

LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN EL ÁREA DEL MANTENIMIENTO Y SUS RESULTADOS. ESTUDIO DE CASOS.

Javier Vilarón Vázquez [»]
 Daniel Pineda Domínguez •
 Ernestina Yazmin Pérez Rodríguez [»]
 Instituto Politécnico Nacional - ESCA Santo Tomás

ABSTRACT

The role played by the industrial maintenance, on the industrial development, during several decades has been based on the activities machinery of conservation of, equipment and buildings; the companies contemplate it like generator of expenses, a badly necessary one, and not like an area of strategic opportunity. In this work a "study of cases" appears that contemplates evidences in which test that the maintenance activities are highly creative, that are developed innovation and generate high-priority own technology for the Mexican companies. In the presented/displayed cases one is how the machinery has been modified and the productive processes so that they are more efficient, less time in the processes is consumed, is avoided extended strikes of machinery and equipment and exists less wastes, improving the results or effectiveness of the companies. Thus, one concludes that the maintenance area collaborates so that the companies are more effective and competitive in their respective markets.

KEY WORDS: Maintenance, innovation, creativity, effectiveness.

RESUMEN

El papel que ha desempeñado el mantenimiento industrial a través del desarrollo industrial durante varias décadas se ha basado en las actividades de conservación de la maquinaria, equipos y edificios; las empresas lo contemplan como generador de gastos, e inclusive ven al mantenimiento como un mal necesario para la empresa y no como un área estratégica. En este trabajo se presenta un trabajo de "Estudio de casos" que contempla evidencias en las cuales se prueba que las actividades de mantenimiento son altamente creativas, que se desarrolla innovación y generan tecnología propia prioritaria en las empresas mexicanas. En los casos presentados se muestra cómo se ha modificado la maquinaria y los procesos productivos para que sean más eficientes, se consuma menos tiempo en los procesos, se evitan paros prologados de maquinaria y equipo y existan menos desperdicios. Con lo anterior se concluye que el área de mantenimiento colabora para que las empresas sean más efectivas y competitivas en sus respectivos mercados.

PALABRAS CLAVE: Mantenimiento, innovación, creatividad, efectividad.

[»] Maestro en Ciencias con especialidad en Administración de Negocios por la Escuela Superior de Comercio y Administración del Instituto Politécnico Nacional

• Doctor en Ciencias Administrativas por la Escuela Superior de Comercio y Administración del Instituto Politécnico Nacional.

[»] Estudiante PIFI del programa de la M. en C. con especialidad en Administración de Negocios por la Escuela Superior de Comercio y Administración del Instituto Politécnico Nacional.

INTRODUCCIÓN

Con la necesidad de producción en masa, especialmente desde la Revolución Industrial, las empresas se enfocaron más en la fabricación y cómo mantener los estándares de producción; entonces, el mantenimiento estaba destinado a las actividades de reparar el equipo.

En la actualidad se debe contemplar al área de mantenimiento como un algo estratégica para los negocios. En el presente trabajo se investiga la relación mantenimiento-innovación y cómo se integran dentro del proceso de fabricación para que estos sean más eficientes y ayuden a la efectividad de las empresas considerada esta como una dimensión de la productividad útil para su competitividad en el mundo globalizado.

Los cambios e innovaciones que se generan por la actividad en el mantenimiento, en su gran mayoría, no están documentados puesto que el personal del área lo realiza como parte de su tarea cotidiana, desaprovechando esos conocimientos y la oportunidad de hacer uso de ellos, así como obtener beneficios económicos si se patentaran y/o vendieran.

En este trabajo se muestra que la actividad del personal de mantenimiento a través de su labor y la cercanía con las máquinas, los equipos, los procesos, generan conocimientos técnicos que desarrollan destrezas y habilidades, gracias a la inventiva en la solución de problemas para mantener en operación a la maquinaria, estimulando su creatividad, generando innovaciones en los procesos y en la maquinaria o equipos, aunque sea en pequeña escala. Así, las innovaciones dan como resultado la generación de tecnología nueva, redundando en resultados económicos para la empresa y su personal, aumentando su competitividad. Todo esto se muestra con el estudio de campo de 20 casos, con ejemplos específicos, para lo cual se hace un análisis de los resultados técnicos y económicos producidos y estimados a partir de las innovaciones realizadas, que mejoran factores de competitividad para la empresa, llegando a establecerse un modelo de competitividad que resalta la función del mantenimiento.

MARCO DE REFERENCIA.

La década de los 80's del siglo pasado marca un cambio de orientación de las políticas y sistemas de producción industrial, pasando de estar centradas en el producto bajo una economía de escala a considerar el proceso como base de

una producción en una economía globalizada. El entorno industrial revela la profundidad y amplitud del cambio que se está desarrollando en la actualidad en todo el ámbito productivo y en todo tipo de industria, hasta el punto de que los centros modernos de producción son totalmente distintos de los convencionales, tanto en maquinaria como en instalaciones, métodos de organización y trabajo (Ferré, 1988) y en todo esto se involucran las actividades de mantenimientos porque algunas causas de fallas que se presentan en el área de producción por indisponibilidad de equipo para obtener los productos o servicios, debido, entre otros, a:

Falta de refacciones

Personal no capacitado

Distribución de planta inadecuada

Personal no disponible

Estado de las máquinas

Falta de información técnica de los equipos: manuales de operación y de mantenimiento, manual de partes de repuesto etc.

