilares que dan nombre al método, Seiri (sentido de uso), Seiton (orden), Seiso (limpieza), Seiketsu (estandarización), Shitsuke (disciplina), estos pilares se desarrollan en forma secuencial y el beneficio de su implementación es un incremento de la productividad al desarrollar procesos ordenados, en condiciones de limpieza,

estandarizando los mismos y maximizando el uso de recursos. Este método se puede aplicar en el corto plazo ya que no requiere mucho capital para su implementación y se caracteriza por una búsqueda de mejora continua [14]

### *Kaizen*

Kaizen es una herramienta considerada como mejora continua, que hace significado a la acción de cambio constante en las organizaciones. Así mismo, es un concepto general para una filosofía de gestión basada en un conjunto de principios y valores con herramientas y técnicas a las partes de control en una empresa [15]

Al aplicar esta herramienta se logra la consecución de los objetivos empresariales de manera positiva y que los trabajadores consideran necesaria en poner en marcha, puesto que su práctica en las actividades de la cadena de suministro a generado resultados monetarios, no monetarios y cualitativos, así como mejoras en la productividad y volumen de producción [16].

### *DMAIC*

El método DMAIC El acrónimo DMAIC (definir, medir, analizar, mejorar y controlar) marca el rumbo de una secuencia de 5 de fases a fin de lograr la mejora de los procesos. A continuación, se describe cada una de ellas:

*Definir:* Esta fase tiene como objetivo mostrar la necesidad que presenta el cliente, luego documentar el problema o caso del negocio y de esta manera determinar los posibles procesos para la mejora.

*Medir:* Hace alusión al rendimiento y responde a la pregunta de qué se necesita para mejorar. Consiste en mapear el proceso y determinar la fiabilidad de los datos.

*Analizar:* Identificar fuentes de variación y causas raíz, se centra en los procesos y los factores de influencia. El objetivo es poder cambiar las causas, teniendo como objetivo perfeccionar la identificación del problema.

*Mejorar:* Se trata de hacer cambios para incrementar el rendimiento. Asimismo, lograr determinar los beneficios y riesgos asociados con la solución del problema y de esta manera pilotear la posible mejora.

*Controlar:* Se asegura de establecer controles para el mantenimiento de las mejoras realizadas, es importante la atención de las medidas imprescindibles para garantizar la continuidad y seguimiento de la mejora, de esta forma, se valora tanto la satisfacción del cliente como el término económico. [17]

### *B. Transformación digital.*

La transformación digital es la integración de tecnologías digitales en todas las áreas de un negocio, cambiando fundamentalmente la forma en que opera y crea valor para los clientes. También es un cambio cultural que requiere que las organizaciones desafían continuamente el statu quo, experimenten y acepten el fracaso.[18]

Adicionalmente, puede implicar el rediseño de productos, procesos y estrategias dentro de una organización aprovechando las tecnologías digitales, por lo tanto, la transformación digital requiere un examen y reinversión de la mayoría, sino todas, las áreas dentro de una organización, incluidas las cadenas de suministro y los procesos de trabajo, las habilidades de los empleados y los procesos de discusión a nivel corporativo, tableros, interacciones con los clientes y su valor para las partes interesadas [19] Por lo tanto, la transformación digital es el proceso de usar tecnologías digitales para crear nuevos (o cambiar los existentes) procesos comerciales, cultura y experiencia del cliente para cumplir con los requisitos cambiantes del negocio y el mercado; es la introducción estratégica de tecnologías digitales para mejorar los procesos y la productividad, gestionar los riesgos del negocio y mejorar el servicio al cliente [20]

En la economía digital, la cual se vio impulsada de forma importante por la pandemia del Covid-19, las empresas han tenido que incorporar la digitalización de procesos y cambios en el modelo de negocios con el objetivo de mantenerse competitivos, siendo que analizando el impacto de la Transformación digital se han identificado las siguientes tecnologías como las más comunes:

- a) Big data,
- b) Omnicanalidad,
- c) Blockchain,
- d) Marketing multicanal, entre otros [21]

La transformación digital requiere tres aspectos los cuales deben de implementarse si se quieren lograr resultados relevantes, los cuales son:

✓ Tecnología: El uso de las herramientas tecnológicas digitales como redes sociales, dispositivos electrónicos, analíticos o integrados.

✓ Organizacional: Se requiere que exista un cambio en los procesos de la organización o en la creación de modelos de negocio de esta.

✓ Social: Influye en distintos aspectos de la vida humana que impliquen mejorar la experiencia de los clientes [22]

Por otro lado, para implementar la transformación digital será necesario que se apliquen cambios relacionados con la de las empresas, en el liderazgo y cultura organización, es así que es posible agrupar su impacto en tres niveles, los cuales son:

*Transformación de las experiencias del cliente:* Al tener un comportamiento más exigente en la actualidad los clientes, estos esperan que las empresas realmente comprendan y generen producto o servicios que sean eficientes y que el contacto entre empresa y cliente sea de mayor calidad.

*Transformación de los procesos de negocio:* Considerando que la mayor parte de la transformación digital se da en los procesos productivos de las empresas, una de las metas debe ser la automatización de estos para generar valor. Adicionalmente, esto facilita la velocidad de respuesta a fin de adaptarse a

nuevas necesidades de los clientes y así generar una mayor ventaja competitiva frente a otras empresas de mismo rubro y aumentar su rentabilidad.

