

IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO, APLICACIÓN A UNA INDUSTRIA TEXTIL Y SU EVOLUCIÓN EN EFICIENCIA

IMPORTANCE OF MAINTENANCE, APPLICATION TO A TEXTILE INDUSTRY AND ITS EVOLUTION IN EFFICIENCY

Julio García Sierra

Estudiante Posgrado, Instituto Politécnico Nacional, México.

E-mail: sierracien10@gmail.com

Javier Cárcel Carrasco

Profesor, Universitat Politècnica de València, España.

E-mail: fracarcl@csa.upv.es ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2776-533X>

Juvenal Mendoza Valencia

Profesor, Instituto Politécnico Nacional, México.

E-mail: juvenalmv69@gmail.com

Recepción: 17/04/19 **Aceptación:** 11/06/19 **Publicación:** 14/06/19

Citación sugerida:

García Sierra, J., Cárcel Carrasco, J. y Mendoza Valencia, J. (2019). Importancia del mantenimiento, aplicación a una industria textil y su evolución en eficiencia. *3C Tecnología. Glosas de innovación aplicadas a la pyme*, 8(2), pp. 50-67. doi: <http://dx.doi.org/10.17993/3ctecno/2019.v8n2e30.50-67>

RESUMEN

La importancia hoy en día del mantenimiento por su contribución a la productividad es innegable. Este artículo expone un análisis de la evolución del mantenimiento, en referencia a una fábrica de tejido, haciendo una descripción por medio de sus datos reales, se propone una reestructuración del método de mantenimiento, que evidentemente si se implementara se obtendrían mejoras en la productividad. El tema es complejo por naturaleza ya que, según los métodos actuales de mantenimiento, debe ser abordado desde diferentes ángulos (multidisciplinar) y en todos los niveles de la organización por ser una actividad Logística de nivel estratégico.

PALABRAS CLAVE

Mantenimiento, Gestión de activos, Fiabilidad, Disponibilidad, Seguridad.

ABSTRACT

The importance today of maintenance for its contribution to productivity is undeniable. This article presents an analysis of the evolution of maintenance, in reference to a fabric factory, making a description by means of its real data, a restructuring of the maintenance method is proposed, which evidently, if implemented, would result in improvements in productivity. The subject is complex by nature since, according to current methods of maintenance, it must be approached from different angles (multidisciplinary) and at all levels of the organization because it is a Logistics activity at a strategic level.

KEYWORDS

Maintenance, Asset management, Reliability, Availability, Security.

1. INTRODUCCIÓN

Gracias a los avances del conocimiento en las ciencias físicas, los siglos XVII y XVIII son un punto de inflexión en la evolución de los avances tecnológicos en la historia de la humanidad, pues se desarrollaron diversos ingenios capaces de aprovechar la energía para producir bienes o servicios, al desarrollar máquinas que funcionan con electricidad, vapor o principios mecánicos, trayendo como consecuencia que la forma de producción de esos satisfactores, se concentraran en instalaciones especiales llamadas fábricas, para cumplir sus objetivos.

Si hacemos una comparación de la forma de producir productos o servicios de la prehistoria al siglo XVIII se puede decir que existe una gran diferencia, y a su vez si comparamos la forma de producir de este último a la actualidad, obtendremos una diferencia aún mayor en tan poco tiempo, en el sentido de que actualmente se nota una mejor calidad de vida, pero una mayor producción de satisfactores para cubrir las necesidades actuales.

Por lo tanto, enfocándonos observamos que el tema de mantenimiento siempre ha existido y es paralelo a esta evolución; pues se le proporcionó mantenimiento a una herramienta, después a la maquinaria y ahora a los equipos industriales, tratando de conservar siempre al activo, o mejor aún alargar su vida útil. Consecuentemente la necesidad de contar con conocimientos para mantenimiento en las diversas disciplinas está condicionada al avance de la ciencia y la tecnología que se transforma en desarrollos tecnológicos que hoy tenemos. Estas máquinas, desarrollos o equipos, obedecen a los principios físicos con los cuales trabajan, siendo el conocimiento base relevante, para proporcionar el mantenimiento (Cárcel, 2014).

La necesidad de contar con conocimientos para mantenimiento en las diversas disciplinas está condicionada al avance de la ciencia y la tecnología que se transforma en desarrollos tecnológicos que hoy tenemos.