Servicios inadecuados: gas, energía eléctrica aire, etc.

Reparaciones repetitivas al mismo equipo

Falta de instrumentos de inspección, etc.

Braun (1998) plantea que mediante el desarrollo de un programa basado en inspecciones, es posible disminuir los paros por reemplazo de equipos desgastados, pero que ellas deben ser bien manejadas.

2. TIPOLOGÍA DEL MANTENIMIENTO

El mantenimiento comprende las actividades para poner en disponibilidad una obra, instalación técnica, equipos, maquinaria y dispositivos en un grado específico. Algunas definiciones dadas son:

Navarrete (1999) establece que el mantenimiento garantiza la fiabilidad, potencia y productividad de las instalaciones y el equipo.

El mantenimiento debe Incrementar la confiabilidad de la planta y las máquinas (Gaither, 2000.).

La conservación económicamente en condiciones adecuadas de funcionamiento de

los bienes físicos de una empresa, en forma eficaz, confiable y al menor costo posible (Espinoza, 1970).

Algunas otras involucran la calidad del servicio que se presta a la maquinaria (Dounce, 1997), la forma de conservarlas (Navarro 1997) y las tareas que se realizan para tal fin (Ramírez, 1998).

Los tipos de mantenimiento han ido desde el correctivo hasta el predictivo para llegar al mantenimiento total productivo (TPM por sus siglas en inglés).

Braun (1998) denomina al mantenimiento correctivo como aquellas actividades destinadas a corregir averías no previstas en primera instancia, pero también comprende correcciones del diseño del equipo, de la distribución de planta, y otras funciones principales, para obtener una seguridad de operación más eficiente, reconstrucciones y rehabilitaciones de maquinaria.

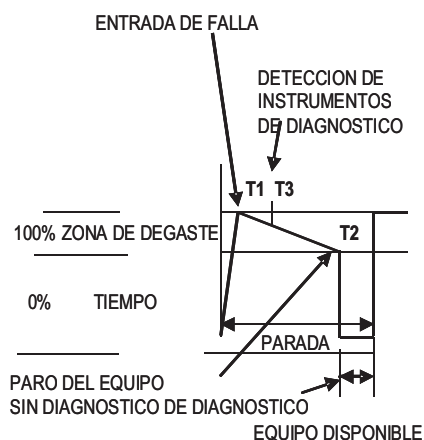
Navarrete (1999), por su lado, describe al mantenimiento preventivo como un conjunto de medidas de carácter técnico y organizativo, mediante las cuales se lleva a cabo el mantenimiento y la reparación de los equipos. Estas medidas son elaboradas previamente según el plan que asegura el trabajo constante de los equipos.

El mantenimiento predictivo consiste de un monitoreo permanente del grado de desgaste de un equipo, unidad o componente, para que con base en las mediciones efectuadas con distintos instrumentos, se pueda predecir el tiempo de funcionalidad que subsiste antes de un paro o avería inevitable. La suma de los resultados representa la base para una planeación de trabajos preventivos.

La planeación de las actividades se realiza a través de las prioridades del equipo (por su importancia para garantizar una producción sin interrupción), la suma de los desgastes, y sus tiempos aprovechables contra los recursos disponibles del mantenimiento. En la figura 1 se muestra una alternativa en la continuidad del servicio de la máquina y la reducción de costos de mantenimiento, se contempla un equipo trabajando al 100 %, sin embargo, al presentarse una falla y al carecer de instrumentos de diagnóstico (indicadores de temperatura, humedad, presión, calor, vibración etc.), la máquina se degradará afectando su funcionamiento hasta el paro total con las

inevitables pérdidas de producción. Por el contrario, al contar con instrumentos de diagnóstico, mantenimiento detectará a tiempo la falla evitando el paro total del equipo dándole continuidad al proceso productivo.

Figura 1. Importancia del instrumento de diagnóstico en mantenimiento



Fuente: Elaboración propia, teniendo como base: *Introducción al Mantenimiento Industrial*. Braun, W., 1998, México: Sistemas Integrados de Operación y Mantenimiento., p.p. 1-105

En la actualidad el mantenimiento está basado en las prácticas de un mantenimiento predictivo y preventivo, más que un mantenimiento correctivo, con las ventajas que otorgan entre las que se encuentran una mayor disponibilidad de equipo y reducción de costos (Braun 1998).

Finalmente, el Mantenimiento Total Productivo o TPM consiste en una combinación del mantenimiento predictivo y preventivo e involucra a todos los empleados de la organización desde el directivo hasta el operario ya que este último es el responsable de la conservación de su equipo. Los **factores clave para el éxito de un plan de mantenimiento productivo total involucran el compromiso e implicación de la dirección en la implantación del plan, creación de un sistema de información y el software necesario para su análisis y aprovechamiento óptimo de la administración de recursos, como inventario, servicios, etc.**

El TPM (Total Productive Maintenance) nace en los años 70, 20 años después del inicio del Mantenimiento Preventivo.