*Cambio en los modelos de negocio:* Este aspecto genera una modificación en el modelo de negocio tradicional al convertirlo en uno digital. Asimismo, genera que se origine una alternativa en el canal por donde se ofrecen los productos y/o servicios utilizando soluciones digitales para el mismo [23].

Es por estas razones que se puede concluir que la transformación digital está cada vez más enfocada en generar ingresos y focalizarse a los clientes, puesto que, al colocar en el centro de sus conceptos a los clientes, las empresas aseguran el crecimiento ya que son estos los que las favorecen con la compra y recompra de sus productos o servicios. [24] Por lo tanto, la Transformación Digital (TD) es considerada la parte más compleja de la digitalización, debido a que es capaz de modificar los mercados, originar aplicaciones tecnológicas modernas y fomentar aún más los productos y servicios [25]. Por lo tanto, esta metodología ha revolucionado la manera en que las organizaciones se relacionan con sus clientes, desarrollan sus procesos internos y establecen modelos de negocios nuevos orientados completamente a los consumidores. [26].

*Digitalización de procesos en la industria farmacéutica.*

La digitalización de los almacenes optimiza la organización de la mercancía y el movimiento de los operarios, ayudando a reducir los costes de manipulación y gestión del producto.[27]

Por otro lado, la transformación digital en la industria farmacéutica implica adoptar e implementar nuevas tecnologías como blockchain, inteligencia artificial, códigos QR, etiquetas RFID, Internet de las Cosas (IoT), etc; estas nuevas tecnologías facilitan la evaluación de los problemas clave que enfrenta la cadena de suministro de la industria farmacéutica, como la optimización del inventario, la exposición de la materia prima al medio ambiente, la visibilidad de la cadena de suministro de extremo a extremo y más; además, el cambio a la transformación digital provocado por la pandemia de COVID-19 también ha permitido que los asuntos médicos adopten un enfoque de cliente omnicanal, lo que facilitará la integración de puntos de contacto digitales [28]

II APORTE.

*A. Vista general.*

El modelo propuesto consiste en la implementación de Lean Six Sigma para mejorar el desempeño de la cadena de suministros al eliminar las operaciones que no generan valor y maximizar la eficiencia del proceso, por otro lado, la transformación digital contribuirá con la digitalización de los procesos lo que permitirá automatizar las tareas repetitivas y generar valor a través de los datos al proporcionar información que facilite la toma de decisiones.

En la Fig. 1, se puede observar la forma en que interactúan estas metodologías propuestas con el objetivo de incrementar la rentabilidad mediante la mejora del desempeño en la cadena de suministro.

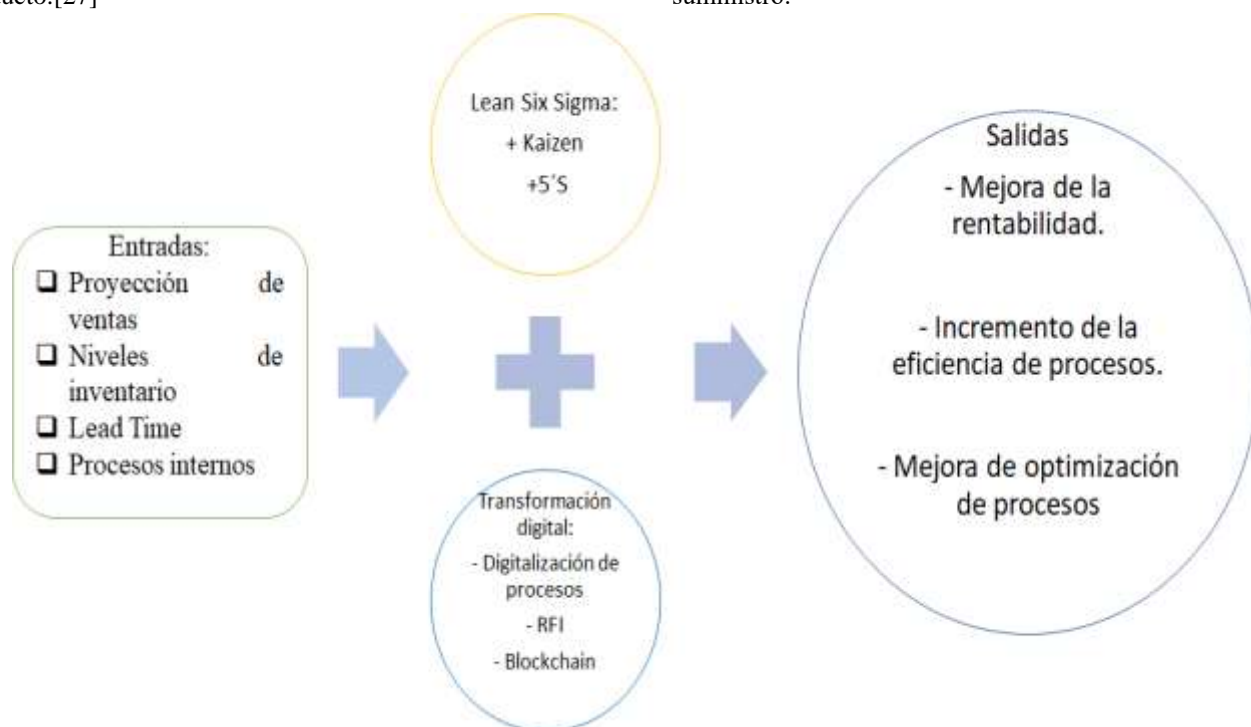


Figura 1 . Modelo propuesto

*B.- Vista de detalle.*

La metodología propuesta considera tres etapas a fin de lograr un incremento de la rentabilidad.

