

## Una polémica trascendental sobre el mantenimiento Preventivo y Predictivo

GARCÍA-CÓRDOBA, Mario\*†

*Universidad Tecnológica de León. Blvd. Universidad Tecnológica 225, Universidad Tecnológica, San Carlos la Roncha, • 37670 León, Gto*

Recibido Abril 13 2017; Aceptado Junio 16, 2017

### Resumen

El crecimiento de la tecnología en todas las actividades humanas, ha dado lugar que en el mantenimiento, se han desarrollado, muchas metodologías y teorías filosóficas. Para ingenieros y técnicos, éste es un problema, porque ha surgido una polémica entre ellos, sobre: ¿Qué que debe de ser aplicado primero, el mantenimiento preventivo o el mantenimiento predictivo? Esto se parece a la antigua pregunta: ¿Qué fue primero el huevo o la gallina? Para responder esto, es necesario hacer una revisión del “corpus” del conocimiento sistémico de la mencionada materia. En los últimos 50 años muchos autores investigaron, no solo la eficiencia de las máquinas, sino la conducta humana aplicada en el trabajo y las condiciones y efectos ambientales de este. Desarrollando los solamente sobre la eficiencia de las máquinas, sino, la siguientes: RCM (Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad), TPM (Mantenimiento Productivo Total), Reconstrucción de máquinas, Mantenimiento Kantiano, Mantenimiento Terotecnológico, Normas J011 y J012, Mantenimientos preventivo y predictivo, etc. Varias combinaciones y mezclas de estas áreas resultaron en el CMD (Confiabilidad Mantenibilidad disponibilidad. Punta de lanza del mantenimiento del futuro.

**RCM, TPM, confiabilidad mantenibilidad, disponibilidad**

### Abstract

The growth of technology in all human activities, in maintenance has been developments many methodologies and philosophy's theories. For engineers and technicians this is a problem because appeared a polemic enter into, about: What shall be applied first preventive or predictive maintenance? This like to the ancient question: What was first, the egg or the chicken? For response that question, is necessary to do a review knowledge's corpus systemic to mentioned matter. In the last 50 years many authors researched, not only the machine's efficiency but human behaviors applied in work shop situations and environment, development the followings, RCM (Reliability centered maintenance), TPM (Total Productive Maintenance), Overhaul, Kant maintenance Terotecnologic maintenance, J011 & J012 Norms, Preventive & predictive maintenance, etc. Several combinations mix of this areas outcome in the CMD (Confiabilidad Mantenibilidad disponibilidad) Spear's sharp point of the future maintenance.

**RCM, TPM, trust, availability, maintance**

**Citación:** GARCÍA-CÓRDOBA, Mario. Una polémica trascendental sobre el mantenimiento Preventivo y Predictivo. Revista de Investigaciones Sociales. 2017, 3-8: 1-11

\*Correspondencia al Autor (Correo electrónico: magarcia@utleon.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

En la actualidad, debido al gran avance de la tecnología han surgido teorías que enfocan el mantenimiento desde diversas metodologías, dando como resultado que muchos supervisores, técnicos, maestros o teóricos de la especialidad, confunden el orden de aplicación del mantenimiento preventivo con el predictivo.

## Justificación

Para aclarar esta confusión, es necesario partir de las bases conceptuales del mantenimiento y de cómo está ordenado el “corpus del conocimiento de la mantenibilidad”, estudiando lo que afirman los diferentes autores de las corrientes modernas de este.

## Problema

¿Qué se desarrolla primero, el mantenimiento preventivo y luego el predictivo? o. ¿El mantenimiento predictivo y luego el preventivo? Esto a primera vista, es cómo la pregunta ¿Qué fue primero, el huevo o la gallina? Hoy en día, hay quienes piensan, que para dar mantenimiento preventivo, se tuvo que partir de un diagnóstico o análisis del estado de las partes o el funcionamiento de un equipo, posterior a esto, se realiza el mantenimiento preventivo, luego concluyen de una manera muy a priori que el mantenimiento predictivo es antes que el preventivo.