Las metas del mantenimiento productivo total que involucra las correcciones pretendidas en los otros tipos, son:

- Maximizar la eficacia de los equipos.

- Involucrar en el mismo a todas las personas y equipos que diseñan, usan o mantienen los equipos.

- Obtener un sistema de Mantenimiento Productivo para toda la vida del equipo.

- Involucrar a todos los empleados, desde los trabajadores a los directivos.

- Promover el mantenimiento productivo total mediante motivación de grupos activos en la empresa.

Los medidores fundamentales de la gestión del mantenimiento productivo total son:

- Disponibilidad: la fracción de tiempo en que los equipos están en condiciones de servicio.

- Eficacia: la fracción de tiempo en que su servicio resulta efectivo para la producción.

Los objetivos del mantenimiento productivo total son entre otros:

- Cero averías en los equipos.

- Cero defectos en la producción

- Cero accidentes laborales.

- Mejorar la producción.

- Minimizar los costos.

Algunos inconvenientes del mantenimiento productivo total son entre otros:

- Proceso de implementación lento y costoso

- Cambio de hábitos productivos.

- Implicación de trabajar juntos todos los escalafones de la empresa.

El mantenimiento productivo total busca la eficacia total de los equipos con base en un plan de mantenimiento para su vida útil e involucrando a todo el personal de la empresa en su desarrollo; las empresas de clase mundial requieren la pronta adaptación y adecuación del mantenimiento productivo total para lograr efectividad en sus procesos productivos (Nakajima, 1998).

3. EFECTOS DEL MANTENIMIENTO EN LA PRODUCTIVIDAD

El mantenimiento produce un bien real que puede resumirse en: capacidad de producir con calidad, seguridad y rentabilidad. La exigencia que plantea una economía globalizada, mercados altamente competitivos y un entorno variable donde la velocidad de cambio sobrepasa la capacidad de respuesta, implica para esta área retos y oportunidades donde deben valorarse los costos de producción y calidad del producto, servicio, capacidad operacional y capacidad de respuesta.

Debido a que el ingreso siempre provino de la venta de un producto o servicio, esta visión primaria llevó a la empresa a centrar sus esfuerzos de mejora, sobre todo, en los recursos de la función de producción. El mantenimiento fue "un problema" que surgió al querer producir continuamente, de ahí que fuese visto como un mal necesario, una función subordinada a la producción cuya finalidad era reparar desperfectos en forma rápida y barata. Sin embargo, las mejoras obtenidas después de un largo período son difícilmente sensibles, a esto se une la filosofía de calidad total y todas las tendencias que trajo consigo la integración del compromiso y esfuerzo de todas sus unidades que ha volcado la atención sobre un área relegada: el mantenimiento.

Los efectos de un mantenimiento adecuado que representan en la productividad de las empresas incluyen, entre otros:

- Eliminación de tiempos muertos de maquinaria y equipo

- Mayor disponibilidad de equipo

- Disminución de accidentes

- Mayor seguridad en la operación del equipo

- Efectividad en el uso de materiales

- Mejora en el diseño de maquinaria y equipo

- Aplicación de tecnología a maquinaria y equipo

- Integración del personal con los procesos productivos

- Mayor motivación

- Flexibilidad del personal de mantenimiento.

- Reducción continua del tiempo de preparación.

Los efectos negativos de un mantenimiento traerían como consecuencia la desaparición de la empresa por problemas de productividad puesto que no podrían ser competitivos en costos principalmente (Braun, 1998). Como medir la productividad requiere considerar muchos factores y variables es más conveniente manejar la efectividad que involucra tanto a la eficiencia como a la eficacia además de que el producto fabricado sea útil a la sociedad y al usuario (Pineda, 2003), es decir, los resultados finales que se obtienen y que se pueden referir a la disminución del costo, el aumento de la calidad o de la flexibilidad en la entrega de los productos y de la organización para lograrlo.

4. LOS MODELOS DE MANTENIMIENTO.

Las actividades de mantenimiento reflejan en gran medida la productividad de la empresa, puesto que al no existir una disponibilidad del

equipo, producción no cumplirá con los programas establecidos por ventas, retrasando la entrega del producto al consumidor. En la actualidad debido a las tecnologías nuevas, la función del mantenimiento va más allá que la de reparar equipos y forma parte en el desarrollo de tecnologías nuevas a partir de la creatividad, de sus operarios para la solución de problemas.

En la figura 2 se muestra un modelo de producción y mantenimiento propuesto por Caubang (1972) en el cual el mantenimiento preventivo y correctivo tiene un papel fundamental para el desarrollo de la productividad del mercado nacional e internacional. En un mercado globalizado los tiempos de respuesta a los productos demandantes tienen una ventaja competitiva con respecto a los demás proveedores, aquellas empresas que pueda ofrecer menores tiempos de entrega, estarán en posibilidades de abarcar otros nichos.

