

LA RELACION ENTRE EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y EL AHORRO DE ENERGIA
PLANEACION Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN

AUTOR

M. EN I. MARIO RODRIGUEZ CAZARES

CORPORACIÓN DE INGENIEROS EN AIRE ACONDICIONADO Y MANTENIMIENTO EN GENERAL
(CIAAMSA).

"Un Sistema solo tiene un modo de operación en el mundo real: el correcto".
El autor.

Resumen

En este trabajo se discute la importancia que tiene el mantenimiento preventivo como un ingrediente importante de las políticas internas de las empresas para la promoción del ahorro de energía. Considera que el departamento de planeación y control de la producción debe tomar en cuenta muy seriamente la importancia del mantenimiento preventivo programado a fin de mantener la continuidad del proceso de producción y con esto eliminar los cuellos de botella que afectan adversamente ésta y en consecuencia la imagen de la empresa ante los clientes, además de contribuir positivamente a la promoción del ahorro de energía.

Las fallas que detienen el proceso de producción causan una pérdida en los ingresos y afectan adversamente la rentabilidad de la empresa, además, incrementan el costo de producción o los gastos de planta asociados a la reparación de los equipos dañados, en el peor de los casos, deberán pagarse importantes penalizaciones por la entrega extemporánea del producto al cliente.

Analizando la curva de demanda de servicios en una planta industrial, agua de proceso, energía eléctrica, vapor o combustibles, se encuentra que aún que una línea de producción este fuera de operación por la falla de un equipo, la reducción en la demanda de servicios no es proporcional al consumo "evitado" por dicha línea de producción porque siempre hay una inercia del sistema que tratará de mantener este operando en forma "normal", es decir, las pérdidas internas de un transformador son prácticamente las mismas, sea que opere a plena carga o a carga parcial, lo mismo ocurre con las pérdidas de una caldera, éstas son constantes independientemente del nivel de carga a la que ésta se someta.

Este es el argumento en el que se apoya la premisa de que el Mantenimiento oportuno de los equipos, ahorra energía. Conservando el funcionamiento correcto de los equipos, incrementando su disponibilidad y asegurándonos que todos los dispositivos de seguridad de éstos operan correctamente estaremos contribuyendo a la operación óptima del "sistema empresa" y evitando el consumo adicional de la energía asociada a la falla de un equipo y paro de una línea de producción.

El mantenimiento preventivo también promueve, el orden y la limpieza, la seguridad e higiene en los centros de trabajo y la protección al medio ambiente. Una vez que la prevención le ha ganado la batalla a la corrección, se ingresa al campo del diagnóstico, manejando los períodos de servicio de manera óptima en beneficio de la línea de producción. En esta etapa puede hablarse de ingresar a la aplicación del Mantenimiento Productivo Total.

Introducción

La operación tradicional de una empresa manufacturera en México, enfoca gran parte de sus esfuerzos a lograr los objetivos de facturación mensuales dejando a un lado las actividades que

son también muy importantes como el mantenimiento oportuno del equipo y maquinaria de producción la seguridad e higiene de su personal y la protección del medio ambiente.

El presente trabajo tiene como objetivo puntualizar la influencia que tiene el descuido de estos aspectos en el consumo de energía el cual puede reducirse por el solo hecho de planear correctamente la producción y dentro de ésta, el mantenimiento de la maquinaria y equipo.

En este artículo se exponen las principales actividades que se llevan a cabo en la fabricación de un producto y en estas actividades se indica en qué punto se presentan cuellos de botella que retrasan el proceso de producción, afectan la calidad del producto y deterioran la imagen de la propia empresa ante el cliente.

Posteriormente se detalla la forma en que se debe aplicar el mantenimiento preventivo y después, la forma de resolver los cuellos de botella generados en el proceso y la forma en la que la solución de dichos cuellos de botella ahorran energía o evitan el despilfarro de esta. Finalmente se hacen recomendaciones sobre la aplicación de las nuevas teorías del cambio de cultura y aplicación de lo que se ha llamado mantenimiento productivo total.

1. Planeación y control de la producción

La producción o fabricación de cualquier artículo ya sea de consumo como un bien de capital está asociado a un plan de producción en el que se establecen los pasos necesarios para su elaboración.

El flujo de actividades administrativas y de producción en una fábrica se espera sean como sigue:

