



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“Metodología Six Sigma para la mejora del sistema de gestión de mantenimiento preventivo en los últimos diez años”

Trabajo de investigación para optar el grado de:

Bachiller en Ingeniería Industrial

Autor:

Rodolfo Castrejon Torres

Asesor:

Mg. Ing. Marieta Eliana Cervantes Peralta

Cajamarca - Perú

2019

DEDICATORIA

GRACIAS por darme todo lo que tengo, porque sin ustedes yo no sería nada. Por ser lo bueno y constante en mi vida;! Porque a pesar de mis fallas están ahí, por no dejarme cuando más lo necesite, pero, sobre todo: Gracias por tenerme y por darme la vida en todas las formas posibles.

AGRADECIMIENTO

A quien le debo todo en la vida, le agradezco el cariño, la comprensión, la paciencia y el apoyo que me brindan mientras estoy a su lado, sé que siempre me cuidan y me protegen de todos los males queridos padres.

A ti por todos los momentos que hemos pasado juntos, has sido un gran apoyo para mí para culminar mi carrera profesional y que a pesar de los obstáculos estamos unidos, misión cumplida. gracias



TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS.....	6
RESUMEN.....	7
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	8
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	12
CAPÍTULO III. RESULTADOS	14
CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES	21
REFERENCIAS	22

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Criterios aplicados a la selección de los datos obtenidos _____	14
Tabla 2	Artículos seleccionados por Bases de Datos _____	14
Tabla 3	Tipos de Mantenimiento _____	16
Tabla 4	Modelos de Mantenimiento _____	17

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Modelo de metodología PRISMA	13
Figura 2 Selección final por base de datos	13
Figura 3 Distribución por países	15
Figura 4 Distribución por Año de publicación	16
Figura 5 Estrategias basadas en el proceso de Mejora Continua	19

RESUMEN

El mantenimiento preventivo se considera como una de las prácticas más utilizada por las instituciones para mantener los equipos, sistemas y procesos para controlar sus costos e incrementar la productividad. Es por ello que el objetivo de esta investigación es conocer los aportes que ofrece la Metodología Six Sigma para la mejora del sistema de Gestión de Mantenimiento Preventivo en los últimos 10 años. Para su elaboración se presenta una revisión sistemática de la literatura científica, consideraron los artículos científicos publicados en el idioma español, portugués e inglés. Publicados en bases de datos como Scielo (10 artículos), Redalyc (7 Artículos), Dialnet (4 artículos) y Google Académico (9 artículos), utilizando como criterio de búsqueda las siguientes palabras claves: Gestión de mantenimiento, Six Sigma, Mantenimiento preventivo, Mejora Continua, durante el periodo 2009 hasta el 2019, tanto a nivel nacional como internacional. Logrando concluir que actualmente existe una preferencia por el uso de herramientas para la mejora continua como la Six Sigma debido a su efectividad y mejora en el logro del cumplimiento de las metas.

PALABRAS CLAVES: Gestión de mantenimiento, mantenimiento preventivo, Six Sigma.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Los grandes avances tecnológicos obligan a las empresas adoptar estrategias para la mejora de los procesos de mantenimiento, optimizando sus métodos y teniendo en cuenta al ciclo de vida de cada activo físico, para evitar las pérdidas tanto en tiempo, recursos, materiales etc. El proceso de mantenimiento en las empresas cada vez adquiere una mayor importancia, debido a que su falta de atención afecta directamente a los otros procesos productivos que conducen a la satisfacción o insatisfacción de los clientes, incrementando de esta manera los costos por mantenimiento (Botero, 2004)

El mantenimiento se define según Díaz Cazañas y De La Paz Martínez, (2016) Como la totalidad de las acciones, técnicas, organizativas y económicas encaminadas a (Olarte, Botero, y Cañon, 2010) conservar o restablecer el buen estado de los activos fijos, a partir de la observancia y reducción de su desgaste y con el fin de alargar su vida útil, económica (p.15), con una mayor disponibilidad y confiabilidad para cumplir con calidad y eficiencia sus funciones, conservando el medio ambiente y la seguridad del personal Cuya finalidad está enfocado en preservar o restaurar las máquinas e instalaciones que conforman un proceso de producción, permitiendo que éste alcance su máximo rendimiento (Olarte, Botero y Cañon, 2010).

