

Estudio exploratorio sobre la implementación de técnicas de Lean Manufacturing en el sector de la salud (*Lean Healthcare*).

Kelly Yuliana Arias Rincón

Camila Andrea Sandoval Vanegas

Trabajo de Grado para Optar el título de Ingeniero Industrial

Director

Néstor Raúl Ortiz Pimiento

PhD. En ingeniería

Director grupo de investigación OPALO

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

Bucaramanga

2022

Agradecimientos

A Dios, por permitirme a través de sus bendiciones completar esta etapa de mi proyecto de vida.

A mis padres, por su apoyo incondicional y por creer en mí en cada uno de los procesos que me trajeron hasta aquí y los que están por venir, y además porque sin ellos no sería la persona que soy hoy.

A los miembros de mi familia que también creyeron que podría culminar con éxito esta etapa de mi vida.

A mi director, el profesor Néstor Raúl Ortiz Pimiento, por su paciencia, apoyo y confianza durante la realización de este proceso.

A la Universidad Industrial de Santander y a la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, porque a través de todos sus profesores me brindaron todos los conocimientos, herramientas y formación fundamental para desarrollarme no solo como profesional sino también a nivel personal.

A mis amigos y compañeros, a Camila, mi compañera durante el desarrollo de este proyecto de grado y a todas las personas que me acompañaron y guiaron durante mi proceso de formación, tanto en los momentos difíciles como en los de felicidad.

Kelly Yuliana Arias Rincón

A Dios principalmente por sus bendiciones, por guiarme en cada paso del camino y por permitirme terminar esta etapa de mi vida.

A mis padres y a mi abuela Fanny por su apoyo incondicional durante toda mi carrera, por sus enseñanzas y por su gran ejemplo.

A los miembros de mi familia que creyeron en mí, me motivaron y me acompañaron en este camino.

A mi director, el profesor Néstor Raúl Ortiz Pimiento, por su orientación, apoyo y comprensión durante este proceso.

A la Universidad Industrial de Santander y a la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales por permitirme adquirir conocimientos y experiencias que me han enriquecido profesional y personalmente.

A mi compañera Kelly, por su dedicación y colaboración en todas las etapas de esta investigación.

A todos mis amigos que me motivaron y apoyaron y que han estado presentes a lo largo de mi formación.

Camila Andrea Sandoval Vanegas

Tabla de Contenido

Introducción	12
1. Generalidades del proyecto.....	16
1.1. Planteamiento del Problema	16
2. Objetivos.....	19
2.1. Objetivo general.....	19
2.2. Objetivos específicos	19
3. Metodología	20
3.1. FASE 1.....	20
3.2. FASE 2.....	20
3.3. FASE 3.....	21
3.4. FASE 4.....	22
3.5. FASE 5.....	22
3.6. Antecedentes metodológicos	22
3.7. Análisis Bibliométrico	26
4. Marco teórico de lean manufactuing y lean healthcare	34
4.1. Lean Manufacturing.....	34
4.2. Pilares del Lean Manufacturing.....	35
4.3. Principios del Lean	36
4.4. Elementos conceptuales necesarios para implementar Lean	37

4.4.1. Control visual.....	37
4.4.2. Heijunka.....	37
4.4.3. Jidoka.....	38
4.4.4. Mantenimiento Total Productivo “TPM”.....	38
4.4.5. Ciclo Deming.....	39
4.5. Despilfarros o Mudas.....	40
4.6. Herramientas antecesoras del Lean Manufacturing.....	42
4.6.1. Diagrama de Ishikawa.....	42
4.6.2. Diagrama de Spaghetti.....	43
4.7. Herramientas clásicas del Lean Manufacturing.....	44
4.7.1. Value Stream Mapping “VSM”.....	44
4.7.2. Cinco eses (5 s).....	45
4.7.3. Single Minute Exchange of Die “SMED”.....	45
4.7.4. Poka-Yoke.....	46
4.7.5. Informe A3.....	46
4.7.6. Kanban.....	47
4.7.7. Overall Equipment Effectiveness (Eficiencia General de los Equipos).....	47
4.7.8. Diagrama Yamazumi.....	48
4.7.9. Manufactura Celular.....	48
4.8. Lean Healthcare.....	49
4.9. Herramientas clásicas del Lean usadas con mayor frecuencia en el sector salud.....	50

5. Procesos en el sector salud y los cambios ocurridos con respecto a las herramientas lean adoptadas.....	60
5.1. Relación entre los procesos misionales y las herramientas Lean	61
5.2. Comparación del sector manufactura y el sector salud-cambios/diferencias	65
5.3. Herramientas que actualmente no se están aplicando al sector salud.....	71
6. Análisis del impacto de la aplicación de las herramientas lean en el sector salud	73
6.1. Análisis del impacto	73
6.2. Beneficios y barreras de la implementación de las herramientas Lean	76
6.2.1. Beneficios	76
6.2.2. Barreras	77
7. Resultados	78
7.1. Artículo de carácter publicable	78
7.2. Esquema en el que se identifica cómo se han adaptado las herramientas operativas al sector salud.....	78
7.3. Análisis de los cambios	79
8. Conclusiones	83
9. Recomendaciones	85
Referencias bibliográficas.....	86

Lista de Tablas

Tabla 1. Cumplimiento de objetivos.....	15
Tabla 2. Cantidad de documentos encontrados respecto a cada una de las herramientas mencionadas.....	51
Tabla 3. Comparación de la herramienta VSM aplicada en el sector manufacturero frente al sector Salud.	65
Tabla 4. Comparación de la herramienta 5S aplicada en el sector manufacturero frente al sector Salud.	66
Tabla 5. Comparación de la herramienta Informe A3 aplicado en el sector manufacturero frente al sector Salud.....	67
Tabla 6.Comparación de la herramienta Kanban aplicado en el sector manufacturero frente al sector Salud.....	68
Tabla 7. Comparación de la herramienta SMED aplicado en el sector manufacturero frente al sector Salud.....	69
Tabla 8. Comparación de la herramienta POKA YOKE aplicado en el sector manufacturero frente al sector Salud.....	70

Lista de Figuras

Figura 1 Tipo de documento	28
Figura 2 Documentos por año.....	29
Figura 3 Documentos por autor	30
Figura 4 Documentos por país/territorio.....	31
Figura 5 Términos de mayor concurrencia	32
Figura 6 Autores con mayor citación.....	33
Figura 7 Diagrama de Ishikawa	43
Figura 8. Descripción de los procesos existentes en el sector salud.....	61
Figura 9 Esquema adaptado al sector salud	78

Lista de Apéndices

(Los apéndices están adjuntos en una carpeta y pueden visualizarlos en la base de datos de la Biblioteca UIS)

Apéndice A. Descripción de los documentos

Apéndice B. Descripción de los impactos en los documentos

Apéndice C. Artículo Estudio Exploratorio del Lean en el sector salud

Resumen

Título: Estudio exploratorio sobre la implementación de técnicas de Lean Manufacturing en el sector de la salud (Lean Healthcare).*

Autor: Kelly Yuliana Arias Rincón, Camila Andrea Sandoval Vanegas **

Palabras Clave: Lean Healthcare, Mejoramiento de procesos, Filosofía Lean, Impactos, Beneficios, Barreras.

Descripción: Con el objetivo de contribuir a la mejora de cada uno de los procesos que se llevan a cabo en una organización, se desarrolló la filosofía Lean en el sector manufacturero, buscando aumentar la productividad, la calidad y la rentabilidad. Por otro lado, con el éxito y el impacto que se ha evidenciado en el sector industrial, ha sido necesario implementarlo en otros sectores, como es el caso del sector servicios, que a lo largo de los años se han vinculado y han incorporado estas herramientas, demostrando que el pensamiento Lean junto con sus herramientas pueden adaptarse de acuerdo a la necesidad u objetivo que se quiera mejorar dentro de la organización. Es por ello que esta investigación presenta un análisis de las diferentes fuentes de información que permite identificar las herramientas que se aplican con mayor frecuencia en el sector salud, así como su adaptación dependiendo de los procesos misionales, además de los beneficios y barreras que se presentan al implementarlas y por último su impacto en el sector. De esta manera se obtiene un documento en el que se expone la información recopilada, así como un análisis de los cambios efectuados entre el Lean Manufacturing y el Lean Healthcare, lo cual permite tener una visión ampliada de la aplicación del Lean en la salud.

* Trabajo de Grado

** Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Director: Néstor Raúl Ortiz Pimiento

Abstract

Title: Exploratory study on the implementation of Lean Manufacturing techniques in the health sector (*Lean Healthcare*).*

Author: Kelly Yuliana Arias Rincón, Camila Andrea Sandoval Vanegas **

Key Words: Lean Healthcare, Process Improvement, Lean Philosophy, Impacts, Benefits, Barriers.

Description: With the aim of contributing to the improvement of each of the processes carried out in an organization, the Lean philosophy was developed in the manufacturing sector, seeking to increase productivity, quality and profitability. On the other hand, with the success and impact that has been evidenced in the industrial sector, it has been necessary to implement it in other sectors, as is the case of the service sector, which over the years have been linked and have incorporated these tools, demonstrating that Lean thinking along with its tools can be adapted according to the need or objective to be improved within the organization. That is why this research presents an analysis of the different sources of information that allows identifying the tools that are most frequently applied in the health sector, as well as their adaptation depending on the mission processes, in addition to the benefits and barriers that arise when implementing them and finally their impact on the sector. In this way, a document is obtained in which the information collected is exposed, as well as an analysis of the changes made between Lean Manufacturing and Lean Healthcare, which allows to have an expanded vision of the application of Lean in health.

* Senior thesis

**Faculty of Physicomechanical Engineering. School of Industrial and Business Studies. Director: Néstor Raúl Ortiz Pimiento

Introducción

Con el pasar de los años las necesidades y expectativas de las personas exigen que los procesos presenten características como la agilidad y la optimización de las actividades que los conforman de manera que se presente un servicio o producto de mayor calidad. Según lo expuesto, el sector salud es un campo al que se le debe prestar mayor atención dada su razón social ya que es responsable de asegurar y/o contribuir al bienestar de las personas, por lo que requiere que sus procesos estén a la vanguardia, centrándose en la satisfacción de las necesidades del paciente. No obstante, son diferentes las causas que contribuyen en la ineficiencia de los procesos de prestación de servicios, entre ellas, los tiempos de espera de los pacientes, el exceso de desplazamientos, deficiente programación del personal, entre otros. Esta práctica genera altos costos y reclamos por parte de ambas partes, es decir, tanto de pacientes como de los mismos profesionales de la salud, pues exigen una prestación del servicio con características tales como la calidad. Es en este punto cuando es necesario implementar estrategias que contribuyan precisamente a mejorar estos procesos, de modo que se refleje en la reducción de los tiempos de respuesta, la calidad en la prestación del servicio y de esta forma lograr el aumento de la satisfacción de cada uno de los pacientes.

En este sentido, es donde se manifiesta la filosofía Lean, ya que independientemente de que se implantó por primera vez en el sector manufacturero, ha evolucionado de tal manera que puede aplicarse a cualquier tipo de organización, incluida el sector de la salud, con la intención de aportar soluciones a los problemas que surgen dentro de sus operaciones. Puesto que:

“El Lean puede mejorar la calidad (y la seguridad) y la experiencia del paciente (menos colas y retrabajos) y, al mismo tiempo, hacer un mejor uso de los recursos que tiene (para tratar a

más pacientes) y mejorar la experiencia laboral de las personas (menos frustración y estrés)” (Lean Institute Brasil, 2015).

Las primeras investigaciones acerca de la filosofía Lean en el sector salud datan aproximadamente hacia el año 2000, en donde las primeras organizaciones que implementaron esta filosofía pertenecían por lo general a Estados Unidos, Europa y Australia. Incluso se realizan cumbres en donde se expresan los resultados obtenidos gracias a la aplicación de esta filosofía, es ahí donde se incrementa el interés de otras organizaciones por el querer conocer a profundidad este tipo de estrategias (Lean Institute Brasil, 2015).

Numerosas organizaciones de gestión en el sector salud han aplicado esta estrategia, aunque las primeras implementaciones se probaron en la organización Virginia Mason Medical Center de Seattle (Washington) en 2002. Los resultados obtenidos fueron realmente favorables, pues permitieron reducir el tiempo de espera en el laboratorio y aumentar la productividad en un 85% y un 93%, respectivamente, aparte de usar el espacio de forma más eficiente al rediseñarlo (Miller, 2011). Por otra parte, también vale la pena mencionar al sistema de atención médica ThedaCare, Inc., en donde, dos meses después de implantar el pensamiento Lean, lograron mejoras en el tiempo de triage telefónico en un 35%, incluso ahorrando un equivalente de 33 personas de tiempo completo solo con la realización de una mejor planificación del personal en las diferentes áreas del sistema médico (Nofuentes Pérez, 2012)

Esta filosofía se apoya en el uso de técnicas basadas en la evidencia que permiten establecer prioridades, tales como la seguridad y la calidad bajo la perspectiva individual de cada paciente, así como mantener los costos en un nivel adecuado, lo que implica la posibilidad de una mejora continua en este sector (Fernández I. M., 2016). Este tipo de estrategias, según se observa, no sólo contribuyen a la mejora de los procesos mediante la reducción de los despilfarros, sino que también

permiten que los usuarios de este sistema perciban una gran satisfacción a nivel personal, ya que evidencian que se trata de actividades que realmente generan valor.

Por lo tanto, el objetivo de este proyecto consiste precisamente en identificar qué técnicas del modelo Lean tradicional se han expandido dentro del sector de la salud, así como reconocer sus diferencias con respecto al planteamiento original, determinando aquellos beneficios y oportunidades de mejora que contribuyan a fortalecer y dinamizar los procesos productivos del sector.

Tabla de Cumplimiento de Objetivos**Tabla 1.***Cumplimiento de objetivos*

Realizar una revisión documental acerca de los estudios desarrollados en torno al Lean Healthcare, con el fin de determinar qué herramientas clásicas del Lean han sido aplicadas en los procesos misionales de las empresas en el sector salud.	Capítulo 3
Identificar qué herramientas Lean son empleadas con mayor frecuencia dentro de la cadena de valor en las empresas del sector salud.	Capítulo 4
Analizar la forma en que fueron adaptadas las herramientas clásicas de Lean Manufacturing en las organizaciones del sector salud, así como su aplicación a los diferentes servicios que contribuyen a la consecución de su objeto social.	Capítulo 5
Realizar un análisis que permita comprender el impacto de la aplicación de las herramientas Lean como estrategia de mejoramiento de los procesos misionales de las empresas del sector salud.	Capítulo 6
Artículo publicable con todos los aspectos importantes de la información recolectada	Apéndice C

1. Generalidades del Proyecto

1.1. Planteamiento del Problema

El término Lean proviene del inglés, y traducido al español significa "magro". A primera vista puede no significar mucho dada su connotación, por lo que al hablar de este término es necesario trasladarlo hacia el contexto de la producción de forma que haga referencia a manufactura esbelta o ágil. Antes de entrar en detalles, es importante mencionar que esta filosofía Lean: “Busca hacer más y más con menos- menos esfuerzo humano, menos equipamiento, menos tiempo y menos espacio, al tiempo que se acerca más y más a ofrecer a los clientes aquello que quieren exactamente” (Jones y Womack, 2012)

Por otro lado, cuando se menciona el término Lean Manufacturing (Manufactura esbelta) se hace alusión “Al proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación del desperdicio o exceso, entendiendo como exceso toda aquella actividad que no agrega valor en un proceso, pero sí costo y trabajo” (Socconini, 2019). Esto significa que la filosofía Lean promueve la optimización y eliminación de los despilfarros que están latentes dentro de una organización, independientemente si es de servicios o de producción de bienes. Este pensamiento pretende que las organizaciones sean más efectivas e innovadoras con el fin de generar estrategias que garanticen el éxito de la empresa.

Ya son varios los casos en los que esta filosofía ha logrado un gran éxito al implementarla dentro de las empresas, entre ellos está el caso de la marca Nike, dedicada a la fabricación y comercialización de calzado, entre otros productos, ya que reconocieron que al aplicar esta filosofía junto con sus técnicas tendrían un gran potencial para mejorar sus procesos, a fin de que

se reduzcan los despilfarros y así contribuir a la optimización de las actividades productivas de la empresa. Por ello, tras su implantación y el seguimiento de su evolución, pudieron obtener resultados tales como una reducción del 50% en la tasa de defectos y una minimización del tiempo de espera, así como una mejora del 20% en la productividad (LAUNCH COWORKING, 2018). Pero este sector no ha sido el único, otro caso es el de la empresa John Deere, entidad enfocada al área automotriz (maquinaria agrícola), quienes son conscientes de que deben cumplir al máximo con los pedidos realizados por sus clientes, por lo que deben contar con operaciones sumamente ágiles y óptimas para atender su demanda, es por ello que consideraron una oportunidad de mejora y decidieron implantar la metodología Lean con el fin de transformar por completo su planta ubicada en Estados Unidos, consiguiendo resultados efectivos pues mejoraron su escenario económico, al incrementar sus ventas en un 4,3% (Moraga, 2018). Como puede apreciarse, la filosofía Lean puede adaptarse independientemente de la razón social de la organización, pues como se ha visto en ambos casos, su aplicación a través de sus herramientas permite contribuir a minimizar los despilfarros en los procesos logrando que éstos resulten mucho más eficientes, lo que a su vez se traduce en una mejora en la satisfacción de sus demandas.

Ahora bien, uno de los sectores más grandes e importantes es el de los servicios del sector salud lo que implica que su gestión resulte ser mucho más compleja, puesto que debe contribuir a que se preste una mayor calidad en el servicio. De acuerdo con el doctor Alberto Díaz (2021) “Los gestores hospitalarios se enfrentan a momentos difíciles, desafíos que son inéditos, con escasos antecedentes e incremento de la demanda más rápido que la capacidad de adaptación de las personas, de los equipos, de los procesos, de las instalaciones, para responder al desafío de calidad, seguridad, eficiencia, universalidad, y equidad. A estar donde pasan las cosas. A visibilizar cómo se relacionan los procesos clínicos, de cuidado, técnicos administrativos, de provisión, de apoyo y

de gestión entre sí.”. Además, no es un secreto que dentro del sector salud existen deficiencias en la atención ocasionadas por problemas como las interminables colas de espera, el déficit de habitaciones, medicamentos, equipos, entre otros. A partir de esta necesidad surge lo que hoy se conoce como Lean Healthcare, que pretende la aplicación de todos los principios del Lean Manufacturing en el área de la salud. Mediante este pensamiento, es posible identificar la forma más eficiente de brindar una atención médica de mayor calidad y seguridad para los pacientes, logrando así reducir los despilfarros (National Healthcare Solutions Inc, 2017). Esto significa que Lean en la sanidad proporciona nuevas oportunidades de mejora, propone medidas de cambio, contribuye a que el personal médico sea más eficiente, permite detectar problemas, fomenta una cultura de mejora continua y garantiza una organización más productiva; en otras palabras, Lean contribuye al cumplimiento de la misión de cualquier organización del sector salud, la cual consiste en garantizar el bienestar de las personas.