1. Manifestación de la necesidad de fabricación de un producto mediante una licitación externa del cliente y la emisión de las Bases del concurso, ó un estudio de mercado y detección de la necesidad de suministro del satisfactor.
2. Determinación de especificaciones para la fabricación del producto en la que pueden intervenir tanto cliente como fabricante, después viene la Cotización, generada por el departamento de ventas de la fábrica.
3. La entrega de la cotización por el departamento de Venta y recepción de la orden de compra del cliente establece la operación de Venta.
4. En este momento, inicia la fase de Planeación de la Producción y la Distribución de tareas, la elaboración de especificaciones finales del producto y la elaboración de diseños.
5. El departamento de Ingeniería emite los planos de detalle de la ingeniería correspondiente a cada elemento y los transfiere al departamento de control de la producción quien a su vez en equipo con el departamento de producción y mantenimiento calcula la capacidad de planta considerando el estado físico de las instalaciones y el historial de disponibilidad de los equipos y maquinaria y considerando los tiempos que serán requeridos para las intervenciones de mantenimiento preventivo de los equipos y las necesidades de producción, determina la capacidad final de planta.
6. Viene entonces la emisión de los procedimientos específicos de fabricación, seguridad e higiene y actividades especiales relacionadas con la fabricación (solo si son requeridos porque no existan).
7. Elaboración de los planes y programas de producción finales los cuales se canalizan a cada una de las áreas que van a intervenir en el proceso de producción.
8. Emisión de requisiciones de compra bajo la especificación de la ingeniería, recepción de cotizaciones de proveedores de materia prima, en su caso existe una etapa de desarrollo de proveedores y finalmente se concluye la compra con la emisión de pedidos a los proveedores seleccionados.
9. Una vez realizada esta serie de actividades, viene una etapa de ajuste de los planes y programas de producción de acuerdo a los tiempos de entrega de los proveedores y de acuerdo a los programas de mantenimiento preventivo basados en la información del

- fabricante de la maquinaria y equipos relacionada con las rutinas de mantenimiento óptimas.
10. Se realizan ajustes en la ingeniería de detalle en conformidad con la capacidad real de planta y se entrega a planta.
 11. Recepción e inspección de materia prima en almacenes.
 12. Entrega de materia prima a planta e inicio de la Fabricación de los productos.
 13. Prueba de los productos, aceptación por control de calidad.
 14. Almacenamiento temporal de los productos.
 15. Embarque y Entrega al cliente.
 16. Instalación y Servicio Postventa.

Un sistema de producción tan complejo como este debe tener un control muy cuidadoso y manejar las holguras necesarias para que mediante una ruta crítica sea posible detectar los cuellos de botella que puedan causar retrasos en la producción.

2. Detección de cuellos de botella

Primer cuello de botella. En la práctica, los cuellos de botella se pueden presentar desde la licitación. Las especificaciones técnicas de algunos productos solicitados por los clientes algunas veces no son claras o son tan complejas que la labor de descifrarlas se vuelve tediosa o simplemente el departamento de ventas no le da la importancia debida y adquiere el compromiso de fabricar y suministrar el bien. La otra condición que frecuentemente se convierte en cuello de botella es el tiempo de entrega, la cual a pesar de saber que no va a ser posible cumplir el compromiso, el personal de ventas lo adquiere.

Efectos secundarios:

- El departamento de ingeniería tiene que trabajar excesivamente para poder emitir las especificaciones necesarias para la fabricación del producto.
- Con el objetivo de cumplir con los tiempos de entrega se somete a la planta a una carga excesiva de trabajo, la cual tarde o temprano ocasiona la falla de los equipos y posiblemente por el exceso de tensión, accidentes del personal.
- Consumo excesivo de energía por llevar las instalaciones más allá del límite de su capacidad nominal.

El segundo cuello de botella. Suministro de la materia prima por los proveedores. Con el objetivo de reducir los costos de la producción, con mucha frecuencia se experimenta con nuevos proveedores con la mala experiencia de que el producto que suministran no se encuentra dentro de las especificaciones de control de calidad y tiene que ser rechazado. Es necesario realizar el debido proceso de desarrollo de proveedores para que esto no ocurra. Otras ocasiones, se confía tanto en el proveedor tradicional que no se realiza la inspección a fondo en la materia prima que suministra y se acepta como tal causando una falla en el producto terminado.

La generalidad en los proveedores es que la entrega de la materia prima no se hace a tiempo, al menos no dentro del tiempo que se tenía programado para el inicio de la producción.

Efectos Secundarios:

- Rechazo de la materia prima con un retraso considerable en el inicio del proceso de producción.
- Penalización del proveedor por entrega extemporánea de la materia prima.
- Rechazo del producto terminado por control de calidad y retrabajo del producto.
- Rechazo del producto terminado por el cliente y generación de reembolsos por garantías.
- Entrega del producto fuera de tiempo y penalización por entrega extemporánea hasta por el 20% del costo de venta.

- Consumo adicional de energía debido a retrabajos del producto, los que tienen que hacerse simultáneamente con la operación rutinaria incrementando la demanda facturable tanto eléctrica como térmica.

Tercer cuello de botella. Errores en el diseño de los productos o en la información transferida a producción para la fabricación de éstos y errores en la fabricación por descuido, por no apegarse estrictamente a la información suministrada por el departamento de ingeniería, por no seguir al pie de la letra los procedimientos de fabricación, etc.

Un error en la información para fabricación y en el mismo proceso de producción puede detectarse en forma inmediata o puede llevarse hasta el final del proceso de producción y solo detectarse en las pruebas de protocolo del cliente y puede darse el caso que se manifieste cuando el producto ya está en operación con el usuario final.

Efectos secundarios:

- Los efectos secundarios asociados a este punto pueden ir desde leves hasta graves, ejemplo: desprendimiento de la manija de elevación del cristal de la ventanilla del auto hasta la falla de la suspensión de un vehículo y volcamiento de este a alta velocidad con graves consecuencias.
- Costos por retrabajo o reemplazo del producto dependiendo de la etapa en la que se da la falla.
- Energía adicional consumida, la cual ya estaba destinada a un producto nuevo.

