

LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL COMO  
HERRAMIENTA DE MEJORAMIENTO EN EMPRESAS DEL SECTOR  
MANUFACTURA

ANDRES FELIPE FORERO RODRIGUEZ

FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA  
FACULTAD DE EDUCACIÓN PERMANENTE Y AVANZADA  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE LA CALIDAD  
BOGOTÁ D.C.  
2020

LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL COMO  
HERRAMIENTA DE MEJORAMIENTO EN EMPRESAS DEL SECTOR  
MANUFACTURA

ANDRES FELIPE FORERO RODRIGUEZ

Monografía para optar el título de  
Especialista en Gerencia de la Calidad

Orientador:

Angélica María Álzate Ibáñez  
PhD., Ingeniera Química

FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA  
FACULTAD DE EDUCACIÓN PERMANENTE Y AVANZADA  
ESPECIALIZACIÓN GERENCIA DE LA CALIDAD  
BOGOTÁ D.C.  
2020

## NOTA DE ACEPTACIÓN

---

---

---

---

---

---

---

Firma del Director de la Especialización

---

Firma del calificador

Bogotá D.C., junio de 2020

## **DIRECTIVAS DE LA UNIVERSIDAD**

Presidente de la Universidad y Rector del Claustro

Dr. Mario Posada García-Peña

Consejero Institucional

Dr. Luis Jaime Posada García-Peña

Vicerrectora Académica Y De Investigaciones

Dra. María Claudia Aponte González

Vicerrector Administrativo Y Financiero

Dr. Ricardo Alfonso Peñaranda Castro

Secretaria General

Dr. Alexandra Mejía Guzmán

Decano Facultad De Educación Permanente Y Avanzada

Dr. Luis Fernando Romero Suarez

Director Especialización En Gerencia De La Calidad

Dr. Emerson Mahecha Roa

Las directivas de la Universidad de América, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Estos corresponden únicamente a los autores

## **DEDICATORIA**

A todas las personas en mi vida que me apoyaron en la realización de este proyecto.

## **AGRADECIMIENTOS**

El autor presenta su más sincero agradecimiento a: Al personal docente y asesores de la fundación Universidad de América, específicamente a la ingeniera Angélica María Álzate Ibáñez por su acompañamiento, soporte y motivación para elaborar adecuadamente este trabajo, a la Gerencia y personal de apoyo de la Biblioteca por su cooperación, y en especial a la familia del autor por su apoyo y dedicación. Sin dejar de lado a todos aquellos que colaboraron de forma directa e indirecta en la culminación de esta meta.

## CONTENIDO

	pág.
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>12</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>13</b>
<b>1. CAPITULO I. MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)</b>	<b>15</b>
1.1 IMPORTANCIA DEL TPM	15
1.2 PLANEACIÓN Y MEJORA	16
1.3 HERRAMIENTA DE MEDICIÓN	19
1.4 COSTOS DEL MANTENIMIENTO	20
1.5 EL MANTENIMIENTO BASADO EN EL CICLO PHVA	22
1.6 INCLUSIÓN DEL MANTENIMIENTO EN LA ORGANIZACIÓN	25
1.7 RECONOCIMIENTO DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL	28
1.8 LAS SEIS GRANDES PÉRDIDAS DEL TPM	29
<b>2. CAPITULO II. INTEGRACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL TPM</b>	<b>32</b>
2.1 LA INTEGRACIÓN DEL CAMBIO EN EL TPM	32
2.2 LA IMPLEMENTACIÓN DEL TPM	33
2.2.1 Los 8 Pilares del TPM.	34
2.3 HERRAMIENTAS AUXILIARES AL TPM	38
2.3.1 Las 5 S`S.	38
2.3.2 Las Seis Sigmas ( $\sigma$ ).	41
2.3.3 El Kaizen.	44
2.4 EFICIENCIA GENERAL DE LOS EQUIPOS (OEE)	47
<b>3. CAPITULO III. FACTORES QUE AFECTAN LA IMPLEMENTACION DEL TPM</b>	<b>49</b>
3.1 OBSTÁCULOS DE LA IMPLANTACIÓN DEL TPM	50
3.2 FACTORES DE ÉXITO	53
<b>4. CONCLUSIONES</b>	<b>58</b>
<b>5. RECOMENDACIONES</b>	<b>59</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>60</b>



## LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Perdidas en equipos	31
Cuadro 2. Etapas para la implementación del TPM	35
Cuadro 3. Integración de los pilares del TPM	37
Cuadro 4. Tarjeta roja para la aplicación del seiri	39
Cuadro 5. Obstáculos culturales, organizacionales, tecnológicos, operativos y financieros.	52

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Proceso de análisis para la innovación en la gestión del mantenimiento	17
Figura 2. Desglose del coste global en sus diferentes conceptos	21
Figura 3. Costos de mantenimiento	22
Figura 4. Actividades del ciclo PHVA	23
Figura 5. Modelo de gestión de mantenimiento	25
Figura 6. Evolución del mantenimiento productivo total	29
Figura 7. Aplicación del seiton	40
Figura 8. Variación de valor $\sigma$ mediante la desviación estándar tendiente al límite inferior $lie$ o el límite superior $lse$	42
Figura 9. Esfera concéntrica del kaizen como filosofía gerencial	43
Figura 10. Kaizen como un elemento del tqm	45
Figura 11. El kaizen como principio teórico de metodologías y técnicas de mejora	46
Figura 12. Componentes del OEE (six big losses)	48
Figura 13. Evolución de la implementación de las 5` s	55

## **RESUMEN**

El presente trabajo de grado tiene como principal objetivo, la revisión bibliográfica sobre la gestión del mantenimiento productivo total o TPM, como herramienta de mejora en organizaciones del sector de la manufactura a nivel mundial. El TPM consiste en un método destinado a lograr la eliminación de las llamadas seis grandes pérdidas de los equipos, y la organización tiene el reto de acometer con éxito la implementación del TPM. Dada la importancia de esta herramienta en la industria, se hizo una revisión sobre los factores de éxito y los obstáculos que se presentan durante el proceso de planificación, implementación y gestión del mantenimiento.

Palabras claves: TPM, gestión del mantenimiento, mejora, obstáculos, factores de éxito.

## **ABSTRAC**

The main objective of this undergraduate study is the bibliographic review on total productive maintenance management or TPM, as a tool for improvement in organizations in the manufacturing sector worldwide. The TPM is a method to achieve the elimination of the so-called big six team losses, and the organization is challenged to successfully undertake the implementation of the TPM. Given the importance of this tool in the industry, a review was made of the success factors and obstacles that arise during the planning, implementation and maintenance management process.

Key words: TPM, maintenance management, improvement, obstacles, success factors.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad la industria ha recurrido a implementar diversas estrategias de innovación que favorezcan el desarrollo de sus organizaciones, con el propósito de ser cada día más competitivas y demostrar al mundo su relevancia. “Es así como, la calidad y el mejoramiento continuo, incluso el aprovechamiento de los recursos permite que los objetivos se logren”<sup>1</sup>. A su vez las organizaciones trabajan en convertir dificultades en ventajas competitivas, para lograr una diferenciación frente a la competencia. Cabe destacar que uno de los principales procesos que ha sido motivo de análisis y debates, es el mantenimiento, debido a los costos que implica en las organizaciones.

Teniendo en cuenta lo anterior, la gestión del mantenimiento cumple un papel importante en la productividad general de una organización; y el mantenimiento productivo total o TPM por sus siglas en inglés, resulta ser para Lefcovich<sup>2</sup>, Consultor en Administración de Operaciones y Estrategia de Negocios, más aun para el mundo en la actualidad, uno de los sistemas fundamentales para lograr la eficiencia total. Una tendencia que involucra todas las áreas de trabajo para elevar al máximo grado la productividad.

En este orden de ideas, en este trabajo se presenta una revisión de literatura del mantenimiento productivo total basado en la experiencia de las grandes industrias y académicos expertos en el TPM; todo con el objetivo de buscar información fiable y veraz de casos en donde la gestión del mantenimiento se involucra y así determinar factores críticos de éxito y posibles obstáculos que se llegan a presentar. Se realizara mediante la investigación de casos exitosos y no exitosos, de diferentes fuentes y en especial en la industria manufacturera, dada la importancia que tiene el TPM en producciones masivas, y vacíos en la literatura sobre este tema en específico.

La revisión de literatura, comienza con la definición, origen y evolución de TPM desde el momento en que el mantenimiento fue un factor importante para la industria, indagando desde su planeación, herramientas de medición, costos de mantenimiento e inclusión del mantenimiento en la organización como un sistema de integración. Posteriormente se describirá la implementación del TPM y así poder determinar los obstáculos y factores de éxito que se generan en el proceso.

---

<sup>1</sup> ARDILA MARIN. Juan Gonzalo, et al. GESTIÓN DE MANTENIMIENTO: UNA REVISIÓN. En: Dimensión empresarial. [scholar. Google]. Barranquilla, CO. Abril. Vol.14, No.2. 2016, p.128. ISSN 1692-8563.Consultado el 11. Abril. 2020]. Archivo en pdf. Disponible en <http://dx.doi.org/10.15665/rde.v14i2.480>.

<sup>2</sup>LEFCOVICH. Mauricio.TPM – Mantenimiento Productivo Total Un paso más hacia la excelencia empresarial. En: ilustrados. [scholar. Google]. p.10.Consultado el 11. Abril. 2020]. Archivo en Word. Disponible en <http://dx.doi.org/10.15665/rde.v14i2.480>.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Realizar una revisión de literatura sobre la gestión del mantenimiento productivo total como una herramienta de mejora en las organizaciones del sector manufactura a nivel mundial.

### **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Describir la evolución del concepto del mantenimiento productivo total mantenimiento productivo total en el contexto del sector manufactura.
- Identificar el impacto de la implementación de mantenimiento productivo total en la industria manufacturera.
- Determinar a partir de la literatura las barreras a las que se enfrentan las industrias manufactureras al implementar el mantenimiento productivo total como herramienta de mejora y de gestión.

## GLOSARIO

**CALIDAD:** “grado en el que un conjunto de características inherentes de un objeto cumple con los requisitos”<sup>3</sup>.

**DISPONIBILIDAD:** según el señor Mesa<sup>4</sup> principal del mantenimiento, puede ser definida como la confianza de que un componente o sistema que sufrió mantenimiento, ejerza su función satisfactoriamente para un tiempo dado. En la práctica, la disponibilidad se expresa como el porcentaje de tiempo en que el sistema está listo para operar o producir, esto en sistemas que operan continuamente.

**EFICIENCIA:** “la relación entre el resultado alcanzado y los resultados utilizados”<sup>5</sup>.

**ESTRATEGIA:** “Es un conjunto de compromisos y actos integrados y coordinados, cuyo objetivo es explotar las competencias y conseguir una ventaja competitiva”<sup>6</sup>.

**GESTION DE LA CALIDAD:** “actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización con respecto a la calidad”<sup>7</sup>.

**MANTENIMIENTO:** el señor Mesa<sup>8</sup> indica que es un conjunto de acciones destinadas a mantener o reacondicionar un componente, equipo o sistema, en un estado en el cual sus funciones pueden ser cumplidas. Entendiendo como función cualquier actividad que un componente, equipo o sistema desempeña, bajo el punto de vista operacional.

**MEJORA:** “actividad para mejorar el desempeño”<sup>9</sup>.

**SISTEMA POKA YOKE:** “Pretende evitar los errores de forma simple y sencilla. No quiere defectos (...) .Trabaja con otros operarios, con máquinas y herramientas, y es ahí donde sí se pueden reducir el número de fallas, se pueden evitar errores, y se puede lograr cero defectos”<sup>10</sup>.

---

<sup>3</sup> INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. NTC ISO 9001:2015 Sistemas de Gestión de Calidad (requisitos), Bogotá: ICONTEC 2015, p.20.

<sup>4</sup> MESA. H. Darío, SÁNCHEZ, O. Yesid, y PINZÓN, Manuel. La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad: disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento. En: Scientia et Technica. [Google scholar]. Pereira. Mayo de 2006. No 30. Año XII, p 15, UTP. ISSN 0122-1701. [Consultado 10, enero, 2020]. Archivo en PDF. Disponible en <https://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/6513>

<sup>5</sup> Ibid., p. 23.

<sup>6</sup> Ibid., p. 19.

<sup>7</sup> Ibid., p. 2.

<sup>8</sup> Ibid., p. 15

<sup>9</sup> Ibid., p. 15

<sup>10</sup> MORTAROTTI. et al. IMPLEMENTACIÓN DEL MÉTODO ANTIERRORES: POKA YOKE. En: Grupo de Físico-Química de Sistemas Complejos (GFQSC). [scholar. Google]. 2017, p. 2. [consultado 9, noviembre, 2020]. Archivo en pdf. Disponible en [http://www.edutecne.utn.edu.ar/coini\\_2013/trabajos/coa12\\_tc.pdf](http://www.edutecne.utn.edu.ar/coini_2013/trabajos/coa12_tc.pdf)

# 1. CAPITULO I. MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)

## 1.1 IMPORTANCIA DEL TPM

Actualmente existen múltiples reglas, manuales, leyes y un amplio marco normativo que permiten determinar y conocer las formas de conseguir la perdurabilidad y el desarrollo de una organización en cuanto a guías de calidad se trata, con las cuales se puede encaminar la fabricación, proceso y producción de determinado producto y/o servicio, elevándolo a los niveles más altos de excelencia, para lo cual me permito citar al Rey Sacristán Francisco<sup>11</sup>, a quien es atribuible que es “gracias a grandes gurús de la calidad y sin fin de eventos que siempre están proporcionando información para llegar cada vez más a la excelencia.”

A saber, y en aplicación a nuestro caso, se tiene que en la industria colombiana, el plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación para el desarrollo del sector presentado por Carrillo <sup>12</sup>, se ha logrado concretar sobre la importancia de una gestión directiva, que permita alcanzar sus metas, propósitos y medios para transformar los obstáculos en oportunidades; convertir las organizaciones en estímulos de “ciencia, innovación y tecnología, con mejoras en la gestión humana, acciones estratégicas en logística, buenas prácticas financieras y de control; manejo de las tecnologías de la información adecuadas; políticas ambiciosas de sostenibilidad e impacto ambiental direccionadas siempre en una misma visión y una adecuada sensibilidad en la toma de **riesgos**”<sup>13</sup>. De este modo es como las organizaciones pueden poner en marcha los procesos de producción, planeación, y de mantenimiento de la mejor forma posible.

De lo anterior, y con el consentimiento de señor Espinosa<sup>14</sup>, investigador de la innovación en la gestión del mantenimiento, resaltar que al estandarizar y/o sintetizar de manera técnica, con normativas y bajo unas reglas específicas que puede impedir que la gestión del mantenimiento sea aplicada de manera incorrecta, y no cuente con objetivos y metas poco acordes entre sí, aminorando los riesgos

---

<sup>11</sup> FRANCISCO. Rey Sacristán. Hacia la excelencia en mantenimiento. Madrid. Editorial: Tgp Hoshin, S. L. 1996. ISBN 84-87022-21-9 p. 411

<sup>12</sup> CARRILLO. Ángela; SÁNCHEZ, Mario y VILLALOBOS, Jorge. Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación para el desarrollo del sector de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC). En: Ministerio de Ciencias Tecnología e Innovación -MINCIENCIAS-. [Sitio Web]- Bogotá D.C. CO. Sec. Normas. Julio 2016. Versión 10, p.34. [Consultado 13, Noviembre, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: [https://minciencias.gov.co/sites/default/files/plan-ctei-tic-2017-2022\\_0.pdf](https://minciencias.gov.co/sites/default/files/plan-ctei-tic-2017-2022_0.pdf)

<sup>13</sup> *Ibíd.*, p. 8

<sup>14</sup> ESPINOSA. Fernando F. DIAS. Acires, y SALINAS. Gonzalo E. Un procedimiento para evaluar el riesgo de la innovación en la gestión del mantenimiento industrial. *Ingeniare*. En: *Ingeniare*. Revista chilena de ingeniería. [Google scholar]. Chile. 18 de septiembre. Vol. 20, no. 2. 2012, p 5. ISSN 242-254. [consultado 9, noviembre, 2020]. Archivo en pdf. Disponible en <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052012000200011>.

asociados que ello pueda traer, Pues si bien, es cierto que debe identificar, manejar y dirigir un método siempre basado en riesgos, también es cierto que el mismo debe partir de la planificación y dirección de los mismos riesgos, y de este modo no caer en el error de perder el direccionamiento y reducción de la actividad operativa con la que cuentan las empresas manufactureras actualmente, y evitar retrasos en los procesos, que a la larga traen consecuencias económicas, en vista de que las empresas invierten recursos de todo tipo, humano, económico, naturales, etc., algunos evaluados y controlados por indicadores mundialmente reconocidos como KPI (Key Performance Indicators). Los indicadores se consideran claves, calculados y monitoreados y permiten lograr un mejor desempeño del departamento de mantenimiento, es decir, de gran importancia en el proceso.

## 1.2 PLANEACIÓN Y MEJORA

De esta manera es necesario traer a colación un estudio realizado en una organización manufacturera con una línea de mecanizado de autopartes. En la cual se implementan de forma exitosa el “mantenimiento productivo total; como medio sistemático para evitar pérdidas y aumentar la productividad”<sup>15</sup> y posteriormente un exhaustivo “análisis de causa raíz” de los mismos, para establecer una mejora dirigida, con la cual se determinó que la clave para lograr el éxito de la implementación del TPM es tener una clara relación entre las estrategias y tácticas definidas por las empresas, con las cuales se podrán alcanzar los objetivos de negocio.

Por esta razón, y para poder lograr el éxito en los anteriores términos, se debe partir por una planificación, esto es, “un proceso cíclico y sistemático de análisis de la situación que se desea modificar, una fijación de objetivos y selección de estrategias de acción, y por último ejecución de las mismas”<sup>16</sup>, con ello, las circunstancias permitirán que la **planificación**, y la adecuada **gestión del cambio**, admita la prevención de la mayor cantidad de indecisiones en el desarrollo de sus actividades, y la mejor respuesta a las mismas, evitando cualquier tipo de consecuencias, pues como ya se mencionó en apartes anteriores, siempre se debe identificar, manejar y dirigir el sistema, basado en riesgos.

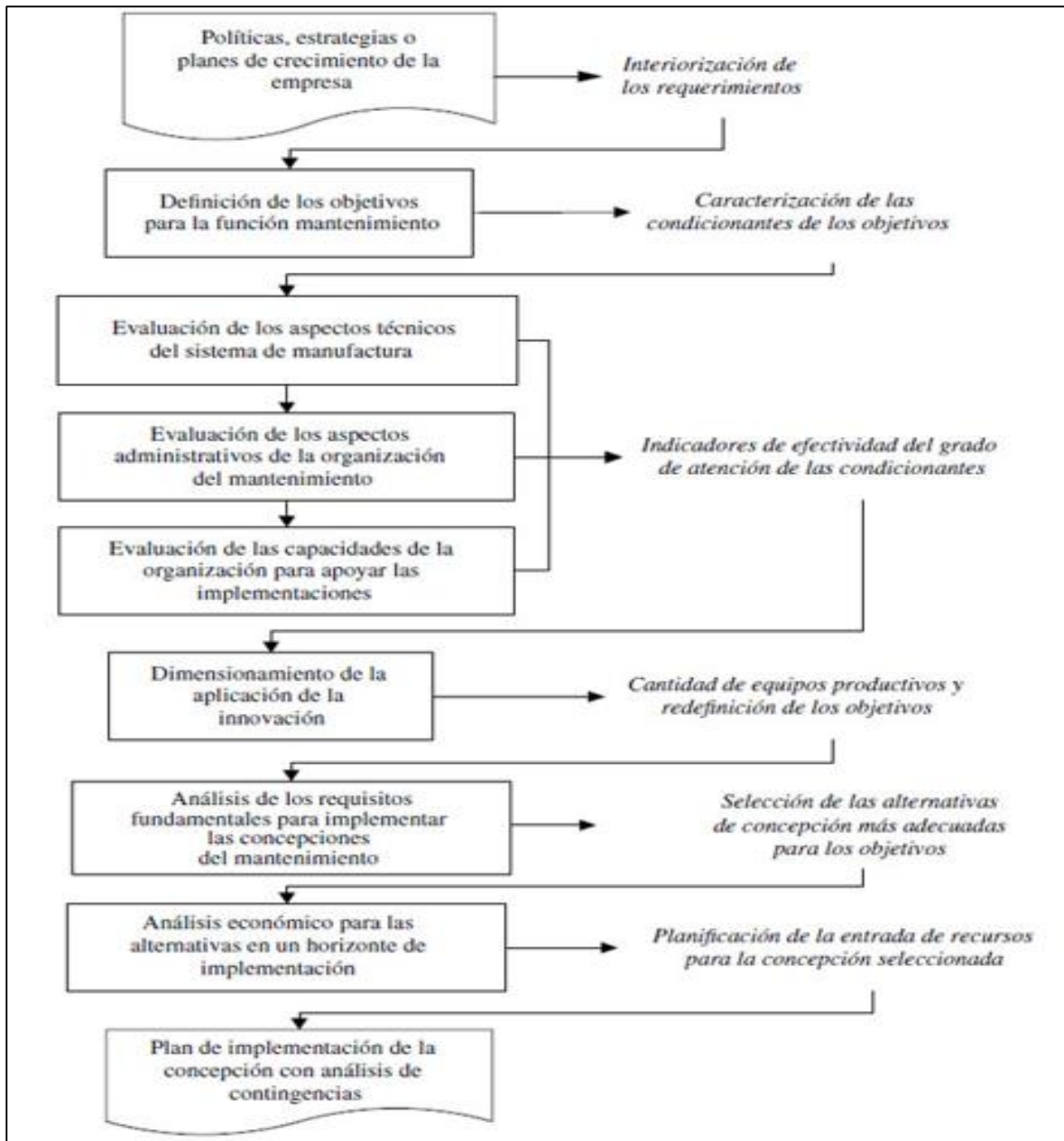
---

<sup>15</sup>MORALES. Méndez, J.D., Rodríguez, R.S. Total productive maintenance (TPM) as a tool for improving productivity: a case study of application in the bottleneck of an auto-parts machining line. En: The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. [SpringerLink]. Bogotá D.C. CO. 7, marzo, 2017. Vol. 92, p. 1013. [Consultado 1, Noviembre, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00170-017-0052-4>

<sup>16</sup> CÁMARA I. Luis. Planificación estratégica. Guía para entidades sin ánimo de lucro que prestan servicios de inserción socio laboral. Madrid. CIDEAL-fundación asistencia técnica para el desarrollo (atd). Abril. 2005. p 61.