Figura 2. Modelo de producción y mantenimiento



Fuente: Elaboración propia teniendo como fuente: Readings on Production Planning and Control. Caubang, T. (1972) Tokyo: Asian Productivity Organization., pp.104,105.

En virtud de los numerosos elementos que tienen su parte en el costo de conservación mayor, la dirección empresarial ha tenido que prestar más cuidado al renglón del mantenimiento (Newbrough, 1990).

Con el incremento de la robotización y la automatización en más procesos productivos, se tiende al cambio de trabajadores por máquinas, el papel más importante está en el control de las salidas, la productividad, la calidad, el costo, y la entrega, como también la seguridad y la higiene, el medio ambiente y la moral (Productivity, Quality, Cost, Deliver, Safety, Moral), todos estos factores dependen de las condiciones del equipo.

Para obtener la máxima efectividad de los equipos, los trabajos en el concepto de mantenimiento productivo total (TPM) permite eliminar las grandes pérdidas que se tenían con los otros tipos ya enunciados en apartados anteriores

El mantenimiento productivo total (TPM) y los cero defectos (ZD): son sistemas de prevención de defectos, ambos tienen una filosofía en común. Mientras los cero defectos tienden a prevenir defectos, el mantenimiento productivo en Japón ha enfatizado la importancia de prevenir los paros de equipos. La falla del equipo es un tipo de defecto (Nakajima, 1998).

Schonberger (1984) establece que los tres pilares de la empresa moderna son: el control total de la calidad (QTC), el justo a tiempo (JIT) y el mantenimiento productivo total (TPM) que adiestra a los operadores para realizar el mantenimiento preventivo y evitar que el equipo quede fuera de servicio.

Una herramienta auxiliar en las operaciones de mantenimiento, es la administración del sistema de mantenimiento computarizado (CMMS) el cual evalúa el implemento de los esfuerzos en toda la planta, los beneficios que otorga son: reducción de la frecuencia de paros de maquinaria, realizar las tareas haciendo énfasis del mantenimiento

reactivo al proactivo, un desarrollo del control del departamento de mantenimiento, a través de una mejor organización, reducción de costos de mantenimiento e incremento de la comunicación entre mantenimiento y las funciones y la programación de planta.

A medida que la maquinaria y las fábricas se automaticen más y se tornen más complejas y refinadas, la función de mantenimiento irá cobrando mayor importancia. Las empresas se encuentran en los umbrales de una nueva era de mayor conciencia en la importancia del mantenimiento, existen adelantos técnicos que demandan nuevos conocimientos. Esta necesidad hace que crezca en magnitud el papel de mantenimiento en la empresa, porque cada nuevo conocimiento exige un mayor grado de talento, habilidad, creatividad, innovación y capacitación.

Los mecánicos de mantenimiento serán especialistas altamente adiestrados y multifuncionales, que respondan positivamente a las necesidades reales de la flexibilización, trabajadores con un gran sentido de la importancia de la labor que contribuya al incremento de la productividad (Newbrough, 1990; Schonberger, 1984; Nakajima, 1998). Las condiciones económicas cambiantes, requieren de trabajadores de mantenimiento para desarrollar múltiples destrezas y deben ser abiertos para aprender las nuevas tecnologías y usar nuevas herramientas. Las compañías que usan métodos del pasado, no pueden continuar compitiendo hoy en los mercados (Callahan, 1997; Varma, 1996).

La tabla 1 considera la evolución del mantenimiento a través del tiempo y la función que ha venido desempeñado, representa, a su vez, el modelo tradicional que se le ha atribuido a las actividades de mantenimiento. Las cuales han sido las de conservar y reparar maquinaria y equipos de la empresa.

Tabla 1. Evolución del mantenimiento industrial

TÉCNICAS ORIENTADAS AL:			
Cuidado físico de la máquina		Cuidado del servicio	
¿¿¿ - 1914	1914-1950	1950-1970	1970-???
CORRECTIVO	PREVENTIVO	PRODUCTIVO	PRODUCTIVO TOTAL
(MC)	(MP)	(PM)	(TPM)
Enfoque a la máquina Solo se intervenía en caso de paro o falla importante	Enfoque a la máquina Con el establecimiento de algunas labores preventivas	Enfoque al servicio que prestan las máquinas. Importancia de la fiabilidad para la entrega del servicio al cliente. Se busca la eficiencia económica en el diseño de la planta	Enfoque al servicio que prestan las máquinas. Lograr eficiencia a través de un Sistema comprensivo y participativo total de los empleados de producción-mantenimiento.

Fuente: Elaboración propia, teniendo como base: *La productividad en el mantenimiento industrial*. Dounce, E. 2000. México: CECSA. pp.4.

De la tabla 1 se puede observar que las actividades de mantenimiento han sido dirigidas a la conservación de la maquinaria y equipo, debemos agregar que las técnicas de mantenimiento también incluyen la conservación de la infraestructura de la empresa en su totalidad, la cual encierra los edificios, tales como las instalaciones, instrumentos, herramientas, accesorios y aparatos en todas sus categorías.

