

El mantenimiento en los procesos industriales y la causa raíz de los problemas

.....
**Ricardo Prada O.*
.....

Fecha de recepción: 17 de abril de 2013
Fecha de aprobación: 2 de mayo de 2013
Pag. 63 a 79

* Ingeniero Mecánico, Universidad de América. Especialización en Ingeniería de Producción y Logística, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. MBA en Administración de la Universidad de La Salle. Estudiante de Doctorado en Gestión.

Resumen

Paradas intempestivas de la producción ocasionadas por falta de mantenimiento, en momentos en que hay entregas críticas de por medio, pueden tener tal impacto negativo que conllevan en ocasiones hasta la pérdida total de confianza por parte del cliente y por ende, la reducción de futuros negocios.

Las empresas que desean alcanzar la competitividad y niveles adecuados de rendimiento en el mercado global de nuestros tiempos, requieren no sólo que su personal esté debidamente preparado y capacitado sobre reparaciones básicas, sino que además, los gerentes mismos tengan clara la importancia del mantenimiento y conozcan cómo actuar ante imprevistos, muchas veces recurrentes, por paradas intempestivas en sus plantas, por la falta de un adecuado programa de mantenimiento que les permita reducir los costos de operación, mejorar la productividad, maximizando el rendimiento de los recursos invertidos.

Palabras clave

Operación de producción
Competitividad
Servicio al Cliente

Abstract

Unscheduled stoppages of production at a time when there are deliveries through reviews can have such a negative impact that sometimes lead to complete loss of confidence by the client and thus reducing future business.

Companies that wish to achieve adequate levels of competitiveness and performance in the global market of our times, requires not only that its staff are suitably trained and qualified but also managers themselves are clear about the importance of maintenance and know how to defend against surprises often recurrent, lack of adequate preventive maintenance program that allows them to reduce operating costs, improve productivity of their workers and maximize the resources invested.

Keywords

*Production operation
Competitiveness
Customer service*

**Maintenance
in industrial
processes and
the root cause
of problems.**

1. Introducción

Una operación para ser apropiada depende de la disponibilidad de los equipos de producción, esperando que estén dispuestos en el momento que se requieran y con un muy alto nivel de eficiencia en el funcionamiento de la maquinaria. Lamentablemente, las estrategias de la alta dirección de muchas plantas industriales fallan, por cuanto se desconoce la importancia de un adecuado mantenimiento de sus máquinas e instalaciones, entendiendo que el éxito o el fracaso de su operación están fuertemente ligados con la eficacia del mismo.

La labor de mantenimiento busca por encima de todo, generar un ambiente óptimo de servicio. Dichas actividades han cambiado para bien en los últimos tiempos, de la misma forma que los costos y la operación de los equipos lo vienen haciendo. Han aparecido nuevas herramientas filosóficas que permiten alcanzar un mejor nivel del mantenimiento ejecutado, tales como el centrado en la confiabilidad, el análisis de causa raíz y el productivo total. Estas nuevas herramientas han permitido mejorar los niveles de confiabilidad de los clientes.

2. El pasado y presente del mantenimiento

Hoy en día, el mantenimiento industrial se caracteriza por la búsqueda continua de tareas que logren eliminar o reducir la ocurrencia de fallas, así como evitar, hasta donde sea posible, consecuencias graves en la producción y para ello, las nuevas tendencias han demostrado un gran poder en identificar tareas potenciales.

Ser Ingeniero de Mantenimiento, no es tarea sencilla y uno de sus principales desafíos lo constituye el enfrentarse día a día con los retos de su actividad, llena de paradigmas, mitos y ocurrencias, pero entre todas, la de lograr concientizar y alinear debidamente al personal de las empresas en torno de la solución de un problema, sobre todo cuando le responden con frases como... "No se olvide que esto es un departamento técnico"... , como queriendo decir que esto los hace diferentes, que sus problemas comparados con los problemas del resto de la organización, son diferentes.