Es por ello que el propósito de este proyecto busca precisamente abordar la filosofía Lean ya no desde una perspectiva aplicada al sector manufactura, sino realizar un estudio exploratorio en donde se pueda evidenciar la implementación de herramientas Lean en el sector servicios, que en este caso será aplicado al sector salud (Lean Healthcare), de modo que permita identificar en el futuro nuevas líneas de investigación relacionadas con esta temática.

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Realizar un estudio a nivel mundial sobre la implementación de técnicas de Lean Manufacturing en el sector de la salud (*Lean Healthcare*), con el fin de caracterizar y analizar las diferencias con respecto al enfoque original.

2.2. Objetivos específicos

Los objetivos específicos para el proyecto se muestran a continuación:

Realizar una revisión documental acerca de los estudios desarrollados en torno al Lean Healthcare, con el fin de determinar qué herramientas clásicas del Lean han sido aplicadas en los procesos misionales de las empresas en el sector salud.

Identificar qué herramientas Lean son empleadas con mayor frecuencia dentro de la cadena de valor en las empresas del sector salud.

Analizar la forma en que fueron adaptadas las herramientas clásicas de Lean Manufacturing en las organizaciones del sector salud, así como su aplicación a los diferentes servicios que contribuyen a la consecución de su objeto social.

Realizar un análisis que permita comprender el impacto de la aplicación de las herramientas Lean como estrategia de mejoramiento de los procesos misionales de las empresas del sector salud.

3. Metodología

Para llevar a cabo la investigación se han definido cinco fases, las cuales se desarrollan de la siguiente manera:

3.1. FASE 1

Revisión documental acerca de los estudios desarrollados en torno al *Lean Healthcare*: Para esta fase, se pretende, en primer lugar, obtener un conjunto de fuentes secundarias de información, tales como documentos y artículos que proporcionen información relacionada a la filosofía Lean Healthcare. En este sentido, se define una ecuación de búsqueda a través de la base de datos Scopus, conformada principalmente por palabras clave, que se identificaron previamente a partir de los estudios de investigación realizados sobre este tema, de forma que permita obtener los documentos con mayor afinidad. Asimismo, se desarrolla un proceso de búsqueda en la web (revistas, vídeos, blogs, entre otros) y así poder adquirir mayor información. Por último, una vez reunidos estos elementos, se organiza la información, para lo cual es necesario realizar la lectura de cada uno de los resúmenes, de forma que se adquiera una mejor visión del contenido de cada información encontrada.

3.2. FASE 2

Identificación de las herramientas Lean empleadas con mayor frecuencia dentro de la cadena de valor de las empresas enfocadas en el sector salud: Durante esta fase se realiza un análisis bibliométrico a partir de los documentos seleccionados de la base de datos Scopus, ya que la bibliometría permite desarrollar un análisis estadístico mediante gráficos los cuales

proporcionan información respecto al grado de interés frente a la temática elegida, en este caso, sobre la Filosofía Lean en el sector salud, pues muestra aquellos autores, países, número de documentos, entre otros, que resultan relevantes para la investigación. Asimismo, se realiza una selección a partir de la información obtenida del análisis de la web, que contiene artículos, casos de estudio, blogs, revistas, entre otros.

Una vez obtenida esta información, se procede con la identificación de las herramientas Lean que se emplean con mayor frecuencia en el sector de la salud. Para ello, se diseña una tabla que contenga aspectos tales como las herramientas, el nivel de repetitividad, entre otros, del mismo modo se realiza el reconocimiento de los diferentes procesos que operan dentro de la organización, el cual se hace mediante un esquema donde se exponen dichos procesos junto con sus principales características.

3.3. FASE 3

Análisis sobre la manera en que fueron adaptadas las herramientas clásicas de Lean Manufacturing en las organizaciones del sector salud, así como su aplicación a los diferentes servicios que contribuyen a la consecución de su objeto social: Una vez identificadas las herramientas Lean en la fase anterior, el siguiente paso es analizar precisamente este paralelismo entre las herramientas Lean clásicas y su adaptación al sector de la salud, ya que el objeto social de una empresa manufacturera es diferente al de una empresa de servicios, especialmente las enfocadas al sector de la salud. En este punto, se elabora una tabla que refleje en primer lugar las principales diferencias entre las herramientas Lean y las adaptadas, y posteriormente se diseña un esquema que permita identificar el cómo se han adaptado estas herramientas para ser aplicadas en el sector de la salud.

3.4. FASE 4

Análisis para comprender el impacto de la aplicación de las herramientas Lean como estrategia de mejoramiento de los procesos misionales de las empresas del sector salud: En esta cuarta fase se realiza una revisión más focalizada en identificar el impacto de la implantación de las herramientas Lean en el sector salud, para lo cual se seleccionan los documentos que cumplen esta característica. Seguidamente, se realiza una interpretación de la información mediante un análisis que permita concluir y/o demostrar con precisión el impacto que han tenido las organizaciones del sector de la salud al aplicar las herramientas de la filosofía Lean en sus procesos.

3.5. FASE 5

Elaboración del artículo con carácter publicable: En esta quinta y última fase se elabora un artículo en el cual se exponen los resultados de la investigación.

3.6. Antecedentes metodológicos

López (2021), en su proyecto denominado "Revisión bibliográfica y análisis del impacto en el desempeño organizacional por la aplicación de Lean Healthcare en los últimos 10 años", realizó una revisión y análisis bibliográfico con el propósito de analizar el impacto que conlleva la implementación de la filosofía Lean en el sector salud, para esto se conocieron e identificaron las herramientas Lean mediante artículos científicos, libros, estudios de caso, y revistas de investigación, demostrando que las herramientas más utilizadas en el sector salud son: el VSM, Cinco (5s) y Kanban. Además, López en su trabajo asegura que las publicaciones sobre Lean

Healthcare han aumentado en los últimos 10 años lo que indica el interés por mejorar los procesos en el sector salud. Por ello, este proyecto está relacionado con la presente investigación, ya que pone de manifiesto la relevancia que han tenido algunas de las herramientas del pensamiento Lean en el sector de la salud. Sin embargo, el objetivo de la presente investigación no es sólo identificar las herramientas más usadas, sino también determinar cómo estas han sido adaptadas para luego emplearlas dentro de este sector.

Por otro lado, Guzmán y Likhodei (2020) en su trabajo denominado "Aplicación del Lean Manufacturing en el sector sanitario", realizan una revisión sistemática de la literatura sobre Lean Manufacturing en el sector salud evidenciando nuevamente el interés y la necesidad que existe por reducir los despilfarros que se generan en los procesos desarrollados en el área de la salud y de esta manera ser capaces de ofrecer un servicio de calidad aplicando herramientas Lean, asimismo destaca el hecho de que esta filosofía pese a haberse desarrollado en el entorno industrial no significa que no pueda ser aplicada en otros sectores tales como el de los servicios, esto se evidencia gracias a los diferentes estudios que han sido desarrollados en este sector especialmente en el ámbito de la salud. En función de lo anterior, el trabajo resulta relevante para la presente investigación, puesto que permite tomar una base con respecto a las diferentes áreas que ya sea por sus características o procesos resultan más críticas, lo cual conlleva a que requieran mayor atención ya que es allí donde, según el flujo de pacientes o incluso de información, puede generarse mudas o despilfarros, lo que hace considerar que la aplicación de las herramientas Lean se convierta en una alternativa para este tipo de problemas. Por otro lado, no sólo se analizarán dichas áreas, sino que también se abordará el impacto obtenido al aplicar este tipo de filosofía dentro de un sector tan relevante como el de la salud, en el que la reducción de los procesos que no generan

valor se debe considerar prioritaria con el fin de que el paciente experimente una atención de mayor calidad.

Domínguez (2020), en su trabajo final de grado para obtener el título de ingeniero mecánico, desarrolló la tesis titulada: “Lean Manufacturing en gestión hospitalaria”, donde presenta no solo un panorama bibliográfico, sino que también destaca algunos casos de éxito en la implementación de esta filosofía. Por otro lado, resalta que una de las áreas con mayor posibilidad de mejora es el departamento de almacenamiento de medicamentos “farmacia”. Para determinar estas mejoras, procede a analizar tanto las herramientas Lean como las áreas y actividades del hospital en las que se pueden implantar, para hacer una propuesta. También, se hace especial alusión a la herramienta Kanban, la cual ofreció resultados positivos, puesto que se logró reducir el tiempo empleado y con ello se garantizó brindar mejor atención a los pacientes. Por lo tanto, se demuestra que el uso de las herramientas Lean puede ser desarrollado en el sector salud y a su vez obtener resultados positivos, aspecto que promueve que la organización continúe mejorando y brindando una mejor atención. Esta investigación refleja la forma en que llevaron a cabo el proceso de implementación de una de las herramientas Lean, Kanban. Además, a simple vista se puede interpretar que, a partir de los problemas detectados, se aplica la herramienta que mejor se ajusta a ellos, lo que constituye un punto de partida para la presente investigación, que busca precisamente identificar no sólo la aplicación sino también la forma en que se adaptó para su uso en el sector.

De la misma manera Díaz R. M (2020) en su trabajo denominado "Aplicación de los principios Lean del Sistema de Producción Toyota para la mejora de los tiempos de atención en el servicio de urgencias de un hospital de 4º nivel, Hospital Universitario San Ignacio" realizó un estudio donde se identificaron las posibles rutas de proceso y de atención dentro del Hospital

Universitario San Ignacio, con la ayuda de la herramienta VSM, se analizaron las áreas más afectadas, estableciendo las actividades que no agregan valor al proceso, determinando los siete desperdicios Toyota y realizando un plan de acción con actividades JIT. Además, se realizaron sesiones grupales Kaizen para obtener un mejor entendimiento del servicio, recibiendo retroalimentación y así poder enfocar las estrategias para eliminar estos desperdicios que generan costos y no permiten un servicio de calidad. También se realizaron actividades 5 s para crear una base sólida que guíe a la organización hacia el pensamiento Lean. Díaz R. M (2020) afirma que la metodología Lean es un método ágil que se adapta según las necesidades y problemas de una organización, identificando las falencias, logrando que cada uno de sus actores participe en el proceso, intercambiando información que permita a la organización ser más productiva. Esta investigación presenta una identificación sobre uno de los principales procesos que se registran dentro de una organización médica, debido a que señala como un área como el departamento de emergencias, presenta importantes cantidades de despilfarro y, además, menciona las herramientas Lean que se implementan para reducirlo. Lo anterior contribuye significativamente al desarrollo de la presente investigación, sin embargo, no sólo se analizará un área específica, sino que se identificarán los diferentes procesos que implementan la filosofía Lean en el sector salud.

El aporte de cada uno de los trabajos mencionados en la presente investigación es significativo, en términos de que permite un primer acercamiento con respecto a las herramientas más utilizadas, los procesos que presentan mayor flujo y que por lo tanto requieren mayor prioridad en la aplicación de esta filosofía. No obstante, la presente investigación no sólo profundizará en las herramientas Lean de mayor uso, sino que además se analizará ese paralelismo que existe respecto a las herramientas clásicas y su adaptación al sector de la salud, al igual que se identificará el impacto de su aplicación como estrategia de mejora de los procesos en el sector.

3.7. Análisis Bibliométrico

Para conocer e identificar las características de un documento, artículo, revista, entre otros, es imprescindible realizar un análisis bibliométrico para determinar con precisión la conexión que puede existir entre diversas investigaciones, así como para orientar al investigador respecto a los planteamientos y/o avances que ha tenido un determinado tema. De este modo se evita la redundancia de estudios y se aprovecha el hecho de contar con directrices de lo realizado por otras investigaciones.

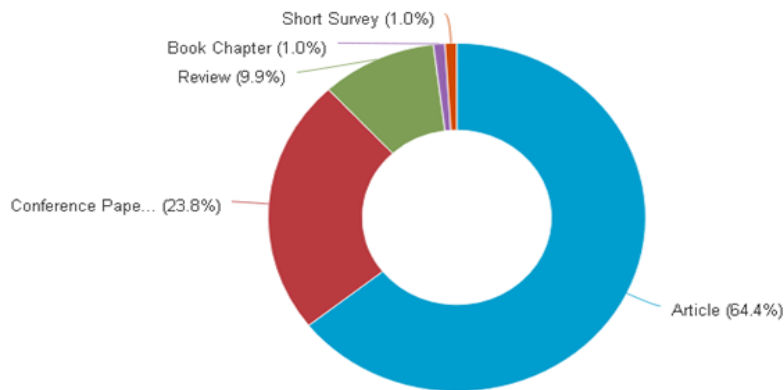
Considerando lo anterior y cumpliendo con el primer objetivo del presente estudio, se realizó una búsqueda a través de la base de datos Scopus referente a las investigaciones desarrolladas en torno al uso de las herramientas clásicas de Lean Manufacturing en el sector salud (Lean Healthcare). Es importante señalar que, para llevar a cabo esta búsqueda, se debe considerar previamente los términos clave, es decir, aquellas palabras de mayor relevancia que serán empleadas durante el desarrollo de toda la investigación, de forma que se consolide una ecuación de búsqueda lo suficientemente robusta con el fin de facilitar la obtención de la información requerida para su posterior análisis. Como resultado, se obtuvo la siguiente ecuación de búsqueda: ((“Lean” OR “Lean philosophy” OR “Lean practices” OR “Lean methodology” OR “Lean approach” OR “Lean Implementation”) AND (“Lean tools” OR “A3 format” OR “VSM” OR “Value Stream Mapping” OR “SMED” OR “Single Minute Exchange of Die” OR “Kanban” OR “5s” OR “5 S’s” OR “Five S’s” OR “5S method” OR “Poka Yoke” OR “Error-proofing”) AND (“Lean services” OR “Lean in Healthcare” OR “Lean Healthcare” OR “Healthcare” OR “Healthcare services” OR “Health services” OR “Hospital” OR “Clinics”)).

La estructura que presenta la ecuación contempla todos los aspectos pertinentes de la investigación, como por ejemplo los términos “Lean”, “Lean philosophy”, “Lean practices”, “Lean methodology”, “Lean approach”, “Lean Implementation” y “Lean tools”, “A3 format”, “VSM”, “Value Stream Mapping”, “SMED”, “Single Minute Exchange of Die”, “Kanban”, “5s”, “5 S’s”, “Five S’s”, “5S method”, “Poka Yoke”, “Error-proofing” se consideran con el fin de abordar la filosofía clásica del Lean manufacturing junto con las herramientas de mayor renombre con respecto a su uso y, por último, los términos “Lean services”, “Lean in Healthcare”, “Lean Healthcare”, “Healthcare”, “Healthcare services”, “Health services”, “Hospital”, “Clinics” permite orientar el estudio de la investigación hacia el sector salud.

Una vez aplicada la ecuación anterior en la base de datos Scopus, ésta arrojó 314 resultados sin considerar la existencia de restricciones como el tipo de documento, el país, el idioma, entre otros. Es preciso resaltar el hecho de que desde el inicio se aplicó un filtro por títulos, resumen y palabras clave. Posteriormente, fue realizado un barrido a partir del resumen de cada documento con el fin de identificar los que tenían el mayor grado de relación respecto al tema de investigación, de modo que se obtuvieron 101 documentos, los cuales contenían artículos, documentos de sesión, revisiones, capítulos de libros y encuestas breves.

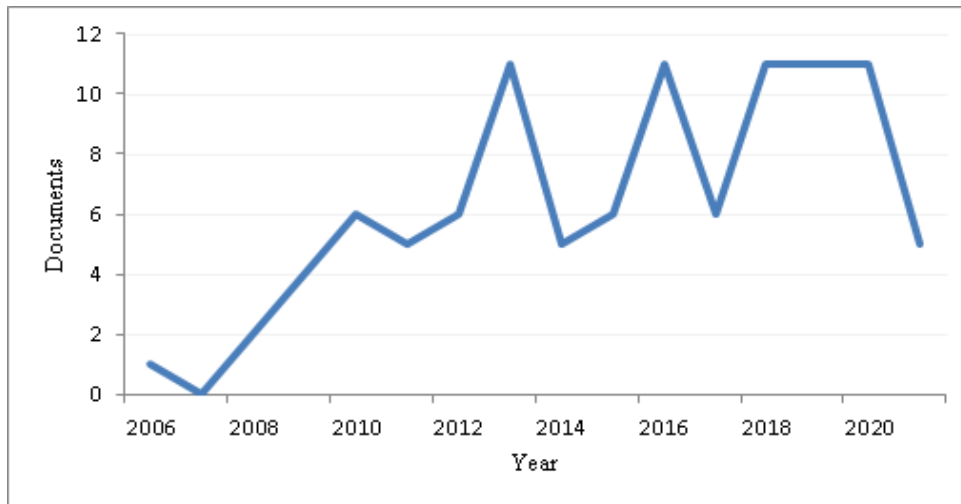
La herramienta Scopus cuenta con una sección en la que es posible desarrollar un análisis estadístico de la información seleccionada, lo que permite visualizar los tipos de documentos, países de publicación, autores, años, así como otros datos relevantes.

Como se puede observar en la Figura 1, se muestra la clasificación de los tipos de documentos junto con sus respectivos porcentajes, entre los cuales se destaca en mayor grado el artículo, con 65 publicaciones, mientras que el resto está constituido por 24 documentos de sesión, 10 revisiones, 1 capítulo de libro y 1 encuesta breve.

Figura 1*Tipo de documento*

Nota: Tomado de Scopus

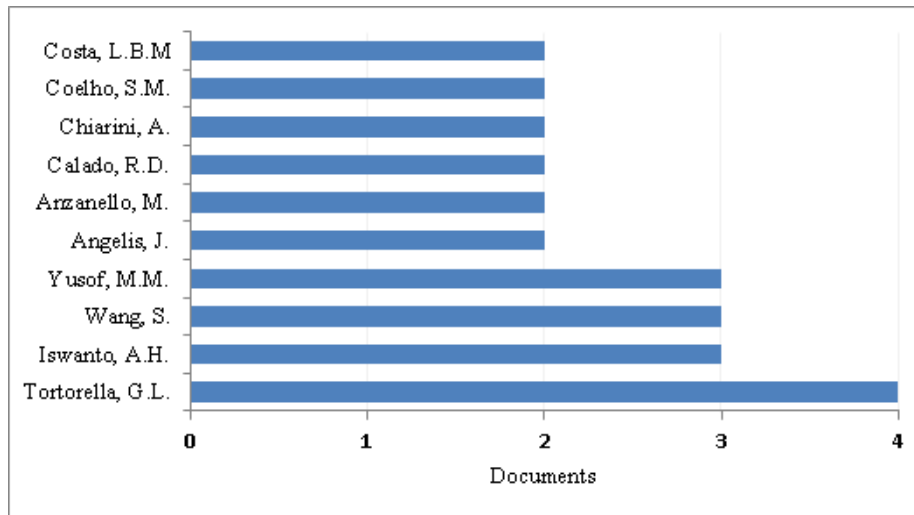
Asimismo, es importante destacar y analizar la cantidad de documentos que fueron obtenidos y publicados por año, para este caso fue tomada una ventana de tiempo de 14 años (2006-2020) como se puede apreciar en la *figura 2*. Adicionalmente, desde el año 2007 en adelante se observa que existe un aumento en el número de investigaciones, además, se destaca que, durante los años 2018, 2019 y 2020 existió una constante en los documentos publicados, lo que significa que existe un especial interés en este tema, además de ser reciente. Cabe destacar que para este análisis se tomaron en cuenta los 101 documentos previamente seleccionados en la base de datos Scopus.