## Hipótesis

Para aplicar el mantenimiento predictivo, debe antes, hacerse el mantenimiento preventivo de los equipos, máquinas o sistemas de producción. Y no a la inversa.

## Objetivos específicos

- Demostrar el orden correcto de aplicación sobre el mantenimiento preventivo y predictivo.
- Revisar el desarrollo de las metodologías y teorías filosóficas sobre el mantenimiento, surgidas en el mundo industrial en los últimos 50 años.
- Concluir que el mantenimiento hacia el future, es la Confiabilidad, Mantenibilidad, Disponibilidad.

## Marco Teórico

En lo que respecta al mantenimiento correctivo todos están de acuerdo que es el primer tipo que se aplicó históricamente. Uno de los primeros autores que identifica al mantenimiento con el servicio que prestan los equipos y no solo con su estado de funcionamiento es Dounce (2), Él nos da las siguientes definiciones de mantenimiento (págs. # 43 a la 51);

- Mantenimiento Correctivo, es la actividad humana desarrollada en los recursos físicos de una empresa, cuando a consecuencia de una falla han dejado de proporcionar la calidad de servicio esperado y se tiene que actuar inmediatamente a fin de que no se produzcan pérdidas.
- Mantenimiento Preventivo, es la actividad humana desarrollada en los recursos físicos de una empresa con el fin de garantizar que la calidad del servicio que éstos proporcionan, continúe dentro de los límites establecidos.
- Mantenimiento Predictivo, es un sistema permanente de diagnóstico que permite detectar con anticipación la posible pérdida de calidad del servicio que esté entregando un equipo.

- Mantenimiento periódico, como su nombre lo indica, es de atención periódica, rutinaria, con el fin de aplicar los trabajos después de determinadas horas de funcionamiento del equipo, en que se le hacen pruebas y se cambian algunas partes por término de vida útil o fuera de especificación.

- Mantenimiento Analítico, este tipo de mantenimiento se basa en un análisis profundo de la información proporcionada por captadores y sensores dispuestos en los sitios más convenientes de los recursos vitales e importantes de la empresa.

- Mantenimiento Progresivo, este tipo consiste en atender al recurso por partes, progresando en su atención cada vez que se tiene oportunidad de contar con un tiempo ocioso de éste, es necesario hacer una rutina de mantenimiento del equipo en cuestión.

- Mantenimiento Técnico, es una combinación de los criterios establecidos para el mantenimiento periódico y para el progresivo.

Como se puede constatar, son siete definiciones o categorías y Él pone al predictivo desarrollado tiempo después del preventivo. Otro autor que también pone en varias partes de su libro al Predictivo como un avance tecnológico posterior al preventivo, es Mora (4) Él divide al mantenimiento en tres etapas (pág. # 13) o sea: El enfoque hacia las acciones de mantenimiento, etapas I y II. Durante la etapa I Aparecen los instrumentos de mantenimiento y se llevan las primeras acciones de mantenimiento, que son de índole correctiva y que procuran corregir la falla o parada imprevista en forma prioritaria. La etapa II permite distinguir entre las acciones correctivas, modificativas, preventivas y predictivas. Las dos primeras son posteriores a la falla es previa al estado de no funcionalidad del equipo.