Según el común denominador de los operarios de mantenimiento, se esmeran en explicar que sus

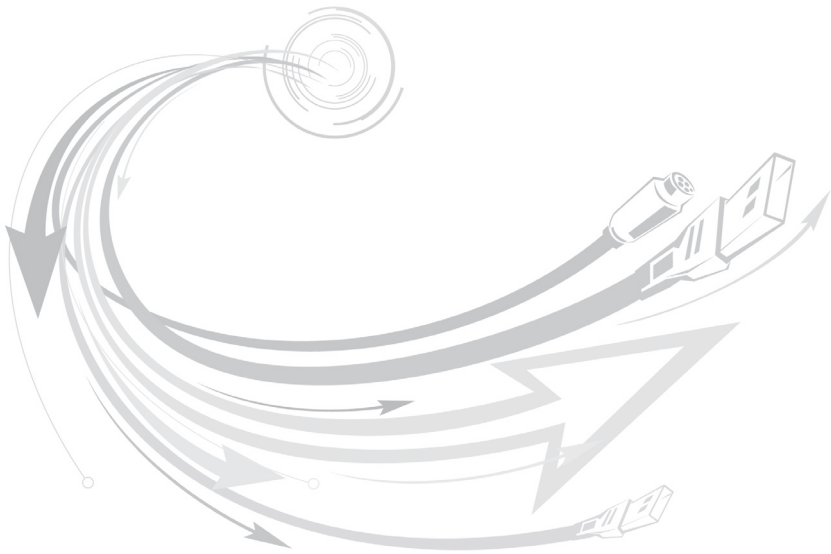
problemas requieren soluciones diferentes. En realidad, luego de indagarles e insistirles en la raíz profunda de este criterio, al final concuerdan en que sus problemas son iguales a los de cualquier área funcional de una organización, así como las variables relacionadas con las áreas, es decir, procesos, recursos, capacidades y capacitación.

Sin embargo, esta ocurrencia no es gratuita y de algún modo, existe una línea invisible entre la gestión de las áreas administrativas y la de las técnicas. Es muy probable que la propia organización sea la encargada de fomentar dicho comportamiento.

Las empresas de antes tenían características muy similares a las que hoy, podemos percibir en las PyMEs, como quiera que allí un visionario inicia un negocio gracias a sus conocimientos o probablemente, a la ayuda de un experto técnico. Estos negocios tienen como características entre otras, la presencia de una estricta cadena de mando, una organización jerárquica, comunicación en una sola dirección. Esta estructura implica un cambio

radical en la manera en que los individuos se adhieren a la compañía, se relacionan entre sí y con sus tareas. A raíz de ello, estos

diseños organizacionales impactan en la comunicación, la percepción que cada uno tiene de su rol y las relaciones de poder.



3. El futuro del mantenimiento

En el mundo del mantenimiento se ha irradiado positivamente el concepto: análisis de causa raíz y con seguridad, cada quien viene interpretando su significado en forma subjetiva y alejada de su verdadero sentido. Es por ello, que en la mayoría de situaciones, la efectividad al usarlo es diversa, en tanto que la comunicación y transmisión de experiencias sobre el tema, es mínima o prácticamente nula. Si existe desconocimiento real de la herramienta y si a ello se le agregan las interpretaciones y enfoques *A Priori*, obviamente no se está hablando de lo mismo y los resultados, por tanto, no son comparables entre situaciones similares.

Desde la evolución del (por sus siglas en inglés, TPM) mantenimiento productivo total en el mundo, ha habido un constante apego hacia la búsqueda de una calidad permanente del proceso en lugar de la calidad del producto mismo. Tanto es así, que incluso obligó a que se modificara sustancialmente el enfoque de las normas ISO, haciéndolas

que se preocuparan más por un direccionamiento directo hacia los procesos mismos, en vez del producto como tal.

Antes de la llegada del TPM, las organizaciones de calidad se conformaban con controlar y medir la calidad del producto terminado, descartando o no lo indeseable, pero mediante un proceso engorroso y sobre todo costoso en términos de valor, de tiempo y de productividad. Si bien esa medida era admirable, ocurría demasiado tarde, si se encontraban rastros de no calidad. El producto, y probablemente todo el lote, tenía que ser reprocesado a un alto costo para la organización.

Posteriormente, el Dr. Edwards Deming presentó al mundo sus conceptos sobre calidad a través del ciclo PHVA, los que luego fueron complementados con el mantenimiento productivo total o TPM, que impulsa con fuerza el concepto de calidad del proceso. Se concluye que se deben medir variables clave para detectar cualquier variación inaceptable. De

esta forma se corrige en el proceso, evitando la posterior aparición de productos fuera de especificación. Este paso trascendental impulsado

con la mejora de la calidad, avanza hasta la aparición del concepto de *Six Sigma*, el cual se posiciona con fuerza en el Siglo XXI.