*Etapa 1 Mejora de los procesos en base a Lean Six Sigma y Transformación digital.:* En esta etapa se desarrollaran las mejoras de los procesos de almacenamiento utilizando Lean Six Sigma, el objetivo es identificar aquellas actividades que no generan valor y las que generan valor, dentro del proceso, se inicia con la clasificación de los productos por categoría, asignado categoría “A” a aquellos productos cuya rotación y valorización del inventario constituyan el 80 % del inventario total, “ clasificación “B” a aquellos productos cuya rotación y valorización representen el 15 % del inventario y Categoría “C” aquellos productos constituyan el 5 % del inventario total considerando su valorización y rotación.

Ya establecidas las familias, se procederá a designar un código único de producto para incorporarlo en una única base de datos que permita el acceso por las áreas la organización con el objetivo de mantener controlada la información, se establecerán los inventarios actualizados de cada producto y se procederá a almacenar los productos por categoría en el almacén: los productos “A” en aquellas ubicaciones que facilite

el ingreso y salida de productos del almacén al máximo, los productos “B” en la zona intermedia y los productos “C” en las áreas que de menor acceso al almacén

*Etapa 2 Proceso de abastecimiento (Lean Six Sigma y Transformación digital):* En esta etapa, se identificarán las existencias de los productos y se determinaran las cantidades a comprar a los proveedores considerando las necesidades de abastecimiento, el tiempo de abastecimiento de cada proveedor;

Así mismo, se tendrán en cuenta el abastecimiento de los productos al cliente con el objetivo de mantener controlado el stock y las existencias a fin de evitar roturas de stock que generen problemas en el cumplimiento de la demanda y de las ventas de la organización.

*Etapa 3 control de stocks( Transformación digital ).-* En esta se monitorearán los stocks de los productos tanto digitalmente como físicamente, se auditarán las existencias por familias (A,B, C), y en el caso de que existan productos faltantes por alguna circunstancia o deban de darse de baja, se procederá a la actualización del stock en el sistema a fin de mantener la información al día.

En la Fig. 2 se muestra la metodología propuesta.

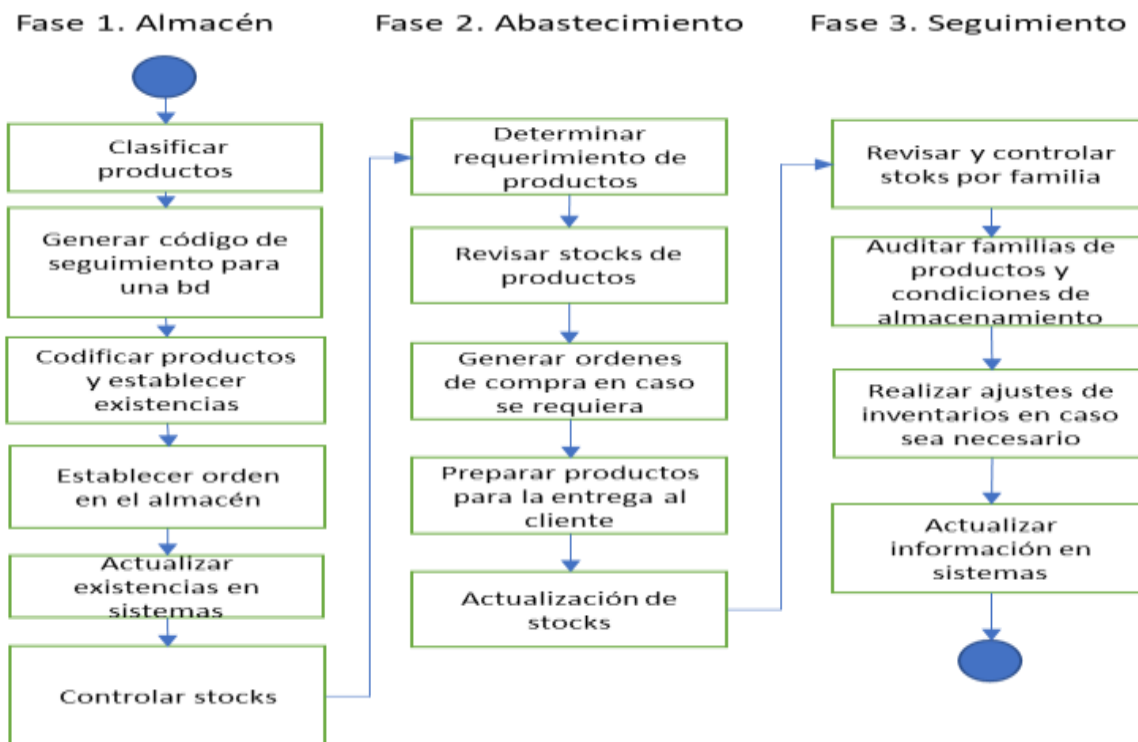


Figura 2.- Metodología Propuesta

C.-Vista de proceso

Proceso de almacenamiento (Lean Six Sigma-Transformación digital).