En este autor, claramente se aprecia la dicotomía entre correctivo, preventivo y su avance científico al predictivo. Tavares (10) ciudadano Brasileño, consultor internacional en mantenimiento, embajador vitalicio del Comité Panamericano de Ingeniería de Mantenimiento o COPIMAN de la que fue presidente de 1993 a 2004 (6) (de Quien tuvo la fortuna de recibir un curso sobre mantenimiento en el año 2006 en la ciudad de México) que en nuestro país, en la primera década de este siglo, ha marcado una honda huella con sus escritos en revistas especializadas, libro acerca del tema y los numerosos cursos sobre mantenimiento, dados en diversos foros, nos ha hecho reflexionar sobre la influencia de las actividades de los mantenedores que tienen sobre el retorno sobre la inversión (ROI) es la razón financiera por excelencia que compara el beneficio o la utilidad obtenida en relación a la inversión y como este influye tan profundamente en la sobrevivencia y competitividad de las empresas en su contexto industrial. En el capítulo 4.8 Página # 86 (10) nos dice lo siguiente; Los estudios relativos a la confiabilidad vienen recibiendo, en los últimos años, la atención de especialistas en diversos ramos de empresas, particularmente ligados al área de mantenimiento. Muchos son los trabajos desarrollados y en actual desarrollo, buscando la aplicación del llamado “Mantenimiento predictivo” o “Mantenimiento previsorio”, o “Control predictivo del mantenimiento”, que tiene como objetivo, ejecutar el mantenimiento preventivo en equipos en el momento exacto, en que estos interfieren en la confiabilidad del sistema. Como se puede constatar también en este libro, se considera que el mantenimiento evolucionó y ahora una rama es la del Mantenimiento Predictivo que va después del preventivo tradicional y en un nivel superior. Años después Tavares, enuncia un nuevo enfoque del mantenimiento (pág. #36) llamado mantenimiento Proactivo donde considera que se ha llegado al punto en que los mantenedores no sólo se conforman con hacer un levantamiento del número de equipos, su importancia en el proceso, documentar las órdenes de trabajo y el registro o historial de reparaciones de los activos, definiéndolo como sigue:

El mantenimiento Proactivo es la investigación de las causas raíces que llevan al fallo, para aumentar la fiabilidad a través de la reingeniería de los activos, y la reducción de la gestión del mantenimiento a través de la reingeniería de activos, los métodos, procesos y sistemas a su alcance. El desarrollo histórico del mantenimiento en América y Japón. En mi opinión el mantenimiento se mantuvo estático como disciplina teórica, sólo desarrollándose técnicamente en la parte de los equipos, componentes, materiales y sistemas de fabricación, desde principios de siglo hasta la década de los años 70's, pues se consideraba que sólo existía el llamado correctivo, preventivo y preventivo programable, ver a Neuwrough (8) páginas # 73 a 78. Es a partir de dicha década que el mantenimiento evoluciona en la forma de aplicarlo con las teorías de Nakajima (7) reflejadas en numerosos artículos y en un libro (año 1975) en este expone una forma diferente de hacerlo, cambiando el concepto prevaleciente de los involucrados en la Función de Producción: -

Yo produzco, tú reparas. Al del mantenimiento autónomo, de: - Yo obrero de la línea soy responsable de mi equipo por lo cual lo limpio y hago pequeños ajustes o reparaciones. Y agregándole en lo concerniente a la gestión las prácticas de la Calidad Total introducidas por el Doctor Deming al Japón y complementadas por las vigentes en dicho país. El pero, de este sistema: Aquellos que hemos tenido la oportunidad de implementar algunos de los "7 pilares" del TPM, sabemos que son efectivos pero difíciles de llevar a la práctica, no por el concepto teórico que pueden significar, sino por el gran esfuerzo humano que tienen que ser encaminado y dirigido a una sola meta final. Se puede apreciar claramente que el TPM divide al mantenimiento en dos partes: Mantenimiento preventivo y Mantenimiento predictivo.