Del modelo anteriormente mostrado, se establece que el mantenimiento no se ha estudiado como generador de innovación tecnológica mejorando la efectividad de la empresa, debido a los cambios en la forma de operar la maquinaria, cambios logrados en los procesos productivos al optimizar los tiempos de preparación del equipo; reduciendo costos de fabricación e impactando de manera importante a la operación de la empresa. De los ahorros generados en la creatividad e innovación del mantenimiento, éstos podrían canalizarse en la investigación y desarrollo de nuevos productos, dando pauta a que la empresa genere su propia tecnología.

5. LA INNOVACIÓN EN EL AREA DE MANTENIMIENTO

La innovación tecnológica constituye una fuente importante de aumento de la productividad y actualmente es considerada sinónimo de modernidad. Además, permite lograr un mayor volumen de bienes y servicios, un perfeccionamiento de la calidad, la introducción de nuevos métodos de comercialización, etcétera; mediante una mayor automatización y tecnología de la información, releva al operario de tareas pesadas y monótonas. La automatización puede, asimismo, mejorar el manejo de los materiales, su almacenamiento, los sistemas de comunicación y el control de la calidad. Sin embargo, los factores tecnológicos por sí solos no conducen a resultados efectivos en el largo plazo si no van acompañados por el desarrollo del factor humano; además, no debe olvidarse que la empresa no es autocontenida y que se halla inmersa en un sistema económico-social-productivo más amplio.

La innovación es un proceso que en muchos de los casos pasa desapercibido debido en parte a los cambios al producto terminado son mínimos, sin embargo, los ahorros en los costos y los incrementos de utilidades provenientes de la preferencia de los consumidores son detectados por la contabilidad del industrial (Whinston, 1980), de

tal forma que las innovaciones registradas y que aportan tecnologías aplicadas son aquellas que han cambiado notoriamente al producto, ya sea en su constitución o en su velocidad de producción; cuando esto sucede la inversión se recupera con mayor capacidad con mejor respuesta y penetración en el mercado

El personal de mantenimiento es un generador de la innovación en los procesos y en los productos dentro de la empresa manufacturera, no únicamente como "reparador de maquinaria y equipo". Se establece que la innovación puede producirse en dos formas distintas:

A) Innovación en pequeña escala o cotidiana. Este tipo es el que tiende a mejorar poco a poco un proceso, una maquinaria, un sistema, etc. Esta clase de innovación se encuentra al alcance de todos los empleados y no requiere de muchos conocimientos, ni de especialización y mucho menos de altas inversiones económicas. El tiempo para su implementación es muy corto, la innovación en pequeña escala es la que puede proyectar a una corporación hacia una posición competitiva mejor, si se dirige a la obtención de mejores estándares de calidad, precio, servicio o protección al medio ambiente.

Ejemplos de esta clase de innovación: reciclado de todo tipo de residuos industriales de una empresa; un pequeño cambio en el flujo de información de una organización, para que esta sea más fluida; eliminación de papeleo en una compañía; cambio pequeño en algún aditamento de una máquina para que produzca más o su operación sea más segura.

B) Innovación de cambio o gran avance tecnológico. Este tipo de innovación es la que trae consigo una gran transformación o mejora tecnológica considerable. Para llevarla a cabo se requieren grandes inversiones económicas, conocimientos profundos y especializados sobre algún aspecto del ser humano, una infraestructura tecnológica apropiada y un tiempo de espera relativamente largo. Cuando una empresa logra alcanzar esta clase de innovación, su ventaja competitiva aumenta enormemente. Los clásicos ejemplos de este tipo de innovación son: las computadoras, los modernos equipos de comunicación, las nuevas telas sintéticas, la tecnología espacial, etc. Existen otras clasificaciones como la que establece y que consiste en:

Según el tipo: innovación de dominio tecnológico, innovación de dominio no material.

- Según el grado: absolutas o radicales, relativas a productos existentes (mejoras) y de primera imitación para mercados diferentes.

6. EL MANTENIMIENTO COMO FUNCIÓN.

A menudo se ha descuidado la función del mantenimiento; para muchas empresas el ha sido un mal necesario, como los impuestos. El departamento de mantenimiento no es visto como un centro de utilidad, ni se trata como una función estratégica. Por varios años la administración industrial se ha concentrado en la producción y ha ignorado ampliamente el mantenimiento industrial (Dunn, 1990; Newbrough, 1990; Thomson, 2001).

Cuando una fábrica ejerce presión sobre sus productores para que aumenten su eficiencia, éstos pueden muy bien producir más cosas, pero de inferior calidad. Si el control de calidad se hace más estricto, los productores pueden descuidar el mantenimiento de su equipo para dedicar más esfuerzos a la satisfacción de la creciente presión por mantener la calidad (Etzioni, 1979).

Las funciones del mantenimiento incluyen, entre otras cosas:

Maximizar la disponibilidad de maquinaria y equipo para la producción; el tener cero fallas en la maquinaria representa más dinero.

Preservar el valor de las instalaciones minimizando el deterioro, preparando estadísticas de uso para su incorporación a los procedimientos y normas de mantenimiento tanto locales como internacionales.