Cuarto cuello de botella. Falla de equipo y maquinaria debido a la carga excesiva de trabajo y ausencia de mantenimiento preventivo y paro de la línea de producción. La falla, (generalmente catastrófica o mayor) causa un retraso en la producción con la incertidumbre en el costo y el tiempo que va a estar fuera de operación el equipo.

Efectos secundarios:

- Costo adicional de la energía eléctrica por elevar la demanda y mover a horas pico actividades que habían sido programadas en horas base o intermedias.
- Agotamiento del personal obrero por el exceso de trabajo.
- Accidentes personales.
- Necesidad de trabajo adicional, horas extras tanto de personal obrero como empleado.

En todos los casos se tiene un consumo en energía adicional tanto por retrabajos en falla de productos como por la necesidad de pruebas de control de calidad adicionales o complementarias y por la utilización extraordinaria de servicios de planta, energía eléctrica, aire comprimido, agua de proceso, agua potable y otras, aire acondicionado, vapor y combustibles. De esta manera, el costo "per capita" de la energía asociada al producto se eleva.

3. Solución a los cuellos de botella.

Primero. No comprometerse a la fabricación de un producto si no se cuenta con todos los elementos necesarios para conseguir un resultado exitoso. Iniciando desde el estudio de mercado hasta la investigación y desarrollo del producto. Se da el caso en el que no es posible manejar un tiempo de entrega real, para esto, muchos vendedores integran dentro del precio final el costo correspondiente a la penalización, de tal forma que una vez descontada esta, el precio del producto corresponde al costo de fabricación más la correspondiente utilidad.

Es necesario puntualizar que una de las características de nuestra empresa sea micro, pequeña, mediana y grande es la ausencia de investigación y desarrollo formales.

Segundo. Desarrollo de proveedores. Para una empresa que requiere el suministro de partes, subensambles o materia prima básica, es de extrema importancia el desarrollo de proveedores y la promoción de la asociación simbiótica, es decir, "yo te entrego un producto de calidad

porque somos socios en el negocio y no tengo la competencia de tres o más proveedores y tu me garantizas contratos de suministro". El resultado es obvio.

Tercero. La ingeniería de diseño de un producto debe estar estrictamente apegada a la capacidad de producción de la planta y debe considerar tanto la seguridad en la fabricación, como el respeto al medio ambiente. La fábrica a su vez, debe apegarse estrictamente a la información básica de la ingeniería y respetar los procedimientos de fabricación y no descuidar en lo absoluto la seguridad del personal obrero ocupado en la línea de producción. Es importante hacer notar que el diseño y la fabricación del producto deben realizarse y el respeto al medio ambiente.

Cuarto. Para que una empresa pueda sobrevivir, es obvio que debe ser competitiva y sólo podrá serlo si cumple con estas tres condiciones:

1. Debe brindar un Producto de óptima conformidad: en términos de las normas ISO ya no se habla de calidad sino de conformidad.
 2. Debe tener costos competitivos: una buena gerencia y sistemas productivos eficaces pueden ayudar a alcanzar esta meta.
 3. Debe realizar las entregas a tiempo: aquí se aplican los conceptos del justo a tiempo.
- Los diferentes sistemas de calidad de una o de otra manera enfocan su atención en una o más de las llamadas "5 M"s:

1. Mano de obra
2. Medio ambiente
3. Materia Prima
4. Métodos
5. Máquinas

Sin embargo en México, nunca nos hemos caracterizado por concentrarnos en la última de las cinco "M", las máquinas, lo que nunca ha permitido que nuestros sistemas alcancen el máximo de su potencial. Por tanto, como la misión de toda empresa es obtener un rendimiento económico, la solución al cuarto cuello de botella es simplemente aplicar el mantenimiento preventivo. La definición del mantenimiento es la conservación de las características de operación de un equipo relacionadas con la capacidad de producir con la misma eficiencia y eficacia para lo que fue diseñada sin poner en riesgo la seguridad y salud de sus operadores ni la calidad del producto; no esta por demás enfatizar que esto también incluye el impacto en el ambiente. La aplicación del mantenimiento preventivo nos garantiza mantener en forma las máquinas y evitar paros no controlados.

4. El mantenimiento.

La visión actual del mantenimiento es todo aquello acerca de la preservación de las funciones físicas de la maquinaria y equipo de producción. En otras palabras, se define como el conjunto de actividades cuyo propósito central es asegurar que las máquinas sean capaces de hacer lo que el usuario quiere que hagan y para lo que fueron diseñadas.

Es posible clasificar el mantenimiento en varios tipos:

El Mantenimiento correctivo espera hasta que ocurre una falla y entonces se remedia la situación restableciendo la capacidad productiva del equipo tan rápido como sea posible, pero sujeto a presiones extremas a todos los niveles, tales presiones pueden causar accidentes y desenlaces fatales y exceso en el consumo de energía tanto en las instalaciones como en el personal.