Figura 2*Documentos por año**Nota:* Adaptado de Scopus

Por otro lado, vale la pena reconocer el esfuerzo de los autores, especialmente de aquellos que se han centrado en la publicación de documentos altamente relacionados con el tema de esta investigación, en este sentido, destacan cuatro autores, como se muestra en la *figura 3*, entre ellos Tortorella con la publicación de cuatro trabajos, Iswanto, Wang y Yusof con tres trabajos cada uno.

Figura 3

Documentos por autor

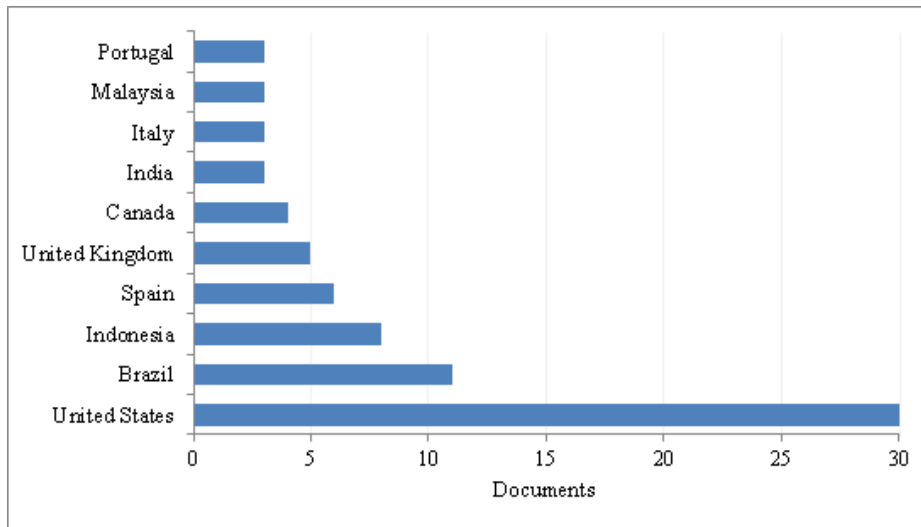


Nota: Adaptado de Scopus

Al mismo tiempo, es importante señalar los países donde existe mayor participación y, por lo tanto, mayor grado de interés en la filosofía *Lean Healthcare*, según la *figura 4*, destacan Estados Unidos con 30 publicaciones, así como Brasil e Indonesia con 11 y 8 publicaciones, respectivamente.

Figura 4

Documentos por país/territorio

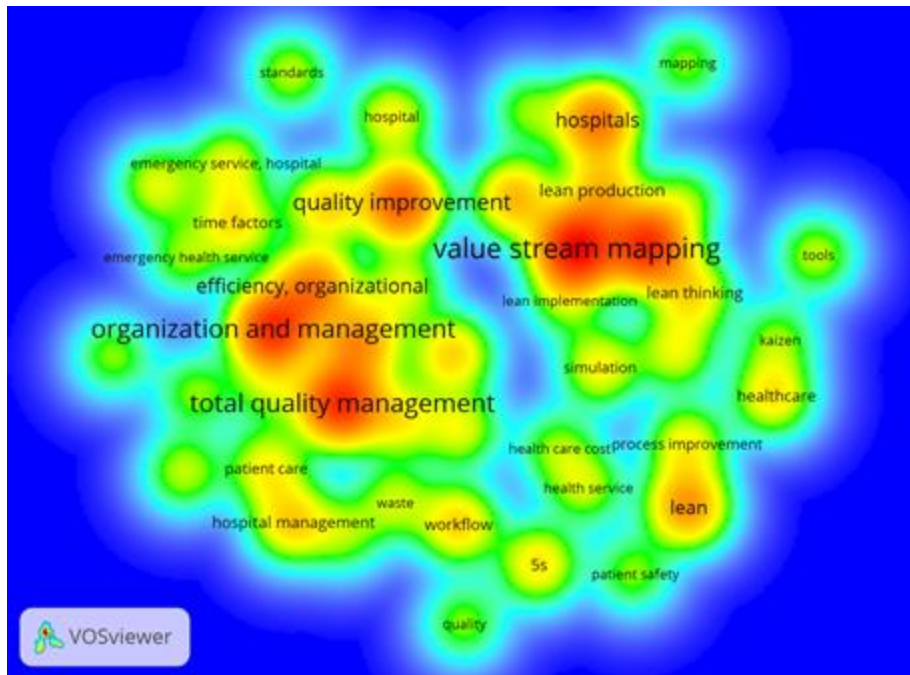


Nota: Adaptado de Scopus

Tras realizar el análisis de contenido, se identificaron 30 de las palabras más frecuentes, representadas en la *figura 5*, entre las que se encuentran términos como value stream mapping, total quality management, organization and management, quality improvement, efficiency, organizational, hospitals, entre otros, lo que demuestra que las organizaciones del sector de la salud manifiestan gran interés por mejorar su gestión a través de la aplicación de la filosofía *Lean* por medio de sus herramientas, en aras de garantizar la mejora del flujo de trabajo y conseguir la máxima satisfacción del paciente.

Figura 5

Términos de mayor concurrencia



Nota: Tomado de Vosviewer

Por último, la *figura 6* presenta el listado de los 30 autores más citados junto con sus respectivos documentos, y donde se refleja en gran medida la importancia de la aplicación de la filosofía Lean Manufacturing en el sector salud, puesto que para la mayoría de ellos resulta fundamental el hecho de identificar y potenciar las actividades que aportan valor precisamente mediante el empleo de las herramientas.

Figura 6*Autores con mayor citación*

Autor/es	Título	Año	Nº Citas
Pokinska, B.	The current state of lean implementation in health care: Literature review	2010	213
Ng, D., Vail, G., Thomas, S., Schmidt, N.	Applying the Lean principles of the Toyota Production System to reduce wait times in the emergency department	2010	117
Costa, L.B.M., Godinho Filho, M.	Lean healthcare: review, classification and analysis of literature	2016	101
Lummus, R.R., Vokurka, R.J., Rodeghiero, B.	Improving quality through value stream mapping: A case study of a physician's clinic	2006	92
Teichgräber, U.K., De Bucourt, M.	Applying value stream mapping techniques to eliminate non-value-added waste for the procurement of endovascular stents	2012	75
Grove, A.L., Meredith, J.O., Macintyre, M., Angelis, J., Neailey, K.	UK health visiting: challenges faced during lean implementation	2010	64
Henrique, D.B., Rentes, A.F., Filho, M.G., Esposto, K.F.	A new value stream mapping approach for healthcare environments	2016	59
Tortorella, G.L., Fogliatto, F.S., Anzanello, M., (...), Garcia, M., Reis Esteves, R.	Making the value flow: application of value stream mapping in a Brazilian public healthcare organisation	2017	42
Grove, A.L., Meredith, J.O., MacIntyre, M., Angelis, J., Neailey, K.	Lean implementation in primary care health visiting services in National Health Service UK	2010	42
Costa, L.B.M., Filho, M.G., Rentes, A.F., Bertani, T.M., Mardegan, R.	Lean healthcare in developing countries: evidence from Brazilian hospitals	2017	41
Chiarini, A.	Waste savings in patient transportation inside large hospitals using lean thinking tools and logistic solutions	2013	40
Machado, V.C., Leitner, U.	Lean tools and lean transformation process in health care	2010	39
Carter, P.M., Desmond, J.S., Akanbobnaab, C., (...), Barsan, W.G., Cunningham, R.M.	Optimizing clinical operations as part of a global emergency medicine initiative in Kumasi, Ghana: Application of lean manufacturing principals to low-resource health systems	2012	34
Doğan, N.Ö., Unutulmaz, O.	Lean production in healthcare: a simulation-based value stream mapping in the physical therapy and rehabilitation department of a public hospital	2016	31
Cookson, D., Read, C., Mukherjee, P., Cooke, M.	Improving the quality of Emergency Department care by removing waste using Lean Value Stream mapping	2011	29
Schwarz, P., Pannes, K.D., Nathan, M., (...), Rupp, A., Zügel, N.P.	Lean processes for optimizing or capacity utilization: Prospective analysis before and after implementation of value stream mapping (VSM)	2011	28
Bal, A., Ceylan, C., Taçoğlu, C.	Using value stream mapping and discrete event simulation to improve efficiency of emergency departments	2017	27
Hallam, C.R.A., Contreras, C.	Lean healthcare: scale, scope and sustainability	2018	23
Eller, A.	Rapid assessment and disposition: applying LEAN in the emergency department.	2009	23
Ikuma, L.H., Nahmens, I.	Making safety an integral part of 5S in healthcare	2014	22
Miller, R., Chalapati, N.	Utilizing lean tools to improve value and reduce outpatient wait times in an indian hospital	2015	21
Cerfolio, R.J., Ferrari-Light, D., Ren-Fielding, C., (...), Jain, S., Pachter, H.L.	Improving Operating Room Turnover Time in a New York City Academic Hospital via Lean	2019	20
Yusof, M.M., Khodambashi, S., Mokhtar, A.M.	Evaluation of the clinical process in a critical care information system using the Lean method: A case study	2012	20
Kovacevic, M., Jovicic, M., Djapan, M., Zivanovic-Macuzic, I.	Lean thinking in healthcare: Review of implementation results	2016	19
Michael, C.W., Naik, K., McVicker, M.	Value stream mapping of the pap test processing procedure a lean approach to improve quality and efficiency	2013	18
Gonzalez, M.E.	Improving customer satisfaction of a healthcare facility: reading the customers' needs	2019	16
Lot, L.T., Sarantopoulos, A., Min, L.L., (...), Boin, I.F.S.F., Ataide, E.C.	Using Lean tools to reduce patient waiting time	2018	16
Sánchez, M., Suárez, M., Asenjo, M., Bragulat, E.	Improvement of emergency department patient flow using lean thinking	2018	16
Haddad, M.G., Zouein, P.P., Salem, J., Otayek, R.	Case Study of Lean in Hospital Admissions to Inspire Culture Change	2016	16
Venkateswaran, S., Nahmens, I., Ikuma, L.	Improving healthcare warehouse operations through 5S	2013	15

Nota: Adaptado de Scopus

A partir de los resultados obtenidos en el análisis bibliométrico se aprecia que ha habido un aumento de publicaciones en lo referente a la aplicación del Lean Manufacturing en el sector salud a lo largo de los últimos años, lo que constituye para esta investigación un factor importante, puesto que se trata de datos que se ajustan a la realidad.

4. Marco teórico de Lean Manufacturing y Lean Healthcare

Para el desarrollo del trabajo se realizó una revisión bibliográfica de documentos, artículos científicos y literatura gris que ofrecen información sobre la implementación de herramientas Lean en el sector salud, han sido mencionados conceptos, términos y herramientas necesarias para la investigación, por lo que a continuación se aclara y se hace una contextualización de cada uno de estos.

4.1. Lean Manufacturing

Según Socconini (2019) Lean Manufacturing o manufactura esbelta se le denomina al sistema justo a tiempo (just in time) en occidente, también conocido como Manufactura de clase mundial y sistema de producción Toyota.

Tejeda (2011) afirma:

El Lean Manufacturing es un sistema integrado socio-tecnológico de mejoramiento de procesos, cuyo objetivo principal es eliminar desperdicios o actividades que no agregan valor al cliente. Al eliminar desperdicios la calidad aumenta mientras que los tiempos y costos de producción disminuyen en muy poco tiempo. (p. 282).

A su vez Hernández y Vizán (2013) Consideran que el Lean Manufacturing es una filosofía centrada en las personas que determina cómo mejorar y optimizar un sistema de producción

mediante la identificación y eliminación de cualquier tipo de desperdicios, es decir, aquellos procesos o actividades que consumen más recursos de los verdaderamente necesarios. Por lo tanto, se puede decir que el Lean Manufacturing permite producir más utilizando menos, menos personal, menos recursos, reduciendo el despilfarro, realizando un trabajo más eficiente (Malpartida y Tarmeño, 2020).

4.2. Pilares del Lean Manufacturing

Existen tres pilares del Lean Manufacturing los cuales son: la Filosofía de mejora continua (Kaizen), control total de la calidad y el Just in time (Rajadell y Sánchez, 2010):

Kaizen: Kai significa cambio y zen mejora es decir que unidos hacen referencia a un “cambio para mejorar” tanto en la parte de los costos como en la cultura de la organización, este pilar comprende tres componentes, el primero de ellos en la percepción haciendo referencia a descubrir los problemas, el segundo componente es decir el desarrollo de ideas para hallar soluciones creativas y por último la toma de decisiones al escoger la mejor propuesta, planificar su realización para enseguida empezar a desarrollarla.

Control total de la calidad: Todos los departamentos, proveedores, empleados, distribuidores y demás personas que estén relacionadas con la empresa necesitan y deben involucrarse en el control de la calidad. Esto conlleva a la disminución de costos y a una mayor rentabilidad.

Just in Time (JIT): Filosofía que pretende eliminar cualquier tipo de desperdicio, aprovechando al máximo los recursos disponibles, fabricando los artículos necesarios en las cantidades requeridas y en el momento adecuado.

4.3. Principios del Lean

Para los autores Womack y Jones (como se citó en Rivera, 2013) existen cinco principios de la filosofía Lean los cuales se presentan a continuación:

Especificar el valor: ¿Qué expectativas tienen los clientes?, ¿Qué estarán dispuestos a pagar?, ¿Qué combinación de funcionalidades, disponibilidad y precio van a preferir?

Análisis de la cadena de valor: La Cadena de Valor es la sucesión de las actividades que se requieren para hacer llegar un producto o servicio al consumidor. El análisis y el esquema de la cadena de valor permite identificar las actividades que añaden valor y las que no lo hacen. Esta diferenciación servirá como punto de partida para las actividades de mejora y eliminación de desperdicios.

Flujo continuo: Las organizaciones deben esforzarse por garantizar que el valor fluya de forma continua y no por lotes, pues de lo contrario se producirán retrasos y mayores costes.

El cliente “hala” (Customer Pull): Este principio se ha extendido gracias a la divulgación de Just-in-Time. El sistema de producción deberá proporcionar a los consumidores los productos que requieren en el momento oportuno y en consecuencia el sistema de producción activará los recursos de producción sólo cuando la siguiente estación del proceso consuma las unidades que estaban preparadas para ello. Es decir, la actividad de producción no sólo responde a los planes y previsiones realizados de forma anticipada, sino que reacciona a los volúmenes de demanda reales.

Mejoramiento continuo: Es la búsqueda de la perfección (Kaizen), es una disciplina importante para las organizaciones ya que es promotora del progreso continuo

4.4. Elementos conceptuales necesarios para implementar Lean

A continuación, se presentan los elementos que son considerados fundamentales al momento de implementar la filosofía Lean

4.4.1. Control visual

Andon es un término de origen japonés cuyo significado es "lámpara", funciona como una señal visual que a distancia brinda un mensaje para comunicar algo, dicho término hace alusión al control visual, el cual es considerado como un elemento de la filosofía del Lean Manufacturing, este elemento a través de diferentes mecanismos permite monitorear los procesos, brindar información en tiempo real y obtener retroalimentación sobre el estado de un proceso y de esta manera tomar decisiones asertivas en la organización. Se centra en la medición de los procesos y no de las personas. Entre los tipos de control visual se encuentran las alarmas que generan señales de advertencia en situaciones de urgencia, luces y torretas que permiten conocer el estado de equipos, tableros informativos, entre otros (Socconini, 2019).

4.4.2. Heijunka

Heijunka es la creación de un programa nivelado con respecto a cantidades y tipos de productos. Realizar un programa de producción a través de Heijunka permite la combinación de diferentes artículos para garantizar una producción continua mediante la nivelación de la demanda de recursos de producción, es decir, que Heijunka permite la producción de pequeños lotes y así poder minimizar los inventarios (Ghinato, 2000). Para Socconini (2019) Heijunka “es un sistema de control que sirve para nivelar la producción al ritmo de la demanda del cliente final, variando

la carga de trabajo de los procesos de manufactura” (p.247), asimismo para Tapia et al. (2017) la Heijunka es un elemento clave para lograr el flujo y la nivelación en la producción.

4.4.3. Jidoka

Para Padilla (2010) Jidoka consiste en hacer que se detenga el equipo o la operación, cuando se produce una situación de anormalidad o defecto. La característica distintiva radica en que cuando se produce un problema en el equipo o un defecto en la máquina, el equipo o toda la línea se detiene y pueden parar cualquier línea que tenga operarios. Jidoka es muy importante, ya que evita la sobreproducción y facilita el control de las anomalías. De la misma manera para Modig y Åhlström (2015) Jidoka es una técnica que detecta o identifica aquello que provoca que la línea de producción se detenga, busca que los colaboradores observen todo lo que acontece en la organización y de esta manera analice y se elimine todo lo que hace que el flujo sea lento.

4.4.4. Mantenimiento Total Productivo “TPM”

Según López (2009), El TPM es un Sistema de Gestión de Mantenimiento, que busca la mejora continua de la Maquinaria y el logro del 100% de eficiencia del proceso productivo, involucrando a todo el personal, este sistema propone cambios estructurales en la cultura de trabajo de producción y mantenimiento, enfocando el mantenimiento y la producción como una sola unidad, generando así un alto beneficio en el proceso productivo y en la calidad de los productos fabricados o del servicio prestado por las empresas. Asimismo, para Sacristán (2002) “el Mantenimiento Total Productivo asume el reto de cero fallos, cero incidentes y cero defectos para mejorar la eficacia de un proceso productivo” (p.59).