Actualmente, se demuestra que el papel del mantenimiento en una organización es destacado por que garantiza aportaciones a la productividad, por medio de la confiabilidad y disponibilidad de los equipos, maquinaria e instalaciones, impactando también en la calidad, seguridad y salud en todos sus aspectos (Rojas, 2008).

Puntualizando y para tener una idea de su evolución en nuestro objeto de estudio, a manera de referencia histórica, la fábrica de tejido se ubica dentro de un complejo de fábricas que inició actividades productivas en 1917 integrándose por algunos talleres, plantas y servicios, pasando por diferentes denominaciones y capacidades ya que la producción fue en aumento con el paso del tiempo. Por cuestiones de confidencialidad se omite el nombre.

En 1986, se realizó una reorganización y remodelación de todo el complejo, invirtiéndose también en maquinaria y equipo, reemplazando los equipos obsoletos, se implementaron nuevos sistemas productivos para cumplir con eficiencia los programas de producción; notándose la integración de personal altamente capacitado.

Como concepto global, sin perder de vista el aspecto de mantenimiento en esta evolución, el complejo está organizado en una dirección, una subdirección y las jefaturas de producción, ingeniería, mantenimiento, administrativa y desarrollo. La jefatura de producción materializa la fabricación de los productos en 11 plantas productivas. Una de esas plantas es la fábrica de tejido, de esta fábrica se obtuvieron los datos como un termómetro que indicará la situación, para opinar sobre la mejora de su método de mantenimiento. Esta fábrica de tejido produce diversos tipos de telas; Con el fin de seguir cumpliendo su objetivo, en el año 2015 se reemplazaron “30 telares neumáticos” y una maquina engomadora.

Otra jefatura importante de las citadas en referencia al tema es la jefatura de mantenimiento, pues su misión es proporcionar mantenimiento preventivo y correctivo a la maquinaria de todo el complejo, instalaciones industriales e inmuebles. Al respecto se observa que orgánicamente esta jefatura está al mismo nivel que las demás jefaturas como producción y administrativa (Tavares, 2014), además, de acuerdo con el manual de organización y operación interior, a esta jefatura le corresponde efectuar trabajos de tercer nivel con equipos móviles y personal especializado que no tienen las demás fábricas como la de tejido en estudio, a quienes localmente les corresponde el mantenimiento de segundo nivel que son actividades tales como el reemplazo de refacciones y actividades de mantenimiento preventivo. El primer nivel le corresponde al operario de la máquina, haciendo adecuado uso, limpieza y lubricación de la máquina y cambio de partes autorizadas por su siguiente nivel, entre otras actividades menores.

La fábrica de tejido plano es pues, una de las once fábricas que componen el complejo de Fábricas remodelada en 1993; esta planta de tejido cuenta con un programa de producción anual de tela y es aquí a donde se hace este estudio

2. CARACTERÍSTICAS DE LA FÁBRICA TEXTIL

Para observar la importancia que el mantenimiento tiene en este tipo de industria, es importante conocer las características de su personal y de su producción. La fábrica de Tejido tiene una plantilla de total 78 personas, distribuidas en tres turnos, ocupando una jefatura y seis áreas que son: el grupo de administrativo, almacén, urdido, engomado, tejido y mantenimiento local.

El proceso de producción de tela en la fábrica de tejido plano la realiza en carretes de aluminio denominados “julio” el cual mide 2m de ancho este carrete está presente en las tres operaciones básicas como se muestra en la (Figura 1).



Figura 1. Carrete de aluminio denominado “Julio”. **Fuente:** elaboración propia.

La Figura 2 muestra las tres operaciones básicas para el proceso de elaboración de la tela.

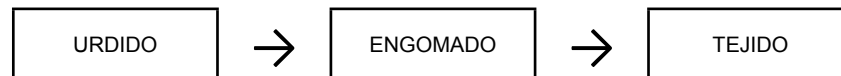


Figura 2. Operaciones principales para elaboración de tela. **Fuente:** elaboración propia.

En la Figura 3, se muestran las imágenes de estas tres operaciones básicas para elaboración de la tela en la fábrica de tejido.



Figura 3. Operaciones básicas para la elaboración de la tela. Operación 1) Urdido, operación 2) Engomado, operación 3) Tejido. **Fuente:** elaboración propia basado en el manual de funcionamiento.