Impulsar y cooperar a la generación de utilidades

Modificar la forma de operar los equipos para mejorar la eficiencia.

Frecuentemente los presupuestos de mantenimiento son los primeros en recortarse; por desgracia, este punto de vista hace que se menosprecie la función del mantenimiento (Newbrough, 1990; Smith, 1992) y la indiferencia hacia el área por parte de la dirección general por los problemas que se ocasionan cuando no se tiene un sistema de mantenimiento pertinente que permitiría hasta un 35% de reducción en

costos o más. En la actualidad, el diseño cuidadoso del presupuesto podría ayudar a asegurar beneficios y éxito en un ambiente competitivo (Newbrough, 1990; Smith, 1992; Thomson, 2001).

En toda compañía, existen oportunidades de reducir costos y área de mantenimiento puede auxiliar en este fin. El mantenimiento emplea estrategias para reducir costos donde la base son las condiciones en las cuales se desenvuelve. Las estrategias deben incluir: inspección de los registros de la operación de los equipos, partes utilizadas durante el desarrollo del mantenimiento, reparación de la misma falla y el registro de los trabajos desarrollados. Tales estrategias pueden identificar los "puntos calientes" de los costos en mantenimiento, con la implantación de una acción y una apropiada decisión. Una estrategia significativa es la confianza centrada en el mantenimiento (Reliance, Center, Maintenance). Este método ha sido empleado ampliamente con buenos resultados, sin embargo, debería de tomarse en cuenta que un sistema de esta magnitud consume tiempo y dinero.

El costo creciente de fabricación ha hecho que se modifique la atención hacia el mantenimiento del como mejorarlo, medirlo, evaluarlo y controlarlo; la experiencia del especialista de mantenimiento exige un mayor grado de talento, habilidad y capacitación debido a los equipos y procesos nuevos. Las innovaciones que desarrolla mantenimiento en el lugar de trabajo, arrojan beneficios al reducir costos en la operación de maquinaria y en los procesos productivos, el operario realiza mejor su trabajo y en forma segura, creando un ambiente agradable y de confianza disfrutando de su labor, los costos por consiguiente se reducirán (Moore, 2004; Nakajima, 1988; Newbrough, 1990).

7. EL MODELO DE COMPETITIVIDAD PROPUESTO, BASADO EN EL MANTENIMIENTO

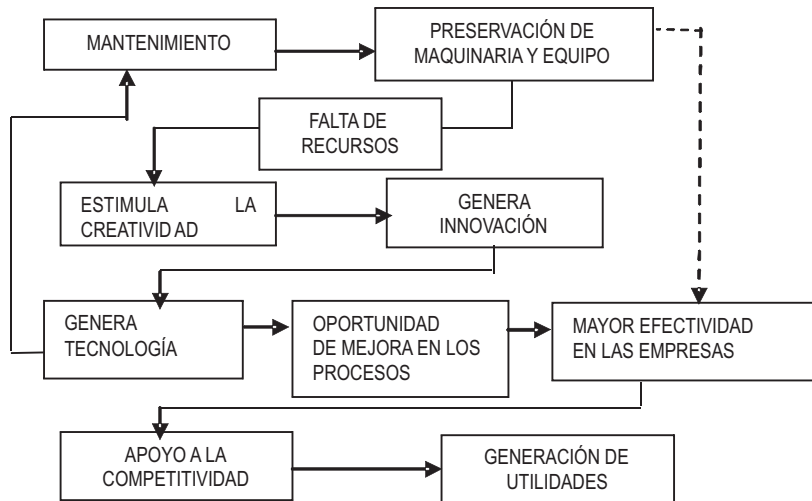
El modelo que se propone como resultado de esta investigación y con base en los casos empíricos que se citan más adelante, se presenta en la figura número 3. Ahí se muestra el inicio de la actividad de mantenimiento, partiendo de la necesidad de reparar o mantener un equipo.

Cuando se presenta la falla se mejora del método de trabajo o del proceso, el operador se ve estimulado a utilizar su creatividad “aportando una solución novedosa que no se conocía con anterioridad y que soluciona dichos problemas de una forma apropiada (Oropeza, 1994) si es requerido la manufactura de algún dispositivo para mejorar la operación del equipo se genera una innovación, la cual consiste en la introducción de cambios técnicos o de conformación en el diseño y características de un producto existente o de cambios en los procesos industriales (Ramírez, 1998). Al generar innovación y ponerla en práctica en la maquinaria o equipo, y al conocer los resultados, se genera tecnología propia que es

factible aplicarla a otros conjuntos de maquinarias, existiendo una retroalimentación constante en las actividades de mantenimiento y la empresa tendrá mayor efectividad y podrá ser más competitiva en el mercado en el que se encuentre, generando utilidades, que es el objetivo de todo negocio.

En la figura 3 se puede apreciar que en el modelo propuesto de mantenimiento, sus actividades no solamente se refieren a la actividad de reparar equipos y maquinarias, sino a la generación de innovación tecnológica que ayuda a mejorar la efectividad en las empresas al desarrollar su propia tecnología e implantarse en los procesos productivos, disminuyendo los costos de operación e incrementando las utilidades.