4.4.5. Ciclo Deming

El ciclo Deming también conocido como ciclo PHVA o PDCA es otro elemento importante a la hora de aplicar la filosofía Lean. Para Ballé et al. (2018) "PDCA es el motor del pensamiento Lean porque recoge el pensamiento dinámico de la mejora continua en la tarea diaria" y consta de cuatro pasos fundamentales el primero de estos es Planificar (Cambiar con el objetivo de mejorar), el segundo Hacer (llevar a cabo, preferiblemente a pequeña escala), el tercero Verificar (estudiar los resultados) y el cuarto Actuar (adoptar el cambio).

Por otro lado, García et al. (2003) mencionan que este elemento está vinculado a la planificación, implantación, control y mejora continua tanto en la producción como en los procesos del sistema de gestión de la calidad y se explica de la siguiente manera:

Planificar

1. Involucrar a las personas adecuadas
2. Reunir los datos disponibles
3. Entender las necesidades del cliente
4. Estudiar a fondo el(los) proceso(s) implicado(s)
5. ¿El proceso es capaz de satisfacer las necesidades?
6. Desarrollar el plan/formar a la persona

Hacer

- Aplicar mejoras/verificar las causas de los problemas
- Recopilar los datos adecuados

Verificar

- Analizar y visualizar los datos

- ¿Se han conseguido los resultados deseados?
- Comprender y documentar las diferencias
- Revisar problemas y errores
- ¿Qué se aprendió?
- ¿Qué queda por resolver?

Actuar

- Incorporar la mejora en el proceso
- Comprender y cumplir los requisitos
- La necesidad de considerar los procesos en términos de valor añadido
- Obtención de resultados del rendimiento y la eficacia del proceso
- Mejora continua de los procesos basada en mediciones objetivas

4.5. Despilfarros o Mudas

El término Muda significa “exceso” esto hace referencia a aquella actividad o esfuerzo que no agrega valor a la organización generando un aumento de costos y bajando la calidad del servicio. El Lean Manufacturing dentro de sus objetivos busca conocer, detectar y eliminar todos los desperdicios que provocan que la capacidad de las empresas se reduzca constantemente. Toyota clasifica los desperdicios en siete grandes grupos (Socconini, 2019) :

Muda de sobreproducción: Se produce más de lo necesario, más rápido de lo que se requiere, los productos son fabricados antes de que se necesiten por lo tanto hay exceso en la capacidad instalada, el almacenamiento y la mano de obra, se presenta obsolescencia de los materiales entre otras características de la sobreproducción. Esto origina como consecuencia de la escasa comunicación entre departamentos, las deficiencias en la planificación, el poco

mantenimiento preventivo, las prácticas contables son inadecuadas y la automatización en actividades que no lo justifica.

Muda de sobre inventario: Los Materiales, productos en curso o productos acabados superan lo necesario para satisfacer la demanda de los clientes. Esta muda se origina debido al descontrol en los cuellos de botella, pronósticos poco factibles, desconocimiento de la capacidad real de producción. Provocando que se generen grandes cantidades de producto a la espera de ser procesados, baja rotación de inventarios, espacios grandes destinados al almacenamiento de producto y tiempos prolongados durante la producción.

Muda de Productos defectuosos: Hace referencia a la elaboración de productos que no cumplen con los estándares de calidad, generando pérdidas a la organización debido a la inversión de materiales, horas máquina y mano de obra, además de la duplicidad de actividades ocasionando mayores gastos. Este despilfarro se caracteriza porque hay un exceso de personal dedicado a la inspección, al reproceso o reparación, inventario acumulado que se debe reprocesar, la circulación de los productos dentro de la planta es de gran complejidad, escasa relación entre el cliente y las empresas proveedoras y poco beneficio para la empresa.

Muda de transporte de materiales y herramientas: Son los movimientos de materiales en las instalaciones de la empresa que no favorecen directamente al sistema de producción. Lo anterior se debe a la inadecuada distribución de las áreas por exceso de personal para el transporte de materiales, el número de lugares de almacenamiento que existen, la cantidad de cintas transportadoras, tolvas o tuberías, la ineficiente gestión de los inventarios y finalmente el exceso de estanterías y contenedores en los se colocan los materiales y los productos.

Muda de procesos innecesarios: Se presenta cuando existen cuellos de botella en el proceso, las especificaciones del cliente no son claras, exceso de inspecciones, falta de equipos

que tengan dispositivos a prueba de errores, paradas en las estaciones por motivos administrativos e informaciones innecesarias. Los motivos por los que se origina esta muda son la poca comprensión de los procesos, tecnología nueva que no se sabe usar, políticas inadecuadas, la definición del proceso productivo y del flujo del proceso no son las más aptas.

Muda de espera: Cuando el operador pierde tiempo esperando que la máquina acabe el trabajo, se realizan paradas de máquinas porque el operario le está haciendo algún ajuste, se desperdicia tiempo por falta de materiales, herramientas o instrucciones, a esto se le conoce como mudas de espera que no agregan valor a la organización, esta es uno de los despilfarros más comunes.

Muda de movimientos innecesarios de las personas: Este tipo de mudas se originan cuando el operario emplea demasiado tiempo para localizar materiales, personas o herramientas, realiza movimientos innecesarios al agacharse o caminar y hacen mucho esfuerzo para desarrollar alguna actividad.

4.6. Herramientas antecesoras del Lean Manufacturing

Existen herramientas que, si bien no fueron desarrolladas en el sistema de producción Toyota, han sido la base para la implementación de las herramientas Lean, por lo que vale la pena destacar dos de estas herramientas que son importantes para esta investigación.

4.6.1. Diagrama de Ishikawa

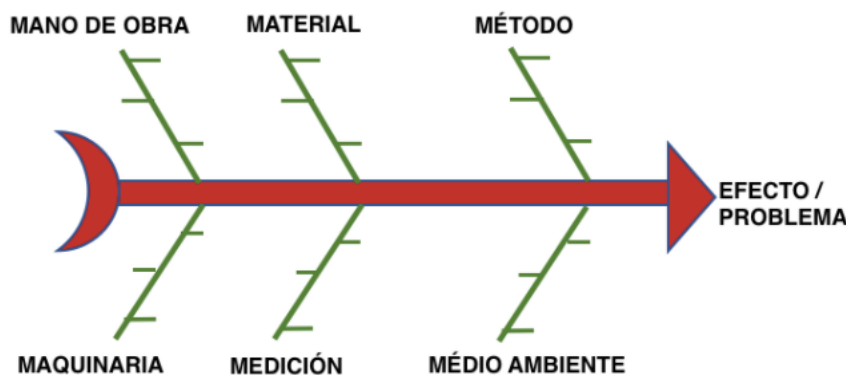
Es una de las diferentes herramientas que han surgido a lo largo del siglo XX en la industria y más adelante en el sector de los servicios, con el fin de facilitar el análisis de los problemas y su solución. Fue diseñada por el Dr. Kaoru Ishikawa, químico japonés, en 1943. El diagrama de

Ishikawa también se conoce como diagrama de espina de pescado (por su forma) o diagrama de causa-efecto, es una herramienta utilizada para estructurar la información, ya que ayuda a clarificar, mediante un esquema gráfico, las causas que producen un problema, pero no identifica la causa raíz (Valenzuela, 2000). El diagrama de Ishikawa identifica un problema y, a continuación, enumera un conjunto de posibles causas que pueden haber provocado el problema, este diagrama permite ordenar de forma clara y sencilla las causas de los problemas que surgen en cualquier proceso de la empresa (Nuño, 2017).

La figura 7 muestra la imagen de un diagrama de Ishikawa donde se observan seis categorías: mano de obra, método, material, medición, maquinaria y entorno, en cada categoría se pregunta cómo influyen éstas en el efecto, y se añaden espinas a cada categoría, estas espinas son las mismas causas que provocan el problema (Delgado, 2020).

Figura 7

Diagrama de Ishikawa



Nota: Tomado de la página Risk prevention de México S.

4.6.2. Diagrama de Spaghetti

Es una de las herramientas para el análisis de la cadena de valor, se utiliza para medir el desperdicio: el movimiento de trabajadores o materiales, también permite identificar oportunidades de mejora y medir la eficacia de las acciones de mejora (Griso, 2018). Asimismo, para Alvarez et al (como se citó en Mejía y Santos V, 2019) el diagrama de Spaghetti es una representación gráfica de los movimientos de los empleados y clientes dentro del área de servicio, mediante este diagrama es posible establecer el orden más lógico para los puestos de trabajo y la maquinaria, con la intención de ganar eficiencia en el servicio, principalmente reduciendo el tiempo de desplazamiento y eliminando los movimientos innecesarios.

4.7. Herramientas clásicas del Lean Manufacturing

Una empresa Lean, que desea obtener el máximo beneficio de las condiciones cambiantes de un entorno globalizado, debe ser capaz de adaptarse rápidamente a los cambios, utilizando las excelentes herramientas de mejora, prevención y resolución de problemas (Socconini, 2019). En base a lo anterior en esta investigación se describirán y destacarán algunas de las herramientas Lean más conocidas.

4.7.1. Value Stream Mapping “VSM”

Según lo afirmado por Rajadell y Sánchez (2010) el Value Stream Mapping es una herramienta que consiste en una visión empresarial que presenta el flujo de materiales y el flujo de información desde el proveedor hasta el cliente, plasmando sobre el papel de forma sencilla como visual, todas las actividades que se desarrollan actualmente para obtener un producto, con la finalidad de identificar la cadena de valor. Para Rother y Shook (2003) el Value Stream Mapping requiere “adoptar una perspectiva de flujo de valor, significa trabajar en el panorama general, no

sólo en los procesos individuales, y mejorar el conjunto, no sólo optimizar las partes” (p.3). Además, Fernández (2013) considera que la aplicación del Value Stream Mapping brinda un nuevo modelo de producción que se adaptará a las necesidades actuales y futuras en cuanto a los costos y el servicio al cliente.

4.7.2. *Cinco eses (5 s)*

Para Sacristán, (2005):

Las 5s son un programa de trabajo para talleres y oficinas que consiste en desarrollar actividades de orden/limpieza y detección de anomalías en el puesto de trabajo, que por su sencillez permiten la participación de todos a nivel individual/grupal, mejorando el ambiente de trabajo, la seguridad de personas, equipos y la productividad (p.7).

La herramienta Cinco eses (5s) se originó en japon, cada una de estas palabras comienzan con la letra S, las cuales son: Seiri (organización), Seiton (orden), Seiso (Limpieza), Seiketsu (limpieza estandarizada) y Shitsuke (disciplina), este método permite un control visual y apoya al Just in time (Arrieta, 1999). La implementación de las 5s trae varios beneficios para la organización, algunos de estos son: la diversificación de productos, mayor calidad, menores costos, cero retrasos para entregas confiables, seguridad, buen mantenimiento, mayor confianza y crecimiento (Hirano, 1995).

4.7.3. *Single Minute Exchange of Die “SMED”*

Según McIntosh et al. (como se citó en Ferradás y Salonitis, 2013) el ingeniero mecánico japonés Shigeo Shingo afirmó que el SMED “es un enfoque científico para la reducción del tiempo

de preparación que se puede aplicar en cualquier fábrica a cualquier máquina” (p.599). Asimismo, su creador Shingo (1985) afirma:

El término Single Minute Exchange of Die se refiere a una teoría y técnicas para realizar operaciones de preparación en menos de diez minutos, es decir, en un número de minutos expresado en un solo dígito. Aunque no todos los montajes pueden realizarse literalmente en minutos de un solo dígito, este es el objetivo del sistema descrito aquí, y puede cumplirse en un porcentaje sorprendentemente alto de casos (p.19).

Los sistemas de cambio SMED brindan soluciones de cambio rápido de herramientas que pueden mejorar todos los elementos de cualquier proceso de fabricación disminuyendo considerablemente el tiempo de inactividad y haciendo que el equipo sea más eficaz (Godina et al., 2018).

4.7.4. Poka-Yoke

La herramienta Poka-Yoke fue presentada por Shigeo Shingo en 1961, siendo uno de los ingenieros de Toyota Motor Corporation. Esta herramienta busca prevenir los defectos y errores que se generan al cometer un error original por falta de atención (Dudek-Burlikowska y Szewieczek, 2009). Para González y Bernal (como se citó en Monsalvo Buelvas, 2018) Poka-Yoke, es una herramienta que significa “a prueba de errores” y su propósito es eliminar o evitar errores, ya sean humanos o automatizados. La herramienta ayuda a los colaboradores en sus actividades rutinarias y minimiza los riesgos con soluciones sencillas y económicas

4.7.5. Informe A3

El informe A3 es una de las herramientas que componen el sistema de producción TPS de Toyota. Ayuda en la toma de decisiones y al mismo tiempo es un proceso de resolución de problemas, basado en el ciclo Deming (PDCA). Se denomina A3 porque se recopila en una hoja de tamaño A3 y su uso hace posible el desarrollo y la adopción de la cultura Lean y la filosofía de mejora continua dentro de la organización (GlobalLean, 2020). De igual manera para Pérez (2011) el formato A3 es un proceso que genera una forma de pensar, comunicar y aprender, busca que dentro de la organización todas las personas resuelvan los problemas. Para ello cada problema es descrito, analizado y resuelto en una hoja de papel donde todos los interesados en el tema tienen acceso.

4.7.6. *Kanban*

El término Kanban proviene de japonés y significa etiqueta de instrucción, es una herramienta en donde las órdenes de trabajo son enviadas por medio de tarjetas, llamadas Kanban, a las diferentes áreas de producción. Las órdenes se mueven de un proceso a otro de forma secuencial y se basan en las necesidades del cliente, es decir, se fabrican para el cliente y no para agregar al inventario (Pérez, 2011). Asimismo, para Bermejo (2011) “El Kanban es un sistema de gestión donde se produce exactamente aquella cantidad de trabajo que el sistema es capaz de asumir.” por ende permite asegurar una producción continua que no tenga sobrecargas en el equipo de producción.

4.7.7. *Overall Equipment Effectiveness (Eficiencia General de los Equipos)*

Según Belohlavek (2006) La OEE es un método de medición del rendimiento de la producción que integra datos sobre la disponibilidad de los equipos, la eficiencia del rendimiento y el índice de calidad alcanzado. Se calcula de la siguiente manera:

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidad} \times \text{Rendimiento} \times \text{Calidad}$$

Donde:

Disponibilidad: $\text{Tiempo de operación disponible} / \text{Tiempo de operación total}$

Rendimiento: $\text{Producción real} / \text{Producción potencial}$

Calidad: $\text{Producción de calidad} / \text{Producción total}$.

El OEE es un indicador de rendimiento utilizado para medir la productividad de los equipos. Se trata de un índice de productividad entre la producción real y lo que se podría producir idealmente (Ng Corrales et al., 2020).

4.7.8. Diagrama Yamazumi

El diagrama Yamazumi es una herramienta esencial para las operaciones de reajuste en las líneas de montaje (Oliete et al., 2010). Según Avila y Segovia (2019) es un diagrama de columnas superpuestas que representan formas de asignar el tiempo o la capacidad de los recursos de producción entre la producción y los problemas. Entendiendo como un problema cualquier parada no planificada

4.7.9. Manufactura Celular

Para Mutingi y Onwubolu (2012):

La fabricación celular es un método de descomposición del sistema de fabricación en un subsistema autónomo manejable, llamado célula de fabricación, de tal manera que mejora el control del lugar de trabajo, la manipulación de materiales, el manejo de herramientas y la planificación. El proceso de descomposición en células implica la identificación de la familia de piezas con atributos de proceso o diseño similares, y de las máquinas, de forma que cada familia pueda procesarse en una sola célula. (p.205).

Es una práctica en la que los equipos y los puestos de trabajo están dispuestos para facilitar la realización de pequeños lotes y un flujo continuo de producción (Cordova , 2007). Por otro lado, Turbino (2007) considera que la Manufactura Celular es un sistema en el que una familia de productos se completa en máquinas distintas situadas cerca unas de otras, éstas con un equipo de operarios multidisciplinares.

4.8. Lean Healthcare

Según Domínguez (2020) la aplicación de Lean Healthcare, a partir de la filosofía Lean Manufacturing, es relativamente nueva. Una de las primeras aplicaciones fue en el año 2001, desarrollada por el Doctor Gary Kaplan, director del Virginia Mason Hospital en EEUU, quien pensó que adaptar los principios y las herramientas Lean en el sector salud podría hacer de su hospital, una organización mucho más eficiente. Actualmente, existen variados ejemplos de aplicación del modelo Lean en el sector salud, que ha ido extendiéndose por organizaciones del sector salud de Estados Unidos, Canadá y Europa.

Ahora bien, es necesario dar a conocer un concepto de lo que es Lean Healthcare, de acuerdo con la revista NEJM Catalyst (2018) Lean Healthcare es la aplicación de ideas Lean en el cuidado de la salud para minimizar el desperdicio con la mejora continua del proceso, con el

objetivo de mejorar la satisfacción del paciente y los resultados de la atención al tiempo que se reducen los costos.

4.9. Herramientas clásicas del Lean usadas con mayor frecuencia en el sector salud

El objetivo de muchas organizaciones hoy en día consiste en identificar soluciones que permitan optimizar sus procesos, lo que implica la reducción o eliminación (lo ideal) de despilfarros en todas sus formas, orientándose en mayor medida hacia las actividades que generan valor añadido, con el fin de prestar un servicio de mayor calidad. En este sentido, muchas organizaciones están adoptando medidas dirigidas principalmente a identificar estrategias para mejorar el rendimiento de los procesos. Es aquí cuando la filosofía Lean adquiere gran protagonismo, pues, como se ha mencionado a lo largo del presente documento, la finalidad de este pensamiento radica precisamente en la reducción de los despilfarros que se producen durante la actividad diaria, independientemente de que se trate de un sector industrial o de servicios.

En este punto se presenta una descripción de los documentos seleccionados en la revisión bibliográfica con respecto a las herramientas del Lean Manufacturing aplicadas a los servicios de salud. Asimismo, en el Apéndice A, se presenta una tabla en la que para cada documento se registra una breve descripción de su contenido, junto con la respectiva herramienta utilizada y una primera aproximación de los procesos, departamentos y/o áreas involucradas. *La tabla 2* indica el grado de recurrencia de los documentos que mencionan el uso de las herramientas dentro del desarrollo de los diferentes procesos en el sector de la salud.

Tabla 2.

Cantidad de documentos encontrados respecto a cada una de las herramientas mencionadas

HERRAMIENTA	NIVEL DE REPETITIVIDAD
VSM	67
5's	27
Kanban	14
A3	11
Poka-Yoke	5
SMED	3
Yamazumi	0
OEE	0
Manufactura Celular	0

De acuerdo con lo anterior, el sector servicios, específicamente el sector salud, ha adoptado varias iniciativas para potenciar aquellas actividades que realmente generan valor frente a las que quizás no son tan importantes, por ello han decidido emplear herramientas del Lean Manufacturing de tal forma que les permita contribuir a que sus procesos sean óptimos.