El Mantenimiento preventivo consiste en la programación de las actividades básicas de conservación que evitarán la falla catastrófica de un componente y en consecuencia permitirán la operación productiva continua del equipo en el período existente entre cada servicio, permite

la planeación razonada de las operaciones de producción y mantenimiento, permite holguras y posibles descansos tanto de instalaciones como de personal.

Diagnóstico o Mantenimiento predictivo. Este tipo de mantenimiento no se basa en un calendario de aplicación, sino en un diagnóstico en el cual se examina la máquina en sus "signos vitales" y en base al comportamiento de estos signos se determina el "daño posible" o deterioro que está teniendo durante la operación. Para esto se examinan los fluidos que utiliza la máquina como aceite, refrigerante, agua de enfriamiento, etc., así como el comportamiento mecánico, eléctrico y electrónico. Con los datos obtenidos del diagnóstico se determina si es necesario adelantar un servicio o si la maquina se encuentra bien y puede esperar hasta el próximo. La frecuencia de aplicación depende del tipo de máquina que se trate, de la experiencia del personal de mantenimiento y de la habilidad del operador. La ventaja de este tipo de mantenimiento es que para aplicarlo no es necesario detener la línea de producción y puede permitir un tiempo mayor en la disponibilidad de los equipos.

Mantenimiento detectivo o inspección. Este se aplica solamente en equipos o sistemas que solo operan en forma esporádica y debido a este tipo de operación, no tenemos información de su estado físico, si este es aceptable o si existe una falla inminente.

Este equipo requiere de una inspección periódica a fin de garantizar que en el momento en el que el equipo va a ser requerido, éste va a estar disponible. Son ejemplos de estos equipos, las alarmas contra fuego, detectores de humo, sistema de agua contra incendio, extintores de fuego, etc. Este mantenimiento es imprescindible para todo aquel equipo relacionado con la seguridad industrial y patrimonial de la empresa.

Mantenimiento Autónomo. Este es un mantenimiento que debe proporcionar el "propietario" del equipo en todas las partes de interés recomendadas por el fabricante como la limpieza, revisión de niveles de fluidos, tensión de bandas, ajuste de guardas de protección, presión y ajuste de aire de entrada a válvulas neumáticas, etc.

Este tipo de mantenimiento está muy relacionado con la productividad, dado que el propietario del equipo esta pendiente de la operabilidad y rendimiento de éste.

El Mantenimiento Autónomo está compuesto por un conjunto de actividades que se realizan diariamente por todos los trabajadores en los equipos que operan, incluyendo inspección, lubricación, limpieza, intervenciones menores, cambio de herramientas y piezas, estudiando posibles mejoras, analizando y solucionando problemas del equipo y acciones que conduzcan a mantener el equipo en las mejores condiciones de funcionamiento. Estas actividades se deben realizar siguiendo estándares previamente preparados con la colaboración de los propios operarios. Los operadores deben ser entrenados y deben contar con los conocimientos necesarios para dominar el equipo que opera.

Los objetivos fundamentales del mantenimiento autónomo son:

Mantener el equipo en condiciones de operación óptima aplicando rutinas sencillas de mantenimiento por los propios operadores.

Emplear el equipo como instrumento para el aprendizaje y adquisición de conocimiento.

Desarrollar la capacidad de análisis de problemas y creación de un nuevo pensamiento sobre el trabajo.

Mejorar el funcionamiento del equipo con el aporte creativo del operador.

Construir y mantener las condiciones necesarias para que el equipo funcione sin averías y rendimiento pleno.

Mejorar la seguridad en el trabajo.

Lograr un total sentido de pertenencia y responsabilidad del trabajador.

Mantenimiento productivo total. Un concepto "reciente" en México es el mantenimiento, denominado Mantenimiento Productivo Total [1], el cual se basa en la mejora continua y el "poder hacer" a largo plazo y la importancia que tiene el que el personal de mantenimiento y de producción trabajen en equipo.

En cierta forma este concepto busca reestructurar la organización a fin de que se aproveche completamente el potencial de cada individuo trabajando en equipo con el resto de la organización.

Los principales aspectos de esta filosofía son:

Estructuras organizacionales planas (pocos gerentes y trabajo en equipo), fuerza de trabajo multifuncional o multidisciplinaria, reconsideración rigurosa del modo de hacer las cosas, con el objetivo en mente de simplificar los métodos de trabajo.

Los cambios propuestos son englobados dentro de un cambio de cultura general basado en la mejora continua monitoreada y medida con herramientas prácticas. Una forma de medir la mejora es precisamente a través de los equipos de alto desempeño.

Independientemente de la clasificación del mantenimiento, existe controversia dentro de las áreas productivas de la empresa y el departamento de mantenimiento sobre la definición de funciones y límites de responsabilidad en lo que a conservación del equipo se refiere. Como se ha comentado desde el principio, este efecto es originado desde la planeación y el control de la producción donde a menudo no se establecen los tiempos necesarios para los servicios a los equipos y aún cuando se establecen, en la práctica muchas veces no es posible respetarlos. El no respetar los calendarios de mantenimiento preventivo, irremediablemente lleva a la falla de los equipos lo que puede causar pérdidas en tiempo, dinero, accidentes y afectaciones al medio ambiente.