La gestión de mantenimiento se convierte así, en un factor esencial de competitividad para las empresas, y en los últimos años se ha incrementado el interés para el mundo científico y académico quienes han realizados a través de sus investigaciones grandes aportes para conceptualizar y entender los procesos mínimos necesarios para desarrollar una correcta gestión de mantenimiento.(Ardila Marín, Ardila Marín, Rodríguez Gaviria, y Hincapié Zuluaga, 2016). De esta manera, y gracias a los avances de mejora en los procesos de

mantenimiento, existe una tendencia permanente hacia procesos de clase mundial, como por ejemplo los procesos Six Sigma, que no es más que un modelo de proceso de mantenimiento, donde todos los participantes comprenden el proceso, es de fácil aplicación y requiere de un costo mínimo de implementación. (Díaz Cazañas & De La Paz Martínez, 2016).

Actualmente los resultados de algunas empresas evidencian que el mantenimiento es visto en su mínima expresión, como un proceso que se limita solo a realizar cambios de aceites a la maquinaria o implementando algún programa preventivo básico (Zegarra, 2014), lo que impide satisfacer los requerimientos exigidos en las normativas internacionales vigentes. Por lo cual se requiere un cambio de concepción en el sector empresarial, donde se valore la implementación de un plan de mantenimiento que permita conservar tanto sus equipos, herramientas e instalaciones, como mejorar las condiciones de funcionamiento (Olarte, Botero y Cañón, 2010).

Dentro de los aportes teóricos más resaltantes se encuentra la autora Harris Elrich, 2002 citado por Zegarra, (2014) quien define a la Six Sigma como un “conjunto de técnicas y conceptos de carácter administrativo y estadístico que se enfocan en reducir la variabilidad en los procesos, controlando estadísticamente un cierto nivel de confianza” (p.1), por ende permite identificar lo más certero posible las causas principales que afectan el rendimiento de los procesos, midiendo un manejo estricto y disciplinado de datos, enfocados hacia un proceso de mejora continua de calidad y productividad.(Ruiz-Torres, Ayala-Cruz, Alomoto, & Acero-Chávez, 2015)

También realizan aportes la investigación realizada por (Chávez Medina, Santiesteban López, Carmona Silva, & Muñiz Montero, 2018), donde aplicaron la metodología Six Sigma para el desarrollo del Modelo DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar), en

el cual se analizaron la materia prima, la mano de obra, la maquinaria, equipos y el medio ambiente. Logrando obtener como resultados la eliminación de desperdicios en flujos y operaciones, reducción considerablemente los tiempos de entrega, disminución de la variación en los procesos y aumentar la calidad del servicio.

La investigación realizada por (Varela Loyola, Flores Ávila, & Tolamatl Michcol, 2016), cuyo objetivo estuvo enfocado en reducir el producto no conforme y los altos costos de no calidad para fortalecer las fianzas de la empresa. Además de disminuir la variabilidad del proceso para hacerlo más confiable y evitar que productos no conformes llegaran al cliente final. En dicha investigación se logró obtener como resultados una reducción de los productos no conforme en el área de pintura en un 13%, mejorando con esta aplicación un rendimiento sigma 2,4 a un nivel de 3,6 haciendo el proceso más confiable.

De igual forma la investigación realizada por (Viveros, Stegmaier, Kristjanpoller, Barbera, & Crespo, 2013) quienes presentan un modelo de gestión integral para el mantenimiento, considerando las características de mejora continua en los tiempos. Tomando en cuenta para su aplicación la secuencia lógica y la jerarquizada que sugiere la literatura consultada. Como resultados más importantes señalan los autores que el modelo propuesto deben ser alineados con los objetivos del mantenimiento en un marco de mejora continua, utilizando para ello las diferentes herramientas de apoyo que beneficien el ciclo propuesto, además de servir de soporte en la toma de decisiones lógicas, optimizando de esta manera los procesos que tienen que ver con la gestión del mantenimiento. (Salazar Bryan, 2016).

Como se puede evidenciar actualmente las empresas se han interesado por mejorar sus sistemas de gestión de mantenimiento, pero debido a diferentes factores estas se han visto afectadas y no se observan sino ligeras mejoras en sus procesos, lo que hace relevante

el interés por conocer tanto en sus aspectos teóricos, como su aplicación en los procesos de mantenimiento preventivo en los últimos años.