- **VSM**

Según McDermott et al. (2013) el VSM también les permite reconocer los cuellos de botella, los pasos y los largos tiempos de espera en los procesos del cuidado de la salud, es decir, esta herramienta facilita la identificación de los tiempos sin valor agregado en las actividades que realizan a diario, motivo por el cual varios de los autores y estudios seleccionados para la presente investigación coinciden en que el VSM se convierte en un punto de partida para la definición de

los problemas existentes al permitir precisamente obtener una visión panorámica de lo que no se puede apreciar a simple vista, tal como se puede observar en la *Tabla 2* al ser la que mayor número de veces se menciona en dichos documentos.

Por otra parte, Ordoñez et al. (2019) en su artículo "Revisión bibliográfica de la herramienta Value Stream Map en el sector salud", realizaron una seria investigación bibliográfica enfocada en el VSM, donde los resultados indicaron que el VSM permite a las organizaciones del sector salud diseñar planes de mejora, así como aumentar la satisfacción de los pacientes, siendo a su vez una de las herramientas más fáciles de implementar, ya que muestra de manera visual aquellas actividades que no generan valor, pero que de alguna manera contribuyen a los costos de la organización. Otro estudio en el que se implementó el VSM, apoyado por otras herramientas como el Ishikawa y los diagramas de proceso, les permitió desarrollar nuevas rutas de atención para sus pacientes según el tipo de cita, así como el reajuste de recursos humanos y materiales (Morell et al., 2021). Por otro lado, en una de las áreas más concurridas del sector salud, el servicio de urgencias, gracias al uso del mapa de flujo de valor se pudo identificar una oportunidad de mejora a través de la reasignación del espacio y los recursos existentes, lo que conlleva a una atención mucho más eficiente (Eller, 2009).

Otra área en la que se implementó el VSM fue la de oncología, ya que un paciente que se somete a un tratamiento como la quimioterapia suele tardar una media de ocho horas por sesión y tiene que recibir el mismo tratamiento tres veces por semana. Teniendo en cuenta esto, en una institución de salud privada que atiende este tipo de casos, se logró reducir el ciclo total del proceso en aproximadamente un 50%, mejorando así la experiencia de este tipo de pacientes, además de reducir ciertos desperdicios que se evidenciaron en el desarrollo de la aplicación del VSM (Rubinato, 2021). Otra razón para el uso frecuente de esta herramienta, es que además de

identificar los desperdicios y las oportunidades de mejora crea un esquema holístico de los procesos y flujos de trabajo involucrados permitiendo entenderlos de manera eficiente (Yusof et al., 2012).

En este sentido, una herramienta Lean como el VSM, permite a las organizaciones del sector salud obtener una visión global de los pasos reales con respecto a sus procesos, ya que ilustra de forma clara todas las fases o actividades de los mismos, lo que contribuye a identificar fácilmente los diferentes tipos de despilfarros como son los tiempos de espera, la disponibilidad de recursos, los excesos de inventario, los desplazamientos, etc, que se pueden observar durante la ejecución del estado actual (VSM actual). A su vez, la implementación de nuevas mejoras o posibles soluciones a los problemas identificados se verán reflejadas en el VSM futuro, convirtiéndolo en un plan de trabajo que, una vez implementado, conducirá a una reducción de los desperdicios, como fue el caso de la Central de Suministros Estériles (CSSD) donde, con el apoyo de esta herramienta, se logró eliminar el 29% de los tiempos y actividades que realmente no generaban valor agregado al proceso del flujo de trabajo de instrumental de la CSSD; además, gracias a esta reducción, se logró una mayor eficiencia en la optimización del flujo de instrumental (Poonthamil y Pratap, 2019).

- **Cinco eses (5's)**

5's es una herramienta que permite a las organizaciones del sector salud disponer de lugares de trabajo mucho más eficientes, pues su clave está en que este tipo de herramientas contribuye a que las áreas de trabajo permanezcan limpias y organizadas a fin de mejorar la seguridad y, por ende, aumentar la productividad durante el proceso o actividad que se realice, Esto implica que al tener un lugar con estas características, los flujos, la información y los materiales son de fácil

acceso y se puede apreciar a simple vista si existe alguna anomalía, hecho que a su vez se traduce en una reducción (dependiendo del área de trabajo) de los costos de inventario, suministros y/o materiales (Kovacevic et al., 2016). Un ejemplo es el caso del quirófano del RSIA Grand Family (Yakarta), donde gracias a la herramienta 5's lograron disminuir los suministros médicos en el quirófano, reduciendo así los costos de inventario en 11.13%. La herramienta 5's se aplicó de la siguiente manera durante el Seiri que traduce organización/clasificación el equipo involucrado recopiló cada uno de los insumos médicos disponibles y los clasificó de acuerdo a la vida útil y frecuencia de uso, durante la segunda s, que es Seiton y que traduce orden, se clasificaron los insumos de acuerdo al sistema ABC, donde los insumos que representan el 80% del inventario se clasifican como categoría A, los que representan el 15% se clasifican como B y los artículos que son el 5% del inventario en la categoría C, luego se analizaron los requerimientos de espacio, se ubicaron los estantes de manera eficiente, además de etiquetar tanto los estantes como el artículo médico con el fin de dar instrucciones claras, en el Seiso que traduce limpieza, el equipo crea como mecanismo una limpieza periódica, en el cuarto s, Seiketsu que traduce estandarizar, se realizaron acciones como clasificar los insumos médicos con base en el sistema ABC, colocar los estantes de acuerdo a la ubicación especificada, etc. , y, por último, Shitsuke que traduce disciplina, el equipo durante 30 días después de la implementación de las cuatro eses anteriores continuó realizando actividades con el fin de asegurar que todo se cumpla (Iswanto y Koesoemo, 2019).

Así mismo, un centro de pruebas de preadmisión decidió aplicar las 5's al proceso de flujo de pacientes con la finalidad de optimizar los pasos y con ello lograr la eliminación de despilfarros, una vez finalizada la implementación se concluyó que esta herramienta resulta ser un modelo efectivo, sencillo y visual que permite mejorar los procesos involucrados, además de presentar un impacto positivo en la percepción de los pacientes pues el proceso final presentado cuenta con un

número reducido de pasos y se optimiza de forma más adecuada al personal médico, lo que contribuye a una mayor satisfacción para el paciente (Delisle y Freiberg, 2014). Por otro lado, Machado y Leitner (2010) mencionan que la herramienta de las 5's está estrechamente relacionada con la gestión visual, ya que como se mencionó anteriormente contribuye significativamente a tener un lugar de trabajo con excelentes condiciones, sin embargo, agregan una novedad a esta herramienta, una sexta s llamada "seguridad", esto significa una revisión continua de los peligros y/o defectos en los procesos, cabe destacar que los primeros cinco pasos siguen siendo exactamente los mismos.

Otro estudio mostró dos enfoques para la aplicación de las 5's, el tradicional y el híbrido, que se llevaron a cabo en los almacenes centrales de tres hospitales diferentes del Ochsner Health System. Las 5's híbridas se integraron con técnicas de gestión de inventarios y herramientas de mejora de procesos, mientras que las 5's tradicionales se integraron como se mencionó anteriormente, básicamente el objetivo era comparar la implementación de estos dos enfoques. Conviene señalar que el enfoque de las 5's híbridas presentó mejoras adicionales, como un 15,7% de ahorro de espacio (Venkateswaran et al., 2013).

Finalmente, otro estudio evaluó los eventos de las 5's de cinco departamentos diferentes de varios hospitales del sistema de salud Ochsner, siendo estos la central de abastecimiento (almacén), el laboratorio de histología, una unidad de UCI, una unidad de atención a pacientes hospitalizados médico-quirúrgicos y el centro de infusión que administra principalmente quimioterapia a pacientes ambulatorios, donde los autores concluyeron que la seguridad una vez más, es un componente que debe integrar las 5's, además de que a partir de la estandarización de las salas permitió ubicar los suministros de manera más eficiente y así reducir la probabilidad de utilizar suministros médicos vencidos o rotos (Ikuma y Nahmens, 2014).

- **Kanban**

Son varias las organizaciones que han llevado a cabo la implementación de esta herramienta, una de ellas se llevó a cabo en el Hospital Universitario Torrecárdenas, ya que según el Portal de actualidad y noticias de la Agencia Europa Press (2019), este mejoró su gestión logística con la aplicación de la tecnología digital denominada RFID, es decir, a través de la identificación por radiofrecuencia, en la cual se aplica dentro del sistema una de las herramientas de la filosofía Lean, el Kanban, este consiste en que cada producto y/o material se almacena en dos cajones, los cuales disponen de la misma cantidad de material, y donde cada uno está identificado con una tarjeta, la del primer cajón con tarjeta verde y la del segundo con tarjeta roja, donde si el material del primero se agota, el personal extrae la tarjeta y la deposita en una caja RFID y pasarían a gastar el material del segundo cajón mientras los encargados de suministrar el primero lo reponen, lo mismo ocurre con el segundo cajón, esto permite que no se genere una interrupción debido al desabastecimiento de material, puesto que se genera la alerta inmediatamente cuando este se agota.

Ahora bien, no es ningún secreto que la llegada de la pandemia ha afectado gravemente al sector salud, es por ello que Valverde (2020) realizó un proyecto en el cual se tenía como objetivo la implementación de almacenes de equipos de protección personal o EPPs por sus siglas en inglés, en las áreas relacionadas con Covid-19 en el complejo hospitalario Alberto L. Barton Thompson utilizando la herramienta Kanban, para ello se seleccionó el mejor sitio en función del tipo de EPP de cada área del Covid, luego se elaboraron e imprimieron etiquetas de identificación donde se especificaba el código, la descripción, la cantidad, el nombre del área de servicio, la ubicación y el código de barras de cada EPPs, y finalmente se capacitó al personal en el uso de esta herramienta, de manera que pudieran desempeñar su labor de forma óptima y ordenada. Una vez más se destaca

la mejora en la productividad y efectividad que caracterizó a los almacenes de EPPs, además se logró establecer tres almacenes, en los cuales los responsables reparten los kits de EPPs al personal asignado al área de Covid, acción que también redujo las rupturas de stock y permite que el personal disponga de un servicio mucho más rápido, garantizando un mejor desempeño, al contar con los implementos necesarios para el desarrollo de sus actividades dentro de la organización.

Otras organizaciones utilizan la herramienta Kanban no sólo para el control de los suministros médicos, sino también para otros materiales como los de mantenimiento e incluso todo lo relacionado con la ropa de cama. Asimismo, otro modo en que se utiliza el Kanban es al gestionar un nuevo proyecto, ya que a través de un tablero el cual contiene tarjetas de colores se conocen las fases del proyecto, lo que permite tener una visión clara de las actividades que se han realizado, las que faltan y el responsable de ejecutarlo, esto ayuda a evitar la duplicidad de actividades y una mayor eficiencia durante la ejecución del proyecto (Lean Six Sigma Institute , 2020). Finalmente, gracias a la aplicación de esta herramienta, la reposición de insumos médicos o de mantenimiento se realiza de forma oportuna y en el momento adecuado, pues al controlar el inventario se minimizan los tiempos de espera y se maximiza la productividad del proceso, lo cual contribuye a que los pacientes tengan una percepción mucho más positiva y, por lo tanto, estén satisfechos con su procedimiento (Longo et al., 2014).

- **Informe A3**

Esta herramienta se utiliza en la resolución de problemas porque permite identificar los desperdicios e integrar los pasos de las actividades de manera óptima, es decir, permite establecer un plan de mejora, en el que se resumen los pasos de la acción propuesta y los resultados del análisis del problema identificado. Asimismo, el A3 se aplicó en un hospital público, hecho que

permitió identificar más de 100 incidentes de errores de prescripción, en donde posteriormente se analizaron las causas y se desarrollaron soluciones óptimas que permitieron reducir al máximo estos errores y así contribuir a la seguridad del paciente (Putra y Yusof, 2021).

Por otro lado, esta herramienta ofrece un marco de mejora, ya que permite a los colaboradores proponer, experimentar e introducir cambios que contribuyan a la mejora del proceso intervenido, tal es el caso del Departamento de Anestesia del Instituto Nacional del Corazón de Malasia, donde se adoptó esta herramienta con el fin de eliminar los desperdicios generados durante el flujo de trabajo clínico, donde concluyeron que el informe A3 junto con otras herramientas como el VSM, resultan ser mecanismos eficaces que contribuyen a la identificación de oportunidades de mejora dirigidas a reducir despilfarros y a integrar los pasos del proceso de una manera más óptima (Yusof et al., 2012). Así mismo el Dr. Moreno, junto con el formador de Lean Chemello, a través del uso de la herramienta Lean, A3, permitió que el personal se empoderara un poco más, dado que se desarrollaron estrategias que incluyeron la capacitación del personal junto con los reportes semanales de manera que se contribuyó a la reducción del tiempo para atender los problemas derivados de que el personal no tuviera las habilidades necesarias para atender estas situaciones. (Lean Institute Colombia, 2019).

- **Poka-Yoke**

La prevención de errores o Poka-Yoke se ha utilizado con el fin de minimizar la probabilidad de error dentro de las actividades del proceso, por lo que se establece un control. Por ejemplo, en un estudio se aplicó para prevenir que las historias clínicas de los pacientes fuesen reenviadas de forma anticipada sin pasar por el procedimiento adecuado, para ello se establecieron controles en el software (Abdallah, 2020).

En otro estudio que tenía como objetivo reducir la cantidad de inventario y aumentar el número de pacientes que podían ser atendidos, se aplica un control de errores mediante bandas diagonales en la ubicación de los historiales de los pacientes para garantizar que no haya errores en la clasificación de las carpetas (Iswanto, 2019).

Por último, en un estudio de un hospital de Texas, se identificaron errores como la colisión o choque de equipos, la introducción incorrecta de datos y la administración de medicación intravenosa errónea, para cada uno de ellos se hicieron sugerencias de prevención de errores tales como un sistema para detectar la colisión con otros carros de medicación intravenosa, el uso de un dispositivo digital portátil para reducir el tiempo en el que se administra y se actualiza de forma inmediata el estado del paciente y, por último, una estrategia de numeración secuencial para que el personal no confunda la medicación nueva con la antigua al manejar un sistema FIFO (primero en entrar, primero en salir) (Khorasani et al, 2018).

- **SMED (Single Minute Exchange of Die)**

Una investigación realizada en un quirófano en Senese, demostró que la variabilidad entre un paciente y otro se logra disminuir mediante el uso de SMED, ya que permite la reducción de los tiempos de espera en las actividades de preparación, además de contribuir con la mejora organizativa (Guercini et al., 2016). Asimismo, esta herramienta permite no solo simplificar los procesos, sino que además los hace mucho más transparente y permite optimizar la capacidad de utilización de los quirófanos, en donde es usualmente implantada, tal es el caso de un estudio de una clínica en donde implementaron el SMED y lograron la optimización del proceso llegando a reducir el tiempo de cambio del 38% a 15.6 minutos y la capacidad de utilización en más del 70%. (Schwarz et al., 2011).

De acuerdo a lo anterior, se pudo observar la importancia y el uso de estas herramientas para el sector salud, ya que les ha permitido en cierta medida hacer sus procesos mucho más eficientes y por ende la satisfacción y percepción de los pacientes aumente positivamente, además, es importante resaltar el apoyo que brindan otro tipo de herramientas, como por ejemplo, el Gemba, que permite entender y experimentar de primera mano el proceso que realizan los pacientes, los insumos médicos, entre otras actividades (Lot et al., 2018). En otro estudio en un intento de emplear herramientas novedosas, se optó por implementar una metodología híbrida denominada "Control de Inventario Selectivo de Múltiples Unidades" (MUSIC-3D), esto se realizó con el objetivo de que los pacientes de un determinado hospital reciban la mejor calidad de servicio, y los responsables de los servicios puedan disminuir los gastos totales de operación, ya que abarca el valor del consumo, la criticidad y el tiempo de entrega o facilidad de disponibilidad, lo cual ayuda a clasificar los insumos médicos en diferentes categorías y tener un mayor control sobre los mismos (Gurumurthy et al., 2020).

5. Procesos en el sector salud y los cambios ocurridos con respecto a las herramientas

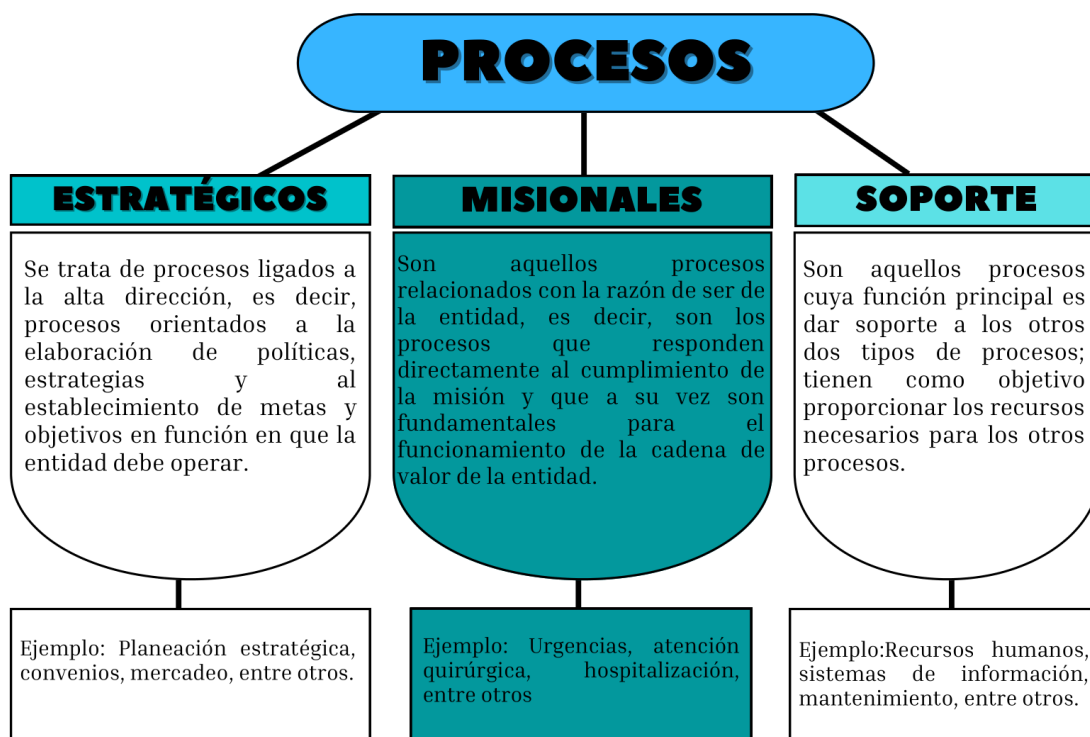
Lean adoptadas

El sector salud no está exento en la forma de estructurar sus procesos, pues a pesar de ser diferente, también requiere de una correcta gestión de todas sus actividades para contribuir al buen funcionamiento dentro del mismo, en otras palabras, mejorar la calidad y satisfacción de los pacientes de modo que se prioricen solo aquellas actividades que generen gran valor para ellos y se reduzcan o de ser posible se eliminen aquellas que solo son un despilfarro. Por lo tanto, es necesario reconocer que, al igual que otros sectores, estos también se componen de procesos estratégicos, misionales y de apoyo, lo que permitirá un mayor control sobre cada recurso,

estrategia u objetivo a implementar dentro de cada entidad. Por ello, en la *figura 8* se muestra una breve descripción de cada uno de los procesos junto con un ejemplo que permite entender mejor a qué se refiere esta gestión

Figura 8.