4. El análisis Causa Raíz o RCA

El análisis de Causa Raíz (por sus siglas en inglés RCA), tiene diferentes conceptos y significados relativos para las personas. Hay quienes incluso llegan a considerar que el método tradicional de prueba y error constituye el paso fundamental de aplicación del RCA. Nada más inapropiado, pues significa actuar en función de lo obvio, pero desde el punto de vista de nuestra propia lógica, sin escarbar en el fondo mismo de la situación, al querer deducir una solución estratégica a un problema.

De esta forma, se utiliza creencia de lo que puede, validarse como producto terminado apto. Lastimosamente, la experiencia y el tiempo han demostrado que esta forma de actuar ha llevado a conducir la producción de una forma impráctica, costosa y no efectiva.

5. La propuesta a futuro

Mediante la aplicación de la metodología apropiada de análisis de Causa Raíz se desarrolla un árbol lógico que permite representar gráficamente las relaciones de causa y efecto, conduciendo de esta forma al descubrimiento del evento indeseable y ubicando cual fue la causa del problema. Es así como a través de este procedimiento, se debe identificar claramente el evento incómodo con todos sus detalles asociados, gracias a la aparición y hallazgo de estos mediante hechos que la respalden. Los hechos y los datos deben siempre ampararse a través de la observación directa de campo, la documentación y el apoyo de otros conceptos científicos e instrumentos. Nada puede basarse en la conceptualización individual, o los rumores y suposiciones, sino que los hechos y los datos deben ser absolutamente verificados.

6. El problema

Un caso típico de lo mencionado anteriormente, se describe a continuación. Tiene relación con un evento en el que seguramente, la mayoría de las personas insistirían en iniciar con la falla de un rodamiento. Sin embargo, cuando ocurrió el hecho, lo que más debió llamar la atención no fue justamente eso, sino que el equipo dejó de

operar debidamente y la bomba dejó de proveer el líquido. La conceptualización de RCA, condujo a concentrar los esfuerzos en la falla de la bomba misma, que pudo ocurrir seguramente, por la avería del rodamiento, lo cual resulta evidente cuando se observa el rodamiento dañado, pero, ¿Por qué? ¿Qué hay detrás de ello? (Tabla 1.)

Tabla 1. Datos del rodamiento y del equipo

Referencia del rodamiento:	6215-2RS1(1) 7215 BEP(2)	Velocidad de giro (RPM):	3000
Horas de operación (Un año = 8760 horas):	Desconocido	Lado de operación (Libre, fijo):	Libre (superior) y fijo (inferior)
Última temperatura de operación medida (°C):	60	Orientación del eje (horizontal, vertical):	Vertical
Dirección de la carga: (Radial, Axial, Combinada)	Axial principalmente y algo de radial	Fijación axial rodamiento: (resalte, tuerca, anillo, manguito, pegamento)	Resalte y tuerca
Tipo de ajuste usado en el eje:	Desconocido	Diámetro promedio actual del eje **:	Lado superior: 74,971 mm Lado Inferior: 74,977 mm
Tipo de ajuste usado en el Alojamiento (o soporte):	Desconocido	Diámetro promedio actual del alojamiento**:	Lado superior: 130,070 mm Lado Inferior: 129,98 mm

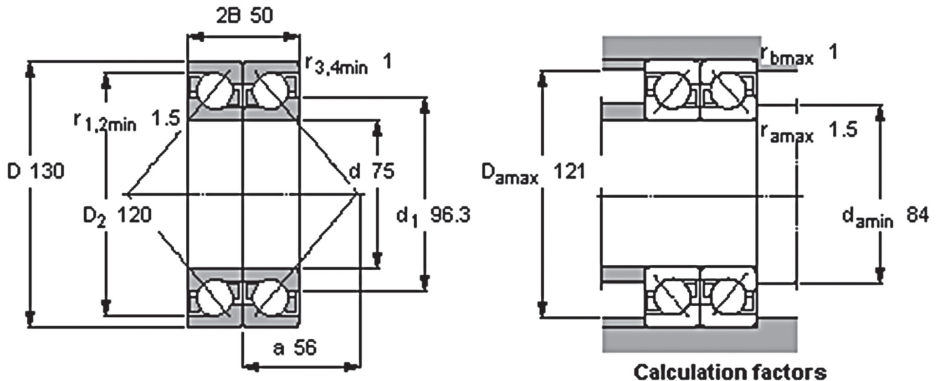
Tabla 1. Datos del rodamiento y del equipo (continuación)

Tipo de aplicación Ventilador, bomba, compresor, prensa, moto-reductor, molino, etc.:	Bañadora
Síntomas previos, anomalías o razones por las cuales se detectó la falla	
Valores de vibración y señales de espectro arriba de límites. Ruido elevado provocado por destrucción de rodamientos.	