En la ejecución de este proceso, se identificarán el total de productos y se establecerá una base de datos mediante big data que permita estandarizar la información existente de cada producto, posteriormente se le asignará un código único a cada producto por cada presentación a fin de agilizar el manejo de información, siendo que este código único servirá de base para los procesos de control de stocks físicos mediante la tecnología RFI y el blockchain para la seguridad de la información.

Ya con los campos y códigos establecidos, se procederá a poder asignar una clasificación a cada producto en base a su rotación y valor en el inventario mediante el uso de una categorización ABC, cabe precisar que al mantener el proceso digitalizado, esta clasificación se mantendrá vigente ya que puede variar la demanda de algún producto o su valor, lo que permitirá generar un rápido ajuste de esta clasificación con el objetivo de mantener el máximo control posible, ya establecida la categoría del producto se le asignará una posición en el almacén y se mantendrá el cuidado y orden de mismo utilizando la herramienta de las 5'S, durante el ingreso al almacén se tendrá cuidado que el código este vigente a fin de facilitar el uso de la tecnología RFI lo que permitirá agilizar los procesos de almacén y del control documentario del inventario, así como se estructuran las cadenas de información a las cuales podrá acceder cada departamento con el fin de mantener segura la misma y facilite la auditoria de los procesos a través del blockchain. En la Fig. 4 se presenta el proceso diseñado.



Fig. 4 Proceso de Almacén.

Proceso de ingreso y ordenamiento de productos al almacén-5'S (Lean Six Sigma).

El proceso de ordenamiento de los productos en el almacén, se basa en el uso de la herramienta de las 5'S, durante este proceso se asignara dependiendo de la categoría ABC un espacio en el almacén que será donde se almacenaran los productos, durante el ordenamiento se trasladaran estos al sitio destinado y se procederá a tener especial cuidado en colocarlos en su espacio establecido, así mismo, se comprobara el estado de los productos ingresados y existentes en la posición física con el objetivo de separar aquellos que no estén en condiciones óptimas, los cuales serán dados de baja del stock.

Los productos ya ordenados generan como resultado información sobre el stock existente, misma que será transmitida a los diferentes responsables del proceso de almacenamiento con el objetivo de actualizar los stocks. En la Fig. 5 se muestra el proceso de ingreso y ordenamiento de los productos al almacén.

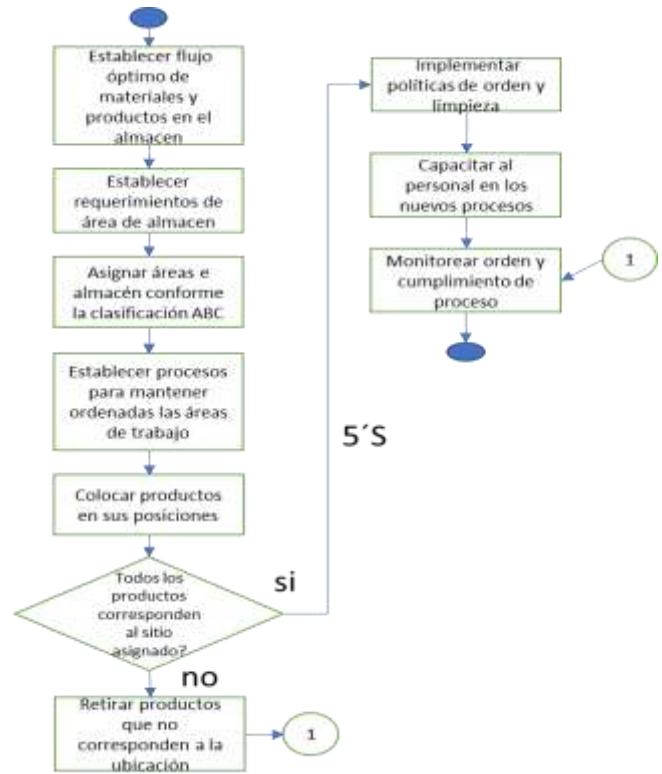


Fig. 5. Proceso de ingreso y ordenamiento de productos al almacén- 5'S

Proceso de abastecimiento (Lean Six Sigma – Transformación digital).

El proceso de abastecimiento inicia con la determinación de los requerimientos de productos, ya sea por urgencias o por compras planificadas, ya identificadas las necesidades de productos se identifican los stocks existentes a fin de determinar la cantidad de productos a abastecer con el objetivo de satisfacer

la demanda teniendo en consideración el lead time de los proveedores.

Posteriormente, se selecciona al proveedor y se genera el orden de compra la cual se remite de forma digital, al momento de que el proveedor este abasteciendo los productos, antes del ingreso al almacén se realizará una inspección inicial, en esta inspección de verificaran cantidades y características de los productos a fin de evitar el ingreso de productos no conformes a las instalaciones de la organización. }si los productos no están conformes, se rechazará el pedido y de reagendará la entrega del producto en condiciones óptimas con el proveedor seleccionado o se elegirá otro proveedor.