Figura 3. Modelo de competitividad basado en el mantenimiento



FUENTE: Elaboración Propia, con base en NEWBROUGH, E.R (1990) Administración de Mantenimiento Industrial, Organización y Control en el Mantenimiento. México: Alberto Ramona .pp. 17- 402; SWANSON,L. (1999), The Impact of New Production Technologies on The Maintenance Function : an empirical study. International Journal of Production Research, Vol, 37. pp. 849- 869.

8. PRESENTACIÓN DE CASOS

A continuación se describen, en la tabla 2, tres ejemplos de las actividades del área de mantenimiento que han generado innovación tecnológica y la forma en como se ha mejorando la efectividad de las empresas.

Se estudiaron veintidós casos, esto comenzó desde el año de 1970 hasta el 2004, en ellos se describe parte del proceso en donde se dio la innovación tecnológica en el área de

mantenimiento y los beneficios obtenidos, con lo que se ayudó a la efectividad de la empresa. Se hace énfasis en que en la totalidad de los casos descritos no hay evidencia escrita como una de las fallas en la formalización del proceso innovador. Los casos incluyen empresas del sector metalúrgico (2), químico farmacéutico (4), alimentos (1), metalmecánica (4), cerveza (1), artículos de limpieza y ase personal (5) y artículos eléctricos (5).

Los principales pasos en esta investigación para desarrollar el estudio fueron:

- Descripción de la empresa y su giro.
- Planteamiento del problema del área de mantenimiento.
- Situación problemática, mantenimiento enuncia el problema.
- Objetivos que el área de mantenimiento definió para dar solución al problema.
- Motivos por los se eligió el caso. Atienden a los criterios que se emplearon para seleccionar cada una de las empresas.

- Propuesta de solución o cursos de acción.
- Identificación de la innovación.
- Resultados obtenidos de la innovación.
- Clasificación de tipo de tecnología e innovación.

En la tabla 2, se presenta un cuadro comparativo de la innovación generada en el área, se cita el número de caso, el problema, el objetivo la propuesta de solución, el tiempo que tardó su implantación y, por último, en que consistió la innovación, los resultados obtenidos y la clasificación del caso acorde con la tecnología y el tipo de innovación, pero solo se presentan tres casos.

Tabla 2. Cuadro comparativo de la innovación generada en el área de mantenimiento

Caso	Problema	Objetivo	Propuesta de Solución	Implantación (mes)	¿En que consistió la innovación?
1	Máquina de púas. Se quema constantemente el sistema del frenado por clutch magnético.	Evitar que el equipo este fuera de servicio por las constantes fallas en el sistema de frenado.	Automatización del sistema de frenado del clutch magnético.	4	Diseño del un tablero de control con relevadores de tiempo. Resultados obtenidos: 50 % m ás de eficiencia, continuidad en la producción, el equipo no presento problemas en cinco años, la innovación se extendi ó a cinco equipos. Clasificación: Tecnología: media Tipo de innovación: modular
2	Prensa hidráulica La operación del equipo provoca accidentes.	Evitar accidentes en la operación del equipo	Diseñar dispositivos de accionamiento para la prensa hidráulica.	4	El diseño de dispositivo para accionamiento de prensa hidráulica a base de sensores para ambas manos. Resultados obtenidos: 50 % m ás de eficiencia en el proceso de prensado, mejores condiciones de operación del equipo, se eliminaron los accidentes y la tecnología desarrollada se extendi o a diez equipos. Clasificación: Tecnología: media Tipo de innovación: modular
3	Máquina llenadora. Derrame de líquido limpiador	Eliminar Derrame de líquido.	Diseño de dispositivo electromecánico o para la operación de válvulas de llenado	6	Diseño de dispositivos a base de cremallera con micro interruptores y sensores de apertura y cierre de electro válvulas. Resultados obtenidos: 40 % m ás de eficiencia en el proceso de llenado, reducción de mano de obra en un 50 % y mejores condiciones de trabajo Clasificación: Tecnología: media Tipo de innovación: modular

FUENTE: Elaboración propia, teniendo como base la descripción de los casos.

9. RESULTADOS

En los casos estudiados se obtuvo una mayor efectividad debida a las actividades de mantenimiento, al reducir costos en la fabricación, aumento de la eficiencia en los procesos productivos por ahorro en mano de obra y en materia prima, evitar desperdicios y accidentes de trabajo, lo que puede apreciarse

en la tabla 4. En la tabla número 4 se puede observar que de los casos presentados se obtuvo una disminución en la mano de obra 50 %, efectividad en los procesos productivos que van desde un 30 % hasta un 300 % y mejores condiciones en el medio ambiente laboral, eliminando las fuentes de accidentes del orden de 100%.