Fuente. Elaboración del autor

Observaciones: Lado superior del rodamiento
Aro exterior
6215: rodamiento radial de una hilera de bolas: Coloración opaca proveniente del lubricante, marcas de golpes con superficies duras (posiblemente durante el desmontaje). Desgaste producido por partículas abrasivas sobre el hombro.
7215: rodamiento de contacto angular de una hilera de bolas (x2 Back to Back) Marcas de desgaste producido por partículas abrasivas en los caminos de rodadura. En un rodamiento, las marcas solo están sobre un área del camino. El otro el desgaste es avanzado y presenta marcas de fatiga de material. Hay ondulaciones impresas con deformación plástica del material sobre el hombro de la cara de uno de los rodamientos. Señales de corrosión de contacto, debido a la presencia de humedad sobre los asientos cilíndricos. Huellas de movimiento relativo entre alojamiento y aros exteriores.

Figura 1. Observaciones sobre el rodamiento y el equipo.



Fuente. Elaboración propia del autor.

Si se avanza en la búsqueda, caminando hacia atrás en pro de precisar la trazabilidad en tiempo, modo y lugar de los hechos, así como en la causa y su relacionamiento con los efectos, surge la pregunta, sobre la razón en que el rodamiento pudo sobreactuar y fallar. Dentro de las posibles explicaciones aparecen, la erosión, la corrosión, la fatiga, la lubricación y/o la sobrecarga misma de la pieza. La forma más adecuada de precisar la verdadera causa, es mediante la intervención de un laboratorio de metalurgia y con el concurso de un experto llevará a cabo un análisis del rodamiento. Es posible por ejemplo, que del laboratorio se diagnostique, que apenas se aprecian signos de fatiga, con lo que se descartan algunas de las posibilidades del grupo.

Cabe recordar que los rodamientos de los autos industriales al igual que en el caso de los automóviles, están diseñados para proveer más de 65.000 horas de servicio, sin falla, cuando estos se lubrican correctamente. En las fábricas que no precisan de una adecuada metodología de búsqueda de fallas, simplemente paran la producción, desarman el equipo, reemplazan el rodamiento averiado y continúan, ocasionando cambios muchas veces innecesarios y perdiendo dinero.

Es probable que se estén cambiando componentes o piezas antes de tiempo o que se estén siguiendo procedimientos antiguos, poco flexibles y que no permiten alteraciones, ni verificaciones para averiguar por la ocurrencia de fallas antes que aparezcan. En la vida de una planta así, es normal que muchos de los problemas que acontecen sean tomados como corrientes y no se vaya al fondo, a la búsqueda de la causa raíz. Simplemente, se repara y vuelvé a reiniciar actividades fabriles, como siempre, hasta que se repita de nuevo el evento, asumiendo que forma parte de la normalidad propia de la planta.

Por otro lado, vemos que el 16% de las fallas de rodamientos son causadas por error de ajuste al instalar, revisar o hacer mantenimiento preventivo. Mucho de esto viene por la falta de un instrumento apropiado (torquímetro), su conocimiento y su calibración; en ocasiones, no se ajusta correctamente por exceso de grasa. El 36 % de las fallas son causada por mala lubricación. Esto puede ser por grasa inadecuada, exceso de grasa o simplemente falta de ella. El 14% de las fallas son causadas por contaminación del medio ambiente o del trabajo. La falta o falla de sellos retenedores, la revisión, luego de trabajar en un ambiente húmedo y el exceso de polvo, afectan la vida útil del equipo.

El 34% de las fallas de rodamientos son causadas por fatiga; en términos generales, se trata de rodamientos sobrecargados, mal aplicados (diseñados para ser usados en posición vertical e instalados horizontalmente)

o falta de protección por la grasa de escasa resistencia, poca adherencia, alta consistencia o pobre resistencia a los contaminantes (agua, temperatura, gases, etc.).