Otro autor que nos amplía esta visión del TPM, es: Cuatrecasas (1), en la Pág. # 166 Apartado b). Nos dice que: Mantenimiento basado en condiciones (CBM) Para hacer una planta más competitiva, es más eficiente la gestión basada en el Mantenimiento predictivo o mantenimiento basado en condiciones CBM (Condition Based maintenance) Que el mantenimiento periódico TBM siempre que se den las condiciones para poder hacerlo. El Mantenimiento Predictivo se basa en la utilización de equipos de diagnóstico y modernas técnicas de procesamiento de señales que evalúan las condiciones del equipo durante la operación y determinan cuando se precisa mantenimiento. Si Tavares pone el énfasis que debe tener el ROI (Return of investment) o Retorno sobre la inversión como la meta final de todo Proyecto de inversión, En otro libro en que se explora la parte financiera del mantenimiento los autores Masaji T., y Fumio (5) en la pági. #46 explican que; Mantenimiento preventivo.

Mantenimiento de rutina: mantener las condiciones básicas del equipo y reemplazar las piezas deterioradas. Mantenimiento periódico: inspeccionar periódicamente el equipo y restaurar las piezas defectuosas. Mantenimiento predictivo: Corregir el deterioro del equipo mediante la monitorización de condiciones y diagnósticos. Continuando con la evolución de las filosofías del MTTO.

Otro autor de un libro que explica claramente la diferencia entre mantenimiento preventivo y predictivo, es: García Garrido (3) en "La contratación del mantenimiento industrial", editorial Diaz de Santos, España 2010 Escribe en el Capítulo 4, página #31 ¿Qué es el mantenimiento sistemático? (Mantenimiento preventivo). Es el grupo de tareas de mantenimiento que se realizan sobre un equipo o instalación siguiendo un programa establecido, según el tiempo de trabajo, la cantidad producida, los kilómetros recorridos, de acuerdo con una periodicidad fija o siguiendo algún otro tipo de ciclo que se repite de forma periódica.

Este grupo de tareas se lleva a cabo sin importar cuál es la condición del equipo. Y en la Página # 67. El mantenimiento sistemático frente a las técnicas predictivas. El mantenimiento predictivo es un tipo de mantenimiento que relaciona una variable física con el desgaste o estado de una máquina. El mantenimiento predictivo se basa en la medición, seguimiento y monitoreo de parámetros y condiciones operativas de un equipo o instalación. A tal efecto se definen y gestionan valores de pre- alarma y de actuación de todos aquellos parámetros que se considera necesario medir y gestionar. Continuando en la Página # 68. Las técnicas predictivas que habitualmente se contratan con empresas especializadas son las siguientes.

- Análisis de vibraciones.
- Boroscopia.
- Termografía.
- Análisis de aceites. De la disciplina reciente de la Tribología.
- Control de espesores en equipos estáticos.
- Inspección por ultrasonido.

La derivación del mantenimiento preventivo a escuelas de pensamiento del mantenimiento global, o también llamadas filosofías del mantenimiento. RCM o Reliability Centered Maintenance, (Mantenimiento Centrado en Fiabilidad o Confiabilidad) es una técnica más dentro de las posibles para elaborar un plan de mantenimiento Fue documentado por primera vez en un reporte escrito por F.S. Nowlan y H.F. Heap y publicado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos de América en 1978. Inicialmente fue desarrollada para el sector de aviación, donde los altos costos derivados de la sustitución sistemática de piezas amenazaba la rentabilidad de las compañías aéreas.

En poco tiempo al comprobarse su efectividad y excelentes resultados, fue replicada en el campo industrial, generalizándose su uso y aplicación en las fábricas industriales, presentando algunas ventajas importantes sobre otras técnicas. Desde entonces, el RCM ha sido usado para ayudar a formular estrategias de gestión de activos físicos en prácticamente todas las áreas de la actividad humana organizada, y en prácticamente todos los países industrializados del mundo. Evolucionando su metodología hasta convertirse en la Filosofía del RCM.

El enfoque sistémico kantiano plantea la posibilidad de estudiar y entender cualquier fenómeno, dado que define que un sistema, está compuesto básicamente por tres elementos: personas, artefactos y entorno. Se fundamenta en las concepciones de Espacio y tiempo.