En este sentido y una vez desarrollada las ideas anteriores surge la siguiente interrogante ¿Qué se conoce de la metodología Six Sigma para la mejora de los sistema de gestión de mantenimiento preventivo en los últimos 10 años?. Para lo cual se plantea como objetivo: Conocer los aportes que ofrece la Metodología Six Sigma para la mejora del sistema de Gestión de Mantenimiento Preventivo en los últimos 10 años.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

La presente investigación es una revisión sistemática de la literatura científica que según Manterola, Astudilloa, Ariasb, y Claros (2013), consiste en revisión exhaustiva de artículos utilizando criterios reproducibles que permitan la valoración del estudio sobre una temática de interés. Bajo la cual se formula para el presente estudio la siguiente **pregunta de investigación** ¿Qué se conoce de la metodología Six Sigma para la mejora de los sistema de gestión de mantenimiento preventivo en los últimos 10 años?. Para su elaboración se consideraron los artículos escritos en el **idioma español**, publicados en bases de datos de **Scielo, Redalyc, Dialnet y Google Académico**, utilizando para su búsqueda las siguientes frases o **palabras claves; Gestión de mantenimiento, Six Sigma, Mantenimiento preventivo**, publicadas durante el **periodo 2009 al 2019** tanto a nivel nacional como internacional.

Para ello se aplicó como **criterio de inclusión** los documentos que estuviesen full texto, con identificación del autor, lista de referencias, de acceso libre, y cuyo objeto de investigación estuviesen relacionados estrechamente con la pregunta de investigación. Y como **criterio de exclusión** se descartó los documentos que solo tuviesen acceso al resumen, sin identificación de autor, en idioma distinto al seleccionado, documentos como tesis o artículos de opinión u otros, y que estuviesen fuera del rango establecido. Una vez seleccionada la información, se procedió a clasificarla y organizarla en tabla de contingencia, y en gráficos de tortas, utilizando la metodología Prisma (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses que permito establecer un procedimiento lógico del proceso investigativo.

Procedimiento para la selección de artículos científicos:

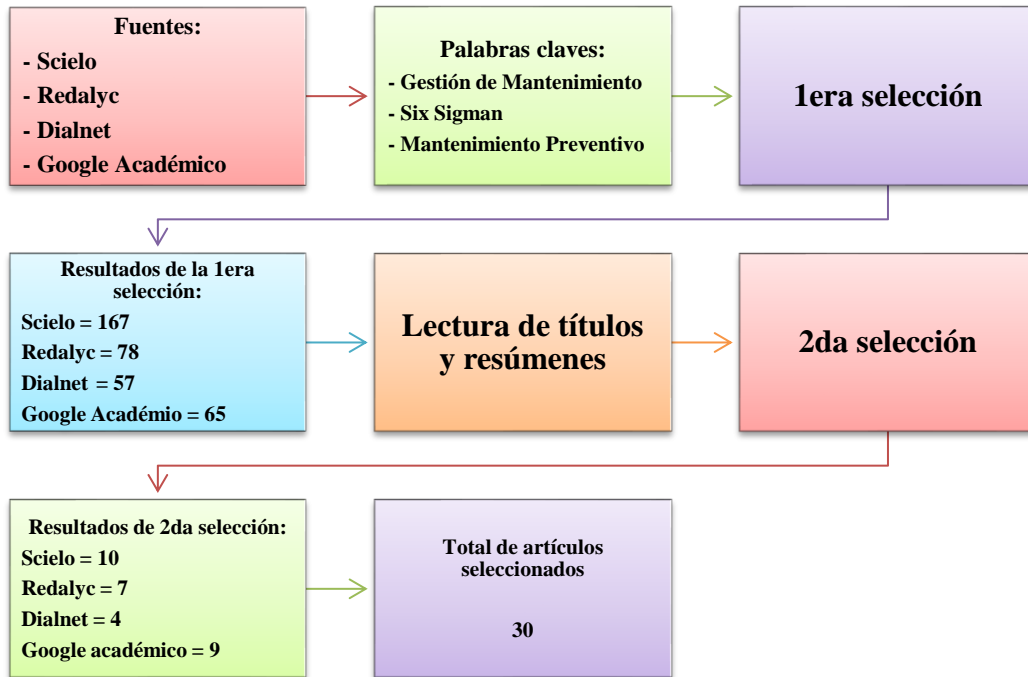


Figura 1 Proceso de selección de documentos para el análisis adaptado de la metodología PRISMA

Para el proceso de clasificación se consideró las temáticas que relacionadas estrechamente con la pregunta de investigación. También se verificó y se descartó los documentos duplicados a través de la comparación de títulos, autores, repositorio y año de publicación.