Tabla 4. Efectividad en las empresas derivada de la innovación tecnológica en el mantenimiento

EMPRESA	REDUCCIÓN EN MANO DE OBRA	INCREMENTO DE EFECTIVIDAD EN LOS PROCESOS PRODUCTIVOS	ELIMINACIÓN DE DESPERDICIOS	ELIMINACION DE ACCIDENTES
METALURGICA		50 %		
QUÍMICO –FARM.	50 %	50 % al 100%	50 %	
ELAB.Y ENVAS. DE JUGOS		50 %	50 %	
METALMECANICA		50 %	50 %	100 %
PRODUCCIÓN DE CERVEZA		100 %		
ARTICULOS DE HIGIENE Y ASEO PERSONAL	50 %	30 % al 150%	50 %	
ARTICULOS ELECTRICOS	50 %	30 % al 300 %		

FUENTE: Elaboración propia , teniendo como base la descripción de casos.

CONCLUSIONES

Después de describir los casos y basado en las observaciones directas y entrevistas estructuradas con el personal involucrado con la innovación y generación de tecnología se puede concluir lo siguiente:

El mantenimiento estimula la creatividad y la innovación en los procesos fabriles.

Las evidencias empíricas de la innovación en las actividades de mantenimiento resaltan la generación de tecnología en el área.

Se evidencia, con los casos específicos donde el mantenimiento genera innovación tecnológica, el aumento en la efectividad de las empresas.

Existe una relación entre mantenimiento y la efectividad de la empresa.

La efectividad en la reducción de costos por parte del área de mantenimiento permite a las compañías ser más competitivas en su ramo.

La creatividad e innovación que desarrolla el personal de mantenimiento se deberá de

evidenciar, ya que representa un gran valor que se aporta a la empresa, existiendo la viabilidad de poderlo patentar.

La generación de tecnología derivada de las actividades de mantenimiento, proporciona conocimientos y experiencias nuevas que deberán aplicarse a otros equipos y procesos.

De acuerdo a los casos descritos se probó que el proceso de mantenimiento genera innovación tecnológica, aunque ésta se presente en una escala mediana, sin representar una inversión mayor del 10 % del valor del activo, de acuerdo con los datos de las entrevistas llevadas a cabo, de la observaciones de las innovaciones y desarrollo de tecnología aplicadas a los equipos y maquinaria.

BIBLIOGRAFÍA

- BRAUN, W.(1998), *Introducción al mantenimiento industrial*. México: sistemas integrados de operación y mantenimiento. pp. 1-105.
- CALLAHAN, M. (1997), *10 Hidden Features of a CMS*. Plant Engineering, vol. 51., pp. 51-76.
- CAUBANG, T. (1972), *Readings on Production*

Planning and Control. Tokyo: Asian Productivity Organization. Pp. 104,105.

- DOUNCE, E. (1997), *La Administración del Mantenimiento* (2ª. Ed.), México: CECSA. pp. 6- 40.
- DOUNCE, E. (2000), *La Productividad en el Mantenimiento Industrial*. México: CECSA. pp. 5-345.
- DUNN, R. (1990), *Maintenance of Continuous Processes*. Plant Engineering, vol.44. , pp. 70-77.
- ESPINOZA, E. (1970). *Mantenimiento industrial*. México: C.E.C.S.A. pp. 1-30
- ETZIONI, A. (1979), *Ciencias Sociales Organizaciones Modernas*, México: Hispano Americana. pp. 15- 18.
- GAITHER, N. (2000), *Administración de Producción y operaciones*, (8ª. ed.), México: Soluciones Empresariales. pp. 738- 766.
- MOORE, R.(2004), *The little and big innovations* . Plant Engineering, vol. 58. pp. 20-24
- NAKAJIMA, S. (1998), *Introduction to TPM; Total Productive Maintenance*. Cambridge: Productivity Press. pp 1-73.
- NAVARRETE, P. E. (1999), *Mantenimiento Industrial* (tomo 1y2), México: Facultad de construcción de maquinarias departamento Mecánico Industrial. p.p 59-63.
- NAVARRO, L.(1997), *Gestión Integral de Mantenimiento*. España: Productica.p.p 5-17.
- NEWBROUGH, E.R (1990) *Administración de Mantenimiento Industrial, Organización y Control en el Mantenimiento*. México: Alberto Ramona. pp. 17- 402
- OROPEZA, M. R. (1994), *Creatividad e Innovación Empresarial*. México.: Panorama. pp. 10-23.
- PINEDA, D.(2003), *La Administración de tecnología de Proceso y la Efectividad de las Empresas*. México: E.S.C.A. Tesis doctoral.
- RAMÍREZ, B. J. (1998), *Desarrollo Tecnológico, una posibilidad al alcance de su Empresa*, MEXICO: Fonei. Pp 14.
- SCHONBERGER, R.J. (1984), *Just in Time: A comparison of Japanese and American*

Manufacturing Techniques. Atlanta: Industrial Engineering and Management. pp. 3- 86.

- SMITH, P. (1992), *what's wrong with the "new maintenance organization"* Plant Engineering. May,vol. 46. pp. 12-42
- THOMSON, G. (2001), *the reduction in plant maintenance costs using creative problem-solving principles*, proceeding of the institution of mechanical engineering, oct, vol.215. pp. 185-196
- VARMA, V. (1996), *Maintenance training reduce human errors*, power engineering, aug, vol.100. .pp. 44-47.

Recibido: 05/04/06
Aceptado: 11/06/07