Muchas de estas filosofías y documentos conservan los elementos clave del proceso original. No obstante que el uso extendido del nombre de estas filosofías ha llevado al surgimiento de un gran número de metodologías de análisis de fallos, diferentes al auténtico RCM pero que sus autores también llaman “RCM”. Por citar algunas de ellas la norma que establecen unos criterios mínimos para que un proceso de análisis de fallos pueda ser llamado “RCM” que surgieron, una en 1999, la: SAE JA 1011 y en el año 2002 la norma SAE JA 1012. Y que de inmediato los diferentes teóricos las incorporaron al RCM. Por último el mantenimiento Terotecnológico. Filosofía desarrollada inicialmente en Inglaterra en los años 70 s por Dennis Parker. Proveniente del griego –tero que significa cuidado- tecno la técnica –logos ciencia, - implica el estudio y gestión de la vida de un activo, desde el principio hasta el final del mismo e implicando la gestión económica de los activos. Este concepto se puede aplicar a los productos en general, puesto que los productos finales de una empresa pueden ser, a veces, los activos de otra.

La Terotecnología implica en sistemas de mantenimiento industrial una combinación de la gestión, finanzas, ingeniería, y otras prácticas aplicadas a los activos físicos, tales como instalaciones, maquinaria, equipos, edificios y estructuras en la búsqueda de los costos económicos del ciclo de vida.

### Metodología de Investigación

- Investigación documental del estado del arte del Mantenimiento.
- Investigación de campo en la empresa NORAMEX, para ver de cerca el grado máximo del mantenimiento llamado OVERHAUL.

### Tipo de Investigación

#### Documental y de campo

Dounce en su libro “La productividad en el mantenimiento industrial”. Haciendo una clasificación sobre el mantenimiento, pone en el lugar más alto (Quinto nivel) el Mantenimiento OVERHAUL. Indicando claramente que el quinto nivel es el grado máximo de mantenimiento a que puede someterse un equipo. Dicho mantenimiento, es ejecutado generalmente por el fabricante del equipo en sus propios talleres, los cuales pueden hacer cualquier tipo de reparación, reconstrucción o modificación. Labor que dependiendo del equipo, del tiempo transcurrido en funcionamiento, y que a pesar de practicarse los trabajos adecuados en los otro cuatro niveles de preservación, es necesario realizar en la mayor cantidad de sus partes, haciéndole una rehabilitación total o un overhauling, según la expresión estadounidense. La organización más grande del centro de nuestro país (Querétaro, San Luis Potosí, Jalisco y Guanajuato) Donde se realiza dicho mantenimiento es la planta NORAMEX, en León.

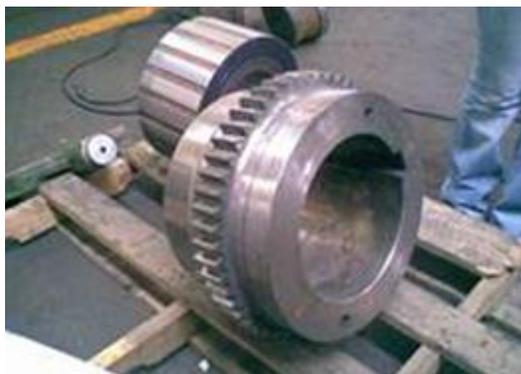
Cabe destacar que dicha planta tiene varias máquinas de CNC en las líneas de producción y una fundición de bronce donde fabrican sus propios bujes para las reparaciones. A continuación se transcribe parte de la publicidad de la fábrica (aclarando que es una planta multinacional) y algunas fotografías tomadas durante la investigación de campo en sus instalaciones. (Dice su publicidad: “Nuestros clientes van desde compañías multinacionales, quienes son líderes en sus áreas respectivas hasta pequeños empresarios emprendedores quienes dependen de KTM / Noramex para todos sus apoyos técnicos y asesorías”. Para poder proveer equipos remanufacturados de la más alta calidad, KTM / Noramex tiene en inventario de millones de dólares en partes y refacciones, esto a la vez nos permite atender las necesidades de los clientes desde un equipo hasta la instalación completa de una línea de producción. Solamente utilizamos componentes y partes de origen Estadounidense y europeo en nuestros procesos de remanufactura de equipos para mantener las especificaciones de uso rudo y calidad de los equipos).