7. La solución

A pesar de lo anterior, no todas las marcas y señales son signos de daños en el rodamiento; se pueden presentar a menudo señales de carga que son el resultado de un funcionamiento normal. Cuando un rodamiento gira sometido a una carga, las superficies en contacto adquieren un aspecto mate, cuya distribución varía en función de las condiciones de giro y de carga. Esta no es una muestra de desgaste y no afecta en nada la vida del rodamiento.

Por lo anterior, se observa que al plantearse nuevas hipótesis, se va probando lo que se comentó a nivel de los procesos, que son reiterativos a medida que van avanzando, se valida lo concluido a cada paso del camino. De esta forma, cuando se llega a terminar cada etapa, esas serían las conclusiones correctas, porque no se están haciendo suposiciones, sino se están basando en hechos concretos. Esto también implica que hay compromiso al proceder con gastos para poder superar las causas identificadas y que se

invierte dinero en evitar que el problema se repita.

Los conceptos de TPM, si quisieran mover la cultura hacia la precisión, podrían también ser usados en los procesos administrativos. La perspectiva del TPM es aplicable a equipos, procesos y situaciones humanas, no hay limitación.

Cualquier persona de mantenimiento o que esté relacionada con este tema, considera que normalmente hace trabajos de análisis de causa raíz y esto hasta cierto punto, puede ser cierto, salvo que dependa de cuál es el concepto de RCA al que se refiere en cada caso específico.

Es algo similar a cuando le preguntan a una persona del común si lleva una vida normal, favorable y sana. Con seguridad la respuesta será afirmativa. Pero, ¿qué determina con exactitud el patrón de comportamiento que conduce a asegurar lo que significa una vida normal, o una vida sana?. Para unos

puede ser simplemente el hecho de confrontarse como seres vivos, mientras que para otros, puede ser el hecho de llevar una dieta balanceada, libre de grasas y hacer ejercicio continuamente.

Poder identificar la causa raíz verdadera, es la forma como evitará que el suceso vuelva a aparecer. Esto es bien importante, pues al aplicarlo en todo tipo de problemas, sea de maquinaria, problemas económicos, médicos, etc., garantiza que no habrá reincidencia.

Para algunos, la solución de aplicación de análisis de Causa Raíz, consiste básicamente en solicitar un técnico experto en el tema que les resuelva el problema, mientras que en otros casos, representa el reunirse y discutir para llegar a una conclusión; para otros representa usar un proceso ordenado de pensamiento lógico hasta llegar a encontrar la real causa del problema. Cuando el técnico experto lo resuelve, se confía ciegamente en él, se hace una inversión en modificaciones y/o repuestos para aplicar la solución que encontró, y se espera a que el defecto no se reproduzca. Unas veces funciona, pero otras no tanto. Es algo así, como la inspección de calidad a la salida del producto, en el final del proceso, y aquí, lógicamente es demasiado

tarde si hay un error previo, el daño ya está causado.

Hay que tener bastante criterio y cuidado con la totalidad de elementos que intervienen para identificar plenamente un problema. Esto es equivalente a cuando en un taller de reparación se perciben motores para reparar regados por el piso, con las piezas dispersas, con el aceite recogido del cárter, depositado en un recipiente sucio; en este punto, ya es muy tarde para realizar una adecuada evaluación del problema. Hay que preservar los hechos detalladamente: recoger una muestra representativa del aceite recién trabajado y enviarse luego al laboratorio para su análisis para la búsqueda de presencia indebida de trazas de agua, metales y otras partículas dañinas. Igualmente, hay que verificar el estado de los rodamientos parte por parte, de los sellos retenedores, empaquetaduras, superficies de contacto y engranajes. Cada equipo, dependiendo de su utilización, tiene piezas y componentes especiales que deben ser considerados por aparte.

Cuando se forman grupos de trabajo y participan en una lluvia de ideas, se llega a conclusiones propias del consenso grupal, basándose en meras opiniones. Aun cuando de repente se utilicen herramientas

más adecuadas como el diagrama de *Ishikawa*, no hay hechos concretos que respalden lo concluido de esta manera, y se sigue verificando la calidad al final del tubo no durante el flujo mismo.