Figura 1. Proceso de análisis para la innovación en la gestión del mantenimiento



Fuente: ESPINOSA, Fernando F. DIAS, Acires y SALINAS, Gonzalo E. Un procedimiento para evaluar el riesgo de la innovación en la gestión del mantenimiento industrial. *Ingeniare*. En: *Ingeniare*. Revista chilena de ingeniería. [Google scholar]. Chile. 18 de septiembre. Vol. 20, no. 2. 2012, p 5. ISSN 242-254. [Consultado 9, noviembre, 2020]. Archivo en pdf. Disponible en <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052012000200011>.

De tal manera que, en este orden de ideas, se puede establecer que el mantenimiento en las organizaciones y en el desarrollo de sus actividades debe contener una planeación y dirección de control interno, que le permitan garantizar

de manera mínima unas ventajas dentro de su buen funcionamiento, como, por ejemplo: entregas a tiempo facilitadas por la herramienta justo a tiempo (Just in time), fabricación de productos con una alta calidad y a su vez un reducido costo, detección de piezas a punto de entrar en falla evitando daños costosos e irreparables a los equipos, reducción de paradas no programadas y disminución de accidentalidad, asegurado por el Profesor Olarte<sup>17</sup>, jefe del Departamento de Física en la Universidad Tecnológica de Pereira.

Aunado a lo anterior, y rescatando lo dicho por el investigador Espinosa<sup>18</sup>, es menester señalar que la mayoría de organizaciones no solo deben garantizar el mantenimiento y desarrollo de sus actividades, pues también tienen un factor adicional como lo es la innovación organizacional, entendiendo esta como la búsqueda de oportunidades de manera interna en una empresa, para lo cual es pertinente mencionar que las organizaciones van desarrollando unos procesos misionales, tal y como se demuestra en la figura 1, en la que se destaca la importancia del mantenimiento y su innovación en las organizaciones.

Al respecto y según el Manual de Oslo cabe anotar que “una innovación es la introducción de un nuevo, o significativamente mejorado, producto (bien o servicio), de un proceso, de un nuevo método de comercialización o de un nuevo método organizativo, en las practicas internas de la empresa, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores”<sup>19</sup>. Es decir, que resulta de gran importancia el termino innovación dentro de la organización, tal y como se desprende de la figura 1, en la cual se puede dilucidar un esquema fruto de un “vacío en la gestión del mantenimiento, específicamente cuando se enfrentan tareas nuevas, permitiendo que esto pueda ocasionar el mismo efecto en otras áreas de la gestión industrial”<sup>20</sup>. En efecto, el diagrama anterior, inicia con la interiorización de los requerimientos entre las políticas, estrategias o planes con la definición de los objetivos planteados en el mantenimiento, y que posteriormente la caracterización de las condiciones de los objetivos se ve inmiscuida, para la futura evaluación de los aspectos técnicos

---

<sup>17</sup>OLARTE C. William. et.al. Importancia del mantenimiento industrial dentro de los procesos de producción. En: Scientia et Technica [google scholar]. Pereira. Abril. 2010., No. 44. Año XVI, p. 354 Universidad Tecnológica de Pereira ISSN 0122-1701. [Consultado el 8, enero, 2020]. Archivo en pdf. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/849/84917316066.pdf>.

<sup>18</sup>ESPINOSA, Fernando F. DIAS. Acires. y SALINAS. Gonzalo E. Un procedimiento para evaluar el riesgo de la innovación en la gestión del mantenimiento industrial. Ingeniare. Op. Cit., P. 245.

<sup>19</sup> La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y La Oficina Europea de Estadística, Eurostat. Manual de Oslo. Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación. 3rd Edición. Traducido de inglés por Grupo tragsa. EUROSTAT y OCDE. 2006, p. 85. ISBN84-611-2781-1. [Consultado el 8, enero, 2020]. Archivo en pdf. Disponible en <http://www.itq.edu.mx/convocatorias/manualdeoslo.pdf>

<sup>20</sup>CHANDRA. Vandana. Innovación y crecimiento: En busca de una frontera en movimiento; Edición: Alejandro González Luna. Traducción: TRADUKO. Revisión técnica: Dr. Leopoldo Vilchis Ramírez. Coordinación editorial: Centro de la OCDE en México para América Latina y Foro Consultivo Científico y Tecnológico. México, D.F. A.C. 2013, p. 256. ISBN 978-607-9217-14-3.

del sistema de manufactura, es decir, una relación entre los procesos y el direccionamiento de la empresa; corroborando uno de los temas importante en la debida implementación. Y finalizar con la adecuada planeación de una estrategia en la organización. “desarrollado para llenar un vacío de la gestión del mantenimiento, específicamente cuando se enfrentan a tareas nuevas”<sup>21</sup>.

### 1.3 HERRAMIENTA DE MEDICIÓN

Para hablar de herramienta de medición, se debe tener en cuenta en primer lugar que cada organización, cuenta con un plan debidamente estructurado, por medio del cual se logra la ejecución y evaluación de su desempeño de conformidad con los fines estipulados en el objeto de la misma, producto de la evaluación de desempeño, valga la redundancia. Por lo general, la herramienta de medición más usada se le llama “indicador”, esto es, un dato o información que se usa para evaluar una actividad o elemento al interior de la organización según su desempeño; estos indicadores son comúnmente usados en la gestión del mantenimiento. Los indicadores más relevantes en una empresa suelen ser los indicadores económicos, ya que una organización generalmente tiene una finalidad lucrativa, por lo tanto, los indicadores económicos, revisten gran importancia ya sea internamente a través de índices e informes de gastos y ganancias según el negocio o externamente y que por su variación pueden ser externos pero repercuten en la organización, como por ejemplo la inflación, el PIB, el IPC, el precio del dólar, etc., ahora bien, “la medición del rendimiento en la función mantenimiento ha dado lugar a grandes baterías de indicadores que por su extensión y disparidad en criterios y objetivos han sido agrupados en diferentes bloques en los últimos tiempos, destacando el conjunto de indicadores financieros”<sup>22</sup>. Esto es, el conjunto de indicadores que se relacionan entre sí, resultado de un mismo direccionamiento entre la gestión del mantenimiento y demás áreas de la organización.

En este orden de ideas, y como quiera que las organizaciones en aras de garantizar las operaciones que permiten una actividad operativa, sin atrasos en sus proceso cuentan con una gestión de mantenimiento, deben procurar por la elaboración de unas mediciones que le permitan conocer cuáles son los indicadores propios a su organización según el desarrollo del campo que manejen, sin que ellos sean dubitativos por su desconocimiento o por situaciones externas que afecten la producción, pues en la práctica se ha visto que de no ser así, acarrea consecuencias económicas, y uno de los procesos más afectados es el proceso financiero según

---

<sup>21</sup>CHANDRA. Vandana. Innovación y crecimiento: En busca de una frontera en movimiento. Ibid., p. 248.

<sup>22</sup>GALAR. Diego, et al.; La medición de la eficiencia de la función mantenimiento a través de KPIs financieros. [Google scholar]. Medellín. CO.22. octubre. vol. 81, No. 184. 2014, p. 102. ISSN 0012-7353. [Consultado 13, Noviembre, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/496/49630405014.pdf>.

Galar<sup>23</sup>, ya que del éxito del proceso, es que se cubren los gastos del mismo mantenimiento.

#### **1.4 COSTOS DEL MANTENIMIENTO**

Visto lo anterior, se debe apreciar que el mantenimiento productivo consiste en el proceso que garantiza el correcto desarrollo de la organización, ahora bien, ese mantenimiento productivo genera unos costos propios de dicho mantenimiento y no del desarrollo del objeto de la empresa, es por ello, que se vuelve un factor tan importante en las organizaciones. Dentro de este marco, precisa mencionar una investigación realizada por docentes de la Universidad Nacional de Colombia encabezada por docente Espinosa<sup>24</sup>, determina de forma global cuales son estos costos en los que el mantenimiento incurre, como se detalla por categorías en la siguiente figura 2.

Con relación a la figura 2, y a nivel general las organizaciones, se pueden identificar dos tipos de costos globales, (i) el costo tradicional y (ii) el costo especial. El costo tradicional abarca los costos directos e indirectos, estos si bien dependen de los equipos y quien los maneja, es un costo tradicional dado que son costos que son tenidos en cuenta desde la planeación de los proyectos implementados en la organización. Y si bien, los costos especiales son también contemplados en algunas planeaciones, son los que más pueden variar dado su naturaleza, ya que los costos especiales depende de un stock, de una buena gestión del mantenimiento, de las mismas averías generadas, de tiempos de producción, y demás factores que pueden ser críticos en los costos especiales de una organización.

Ahora bien, el mantenimiento no es solo como se aprecia en la figura 2, pues la investigación de la Universidad Nacional de Colombia e nombre del docente Espinosa<sup>25</sup>, determina que el mantenimiento no solo es el proceso de producción, también consiste en todos aquellos subprocesos que se vean involucrados directa o indirectamente en la organización, como por ejemplo; la gestión humana, los costos de materia prima, los costos de operación, los costos de operaciones exteriores, la mano de obra indirecta, incluso hasta los costos de la gestión de actividades y costos generales los cuales serán expuestos de manera más amplia más adelante.

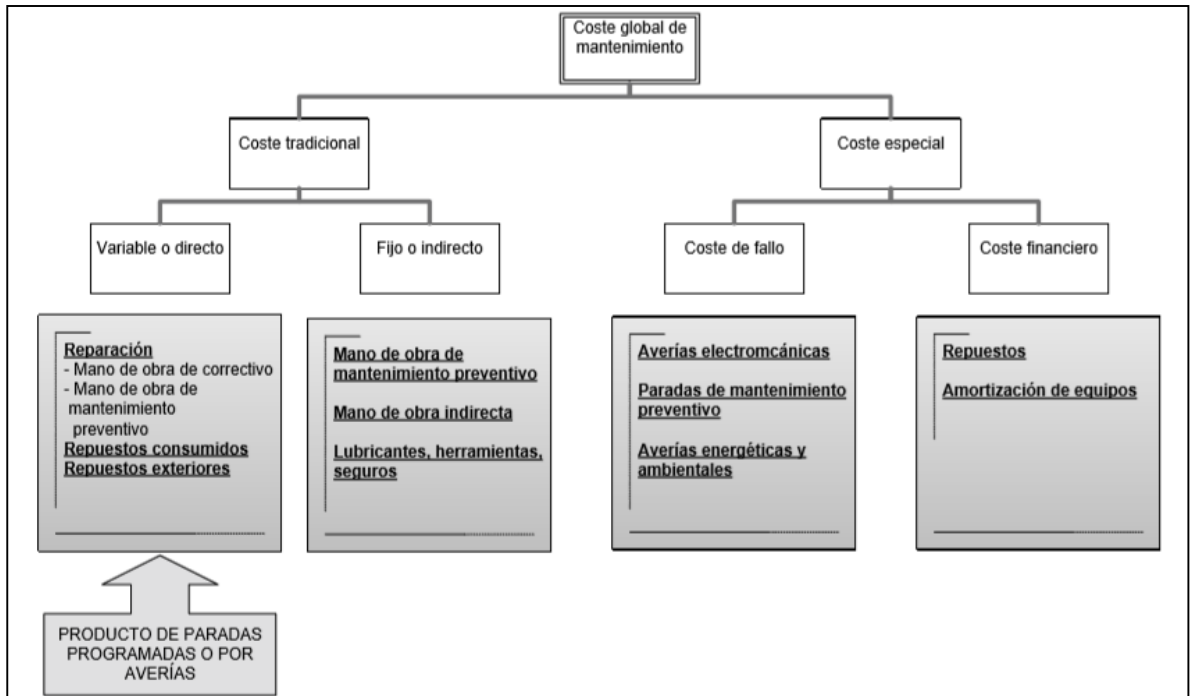
---

<sup>23</sup> *Ibíd.*, p. 108.

<sup>24</sup> ESPINOSA; DIAS. SALINAS. Gonzalo. Op. Cit., P. 249.

<sup>25</sup> *Ibíd.*, p. 249.

Figura 2. Desglose del Coste global en sus diferentes conceptos

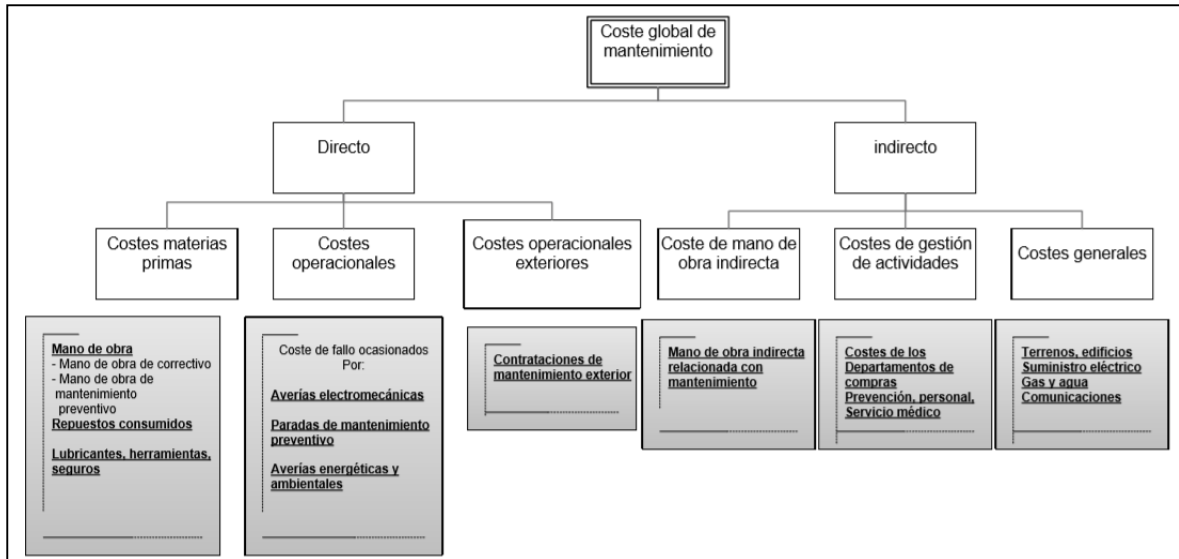


Fuente: LAMBÁN, M.Pet al. Modelo para el cálculo del costo del almacenamiento de un producto: Caso de estudio en un entorno logístico. En: Revista DYNA Colombia. 179. 2013, p. 23. Citado por: ESPINOSA, Fernando F, DIAS, Acires, y SALINAS, Gonzalo E. Un procedimiento para evaluar el riesgo de la innovación en la gestión del mantenimiento industrial. Ingeniare. En: Revista chilena de ingeniería. [Google scholar]. Chile. 18 de septiembre. Vol. 20, no. 2. 2012, p 5. ISSN 242-254. [Consultado 9, noviembre, 2020]. Archivo en PDF. Disponible en <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052012000200011>.

En ese mismo contexto, vale la pena mencionar que la doctrina en diferentes oportunidades ha mencionado que “de dicho desglose emanarán una serie de indicadores con los que será posible verificar si existe una mejora de la eficiencia del proceso de mantenimiento de una empresa. Esta mejora vendrá plasmada en la obtención de mayor disponibilidad siempre y cuando el cálculo de los presupuestos de mantenimiento sea acertado y no introduzca parámetros oscuros, de difícil cálculo o dudosa interpretación”<sup>26</sup>.

<sup>26</sup>GALAR. Diego, et al.; La medición de la eficiencia de la función mantenimiento a través de KPIs financieros. Op. Cit. P. 104.

Figura 3. Costos de mantenimiento



Fuente: LAMBÁN, M.Pet al. Modelo para el cálculo del costo del almacenamiento de un producto: Caso de estudio en un entorno logístico. En: Revista DYNA Colombia. 179. 2013, p. 23. Citado por: ESPINOSA, Fernando F, DIAS, Acires, y SALINAS, Gonzalo E. Un procedimiento para evaluar el riesgo de la innovación en la gestión del mantenimiento industrial. Ingeniare. En: Revista chilena de ingeniería. [Google scholar]. Chile. 18 de septiembre. Vol. 20, no. 2. 2012, p 5. ISSN 242-254. [Consultado 9, noviembre, 2020]. Archivo en PDF. Disponible en <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052012000200011>.

## 1.5 EL MANTENIMIENTO BASADO EN EL CICLO PHVA

Tras los avances tecnológicos, científicos y operativos que llevan inmerso el buen funcionamiento de una empresa y/o organización, se crean unos estándares altos de competitividad que obligan a las mismas a afrontar desafíos respecto de otras y obligan a crecer al mismo nivel del desarrollo de su entorno, y estar en una constante situación de mejora para sostenerse, es por ello que se crearon diferentes modelos que ayudan a continuar y generar índices de crecimiento, como lo es por ejemplo el modelo de mantenimiento basado en el ciclo PHVA, considerado como una herramienta de gestión o “como una metodología para la mejora continua de la gestión. Fue desarrollada por Walter Shewhart y nombrada como el ciclo Deming por los japoneses en 1950”<sup>27</sup>.

<sup>27</sup> ORTIZ. Useche, Alexis., RODRÍGUEZ. Monroy C., e IZQUIERDO. H. Gestión de mantenimiento en pymes industriales. En: Revista Venezolana de Gerencia. [Google scholar]. Maracaibo. Marzo. Vol. 18. No. 61. 2013, p. 89. ISSN: 1315-9984. [Consultado 3, enero, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/290/29026161004.pdf>

Figura 4. Actividades del Ciclo PHVA

Ciclo (PHVA)	Actividades
Planear	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actividades dirigidas a determinar los requerimientos especificados por el cliente, requerimientos no especificados por el mismo pero necesarios para la prestación del servicio y requisitos legales o regulatorios relacionados con servicio.</li> <li>• Definición de objetivos y preparación de cursos de acción para alcanzarlos.</li> <li>• Identificación de estándares aplicables; desarrollo de estándares.</li> <li>• Definición de medios y recursos a ser utilizados y los términos de su empleo.</li> <li>• Establecimiento de procedimientos, estructuras y tiempos para el desarrollo de las actividades previstas.</li> <li>• Determinación de instrumentos y modalidades de coordinación y de control.</li> <li>• Asignación de responsabilidades operativas y de control.</li> <li>• Desarrollo de programas operativos detallados; programación del trabajo.</li> <li>• Elaboración de instrucciones para llevar a cabo los trabajos, determinación de necesidades de información para el control del progreso, asignación individual de tareas y trabajo compartido entre individuos.</li> <li>• Diseño de procesos tales como verificación, validación, monitoreo e inspección.</li> <li>• Preparación de documentación.</li> </ul>
Hacer	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementación; ejecución de las actividades planeadas; cubre las diferentes actividades que la empresa necesita ejecutar durante la gestión.</li> </ul>
Verificar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actividades que se realizan para comparar los resultados de la ejecución con los objetivos para determinar que los mismos se han alcanzado; cubre las actividades de medición, verificación, validación, monitoreo e inspección de los procesos; análisis de datos.</li> </ul>
Actuar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actividades dirigidas al mejoramiento continuo; acciones preventivas y correctivas.</li> </ul>

Fuente: ORTIZ. Useche, A., RODRÍGUEZ. Monroy C., e IZQUIERDO. H. Gestión de mantenimiento en pymes industriales. En: Revista Venezolana de Gerencia. [Google scholar]. Maracaibo. Marzo. Vol. 18. No. 61. 2013, p. 94. ISSN: 1315-9984. [Consultado 3, enero, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/290/29026161004.pdf>

Dentro de este marco, se hace necesario resaltar la importancia de la investigación realizada y publicada en la Revista Venezolana de Gerencia por el Investigador-docente Ortiz <sup>28</sup>, de la Universidad Nacional Experimental de Guayana en el cual realizaron un “análisis factorial exploratorio el cual consisten en la agrupación de veinte variables en términos de un menor número de variables conocidas como factores, presentándose finalmente cuatro factores representativos correspondientes al ciclo Planificar, Hacer, Verificar y Actuar (mejora continua). El Modelo se basa en el concepto de gestión por procesos y está orientado a incrementar la disponibilidad de los equipos” <sup>29</sup>, y en el cual se puede evidenciar que la gestión del mantenimiento es diferente para su aplicación, respecto del

<sup>28</sup>Ibid., p. 89.