Para el ingreso de los productos al almacén se procederá conforme lo estipulado en el proceso de almacenamiento. Finalmente, al momento de recibir una solicitud de atención de un requerimiento por parte de un cliente, se procederá a identificar los productos y cantidades a entregar, se preparan las ordenes de venta a ser atendidas y se actualizarán los stocks en línea mediante el uso de la tecnología RFI, esta actualización será por cada producto del sistema, lo que permitirá tener una trazabilidad de los mismos y de cada lote entregado a los clientes, así como la fecha de entrega del lote y orden de compra con el que se gestionó la misma a los proveedores, esto permitirá mantener actualizados los stocks en todo momento y la información disponible ante cualquier requerimiento.

En la Fig. 6 se muestra el proceso de abastecimiento.

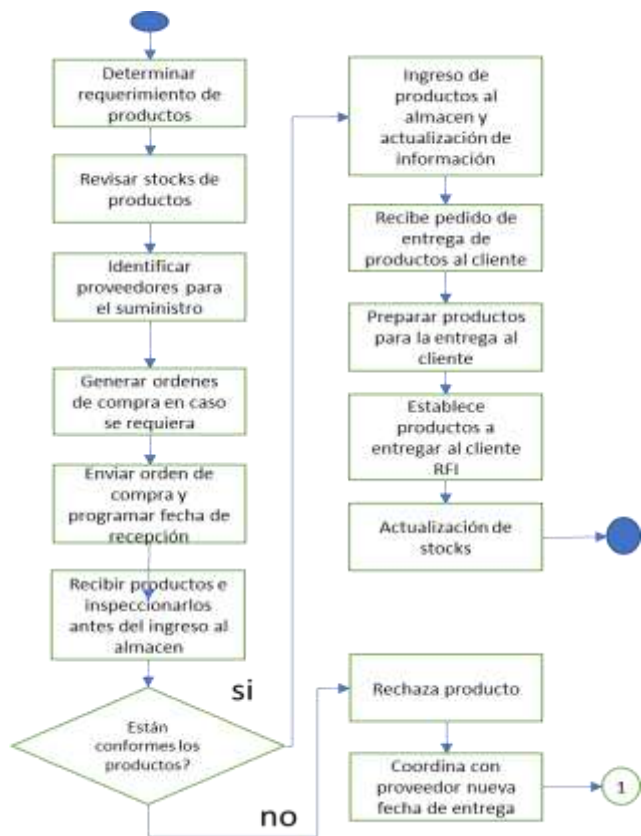


Fig. 6. Proceso abastecimiento.

*Proceso de seguimiento (Transformación digital).*

El proceso de seguimiento se basa en el control de las existencias de los productos en el almacén. El proceso inicia con el establecimiento de las políticas de auditoria de existencias de cada producto dependiendo de su categorización “A”, “B”, o “C”

Posteriormente, se procederá a realizar una auditoria en el almacén y en las existencias a través del sistema de control de las cantidades y características de productos para su venta a los clientes. En caso de que existan algunas diferencias, se establecerá la causa raíz y de tomaran las acciones de mejora, para posteriormente realizar un ajuste al stock, este ajuste permitirá tener actualizadas las existencias. Esta información se mantendrá actualizada en todo momento a fin de garantizar el abastecimiento oportuno de los proveedores y las ventas programadas. En la Fig. 7 se muestra el proceso de seguimiento.

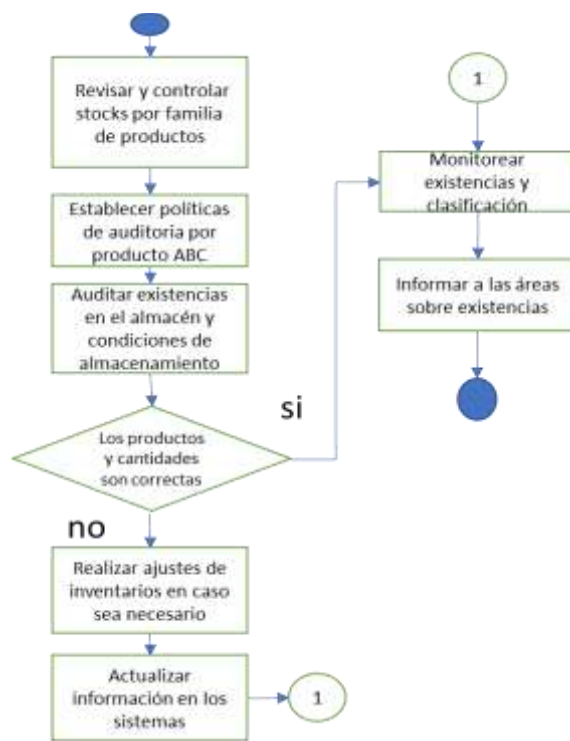


Fig. 7 Proceso de seguimiento

*E.-Vista de Indicadores.*

Los principales indicadores para la metodología propuesta son los siguientes:

*Porcentaje de rentabilidad*

Este indicador mide la rentabilidad de la empresa después de la implementación del proceso, se calcula mediante la relación de la utilidad con las ventas del período.

$$\% \text{ rentabilidad} = \left( \frac{\text{utilidad del periodo}}{\text{Ventas del periodo}} \right)$$



Índice de la mejora de la generación de la orden de compra (O/C).