En la operación de urdido (Imagen 1, Figura 3), el hilo llega como materia prima en conos de 30 cm. de altura y de 5000 a 6000 hilos (depende de tela a producir), se enrollan en los denominados “julios”.

Una vez preparado un “julio”, pasa a la operación de engomado, el cual es una preparación de plastificado que se le proporciona al hilo para darle características necesarias como resistencia y fluidez que requiere la siguiente operación (tejido); en la fase de engomado básicamente se desenrolla y enrolla el hilo de un julio a otro, pasándolo por unas tinas que contienen la sustancia líquida que “moja” al hilo (Imagen 2, Figura 3), dejándolo preparado y listo para el tejido que es la última operación del proceso de elaboración de tela;

La operación de tejido (Imagen 3, Figura 3) es donde se obtiene la tela de aproximadamente dos metros de ancho y en carretes con 300 metros lineales en promedio, en el área de tejido se cuenta con 94 máquinas tejedoras, cada una con las características como se indica en la Tabla 1.

Tabla 1. Maquinaria en la operación de tejido.

Descripción	Cantidad	Características	Producción promedio diaria x maq.	Modelo
Máquina de tejer, marca Sulzer Ruti P7100	46	440 V, 40 A	280m	1993
Máquina de tejer, marca Sulzer Ruti P7300	2	440 V, 40 A	360m	2011

Descripción	Cantidad	Características	Producción promedio diaria x maq.	Modelo
Máquina de tejer, marca ITEMA (Neumática)	46	220V	450m	2015 (30 maq. y 2018 16 maq.)
Total	94		34,300m Teór.	

El total de máquinas en la Fábrica de tejido plano es de 119 incluyendo las que realizan las operaciones de urdido, engomado, tejido y las máquinas de apoyo ubicadas en instalaciones especiales, tales como electricidad, aire comprimido y ventilación; que se utilizan en todas las operaciones.

Se hizo un cálculo de producción promedio diaria correspondiente al primer semestre del 2018, obteniendo la cantidad de **9521m** de tela, por lo que comparándola con su producción teórica de tela y en caso de que toda la planta estuviera operativa su producción diaria sería de 3.6 veces más. Actualmente la producción promedio aumentó tomando algunas acciones como es el reemplazo de algunas máquinas de tejido, sin embargo, el problema de fondo, se puede atribuir principalmente a máquinas fuera de servicio, trabajos de mantenimiento o problemas humanos para su funcionamiento. Por el número de máquinas en actividad, se estima que esta operación de tejido, consume la mayor parte de los recursos operativos incluyendo los de mantenimiento (Olarte,2010).

Un aspecto imprescindible en esta temática es el conocimiento de mantenimiento; en la fábrica, pues como ejemplo podemos citar la forma de reclutar técnicos al mantenimiento, en la que al ingresar al equipo de mantenimiento, es necesario que el técnico posea conocimientos técnicos de los sistemas en la maquinaria, que haya sido operario de la misma o si es de reciente ingreso que tenga un nivel aceptable de conocimientos en las ciencias físicas e ingeniería, o posea alguna especialización técnica, electricidad, maquinas herramienta, mecánica, fontanería, electrónica e informática. Actualmente se tienen 10 reparadores para toda la fábrica, lo que significa que la fábrica cuenta con un técnico por cada una de las áreas citadas, en algunas como se puede notar se carece de él, como es el caso de electrónica e informática muy necesario actualmente (Cárcel, 2014).

Aunque respecto a la capacitación en la fábrica, se procura que siempre se impartan cursos tales como mantenimiento industrial, electrónica y relacionados, sin embargo, observa que carecen de efectividad ya que la demanda del mantenimiento es tal que a veces es necesario atender el correctivo, utilizando las herramientas básicas con que cuentan, consultando únicamente los manuales de funcionamiento y aprender sobre la práctica, o simplemente por carecer de personal disponible para impartirlo.

Lo anterior, pone de manifiesto la necesidad de contar con más técnicos para cubrir estas deficiencias, en principio cubriendo las áreas señaladas y después para gestionar eficientemente el mantenimiento, es decir preparar y colocar técnicos en áreas nuevas, con un programa de capacitación continua en los principios de funcionamiento, uso de herramienta adecuada, equipo especial y procedimientos de mantenimiento recientes, como la aplicación del predictivo en la maquinaria (Cárcel, 2014).