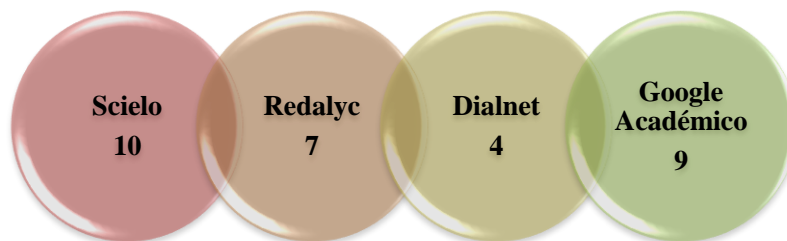


Figura 2 Selección final por base de datos

En la figura Nro. 02 se muestra la cantidad de artículos seleccionados luego de aplicar los filtros en las bases de datos, siendo el buscador SciELO la mayor concentración.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

Las investigaciones fueron seleccionadas de las bases de datos de Scielo, Redalyc, Dialnet y Google Académico. Para ello se emplearon criterios de inclusión y exclusión que permitieron filtrar la información arrojando como resultados los siguientes:

Tabla 1

Criterios aplicados a la selección de los datos obtenidos

criterio	Base de Datos	Full Texto	Periodo	Autor	Acceso	Idioma	Tipo de documentos
Inclusión	Dialnet, Scielo, Redalyc, Google Acadmico		2009 en adelante	Datos del autor disponibles y verificables	Abierto	Ingles Portugués Español	Artículos científicos
Exclusión		Solo Resúmenes	Antes del 2008	Sin autor o datos incompletos	Pago o cerrado		Libros Tesis Artículos de opinión

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 1, presenta los criterios establecidos de inclusión y exclusión contemplados en el proveimiento.

Tabla 2

Artículos seleccionados por Bases de Datos

Base de Datos	Cantidad	%
Scielo	10	34
Redalyc	7	23
Dialnet	4	13
Google Académico	9	30
Total de artículos Seleccionados	30	100

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 2, se observa que la fuente que tiene mayor frecuencia fue Scielo con un 34%, mientras que la de Dialnet tiene la de menor frecuencia con un 13%.

Distribución porcentual por países

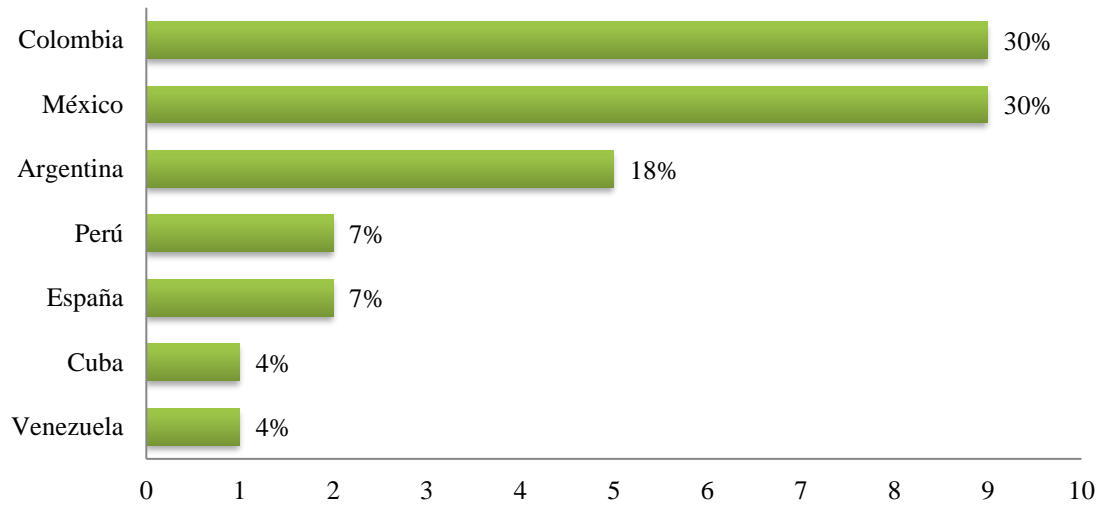


Figura 3, Distribución por países

Se puede observar que los país con mayor frecuencia de artículos publicados son Colombia y México con un 30% mientras que Cuba y Venezuela alcanzaron el 4%.