Para aplicar un buen mantenimiento preventivo es necesario primero contar con la infraestructura para el desarrollo de una administración profesional, que consiste en el hardware y software necesarios para el control de órdenes de trabajo, la plantilla de personal necesaria para la ejecución de las órdenes de trabajo y un inventario fiel y actualizado de equipo y maquinaria clasificados jerárquicamente desde el edificio de la fábrica hasta el último componente de una máquina.

La jerarquía lógica (árbol de equipos) es como sigue:

Fábrica, X
Edificio, Y
Proceso de Producción, Z
Línea de producción, AA
Máquina, BB
Equipo, CC
Componente, DDD.

Al final, la identificación del equipo será XY-ZAA-BBCC y un componente correspondiente a este equipo, será CC-DDD.

Una vez que se cuenta con el inventario de equipo y maquinaria, se determinan los componentes de desgaste frecuente y que deben ser cambiados en cada servicio, y que tienen una relación directa con el consumo excesivo de energía, como son bandas, rodamientos, aceites, grasas, refrigerantes, etc. y se provee el almacén de mantenimiento con todas las refacciones necesarias considerando los servicios que se darán a las máquinas, siempre teniendo en cuenta que no deberá excederse en la cantidad de partes para no mantener un inventario innecesario.

Deben prepararse los procedimientos de mantenimiento de tal forma que sean accesibles al personal de servicio.

El segundo paso es "adquirir" o desarrollar el equipo de trabajo necesario para mantenimiento y especializarlo en cada una de sus funciones y a su vez habilitarlo en varias más de manera que en el momento en el que un técnico especialista en determinado equipo no esté, lo pueda suplir fácilmente otro, es decir, hacer a nuestro personal necesario, pero no indispensable. Es muy

importante considerar las actividades y trabajos críticos en los cuales nuestro personal de base es necesario y las actividades que pueden ser operadas vía contratista externo (out sourcing). En esta decisión es determinante el costo y la efectividad comparativa.

El tercer paso es la elaboración del plan de mantenimiento anual según las recomendaciones establecidas en el manual del fabricante y su ajuste mensual según las necesidades de la línea de producción y las consideraciones del plan global de producción del departamento de planeación y control de la producción. Debemos considerar la importancia que tiene el preparar planes y procedimientos de operación sencillos que puedan ser entendidos e interpretados por los técnicos de mantenimiento y además que sean realizable.

Debe ponerse especial atención en dar mantenimiento preventivo a calderas, redes de vapor, aislamiento de líneas de vapor y trampas de vapor, redes de gas, hornos, torres de enfriamiento y sistemas de recirculación de agua de enfriamiento, bombas de agua y redes de agua potable, muebles de baño y regaderas de uso continuo, grúas viajeras, equipos montacargas, vehículos de carga y transporte, compresores y redes de aire comprimido y en forma especial el sistema eléctrico de la planta. Es decir todo el equipo de Servicios Generales de la planta.

5. Impacto en el consumo de energía por la ausencia de mantenimiento.

Los efectos de un equipo o maquinaria de servicios con mantenimiento deficiente en el consumo de energía pueden ser como ejemplo:

El desorden y la falta de limpieza es una de las causas centrales de las fallas de los equipos. El desgaste y la abrasión causada por la fricción de los componentes sucios deterioran las máquinas. Como consecuencia, se presentan pérdidas de precisión y estas conducen hacia la generación de defectos de calidad de los productos y paros de equipos no programados. Por lo tanto, cobra importancia el trabajo de mantenimiento que debe realizar el operador en la conservación del orden y la limpieza con el mantenimiento autónomo.

Cuando el operador "toca" el equipo podrá identificar otra clase de anomalías como tornillos flojos, elementos sueltos o en mal estado, sitios con poco lubricante, tuberías taponadas, etc. La limpieza como inspección se debe desarrollar siguiendo estándares de seguridad y empleando los medios adecuados previamente definidos, ya que de lo contrario, se pueden producir accidentes y pérdidas de tiempo innecesarias

Las calderas en mal estado generan pérdidas excesivas de energía en la superficie de transferencia de calor, en purgas, por incrustación, por mala carburación, etc.

Las Redes de vapor descuidadas generan mala operación de trampas de vapor y piernas de condensado. Deficiencia en el retorno de condensado, aislamiento dañado, etc.

Pérdidas por mal aislamiento o daño en Hornos. Mala carburación o control deficiente en las temperaturas internas.

Una de las características del gas natural es su densidad menor que la del aire, lo que significa que una fuga de gas natural no va a ser percibida en la superficie, si esta se encuentra encima de nosotros, por tanto, el mantenimiento a Redes de gas es de vital importancia no solo por el costo económico, sino por posibles fugas con riesgos de incendio y explosión.

Las Subestaciones Eléctricas con un mal mantenimiento son causa del incremento en pérdidas eléctricas por falta de limpieza en contactos y en desbalance de fases, además de los Riesgos de corto circuito.

Un mal mantenimiento a la Red eléctrica permite un crecimiento anárquico de las instalaciones. Deterioro de la calidad de la energía. Falla en tarjetas electrónicas por la generación de picos de voltaje y distorsión armónica excesiva.

La deficiencia en el mantenimiento de Grúas viajeras conduce a un consumo excesivo de energía eléctrica por desalineación, por falta de lubricación, etc.