<sup>29</sup> Ibid., p. 100.

tamaño de la empresa, pues no es igual su aplicación en organizaciones medianas y en organizaciones pequeñas, ahora bien dentro de esas veinte variables se pueden encontrar la política, los objetivos, presupuesto, tiempos de ejecución, efectividad del mantenimiento y mejoramiento autónomo, entre otras, y con el cual posteriormente se aplica el análisis factorial exploratorio previamente mencionado, es decir, basado en la estrategia del ciclo **PHVA**, planear, hacer verificar y actuar. En ese mismo contexto, en la figura 4, se ejemplifica el ciclo PHVA, determinando las actividades respectivas para cada etapa del proceso; e identificar posteriormente las variables que componen la gestión del mantenimiento.

Ahora bien, en el mismo estudio que se mencionó anteriormente, se dispone que en este método se desarrollan unos programas de mantenimiento de conformidad con el ciclo PHVA, el cual tiene como objeto principal generar aportes en la gestión de la calidad una vez se aplican las variables que permiten mejorar la gestión del mantenimiento, toda vez que promueve el mismo direccionamiento de los objetivos para cumplir la misión con la que se creó la organización. Este modelo aparte de jerarquizar actividades, según sus incidencias y posibles proyecciones de cambio, establece una guía base de la mejora en la organización y genera un aporte a la competitividad a nivel de industria.

Para tal efecto, me permito ejemplificar mejor el concepto con la Figura 5, consiste en el proceso de mantenimiento es reestructurado se analiza desde los puntos de control, basado en el ciclo PHVA, y direccionando de la adquisición de equipos y del punto de vista personal para su sustento inmediato, adicionalmente contempla una planificación, un análisis de posibles riesgos, un entorno lo más controlado posible, una evaluación económica, y especialmente direcciona todo en un solo sentido para alcanzar los objetivos planteados por la organización según como lo indica el Investigador-docente Useche<sup>30</sup>. Permitiendo así, ver el proceso de mantenimiento como un aliado, y lograr ver la magnitud del Mantenimiento Productivo Total.

Finalmente y para terminar de entender el mantenimiento productivo total, es preciso definirlo como: “el conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible (buscando la más alta disponibilidad) y con el máximo rendimiento”<sup>31</sup>. Método que surge de la necesidad de mantener una productividad constante, Según el investigador Useche<sup>32</sup>, detonando una mayor relevancia en la revolución industrial, para evitar al máximo las paradas en los reprocesos, según las necesidades y desarrollos a nivel

---

<sup>30</sup>Ibid., p. 101.

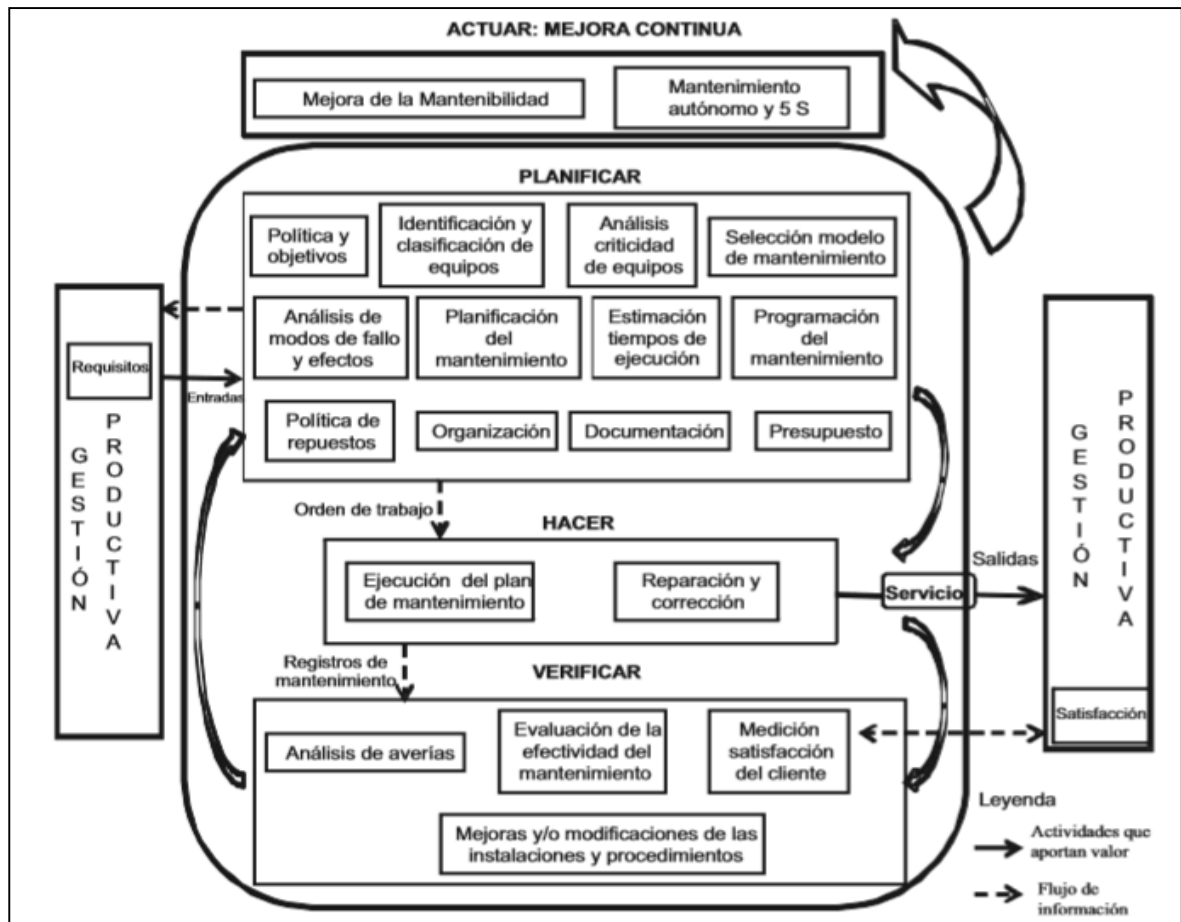
<sup>31</sup>GARCÍA. G., Santiago. Organización y Gestión Integral del Mantenimiento: manual práctico para la implantación de sistemas de gestión avanzados de mantenimiento industrial. Ediciones Díaz de Santos, S. A. Madrid. 2003, p. 67. ISBN: 84-7978-548-9.

<sup>32</sup>ORTIZ. Useche, Alexis., RODRÍGUEZ. Monroy C., e IZQUIERDO. H. Gestión de mantenimiento en pymes industriales. Op. Cit., p 88.



industrial; así mismo surge el concepto de disponibilidad y fiabilidad, para ayudar a prevenir y reparar las posibles fallas, para prever almacenamiento en stock y optimizando los costos, a cargo de personas directa e indirectamente involucradas para efectuar este rol, afrontando las dificultades en la ejecución y descubriendo nuevas formas de gestionar el mantenimiento.

Figura 5. Modelo de gestión de mantenimiento



Fuente: ORTIZ. Useche, Alexis., RODRÍGUEZ. Monroy C., e IZQUIERDO. H. Gestión de mantenimiento en pymes industriales. En: Revista Venezolana de Gerencia. [Google scholar]. Maracaibo. Marzo. Vol. 18. No. 61. 2013, p. 94. ISSN: 1315-9984. [Consultado 3, enero, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/290/29026161004.pdf>

## 1.6 INCLUSIÓN DEL MANTENIMIENTO EN LA ORGANIZACIÓN

Para continuar con lo expuesto hasta acá, es inevitable señalar que las organizaciones hoy en día han tenido que ir evolucionando según ha crecido y mejorado la humanidad y más en cuanto a industria se trata, pues gran parte de su crecimiento está directamente ligado a las necesidades de las personas y su entorno, por ello, es que las organizaciones han tenido que crear diferentes métodos que le permitan continuar con ese crecimiento, y en cuanto a mantenimiento se

trata, se han creado específicamente unas técnicas basadas en la fiabilidad y/o confianza, a las cuales se les conoce con el nombre de Reliability Centred Maintenance, (Mantenimiento Centrado en Fiabilidad/Confiabilidad) - RCM y Mantenimiento Productivo Total – TPM, objeto de estudio en este acápite.

El RCM o Mantenimiento Centrado en Fiabilidad/Confiabilidad, “es una técnica más dentro de las posibles para elaborar un plan de mantenimiento en una planta industrial y que presenta algunas ventajas importantes sobre otras técnicas”<sup>33</sup>. Esto es una técnica usada para instaurar estrategias de gestión al interior de la empresa, tanto en los procesos como a nivel de actividad humana, empleada a nivel mundial, el RCM según García<sup>34</sup>, escritor del libro Organización y gestión integral de mantenimiento, la ha definido “como un estilo de gestión de mantenimiento, en donde el estudio de los equipos, el análisis de los modos de fallo, la aplicación de técnicas estadísticas y tecnología de detección” esto es una filosofía de mantenimiento básicamente tecnológica y el TPM “es una filosofía de mantenimiento cuyo objetivo es eliminar las pérdidas en producción debidas al estado de los equipos, o en otras palabras, mantener los equipos en disposición para producir a su capacidad máxima productos de la calidad esperada, sin paradas no programadas”<sup>35</sup>.

No obstante, lo anterior, y ante la falta de conocimiento o dados los costos que implica la aplicación de todos estos modelos y métodos, muchas organizaciones no lo pueden emplear o lo aplican parcialmente, dicha aplicación consiste en proceso de cuatro etapas, los cuales conforman la inclusión del mantenimiento en una empresa.

Este proceso inicia con la **etapa 1**, en la cual aparecen los instrumentos de mantenimiento, equipos y personal calificado para hacer reparaciones de los equipos a medida que presentan fallas, denotando un mantenimiento únicamente correctivo; en donde las fallas imprevistas suelen ser el mayor problema para la producción. Así lo afirma, el escritor Mora<sup>36</sup>, del libro Mantenimiento. Planeación, ejecución y control.

Subsecuentemente, en la **etapa 2**, se hace un estudio de las fallas que puedan surgir de manera inesperada, implementando acciones planeadas basadas en

---

<sup>33</sup> MANTENIMIENTO PETROQUÍMICA. ¿Qué es RCM? [sitio web].Bogotá. DC. CO. SEC. INDUSTRIAL, p. 1. 2012. [Consultado 3, enero, 2020].Disponible en el URL: <http://www.mantenimientopetroquimica.com/rcm.html>

<sup>34</sup> GARCÍA. GARRIDO., SANTIAGO. Op. Cit., p 45.

<sup>35</sup> MANTENIMIENTO PETROQUÍMICA. Op. cit., p.1.

<sup>36</sup> MORA. Gutiérrez. Alberto. Mantenimiento. Planeación, ejecución y control. Editor. Luis Javier Buitrago D. Revisor técnico. Gonzalo de Jesús Franco. Grupo Editor ALFAOMEGA. México. 2009, p. 16. ISBN: 978-958-682-769-0.

técnicas y metodologías de investigación o por la heurística misma de la empresa “tales como rutinas de inspecciones, planes preventivos, mediciones técnicas, valoración de condición de estado de los equipos, ensayos no destructivos, registro de datos técnicos, monitoreo de equipos, reposición de elementos antes de que entren en estado de falla, control de la vida útil de los elementos, medición de la funcionalidad de los dispositivos, análisis de vibraciones, tribología, ajustes de función antes de la falla, etc. De esta forma se adapta el control operativo de equipos y de sus elementos”<sup>37</sup>. Afianzando un mantenimiento preventivo y adquiriendo la habilidad de diferenciar las tareas propias del mantenimiento.

Además, “Para cada equipo fundamental del proceso se definen las acciones de mantenimiento más adecuadas y prioritarias. Se preparan las rutas para recolectar datos (o mediciones). Se identifican las máquinas a las que se les toman datos (con software propio o comercial). Se fundamenta el sistema de gestión para recibir estas informaciones y generar las ordenes de trabajo (OT) apropiadas al proceso productivo”<sup>38</sup>.

Ahora bien, una vez superada la anterior etapa, se puede seguir con la **etapa 3**; el escritor Mora<sup>39</sup>, la cual genera un enfoque secuencia, lógico y organizado con el fin de adoptar una táctica de mantenimiento, como podrían ser el TPM y el RCM, explicados anteriormente, o una combinación de los dos, esto es conocido como PMO (optimización del mantenimiento planeado) proactivo y luego uno reactivo, un mantenimiento centrado en el riesgo, centrado en objetivo y resultados, incluso un PMO centrado en habilidades y competencias, todo ello dependiendo del enfoque que cada empresa pretenda basado en su desarrollo, y su forma de administrar la gestión del mantenimiento.

Seguido a lo anterior en la **etapa 4**, en esta etapa, se maneja la tero-tecnología, o normalmente conocido como Mantenimiento Integral Logístico, esto es un proceso en el que se pueden integrar o incluso formalizar en normativas de calidad, aspectos ambientales y seguridad en el trabajo. Este mantenimiento busca una integración con “la logística, la administración, las finanzas, las necesidades, los deseos y los requerimientos del usuario, la ingeniería, las características del diseño, los costos de fabricación y sostenimiento de equipos, los ciclos de vida de los equipos y de la tecnología, la construcción, etc.”<sup>40</sup>. En este orden de ideas, la inclusión de otros elementos dependerá de la conciencia interna de cada empresa y de conformidad con la gestión del mantenimiento, y el manejo de los directivos y la aplicación del mismo, pues el objetivo en esta etapa se trata de obtener mejores resultados en cuanto a producción se trata a un menos costo.

---

<sup>37</sup> Ibíd., p 19

<sup>38</sup> Ibíd., p 20.

<sup>39</sup> Ibíd., p 20.

<sup>40</sup>Ibíd., p 16.

Finalmente y no menos importante, se encuentra la **etapa 5 y etapa 6**, pese a que muchas empresas no logran su ejecución, en esta etapa, se despliega la “inclusión de tecnología y capacitación de personal para este tipo de nuevas tecnologías, y una consolidación de técnicas anteriores, con la utilización de Análisis de los modos, los efectos, las causas y las criticidades de las fallas(FMECA), Análisis de la causa raíz de las fallas, Número de riesgo prioritario (RCFA) o el método de Signos vitales inicia desde la base operativa y asciende a los niveles más altos de la organización (RPN)”<sup>41</sup>.

Atendiendo lo anterior, en la práctica, al cumplir con las anteriores etapas, es que la empresa cuenta con una guía para efectuar correctamente el mantenimiento en la misma; es una ayuda para el surgimiento y crecimiento de la organización.

## **1.7 RECONOCIMIENTO DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL**

Como ya se había mencionado anteriormente, El TPM es la base para el desarrollo táctico del mantenimiento, y es sin duda una de las herramientas más antiguas y básicas que existen en el proceso de la gestión del mantenimiento, valga la redundancia, por el cual ha sido base de muchas otras herramientas que hacen parte indispensable de los más grandes métodos usados en la actualidad, de ahí la importancia del TPM.

Dicho de otro modo y para ampliar el anterior termino, con la figura 6, se apreciara una breve evolución del TPM y de otras herramientas del mantenimiento; como son el RCM, el mantenimiento combinado, proactivo, reactivo, de clase mundial, centrado en objetivos, PMO, y en especial el TQM o Control de la calidad total por sus siglas en inglés (Total Quality Control) denominado como “el método integrador y organizador de todas las actividades relacionadas con los niveles instrumentales, operativos y tácticos de mantenimiento” resultando uno de los objetivos básicos del TPM, y el Manejo de la calidad total o TQC por sus siglas en inglés (Total Quality Management), que asume algunas de las características básicas del TPM, como el compromiso de los altos directivos, la importancia de cada persona que está involucrada en el proceso y hace parte directa o indirectamente en del proceso.

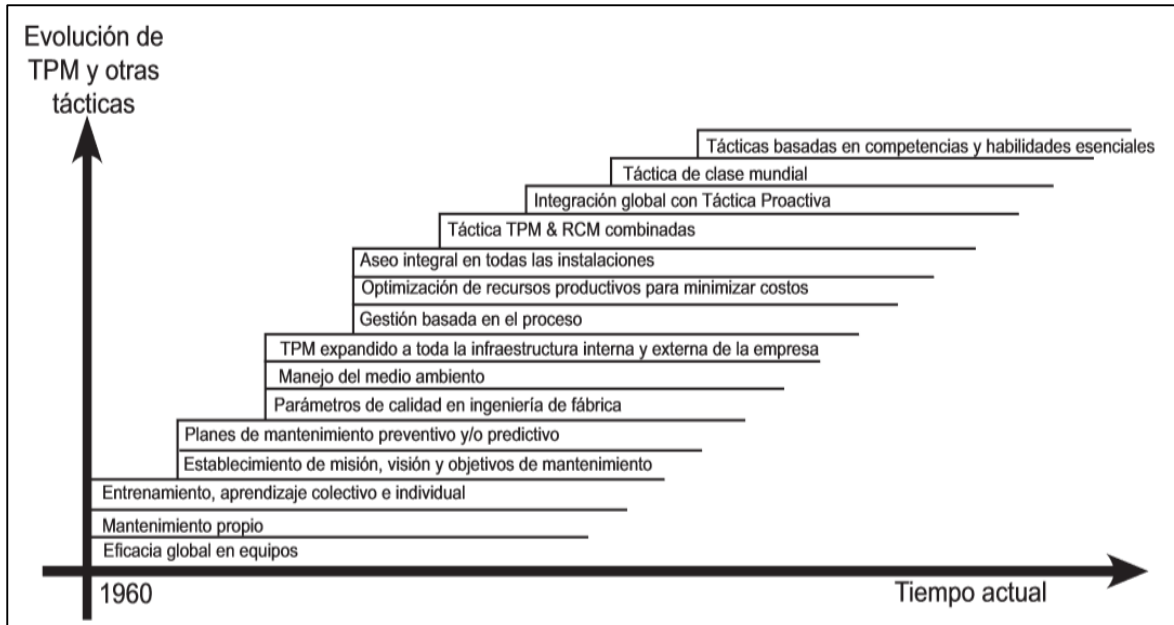
Llama la atención, según el escritor Mora<sup>42</sup>., que el mantenimiento ha sido tan importante y exigente dentro de las empresas, que en el año 1993 se hace un reconocimiento por la norma ISO 9000, en la cual se hace una inclusión de la función de mantenimiento en el proceso de certificación, con el propósito de optimizar la calidad, la confiabilidad operacional, los costos de producción o servicio, la disponibilidad y la preservación del medio ambiente

---

<sup>41</sup> Ibid., p 16.

<sup>42</sup> Ibid., p 16.

Figura 6. Evolución del Mantenimiento Productivo Total.



Fuente: MORA. Gutiérrez. Alberto. Mantenimiento. Planeación, ejecución y control. Editor. Luis Javier Buitrago D. Revisor técnico. Gonzalo de Jesús Franco. Grupo Editor ALFAOMEGA. México. 2009, p. 16. ISBN: 978-958-682-769-0.