Descripción de los procesos existentes en el sector salud



5.1. Relación entre los procesos misionales y las herramientas Lean

En esta investigación se ha determinado centrarse puntualmente en los procesos misionales (sin desestimar a los otros dos) dada su connotación, esto es, porque es precisamente allí donde se obtiene el contacto directo con los clientes en este caso, los pacientes, por lo tanto, estos procesos deben ser lo suficientemente eficientes para poder satisfacer las necesidades y generar valor en el

mismo. Además, se determinará si existe alguna relación entre estos procesos y las herramientas Lean empleadas. Por otra parte, es preciso señalar que cada organización del sector salud diseña sus procesos misionales en función de la naturaleza del servicio a prestar, es decir, de las necesidades. Por consiguiente, a partir de la investigación, en el sector de la salud se identifican principalmente los siguientes procesos misionales:

- Servicio De Urgencias
- Hospitalización
- Consulta Externa
- Departamento Quirúrgico
- Farmacia
- Laboratorio

Los servicios de urgencias son considerados de alta importancia en las organizaciones del sector salud, ya que es allí donde se desarrollan las actividades necesarias que contribuyen al bienestar del paciente, pues la integridad y la vida del mismo están comprometidas y por lo tanto requieren de una atención inmediata, razón por la cual es importante que el flujo de pacientes, suministros e información que allí se establecen sean lo suficientemente eficientes en aras de no exponer al paciente a situaciones de riesgo, es decir, proporcionar un servicio de calidad. También es cierto que sin una buena gestión de este servicio se llega a la saturación, provocando largas colas de espera, es decir, una mayor duración de la estancia, conocida como LOS (Length Of Stay), situación que no puede darse, sobre todo en un proceso como éste, donde el tiempo se convierte en una variable rectora. Ahora bien, dado que el flujo es una medida importante en el servicio de urgencias, es conveniente aplicar herramientas Lean como el VSM apoyado en herramientas básicas y de resolución de problemas, como el diagrama de Ishikawa, Spaghetti y el formato A3,

ya que, como se mencionó, éste facilita la identificación clara de los cuellos de botella, en este caso durante el trayecto que realiza el paciente, además de centrarse en las colas y los tiempos, permitiendo la creación de un nuevo flujo mucho más eficiente.

Por otro lado, el uso de las 5's resulta práctico dado que es importante que los lugares donde se atienden estos pacientes dispongan de las herramientas (insumos médicos) en el orden y limpieza correctos de manera que durante el tratamiento no se interrumpa por la falta de algún elemento o información y así se contribuya al bienestar del paciente. Del mismo modo, está presente en el proceso de la farmacia en vista de su actividad, que debe contar con una adecuada ubicación y visualización de los medicamentos, por lo que la aplicación de esta herramienta junto con un sistema a prueba de errores (Poka-Yoke) permite optimizar el espacio y agilizar los despachos, además de prevenir errores de medicación y asegurar que permanezcan en su correcta ubicación a través de su sistema de etiquetado y esquema visual. Así como es importante contar con un espacio agradable y organizado, también lo es tener un buen abastecimiento de medicamentos, ya que, si no se cuenta con él, se alteraría la atención de los pacientes, es por ello que el uso de Kanban contribuye a la automatización de estos pedidos ya que, como se mencionó, a través de su sistema de tarjetas se lanzan los pedidos en el momento y tiempo adecuado, asegurando así el abastecimiento de los mismos e impidiendo que se presenten anomalías.

El proceso quirúrgico, como su nombre lo indica, corresponde a las intervenciones quirúrgicas que se realizan a aquellos pacientes que lo requieran en aras de mejorar su calidad de vida, es por esta razón que los flujos, equipos y suministros médicos deben estar coordinados con el fin de proveer una atención que contribuya a la satisfacción del paciente durante la misma. En este sentido, no es un secreto que algunas organizaciones del sector salud se ven afectadas por los largos tiempos de cambio de pacientes, de manera que una herramienta como SMED (Single

Minute Exchange of Die) junto con 5's +1 (la seguridad como sexta ese), permite ejecutar acciones que contribuyen a mejorar dichos tiempos, eliminando actividades que no generan valor e identificando desperdicios durante la aplicación.

Por otro lado, el proceso de hospitalización, es el que asegura y garantiza la atención tanto básica como especializada a los pacientes que requieren de un seguimiento derivado de su condición determinada previamente por un profesional, ya que es allí donde reciben el tratamiento correspondiente en aras de mejorar su calidad de vida. De igual forma, es cierto que en éstos se pueden presentar errores de medicación, pues algunos medicamentos presentan similitudes en sus nombres o se encuentran mal etiquetados, por lo que la prevención de errores o Poka-Yoke es una gran alternativa para este tipo de situaciones, ya que mediante su sistema de alarma contribuye a que se tomen acciones inmediatas, reduciendo así la probabilidad de comprometer el bienestar del paciente.

Con respecto al proceso de consulta externa, es importante que el flujo de pacientes sea lo suficientemente eficiente con la finalidad de brindar la mejor experiencia al paciente y al mismo tiempo cumplir con sus expectativas durante el servicio, de manera que es importante contar con herramientas como el VSM dado que expresa el recorrido del mismo y permite potenciar aquellas actividades que sí generan valor y minimizar las que no lo son tanto. Lo mismo ocurre en el laboratorio con el flujo de muestras y materiales, en este caso los insumos y/o herramientas que se utilizan durante la ejecución de sus actividades, por lo que también es importante que todo esté previamente organizado, limpio y etiquetado de manera que no exista ningún retraso durante el desarrollo de la actividad, esto se puede lograr a través de las 5's y de las advertencias visuales que permiten que haya un flujo más eficiente y no existan variaciones que obstaculicen el tiempo de respuesta al brindar el servicio.

5.2. Comparación del sector manufactura y el sector salud-cambios/diferencias

Se ha demostrado que la filosofía Lean puede aplicarse en los sectores de producción y servicios. El tipo de herramienta a aplicar varía en función de las necesidades de cada organización. En el sector de la salud, se han aplicado herramientas como VSM, 5s, Poka Yoke y demás, con ayuda de algunos facilitadores que aportan al desarrollo efectivo de cada una de estas. Una de las principales diferencias es que el Lean en la salud busca mejorar las necesidades del paciente y no las de un proceso. En el sector manufacturero el trabajo estandarizado se puede aplicar en cualquier área. Sin embargo, en la Salud la estandarización aplica solo para departamentos de administración, abastecimiento y demás áreas que no están directamente relacionadas con el tratamiento de los pacientes. Por lo tanto, la aplicación de las herramientas Lean dependen del departamento al cual se le esté realizando mejora continua.

Las siguientes tablas muestran en detalle la comparación entre las herramientas aplicadas al sector manufacturero y las aplicadas al sector de la salud.

Tabla 3.

Comparación de la herramienta VSM aplicada en el sector manufacturero frente al sector Salud.

VALUE STREAM MAPPING (VSM)		
	Lean Manufacturing	Lean Healthcare
Objetivo	Identificar las actividades que no añaden valor durante el flujo de producción y eliminarlas a fin de mejorar la eficacia del proceso.	Identificar las actividades que agregan valor y las que no, con el fin de reducir y/o eliminar el tiempo dedicado a estas últimas y, de este modo, garantizar la seguridad del paciente.

¿Dónde se aplica?	En las acciones de gestión relacionadas con el análisis y la reducción del Lead Time en un proceso de producción.	En los departamentos donde se evidencia un flujo continuo de personas o suministros.
Características	Se agrupan productos con procedimientos similares y máquinas en común. La simbología tiende a estar estandarizada con iconos propios de la manufactura.	El VSM se aplica junto con facilitadores como el diagrama de Ishikawa y el Diagrama de Spaghetti. Se apoya en la simulación de software a fin de identificar el sistema global y observar las mejoras al aplicar la herramienta. La simbología se adapta al tipo de proceso.

Tabla 4.

Comparación de la herramienta 5'S aplicada en el sector manufacturero frente al sector Salud.

CINCO ESES (5'S)		
	Lean Manufacturing	Lean Healthcare
Objetivo	Proporcionar un lugar de trabajo limpio, organizado y seguro, que ofrezca un entorno laboral adecuado permitiendo así un óptimo rendimiento en las operaciones y aumentando la productividad de la organización.	Fomentar la cultura de buenos hábitos a fin de conseguir que el espacio resulte agradable, limpio, ordenado y seguro y, de este modo, ofrecer al paciente una atención eficaz.
¿Dónde se aplica?	Lugares más críticos durante el flujo del proceso del producto	Todos los departamentos de la organización

Características	Permite reestructurar la ubicación de los puestos de trabajo para eliminar movimientos y tiempos requeridos en el proceso que no genera valor.	Consideran la seguridad como un pilar fundamental (5's +1).
	Evita la pérdida de productos y/o materiales	Disminución del estrés de los colaboradores al obtener un lugar de trabajo adecuado.
	Contribuye a cumplir con los estándares de calidad del producto	Permite la redistribución de herramientas y suministros médicos, reduciendo la pérdida de tiempo y los desplazamientos
		Permite clasificar los elementos innecesarios y obsoletos para su eliminación Contribuye a cumplir con los estándares de calidad del servicio

Tabla 5.

Comparación de la herramienta Informe A3 aplicado en el sector manufacturero frente al sector Salud.

INFORME A3		
	Lean Manufacturing	Lean Healthcare
Objetivo	Resolver problemas de producción, identificando las causas del mismo y aplicando medidas correctivas.	Analizar los problemas con sus causas fundamentales e identificar las soluciones más adecuadas para mejorar el servicio, reduciendo los errores y mejorando la seguridad del paciente.
¿Dónde se aplica?	Procesos que requieran propuestas de cambios	Todos los departamentos de la organización

Características	Permite profundizar en los errores que se presentan durante la elaboración del producto.	Herramienta de fácil aplicación, profundiza en los incidentes que ocurren durante las actividades que se realizan en cada departamento.
	Mejora la comunicación entre los operarios.	Permite una comunicación más cercana con los pacientes
	Ayuda a mejorar los indicadores de calidad del producto.	Ayuda a mejorar los indicadores de calidad del servicio.

Tabla 6.

Comparación de la herramienta Kanban aplicado en el sector manufacturero frente al sector Salud.

KANBAN		
	Lean Manufacturing	Lean Healthcare
Objetivo	Controlar y mantener el equilibrio entre el número de unidades de producción que circulan continuamente por los puestos de trabajo durante el proceso de fabricación.	Gestionar eficazmente el suministro de materiales en los departamentos, optimizando los niveles de inventario y ahorrando tiempo en los procesos logísticos.
¿Dónde se aplica?	Entre estaciones de la línea de fabricación del producto	Departamentos en donde requieren suministros médicos.
Características	Permite flexibilizar la línea de producción pues nivela la producción	Reduce la frustración de los empleados, los costos operativos y el número de desabastecimientos.

Disminuye el costo de inventario al eliminar el exceso de inventarios	Mejora el índice de rotación de existencias.
La cantidad de contenedores depende del sistema de producción.	Reduce la duración de la estancia de los pacientes en el hospital.
Varias referencias en el mismo tablero debido a la familia de productos que se fabrican.	Aumenta el tiempo dedicado al tratamiento de los pacientes.
Aumenta el nivel de satisfacción de los clientes al entregar el producto en el momento adecuado.	Proporciona una gestión de la atención visual.
	Se ha aplicado junto con la Identificación de Radiofrecuencia (RFID) apoyados en códigos QR y formularios de Google permitiendo que haya un mayor control en el servicio.

Tabla 7.

Comparación de la herramienta SMED aplicado en el sector manufacturero frente al sector Salud.

SMED		
	Lean Manufacturing	Lean Healthcare
Objetivo	Disminuir el tiempo setup para agilizar el proceso de producción.	Reducir el tiempo al pasar de una actividad a otra, aplicando acciones de mejora. Con el fin de planificar mejor las actividades agilizando el servicio
¿Dónde se aplica?	A los procesos que evidencian elevados tiempos de preparación de las máquinas.	En áreas quirúrgicas, procesamiento de medicamentos, en áreas que requieren

		equipos médicos para la atención de los pacientes.
Características	Eliminar errores durante el cambio de estaciones	Reduce los tiempos de espera en los procesos de preparación del paciente.
	Elimina desperdicios como la sobreproducción	Se graban las actividades para que el equipo conozca completamente el proceso.
	Mejora la calidad del producto	Permite identificar contramedidas en el proceso.
	Reduce el tiempo de preparación de las máquinas	
	Reduce el tamaño de los lotes	
	Permite un análisis profundo de las operaciones	

Tabla 8.

Comparación de la herramienta POKA YOKE aplicado en el sector manufacturero frente al sector Salud.

POKA YOKE		
	Lean Manufacturing	Lean Healthcare
Objetivo	Prevenir, reducir y eliminar los errores en el flujo del proceso que causan daños y retrasan el mismo, con el fin de cumplir los estándares de calidad.	Prevenir y eliminar los errores que se producen durante la atención al paciente, para garantizar su salud, eliminando cualquier actividad que tenga un impacto en la salud del mismo.

¿Dónde se aplica?	Áreas de producción y seguridad	y	Áreas administrativas, almacén, farmacia, hospitalización.
	Corrige los defectos del producto provocados por error humano.		Se usan dispositivos digitales y alarmas de seguridad.
	Se usan dispositivos que impidan errores que se presentan durante el flujo de producción		Evita que a los pacientes se les apliquen procesos incorrectos.
Características	Permite brindar seguridad a los colaboradores mediante acciones preventivas que eliminen cualquier tipo de riesgos.		Ayuda a garantizar que no haya errores en los datos de los pacientes durante el proceso de admisión.
			Permite que durante la entrega de medicamentos no haya confusiones.

5.3. Herramientas que actualmente no se están aplicando al sector salud

La filosofía Lean aporta un conjunto de herramientas, las cuales se aplican en función del requerimiento u objetivo planteado previamente por la organización, pues contribuyen al mejoramiento de los procesos y por ende aumenta el valor para el paciente y, en segundo lugar, para sus colaboradores. De acuerdo a lo anterior, en este apartado se pretende realizar un análisis que muestre el alcance de las herramientas clásicas de Lean al sector salud con el fin de determinar cuáles han sido algunas de las herramientas que aún no son consideradas en los procesos de mejora y de esta manera evaluar su posible adaptación y factibilidad, además del beneficio que implicaría el uso de estas en los procesos del sector.

Los resultados de la investigación mencionan las diferentes aplicaciones y adaptaciones de las herramientas dentro de los distintos procesos del sector salud, así como los países que tomaron la decisión de aplicar este tipo de filosofías, ya que en su mayoría lograron resultados positivos y por lo tanto se obtuvieron importantes beneficios, como la reducción de desperdicios, además de estar a la vanguardia dentro de un sector tan complejo. Sin embargo, se evidencia que aún existen herramientas que no son tan demandadas debido a ciertos factores como por ejemplo el desconocimiento y por ello aún no han sido aplicadas dentro de los procesos del sector, tal es el caso de herramientas como el Diagrama de Yamazumi, OEE y la Manufactura Celular.

El diagrama de Yamazumi, como su nombre lo indica, permite observar a través de una gráfica de barras visual las tareas y/o actividades realizadas por los colaboradores, lo cual significa que permite identificar aquellos procesos en los que se está dedicando mucho tiempo, en este sentido, el uso de esta herramienta representaría un beneficio en caso de poder ser implementado en el sector salud, ya que, como se mencionó, el tiempo es fundamental y por lo tanto debe ser optimizado de tal manera que no existan retrasos o interrupciones durante la estancia del paciente dentro de la organización, pues contribuiría a que exista un equilibrio a lo largo del proceso reordenándolos y minimizando de esta manera las actividades que no agregan valor. Por otro lado, el uso de herramientas como la Eficiencia Global de los Equipos (OEE), que es realmente una métrica que permite identificar los despilfarros que se producen en un proceso, para así equilibrar los niveles de eficiencia dentro del mismo. Por lo tanto, el uso de la OEE en el sector de la salud sería muy útil ya que podría evaluar no sólo la eficacia de los equipos biomédicos sino también la eficiencia y el rendimiento de otros recursos como los insumos médicos, los colaboradores, entre otros. Esto a su vez significa que permitiría evaluar la efectividad de estos recursos al interior de la organización con el fin de identificar detalladamente los problemas existentes y de esta forma

poder elaborar propuestas de solución que permitan la mejora continua de los procesos involucrados.

Por último, las Celdas de Fabricación o Manufactura Celular permite la agrupación de operaciones consecutivas con el fin de obtener un flujo continuo, se trata de un proceso que se torna complejo y difícil debido a que implícitamente involucra una serie de decisiones las cuales podrían impactar de manera directa a la organización, por esta razón puede ser uno de los motivos por las que aún no existe una investigación que sustente la utilización de esta herramienta en el sector salud, además como ya se mencionó el sector salud en sí mismo ya es un sistema complejo y variable, puesto que todos los pacientes poseen requerimientos de atención diferentes, por lo que su aplicación no podría llegar a ser exitosa.

La implantación de las herramientas mencionadas aún no está suficientemente documentada, tanto en su uso como en el impacto que puedan tener. Por otra parte, conviene recordar que la filosofía Lean Healthcare es reciente y, por tanto, también es factible que los gestores de su implantación no dispongan de suficiente información sobre los beneficios de su aplicación en las organizaciones del sector de la salud.

6. Análisis del impacto de la aplicación de las herramientas Lean en el sector salud

6.1. Análisis del impacto

En este punto de la investigación se consideran estudios de caso, literatura gris, bases de datos, videos documentales, entre otros, los cuales se adjuntan en el Apéndice B, el cual contiene los documentos que cumplieron con el criterio de impacto, en este caso se seleccionaron 56 casos, además contiene una breve descripción de los resultados y/o impactos de cada uno con respecto a la implementación de herramientas Lean adaptadas al sector salud. Por otro lado, como se ha

mencionado, el objetivo principal de las organizaciones de este sector debe ser asegurar no sólo el bienestar de sus pacientes sino también garantizar un servicio seguro y eficiente que contribuya a la satisfacción de los mismos, es por ello que a lo largo del contenido se ha demostrado que si bien estas herramientas nacieron en la industria, es posible adaptarlas al sector de los servicios, en este caso al sector salud, y a su vez obtener resultados positivos que no sólo impactan en sus procesos sino también en la seguridad y bienestar de los pacientes.