La falta de mantenimiento a las Torres de enfriamiento ocasiona el taponamiento de las toberas de distribución de agua en los paneles de la torre y la incrustación de los conductos de éstos, generando un arrastre excesivo de agua y deficiencia en la disipación de calor, etc.

Redes de aire comprimido y compresores con mal mantenimiento son precursoras de fugas de aire y funcionamiento excesivo de los compresores.

Falta de mantenimiento en Vehículos de transporte conduce a consumo excesivo de combustible debido a la mala operación de bujías, filtros saturados e incremento de la fricción en el motor por aceite muy deteriorado. Y como estos podemos citar muchos más.

6. El personal

El elemento más valioso dentro de la organización productiva es el personal a cualquier nivel. Cualquier mejora que el personal realice dentro de sus funciones y áreas de responsabilidad debe ser recompensado. En estos tiempos de crisis cuando el dinero está escaso, no es suficiente recompensa una palmada en la espalda, una felicitación de parte de la Dirección o un souvenir con el logotipo de la compañía. Es necesario un aliciente económico proporcional al beneficio generado por la mejora realizada por el trabajador. De lo contrario, será la primera y la última. La experiencia reporta que la empresa que más mejoras tiene en su operación, generadas por trabajadores, es aquella que participa del beneficio económico de dichas mejoras a éste. También reporta que los mejores asesores de una planta son los trabajadores con mayor experiencia y capacidad.

Nadie es profeta en su tierra. Es frecuente que el Director de la empresa contrata a un experto (generalmente extranjero) que viene a la planta a resolver la problemática generada por determinada falla de un equipo o línea de producción y que dicho experto sea asesorado por los propios trabajadores que previamente habían reportado la falla y sugerido la solución.

Un obrero cansado rinde muchas veces menos que uno descansado. Las horas extras son enemigas de la productividad. Asimismo, un obrero motivado puede rendir el doble que un obrero normal y cuatro veces lo que rinde un obrero inconforme.

7. Métodos útiles para iniciar políticas de disciplina en la fábrica. [1]

Hablando en términos generales, no es nada nuevo que el ser humano está diseñado (¿acostumbrado a?) para corregir, no para prevenir o planear. Con mucha frecuencia se recomienda que para empezar a hacer una actividad corporal como correr, nadar, jugar futbol, etc, se debe primero realizar una serie de ejercicios de calentamiento para evitar sobreesforzar nuestro cuerpo y sufrir un esguince o torcedura. Para soportar esto se propone la siguiente reflexión:

"Un hombre de las cavernas que se encuentre plácidamente recostado reposando después de un succulento banquete de raíces y frutas, que de pronto ve aparecer a sus espaldas un tigre dientes de sable, le pedirá con toda amabilidad al tigre (terriblemente hambriento) que se tome un descanso mientras el realiza su serie de ejercicios de calentamiento antes de iniciar su pavorosa huida. Seguramente si esto ocurriera, el pobre hombre no viviría para contarla, por tanto, sin pensar un minuto, iniciará la carrera por su vida."

En este caso la adrenalina se hará cargo de estimular los órganos que sean necesarios para permitir que el hombre no sufra daño en su carrera.

Al iniciar nuestra rutina de ejercicio matutino, no existe adrenalina la cual es el ingrediente necesario para evitar esguinces o torceduras, por lo que se hace necesario realizar los ejercicios de calentamiento (prevención).

Entonces, tomando como base este hecho evidente relacionado con la disciplina y las costumbres, recomendamos técnicas adicionales para la aplicación de estrategias que mejoren la disciplina en nuestros centros de trabajo.

Existen muchas técnicas para promover la mejora continua dentro de una organización, las cuales con diferentes métodos tienden a un mismo fin, incrementar la rentabilidad de la empresa. Entre ellas están el Ciclo de Deming (Planear, Hacer, Verificar, Actuar), Diagrama Causa Efecto, Principio de Pareto, La teoría de las cinco "s"s, etc.

La teoría de las cinco "s"s es recomendable por la sencillez de su aplicación y seguimiento.

Las cinco "s"'s representan acciones que son principios expresados con cinco palabras japonesas que comienzan con "s". Cada palabra tiene un significado importante para la creación de un lugar digno y seguro donde trabajar.

Estas cinco palabras son:

Clasificar. (Seiri)
Orden. (Seiton)
Limpieza. (Seiso)
Limpieza Estandarizada. (Seiketsu)
Disciplina. (Shitsuke)

La estrategia de las cinco "s"'s es un concepto sencillo que a menudo las personas no le dan la suficiente importancia, sin embargo, una fábrica limpia y segura nos permite orientar la empresa y los talleres de trabajo hacia las siguientes metas:

Mejorar el ambiente de trabajo, eliminación de desperdicios producidos por el desorden, falta de aseo, fugas, contaminación, etc.

Eliminar pérdidas por la buena calidad, tiempo de respuesta y costos con la intervención del personal en el cuidado del sitio de trabajo y aumento de la moral por el trabajo.

Aumentar la vida útil de los equipos, por la inspección permanente del operador de la maquinaria.