Porcentajes de artículos seleccionados por años de publicaciones

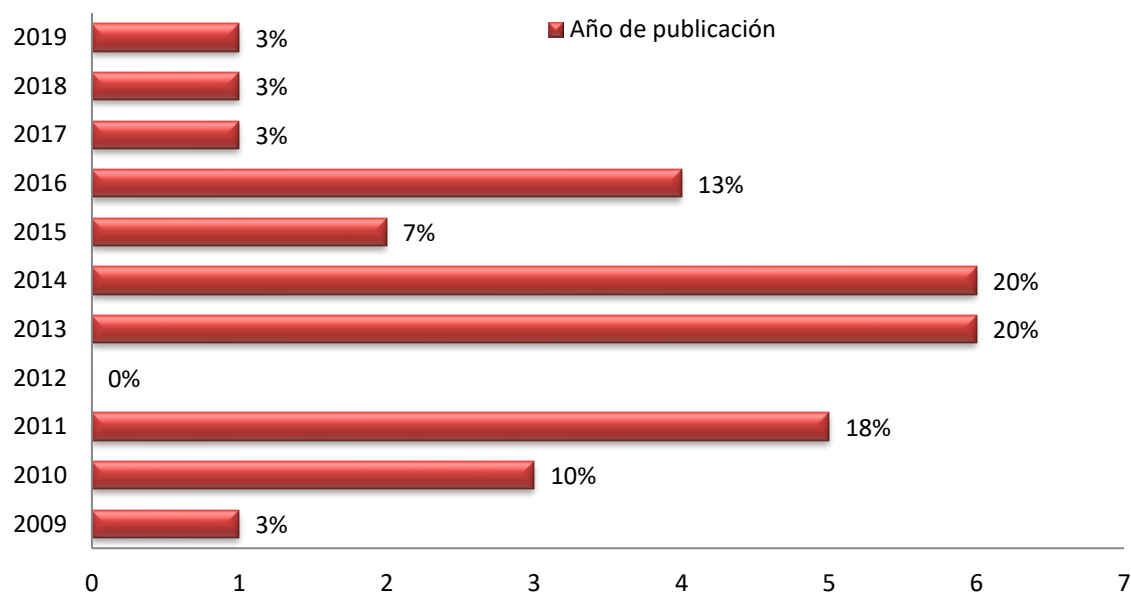


Figura 4 Distribución por Año de publicación

En la figura 4, se representa la cantidad de artículos publicados en las bases de datos entre los años 2009 al 2019, siendo los años 2013 y 2014 quienes presenta la mayor frecuencia con un 20%, mientras que el año 2012, no presentó ninguna publicación 0%.

Los resultados también evidencia que los tipos de mantenimiento más usuales al igual que los modelos en uso se pueden clasificar según el tipo de equipo los mismos se detallan a continuación (Rey Sacristán, 2012); (Olarte et al., 2010); (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de El Salvador, 2012); (RODRIGUEZ, 2009); (Dimitroff, Pontell, Zanazz, Conforte, & Zanazz, 2016):

Tabla 3

Tipos de Mantenimiento

Tipos	Descripción
Mantenimiento Correctivo	Consiste en corregir los defectos que se presentan en los equipos debido a su uso o vida útil, y que necesariamente son comunicados por los usuarios al departamento de mantenimiento.

Mantenimiento Preventivo	Consiste en mantener de manera programada un nivel de servicio en los equipos para prevenir y alargar la vida útil mantenido un servicio oportuno a pesar de que el equipo no presente síntoma alguno.
Mantenimiento Predictivo	Consiste en la aplicación del mantenimiento para identificar posibles variables físicas como temperatura, vibración, consumo de energía entre otras. Para mantener informado a la alta gerencia del estado y operatividad de las instalaciones.
Mantenimiento Cero Horas (Overhaul)	Consiste en realizar de manera programada el mantenimiento a los equipos para dejarlos a cero horas de funcionamiento como si estuvieran nuevos. .
Mantenimiento En Uso	Consiste en una serie de tareas elementales (tomas de datos, inspecciones visuales, limpieza, lubricación, reapriete de tornillos). Este tipo de mantenimiento es la base del TPM (Total Productive Maintenance, Mantenimiento Productivo Total).