**Figura 1** Área de ensamble y pruebas finales, nave #1



**Figura 2** Área de repuestos usados de cámaras de mezcla, nave #1



**Figura 4** Relleno y reparación de camisas de acero con soldadura, donde se ensamblan los bujes de bronce. Nave #1



**Figura 5** Soldando las camisas de la fotografía anterior. Nave #1



**Figura 6** Cámara de pistón montada en la Mandrinadora en Nave # 2



**Figura 7** Rodillo Montado en torno de 7 metros de bancada con la operación de remaquinado de los extremos, Nave #3



**Figura 8** Camisa de acero montada en Torno vertical en nave #3



**Figura 9** Rodillo después de rellenado con soldadura y antes de ser remaquinado, Nave #3



**Figura 10** Balero de rodillos, de 60 centímetros de diámetro antes de ser instalado en su alojamiento, en el reductor de velocidad, área de ensamble nave #1



**Figura 11** Rodillos remanufacturados antes de ser enviados al Canadá para su ensamble final en un banbury por dos técnico de NORAMEX. Área de ensamble Nave #1



**Figura 12** Anillos de bronce bipartidos para los rodillos remanufacturados Nave #1



**Figura 13** Prensa para vulcanizar hule que funciona con vapor de una caldera, área de ensamble nave #1



**Figura 14** Molino al que se le aplicó el Overhaul completo, con su reductor de velocidad y su motor eléctrico de 200 HP. En nave #1

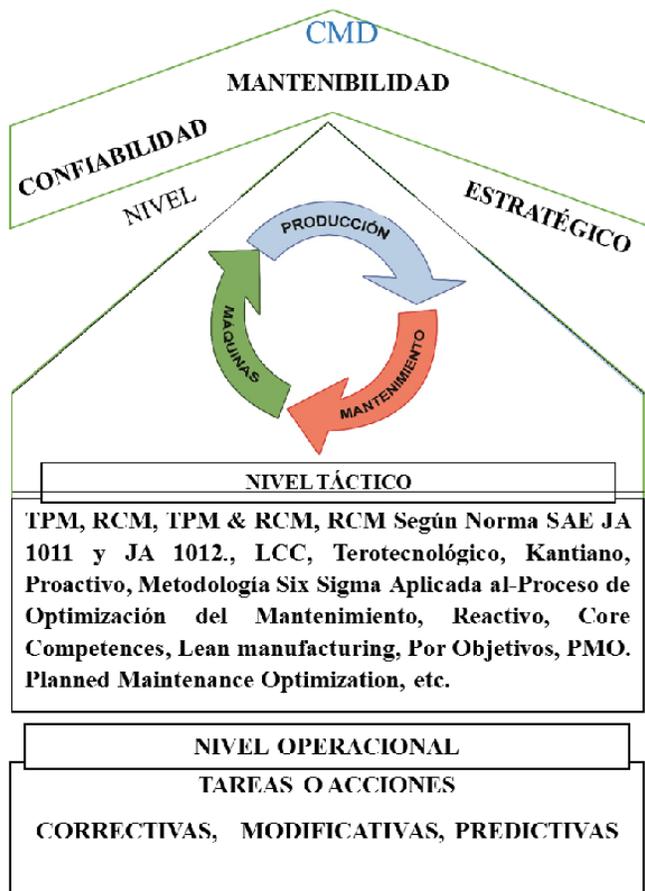
Otro autor de un libro que explica claramente la diferencia entre mantenimiento preventivo y predictivo, es: García Garrido (3) en “La contratación del mantenimiento industrial”, editorial Diaz de Santos, España 2010. Escribe en el Capítulo 4, página #31 ¿Qué es el mantenimiento sistemático? (Mantenimiento preventivo). Es el grupo de tareas de mantenimiento que se realizan sobre un equipo o instalación siguiendo un programa establecido, según el tiempo de trabajo, la cantidad producida, los kilómetros recorridos, de acuerdo con una periodicidad fija o siguiendo algún otro tipo de ciclo que se repite de forma periódica. Este grupo de tareas se lleva a cabo sin importar cuál es la condición del equipo. Y en la Página # 67. El mantenimiento sistemático frente a las técnicas predictivas.