El abastecimiento de refacciones en la fábrica, es un punto importante de tocar, pues tiene su problemática, un ejemplo es la carencia de refacciones de alto costo, por no ser redituable su almacenamiento o la falta de uniformidad para su plena identificación por no tener un nombre genérico para todos los implicados en el proceso; aunado a la evolución de los modelos de maquinaria, que implican cambios en algunas partes o sistemas, volviendo obsoleto o incompatible la refacción con el modelo anterior y haciendo más difícil de adquirirla.

Por lo cual al este punto se le debe poner especial atención, en todos los niveles de la organización, para que haya coordinación y colaboración total; ya que un mal funcionamiento repercute en todo el sistema y este a su vez en su rentabilidad, de lo que se deduce que la responsabilidad y atención debe ser puesta en todos los niveles desde el operativo (usuario de la máquina) hasta el estratégico (dirección), pasando por mantenimiento en iguales condiciones, si se pretenden mejores resultados globales (Nahmias, 2007).

3. MÉTODOS DE MANTENIMIENTO Y SU EVOLUCIÓN

Cuando todo va bien nadie recuerda que existe. Cuando algo va mal, dicen que no existe. Cuando es para gastar, se dice que “no es necesario”. Pero cuando realmente no existe, “todos concuerdan en que debería existir”. El propósito en la función de mantenimiento es asegurar que todos los recursos físicos de la empresa cumplan la función para la cual fueron diseñados (Olarte, 2010).

La evolución del mantenimiento se ha adaptado a las necesidades de las industrias, y también ha ido paralelo al avance de la tecnología. Las primeras empresas que existieron estaban conformadas por grupos de personas que tenían que trabajar en cada uno de los pasos del proceso de producción y a su vez reparar las herramientas y las máquinas cuando presentaban alguna falla. Debido a que los trabajadores desarrollaban múltiples oficios, el elaborar un producto terminado para ofrecerlo en el mercado implicaba un alto costo en tiempo y dinero (Tavares, 2014).

Con el objetivo de eficientar el proceso, las empresas se vieron obligadas a distribuir a sus trabajadores para que se dedicaran a tareas específicas, dichas tareas fueron de dos tipos: Tareas de operación de las máquinas y tareas de reparación de las mismas. Con la llegada de la Primera Guerra Mundial y con la implantación de la producción en serie, instituida por Henry Ford, se implementó un nuevo sistema de organización al interior de su empresa al cual llamó “Producción en cadena”. Este nuevo sistema, fue establecido a través de la asignación de responsabilidades organizadas (Figura 4).

Con este nuevo modelo, surge el concepto de mantenimiento, el cual dependía del departamento de operación quien era el que determinaba en qué momento se debían realizar las labores de reparación.

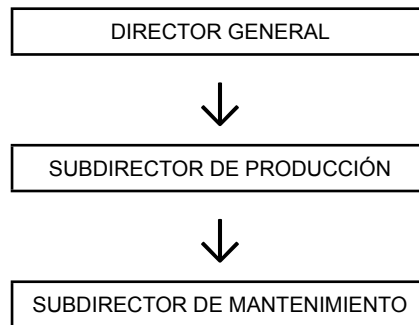


Figura 4. Modelo organizacional, década de 1920. **Fuente:** elaboración propia basado en (Olarde, 2010).

Con la Segunda Guerra Mundial, las empresas tuvieron que aumentar su producción para cumplir la demanda; para esto, fue necesario incrementar las jornadas laborales. Esta manera apresurada de producir en grandes cantidades y por largos periodos de tiempo hizo que las máquinas se desgastaran más rápido debido al exceso de uso y por lo tanto presentarían fallas en su funcionamiento.

La reparación de las máquinas implicaba la parada del proceso de producción lo cual generaba grandes pérdidas. Con el fin de evitar estas paradas, los empresarios le dieron una mayor importancia al mantenimiento reestructurando su organización (Figura 5). A partir de entonces, el mantenimiento se vuelve una herramienta fundamental para las empresas y se convierte en una actividad correctiva, de mayor importancia para elevar la productividad (Tavares, 2014).

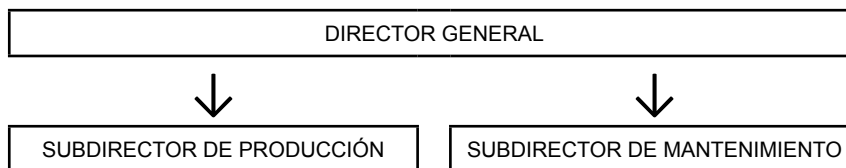


Figura 5. Nuevo modelo organizacional. **Fuente:** elaboración propia basado en (Olarte, 2010).