Fuente: Adaptada de (Pérez López & García-Cerdas, 2014)

De igual forma se evidencio que la información revisada coinciden un punto de vista en relación a los modelos que estos incluyen de manera complementaria varios de los de los tipos de mantenimiento mencionados anteriormente, incluyendo al menos dos actividades básicas que son inspecciones visuales y lubricación. (Simón Villegas, 2017); (Huerga Castro, Abad González, & Blanco Alonso, 2012). En este sentido en la tabla 4 se puede observar los diversos modelos de mantenimientos según lo reportado en la revisión:

Tabla 4

Modelos de Mantenimiento

Modelos	Descripción
Modelo Correctivo	Consiste en la aplicación de inspecciones visuales, para detectar fallas y reparaciones de averías que pudieran surgir.
Modelo Condicional	Sugiere la inspección y evaluación de los expertos, si persiste las fallas o anomalías se procede a levantar el equipo.. Si tras las pruebas descubrimos una anomalía, programaremos una intervención; si por el contrario, todo es correcto, no se actúa sobre el equipo.
Modelo Sistemático	Consiste en un conjunto de funciones mediciones y pruebas que permitirán decidir de manera sistemática si es necesario realizar otra tarea, pudiendo mantener varias de la manera sistemática
Modelo de Mantenimiento de Alta Disponibilidad	Es el modelo más exigente y exhaustivo de todos. Se aplica en aquellos equipos que bajo ningún concepto pueden sufrir una avería o un mal funcionamiento. Son equipos a los que se exige, además, unos niveles de disponibilidad altísimos, por encima del 90%..

Mantenimiento En Uso	Consiste en una serie de tareas elementales (tomas de datos, inspecciones visuales, limpieza, lubricación, reapriete de tornillos). Este tipo de mantenimiento es la base del TPM (Total Productive Maintenance, Mantenimiento Productivo Total).
-----------------------------	---

Fuente: Elaboración propia

También se evidencio en los artículos revisados una tendencia a trabajos de tipo descriptivo aplicados a la gerencia de mantenimiento. La utilización de herramientas de control de calidad adaptadas de la administración a la gestión de mantenimiento como Lean Manufacturing, la cual cuenta con una serie de herramientas como son: los sistemas kanban, el mantenimiento productivo total, los sistemas Kaizen, las 5's, Seis Sigma, Poka Yoke, Jidokas, entre otros. (Grupo Kaizen, 2011 citado por (Arrieta, Muñoz Domínguez, Salcedo Echeverri, & Sossa Gutiérrez, 2011), además del uso de Ishikawa, diagramas de causa efecto, entre otros. Dando como resultados algunas tendencias investigativas que buscan satisfacer la necesidades del cliente como el control estadístico de calidad, el sistema de gestión ISO, el Six Sigma entre otros. Siendo el Six Sigma uno de los más abordados(Gómez Montoya & Barrera, 2011).

El Six Sigma es una metodología de mejora de procesos diseñada por el Ing. Bill Smith en los años 80 en Motorola y se centra en la reducción de defectos o fallas en entregas de productos o servicios a los clientes. (Santos & Martins, 2010). Su objetivo es alcanzar un nivel de calidad basado en los hechos y datos de tal manera que se disminuya la variabilidad y se aumente la eficiencia (Drohomeretski, Gouvea Da Costa, Pinheiro De Lima, & Vieira Da Silva, 2016). En este sentido Pacheco, (2014) define el Six Sigma “como una herramienta que articula el uso de diferentes técnicas propias de la gestión de la calidad, el control estadístico y el diseño de experimentos que, combinadas con la medición del desempeño de procesos, permite centrarse en mejoras focalizadas o de toda la organización”

(p. 5), es así como se puede lograr un impacto positivo y reducir de manera considerable los costos de operaciones y aumentar la rentabilidad de la empresa.

A continuación se muestra en la figura 5, una lista de algunas estrategias que se basan en el principio de Plan de Mejora Continua.



Figura: 5 Estrategias basadas en el proceso de Mejora Continua

La aplicación del Six Sigma como modelos de gestión de calidad, implica un cambio de paradigma y cultura empresarial, apoyándose en las nuevas tendencias que han demostrado ser muy eficaces para la mejora continua, permanente y participativa de gestión empresarial. (Endler, Bourscheidt, Scarpin, Arns Steiner, & Da Rosa Garbuio, 2016) Por esta razón, la metodología de Seis Sigma, es una gran herramienta en lo que respecta al mejoramiento de los sistemas productivos y el Lean Manufacturing es una técnica que se usa para optimizar las operaciones productivas de forma que se pueda obtener tiempos de

reacción más cortos, mejor atención a las necesidades de los consumidores, mejor calidad y a un menor costo.