Este indicador mide la mejora del en la generación de la orden de compra

$$\% \text{ mejora tiempo de O/C} = 1 - \left( \frac{\text{Tiempo de O/C posterior a la mejora}}{\text{Tiempo de O/C previo a la mejora}} \right)$$

Porcentaje de mejora de la preparación de pedidos

Este indicador mide la mejora del tiempo preparación de pedidos al cliente.

$$\% \text{ mejora tiempo de atención} = 1 - \left( \frac{\text{Tiempo de entrega posterior a la mejora}}{\text{Tiempo de entrega previo a la mejora}} \right)$$

Porcentaje de pedidos preparados correctamente

Este indicador mide el número de pedidos preparados correctamente, aceptando solamente 3.4 fallos por millón de pedidos realizados.

$$\% \text{ pedidos correctos} = 1 - \left( \frac{\text{Numero de pedidos incorrectos}}{\text{Total de pedidos}} \right)$$

#### IV. VALIDACIÓN.

##### 4.1 Caso de estudio.

El caso de estudio donde se implemento la metodología propuesta es una droguería importadora encargada del almacenaje, fabricación, comercialización y distribución de dispositivos médicos, productos farmacéuticos y sanitarios nacionales e importados, la cual inicio operaciones desde el año 2008

##### 4.2 Diagnóstico.

La empresa objeto de estudio ha mantenido el promedio rentabilidad en 26 %, sin embargo, debido a problemas en la cadena de suministro el porcentaje de ventas perdidas por año

es de 12 %, manteniéndose este valor estable a lo largo de los meses del último año.

Al analizar las causas que han generado estas pérdidas de venta se identificaron los siguientes aspectos

- ✓ El 20 % se debió a una inadecuada planificación de las compras al no contar con información actualizada.
- ✓ El 19 % a errores de información debido al desorden en el almacén.
- ✓ El 18 % se debido incumplimiento de los proveedores con el abastecimiento.
- ✓ El 13 % a merma generada por productos almacenados de forma inadecuada
- ✓ El 4 % a retrasos en la generación de las órdenes de compra.
- ✓ 12 % a problemas diversos

En la Tabla 1 se muestran las principales magnitudes de desempeño de la empresa considerando los principales procesos internos y su impacto en la rentabilidad de la empresa.

Tabla 1. Magnitudes de desempeño

Variable	Valor
Rentabilidad del último período de la empresa	26 %
Tiempo promedio del ciclo de generación de orden de compra	118 minutos
Exactitud del inventario	75 %
Tiempo de preparación de los pedidos	20 minutos
Numero de pedidos preparados incorrectamente	85 %

Con la información anterior, se implementó el modelo y metodología propuesta en los procesos logísticos para mejorar su desempeño e incrementar la rentabilidad. Adicionalmente, se utilizó el modelo de simulación basado en el software Arena como medio previo a la implementación para identificar el impacto de la metodología propuesta en el incremento de la rentabilidad, el modelo se presenta en la Fig. 8.

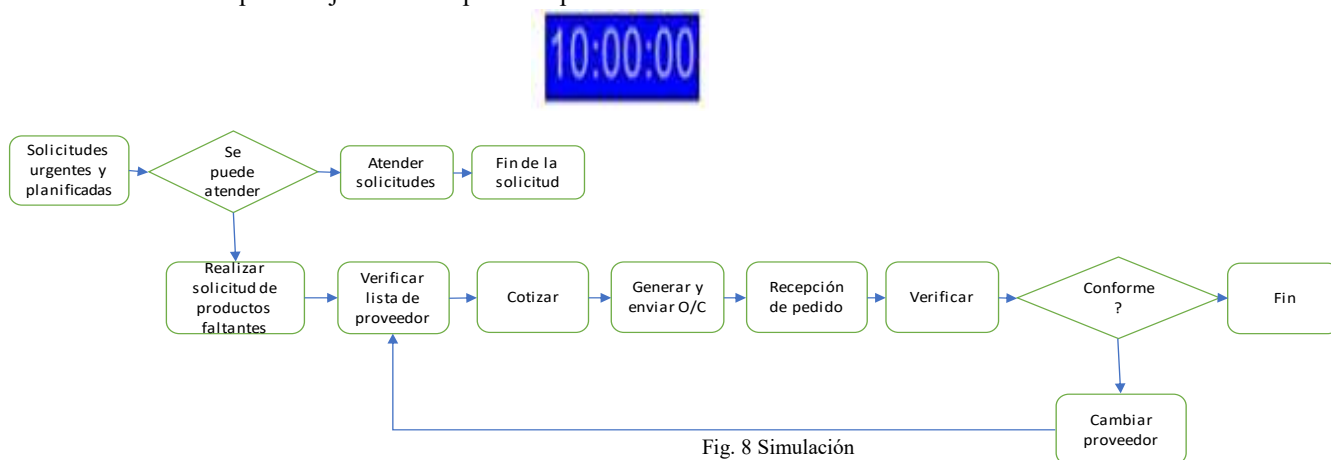


Fig. 8 Simulación

### 4.3 Resultados.

En base a la implementación de la metodología se obtuvieron los siguientes resultados que se muestran en la Tabla 2.