Por lo que respecta a su evolución, pueden observarse tres generaciones en la evolución de la función del mantenimiento (Figura 6); después de los años 60 del siglo pasado, se implementaron varios sistemas de mantenimiento industrial tales como Mantenimiento productivo total (TPM) en el cual, como acción estratégica, se involucra a todo el personal de la fábrica en actividades que inciden directamente en el mantenimiento. Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), se basa más en información de todo tipo en la maquinaria y mediante listas de verificación se lleva un control de su funcionamiento e historial de fallas, desde piezas hasta sistemas (Garrido, 2014).

Por los costos elevados del correctivo y por lo que representa económicamente una maquina o equipo sin trabajar se han desarrollado nuevas técnicas, métodos y herramientas enfocados a tratar de tener cero paros y defectos en los procesos de productos o servicios de que se trate.

		TERCERA GENERACIÓN
		✓ Mayor disponibilidad y fiabilidad de la planta.
		✓ Mayor seguridad.
		✓ Mejor calidad del producto .
		✓ Sin daño al ambiente.
PRIMERA GENERACIÓN	SEGUNDA GENERACIÓN	✓ Mayor tiempo de vida del equipo.
✓ Arreglar cuando se rompa	✓ Costos más bajos. ✓ PREVENTIVO, TPM, RCM	✓ Elevado costo de eficiencia ✓ MEJORA DE TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS (PREDICTIVO)
1940-1950	1960-1980	1981-2000

Figura 6. Evolución del mantenimiento. **Fuente:** elaboración propia basado en (Rojas, 2012).

Considerado la segunda generación, las empresas se dieron cuenta de la necesidad de crear un área responsable y que asegure que la productividad de la planta no se vea afectada por alguna falla o algún paro no deseado del equipo, porque uno de los gastos más importantes era por falta de esta actividad, además de que los costos por mantenimiento ocupaban el primero o segundo lugar de los gastos operativos.

Entonces algunas de las responsabilidades que se atribuyeron al área de mantenimiento fueron, reducir el tiempo de paralización de los equipos, reparación en tiempo oportuno, garantizar el funcionamiento continuo del equipo y que los productos no se salieran de los límites y estándares establecidos por control de calidad (Tavares, 2014).

Una Técnica más utilizada en mantenimiento y considerada una revolución en la manufactura de los procesos en línea es el SMED “Single Minutes Exchange of Dies” que se traduce como “pequeños minutos en el intercambio de piezas o moldes”. Esta metodología de trabajo fue desarrollada por el ingeniero Shingeo Shingo (en los años 70), quien fue uno de los líderes en las prácticas de manufactura en el sistema de producción de Toyota y en donde se aplicó en toda su extensión el TPM. Se le atribuye el haber creado el cero defectos y el Poka Yoke (a prueba de errores). Shingeo refuerza todos los procesos basándose en las herramientas de Ingeniería Industrial tales como: Ingeniería de Métodos, Medición y estudio del trabajo, para obtener el máximo provecho y reducir los tiempos fuera de servicio de las máquinas. También aplicó estas herramientas al proceso de manufactura de producción en línea, pero también este método es posible aprovecharlo para aplicarlo en el mantenimiento en una planta, reduciendo los tiempos de intervención para actividades de ejecución, aumentando de esta manera la disponibilidad y confiabilidad de los activos, (Olarate, 2010).

Shingeo refuerza todos los procesos basándose en las herramientas de Ingeniería Industrial tales como: Ingeniería de Métodos, Medición y estudio del trabajo, para obtener el máximo provecho y reducir los tiempos fuera de servicio de las máquinas.

Por otra parte, considerándose en la tercera generación, en 1992 nació en Inglaterra el concepto gestión de activos (asset management), lo cual dio lugar al establecimiento de grandes y eficientes empresas. Incluyendo estudios que han permitido ver con claridad que toda la actividad existente en el universo sea natural o humana; forma un sistema y éste debe ser administrado como la naturaleza lo hace en forma

ecológica, a este estudio se incorpora el mantenimiento como parte del activo para gestionar su vida útil. Con esto el pensamiento moderno de la gestión de activos llega a la gestión ecológica de sistemas, considerándose este aspecto dentro de la seguridad, salud humana y ambiental. tema de actualidad, que ha despertado mayor interés (Santini, 2019).