## 1.8 LAS SEIS GRANDES PÉRDIDAS DEL TPM

Con la intención de afianzar el concepto del TPM, es preciso citar al Investigador Doctor, del grupo Ingeniería de Fabricación de la Universidad Politécnica de Madrid, Juan Carlos Hernández<sup>43</sup> el cual, define al TPM como un grupo de direcciones a la eliminación de grandes pérdidas por medio de la participación y motivación de todas las personas que componen la organización. Todo ello con la inclusión en la operación de la gestión tanto de directores como los operarios, y de este modo mejorar la conducta de conservación de los activos productivos, involucrados, este concepto además, propone cuatro objetivos importantes, así:

1. Contar con el equipo adecuado.
2. Diseñar y desarrollar un sistema de mantenimiento preventivo, productivo sistematizado teniendo en cuenta su mantenibilidad mediante reparaciones y modificaciones por toda la vida útil del equipo en cuestión.
3. Considerar la inclusión de todos los procesos, y los cuales tengan una afectación en el funcionamiento del equipo.

<sup>43</sup>HERNÁNDEZ. Matías. Juan. Carlos. Lean manufacturing: Conceptos, técnicas e implantación, Mantenimiento Productivo Total TPM. Madrid. Editor Fundación EOI. 2013, p. 48. ISBN: 978-84-15061-40-3.

4. Incluir el personal tanto directivo como operativo, de forma tal que se puedan prever y anticipar las posibles fallas en los equipos o en la operación, por medio de la realización de controles periódicos o dirigiendo el mantenimiento productivo total.

Estos cuatro objetivos ayudaran a evitar en gran medida los seis grandes defectos que el equipo productivo de una empresa tenga, estas pérdidas se pueden ilustrar con la Tabla 1, que a continuación se expone, en donde los tiempos muertos, las pérdidas de velocidad y los defectos, son los principales factores de pérdidas en la industria manufacturera.

Ahora bien, en la medida en que las pérdidas puedan reducirse y en que se puedan identificar las posibles falencias respecto a la dirección del mantenimiento, y se puedan superar los obstáculos innatos que se supone no tienen solución, es que se podrá entender que los mismos, son parte de la operación ordinaria de un producto. En ese mismo contexto, se tiene que la reducción de estas fallas, radica en evidenciar la calidad del mantenimiento, expresado en “maximizar la disponibilidad al mínimo costo”, por eso, es que al implementar el TPM, gran parte de su éxito es el personal humano, desde el compromiso que tiene el operador en el manejo de los equipos hasta la seguridad que le brinda los altos directivos con su seguridad y la planeación enfocada en optimizar todos los recursos para favorecer el proceso de mantenimiento y producción, ahora bien, un punto desencadenante del mantenimiento, es el riesgo laboral que se define como la “posibilidad de que un trabajador sufra un determinado daño derivado del trabajo. La actividad de mantenimiento conlleva mayor riesgo que otras actividades en el mundo de la empresa”<sup>44</sup>. Por lo anterior, el mantenimiento debe contar con estándares de calidad y personal humano desarrollado al interior de la organización y de ese modo involucrar a todos los procesos directa o indirectamente, como lo dicta uno de los cuatro objetivos base del TPM, mencionados anteriormente.

---

<sup>44</sup>GARCÍA. G., Santiago. Organización y Gestión Integral del Mantenimiento: manual práctico para la implantación de sistemas de gestión avanzados de mantenimiento industrial. Ediciones Díaz de Santos, S. A. Madrid. 2003, p. 240. ISBN: 84-7978-548-9.

Cuadro 1. Perdidas en equipos.

Las seis grandes pedidas en los equipos productivos	
Tipo	Perdida
Tiempo Muerto	1. Averías debidas a fallos en equipos.
	2. Preparación y ajustes. Ejemplos, cambios de utillajes, moldes, ajustes herramientas.
Perdidas de velocidad	3. Tiempo en vacío y paradas cortas (operación anormal de sensores, bloqueo de trabajo en rampas, etc.).
	4. Velocidad reducida (diferencia entre la velocidad nominal y la real).
Defectos	5. Defectos en proceso y repetición de trabajos (desperdicios y defectos de calidad que requieren reparación).
	6. Menor rendimiento entre la puesta en marcha de las máquinas y producción estable.

Fuente: HERNÁNDEZ. Matías. .Juan. Carlos. Lean manufacturing: Conceptos, técnicas e implantación, Mantenimiento Productivo Total TPM. . Madrid. Editor Fundación EOI. 2013, p. 48. ISBN: 978-84-15061-40-3.

## 2. CAPITULO II. INTEGRACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL TPM

### 2.1 LA INTEGRACIÓN DEL CAMBIO EN EL TPM

El TPM en su implementación según el Profesor Investigador Jorge Luis García Alcaraz<sup>45</sup>, requiere una formación integral dirigida a las personas de toda la organización, promoviendo la conciencia y el automantenimiento para su debido desarrollo, afianzando un compromiso en los todos procesos misionales como de apoyo para aumentar la disponibilidad de los equipos logrando beneficios económicos y logísticos. Por otro lado el TPM tiene una orientación según el JIPM por sus siglas en inglés (Japan Institute of Plant Maintenance):

Maximizar la eficacia del equipo (mejorar la eficiencia global) estableciendo un sistema de mantenimiento productivo de alcance amplio que cubre la vida entera del equipo, involucrando todas las áreas relacionadas con el equipo (planificación, producción, mantenimiento, etc.), con la participación de todos los empleados desde la alta dirección hasta los operarios, para promover el mantenimiento productivo a través de la gestión de la motivación, o actividades de pequeños grupos voluntarios<sup>46</sup>.

De lo anterior se puede decir, que gran parte del éxito de la aplicación del mantenimiento productivo total son las personas, estas logran que todo sea posible; y por ello al consultar al psicólogo Raúl Nieto el cual dice que:

La resistencia al cambio es la base de éste, debido a que sobre este concepto es el que se tiene que trabajar, ya que las personas por naturaleza humana sienten temor a algún cambio y esto lo expresan por medio de la resistencia. El cambio implica “obligar” a las personas a desarrollar otras capacidades, a enfrentarse con ellas mismas y a “retarse” con respecto a nuevas formas de hacer las cosas. Por lo tanto el proceso de cambio genera molestia, por que saca a las personas de su “zona de confort”, además de “criticar” la forma actual de manejar y hacer las cosas. En un principio todo cambio hace a la organización ineficiente por que ésta tiene que pasar por una curva de aprendizaje y en ese camino se desarrollarán las nuevas capacidades, se generará un crecimiento personal y profesional y se delegará autonomía y control a las áreas respectivas involucradas en el proceso de cambio, haciendo más fácil su adaptación al proceso y obteniendo mejores resultados (\*).

---

<sup>45</sup>GARCÍA. Alcaraz, Jorge Luis. Factores relacionados con el éxito del mantenimiento productivo total. En: Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia. [Google. scholar]. Medellín. Septiembre. No. 60. 2011, p. 129. ISSN: 0120-6230. [Consultado 23, marzo, 2020]. Disponible en el URL: <https://www.redalyc.org/pdf/430/43021583012.pdf>.

<sup>46</sup>LAVERDE. Humberto Álvarez. ¿Realmente qué es TPM?.En: Ceroaverias. [Google. scholar]. Barcelona. Diciembre. 2007, p. 3. [Consultado 2, febrero, 2020]. Disponible en: <https://studylib.es/doc/5856847/%C2%BFrealmente-que-significa-tpm%3F>

(\*) Entrevista a Raúl Eduardo Nieto Echeverry citado por: LÓPEZ. E. ANDRÉS. El Mantenimiento Productivo Total TPM y la Importancia del Recurso Humano para su Exitosa Implementación. [Repositorio Digital]. Trabajo de grado. Título de Ingeniero industrial. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de ingeniería. Bogotá. 2009, p. 65. [Consultado 23, marzo, 2020]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/7276/Tesis262.pdf?sequence=1&isAllowed=y>



Así es, que Quirant<sup>47</sup>, Profesor de derecho internacional privado de la universidad Miguel Hernández de Elche, determinar que la clave de la integración de las personas en la implementación del TPM, es la capacitación y la forma en que los líderes puede animar y direccionar al personal de la organización a aceptar los cambios sistemáticos, que disponen de mecanismos más adecuados según sea la consideración con el propósito de preparar a las personas para poder recibir el cambio como un aliado y no como una amenaza. Cambios que comienzan sin pausa, analizando cada paso que se toma y de inmediato corrigiendo los errores que se van presentando.

Acerca de Quirant<sup>48</sup>, experto en cambio organizacional, promueve el reconocimiento de los pequeños cambios e involucrar para que se aporten soluciones como medida del cambio. Asegurando que esta medida es el mejor instrumento en pro del cambio.

## **2.2 LA IMPLEMENTACIÓN DEL TPM**

Con base en la investigación realizada por Marín<sup>49</sup> del Departamento de Organización de Empresas en la Universidad Politécnica de Valencia, se logra determinar que a través del paso del tiempo, las organizaciones han disuadido y unificado términos como el TPM a muchas otras filosofías propias de la implementación, en el que cada modelo difiere del pensamiento de los autores en relación a las metodologías usadas y desarrollo de objetivos, dando como resultado pocas, pero muy variadas aplicaciones de éxito. Es por ello que como se mencionó en apartes anteriores, es que se recogen cuatro grandes etapas que abarcan la mayor cantidad de variantes en la implementación del TPM.

Se da comienzo con una primera reorganización o etapa preliminar, según lo dispuesto por Hernández<sup>50</sup> Investigador Doctor del Grupo de Ingeniería de Fabricación de la Universidad Politécnica de Madrid, la cual tiene como objetivo modelizar la información relacionada con el mantenimiento, e identificar y codificar los equipos, averías y tareas preventivas. Para así tener los medios y recursos con el cual implementar las siguientes etapas del proceso.

---

<sup>47</sup>QUIRANT. Espinoza, Amparo. y ORTEGA Jiménez, A. El cambio organizacional: La importancia del Factor Humano. En: Revista de Empresa. [Google. scholar]. Octubre. No.18. 2006, p. 56. [Consultado 23, marzo, 2020]. Archivo en pdf. Disponible en: [https://nanopdf.com/download/el-cambio-organizacional-la-importancia-del-factor-humano-para\\_pdf](https://nanopdf.com/download/el-cambio-organizacional-la-importancia-del-factor-humano-para_pdf)

<sup>48</sup>Ibid., p 52.

<sup>49</sup>MARÍN García. Juan A. y MARTÍNEZ. Rafael Mateo. Barreras y facilitadores de la implantación del TPM. En: Omniascience. [Google. scholar]. Valencia. Julio. 2013, p. 823. ISSN: 1697-9818[Consultado 23, febrero, 2020]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/14114/Marin-Garcia.pdf>

<sup>50</sup>HERNÁNDEZ. Matías. Juan. Carlos. Lean manufacturing: Conceptos, técnicas e implantación, Mantenimiento Productivo Total TPM. Op. Cit., p. 48.

Las cuatro etapas traen consigo tareas propias de la implementación y actividades cuyos responsables tienen nombre propio en las organizaciones, que regulan cada etapa, como se puede apreciar en la tabla 3 en donde se recopila los pasos a seguir en una debida implementación según casos de éxito.

De las evidencias anteriores y según la Tabla 3, se pueden identificar cuatro (4) etapas que van desde la preparación, la implementación y la estabilización y que a su vez traen 12 pasos descritos de forma general, asignándole a cada proceso un responsable dentro de la organización y que a su vez puedan adaptarse a las múltiples variantes de las organizaciones, con los cuales se orienta la implementación del TPM. Adicionalmente para la implementación del TPM, se emplean 8 pilares, integrados de forma armónica a las 4 etapas referenciadas anteriormente, según la investigación realizada por Marín<sup>51</sup> del Departamento de Organización de Empresas en la Universidad Politécnica de Valencia.

Dicho lo anterior, cabe anotar también, que el Instituto Japonés de Mantenimiento de Plantas JIPM ha realizado una investigación basados en experiencia adquirida tras la implementación exitosa del TPM, en diferentes organizaciones. Adicionalmente, y según el ingeniero Humberto Álvarez Laverde<sup>52</sup> experto en procesos de mantenimiento, se aclara que no es necesario la implementación de todos los pilares, puesto que estos atienden a las necesidades y los estándares de cada organización según su planificación y dirección. Sin embargo, los mismos si son recomendables cuando las organizaciones pretendan abarcar de manera completa el premio a la Excelencia TPM que otorga el JIPM anualmente.

**2.2.1 Los 8 Pilares del TPM.** Según el ingeniero Raúl Alberto Pérez Verzini<sup>53</sup> los 8 pilares son vistos también como pequeñas estrategias que fundamenta el desarrollo del programa, dado que sirven de apoyo para la construcción de un sistema de producción ordenado; y esto se logra implantando una metodología disciplinada, potente y efectiva.

- **Pilar 1. "Entrenamiento".**

El primer pilar, comienza con establecer políticas que ayuden a integrar a todos los empleados de la organización, permitiendo que se mantengan educados,

---

<sup>51</sup> MARÍN García. Juan A. y MARTÍNEZ. Rafael Mateo. Barreras y facilitadores de la implantación del TPM. Op. Cit., p. 823.

<sup>52</sup> LAVERDE. Humberto Álvarez. ¿Realmente qué es TPM? Op. Cit., p. 3.

<sup>53</sup> ACTIONGROUP. Los Pilares del TPM: Una estrategia de implementación Lean. [www.actiongroup.com]. Bogotá DC. CO. SEC industria. S.F. [Consultado 28, enero, 2020]. Disponible en: <http://www.actiongroup.com.ar/los-pilares-del-mantenimiento-productivo-total-hoy/>

motivados, entrenados y dispuestos con las mejores prácticas internacionales de modo que permanentemente estén en desarrollo personal e institucional. <sup>54</sup>

Cuadro 2. Etapas para la implementación del TPM.

ETAPAS	PASOS	CONTENIDOS
<b>1. PREPARACIÓN</b>	1. Decisión de la dirección de aplicar el TPM en la organización	Comité de dirección
	2. Campaña de información técnica o educativa.	Seminarios y presentaciones.
	3. Estructura de promoción TPM.	Grupos de Trabajo y comisiones de líderes
	4. Establecer políticas y objetivos del TPM.	Diagnóstico y análisis de condiciones actuales.
	5. Plan maestro y desarrollo del mismo.	Plan de implementación.
<b>2. IMPLEMENTACIÓN PRELIMINAR</b>	6. Lanzamiento del TPM.	Programación de evento de difusión del lanzamiento del TPM.
<b>3. IMPLEMENTACIÓN DEL TPM</b>	7. Mejora de la efectividad de los equipos.	Selección y mejoramiento de equipos.
	8. Desarrollo del programa de mantenimiento autónomo.	Desarrollo de los pasos del Mantenimiento Autónomo.
	9. Plan y programación del mantenimiento.	Desarrollo del sistema dedicado al mantenimiento
	10. Mejorar las habilidades de operaciones y mantenimiento.	Entrenamiento en técnicas de detección y acción correctiva.
	11. Desarrollo del programa de gerencia.	Diseño de mantenimiento productivo. Análisis del costo de vida.
<b>4. ESTABILIZACIÓN</b>	12. Implementación perfecta y aumento de niveles del TPM.	Evaluar el costo del mantenimiento productivo y establecer objetivos mayores.

Fuente: LÓPEZ. E. ANDRÉS. El Mantenimiento Productivo Total TPM y la Importancia del Recurso Humano para su Exitosa Implementación. [Repositorio Digital]. Trabajo de grado. Título de Ingeniero industrial. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de ingeniería. Bogotá. 2009, p. 24. [Consultado 23, marzo, 2020]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/7276/Tesis262.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

<sup>54</sup>GUTIÉRREZ, LUIS A. *MANTENIMIENTO. PLANEACIÓN, EJECUCIÓN Y CONTROL*. [ed.] Luis Javier Buitrago D. México : Alfaomega Grupo Editor, 2009. pág. 441. Vol. Primera Edición.

- **Pilar 2. "Mantenimiento Autónomo"**

El segundo pilar, en cuanto al escritor Alberto Mora<sup>55</sup> es la implementación del mantenimiento realizado por el mismo operario, el cual realiza algunas actividades menores con baja o media tecnología y así tener un seguimiento de la maquinaria.

- **Pilar 3. "Mejora Enfocada"**

Las actividades del tercer pilar, establecidas en el libro Mantenimiento del señor Alberto Mora<sup>56</sup> pertenecen a una realización grupal, permitiendo optimizar la efectividad de los equipos, plantas y procesos, evitando de esta forma las pérdidas existentes en las organizaciones.

- **Pilar 4. "Mantenimiento Planificado"**

El cuarto pilar, contempla una unión del mantenimiento con todos los otros procesos, ya que incentiva la participación de las personas de toda la organización a realizar una pequeña tarea de baja o media tecnología, inherente al proceso de mantenimiento, a la vez que conservan el sitio de trabajo en estado impecable. Especificado por el escritor Mora<sup>57</sup>.

- **Pilar 5. "Establecimiento de un programa de gestión inicial del equipo"**

En el quinto pilar, el escritor Alberto Mora<sup>58</sup> enfatiza en la búsqueda de mantener la máxima confiabilidad y disponibilidad de los quipos a partir de la fase de diseño, construcción, montaje, operación y la calidad de la operación y de los productos o bienes.

- **Pilar 6. "Establecimiento de un sistema de mantenimiento de la calidad"**

El sexto pilar, contempla un enfoque en mantener la calidad de los productos o bienes producidos en todo momento, inclusive especifica el escritor Alberto Mora<sup>59</sup> que se quiere mantener la calidad hasta en los momentos que la maquinaria o equipos no tengan la mejor funcionalidad.

- **Pilar 7. "Establecimiento de un sistema para la mejora de la eficiencia de los departamentos administrativos"**

El séptimo pilar, busca que los procesos de apoyo logístico a operación, producción y mantenimiento sirvan para evitar al máximo las pérdidas, y más en especial para

---

<sup>55</sup>ibid., p. 441

<sup>56</sup>ibid., p. 441

<sup>57</sup>ibid., p. 441

<sup>58</sup>ibid., p. 441

<sup>59</sup>ibid., p. 441

el escritor Alberto Mora<sup>60</sup> se busca que dichos procesos de apoyo sirvan a su vez a mejorar los procesos administrativos y de operación indirecta.

- **Pilar 8. "Establecimiento de un sistema para el control de la Seguridad y Salud, y el Medioambiente"**

Por último pero no menos importante, el octavo pilar, según Alberto Mora<sup>61</sup> el TPM, se enfoca en el apoyo de las herramientas de mejora como las 5'S y el kaizen entre otras, procurando unas condiciones de limpieza, de higiene y seguridad en el trabajo en todos los procesos que la organización desarrolle, incluso en pro de la conservación del medio ambiente.

Por consiguiente, estos pilares, se pueden acoplar al proceso de las 4 etapas, descritas al inicio del capítulo 2, y explicadas en la tabla 2. En esta etapa en la cual se describe la implementación del TPM, se refuerza la guía para la implementación de la herramienta de manera correcta como se describe en la tabla 3.

Cuadro 3. Integración de los Pilares del TPM.

<b>ETAPA</b>	<b>PASOS</b>	<b>PILAR</b>
<b>3. IMPLEMENTACIÓN DEL TPM</b>	7. Mejora de la efectividad de los equipos.	1. Entrenamiento 2. Mantenimiento Autónomo 3. Mejora Enfocada 4. Mantenimiento Planificado
	8. Desarrollo del programa de mantenimiento autónomo.	5. Establecimiento de un programa de gestión inicial del equipo
	9. Plan y programación del mantenimiento.	6. Establecimiento de un sistema de mantenimiento de la calidad
	10. Mejorar las habilidades de operaciones y mantenimiento.	7. Establecimiento de un sistema para la mejora de la eficiencia de los departamentos administrativos
	11. Desarrollo del programa de gerencia.	8. Establecimiento de un sistema para el control de la Seguridad y Salud, y el Medioambiente

Fuente: MARÍN García. Juan A. y MARTÍNEZ. Rafael Mateo. Barreras y facilitadores de la implantación del TPM. En: OmniScience. [Google. Scholar]. Valencia. Julio. 2013, p. 823. ISSN: 1697-9818[Consultado 23, febrero, 2020]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/14114/Marin-Garcia.pdf>

<sup>60</sup>Ibid., p. 441

<sup>61</sup>Ibid., p. 441

## 2.3 HERRAMIENTAS AUXILIARES AL TPM

El mantenimiento productivo total en la mayoría de sus implementaciones ha sido exitoso cuando herramientas como las 5 S's, los 6 sigmas, el kaizen, entre otras, que ayudan y fortalecen el desarrollo del TPM y mejorarían su implementación y posteriormente, acuñar de la mejor forma la palabra excelencia, como lo especifica el Investigador Doctor. Grupo Ingeniería de Fabricación de la Universidad Politécnica de Madrid, Juan Hernández<sup>62</sup>, De este modo el TPM debe variar según la organización, aunado a esto, se explicará a continuación las tres herramientas más usadas, de manera complementaria, en la aplicación del TPM.