En este sentido, varios estudios coinciden en que el despliegue de la filosofía Lean en el sector salud permite no sólo identificar problemas como el despilfarro, sino también que las organizaciones cambien su mentalidad y su cultura en aras de proporcionar un servicio de alta calidad. En otras palabras, implica un cambio de mentalidad más que seguir o implementar un conjunto de instrucciones sobre la manera de solventar el problema identificado (Ng et al., 2010). Cabe destacar que al momento de implementar Lean en los procesos de las organizaciones del sector salud, éstas priorizan tener un nivel de preparación respecto a comprender mejor la metodología, es decir, realizan un primer acercamiento reconociendo los conceptos, herramientas, principios y métodos de Lean Healthcare con el fin de establecer una estrategia mucho más eficiente al momento de ejecutar proyectos dentro de la organización. Este hecho indica que el recurso humano se involucra plenamente en el proceso de mejora continua. Asimismo, Hernández (2017), indica que gracias a las herramientas adaptadas al sector salud es posible obtener ventajas no solo en la reducción de los residuos como los largos tiempos de espera, sino también tener una reducción de costos a nivel general, además de contribuir a una mejor gestión de los suministros y minimizar los errores médicos, lo que contribuye a elevar los índices de satisfacción de los pacientes. Por otro lado, la mayoría de los casos indican que una herramienta como el mapa del flujo de valor, más conocido como VSM, tiene un impacto bastante positivo, ya que no sólo

reconoce el proceso e identifica los cuellos de botella, sino que también permite la integración y el empoderamiento de los colaboradores, ya que son ellos quienes viven el proceso en el que están involucrados a diario.

Ahora bien, es importante resaltar que los escenarios de trabajo son de alta importancia para el sector, esto se debe a todas las actividades que allí se desarrollan, puesto que un lugar de trabajo inadecuado o sobresaturado contribuye no solo al estrés de los trabajadores sino que produce ineficiencia en la agilidad del proceso en el que se ve involucrado el paciente, por esta razón, varios autores coinciden en que las herramientas visuales, como las 5's, Kanban y Poka Yoke adaptadas al Lean Healthcare han impactado en la forma en que promueven el uso eficiente del espacio, la estandarización de los insumos médicos (ubicación), el control en el manejo de los inventarios y la minimización de los errores humanos en cada uno de los procesos en los que se implementan, por lo que su aplicación contribuye a la calidad, seguridad y entrega del servicio al paciente al existir un control en el área de trabajo (Coelho et al, 2013). Asimismo, esto repercute no sólo en la eficiencia del flujo de trabajo, sino que además permite que los empleados estén satisfechos con las actividades que realizan, favoreciendo la productividad. Esto demuestra que, una vez cambiada la mentalidad, se mejora sustancialmente el flujo y el tiempo (Cerfolio et al., 2019).

Por último, la filosofía de Lean Healthcare debe estar adherida y alineada con el plan estratégico de la organización de manera que el cambio hacia una cultura de mejora continua se expanda y se perciba desde la dirección de la organización y, así, se genere un impacto positivo en sus colaboradores. Es importante destacar que el nivel de implantación de Lean Healthcare no está estandarizado, dado que todas las organizaciones del sector salud tienen un grado de madurez diferente, además de encontrarse en distintas partes del mundo. En otras palabras, significa que no

existe una forma única y válida a la hora de aplicar las herramientas Lean adaptadas a la asistencia médica.

6.2. Beneficios y barreras de la implementación de las herramientas Lean

6.2.1. Beneficios

La implantación exitosa de las herramientas aporta grandes beneficios a las organizaciones, por lo que a continuación se enumeran las más destacadas durante la ejecución de los procesos de mejora.

- Aumenta la seguridad del paciente a través de la reducción de los riesgos que corre durante su estancia en el servicio, ya que sólo se incluyen las actividades que tienen un impacto positivo en el paciente.
- Fomenta el trabajo en equipo, generando fuertes lazos de unión entre el personal a medida que trabajan hacia un objetivo común, el de asegurar el bienestar del paciente.
- Las herramientas hacen posible la reducción de costes y la minimización de residuos, ya que permiten un mayor control no sólo de la gestión de los suministros médicos, sino que también contribuyen a la optimización de los recursos.
- Mejora de la capacidad de proporcionar un tratamiento oportuno realizando procesos totalmente eficientes y coherentes con lo que realmente necesita el paciente.
- Mayor satisfacción de los colaboradores, ya que una vez que se centran en actividades que generan valor, éstos se vuelven mucho más productivos, lo que conduce a una mejor percepción de la actividad que realizan dentro de la organización.

6.2.2. Barreras

Al igual que existen beneficios en la aplicación de las herramientas, también existen barreras que impiden el éxito durante el proyecto de mejora y que, en lugar de contribuir a la consecución del cien por cien del objetivo, suponen un logro muy inferior al inicialmente previsto. A continuación, se enuncian de manera general algunas de las principales barreras en la introducción de la filosofía Lean.

- Todo cambio conlleva una gran resistencia, puesto que una de las mayores preocupaciones es que los colaboradores del sector de la salud no perciben cómo las herramientas de Lean Manufacturing podrían contribuir a mejorar los procesos de estos sectores, si son totalmente independientes.

- Falta de compromiso de la alta dirección, es necesario que los directivos se comprometan al cien por cien con el cambio hacia una cultura de la mejora, ya que los propios colaboradores intuyen que, si no intentan realizar un cambio, ¿Por qué lo tendrían que hacer ellos?

- Poca motivación al realizar cambios de mejora, en este caso, se hace necesario el reconocimiento del éxito de ese logro, dado que si no se hace se pierde la participación de todos, esto contribuye a recaer en el sistema ineficaz.

- Poca capacitación, es importante que la capacitación se realice de manera continua, ya que, de lo contrario, al momento de ejecutar o poner en función las herramientas se obtendrán muchos vacíos y no comprenderán el verdadero poder que inciden en ellas, además de verse reflejado en los resultados negativos obtenidos.

- La aplicación de las herramientas genera un coste y trabajo adicional, esta es otra barrera más que conduce a los directivos y colaboradores a no tomar la decisión final de implantar Lean, debido a que consideran que los resultados están garantizados a largo plazo y por tanto

contribuye a que haya un mayor esfuerzo y carga de trabajo, además de disponer de los recursos necesarios para la implantación del proyecto.

7. Resultados

7.1. Artículo de carácter publicable

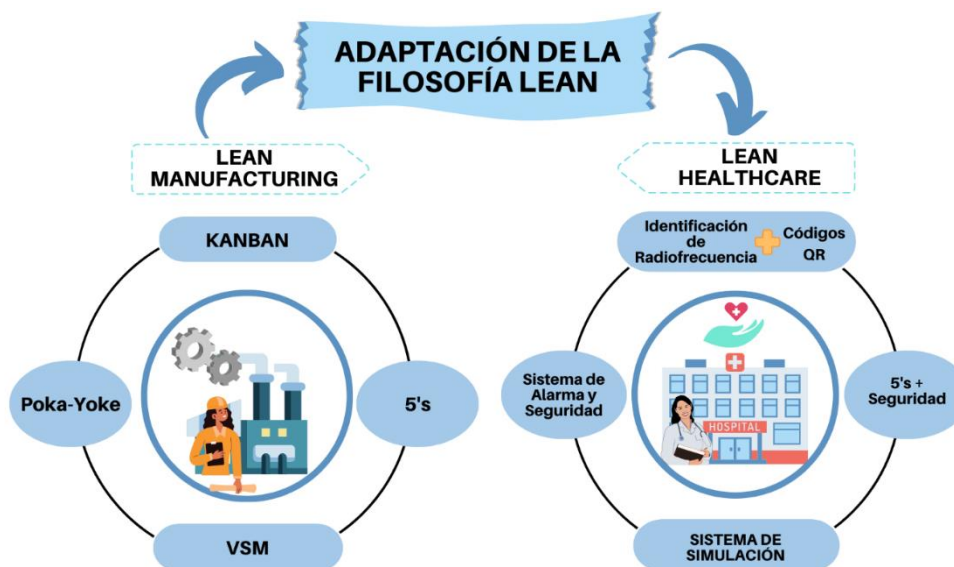
El artículo se encuentra en el apéndice C

7.2. Esquema en el que se identifica cómo se han adaptado las herramientas operativas al sector salud.

De acuerdo en a la introducción de las herramientas de Lean Manufacturing en el sector de la salud se propone el siguiente esquema:

Figura 9

Esquema adaptado al sector salud



En la figura 9 se observa el resultado de la forma en fueron adaptadas cuatro herramientas del Lean en el sector de la salud, este se desarrolló de acuerdo a la información obtenida durante

toda la investigación. La herramienta VSM se adaptó de acuerdo a su metodología normal, pero, incorporan la simulación pues esta permite no solo modelar los mapas, sino que ofrece un análisis más exhaustivo del proceso involucrado. Poka Yoke, aplicándola como un sistema de alarma y seguridad en pro del bienestar del paciente, Kanban, introduciéndola no solo como un sistema de información sino que además involucra la identificación por radiofrecuencia (RFID) más los códigos QR y finalmente, la aplicación de la herramienta 5's la cual se adaptó aplicándola de acuerdo a su metodología, sin embargo, se agrega la seguridad de forma independiente, dado que se convierte en una variable rectora en el ámbito del cuidado y bienestar de los pacientes.

7.3. Análisis de los cambios

Es un hecho que la filosofía Lean no es nueva en cuanto a su aplicación, sin embargo, muchas organizaciones del sector salud desconocen los beneficios que se obtienen al implementarla, no obstante, existen organizaciones que no solo conocen a que se refiere, sino que además utilizan las herramientas que se incorporan a la filosofía. Es por ello que muchas de ellas han decidido implementarla en sus procesos, ya que, de acuerdo a las necesidades u objetivos trazados, permite incrementar no solo la seguridad del paciente, sino que también contribuye a lograr la mejora continua al optimizar sus procesos y reducir los despilfarros. Por otro lado, es evidente la contribución de herramientas como VSM, 5's, Kanban, entre otras, al logro de los objetivos planteados durante la ejecución del proceso de mejora. Es importante mencionar que no sólo basta con conocer la herramienta sino emplearla de forma adecuada, para ello se capacita y motiva a los colaboradores con el fin de eliminar los paradigmas.

El Value Stream Mapping (VSM) como se ha mencionado ha sido una de las herramientas que más se ha aplicado en el sector salud, se implementa la misma metodología, primero se

identifica y se define la familia de servicios, luego se realiza el mapa del estado actual, posteriormente, se realiza el mapa del estado futuro, el cual contiene las posibles mejoras para el proceso y finalmente se desarrolla e implementa un plan de acción. Sin embargo, en el sector salud es muy complejo agrupar los servicios de manera general, debido a que no todos los pacientes requieren los mismos tratamientos, por lo que el foco de análisis de la mayoría de los VSM encontrados durante la investigación han sido los flujos de pacientes. Por otro lado, los colaboradores refuerzan este tipo de herramientas con la simulación, ya que ésta les permite tener un análisis mucho más profundo, así como plantear/simular diferentes escenarios para tomar la decisión más óptima en cuanto a la reducción de los desperdicios identificados y así beneficiar no sólo a la organización sino también contribuir a la satisfacción de los pacientes al reducir su estancia. Asimismo, la seguridad se convierte en una variable supremamente importante en el sector salud, es por ello que a las 5's tradicionales le agregan una ese extra, lo cual implica no solo velar porque los colaboradores y pacientes estén en lugares organizados y limpios, sino que además no se ponga en riesgo el bienestar de ambos.

Una de las herramientas enfocadas al control de recursos como los insumos médicos es Kanban, que junto con la aplicación de tecnologías como RFID (Identificación de Radiofrecuencia) y códigos QR han permitido prevenir, eliminar y controlar la cantidad de medicamentos, insumos y otros dispositivos médicos que se utilizan en la organización. Además, Kanban permite hacer frente a situaciones como la rotación de personal, dado que el tiempo es un factor importante en el ámbito de la salud, por lo que con la ayuda de las tarjetas de información es mucho más fácil hacer el enlace con respecto a las actividades a realizar, el equipo y la secuencia del servicio de manera que contribuye a la minimización de las actividades sin valor añadido. Por otro lado, el informe A3 contiene la misma estructura tanto en el sector de la producción como en

el sector de la salud, sin embargo, se puede observar una diferencia que se hace evidente al completar cada ítem, por ejemplo, el problema, los antecedentes, la condición actual, el análisis, las metas, las propuestas de mejora, la planificación y el seguimiento son diferentes, es decir, tienen un enfoque distinto pero lo que se busca siempre es implementar acciones de mejora y eliminar los problemas de raíz. Por ejemplo, en el ítem de antecedentes se aplican entrevistas o encuestas a los pacientes con el fin de conocer lo que les gusta, que les disgusta, lo que cambiarían de la atención, en fin, todo tipo de preguntas que permitan conocer cuál es el principal problema del proceso. Al igual que en el VSM, es necesario elaborar un informe A3 para todos los departamentos de la organización sanitaria, ya que cada una de las áreas maneja un proceso diferente.

Los Poka Yoke o también conocidos como error proofing en el sector salud, se adaptan como sistemas de alerta y seguridad ya que contribuyen a reducir las probabilidades de riesgo que podrían influir negativamente no sólo en el bienestar de los empleados sino también de los pacientes, ya que evita situaciones de riesgo como la medicación inadecuada. Esto significa que esta herramienta es muy útil para vigilar y avisar mediante notificaciones cuando una actividad está a punto de realizarse de forma incorrecta. Por último, la herramienta SMED, a pesar de encontrarse pocos estudios sobre su aplicación, busca convertir las actividades internas en externas para optimizar el tiempo de desarrollo en la preparación de la siguiente actividad. Normalmente este tipo de herramienta se aplica en áreas como cirugía, radiología, es decir, áreas que requieren una preparación del paciente para realizar la intervención adecuada.

Finalmente, la adaptación de la Filosofía Lean depende mucho del interés y compromiso del personal, a fin de identificar cuál es la herramienta que mejor se adapta al proceso, para abordar los problemas desde la raíz y que el personal se vuelva más observador para proponer acciones de

mejora. También está claro que el Lean manufacturing y el Lean Healthcare tienen el mismo objetivo: "Eliminar el despilfarro, aumentar la eficiencia, proporcionar seguridad, todo ello en favor de la mejora continua". La diferencia se basa en la situación del problema, y en el escenario del mismo.

8. Conclusiones

En la investigación se pudo observar el gran interés que tienen las organizaciones del sector salud en querer mejorar sus procesos, haciéndolos no solo más eficientes sino el querer proporcionarle un servicio de alta calidad a sus pacientes, mediante el uso de las herramientas Lean.

Se observó que en el sector salud la herramienta Lean más empleada es el mapa del flujo de valor o VSM, dado que no solo es una herramienta fácil de usar, sino que además esta les permitía identificar los cuellos de botella de forma que podían centrar su atención en la mitigación de ese despilfarro, que por lo general era el flujo de pacientes. Además, se evidenció que esta se apoyaba en herramientas antecesoras al Lean Manufacturing como el diagrama de Ishikawa y el diagrama de Spaghetti.

La aplicación de las herramientas Lean les ha permitido a las organizaciones del sector salud no solo reducir o eliminar las actividades que no agregan valor, sino que además les permite aumentar la seguridad de sus pacientes y la calidad del servicio brindado. Asimismo, la variable seguridad se convierte en un factor importante dado que es una persona la que recibe el servicio.

La importancia de crear grupos de mejora continua, o más conocidos como Talleres Kaizen, se hizo evidente, ya que proporciona un mejor apoyo durante la ejecución de los proyectos de mejora.

Se identificó que el proceso misional en el que más se implementa este tipo de estrategia es en el servicio de urgencias, esto se debe a que es donde hay mayores tiempos de espera y por lo tanto el flujo de pacientes y las actividades que allí se realizan son poco eficientes.

La adaptación de cada una de las herramientas Lean se realiza en función de las necesidades u objetivos a cubrir por la organización, además no se han encontrado cambios radicales respecto a la ejecución de las herramientas del Lean Manufacturing al Lean Healthcare, siendo que lo único que cambia ahora es el lenguaje que se enfoca más hacia la salud.

El impacto positivo de la implementación de las herramientas Lean en las organizaciones del sector salud se resume en el compromiso no sólo de quienes van a ejecutar el proyecto de mejora, sino también de la alta dirección, la cual debe comprometerse y participar durante el proyecto. Este hecho contribuye a un cambio tanto de mentalidad como de cultura, que genera un mayor nivel de satisfacción y productividad.

En la mayoría de los casos estudiados se observó que hubo más aspectos positivos que negativos, esto se debe a que gracias a la implementación de las herramientas es posible cumplir con el objetivo de minimizar los residuos e incrementar la satisfacción de los pacientes, incidiendo no solo en el paciente sino también contribuyendo a la productividad y eficiencia de los procesos, logrando cada vez más una mejora continua y una organización más vanguardista.

9. Recomendaciones

Para futuras investigaciones, es recomendable hacer énfasis en aquellas herramientas de las que no existe suficiente documentación para realizar un estudio exploratorio, con el fin de identificar los beneficios e impacto que estas herramientas podrían generar en los procesos misionales del sector salud y si es factible su implementación en los diferentes procesos.

Por otro lado, resultaría interesante analizar el impacto de la herramienta más enfocado hacia indicadores tales como la productividad, los costes y la calidad, con el fin de determinar el grado de implantación de las mismas de modo que pueda constituir un referente para otras organizaciones del sector.

Y, por último, convendría realizar un estudio que permitiera identificar si existe alguna relación con respecto al nivel de madurez que la organización debe poseer a la hora de implantar las herramientas y tener la seguridad del éxito.