Tabla 1. Principales resultados

Variable	Valor antes de la implementación	Valor después de la implementación	% de mejora
Tiempo promedio en la generación de la orden de compra	118 minutos	89 minutos	24.57 %
Exactitud del inventario	75 %	95 %	20 %
Tiempo de preparación de los pedidos	20 minutos	18 minutos	10 %
Numero de pedidos preparados correctamente por millón de pedidos	0.85	0.99995	17.64 %

Así mismo en base a los resultados se proyectaron los incrementos en la rentabilidad considerando tres escenarios, los cuales se muestran en la Tabla número 3

Tabla 3. Crecimiento de la rentabilidad.

Variable	Rentabilidad promedio previa a la implementación del modelo y metodología	Rentabilidad proyectada posterior implementación del modelo y metodología	% de mejora
Escenario pesimista	26 %	28.84 %	2.84 %
Escenario probable	26 %	34.60 %	8.60 %
Escenario optimista	26 %	45.60 %	19.60 %

De los resultados anteriores, puede desprenderse que la rentabilidad esperada cuyo escenario tiene una probabilidad del 80 % crezca de un valor inicial antes de la implementación del modelo y metodología del 26 % a un 34 %, lo que representa un crecimiento en valores absolutos del 8.60 %. Así mismo, los escenarios pesimistas y optimistas en conjunto tienen bajos niveles de probabilidad, pero los mismos se espera que alcancen un valor del crecimiento.

Esta rentabilidad se ve incrementada principalmente por una mejora en la exactitud del inventario, ya que este valor creció del 75 % al 95 %, esto permitió incrementar las ventas y disminuir los costos asociados a inventarios ineficientes, así mismo desde el punto de la productividad de los procesos, al diseñar los mismos considerando la eficiencia y el uso de la

transformación digital se mejoró los tiempos de generación de la orden de compra en un 24.57 % y los tiempos de preparación del pedido en 10 %

Los escenarios de rentabilidad consideran una serie de probabilidades de ocurrencia, las variables que afectan a los mismos consideran algunos factores como el nivel de aprendizaje del nuevo proceso, así mismo, los niveles de sincronización de los procesos que se darán en la medida que la cultura digital de la empresa y el trabajo colaborativo se incrementen.

### V. CONCLUSIONES.

La metodología para incrementar la rentabilidad mediante la mejora de la cadena de suministros en base al Lean Six Sigma y Transformación Digital en una empresa del sector farmacéutica en la era Post Covid-19, generó un crecimiento de la rentabilidad en un valor esperado del .60 %.

Como consecuencia de la mejora de procesos y el uso de tecnología para mejorar la productividad de los procesos, se redujeron los tiempos de generación de las ordenes de compra en un 24.57 % y los tiempos de preparación de los pedidos en un 10 %

La metodología propuesta no considera los tiempos de entrega de los pedidos de los proveedores ya que el alcance de la misma no se estableció en este aspecto, sin embargo, mediante los procesos mejorados, la exactitud del inventario mejoró de 75 % a 95 % lo que redujo la solicitud de compras de urgencia lo que ha permitido planificar el abastecimiento adecuadamente con los proveedores.

### AGRADECIMIENTOS

A la Dirección de Investigación de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas por el apoyo brindado para la realización de este trabajo de investigación a través del incentivo UPC-EXPOST-2023-2

### REFERENCIAS

- [1] Banco de desarrollo de América Latina (CAF). (2022.) Nota de Productividad Perú Productividad es la clave para retomar la senda de crecimiento. <https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1948/Nota%20de%20Productividad%20de%20Per%C3%BA.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=En%20las%20C3%BAltimas%20cinco%20d%C3%A9cadas, en %20promedio%200%2C4%20p.>
- [2] Instituto Nacional de Estadística en Informática (INEI). 2023. Estadísticas. <https://www.inei.gob.pe/estadisticas-indice-tematico/>
- [3] Omnia Solution (2023). Perspectivas prometedoras para la industria manufacturera peruana.