La bibliografía consultada evidencia que la tendencia actual de las organizaciones es adoptar (Varela Loyola et al., 2016) estrategias para la mejora continua de los procesos empresariales, dentro de los que destaca el mantenimiento continuo debido a que este representa un beneficio tangible porque contribuye con la productividad de las instituciones. (Pacheco, 2014). Autores como (Gómez Montoya & Barrera, 2011); (Morales & Garambullo, 2017); (Trad & Maximiano, 2009); (Huerga Castro et al., 2012) dan muestras del papel que actualmente juega la gestión de mantenimiento continuo porque ayuda a mantener la efectividad, minimiza los costos y reduce los tiempos de inactividad sin embargo no ha sido suficientemente investigado y debido a la globalización de los mercados, y la expansión comercial esta requiere de un mayor aporte teórico (Olarte, Botero, & Cañon, n.d.).

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES

De la Revisión Sistemática de la literatura especializada se puede conocer que efectivamente el Seis Sigma es una filosofía que ayuda tanto en el proceso de apertura hasta la entrega final mejorando los procesos involucrados o en la búsqueda de minimizar la variabilidad, así como reducir costos y el incremento de la satisfacción de los clientes. En este sentido la utilización de herramientas de mejora continua y de gestión de calidad permite identificar y caracterizar las variables clave utilizando la metodología Seis Sigma

La revisión permitió identificar que la aplicación del Six Sigma en los modelos de gestión, implica un cambio de paradigma y una cultura empresarial distinta, que se apoya en las nuevas tendencias que han demostrado ser muy eficaces para la mejora continua, permanente y participativa de la gestión empresarial. (Endler, Bourscheidt, Scarpin, Arns Steiner, & Da Rosa Garbuio, 2016) Por esta razón, el Lean Manufacturing es una técnica que en los últimos años se ha utilizado para optimizar los procesos operativos obteniendo resultados muy favorables a través de la aplicación de la metodología de Seis Sigma, observándose un mejoramiento sustancial en los procesos y sistemas productivos.

REFERENCIAS

- Ardila Marín, J., Ardila Marín, M., Rodríguez Gaviria, D., & Hincapié Zuluaga, D. (2016). La gerencia del mantenimiento: una revisión. *Dimensión Empresarial*, 2(574), 127–142.
- Arrieta, J. G., Muñoz Domínguez, J., Salcedo Echeverri, A., & Sossa Gutiérrez, S. (2011). Aplicación Lean Manufacturing en la industria colombiana. Revisión de la literatura en Tesis y Proyectos de Grado. *LACCEI*, 3, 1 .5.
- Botero, E. B. (2004). Mantenimiento preventivo. *Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander*, 424–425. Retrieved from <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Mantenimiento+preventivo#2>
- Chavez Medina, J., Santiesteban López, N. A., Carmona Silva, J. L., & Muñoz Montero, I. (2018). Efecto del mantenimiento industrial, maquinaria y equipo, mano de obra, métodos de trabajo y materia prima con respecto al nivel de Six Sigma en una Pyme: Caso bloquera medina del municipio de San Pedro Cholula, Puebla. *Revista de Ingeniería Industrial*, 2(2523–0344), 1689–1699. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Díaz Cazañas, R., & De La Paz Martínez, E. (2016). Procedimiento para la planeación integrada Producción – Mantenimiento a nivel táctico. *Ingeniería Industrial*, XXXVII(0258–5960), 36–48.
- Dimitroff, M., Pontell, D., Zanazz, J., Conforte, J., & Zanazz, J. (2016). Mantenimiento preventivo: Asignación grupal de prioridades con metodología procesos drv. *Revista Ingeniería Industrial*, 15(2), 163–177.
- Drohomeretski, E., Gouvea Da Costa, S. E., Pinheiro De Lima, E., & Vieira Da Silva, W. (2016). *FATORES CRÍTICOS PARA O SUCESSO DO SEIS SIGMA: UM LEVANTAMENTO DO IMPACTO DO TEMPO DE EMPRESA E DO TREINAMENTO NA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA*. 16(2), 475–498.
- Endler, K. D., Bourscheidt, L. E., Scarpin, C. T., Arns Steiner, M. T., & Da Rosa Garbuio, P. A. (2016). Lean seis sigma: uma contribuição bibliométrica dos últimos 15 anos. *Revista Produção Online*, 16(2), 575. <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v16i2.2023>
- Gómez Montoya, R. A., & Barrera, S. (2011). *Six sigma: un enfoque teórico y aplicado en el ámbito empresarial basándose en información científica*. 221–241.
- Huerga Castro, C., Abad González, J., & Blanco Alonso, P. (2012). El papel de la Estadística en la metodología Seis Sigma: una propuesta de actuación en servicios sanitarios. *Pecunia: Revista de La Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales*, (1), 111–136.
- Ministerio de Salud Publica y Asistencia Social de El Salvador. (2012). Manual de Mantenimiento Preventivo Planificado. *Uma Ética Para Quantos?*, XXXIII(2), 81–87. <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- Morales, A. R., & Garambullo, A. I. (2017). Aplicación de metodología lean seis sigma para la reducción de