**2.3.1 Las 5 S'S.** La herramienta 5's en palabras del investigador Doctor Juan Hernández<sup>63</sup> es más reconocida como la técnica para mejorar las condiciones de trabajo por medio de una excelente organización, orden y limpieza en cada sitio del trabajador y de la misma organización. Es llamada así por su acrónimo en japonés cuya fonética empieza por la letra S, las cuales traen consigo unos beneficios en la Mejora de la calidad, la productividad, la seguridad, el ambiente de trabajo, la creatividad y el desarrollo de la comunicación. Dando fe de esto el ingeniero DORBESSAN<sup>64</sup>, escritor del libro Las 5S, herramientas de cambio.

Con base en la experiencia de la Ingeniera Manzano<sup>65</sup> Técnica en Diseño Industrial y Máster en Ingeniería de Organización industrial y Logística de la Universidad Politécnica de Valencia. Las 5's comienzan con **SEIRI** (eliminar lo innecesario): es la primera etapa por la cual busca eliminar todo objeto innecesario que no de un aporte de valor al producto final, por medio de la clasificación de todo objeto en su utilización, identificación y necesidad para realizar la tarea dispuesta en la zona de trabajo. Dejando así de lado los objetos innecesarios en la zona de trabajo. Un gran ejemplo es la tarjeta roja, Tabla 4.

Las tarjetas rojas según Ingeniera Manzano<sup>66</sup> son usadas en las medias y pequeñas organizaciones como una herramienta para lograr los objetos bajo un seguimiento y en un grado de control que asegure su utilidad, partiendo de los objetos dudosos de su utilización, permitiendo descubrir si es necesario en el puesto de trabajo, o si se debe reubicar o eliminar.

---

<sup>62</sup>HERNÁNDEZ. Matías. .Juan. Carlos. Op. cit., p. 48.

<sup>63</sup> Ibíd., p 26., p 30

<sup>64</sup>DORBESSAN. Ricardo José. Las 5S, herramientas de cambio. Editorial Universitaria de la U.T.N. Primera edición 2006, p.20. ISBN 978-950-42-0076-5.

<sup>65</sup>MANZANO. Ramírez, María, y SOLE. Víctor, Gisbert. LEAN MANUFACTURING 5S IMPLANTATION. En: 3C Tecnología. [scholar. Google]. Diciembre. Vol.5. No. 4.2016, p. 16. ISSN: 2254 – 4143. [Consultado 4, marzo, 2020]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://www.3ciencias.com/articulos/articulo/lean-manufacturing-implantacion-5s/>

<sup>66</sup> Ibíd., p 22.

El segundo término es **SEITON** (ordenar): en el cual se contempla un orden de elementos necesarios para la realización del trabajo, este inicia por la ubicación, según se identifique la necesidad del elemento de trabajo, posteriormente se realiza una búsqueda y un retorno de los elementos en el espacio de trabajo demarcado con anterioridad, de modo que cada elemento tenga su sitio y cada sitio tenga su elemento de trabajo. Ahora bien, el Doctor Soler<sup>67</sup> Ingeniero Industrial del Departamento de Estadística e Investigación Operativa Aplicadas y Calidad de la Universidad Politécnica de Valencia indica que en un entorno empresarial, se recomienda que la implementación se haga bajo un esquema de aplicación, para facilitar su seguimiento, tal y como se muestra en la figura 7.

Cuadro 4. Tarjeta roja para la aplicación del Seiri

<b>TARJETA ROJA 5'S</b>			
Nº tarjeta:			
Nombre del objeto:			
<b>CATEGORÍA</b>			
	Máquina		Elementos químicos
	Herramienta		Materia prima
	Elementos eléctricos		Producto acabado
	Elementos mecánicos		Otros
Otros, especificación:			
<b>INCIDENCIA</b>			
	Innecesario		Roto
	Defectuoso		Otros
Otros, especificación:			
<b>ACCIÓN CORRECTIVA</b>			
	Eliminar		Retornar
	Reubicar		Reciclar
	Reparar		Otros:
Fecha de inicio:		Fecha de colocación etiqueta:	
/ / 20		/ / 20	

Fuente: MANZANO. Ramírez, María, y SOLE. Víctor, Gisbert. Lean Manufacturing 5s Implantation. En: 3C Tecnología. [Scholar. Google]. Diciembre. Vol.5. No. 4.2016, p. 16. ISSN: 2254 – 4143. [Consultado 4, marzo, 2020]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://www.3ciencias.com/articulos/articulo/lean-manufacturing-implantacion-5s/>

<sup>67</sup>Ibíd., p 22.

El tercer término es **SEISO** (limpiar): en el cual, asegura la Ingeniera Manzano<sup>68</sup> que se deshacen de los elementos que se desecharon en las etapas anteriores, partiendo de identificar el defecto y con ello eliminarlo por medio de inspecciones del puesto de trabajo, de modo que no de origen a suciedad o posibles defectos en el desarrollo del producto o servicio.

De esta manera, en la implementación, la Ingeniera Manzano<sup>69</sup> sugiere un esquema de horarios fijos de limpieza e inspección, como parte de mantenimiento de los espacios de trabajo. Permitiendo una integración de todo el personal en el proceso de mantenimiento y a su vez una autoconciencia de aceptar el acto de limpieza como parte de su trabajo e impactando visualmente y positivo para el estado físico y mental de quienes desempeñan los trabajos de producción.

Figura 7. Aplicación del Seiton.



Fuente: MANZANO. Ramírez, María, y SOLE. Víctor, Gisbert. LEAN MANUFACTURING 5S IMPLANTATION. En: 3C Tecnología. [Scholar. Google]. Diciembre. Vol.5. No. 4.2016, p. 16. ISSN: 2254 – 4143. [Consultado 4, marzo, 2020]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://www.3ciencias.com/articulos/articulo/lean-manufacturing-implantacion-5s/>

<sup>68</sup>Ibíd., p 23.

<sup>69</sup>Ibíd., p 24.



Así mismo, se encuentra el término **SEIKETSU** (estandarizar): este, es usado por la organización para establecer rutinas necesarias en la implementación de las etapas anteriores, y de ese modo asegurar de la mejor forma el desarrollo de las 5's, asegurando la Ingeniería Manzano<sup>70</sup>. Más adelante la ganancia más grande de esta implementación es que la organización podrá mejorar el tiempo de respuesta ante posibles averías, en la mejor disposición de detectar con antelación errores que a su vez puedan ocasionar accidentes y promover la limpieza en toda la organización, conocimiento de las instalaciones y de sus equipos en funcionamiento, explica el Doctor Ingeniero Soler<sup>71</sup>.

El último término es **SEIKETSUKE** (autodisciplina): en la cual la Ingeniería Manzano<sup>72</sup> logra acoger un cambio de cultura en los ámbitos ya descritos anteriormente, deja de imponer el trabajo y lo integra a una cultura, convirtiendo el hábito en estándares de la ayuda de la autodisciplina y autocontrol.

**2.3.2 Las Seis Sigmas ( $\sigma$ ).** Según un grupo de expertos encabezados por el Ingeniero Navarro<sup>73</sup> en Electrónica y Automática Industrial, Máster en Ingeniería en Organización y Logística en la Universidad Politécnica de Valencia indican y de forma muy general las seis sigmas se determinan como una metodología formada por cinco etapas comprendidas por: Enfoque al cliente (definir), Centrado en los procesos (medir), Metodología para la realización de proyectos (analizar), Estructura organizacional (mejorar) y Lucha contra la variación (controlar); para establecer métodos matemáticos fijos en las salidas de los procesos, según desviaciones estándar; con el propósito de cumplir con un seguimiento de mínimos defectos por millón en unidades producidas; aclarando el Ingeniero Navarro<sup>74</sup> que serán defectos imperceptibles para el cliente.

La filosofía de las seis sigmas promueve las mejoras continuas realizadas por equipos especiales, con líderes de proyectos especializados en búsqueda de oportunidades y optimización de recursos, a la par de incentivar una integración a nivel organizacional, dado que se busca la participación de todos en la organización. Haciendo hincapié en la participación de todos en la organización según el docente

---

<sup>70</sup>Ibid., p 24.

<sup>71</sup>Ibid., p 24.

<sup>72</sup>Ibid., p 24.

<sup>73</sup> NAVARRO. ALBERT, Eduardo. GISBERT. Soler, Víctor., y PÉREZ. Molina, Ana Isabel. Metodología e implementación de Six Sigma .En: 3C Empresa: investigación y pensamiento crítico. [scholar. Google].españa. Diciembre. Edición Especial.2017, p. 76. (73-80) ISSN: 2254 – 3376. [Consultado 4, marzo, 2020]. Archivo en pdf. Disponible en: [https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2018/01/art\\_9.pdf](https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2018/01/art_9.pdf)

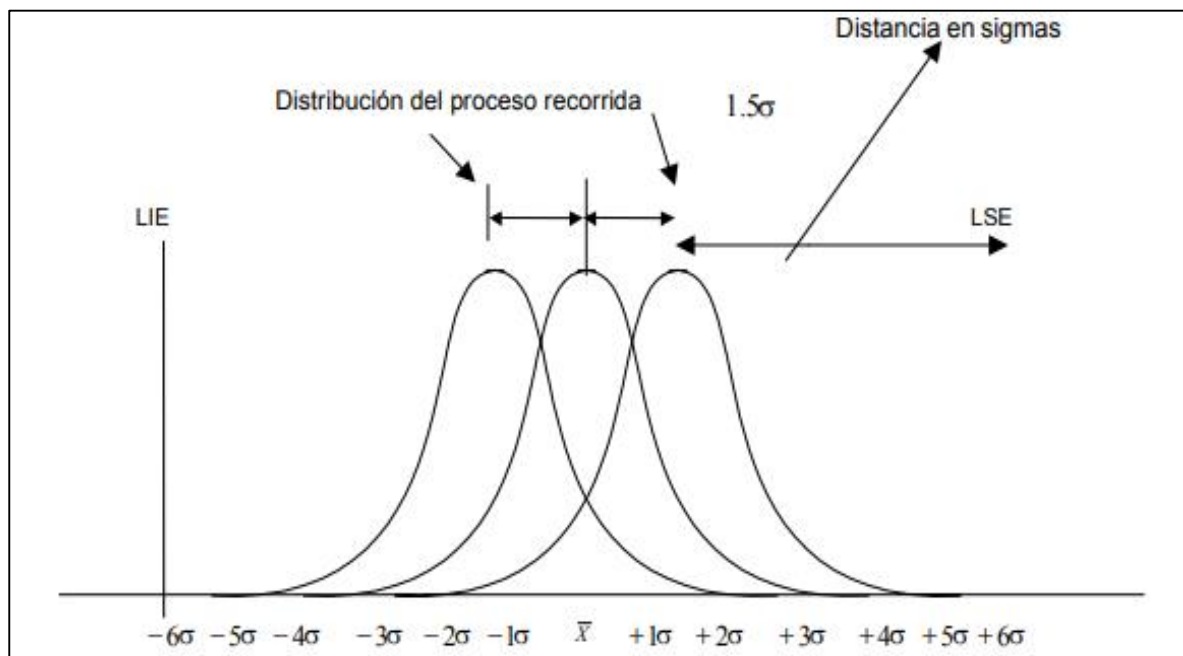
<sup>74</sup> Ibid., p 70.

Primitivo Reyes Aguilar<sup>75</sup> director del área administrativa en múltiples organizaciones.

Ahora bien, el objetivo de las seis sigmas, consiste en tener de 3,4 defectos por millón de oportunidades, permitiendo maximizar la eficiencia de un proceso con los rangos  $\sigma$ 's, que corresponden a la distribución del proceso; entre mayor sea la exigencia el indicador sigma es más elevado.

- "1 sigma = 68,27% de eficiencia.
- 2 sigma = 95,45% de eficiencia.
- 3 sigma = 99,73% de eficiencia.
- 4 sigma = 99,994% de eficiencia.
- 5 sigma = 99,99994% de eficiencia.
- 6 sigma = 99,999966% de eficiencia."<sup>76</sup>

Figura 8 Variación de valor  $\sigma$  mediante la desviación estándar tendiente al límite inferior LIE o el límite superior LSE.



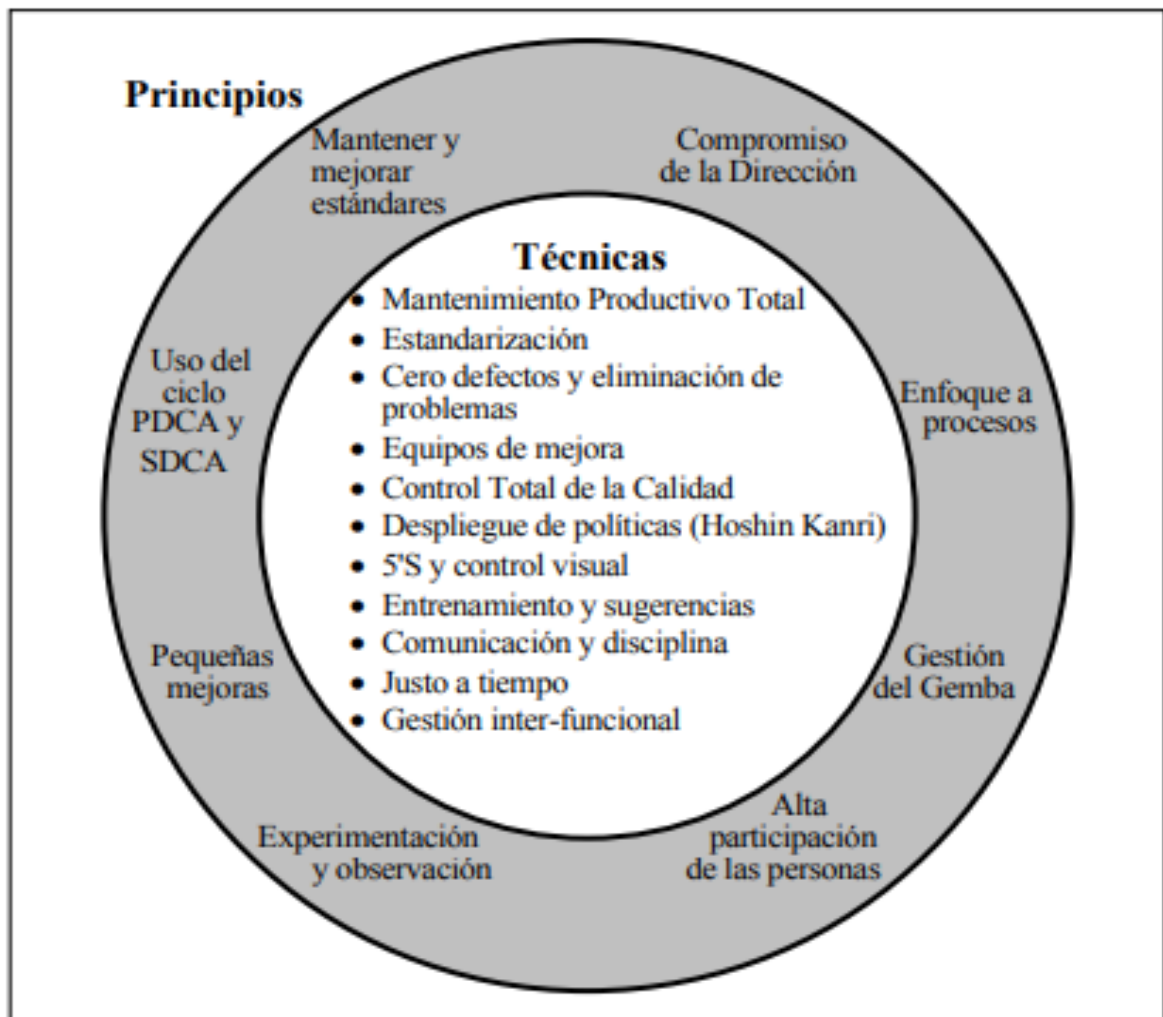
Fuente: REYES Aguilar, Primitivo. Manufactura Delgada (Lean) y Seis Sigma en empresas mexicanas: experiencias y reflexiones. En: Contaduría y Administración. [Scholar. Google]. México. Junio. No. 205. 2002, p. 14. ISSN: 0186-1042. [Consultado 4, marzo, 2020]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/395/39520506.pdf>

<sup>75</sup> REYES Aguilar, Primitivo. Manufactura Delgada (Lean) y Seis Sigma en empresas mexicanas: experiencias y reflexiones. En: Contaduría y Administración. [Scholar. Google]. México. Junio. No. 205. 2002, p. 14. ISSN: 0186-1042. [Consultado 4, marzo, 2020]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/395/39520506.pdf>

<sup>76</sup> NAVARRO. ALBERT, Eduardo. GISBERT. Soler, Víctor., y PÉREZ. Molina, Ana Isabel. Metodología e implementación de Six Sigma .Op. cit., p76.

En líneas generales y en un plano más realista, en la práctica según el Ingeniero Navarro<sup>77</sup>, se puede ver que ningún proceso es capaz de dejar de contemplar posibles variaciones, por ende, se toma  $1.5\sigma$  (uno punto cinco sigma) como desviación estándar, contemplando un desplazamiento como se señala en la figura 8, dirigidas hacia el límite superior o inferior de un sinfín de medidas y valores según la muestra. Es así que implementaciones de este tipo de metodologías lleva años y procesos de unificación con otras metodologías lograr tales resultados.

Figura 9 Esfera concéntrica del Kaizen como filosofía gerencial.



Fuente: SUÁREZ-BARRAZA. Manuel F. Encontrando al Kaizen: Un análisis teórico de la Mejora Continua. En: Escuela de Graduados en Administración y Dirección de Empresas EGADE Zona Centro, Tecnológico de Monterrey. [Scholar. Google]. León España. No. 7. Mayo. 2009, p.285. [Consultado 4, marzo, 2020]. Archivo en pdf. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/41675967\\_Encontrando\\_al\\_Kaizen\\_un\\_analisis\\_teorico\\_de\\_la\\_mejora\\_continua](https://www.researchgate.net/publication/41675967_Encontrando_al_Kaizen_un_analisis_teorico_de_la_mejora_continua)

<sup>77</sup> REYES Aguilar, Primitivo. Manufactura Delgada (Lean) y Seis Sigma en empresas mexicanas: experiencias y reflexiones. Op. Cit., p. 13.

**2.3.3 El Kaizen.** La otra herramienta que se usa comúnmente junto al TPM es el Kaizen, esta herramienta fue definida por el profesor japonés fundador de Kaizen Institute, Masaakimai<sup>78</sup>, como el mejoramiento continuo de todos los días, a cada instante del día, realizado por todos los integrantes de la organización comenzando con pequeñas hasta grandes, arriesgadas y radicales innovaciones. Permitiendo al kaizen evolucionar para acoplarse a una dirección gerencial, en donde se ve asociada a muchas técnicas bajo principios similares de las técnicas más usadas, las cuales son descritas de forma detallada en la figura 9.