Estandarizar la disciplina en el cumplimiento de las normas al tener el personal la posibilidad de participar en la elaboración de procedimientos de limpieza, lubricación y ajuste.

Hacer uso de elementos de control visual como tarjetas y tableros para mantener ordenados todos los elementos y herramientas que intervienen en el proceso productivo.

Conservar del sitio de trabajo mediante controles periódicos sobre las acciones de mantenimiento de las mejoras alcanzadas con la aplicación de las cinco "s"'s.

Eliminar las causas potenciales de accidentes y promover la conciencia de cuidado y conservación de los equipos y demás recursos de la compañía.

Paradigmas o malas costumbres que interfieren en la aplicación de las cinco "s"'s

En una empresa existen costumbres que dificultan la aplicación de las cinco "s"'s . La estrategia de las cinco "s"'s requiere del compromiso de la dirección para promover sus actividades, ejemplo de los supervisores y apoyo permanente de los jefes de los sitios de trabajo. El apoyo de la dirección con su mirada atenta permanente de la actuación de sus colaboradores, **el estímulo y reconocimiento** son fundamentales para perpetuar el proceso de mejora. La importancia que los encargados y supervisores le den a las acciones que deben realizar los operarios será clave para crear una cultura de orden, disciplina y progreso personal.

Sin embargo, existen paradigmas habituales para que las cinco "s"'s no se apliquen con éxito en las empresas como:

"La maquinaria y equipo de proceso no pueden parar para la aplicación del mantenimiento preventivo".

La dirección ante las presiones de entregar oportunamente y en cantidades suficientes los productos que se fabrican, no acepta fácilmente que un puesto de trabajo es más productivo cuando se mantiene impecable, seguro, en orden y limpio. Se considera que la limpieza es una labor que consume tiempo productivo, pero no se aprecian los beneficios de esta de ayudar a eliminar las causas de averías como el polvo, lubricación en exceso y fuentes de contaminación.

"Los trabajadores no limpian y ordenan su área...¿ para que perder tiempo?".

Es seguro que los trabajadores apreciarán los beneficios, ya que son ellos los que se ven afectados directamente por la falta de orden y limpieza, y no se diga la seguridad e higiene.

"Hay muchos pedidos urgentes para perder tiempo limpiando".

Es frecuente que el orden y la limpieza, la calidad y la seguridad y el "es importante cuanto se gaste" se dejen de lado cuando hay que realizar un trabajo urgente. Es verdad que las prioridades de producción a veces presionan tanto que es necesario que otras actividades esperen, sin embargo, las actividades de las cinco "s"s se deben ver como una inversión para lograr todos los pedidos del futuro y no solamente los puntuales requeridos para el momento.

"Creo que el orden es adecuado no tardemos tanto tiempo".

Algunas personas consideran sólo los aspectos visibles y de estética de los equipos son suficientes. Las cinco "s"s sirven para identificar problemas profundos en el equipo, ya que es el contacto del operario con la máquina la que permite identificar averías o problemas que se pueden transformar en graves fallas para el equipo. La limpieza se debe considerar como una primera etapa en la inspección de mantenimiento preventivo en la planta.

"¡Contrata un ayudante para que haga la limpieza ... sale más barato!".

El trabajador que no sabe operar un equipo y que es contratado únicamente para realizar la limpieza, impide que el conocimiento sobre el estado del equipo sea aprovechado por la compañía y se pierda. El contacto cotidiano con la maquinaria ayuda a prevenir problemas, mejorar la información hacia los técnicos expertos de mantenimiento pesado y aumenta el conocimiento del operario sobre el comportamiento de los procesos.

Paradigmas de los operadores

La aplicación de las cinco "s"s tiene sus barreras en ciertos pensamientos de los operadores.

"Me pagan para trabajar no para limpiar".

A veces, el personal acepta la suciedad como condición inevitable de su estación de trabajo. El trabajador no se da cuenta del efecto negativo que un puesto de trabajo sucio tiene sobre su propia seguridad, la calidad de su trabajo y la productividad de la empresa.

"Llevo 20 años en la fábrica, y nunca he limpiado ... ¿Porqué debo hacerlo ahora?.

El trabajador considera que es veterano y no debe realizar trabajos de bajo nivel como limpiar, que esta es una tarea para personas con menor experiencia. Por el contrario, la experiencia le debe ayudar a comprender mejor sobre el efecto negativo de la suciedad y contaminación sobre el control en el puesto de trabajo. Los trabajadores de producción asumen a veces que su trabajo es hacer cosas, no organizarlas y limpiarlas. Sin embargo, es una actitud que tiene que cambiar cuando los trabajadores empiezan a comprender la importancia del orden y la limpieza para mejorar la calidad, productividad y seguridad.

" Necesitamos mas espacio para guardar todo lo que tenemos".

Esto sucede cuando al explicar las cinco "s"s a los trabajadores, su primera reacción ante la necesidad de mejorar el orden es la de pedir más espacio para guardar los elementos que tienen. El frecuente comentario es ".....jefe necesitamos un nuevo armario para guardar todo esto...."

Es posible que al realizar la clasificación y el orden de los elementos considerados, sobre espacio en los actuales armarios y la mayoría de los elementos sean innecesarios.