- defectos en la producción de lentes dentro de la empresa formula Plastics de México S . A de C . V . En Tecate B.C. *Revista Electrónica Del Desarrollo Humano Pra La Innovación Social*, 4(2448–7422), 1–15.
- Olarte, W., Botero, M., & Cañon, B. (n.d.). Abril de 2010. *Scientia et Technica Año XVI*, 44. Retrieved from <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mmnew/h>
- Olarte, W., Botero, M., & Cañon, B. (2010). IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL DENTRO DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN. *Scientia et Technica Año XVI*, XVI(0122–1701). Retrieved from <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mmnew/h>
- Pacheco, D. A. de J. (2014). Teoria das Restrições, Lean Manufacturing e Seis Sigma: limites e possibilidades de integração. *Production*, 24(4), 940–956. <https://doi.org/10.1590/s0103-65132014005000002>
- Pérez López, E., & García-Cerdas, M. (2014). Implementación de la metodología DMAIC-Seis Sigma en el envasado de licores en Fanal. *Revista Tecnología En Marcha*, 27(3), 88. <https://doi.org/10.18845/tm.v27i3.2070>
- Rey Sacristn, F. (2012). Determinacin de la necesidad de un mantenimiento preventivo en una industria. *Determination of the Need for Preventive Maintenance in the Industry*, (300), 28–37. Retrieved from <http://www.tecnicaindustrial.es/TIFrontal/a-4082-Determinacion-necesidad-mantenimiento-preventivo-industria.aspx>
- RODRIGUEZ, M. (2009). Modelo De Gestion Del Mantenimiento Preventivo Y Predictivo Para Las Subestaciones De La Eec. *Tesis De Posgrado*, 53, 160. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Ruiz-Torres, A. J., Ayala-Cruz, J., Alomoto, N., & Acero-Chavez, J. L. (2015). Revisión de la literatura sobre gestión de la calidad: caso de las revistas publicadas en Hispanoamérica y España. *Estudios Gerenciales*, 31(136), 319–334. <https://doi.org/10.1016/j.estger.2015.01.004>
- Salazar Bryan. (2016). Mantenimiento Productivo Total (TPM) - Ingeniería Industrial. Retrieved from ingenieriaindustrialonline.com website: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/lean-manufacturing/mantenimiento-productivo-total-tpm/>
- Santos, A. B., & Martins, M. F. (2010). Contribuições do Seis Sigma: estudos de caso em multinacionais. *Production*, 20(1), 42–53. <https://doi.org/10.1590/s0103-65132010005000003>
- Simón Villegas, E. (2017). “Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la productividad en la empresa Metalmecanica Emeca SAC, Comas – Diciembre 2017.” *Universidad César Vallejo*.
- Trad, S., & Maximiano, A. C. A. (2009). Seis sigma: fatores críticos de sucesso para sua implantação. *Revista de Administração Contemporânea*, 13(4), 647–662. <https://doi.org/10.1590/s1415-65552009000400008>
- Varela Loyola, J. A., Flores Ávila, E., & Tolamatl Michcol, J. (2016). Disminución de la Variación de un Proceso de Producción de Muebles con Seis Sigma. *Conciencia Tecnológica*, 354(February), 1896–

1902. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2168.2000.01610.x>

Viveros, P., Stegmaier, R., Kristjanpoller, F., Barbera, L., & Crespo, A. (2013). Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo. *Ingeniare*, 21(1), 125–138.

Zegarra, M. (2014). Seis Sigma para la mejora continua en el mantenimiento de equipos pesados en empresas constructoras medianas. *Ciencia y Desarrollo*, 2(2409–2045), 19–34.