Referencias Bibliográficas

- Abdallah, A. (5 de Octubre de 2020). Healthcare Engineering: A Lean Management Approach. (G. Improta, Ed.) *Journal of Healthcare Engineering*. Obtenido de <https://www.hindawi.com/journals/jhe/2020/8875902/>
- Arrieta, J. G. (1999). Las 5s pilares de la fábrica visual. *Revista Universidad EAFIT*, 35-48.
- Avila, W., & Segovia-Avila, E. (2019). Reducción de tiempos de Fluctuación Mediante el Blaceo de Lineas en Empresa Automotriz. *Revista Ciencia*.
- Ballé, M., Jones, D. T., Chaizze, J., & Fiume, C. (2018). *Utilizar lean para crear ventaja competitiva, generar innovación y facilitar el crecimiento sostenible*. Profit Editorial.
- Belohlavek, P. (2006). *OEE: Overall Equipment Effectiveness*. Buenos Aires: Blue Eagle Group.
- Bermejo, M. (2011). El Kanban. Barcelona, España: UOC.
- Cerfolio, R., Ferrari-Light, D., Ren-Fielding, C., Fielding, G., Perry, N., Rabinovich, A., & Pachter, H. (2019). Improving Operating Room Turnover Time in a New York City Academic Hospital via Lean. *Ann Thorac Surg*, 107(4), 1011-1016.
- Coelho, S., Pinto, C., Calado, R., & Silva, M. (2013). Process Improvement in a Cancer Outpatient Chemotherapy Unit using Lean Healthcare. *6th IFAC Conference on Management and Control of Production*, 241-246. <https://doi.org/10.3182/20130911-3-BR-3021.00047>
- Cordova Barrios , V. (2007). Barrios, V. M. C. (2007). Estudio para la implantación de una celda de manufactura en la industria metal mecánica. . México D.F, Instituto Politécnico Nacional. Ingeniero. *Trabajo de Pregrado*. Instituto Politecnico Nacional. Obtenido de https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/5178/1/1705_2007_ESIME-ZAC_MAESTRIA_cordova_barrios_victormanuel.pdf

- Delgado, S. (2020). *Aplicación del diagrama de Ishikawa*. Obtenido de Risk Prevention de México s.c: <https://riskp.com/aplicacion-del-diagrama-de-ishikawa/>
- Delisle, D., & Freiberg, V. (2014). Everything Is 5S: A Simple yet Powerful Lean Improvement Approach Applied in a Preadmission Testing Center. *Quality Management Journal*. doi:10.1080/10686967.2014.11918406
- Díaz, C. A. (24 de Abril de 2021). *Gestión en momentos difíciles: Lean Healthcare*. Obtenido de Gestión y Economía de la Salud: <https://saludbydiaz.com/2021/04/24/gestion-en-momentos-dificiles-lean-healthcare/>
- Díaz, R. M. (2020). Aplicación de los principios Lean del Toyota Production System para la mejora de tiempos de atención en el servicio de urgencias de un hospital. *Trabajo de Maestría*. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá. Obtenido de <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/49204>
- Domínguez, G. (Noviembre de 2020). Lean Manufacturing en gestión hospitalaria. *Tesis Doctoral*. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA, Valencia.
- Dudek-Burlikowska, M., & Szewieczek, D. (2009). The Poka-Yoke method as an improving quality tool of operations in the process. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 95-102.
- Eller, a. (2009). Rapid assessment and disposition: applying LEAN in the emergency department. *Revista para la calidad de la atención médica*. doi:10.1111/j.1945-1474.2009.00026.x
- Fernández, C., & Paulina, F. (2013). Value stream mapping aplicado a empresas de servicios: un caso de aplicación a un hospital. *Trabajo de maestría*. Universidad Nacional Autónoma de México, México. Obtenido de <https://repositorio.unam.mx/contenidos/69425>

- Fernández, I. M. (2016). Aplicación del método Lean Healthcare en un servicio de Ginecología y Obstetricia. *Metas de Enfermería*, 21-26.
- Ferradás, P. G., & Santolinis, K. (2013). *Mejora del tiempo de cambio: un enfoque SMED personalizado para celdas de soldadura*. (P. Procedia CIRP, Editor).
<https://doi.org/10.1016/j.procir.2013.06.039>
- García P, M., Quispe A, C., & Ráez G, L. (1 de Agosto de 2003). Mejora continua de la calidad en los proceso. *Industrial data*, 6(1), 89-94.
- Ghinato, P. (2000). *Elementos fundamentais do sistema Toyota de produção*.
- GlobalLean. (11 de Diciembre de 2020). *Informe Lean A3, Herramienta de Mejora*. Obtenido de GlobalLean: <https://globallean.net/informe-lean-a3-herramienta-de-mejora/>
- Godina, R., Pimentel, C., Silva, F., & Matias , J. (2018). Una revisión de la literatura estructural del intercambio de datos en un solo minuto: las últimas tendencias.
<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.129>
- Griso, M. (2018). *Spaghetti chart o Diagrama Espagueti*. Obtenido de MG Consultora: <http://www.mg-consultora.com/2018/02/27/spaghetti-chart-o-diagrama-espagueti/>
- Guercini, J., Mezzatesta, V., Chiarini, A., Bianciardi, C., & Bellandi, L. (2016). Applicazione della metodologia SMED per il miglioramento delle operations nelle sale operatorie : il caso Azienda Ospedaliera Universitaria Senese. *torrossa*. Obtenido de <https://www.torrossa.com/it/resources/an/3181778>
- Gurumurthy, A., Nair, V. K., & Vinodh, S. (2020). Application of a hybrid selective inventory control technique in a hospital: a precursor for inventory reduction through lean thinking. *The TQM Journal*, 33(3), 568-595. doi:<https://doi.org/10.1108/TQM-06-2020-0123>

- Guzmán , D., & Likhodei , M. (2020). *Aplicación de Lean Manufacturing en el Sector*. Obtenido de <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/41715/TFM-I-1577.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hernández López, S. (2017). Estudio internacional de la aplicación de la filosofía. *Trabajo de pregado*. Universidad Zaragoza. Obtenido de <https://zaguan.unizar.es/record/61398/files/TAZ-TFG-2017-061.pdf?version=1>
- Hernández, J., & Vizán, A. (2013). *Lean Manufacturing: Conceptos, técnicas y puesta en marcha*. Madrid: Escuela de Organización Industrial.
- Hirano, H. (1995). *5 Pillars of the Visual Workplace*. CRC Press.
- Ikuma , L., & Nahmens, I. (2014). Making safety an integral part of 5S in healthcare. *National Library of medicine National Center for Biotechnology Information*, 47(2), 243-251.
- Iswanto, A. H. (2019). Lean Implementation The Journey From Yoseph 1 Pavillion At RK Charitas Hospital,. *INTERNATIONAL JOURNAL OF SCIENTIFIC & TECHNOLOGY RESEARCH*. Obtenido de <http://www.ijstr.org/final-print/oct2019/Lean-Implementation-The-Journey-From-Yoseph-1-Pavillion-At-Rk-Charitas-Hospital-Palembang.pdf>
- Iswanto, A. H., & Koesoemo, G. S. (2019). Implementing Lean In Operating Room Medical Supplies Of RSIA Grand Family. *INTERNATIONAL JOURNAL OF SCIENTIFIC & TECHNOLOGY RESEARCH*. Obtenido de <http://www.ijstr.org/final-print/oct2019/Implementing-Lean-In-Operating-Room-Medical-Supplies-Of-Rsia-Grand-Family.pdf>
- Jones, D. T., & Womack, J. P. (2012). *Lean Thinking: Como utilizar el pensamiento Lean para eliminar los despilfarros y crear valor en la empresa*.

- Khorasani, S. T., Feizi, R., & Tohidi, H. (2018). El efecto de la implementación de Poka-Yoke en el error de medicación intravenosa en la farmacia de pacientes hospitalizados. *Instituto de Ingenieros Industriales y de Sistemas (IISE)*.
- Kovacevic, M., Jovičić, M., Djapan, M., & Zivanovic-Macuzic, I. (2016). Lean thinking in healthcare: Review of implementation results. *International Journal for Quality Research*.
- LAUNCH COWORKING. (7 de Diciembre de 2018). *EL ÉXITO DE NIKE CON LEAN MANUFACTURING*. Obtenido de LAUNCH COWORKING: <https://www.launchcoworking.cl/el-exito-de-nike-con-lean-manufacturing/>
- Lean Institute Brasil. (31 de Agosto de 2015). *Na última década, os princípios da gestão lean se expandiram para a indústria da saúde, muitas vezes com ótimos resultados: o professor Dan Jones compartilha algumas lições que aprendeu*. Obtenido de Lean Institute Brasil: <https://www.lean.org.br/artigos/314/na-ultima-decada-os-principios-da-gestao-lean-se-expandiram-para-a-industria-da-saude-muitas-vezes-com-otimos-resultados-o-professor-dan-jones-compartilha-algumas-licoes-que-aprendeu.aspx>
- Lean Institute Colombia. (12 de Junio de 2019). *Un odontólogo italiano implementa la gestión Lean*. Obtenido de Lean Institute Colombia: <https://institutolean.co/lean-healthcare/un-odontologo-italiano-implementa-la-gestion-lean/>
- Lean Six Sigma Institute . (5 de Octubre de 2020). *¿Ofrecer servicios de salud eliminando desperdicios y reduciendo tiempos de espera?* [video]. Youtube. Obtenido de <https://youtu.be/Qwap3hJYUZs>
- Longo, F., Calogero, A., Nicoletti, L., Massei, M., De Felice, F., & Petrillo, A. (Enero de 2014). *LEAN MANAGEMENT TOOLS APPLIED TO HOSPITAL FACILITIES: THE CASE*

- OF. *International Workshop on Innovative Simulation for Health Care*. Obtenido de http://www.msc-les.org/proceedings/iwish/2014/IWISH2014_60.pdf
- López Arias, E. (2009). El mantenimiento productivo total TPM y la importancia del recurso humano para su exitosa implementación. *Trabajo de pregrado*. Pontificia Universidad Javeriana. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10554/7276>
- López Castro, L. A. (2021). *Revisión literaria y análisis del impacto en el desempeño organizacional al aplicar lean healthcare en los últimos 10 años*. Obtenido de <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/8381/1/241701-2021-I-GC.pdf>
- lot, L. T., Sarantopoulos, A., Min, L. L., Ferreira, B., de Fatima, S., & de Ataide, E. C. (2018). Using Lean tools to reduce patient waiting time. *Liderazgo en servicios de salud*, 1751-1879.
- Machado, V., & Leitner, U. (2010). Lean tools and lean transformation process in health care. *International Journal of Management Science and Engineering Management*. <https://doi.org/10.1080/17509653.2010.10671129>
- Malpartida Gutiérrez, J. N., & Tarmeño Bernuy, L. E. (2020). Implementación de las herramientas del Lean Manufacturing y sus resultados en diferentes empresas. *Alpha Centauri*, 51-59.
- McDermott, A., Niño, P., Gately, M., Casey, R., Burke, H., Donnell, P., . . . Brien, T. (2013). Restructuring of the Diabetes Day Centre: a pilot lean project in a tertiary referral centre in the West of Ireland. *BMJ Quality & Safety*, 681-688. doi:<http://dx.doi.org/10.1136/bmjqs-2012-001676>

- Mejía, M., & Santos V, C. (2019). Propuesta de implementación de la metodología lean en la sala de urgencias de una IPS de segundo nivel en Medellín. *Trabajo de pregrado*. Universidad EIA. Obtenido de <https://repository.eia.edu.co/handle/11190/2361>
- Miller, D. (2011). *VMPS Facts. Team Medicine Virginia Mason*. In *Virginia Mason Production System*. Obtenido de <http://createvalue.org/wp-content/uploads/2013/11/case-study-virginia-mason.pdf>
- Modig, N., & Åhlström, P. (2015). *Esto es Lean: resolviendo la paradoja de eficiencia*. Rheologica Publishing.
- Monsalvo Buelvas, J. (2018). Diseño de una propuesta de mejora para la gestión y control de los riesgos de seguridad en el trabajo en una caja de compensación familiar, utilizando herramientas lean. *Trabajo de pregrado*. Universidad de la costa. Obtenido de <https://repositorio.cuc.edu.co/handle/11323/3132>
- Moraga, E. (5 de Junio de 2018). *Empresas que adoptaron el Lean y mejoraron sus métodos productivos*. Obtenido de La Tercera: <https://www.latercera.com/pulso/noticia/empresas-adoptaron-lean-mejoraron-metodos-productivos/192943/>
- Morell-Santandreu , O., Santandreu-Mascarell , C., & Garcia-Sabater , J. (2021). A Model for the Implementation of Lean Improvements in Healthcare Environments as Applied in a Primary Care Center. (P. B. Tchounwou, Ed.) *Revista internacional de investigación y salud pública*, 18(6). Obtenido de <https://www.mdpi.com/1660-4601/18/6/2876>
- Mutingi, M., & Onwubolu, G. C. (2012). Integrated Cellular Manufacturing System Design and Layout Using Group Genetic Algorithms. *IntechOpen*, 205. <https://doi.org/10.5772/47994>
- National Healthcare Solutions Inc. (2017). *How lean thinking will enable the NHS*. Obtenido de Going Lean in the NHSI.

- NEJM Catalyst. (2018). What Is Lean Healthcare? *NEJM Catalyst Innovations in Care Delivery journal*. Obtenido de <https://catalyst.nejm.org/doi/full/10.1056/CAT.18.0193>
- Ng Corrales , L., Lambán, M., Hernández Korner, M., & Royo, J. (2020). Efectividad general del equipo: revisión sistemática de la literatura y descripción general de diferentes enfoques. (MDPI, Ed.) *Ciencias Aplicadas*, 10(18).
- Ng, D., Vail, G., Thomas, S., & Schmidt, N. (2010). Applying the Lean principles of the Toyota Production System to reduce wait times in the emergency department. *Canadian Journal of Emergency Medicine*, 12(1), 50-57.
- Nofuentes Pérez, S. (2012). La Metodología Lean Healthcare, principios y conceptos clave. En S. Nofuentes Pérez, *Más calidad menos coste: La vía Lean Healthcare* (pág. 134). Díaz de Santos.
- Nuño, P. (8 de noviembre de 2017). *Diagrama de Ishikawa*. Obtenido de [emprende pyme.net: https://www.emprendepyme.net/diagrama-de-ishikawa.html](https://www.emprendepyme.net/diagrama-de-ishikawa.html)
- Oliete, F., Dema, C. M., & Barberá, T. (2010). Propuesta de una metodología de rebalanceo de líneas robotizadas de soldadura, en base a la transferencia de puntos (robot-robot), basado en los diagramas Yamazumi para el rebalanceo y equilibrado de líneas. *International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management*, 1019.
- Ordoñez Palechor, L. A., Marín Muñoz, M. d., & Romero Lozano, L. T. (2019). Revisión Bibliográfica de la herramienta Value Stream Map en. *Trabajo de pregrado*. Universidad Santiago de Cali. Obtenido de <https://repository.usc.edu.co/handle/20.500.12421/4107>
- Padilla, L. (Enero de 2010). Lean manufacturing manufactura esbelta/ágil. *Revista Electrónica Ingeniería Primero ISSN*, 66. Obtenido de https://fgsalazar.net/LANDIVAR/ING-PRIMERO/boletin15/URL_15_MEC01.pdf

- Pérez Velásquez, R. (2011). Desarrollo de un simulador conductual. *Trabajo de pregrado*. Universidad Politécnica de Cataluña. Obtenido de https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/12316/PFC_Raul_Perez_Velazquez.pdf
- Poonthamil, R., & Pratap, M. (2019). Optimization of Instrumental Workflow in CSSD at Hospital Sector. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*.
- Portal de actualidad y noticias de la Agencia Europa Press. (2019). El Hospital Universitario Torrecárdenas mejora la gestión logística con la implantación de tecnología digital. *esAndalucía*.
- Putra, Y., & Yusof, M. M. (Mayo de 2021). A Lean Approach to Evaluating Prescribing Errors in Medication Reconciliation. *National Library of Medicine National Center for Biotechnology Information*, 814-815. Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34042691/>
- Rajadell Carreras, M., & Sánchez García, J. (2010). *Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad*. Díaz de Santos.
- Rivera, C. L. (2013). Justificación conceptual de un modelo de implementación de Lean Manufacturing. *Heurística*, 94-95.
- Rother, M., & Shook, J. (2003). *Aprendiendo a ver: mapeo de flujo de valor para eliminar valor y eliminaar muda*. Instituto Lean Enterprise.
- Rubinato, P. (8 de Agosto de 2021). *Lean Healthcare: impactos da redução de tempo na jornada de um paciente oncológico*. Obtenido de Lean Institute Brasil : <https://www.lean.org.br/artigos/2316/lean-healthcare-impactos-da-reducao-de-tempo-na-jornada-de-um-paciente-oncologico.aspx>

- Sacristán, F. R. (2002). *Mantenimiento Total de la Producción (TPM): Proceso de Implantación y Desarrollo*. Fc Editorial.
- Sacristán, F. R. (2005). *Las 5S. Orden y limpieza en el puesto de trabajo*. FC Editorial.
- Schwarz, P., Pannes, K., Nathan, M., Reimer, H., Kleespies, A., Kuhn, N., . . . Zügel, N. (2011). *Lean processes for optimizing OR capacity utilization: prospective analysis before and after implementation of value stream mapping (VSM)*. doi:<https://doi.org/10.1007/s00423-011-0833-4>
- Shingo, S. (1985). *A Revolution in Manufacturing In: The SMED System*. Productivity Press.
- Socconini, L. (2019). *Lean Manufacturing paso a paso*. Marge books.
- Tapia Coronado, J., Escobedo Portillo, T., Barrón López, E., Martínez Moreno, G., & Estebané Ortega, V. (2017). Marco de Referencia de la Aplicación de Manufactura Esbelta en la Industria. *Ciencia y trabajo*, 171-178.
- Tejeda, A. (2011). Mejoras de Lean Manufacturing en los sistemas productivos. *Ciencia y Sociedad*, 276-310.
- Turbino, F. (2007). *Manufactura celular: Bajo una filosofía QRM*. Obtenido de <https://docplayer.es/21656959-Manufactura-celular-bajo-una-filosofia-qrm.html>
- Valenzuela, L. (2000). *Diagrama de ishikawa*. Obtenido de <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/51937786/Ishikawa-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1658895610&Signature=GgWZFUEQbTdECk5yK3JL4qObWMzgTjmfvYWiPxWvWugwdysss3L5mEpPUX0EN~p82fM3p8x~4-CWYHiHdeWwjfGQdMhiDeKJLLOssxiGznH4UAP3a8-uynz6WN0weYQ~8BooOzozNiTk6~8iBD1>

- Valverde Serrano, S. (2020). IMPLEMENTACIÓN DE ALMACÉN DE EPPs PARA ÁREAS COVID-19. *Trabajo de especialización*. UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO. Obtenido de <http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/5375/VALVERDE%20SERRANO%20FCS%20DA%20ESPE%202020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Venkateswaran, S., Nahmens, I., & Ikuma, L. (2013). Improving healthcare warehouse operations through 5S. *IIE Transactions on Healthcare Systems Engineering* , 240-253. <https://doi.org/10.1080/19488300.2013.857371>
- Yusof, M., Khodambashi, o., & Marzuki Mokhtar, A. (2012). Evaluation of the clinical process in a critical care information system using the Lean method:a case study. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 12(1). Obtenido de https://www.academia.edu/3238494/Evaluation_of_the_clinical_process_in_a_critical_care_information_system_using_the_Lean_method_