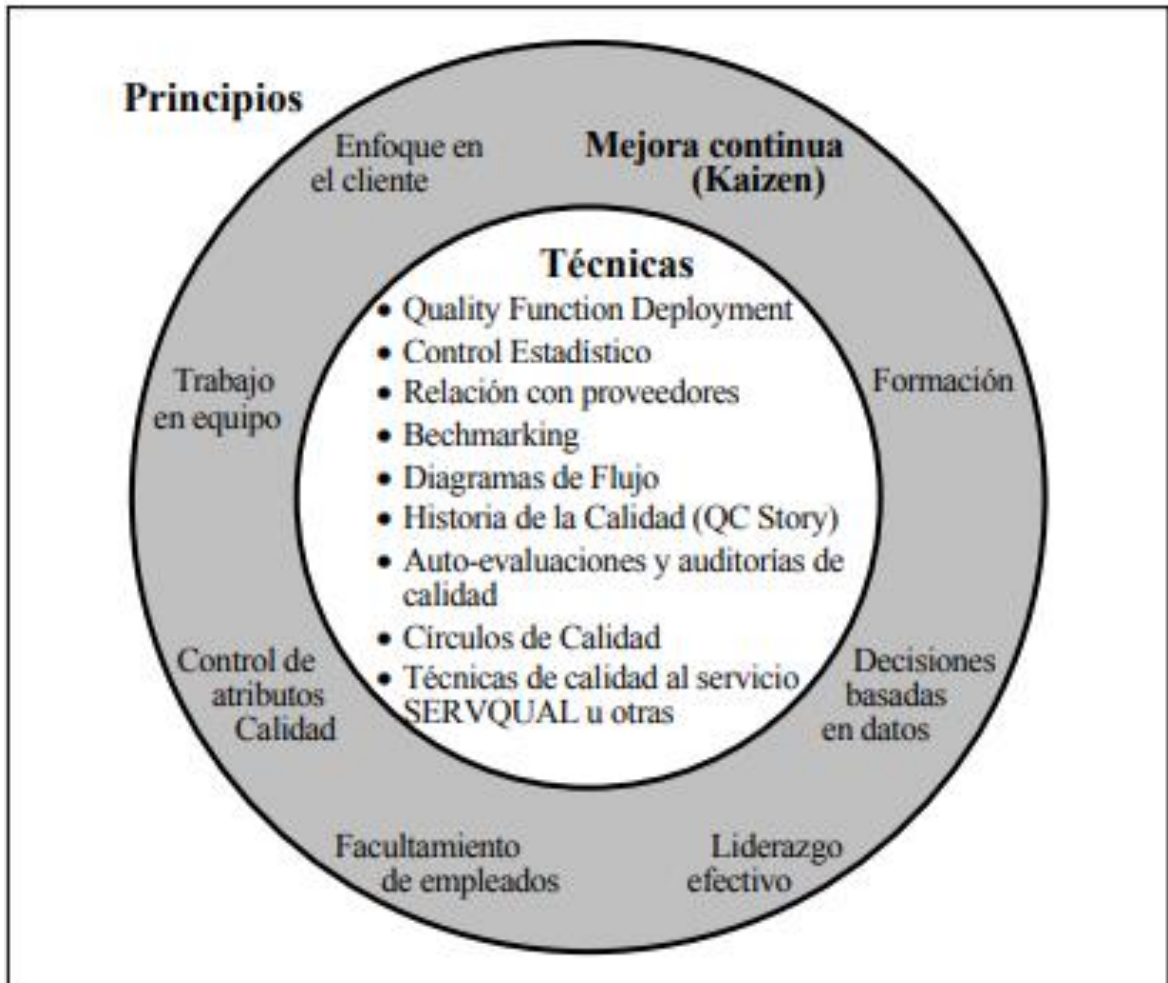
De este modo, la figura 9, es diseñada con base en las filosofías de gestión de muchos resultados de controles de calidad, de las empresas manufactureras entre los años sesenta y setenta en Japón. Relata el administrador de empresas Suárez-Barraza<sup>79</sup>. Además, que fue tenida en cuenta según algunas variantes, con inclusión del TQM o ya mencionado mantenimiento de calidad total (figura 10) tal cual ha sido adaptada por la cultura americana.

---

<sup>78</sup> KAIZEN INSTITUTE. El kaizen. [sitio web] Citado por: SUÁREZ-BARRAZA. Manuel F. Encontrando al Kaizen: Un análisis teórico de la Mejora Continua. En: Escuela de Graduados en Administración y Dirección de Empresas EGADE Zona Centro, Tecnológico de Monterrey. [scholar. Google]. León España. No. 7. Mayo. 2009, p.285. [Consultado 4, marzo, 2020]. Archivo en pdf. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/41675967\\_Encontrando\\_al\\_Kaizen\\_un\\_analisis\\_teorico\\_de\\_la\\_mejora\\_continua](https://www.researchgate.net/publication/41675967_Encontrando_al_Kaizen_un_analisis_teorico_de_la_mejora_continua)

<sup>79</sup>SUÁREZ-BARRAZA. Manuel F. Encontrando al Kaizen: Un análisis teórico de la Mejora Continua. En: Escuela de Graduados en Administración y Dirección de Empresas EGADE Zona Centro, Tecnológico de Monterrey. [scholar. Google]. León España. No. 7. Mayo. 2009, p.285. [Consultado 4, marzo, 2020]. Archivo en pdf. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/41675967\\_Encontrando\\_al\\_Kaizen\\_un\\_analisis\\_teorico\\_de\\_la\\_mejora\\_continua](https://www.researchgate.net/publication/41675967_Encontrando_al_Kaizen_un_analisis_teorico_de_la_mejora_continua)

Figura 10. Kaizen como un elemento del TQM



Fuente: SUÁREZ-BARRAZA. Manuel F. Encontrando al Kaizen: Un análisis teórico de la Mejora Continua. En: Escuela de Graduados en Administración y Dirección de Empresas EGADE Zona Centro, Tecnológico de Monterrey. [Scholar. Google]. León España. No. 7. Mayo. 2009, p.285. [Consultado 4, marzo, 2020]. Archivo en pdf. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/41675967\\_Encontrando\\_al\\_Kaizen\\_un\\_analisis\\_teorico\\_de\\_la\\_mejora\\_continua](https://www.researchgate.net/publication/41675967_Encontrando_al_Kaizen_un_analisis_teorico_de_la_mejora_continua)

El administrador de empresas Suárez-Barraza<sup>80</sup>, indica que el TQM, integral la capacitación de varios cargos a disposición de la organización, con técnicas de control estadístico y una educación encaminada a la mejora continua de los procesos que posteriormente fue introducido en Japón por Deming, y Dean y Bowen acuñando la unión de la herramienta TQM con el kaizen, dotando una nueva filosofía con enfoque al cliente y el trabajo en equipo.

<sup>80</sup> Ibíd., p 299.

Vinculado a lo anterior, el administrador de empresas Suárez-Barraza<sup>81</sup> indica que se genera un tercer modelo es totalmente enfocado a su principio teórico de metodologías y técnicas de mejora. (Figura 10), en donde realiza un sustento teórico para aplicar metodologías y técnicas para eliminar el desperdicio o mejor conocido como mudas.

Figura 11. El Kaizen como principio teórico de metodologías y técnicas de mejora



Fuente: SUÁREZ-BARRAZA. Manuel F. Encontrando al Kaizen: Un análisis teórico de la Mejora Continua. En: Escuela de Graduados en Administración y Dirección de Empresas EGADE Zona Centro, Tecnológico de Monterrey. [Scholar. Google]. León España. No. 7. Mayo. 2009, p.285. [Consultado 4, marzo, 2020]. Archivo en pdf. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/41675967\\_Encontrando\\_al\\_Kaizen\\_un\\_analisis\\_teorico\\_de\\_la\\_mejora\\_continua](https://www.researchgate.net/publication/41675967_Encontrando_al_Kaizen_un_analisis_teorico_de_la_mejora_continua)

<sup>81</sup> *Ibíd.*, p 299.

## 2.4 EFICIENCIA GENERAL DE LOS EQUIPOS (OEE)

Para continuar, con el presente escrito, es menester señalar que actualmente existen diferentes indicadores dentro del proceso de mantenimiento, sin embargo, uno de estos directamente asociado al TPM, corresponde al indicador de Eficiencia General de los Equipos OEE. Por sus siglas en inglés (Overall Equipment Effectiveness). Especificado por Shirose<sup>82</sup>, además de indicar que la idea de la implementación del TPM, consiste en adoptar un sistema en el que se garantice la máxima eficiencia global de equipos de producción; por ello el OEE es el resultado de la multiplicación de tres factores; disponibilidad, rendimiento y calidad.

Según Gazdziaak<sup>83</sup> el OEE permite una interpretación correcta o incorrecta en cómo se está utilizando un equipo de trabajo, y posteriormente poder adaptar objetivos de mejora, por medio de la recolección específica de datos por cada equipo de trabajo<sup>84</sup>. De este modo, podrá evaluar en gran medida todos los parámetros fundamentales de la producción industrial; incluso cabe mencionar "que el valor numérico de la eficiencia global es un porcentaje que se determina con anterioridad a la introducción de mejoras para conocer el punto de partida del equipo cuya eficiencia se quiere incrementar"<sup>85</sup>.

En este orden de ideas, es importante resaltar lo dispuesto por, Nakajima,<sup>86</sup> creador del TPM y del mismo indicador OEE, quien, propone una clasificación de seis pérdidas conocidas como "Six big losses" las cuales corresponden a las causas más comunes de pérdida de eficiencia dentro del proceso de fabricación, repartidas

---

<sup>82</sup> SHIROSE, Kunio. programa de desarrollo del TPM. Madrid. Edición en español. Tecnología de gerencia y producción S.A. 1991, p 35-40. Citado por: LÓPEZ. E. Andrés, El Mantenimiento Productivo Total TPM y la Importancia del Recurso Humano para su exitosa Implementación. Trabajo de grado. Ingeniero industrial. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de ingenierías. Bogotá 2009, p. 25 [consultado 30, marzo, 2020]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/7276/Tesis262.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

<sup>83</sup> GAZDZIAK, S 2010 "Measuring operations through OEE", 2010, National Provisioner, vol. 224, no. 3, pp. 28-31. Citado por: HERNÁNDEZ. Marchante, Pablo. Sistema de control y gestión de la eficiencia de una recanteadora en una línea de producción. [repositorio digital]. Trabajo de grado. Ingeniería mecánica. Universidad Carlos III de Madrid. Facultad de ingenierías. Madrid. 2016, p. 14. [consultado 30, marzo, 2020]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/79176433.pdf>

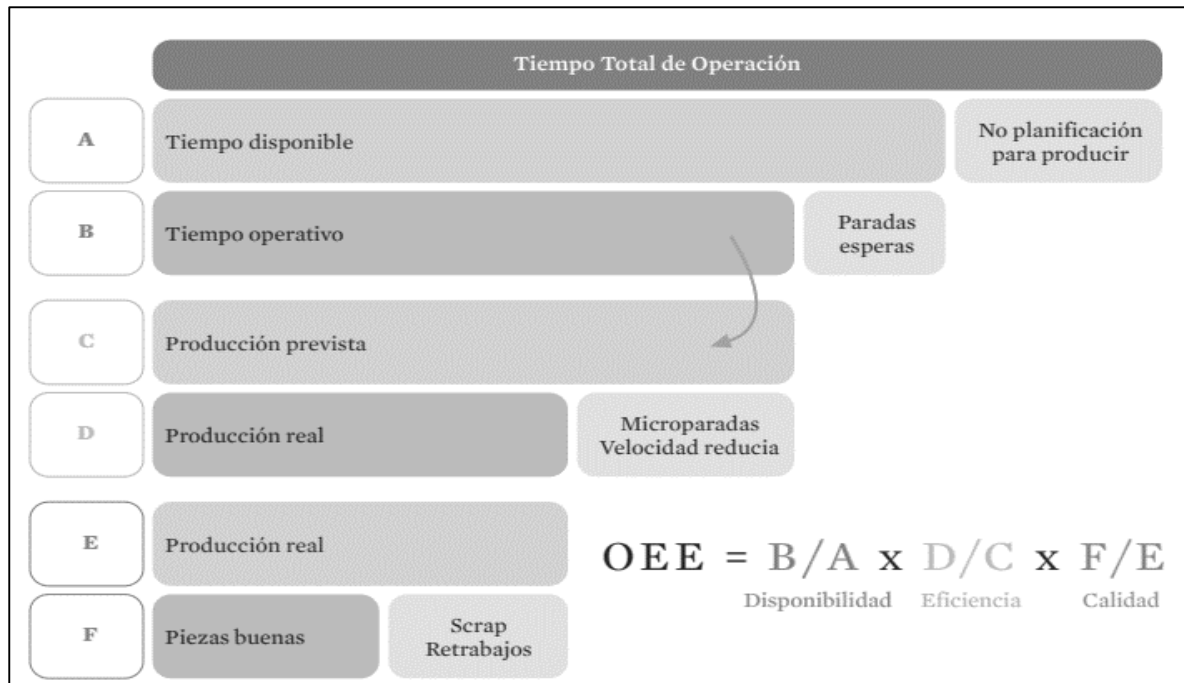
<sup>84</sup> Ibid. p 29.

<sup>85</sup> Hernández. C. Juan., Lean manufacturing Conceptos, técnicas e implantación, Mantenimiento Productivo Total TPM. Op. Cit., p 49.

<sup>86</sup> SEIICHI NAKAJIMA citado por: HERNÁNDEZ. Marchante, Pablo. Sistema de control y gestión de la eficiencia de una recanteadora en una línea de producción. [repositorio digital]. Trabajo de grado. Ingeniería mecánica. Universidad Carlos III de Madrid. Facultad de ingenierías. Madrid. 2016, p. 14. [consultado 30, marzo, 2020]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/79176433.pdf>

en tres grandes grupos, como lo son: Paradas de disponibilidad de la máquina (tiempo disponible y tiempo operativo), Perdidas de rendimiento (producción prevista y producción real), y Perdidas de calidad (piezas buenas), contempladas dentro de la figura 11.

Figura 12. Componentes del OEE (Sixbiglosses).



Fuente: HERNÁNDEZ. Matías. Juan. Carlos. Lean manufacturing: Conceptos, técnicas e implantación, Mantenimiento Productivo Total TPM. Madrid. Editor Fundación EOI. 2013, p. 48. ISBN: 978-84-15061-40-3.

Las Six big losses, corresponden a pérdidas, despilfarro o toda la “cantidad mínima de equipo, material, piezas, espacio y tiempo del operario, que no sea absolutamente esencial para añadir valor al producto”<sup>87</sup>.

Sin embargo, para lograrlo debe existir un modelo de gestión, que permita una integración estratégica con programas y actividades de calidad seguimiento y control. “Con el cual permita a la alta dirección de la organización materializar los resultados en acciones de mejoras continua Kaizen Japonés, justo a tiempo, o/y eliminación de actividades sin valor; a su vez agregado, creatividad e innovación, motivación y liderazgo, autodisciplina y Kairyo (cambio total), buscando el compromiso de todos”<sup>88</sup>.

<sup>87</sup> LIKER. Jeffrey K. The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill. 2004, p. 352. ISBN:0071392319

<sup>88</sup> PALENCIA. García, Oliveiro. Gestión Moderna del Mantenimiento Industrial. Primera Edición. Bogotá DC. Ediciones de la U. 2012, p. 70. ISBN: 9789587620511.



### 3. CAPITULO III. FACTORES QUE AFECTAN LA IMPLEMENTACION DEL TPM

Dada la importancia del TPM como herramienta de gestión para el mejoramiento no solo del proceso de mantenimiento sino para el cumplimiento de los objetivos organizacionales, en este capítulo se abordan los factores críticos de éxito y los obstáculos o dificultades a las que se enfrentan las organizaciones al implementar el TPM.

El TPM es mayormente implementado en la industria manufacturera con gran madurez en la gestión del mantenimiento, es por ello que uno de las industrias más importantes para analizar es la industria automotriz del Reino Unido, mundialmente reconocida por adoptar técnicas a la vanguardia del desarrollo y la implementación de nuevas estrategias de fabricación.

Uno de los más grandes exponentes de la industria automotriz es la marca Land Rover en Birmingham, Reino Unido, la cual intentó dos veces durante el período 1991-1993 implementar las prácticas de TPM, pero no lo lograron con éxito, hasta 1995 gracias a “el cambio de la estructura en la gestión de la fabricación, con asistencia del mantenimiento en el proceso (y participación desde las etapas iniciales (planificación) de los asociados de producción; la plena utilización del sistema de gestión de mantenimiento computarizado (CMMS) desarrollado internamente; y la implementación gradual y adecuada de TPM en un puñado de máquinas en un momento dado”<sup>89</sup>.

En la misma línea de ideas, las plantas Rover Body & Pressings en Swindo, sufrieron dificultades que Holder<sup>90</sup> atribuía a la falta de alineación entre los objetivos del mantenimiento y la fabricación, causales de baja productividad e incluso poca efectividad en el mantenimiento; pero se logró subsanar estas dificultades con una excelente motivación y desarrollo continuo para hoy contar con el TPM en su estrategia de la calidad.

Todavía cabe señalar que en GKN Westland Industrial Products, Reino Unido constituyo uno de los más grandes éxitos en el TPM ya que ahora “ha sido

---

<sup>89</sup> BOHORIS, G.A., VAMVALIS, C., TRACEY, W. y IGNATIADOU, K. TPM implementation in Land-Rover with assistance of a CMMS. En: Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol. 1 No. 4 Citado por: BAMBER, C., SHARP, J. y HIDES, M., Factores que afectan la implementación exitosa del mantenimiento productivo total: una perspectiva de estudio de caso de fabricación en el Reino Unido. En: Journal of Quality in Maintenance Engineering. [Emeraldinsight]. Reino Unido. UK. vol. 5 No. 3. 1999, p. 167. ISSN: 1355-2511. [Consultado el 11. Abril. 2020]. Archivo en pdf. Disponible en <https://ezproxy.uamerica.edu.co:2104/10.1108/13552519910282601>

<sup>90</sup> HOLDER, R. Major profits for Rover and LMP as TPM proves itself. En: Works Management, August, pp. 16-17 Citado por: BAMBER, C., SHARP, J. y HIDES, M. Ibid., p. 167.

reconocido por especialistas en la implementación de conceptos de mejora del rendimiento empresarial<sup>91</sup>.

Así que, y como se ha mencionado Wikoff<sup>92</sup>, es necesario que las organizaciones tengan el propósito del TPM alineado con sus estrategias, un propósito que va dirigido a incrementar la disponibilidad y la eficacia del equipo de producción, mejora y mantener el nivel óptimo de servicio en cualquier circunstancia, para reducir su costo de ciclo de vida, y así controlar la variación del proceso, y minimizar la inversión del recurso humano; sin dejar atrás la inmersión de todo el personal de la organización.

### 3.1 OBSTÁCULOS DE LA IMPLANTACIÓN DEL TPM

La implementación del TPM no es una tarea fácil ni mucho menos corta; todo lo contrario, esta tarea requiere de muchos años de perseverancia y de una gran planeación, y es por ello que todas las implementaciones no se logran de un día para otro. Dicho de otra forma por AHUJA<sup>93</sup> el fracaso de la implementación del TPM es debido a la falta de un sistema que soporte, que facilite y a su vez convierta el aprendizaje en una difusión efectiva de las prácticas de TPM.

Así mismo Bakerjan<sup>94</sup> indica que los obstáculos más importantes que se presentan al adoptar el TPM son las apresuradas expectativas, la falta de una rutina bien establecida, resistencia cultural al cambio, falta de capacitación y educación, falta de organización y comunicación que conllevan a circunstancia de origen administrativo; denominadas por el mismo Bakerjan como falta de apoyo, comprensión y de tiempo suficiente de la administración.

Pero no solo Bakerjan le atribuye la mayor responsabilidad a la alta dirección, pues Cooke<sup>95</sup> le atribuye el fracaso de la implementación a la poca capacidad de

---

<sup>91</sup> BAMBER, C., SHARP, J. y HIDES, M., Factores que afectan la implementación exitosa del mantenimiento productivo total: una perspectiva de estudio de caso de fabricación en el Reino Unido. En: Journal of Quality in Maintenance Engineering. [Emeraldinsight]. vol. 5 No. 3. 1999, p. 167. ISSN: 1355-2511. [Consultado el 11. Abril. 2020]. Archivo en pdf. Disponible en <https://ezproxy.uamerica.edu.co:2104/10.1108/13552519910282601>

<sup>92</sup> WIKOFF. D. Improve all the M's in TPM system. En: Plant Engineering. Vol. 61. 2007. p. 21-22

<sup>93</sup> AHUJA, I. y KHAMBA, J. Estrategias y factores de éxito para superar los desafíos en la implementación de TPM en la industria manufacturera india. En: Journal of Quality in Maintenance Engineering. [Emeraldinsight]. vol. 14 N ° 2. 2008. p. 126. [Consultado el 11. Abril. 2020]. Archivo en pdf. Disponible en <https://ezproxy.uamerica.edu.co:2104/10.1108/13552510810877647>

<sup>94</sup> BAKERJAN. R. Tool and Manufacturing Engineers 'Handbook, Continuous Improvement. 4th ed., Vol. 7. Editor: CUBERLY. H. William y BAKERJIAN. Ramon. Fairfield, Nueva Jersey. ASME. 1994. ISBN-10: 0872633519

<sup>95</sup> COOKE FL. Implementación de TPM en el mantenimiento de la planta: algunas barreras organizacionales. En: Revista Internacional de Gestión de Calidad y Fiabilidad. [Emeraldinsight]

gerenciar al momento de realizar holísticamente las prácticas del TPM en el lugar de trabajo, y que el factor más común en este obstáculo es la desorientación que existe entre las políticas del TPM con las que se realizan al momento de su ejecución.