En un escenario similar al descrito, si una bomba fallara, se velaría porque los mejores técnicos de la localidad fueran a revisarla. Quizás concluirían, luego de alguna discusión y debate, que lo que se requiere es un rodamiento con características diferentes, tal vez de mayor rango, que soporte mayores cargas de trabajo, de menor velocidad de trabajo o lo contrario, etc. ¿Se resolvería el problema de forma permanente? Naturalmente que no, e incluso se podría estar agravando el daño y dando los pasos iniciales para la compra de una nueva bomba. Si operarios se reúnen a debatir y deciden por su propia cuenta y riesgo que lo que falló fue el aceite lubricante, cambiándolo por otro de condición y características diferentes seguramente así tampoco se resolvería el problema.

Por el contrario, cuando los grupos de trabajo usan un método ordenado que requiere que las hipótesis sean desarrolladas y probadas para observar por qué ocurrieron exactamente las causas y luego, se

hace una verificación posterior para confirmar o no el resultado del análisis, se está usando una real forma de aplicar calidad en el proceso, en vez de basarse en suposiciones y posiciones subjetivas. Si se usa el procedimiento correcto, se debe iniciar con la verificación por parte de un experto en metalurgia del rodamiento, quien luego de un análisis de la pieza en cuestión reportará si hay evidencia de posibles fracturas o fatiga del material. Con base en dicho reporte, se debe averiguar que pudo causar esa fatiga o fracturas del rodamiento, conceptuando que puede ser por presencia de vibración excesiva.

Se verifica en sitio mediante registros de que en efecto hubo demasiada vibración ¿Y por qué? Puede ser por desbalanceo, resonancia o simplemente por desalineamiento del equipo. Lo realinea y entrega debidamente al personal. Ahora, ya se está en conocimiento de la real Causa Raíz, pudiendo mejorar los procedimientos futuros del equipo. Usando este método, se da una respuesta y servicio de excelente calidad, garantizando la solución implementada pues se tiene la certeza de los gráficos y registros que ablanda la existencia de la anomalía descrita y su posterior desaparición.

8. Conclusiones

Las anteriores situaciones descritas, aclaran el cómo y el por qué de la anomalía. En el ejemplo presentado, alguien dejó la bomba mal instalada, con desalineamiento y tal acción desencadenó una serie de causas y efectos, para que finalmente fallara prematuramente. Quien haya hecho la instalación obviamente no actuó con premeditación y mala fe.

Simplemente, y esta la Causa Raíz del problema, nunca han existido en dicha fábrica procedimientos de verificación de montajes, donde se defina el alineamiento y sus especificaciones, como una práctica requerida. Tampoco sus operarios han sido debidamente entrenados y capacitados en cuanto a alienación de equipos se refiere. De igual forma, el sistema en general de los equipos puede estar desgastado o descalibrado en algunos puntos, y nadie se había percatado de ello. Mientras tanto, cuántos rodamientos en circunstancias similares se han retirado y vuelto a instalar sucesivamente, sin solución completa y duradera.

Si no exploramos el por qué, es posible que el cómo se vuelva a repetir indefinidamente. Aun si se identifica una vibración excesiva, por ruido aparente y anormal por ejemplo, pero sin resolver de fondo el problema, se está dando sencillamente un saludo más a la bandera.

La reparación del equipo, sea móvil o estacionario, es posible que conlleve un gasto financiero inevitable o por el contrario, una oportunidad única de mejorar la labor de mantenimiento y por ende sus resultados. Si se queda en que es un gasto inevitable, se seguirá incrementando el rubro por repuestos innecesariamente, con un desangre que en vez de disminuir crece y crece. Para evitarlo, se debe considerar el investigar a fondo la causa en la búsqueda incesante del origen del problema, aplicando esas prácticas ordenadas posteriormente a otros equipos y en general, a toda la planta, entrenando apropiadamente al personal. Esto no es nada diferente que aplicar el concepto de mantenimiento productivo total.

9. Referencias

- Bravo, R. y Barrantes, A.C. (2012). Administración del mantenimiento industrial. Disponible en: http://books.google.com.co/books?id=KZHWH8mzUngC&pg=PA87&dq=mecanica+automotriz&lr=&as_brr=3&hl=es&rview=1&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Levitt, J. Managing Factory Maintenance. (2005). Second edition. Industrial Press.
- Narayan, V. (2005). Effective Maintenance Management. Risk and Reliability strategies for Optimizing performance. Industrial Press.
- Stephen, T.J. (2005). Improving Maintenance & Reliability Through Cultural Change. Industrial Press.