- <https://omniasolution.com/2023/04/18/perspectivas-prometedoras-para-la-industria-de-manufactura-peruana-en-el-2023/>
- [4] Asociación de industrias farmacéuticas nacionales – ADIFAN. (2023). Fabricación de productos farmacéuticos en el país podría caer este año. [https://www.adifan.org.pe/noticias/fabricacion-de-productos-farmacuticos-en-el-pais-podria-caer-este-ano-en-3/Evaluar la gestión sostenible de los recursos humanos en las empresas manufactureras utilizando un método SWARA-TOPSIS difuso pitagórico extendido](https://www.adifan.org.pe/noticias/fabricacion-de-productos-farmacuticos-en-el-pais-podria-caer-este-ano-en-3/Evaluar%20la%20gesti%C3%B3n%20sostenible%20de%20los%20recursos%20humanos%20en%20las%20empresas%20manufactureras%20utilizando%20un%20m%C3%A9todo%20SWARA-TOPSIS%20difuso%20pitag%C3%B3rico%20extendido). *Diario de Producción más Limpia*, 370, 133380.
- [5], [6] Torres Cáceres, N., & Calsina Miramira, W. H. (2019). Modelo de gestión de la cadena de suministro y la rentabilidad de los principales laboratorios farmacéuticos del Perú. *Industrial* <https://doi.org/10.15381/idata.v23i1.16265>
- [7] Yadav, V., Gahlot, P., Kaswan, M. S., Rathi, R., & Singh, M. (2022). Sustainable green lean six sigma methodology and application status: A perspective review. *Recent Trends in Industrial and Production Engineering: Select Proceedings of ICAST 2020*, 251-266.
- [8] Sarman, S., & Soediantono, D. (2022). Literature Review of Lean Six Sigma (LSS) Implementation and Recommendations for Implementation in the Defense Industries. *Journal of Industrial Engineering & Management Research*, 3(2), 24-34.
- [9] Cinar, S., Önen Cinar, S., Staudter, C., & Kuchta, K. (2022). Operational excellence in a biogas plant through integration of lean six sigma methodology. *Designs*, 6(4), 61.
- [10] Şişman, G. (2023). Implementación de la metodología Lean Six Sigma para reducir el costo logístico: un estudio de caso en Turquía. *Revista internacional de Lean Six Sigma*, 14 (3), 610-629
- [11] Gupta, K. (2022). A review on implementation of 5S for workplace management. *Journal of applied research on industrial engineering*, 9(3).
- [12] Antony, J., McDermott, O., Powell, D., & Sony, M. (2023). The evolution and future of lean Six Sigma 4.0. *The TQM Journal*, 35(4), 1030-1047.
- [13] Kaswan, M. S., Rathi, R., Cross, J., Garza-Reyes, J. A., Antony, J., & Yadav, V. (2022). Integrating Green Lean Six Sigma and industry 4.0: a conceptual framework. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 34(1), 87-121.
- [14] Kumar, N., Hasan, S. S., Srivastava, K., Akhtar, R., Yadav, R. K., & Choubey, V. K. (2022). Lean manufacturing techniques and its implementation: A review. *Materials Today: Proceedings*, 64, 1188-1192.
- [15] Sundararajan, N., & Terkar, R. (2022). Improving productivity in fastener manufacturing through the application of Lean-Kaizen principles. *Materials Today: Proceedings*, 62, 1169-1178.
- [16] Kumar, P., Singh, D., & Bhamu, J. (2022). Application of Kaizen Lean approach to reduce rejections and failure cost at Shop floor of a wire harness manufacturing company.
- [17] Daniyan, I., Adeodu, A., Mpofo, K., Maladzi, R., & Katumba, M. G. K. (2022). Application of lean Six Sigma methodology using DMAIC approach for the improvement of bogie assembly process in the railcar industry. *Heliyon*, 8(3).
- [18] Valdiviezo, G. T., Alegre, L. R., & Ayala, D. M. (2022). Transformación digital en América Latina: una revisión sistemática. *Revista Venezolana de Gerencia: RVG*, 27(100), 1519-1536.
- [19] Herencia, C. A. C. (2022). La transformación digital y su importancia en las pymes. *Iberoamerican Business Journal*, 5(2), 64-81.
- [20] Páez-Gabriunas, I., Sanabria, M., Gauthier-Umaña, V., Méndez-Romero, R. A., Rivera Virgúez, L., Anzola, D., ... & Saucedo Meza, G. M. (2022). Transformación digital en las organizaciones. Editorial Universidad del Rosario.
- [21] Ziolkowska, M.J. 2021 “Transformación digital y actividades de marketing en pequeñas y medianas empresas [Online]. Available: <https://doi.org/10.3390/su13052512>
- [22] Mahraz, M. I., Benabbou, L., & Berrado, A. (2019, July). A Systematic literature review of Digital Transformation. In *International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*. Anais... Toronto: IEOM Society International (pp. 917-931).
- [23] Bautista, A., León, A., Rojas, J., & Raymundo, C. (2020). Modelo de planificación estratégica para aumentar la rentabilidad de una pyme de outsourcing de RRHH a través de la transformación digital. En *Human Interaction and Emerging Technologies: Proceedings of the 1st International Conference on Human Interaction and Emerging Technologies (IHET 2019)*, 22-24 de agosto de 2019, Niza, Francia (págs. 856-862). Publicaciones internacionales de Springer.
- [24] Medina-Chicaiza, P., Chango-Guanoluisa, M., Corella-Cobos, M., & Guizado-Toscano, D. (2022). Transformación digital en las empresas: una revisión conceptual. *Journal of Science and Research*, 7(CININGEC II), 756-769.
- [25] Ziolkowska, M.J. 2021 “Transformación digital y actividades de marketing en pequeñas y medianas empresas [Online]. Available: <https://doi.org/10.3390/su13052512>
- [26] König, C. J., Langer, M., & Papathanasiou, M. (2019). Highly automated job interviews: Acceptance under the influence of stakes. *International Journal of Selection and Assessment*, 27(3), 217-234. <https://doi.org/10.1111/ijsa.12246>
- [27] Reyes, A. M. T. (2022). De la digitalización al metaverso. *Otra Economía*, 15(28), 110-124.
- [28] Furtner, D., Shinde, SP, Singh, M., Wong, CH y Setia, S. (2022). Transformación digital en asuntos médicos provocada por la pandemia: conocimientos y aprendizajes de la era COVID-19 y más allá. *Medicina Farmacéutica*, 36 (1), 1-10.