El mundo se ha globalizado en los últimos tiempos, y ha llevado a las industrias a un nivel de competitividad cada vez más grande, dejando entre ver la importancia de estandarizar y buscar procesos que funcionen y tengan la capacidad de obtener resultados satisfactorios, es por tanto que el TPM juega un rol importante en las organizaciones. Chandra<sup>96</sup> hace mención de la acelerada e intensa competencia que se han reflejado en bajos costos, mejor calidad, productividad de gran capacidad y sobre todo en cortos plazos de entrega, tiempos de innovación sujeto a altas expectativas y gran adaptabilidad.

Probablemente, la globalización ha golpeado tanto a países desarrollados como a países tercer mundistas, admitiendo ver los diferentes obstáculos de la implementación del TPM en distintas industrias, organizaciones y distintos entornos. Y Ahuja<sup>97</sup> indica que los obstáculos se han agrupado en dificultades culturales, organizacionales, tecnologías, operativas y financieras.

En la tabla 4, se describen los principales obstáculos que se enfrenta una organización a la hora de implementar el TPM, en diferentes grupos de interés, como son culturales, organizacionales, tecnológicos, operativos y financieros; en especialmente se toma conciencia de la importancia que estos grupos estén enfocados a un mismo fin, el cual sea el mismo que se estableció para el TPM. De modo que las acciones que se pongan en marcha sean respaldadas por la toma de decisiones de la alta dirección.

---

vol. 17, núm. 9, 2000, p. 1009.SN - 0265-671X [Consultado el 11. Abril. 2020]. Archivo en pdf. Disponible en <https://research.monash.edu/en/publications/implementing-tpm-in-plant-maintenance-some-organizational-barrier>

<sup>96</sup> CHANDRA, P. y SASTRY, T. Competitividad de la fabricación india: hallazgo de la encuesta de futuros de fabricación de 1997. Vikalpa. vol. 23. No.3. 1998, p.15-25. Citado por: AHUJA, I. y KHAMBA, J. Estrategias y factores de éxito para superar los desafíos en la implementación de TPM en la industria manufacturera india. En: Journal of Quality in Maintenance Engineering. [Emeraldinsight]. vol. 14 N ° 2. 2008, p. 125. Consultado el 11. Abril. 2020]. Archivo en pdf. Disponible en <https://ezproxy.uamerica.edu.co:2104/10.1108/13552510810877647>

<sup>97</sup> AHUJA, I. y KHAMBA, J. Estrategias y factores de éxito para superar los desafíos en la implementación de TPM en la industria manufacturera india. Op. cit., p.126.

Cuadro 5. Obstáculos culturales, organizacionales, tecnológicos, operativos y financieros.

<b>CULTURALES</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Resistencia del cambio</li><li>• falta de motivación</li><li>• falta de profesionalismo</li><li>• Sindicatos fuertes</li><li>• actitud</li></ul>
<b>ORGANIZACIONALES</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• poca participación de la alta dirección</li><li>• incapacidad para cambiar la mentalidad</li><li>• falta de comprensión de conceptos y principios del TPM</li><li>• falta de planeación</li><li>• Deficiencias de los mecanismos de recompensa</li></ul>
<b>TECNOLÓGICOS</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• personal poco capacitado</li><li>• Mala eficiencia energética de los sistemas de producción.</li><li>• Instalaciones de infraestructura de sistemas de gestión de mantenimiento computarizado (CMMS) altamente inadecuadas en la organización.</li></ul>
<b>OPERATIVOS</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• puestos de trabajo e instalaciones sin la implementación de las 5's.</li><li>• resistencia de operadores a el mantenimiento autónomo.</li><li>• la falta de implementación de sistemas como los seis sigmas.</li><li>• poca mejora en ámbitos tecnológicos.</li><li>• Apatía e incapacidad de la alta gerencia para implementar prácticas de trabajo seguras en el lugar de trabajo.</li></ul>
<b>FINANCIEROS</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Ausencia de mecanismos de recompensa y reconocimiento motivadores apropiados.</li><li>• pocos recursos para la implementación de la mejora.</li><li>• mala distribución de los recursos económicos.</li></ul>

Fuente: realizado con base en AHUJA, I. y KHAMBA, J. Estrategias y factores de éxito para superar los desafíos en la implementación de TPM en la industria manufacturera india. En: Journal of Quality in Maintenance Engineering. [Emeraldinsight]. Vol. 14 N ° 2. 2008, p. 128. Consultado el 11. Abril. 2020]. Archivo en pdf. Disponible en <https://ezproxy.uamerica.edu.co:2104/10.1108/13552510810877647>

Estos obstáculos se logran relacionar entre sí, dada la conexión que busca el TPM, y la integración de toda la organización, por ende el sistema de gestión del

mantenimiento computarizado (CMMS), interviene en la implementación del TPM por el uso de la tecnología de información adecuada, la planificación de los recursos, el sistema de fabricación y los sistemas de gestión, ya que los CMMS tiene como propósito administrar sistemas de información, productividad de conocimiento y mantenimiento según Stephens<sup>98</sup>.

Ahora bien, Rastegari<sup>99</sup> indica que un CMMS logra hacer una trazabilidad, con el objetivo de rastrear el movimiento de las piezas, permitiendo de este modo que los operadores puedan informar de fallas más rápido, tener una mejor comunicación entre el operador y el jefe de mantenimiento, desarrollar tiempos y paradas programas e informar al proceso financiero sobre equipos y así tomar las decisiones pertinentes.

Según lo anterior, es evidente como el factor tecnológico puede inferir de forma directa en los procesos financieros, operativos y organizacionales. Deslumbrando así una relación entre todos los procesos de la organización, una relación que se busca al establecer el TPM.

### **3.2 FACTORES DE ÉXITO**

Los factores de éxito del TPM, son áreas que aseguran un desempeño competitivo y esencial para el logro de los objetivos, dicho así por Leidecker<sup>100</sup>. En donde los factores de éxito incluyen una alineación entre la organización y la participación del personal, entre el plan de implementación y las creencias, la asignación de tiempo para la respectiva implementación de las actividades del TPM con compromisos de la alta dirección con la motivación y fuerza laboral. Por el cual BAMBER<sup>101</sup> indica que se debe procurar tomar el TPM de forma realista e incluirlo en una planeación veraz, con principios en la gestión de programas y proyectos, para tener conciencia del tiempo que tarda en hacer una integración cultural de mantenimiento.

---

<sup>98</sup> STEPHENS. Matthew P. Productivity and Reliability-Based Maintenance Management. Purdue University Press. West Lafayette, IN. 2010, p. 96. ISBN 10:1557535922

<sup>99</sup> RASTEGARI, A. y MOBIN, M. Maintenance decision making, supported by computerized maintenance management system. Reliability and Maintainability Symposium (RAMS) Annual, IEEE. 2016 p. 1-8. Citado por: BALOUEI Jamkhaneh, H et al. Impacts of computerized maintenance management system and relevant supportive organizational factors on total productive maintenance. En: International Journal. [Emeraldinsight]. Vol. 25 No. 7, p. 2230. [Consultado el 11. Abril. 2020]. Archivo en pdf. Disponible en [https://ezproxy.uamerica.edu.co:2104/10.1108/BIJ-05-2016-0072\(2018](https://ezproxy.uamerica.edu.co:2104/10.1108/BIJ-05-2016-0072(2018)

<sup>100</sup> LEIDECKER, J.K. and A.V. BRUNO. Identifying and using critical success factors. En: Long Range Planning. [ScienceDirect]. Febrero. Vol. 17 No. 1. 1984, p 27. Consultado el 11. Abril. 2020]. Archivo en pdf. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0024630184901638>

<sup>101</sup> BAMBER. Cit., p. 169.

Debido a la falta de información sobre los factores de éxito y fracaso en la implementación del TPM en las organizaciones, Alcaraz<sup>102</sup> realizó un estudio en la ciudad de Juárez, mediante la aplicación de un instrumento, que constó de 20 ítems y fue aplicada a 203 gerentes y supervisores de mantenimiento en diferentes organizaciones. El objetivo de este trabajo era obtener a partir de fuentes confiables información sobre los factores de éxito que explicaran el 65,06% de la varianza total. Como resultado del estudio realizado por Alcaraz<sup>103</sup> se identificaron tres factores críticos de éxito en los que está el compromiso de la alta gerencia, la implementación clave de las 5`s y la participación de los operarios en aspectos administrativos de TPM.

De acuerdo a lo anterior, es importante focalizar la investigación en la influencia que tiene la alta dirección, como la aplicación de las 5`s y la integración de los operarios en las organizaciones.

En primer lugar, el compromiso de la gestión, comienza desde la cabeza de la organización el cual corresponde al director ejecutivo (CEO), según Jostes<sup>104</sup> el CEO, debe fomentar un proceso de mejora que impulse a la organización a romper las barreras inherentes, con la coordinación del cambio y la creatividad necesaria para trabajar en todos los distintos niveles de la organización. Permitiendo así, un cambio desde el CEO con la probabilidad de convertirse en una parte permanente de la cultura organizacional.

En caso de que el CEO no pueda ejercer un cambio de la forma anteriormente descrita, es importante mencionar que no es la única forma, Jostes<sup>105</sup> indica tres grandes formas en las que se pueden proceder para hacer tales cambios realidad, la primera es hacer que el CEO respalde a un integrante de la organización para ejecutar las actividades pertinentes, la segunda es encontrar un gerente de gran influencia que pueda defender el proceso y por último es importante comenzar el cambio creando un pequeño programa que promueva los éxitos que obtiene. De este modo la organización puede ir tomando las iniciativas del cambio.

En segundo lugar está la implementación de las 5`s. las cuales ya fueron explicadas anteriormente en el capítulo 2. Pero en general esta acción se desarrolla en cada S

---

<sup>102</sup> ALCARAZ G. JORGE. Factores relacionados con el éxito del mantenimiento productivo total. En: Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia. [scholar google]. Medellín. Septiembre. No. 60. 2011p. 130. ISSN: 0120-6230 [Consultado el 2. Enero. 2020]. Archivo en pdf. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/430/43021583012.pdf>

<sup>103</sup> ALCARAZ G. JORGE. Ibid., p 130.

<sup>104</sup> JOSTES, R. y Helms, M. Total Productive Maintenance and Its Link to Total Quality Management. En: Work Study. [Emeraldinsight]. Noviembre. Vol. 43 No. 7. 1994, p. 18. ISSN: 0043-8022. [Consultado el 2. Enero. 2020]. Archivo en pdf. Disponible en <https://ezproxy.uamerica.edu.co:2104/10.1108/EUM0000000004012>

<sup>105</sup> JOSTES, R. y Helms, M. Ibid., p 18.

por etapas y cada etapa por las tareas que cada una conlleva, en la figura 7 se evidencia una síntesis del proceso que las 5`s por cuatro etapas, la limpieza inicial, la optimización, formalización de las 5`s y por último en la continuidad del proceso.

Figura 13. Evolución de la implementación de las 5`s.

	1	2	3	4
	Limpieza inicial	Optimización	Formalización	Continuidad
<b>Organización y selección</b>	Separar lo que sirve de lo que no sirve	Clasificar lo que sirve	Implantar normas de orden en el puesto	Estabilizar y mantener lo alcanzado en las etapas anteriores  Practicar la mejora  Cuidar el nivel de referencia alcanzado  Evaluar (Auditoría 5S)
<b>Orden</b>	Tirar lo que no sirve	Definir la manera de dar un orden a los objetos	Colocar a la vista las normas así definidas	
<b>Limpieza</b>	Limpiar las instalaciones/ máquinas/ equipos	Identificar focos de suciedad y localizar los lugares difíciles de limpiar y buscar una solución	Buscar las causas de suciedad y poner remedio para evitarlas	
<b>Mantener la limpieza</b>	Eliminar todo lo que no sea higiénico	Determinar las zonas sucias	Implantar y aplicar las gamas de limpieza	
<b>Rigor en la aplicación</b>	Acostumbrarse a aplicar la 5S en el seno del puesto de trabajo y respetar los procedimientos en vigor en el lugar de trabajo			
				Hacia el taller/oficina ideal

Fuente: REY SACRISTÁN. Francisco. Las 5S. Orden y limpieza en el puesto de trabajo. Madrid FC editorial. 2005, p.22. ISBN: 84-96169-54-5.

En tercer lugar, se encuentra la integración de los operarios, sin lugar a duda, el TPM logra en gran medida esta integración al implementar el manteniendo autónomo, permitiendo a todos los operación ser responsables de los equipos y crea canales de comunicación entre los gerentes del mantenimiento y supervisores de producción. Pero la integración debe ir más allá, es por eso que Jostes<sup>106</sup> propone cinco herramientas que se usan tradicionalmente para mejorar la calidad;

<sup>106</sup> JOSTES, R. y Helms, M. Ibid., p 18.

y dejar de ver la integración de los operarios como robots, el fenómeno “Revise sus cerebros en la puerta”, para empezar a verlos como operarios capaces de ofrecer diferentes puntos de vista según sus conocimientos y ser capaces de proporcionar datos del mantenimiento predicativo y preventivo, medir las piezas que ejecutan durante el proceso.

La primera herramienta que propone Jostes<sup>107</sup> es un análisis de Pareto, con el cual se pretende identificar las prioridades desde el punto de vista estadístico, y tener puntos de partida generales para la resolución de problemas, monitorear el éxito o identificar la causa básica de un problema.

La segunda herramienta descrita por Brassard<sup>108</sup>, es el control estadístico de procesos (SPC), este control permite analizar gráficos de control en las salidas y entradas de los procesos con el fin de tomar decisiones y mantener o incrementar la capacidad del proceso.

En tercer y cuarto lugar se encuentran las técnicas de resolución de problemas, con el propósito de encontrar la causa raíz de cualquier problema, y el Sistema de Poka-yoke, para la reducción de defectos “Una función aún más poderosa es usar el método para apagar las máquinas o bloquear las abrazaderas para evitar que se produzca cualquier producto hasta que se haya eliminado el defecto”<sup>109</sup>.

Por último y en quinto lugar están los programas de reconocimiento y recompensa, con los cuales, busca incentivar la participación del personal para crear una cultura integral, donde no sea una colaboración obligatoria sino una voluntaria. Descrito así por Rielly<sup>110</sup> experto en el TPM.

---

<sup>107</sup> JOSTES, R. y Helms, M. Ibid., p 18.

<sup>108</sup> BRASSARD. M. The Memory Jogger, Goal, 1985. citado por: JOSTES, R. y Helms, M. Mantenimiento productivo total y su vínculo con la gestión de calidad total En: Work Study. [Emeraldinsight]. Noviembre. Vol. 43 No. 7. 1994, p. 18. ISSN: 0043-8022. [Consultado el 2. Enero. 2020]. Archivo en pdf. Disponible en <https://ezproxy.uamerica.edu.co:2104/10.1108/EUM0000000004012>

<sup>109</sup> SHINGO. S. Control de calidad cero: inspección de la fuente y el sistema Poka-Yoke, Productivity Press. Cambridge, MA. 1986. citado por: JOSTES, R. y Helms, M. Mantenimiento productivo total y su vínculo con la gestión de calidad total En: Work Study. [Emeraldinsight]. Noviembre. Vol. 43 No. 7. 1994, p. 18. ISSN: 0043-8022. [Consultado el 2. Enero. 2020]. Archivo en pdf. Disponible en <https://ezproxy.uamerica.edu.co:2104/10.1108/EUM0000000004012>

<sup>110</sup> RIELLY. M. Integrando TPM con sistemas móviles en equipos. Tercera Conferencia y Exposición TPM Anual. Productivity Inc. Norwalk, CT, 1992. citado por: JOSTES, R. y Helms, M. Mantenimiento productivo total y su vínculo con la gestión de calidad total En: Work Study. [Emeraldinsight]. Noviembre. Vol. 43 No. 7. 1994, p. 18. ISSN: 0043-8022. [Consultado el 2. Enero. 2020]. Archivo en pdf. Disponible en <https://ezproxy.uamerica.edu.co:2104/10.1108/EUM0000000004012>



Uno de los índicos que se evidencia en el proceso de implementar el TPM, es la confiabilidad y la repetitividad con que un proceso se puede llevar a cabo. Simultáneamente se ve una reducción en la fuerza del mantenimiento, es decir, que requerirá cada vez menos personal para efectuar las tareas que antes se hacían. Como Van - Lane<sup>111</sup> indica que le paso a General Motors Canadá, donde redujo su fuerza de mantenimiento de 75 a 52, una caída del 31 por ciento.

---

<sup>111</sup> VAN - Lane, B. PEM: Ingeniería y mantenimiento de plantas. vol. 14. abril .1991. citado por: JOSTES, R. y Helms, M. Mantenimiento productivo total y su vínculo con la gestión de calidad total En: Work Study. [Emeraldinsight]. Noviembre. Vol. 43 No. 7. 1994, p. 18. ISSN: 0043-8022. [Consultado el 2. Enero. 2020]. Archivo en pdf. Disponible en <https://ezproxy.uamerica.edu.co:2104/10.1108/EUM0000000004012>

## 5. CONCLUSIONES

- En la implementación del TPM, es posible, identificar tres factores importantes: (i) el compromiso de la alta dirección, (ii) la integración de todo el personal y (iii) la limpieza determinado en una herramienta conocida como las 5's.
- Uno de los problemas y/o inconvenientes dentro del desarrollo de la implementación del TPM, es lograr un cambio de pensamiento por parte de la industria para su aplicación, ya que no se acostumbra el uso de estas herramientas que son de gran importancia y revisten un cambio por los directivos en el manejo de su negocio; en vista de que son los directivos, quienes deben incentivar el cambio.
- Es importante identificar la herramienta del TPM como un mecanismo idóneo y adecuado, según la madurez de la organización, y de este modo poder iniciar la evaluación y planificación e implementación de la misma, ya que si bien existen más instrumentos de la gestión del mantenimiento, también es cierto que la misma requiere de varios años, grandes inversiones económicas y ambiciosas actividades.
- El TPM busca concientizar a todos los integrantes de la organización, y los hace participes a cada uno de ellos en todo el proceso de la implementación, de este modo y con la unificación del grupo, es así fácil lograr los objetivos de la organización, esto es directivos y operarios.
- La implementación del TPM se logra más fácilmente con la integración de otras herramientas como son el Kaizen, las 5's, los seis sigmas, entre otras, dado la incidencia que tiene estas herramientas en las etapas del proceso de implementación.
- A partir de la revisión de la literatura ha encontrado que los aportes hechos por los directivos en la implementación del TPM son muy cuestionables y es función de los gerentes el éxito al emplear las iniciativas de TPM en todas las situaciones que puedan surgir en el desarrollo y la participación de los objetivos de su organización.

## RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en la revisión bibliográfica se recomienda:

- Elaborar un plan concreto para la implementación del TPM, debe ser indicado, y tener concordancia con los objetivos de la organización y su misión.
- Es importante y en la práctica se ha podido evidenciar que emplear herramientas del mantenimiento, previo al desarrollo del TPM como son las 5's, el kaizen y los seis sigmas, garantizan un mejor resultado.
- Tener métodos establecidos, como por ejemplo el hecho de superar las barreras del cambio de cultura y el lograr disuadir a la gente de permanecer en el status quo ya instaurado desde la concepción de sus labores y actividades en la organización, mejora el proceso y por ende el desarrollo del proceso y resultados
- Contar con personal capacitado y con la disposición de realizar con empeño cada fase de la implementación del TPM,

## BIBLIOGRAFIA

ACTIONGROUP. Los Pilares del TPM: Una estrategia de implementación Lean. [www.actiongroup.com]. Bogotá DC. CO. SEC industria. S.F. [Consultado 28, enero, 2020]. Disponible en: <http://www.actiongroup.com.ar/los-pilares-del-mantenimiento-productivo-total-hoy/>

AHUJA, I. y KHAMBA, J. Estrategias y factores de éxito para superar los desafíos en la implementación de TPM en la industria manufacturera india. En: Journal of Quality in Maintenance Engineering. [Emeraldinsight]. Vol. 14 N ° 2. 2008.123-147 p. [Consultado el 11. Abril. 2020]. Archivo en pdf. Disponible en <https://ezproxy.uamerica.edu.co:2104/10.1108/13552510810877647>

ALCARAZ G. JORGE. Factores relacionados con el éxito del mantenimiento productivo total. En: Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia. [Scholar google]. Medellín. Septiembre. No. 60. 2011. 129-140, p. ISSN: 0120-6230 [Consultado el 2. Enero. 2020]. Archivo en pdf. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/430/43021583012.pdf>

ARDILA MARIN. Juan Gonzalo, et al. GESTIÓN DE MANTENIMIENTO: UNA REVISIÓN. En: Dimensión empresarial. [Scholar. Google]. Barranquilla, CO. Abril. Vol.14, No.2. 2016.127-142, p. ISSN 1692-8563.Consultado el 11. Abril. 2020]. Archivo en pdf. Disponible en <http://dx.doi.org/10.15665/rde.v14i2.480>.