El mantenimiento predictivo es un tipo de mantenimiento que relaciona una variable física con el desgaste o estado de una máquina. El mantenimiento predictivo se basa en la medición, seguimiento y monitoreo de parámetros y condiciones operativas de un equipo o instalación. A tal efecto se definen y gestionan valores de pre-alarma y de actuación de todos aquellos parámetros que se considera necesario medir y gestionar. Continuando en la Página # 68. Las técnicas predictivas que habitualmente se contratan con empresas especializadas son las siguientes. Análisis de vibraciones. Boroscopia. Termografía. Análisis de aceites. De la disciplina reciente de la Tribología. Control de espesores en equipos estáticos. Inspección por ultrasonido. La derivación del mantenimiento preventivo a escuelas de pensamiento del mantenimiento global, o también llamadas filosofías del mantenimiento. RCM o Reliability Centered Maintenance, (Mantenimiento Centrado en Fiabilidad o Confiabilidad) es una técnica más dentro de las posibles para elaborar un plan de mantenimiento Fue documentado por primera vez en un reporte escrito por F.S. Nowlan y H.F. Heap y publicado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos de América en 1978. Inicialmente fue desarrollada para el sector de aviación, donde los altos costos derivados de la sustitución sistemática de piezas amenazaba la rentabilidad de las compañías aéreas. En poco tiempo al comprobarse su efectividad y excelentes resultados, fue replicada en el campo industrial, generalizándose su uso y aplicación en las fábricas industriales, presentando algunas ventajas importantes sobre otras técnicas. Desde entonces, el RCM ha sido usado para ayudar a formular estrategias de gestión de activos físicos en prácticamente todas las áreas de la actividad humana organizada, y en prácticamente todos los países industrializados del mundo. Evolucionando su metodología hasta convertirse en la Filosofía del RCM.

El enfoque sistémico kantiano plantea la posibilidad de estudiar y entender cualquier fenómeno, dado que define que un sistema, está compuesto básicamente por tres elementos: personas, artefactos y entorno. Se fundamenta en las concepciones de Espacio y tiempo. Muchas de estas filosofías y documentos conservan los elementos clave del proceso original. No obstante que el uso extendido del nombre de estas filosofías ha llevado al surgimiento de un gran número de metodologías de análisis de fallos, diferentes al auténtico RCM pero que sus autores también llaman “RCM”. Por citar algunas de ellas las norma que establecen unos criterios mínimos para que un proceso de análisis de fallos pueda ser llamado “RCM” que surgieron, una en 1999, la: SAE JA 1011 y en el año 2002 la norma SAE JA 1012. Y que de inmediato los diferentes teóricos las incorporaron al RCM. Por último el mantenimiento Terotecnológico. Filosofía desarrollada inicialmente en Inglaterra en los años 70 s por Dennis Parker. Proveniente del griego –tero que significa cuidado-tecno la técnica –logos ciencia, - implica el estudio y gestión de la vida de un activo, desde el principio hasta el final del mismo e implicando la gestión económica de los activos. Este concepto se puede aplicar a los productos en general, puesto que los productos finales de una empresa pueden ser, a veces, los activos de otra. La Terotecnología implica en sistemas de mantenimiento industrial una combinación de la gestión, finanzas, ingeniería, y otras prácticas aplicadas a los activos físicos, tales como instalaciones, maquinaria, equipos, edificios y estructuras en la búsqueda de los costos económicos del ciclo de vida.