"No veo la necesidad de aplicar las cinco "s"s, creo que así estamos bien".

Puede ser muy difícil implantar las cinco "s"s en empresas que son muy eficientes o muy limpias como en el caso de las fábricas de productos personales o farmacia. Sin embargo, no todo tiene que ver con la eliminación de polvo o contaminación. Las cinco "s"s ayudan a mejorar el control visual de los equipos, modificar guardas que no dejan ver los mecanismos internos por guardas plásticas de seguridad que permitan la observación del funcionamiento de los equipos; o la aplicación de las cinco "s"s en el cuidado de nuestras mesas de trabajo y escritorios.

8. Indicadores de la correcta operación del sistema (MTBF).

Uno de los indicadores más útiles del comportamiento de los equipos es el Tiempo Medio Entre Fallas (Mean Time Between Failures) ya que facilita evaluar la eficiencia del mantenimiento preventivo. Este indicador permite realizar estudios para la mejora de la confiabilidad y disponibilidad.

Para preparar estos indicadores es necesario generar reportes de mantenimiento, informes sobre intervenciones, partes utilizadas, tiempos empleados, etc. Sin esta información el diagnóstico se hace más complejo y no garantiza poder identificar las causas profundas del problema. Esta tarea se logra eficientemente con un buen software de administración del mantenimiento y con la cooperación incondicional entre los departamentos de producción y mantenimiento.

Es frecuente en algunas empresas emplear la Tabla de Análisis MTBF como punto de partida para la identificación de la situación actual del estado del equipamiento de una planta. Estas tablas son sistemas visuales de control donde se registran las actividades de mantenimiento planeado, paros no programados, lubricación, limpieza y actividades relacionadas con el cuidado del equipo. Dependiendo de la facilidad existente en planta, estas tableros se pueden ubicar en lugares visibles de la planta para que sean observados por todos los trabajadores.

En resumen, la disponibilidad (MTBF) se define como la característica de un equipo, instalación o línea de producción de operar sin problemas.

Esta depende de los atributos de los elementos técnicos y de la eficiencia y eficacia de la administración de mantenimiento. Por tanto:

$$A = \text{MTBF} \times 100 / (\text{MTBF} + \text{MWT} + \text{MTTR})$$

Donde:

MTBF es la confiabilidad o característica de un equipo, instalación o línea de fabricación que se mide por el tiempo promedio en que puede operar entre fallas consecutivas.

MWT es la mantenibilidad o el tiempo promedio requerido para reparar la falla ocurrida, la cual está influenciada por el diseño del equipo y el modo en que se encuentre instalado. Y

MTTR es la eficiencia de la Organización de Mantenimiento, es decir, el tiempo promedio que se espera por la llegada de los recursos de mantenimiento cuando ocurre un paro, sea el personal que atiende la falla y en su caso el suministro de refacciones. Esta está determinada por la organización y estrategias usadas por producción y mantenimiento.

9. Conclusiones

- Una industria que aplica el mantenimiento preventivo como primer paso para convertirse en "World Class Industry" obtendrá además como bonos "premium" ahorro de energía, reducción de accidentes, mejoras en la calidad del producto y reducción del impacto ambiental de sus operaciones.

- La seguridad de funcionamiento de una instalación industrial, dada por la confiabilidad (capacidad para funcionar confiablemente durante el tiempo en el que se le requiere), mantenibilidad (capacidad para recuperar las condiciones de operación originales después de ser intervenido preventiva o correctivamente), disponibilidad (capacidad para funcionar cuando se le necesita) y seguridad (capacidad para operar sin producir daño), constituye el índice básico de medida de su continuidad productiva.

- El mantenimiento, en sus variantes de preventivo y correctivo, influye sobremanera en el resto de los elementos de la confiabilidad de un equipo.

La industria debe prestar mayor atención a las áreas de *mantenimiento* dado que una máquina descompuesta no produce.

- Los procesos industriales dependen más que nada del buen funcionamiento de los equipos asociados al mismo. Sencillamente "las máquinas nos dan de comer". ¿Quién tiene la responsabilidad de hacer funcionar las máquinas de manera óptima?, la respuesta es *mantenimiento*.

- Cualquier actividad planeada para prevenir fallas en los equipos y llevar estos a su estado de operación original, es precursora de alta rentabilidad de la planta, eliminación de desperdicios, riesgos y además reducción del impacto ambiental. Además:

Ahorra energía al permitir un mejor control de demanda energética.

Elimina pérdidas que afectan la productividad de la planta.

Mejora de la confiabilidad y disponibilidad de los equipos.

Reduce los costos de mantenimiento.

Mejora de la calidad del producto final.

Aumenta la capacidad de respuesta a los movimientos del mercado.

Crea capacidades competitivas desde la fábrica.

"ESTO ES AHORRO DE ENERGIA"

Referencias

[1] Como aplicar el mantenimiento productivo total (tpm) a industrias

Ing. Víctor Manuel Gerbán, Massalín Particulares S.A. victor.gerban@la.pm.com

[www.monografías.com](http://www.monografias.com)

www.mantenimientomundial.com

www.itc.com.es

www.ceroaverias.com

www.datastream.com

www.tablero-decomando.com