BAKERJAN. R. Tool and Manufacturing Engineers 'Handbook, Continuous Improvement. 4th ed., Vol. 7. Editor: CUBERLY. H. William y BAKERJIAN. Ramon. Fairfield, Nueva Jersey. ASME. 1994. ISBN-10: 0872633519

BAMBER, C., SHARP, J. y HIDES, M., Factores que afectan la implementación exitosa del mantenimiento productivo total: una perspectiva de estudio de caso de fabricación en el Reino Unido. En: Journal of Quality in Maintenance Engineering. [Emeraldinsight]. Vol. 5 No. 3. 1999.162-181, p. ISSN: 1355-2511. [Consultado el 11. Abril. 2020]. Archivo en pdf. Disponible en <https://ezproxy.uamerica.edu.co:2104/10.1108/13552519910282601>

BOHORIS, G.A., VAMVALIS, C., TRACEY, W. y IGNATIADOU, K. TPM implementation in Land-Rover with assistance of a CMMS. En: Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol. 1 No. 4 Citado por: BAMBER, C., SHARP, J. y HIDES, M., Factores que afectan la implementación exitosa del mantenimiento productivo total: una perspectiva de estudio de caso de fabricación en el Reino Unido. En: Journal of Quality in Maintenance Engineering. [Emeraldinsight]. Reino Unido. UK. Vol. 5 No. 3. 1999,162-181, p. ISSN: 1355-2511. [Consultado el 11. Abril. 2020]. Archivo en pdf. Disponible en <https://ezproxy.uamerica.edu.co:2104/10.1108/13552519910282601>

BRASSARD. M. The Memory Jogger, Goal, 1985. Citado por: JOSTES, R. y Helms, M. Mantenimiento productivo total y su vínculo con la gestión de calidad total En: Work Study. [Emeraldinsight]. Noviembre. Vol. 43 No. 7. 1994. 18-20, p. ISSN: 0043-8022. [Consultado el 2. Enero. 2020]. Archivo en pdf. Disponible en <https://ezproxy.uamerica.edu.co:2104/10.1108/EUM0000000004012>

CÁMARA I. Luis. Planificación estratégica. Guía para entidades sin ánimo de lucro que prestan servicios de inserción socio laboral. Madrid. CIDEAL-fundación asistencia técnica para el desarrollo (atd). Abril. 2005. p 61.

CARRILLO. Ángela; SÁNCHEZ, Mario y VILLALOBOS, Jorge. Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación para el desarrollo del sector de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC). En: Ministerio de Ciencias Tecnología e Innovación -MINCIENCIAS-. [Sitio Web]- Bogotá D.C. CO. Sec. Normas. Julio 2016. Versión 10, p.34. [Consultado 13, Noviembre, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: [https://minciencias.gov.co/sites/default/files/plan-ctei-tic-2017-2022\\_0.pdf](https://minciencias.gov.co/sites/default/files/plan-ctei-tic-2017-2022_0.pdf)

CHANDRA, P. y SASTRY, T. Competitividad de la fabricación india: hallazgo de la encuesta de futuros de fabricación de 1997. Vikalpa. Vol. 23. No.3. 1998. 15-25, p. Citado por: AHUJA, I. y KHAMBA, J. Estrategias y factores de éxito para superar los desafíos en la implementación de TPM en la industria manufacturera india. En: Journal of Quality in Maintenance Engineering. [Emeraldinsight]. Vol. 14 N ° 2. 2008, p. 123-147. Consultado el 11. Abril. 2020]. Archivo en pdf. Disponible en <https://ezproxy.uamerica.edu.co:2104/10.1108/13552510810877647>

CHANDRA. Vandana. Innovación y crecimiento: En busca de una frontera en movimiento; Edición: Alejandro González Luna. Traducción: TRADUKO. Revisión técnica: Dr. Leopoldo Vilchis Ramírez. Coordinación editorial: Centro de la OCDE en México para América Latina y Foro Consultivo Científico y Tecnológico. México, D.F. A.C. 2013, p. 256. ISBN 978-607-9217-14-3.

COOKE FL. Implementación de TPM en el mantenimiento de la planta: algunas barreras organizacionales. En: Revista Internacional de Gestión de Calidad y Fiabilidad. [Emeraldinsight] vol. 17, núm. 9, 2000. 1003-1016, p. SN - 0265-671X [Consultado el 11. Abril. 2020]. Archivo en pdf. Disponible en <https://research.monash.edu/en/publications/implementing-tpm-in-plant-maintenance-some-organizational-barrier>

DORBESSAN. Ricardo José. Las 5S, herramientas de cambio. Editorial Universitaria de la U.T.N. Primera edición 2006, p.20. ISBN 978-950-42-0076-5.

ESPINOSA. Fernando F. DIAS. Acires, y SALINAS. Gonzalo E. Un procedimiento para evaluar el riesgo de la innovación en la gestión del mantenimiento industrial. Ingeniare. En: Ingeniare. Revista chilena de ingeniería. [Google scholar]. Chile. 18 de septiembre. Vol. 20, no. 2. 2012, p 5. ISSN 242-254. [Consultado 9, noviembre,

2020]. Archivo en pdf. Disponible en <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052012000200011>.

FRANCISCO. Rey Sacristán. Hacia la excelencia en mantenimiento. Madrid. Editorial: Tgp Hoshin, S. L. 1996. ISBN 84-87022-21-9 p. 411

GALAR. Diego, et al.; La medición de la eficiencia de la función mantenimiento a través de KPIs financieros. [Google scholar]. Medellín. CO.22. octubre. Vol. 81, No. 184. 2014, p. 102 – 109. ISSN 0012-7353. [Consultado 13, Noviembre, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/496/49630405014.pdf>.  
GARCÍA. Alcaraz, Jorge Luis. Factores relacionados con el éxito del mantenimiento productivo total. En: Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia. [Google. Scholar]. Medellín. Septiembre. No. 60. 2011. 129 – 140, p. ISSN: 0120-6230. [Consultado 23, marzo, 2020]. Disponible en el URL: <https://www.redalyc.org/pdf/430/43021583012.pdf>.

GAZDZIAK, S 2010 "Measuring operations through OEE", 2010, National Provisioner, vol. 224, no. 3, pp. 28-31. Citado por: HERNÁNDEZ. Marchante, Pablo. Sistema de control y gestión de la eficiencia de una recanteadora en una línea de producción. [Repositorio digital]. Trabajo de grado. Ingeniería mecánica. Universidad Carlos III de Madrid. Facultad de ingenierías. Madrid. 2016, p. 14. [Consultado 30, marzo, 2020]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/79176433.pdf>

HERNÁNDEZ. Matías. .Juan. Carlos. Lean manufacturing: Conceptos, técnicas e implantación, Mantenimiento Productivo Total TPM. . Madrid. Editor Fundación EOI. 2013, p. 48. ISBN: 978-84-15061-40-3.

HOLDER, R. Major profits for Rover and LMP as TPM proves itself. En: Works Management, August, pp. 16-17 Citado por: BAMBER, C., SHARP, J. y HIDES, M. Ibid., p. 167

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Trabajos Escritos: Presentación y Referencias Bibliográficas. NTC 1486. Sexta actualización ed. Bogotá: INCONTEC, 2008a. 1-36, p.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Trabajos Escritos: Presentación y Referencias Bibliográficas. NTC 5613. Sexta actualización ed. Bogotá: INCONTEC, 2008b. 1-33, p.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Trabajos Escritos: Presentación y Referencias Bibliográficas. NTC 4490. Sexta actualización ed. Bogotá: INCONTEC, 2008c. 1-23, p.

JOSTES, R. y Helms, M. Total Productive Maintenance and Its Link to Total Quality Management. En: Work Study. [Emeraldinsight]. Noviembre. Vol. 43 No. 7. 1994. 18-

20, p. ISSN: 0043-8022. [Consultado el 2. Enero. 2020]. Archivo en pdf. Disponible en <https://ezproxy.uamerica.edu.co:2104/10.1108/EUM0000000004012>

KAIZEN INSTITUTE. El kaizen. [Sitio web] Citado por: SUÁREZ-BARRAZA. Manuel F. Encontrando al Kaizen: Un análisis teórico de la Mejora Continua. En: Escuela de Graduados en Administración y Dirección de Empresas EGADE Zona Centro, Tecnológico de Monterrey. [Scholar. Google]. León España. No. 7. Mayo. 2009. 285 – 31, p. [Consultado 4, marzo, 2020]. Archivo en pdf. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/41675967\\_Encontrando\\_al\\_Kaizen\\_un\\_analisis\\_teorico\\_de\\_la\\_mejora\\_continua](https://www.researchgate.net/publication/41675967_Encontrando_al_Kaizen_un_analisis_teorico_de_la_mejora_continua)

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y La Oficina Europea de Estadística, Eurostat. Manual de Oslo. Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación. 3rd Edición. Traducido de inglés por Grupo tragsa. EUROSTAT y OCDE. 2006.1-194, p. ISBN84-611-2781-1. [Consultado el 8, enero, 2020]. Archivo en pdf. Disponible en <http://www.itq.edu.mx/convocatorias/manualdeoslo.pdf>

LAMBÁN, M.Pet al. Modelo para el cálculo del costo del almacenamiento de un producto: Caso de estudio en un entorno logístico. En: Revista DYNA Colombia. 179. 2013, p. 23-32. Citado por: ESPINOSA, Fernando F, DIAS, Acires, y SALINAS, Gonzalo E. Un procedimiento para evaluar el riesgo de la innovación en la gestión del mantenimiento industrial. Ingeniare. En: Revista chilena de ingeniería. [Google scholar]. Chile. 18 de septiembre. Vol. 20, no. 2. 2012, p 5. ISSN 242-254. [Consultado 9, noviembre, 2020]. Archivo en PDF. Disponible en <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052012000200011>.

LAVERDE. Humberto Álvarez. ¿Realmente qué es TPM?. En: Ceroaverias. [Google. Scholar]. Barcelona. Diciembre. 2007, p. 3. [Consultado 2, febrero, 2020]. Disponible en: <https://studylib.es/doc/5856847/%C2%BFrealmente-que-significa-tpm%3F>

LEFCOVICH. Mauricio. TPM – Mantenimiento Productivo Total Un paso más hacia la excelencia empresarial. En: ilustrados. [Scholar. Google]. p.10. Consultado el 11. Abril. 2020]. Archivo en Word. Disponible en <http://dx.doi.org/10.15665/rde.v14i2.480>.

LEIDECKER, J.K. and A.V. BRUNO. Identifying and using critical success factors. En: Long Range Planning. [Science Direct]. Febrero. Vol. 17 No. 1. 1984. 23-32, p. Consultado el 11. Abril. 2020]. Archivo en pdf. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0024630184901638>.

LIKER. Jeffrey K. The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill. 2004, p. 352. ISBN: 0071392319.

LÓPEZ. E. ANDRÉS. El Mantenimiento Productivo Total TPM y la Importancia del Recurso Humano para su Exitosa Implementación. [Repositorio Digital]. Trabajo de

grado. Título de Ingeniero industrial. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de ingeniería. Bogotá. 2009, p. 24. [Consultado 23, marzo, 2020]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/7276/Tesis262.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

MANTENIMIENTO PETROQUÍMICA. ¿Qué es RCM? [Sitio web]. Bogotá. DC. CO. SEC. INDUSTRIAL, p. 1.2012. [Consultado 3, enero, 2020]. Disponible en el URL: <http://www.mantenimientopetroquimica.com/rcm.html>

MANZANO. Ramírez, María, y SOLE. Víctor, Gisbert. LEAN MANUFACTURING 5S IMPLANTATION. En: 3C Tecnología. [Scholar. Google]. Diciembre. Vol.5. No. 4.2016.16-26, p. ISSN: 2254 – 4143. [Consultado 4, marzo, 2020]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://www.3ciencias.com/articulos/articulo/lean-manufacturing-implantacion-5s/>

MARÍN García. Juan A. y MARTÍNEZ. Rafael Mateo. Barreras y facilitadores de la implantación del TPM. En: Omniascience. [Google. Scholar]. Valencia. Julio. 2013, 823-853, p. ISSN: 1697-9818[Consultado 23, febrero, 2020]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/14114/Marin-Garcia.pdf>.

MESA. H. Darío, SÁNCHEZ, O. Yesid, y PINZÓN, Manuel. La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad: disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento. En: Scientia et Technica. [Google scholar]. Pereira. Mayo de 2006. No 30. Año XII, p 15, UTP. ISSN 0122-1701. [Consultado 10, enero, 2020]. Archivo en PDF. Disponible en <https://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/6513>  
MORA. Gutiérrez. Alberto. Mantenimiento. Planeación, ejecución y control. Editor. Luis Javier Buitrago D. Revisor técnico. Gonzalo de Jesús Franco. Grupo Editor ALFAOMEGA. México. 2009, p. 16. ISBN: 978-958-682-769-0.

MORALES. Méndez, J.D., Rodríguez, R.S. Total productive maintenance (TPM) as a tool for improving productivity: a case study of application in the bottleneck of an auto-parts machining line. En: The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. [SpringerLink]. Bogotá D.C. CO. 7, marzo, 2017. Vol. 92, p. 1013. [Consultado 1, Noviembre, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00170-017-0052-4>

MORTAROTTI. et al. IMPLEMENTACIÓN DEL MÉTODO ANTIERRORES: POKA YOKE. En: Grupo de Físico-Química de Sistemas Complejos (GFQSC). [Scholar. Google]. 2017, p. 2. . [Consultado 9, noviembre, 2020]. Archivo en pdf. Disponible en [http://www.edutecne.utn.edu.ar/coini\\_2013/trabajos/coa12\\_tc.pdf](http://www.edutecne.utn.edu.ar/coini_2013/trabajos/coa12_tc.pdf)

NAVARRO. ALBERT, Eduardo. GISBERT. Soler, Víctor., y PÉREZ. Molina, Ana Isabel. Metodología e implementación de Six Sigma .En: 3C Empresa: investigación y pensamiento crítico. [Scholar. Google]. España. Diciembre. Edición Especial.2017. 73-80, p. ISSN: 2254 – 3376. [Consultado 4, marzo, 2020]. Archivo



en pdf. Disponible en: [https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2018/01/art\\_9.pdf](https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2018/01/art_9.pdf)

OLARTE C. William. et.al. Importancia del mantenimiento industrial dentro de los procesos de producción. En: Scientia et Technica [google scholar]. Pereira. Abril. 2010., No. 44. Año XVI, p. 354 Universidad Tecnológica de Pereira ISSN 0122-1701. [Consultado el 8, enero, 2020]. Archivo en pdf. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/849/84917316066.pdf>.

ORTIZ. Useche, Alexis., RODRÍGUEZ. Monroy C., e IZQUIERDO. H. Gestión de mantenimiento en pymes industriales. En: Revista Venezolana de Gerencia. [Google scholar]. Maracaibo. Marzo. Vol. 18. No. 61. 2013. 86- 194, p. ISSN: 1315-9984. [Consultado 3, enero, 2019]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/290/29026161004.pdf>

PALENCIA. García, Oliveiro. Gestión Moderna del Mantenimiento Industrial. Primera Edición. Bogotá DC. Ediciones de la U. 2012. 1-170, p. ISBN: 9789587620511.

QUIRANT. Espinoza, Amparo. y ORTEGA Jiménez, A. El cambio organizacional: La importancia del Factor Humano. En: Revista de Empresa. [Google. Scholar]. Octubre. No.18. 2006, p. 56. [Consultado 23, marzo, 2020]. Archivo en pdf. Disponible en: [https://nanopdf.com/download/el-cambio-organizacional-la-importancia-del-factor-humano-para\\_pdf](https://nanopdf.com/download/el-cambio-organizacional-la-importancia-del-factor-humano-para_pdf)

RASTEGARI, A. y MOBIN, M. Maintenance decision making, supported by computerized maintenance management system. Reliability and Maintainability Symposium (RAMS) Annual, IEEE. 2016.1-8, p. Citado por: BALOUEI Jamkhaneh, H et al. Impacts of computerized maintenance management system and relevant supportive organizational factors on total productive maintenance. En: International Journal. [Emeraldinsight]. Vol. 25 No. 7, p. 2230-2247. [Consultado el 11. Abril. 2020]. Archivo en pdf. Disponible en [https://ezproxy.uamerica.edu.co:2104/10.1108/BIJ-05-2016-0072\(2018](https://ezproxy.uamerica.edu.co:2104/10.1108/BIJ-05-2016-0072(2018)

REY SACRISTÁN. Francisco. Las 5S. Orden y limpieza en el puesto de trabajo. Madrid FC editorial. 2005, p.22. ISBN: 84-96169-54-5.

REYES Aguilar, Primitivo. Manufactura Delgada (Lean) y Seis Sigma en empresas mexicanas: experiencias y reflexiones. En: Contaduría y Administración. [scholar.google]. México. Junio. No. 205. 2002, p. 14. ISSN: 0186-1042. [Consultado 4, marzo, 2020]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/395/39520506.pdf>

RIELLY. M. Integrando TPM con sistemas móviles en equipos. Tercera Conferencia y Exposición TPM Anual. Productivity Inc. Norwalk, CT, 1992. Citado por: JOSTES, R. y Helms, M. Mantenimiento productivo total y su vínculo con la gestión de calidad

totalEn: Work Study. [Emeraldinsight]. Noviembre. Vol. 43 No. 7. 1994, p. 18 (18-20). ISSN: 0043-8022. [Consultado el 2. Enero. 2020]. Archivo en pdf. Disponible en <https://ezproxy.uamerica.edu.co:2104/10.1108/EUM0000000004012>

SEIICHI NAKAJIMA citado por: HERNÁNDEZ. Marchante, Pablo. Sistema de control y gestión de la eficiencia de una recantadora en una línea de producción. [Repositorio digital]. Trabajo de grado. Ingeniería mecánica. Universidad Carlos III de Madrid. Facultad de ingenierías. Madrid. 2016, p. 14. [Consultado 30, marzo, 2020]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/79176433.pdf>

SHINGO. S. Control de calidad cero: inspección de la fuente y el sistema Poka-Yoke, Productivity Press. Cambridge, MA. 1986. citado por: JOSTES, R. y Helms, M. Mantenimiento productivo total y su vínculo con la gestión de calidad totalEn: Work Study. [Emeraldinsight]. Noviembre. Vol. 43 No. 7. 1994. 18-20, p. ISSN: 0043-8022. [Consultado el 2. Enero. 2020]. Archivo en pdf. Disponible en <https://ezproxy.uamerica.edu.co:2104/10.1108/EUM0000000004012>

SHIROSE, Kunio. Programa de desarrollo del TPM. Madrid. Edición en español. Tecnología de gerencia y producción S.A. 1991, p 35-40. Citado por: LÓPEZ. E. Andrés, El Mantenimiento Productivo Total TPM y la Importancia del Recurso Humano para su exitosa Implementación. Trabajo de grado. Ingeniero industrial. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de ingenierías. Bogotá 2009, p. 25 [consultado 30, marzo, 2020]. Archivo en pdf. Disponible en: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/7276/Tesis262.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

STEPHENS. Matthew P. Productivity and Reliability-Based Maintenance Management. Purdue University Press. West Lafayette, IN. 2010. 1- 336, p. ISBN 10:1557535922

SUÁREZ-BARRAZA. Manuel F. Encontrando al Kaizen: Un análisis teórico de la Mejora Continua. En: Escuela de Graduados en Administración y Dirección de Empresas EGADDE Zona Centro, Tecnológico de Monterrey. [Scholar. Google]. León España. No. 7. Mayo. 2009. 285 – 311, p. [Consultado 4, marzo, 2020]. Archivo en pdf. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/41675967\\_Encontrando\\_al\\_Kaizen\\_un\\_analisis\\_teorico\\_de\\_la\\_mejora\\_continua](https://www.researchgate.net/publication/41675967_Encontrando_al_Kaizen_un_analisis_teorico_de_la_mejora_continua)

VAN - LANE, B. PEM: Ingeniería y mantenimiento de plantas. Vol. 14. Abril .1991. Citado por: JOSTES, R. y Helms, M. Mantenimiento productivo total y su vínculo con la gestión de calidad total. En: Work Study. [Emeraldinsight]. Noviembre. Vol. 43 No. 7. 1994.18-20, p. ISSN: 0043-8022. [Consultado el 2. Enero. 2020]. Archivo en pdf. Disponible en <https://ezproxy.uamerica.edu.co:2104/10.1108/EUM0000000004012>

WIKOFF. D. Improve all the M's in TPM system. En: Plant Engineering. Vol. 61. 2007. 21-22, p.