Alrededor del año 2000 surge el concepto de mantenimiento predictivo, que son las acciones de mantenimiento, basadas en las condiciones de un equipo; para prevenir la ocurrencia de fallas. La forma planificada requiere de una programación periódica, teniendo en cuenta las recomendaciones técnicas del fabricante y el histórico de fallas de los equipos (Olarte, 2010).

El mantenimiento predictivo se describe mejor como un proceso que requiere tanto de la tecnología como de las capacidades humanas, durante el uso de una combinación de todos los datos disponibles de diagnóstico y rendimiento, historial de mantenimiento, registros del operador y los datos de diseño para tomar decisiones oportunas sobre los requisitos de mantenimiento de los equipos críticos y maquinaria en general, en general se le puede considerar una continuación del RCM (Olarte, 2010).

La fábrica o cualquier otra empresa puede introducir como se está dando actualmente en otras áreas, el concepto de tecnología 4.0 y aplicarlo también al mantenimiento, aprovechando la era digital en el campo industrial, para gestionarlo como parte de la cadena de valor de los activos, realizando tareas entre otras tales como, registrar funcionamiento en tiempo real de los equipos (Big Data), predecir y simular perfiles de vida a componentes o sistemas, pronosticar fallas basadas en la condición, coordinar trabajos conjuntos con producción y operación, crear nuevos roles para el personal en la interacción hombre-máquina-planta, y calcular continuamente los indicadores (KPI'S) para mejorar la productividad (Santini, 2019).

Como una evolución de la planificación periódica de las actividades de mantenimiento, se está incorporando el concepto de mejoramiento de los equipos (rediseño), con el propósito de evitar que se produzcan fallas, aprovechando el conocimiento de los operarios e ingenieros en posición de usuarios. Como resultado nace un plan de mantenimiento relacionado con mejoras incrementales (Mulder, 2016), sin embargo esta opción se coloca cuando las fallas son recurrentes en un periodo corto de tiempo, se realiza en los niveles más altos del mantenimiento y con personal multidisciplinario y especialista que si tengan las fábricas; es aplicable cuando la organización ya tuvo experiencia e implantó todos los métodos de mantenimiento anteriormente descritos.

4. OBJETIVOS ESTRATÉGICOS DEL MANTENIMIENTO APLICADO A LA INDUSTRIA TEXTIL Y MÉTODOS DE MEJORA

La tarea de mantenimiento es compleja, toda organización y los involucrados deberán tomarla en cuenta y prestarle la atención que requiere, si desean obtener resultados satisfactorios; por lo tanto. Una buena programación del mantenimiento, aplicada a una industria textil, debería cumplir los siguientes objetivos estratégicos:

- A. Elaboración de productos de alta calidad y a bajo costo.
- B. Satisfacción de los clientes con respecto a la entrega del producto en el tiempo acordado o sin retrasos.
- C. Reducción de los riesgos de trabajo ocasionados por el mal estado de las máquinas.
- D. Disminución de costos provocados por paradas del proceso de producción cuando se presentan reparaciones imprevistas.
- E. Detección de fallas producidas por el desgaste de piezas permitiendo una adecuada programación para reparación.
- F. Evita los daños irreparables en las máquinas y con esto alarga la vida útil del activo.
- G. Facilita la elaboración del presupuesto acorde con a las necesidades de la empresa.

Una gestión efectiva del mantenimiento supone, una de las actividades a las que se le debe de dar importancia en las empresas con activos físicos. Por ello es lógico pensar que los esfuerzos deben orientarse a optimizar su funcionamiento y mejorar la productividad, involucrando para tal fin a todos los recursos humanos, técnicos, económicos y materiales (Nahmias, 2007).

En el análisis para la adecuada gestión del mantenimiento, se deberían tener en cuenta los pasos que se realizan para obtener los objetivos estratégicos tales como:

- A. Registrar y analizar el estado actual del mantenimiento en la fábrica.

- B. Establecer Variables para medir el desempeño de la fábrica (KPI'S).
- C. Basado en los resultados, realizar comparaciones con métodos establecidos.
- D. desarrollar un método de mantenimiento involucrando todos sus recursos y lograr su implementación acorde a la naturaleza y problemática que presenta la planta.
- E. Continuar los estudios de mantenimiento, registrando con software de esta actividad para continuar analizando el mantenimiento en un ciclo de mejora continua.