## Resultado

Después de realizar una revisión exhaustiva de las corrientes modernas del Mantenimiento y sus autores, se llegó a la conclusión de que ninguno se ha percatado de que la Confiabilidad Mantenibilidad y Disponibilidad (CMD). Ocupa un lugar en continua evolución, que es punta de lanza de esta disciplina. (Ver la figura 15).



**Figura 15** Punta de lanza del Mantenimiento ocupada por la CMD. (Elaboración Propia)

## Conclusiones

La evolución y avance tecnológico industrial ha hecho que se desarrollen nuevas técnicas, metodologías o filosofías en el campo del mantenimiento cuyo alcance no solo se limita a mantener los equipos y sistemas en funcionamiento, sino que hoy en día abre los siguientes campos del conocimiento.

1. La Fiabilidad de los equipos para que a lo largo de su ciclo de vida cumplan con la función para la que fueron diseñados y entreguen la calidad del servicio esperado.

2. El desarrollo y la mejora continua del Mantenimiento Predictivo, que es una Metodología muy aparte del mantenimiento preventivo como lo conocimos en el pasado. Y que es el complemento ideal para realizar el Mantenimiento basado en condiciones (CBM).
3. El trabajo en equipos multidisciplinario. involucrando a la totalidad del personal de la organización en el mantenimiento: TPM, RCM, KANTIANO, TEROTECNOLÓGICO, y Optimizado.
4. La Dirección de operaciones financieras optimizando el mantenimiento, para mejorar El Retorno sobre la inversión (ROI) de los presupuestos específicos del mantenimiento, para los LCC (Life Cycle & Cost)
5. La Administración del mantenimiento como La Gestión sistémica del Mantenimiento.
6. CMD - (Confiabilidad Mantenibilidad Disponibilidad)

## Referencias

- CUATRECASAS A. L., “TPM”, Editorial Gestión 2000, España 2000.
- Dounce V. E., «La productividad en el mantenimiento industrial», Editorial CECSA, México 1998.
- García Garrido, “La contratación del mantenimiento industrial”, editorial Diaz de Santos, España 2010
- Mora, “Mantenimiento”, Editorial Alfaomega, México 2009.
- Masaji T, y Fumio G., “Programa para el desarrollo del mantenimiento autónomo”, editorial TGP Hoshin, Madrid 2010.

Mantenimiento productivo, Revista año 14, #79, feb/mar 2013, México.

Neuwrough E. T., “Administración de mantenimiento industrial”, Editorial DIANA, México 1978.

Nakjima S., “Programa de desarrollo del TPM”, Editorial Tecnologías de Gerencia y Producción, España, 1992.

[Senseilean.blogspot.com/2012/08/tpm-seiichi-nakajima.html](http://Senseilean.blogspot.com/2012/08/tpm-seiichi-nakajima.html). (Última consulta 10-08-2016).

Tavares L., “Administración Moderna de Mantenimiento”, editada por Novo Polo Publicações de Brasil 2000.

[www.slideshare.net/jesussanval/mantenimiento-productivo-total](http://www.slideshare.net/jesussanval/mantenimiento-productivo-total). (Última consulta 10-08-2016)

[www.machinerylubrication.com/sp/copiman\\_ya\\_tiene\\_casa.asp](http://www.machinerylubrication.com/sp/copiman_ya_tiene_casa.asp) ¡COPIMAN ya tiene casa! - Machinery Lubrication,

Sensei Lean: TPM - Seiichi Nakajima [senseilean.blogspot.com/2012/08/tpm-seiichi-nakajima.html](http://senseilean.blogspot.com/2012/08/tpm-seiichi-nakajima.html) (Última consulta 13-06-2017)

Catálogo de Industrias Noramex León.

Paper No: 2766