Las mejoras necesarias que se podrían implementar tomando como partida el método de mantenimiento actual utilizado en la fábrica de tejido, son:

- A. Aumentar el número de técnicos, con el fin de cubrir las deficiencias en las distintas disciplinas del conocimiento (electrónicos, informáticos etc.) y acorde a las áreas a implementar o al nivel que se desee llevar a esta función logística de mantenimiento.
- B. Motivar al personal de la fábrica incentivándolos y proporcionándoles mejores instalaciones de servicios ya que se observan que los alojamientos actuales son deficientes, con equidad en los turnos y rotación de puestos en la medida de lo posible.
- C. Adquirir y proporcionar mejor equipo y adecuadas herramientas de trabajo, acorde a los nuevos métodos de mantenimiento que se implementen.
- D. Mejorar el sistema de abastecimiento de refacciones.
- E. Capacitación continua multidisciplinar.

Estas propuestas a implementar en la planta de tejido son las más importantes, pero no deberán olvidarse una vez implementadas, por el contrario, deberán tenerse en consideración en todas las fases de un ciclo de mejora continua (planear-hacer-verificar-actuar) que propuso Edwards Deming (Nahmias, 2007).

Por todo lo anterior se infiere que, las metodologías vistas persiguen básicamente los siguientes objetivos y también es el caso de la fábrica de tejido.

- A. Obtener el máximo de rentabilidad o aumentar la productividad.
- B. Disminuir fallas y defectos en los productos (calidad).
- C. Seguridad y salud en sus diversos aspectos.

Actualmente no es sencillo implementar alguna mejora en cuanto a mantenimiento, las empresas han evolucionado lentamente conforme a la disponibilidad de sus recursos, y siguen funcionando pensando que el preventivo es mejor, pero a veces, ni el preventivo se lleva a su entera satisfacción, por lo que se ignora esta nueva área de desarrollo que promete dar mucho a cambio de poco.

Lo anterior es solo una breve descripción de lo que es la evolución del mantenimiento en el marco de la ingeniería industrial, se trata de hacer una comparativa con la situación que existe en varias organizaciones, poniendo de manifiesto algunas soluciones en una de las áreas hasta hoy más descuidadas, la de mantenimiento.

5. CONCLUSIONES

Con base en lo escrito, es posible concluir que en especial en todo tipo de industrias o edificios con activos físicos, y en particular aplicado a industrias textiles:

- A. El mantenimiento es un factor vital que influye en la productividad.
- B. La organización del mantenimiento en este caso particular, requiere ser reestructurado, implantando las mejoras necesarias, como las citadas.
- C. El conocimiento en las diversas disciplinas es determinante en el mantenimiento.
- D. En cualquier organización se deberán registrar el estado de funcionamiento, mantenimiento y producción en tiempo real, para poder establecer índices y diseñar programas que aumenten la productividad.
- E. El mantenimiento debe ser atacado por todos los niveles de la fábrica y desde los estudios de factibilidad de cualquier proyecto a implementar.

- F. Existe interés por este tema a nivel mundial, en sus diversos enfoques; siendo complejo por naturaleza, por tal motivo, su evolución ha sido lenta.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cárcel, F. J.** (2014). *La Gestión del conocimiento en la ingeniería del mantenimiento Industrial*. Valencia, España: UPV.
- Garrido, S. G.** (2014). *Manual práctico para la gestión eficaz del mantenimiento industrial*. Madrid, España: RENOVETEC.
- Mulder, W.** (2016). Maintenance Ingeeniering. *University, Twente*, pp.5-13.
- Nahmias, S.** (2007). *Análisis de la producción y las operaciones*. Cd. de México: Mc Graw Hill.
- Olarte, W.** (2010). Importancia del mantenimiento industrial dentro de los procesos de producción. *Scientia et Technica*, pp. 354-356.
- Rojas, A. J.** (2008). Modelo de productividad de David Sumant aplicado a una empresa del sector de maquinaria no eléctrica. *Academia y Desarrollo*, pp. 81-87.
- Santini, F.** (2019). Las nuevas fronteras de la función mantenimiento. *Mantenimiento*, pp. 6-13.
- Tavares, L. A.** (2014). *Administración Moderna del Mantenimiento*. Pereira, Brasil: Novo Polo publicacioes.