

Pensamiento Sistémico aplicado a Mantenimiento

Mantenimiento Inteligente

“Otra forma de analizar el mantenimiento sin fragmentarlo”

Por: Pedro E. Silva A.

El Mantenimiento ha evolucionado bastante en ésta última década, debido a que las Administraciones han reconocido su importancia dentro de cualquier empresa que posea activos. Sin embargo, estas nuevas metodologías desarrolladas no han solucionado los problemas existentes. No por no servir, sino por su mala aplicación. Para aplicar estas nuevas metodologías se requiere de preparar la organización y usar la solución adecuada según el problema que se esté presentando.

Para mejorar debemos identificar nuestros problemas en mantenimiento y para identificar nuestros problemas, tenemos que ver la Gestión de Mantenimiento en forma íntegra, es decir todo el sistema completo, debemos tener una visión **SISTÉMICA DE MANTENIMIENTO**.

Un sistema es una totalidad percibida cuyos elementos se aglomeran porque se afectan recíprocamente a lo largo del tiempo y operan con un propósito común. Estructura sistémica es la configuración de interrelaciones entre los componentes claves del sistema.

El pensamiento sistémico en su nivel más amplio, abarca una amplia y heterogénea variedad de métodos, herramientas y principios, todos orientados a examinar la interrelación de fuerzas que forman parte de un proceso común.

Lenguaje del Pensamiento Sistémico

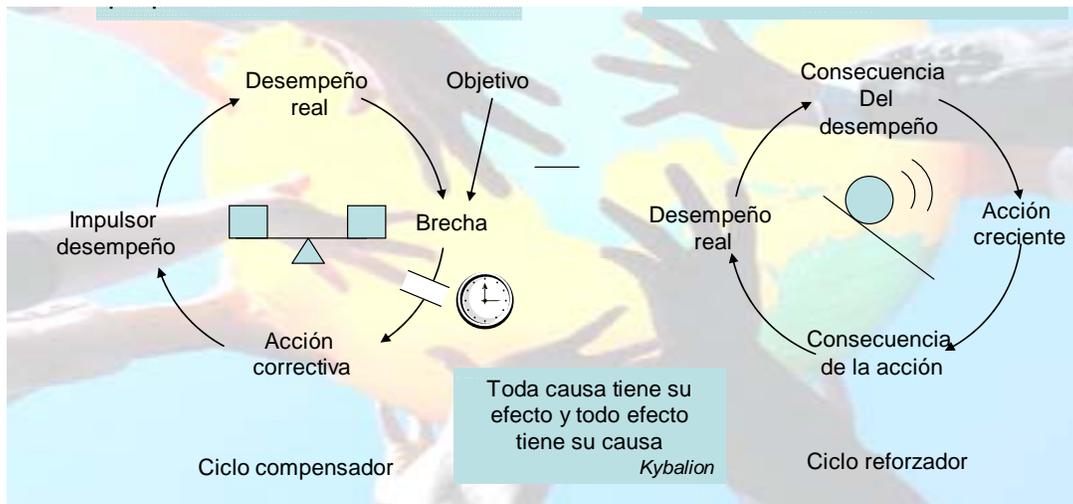
Cada historia revela ciclos que se repiten una y otra vez, mejorando o empeorando situaciones. Cada elemento del ciclo es “causa” y “efecto”, recibiendo y ejerciendo influencias, de modo que cada efecto, tarde o temprano regresa a su origen.

“Toda causa tiene su efecto y todo efecto tiene su causa”

Ley de causalidad

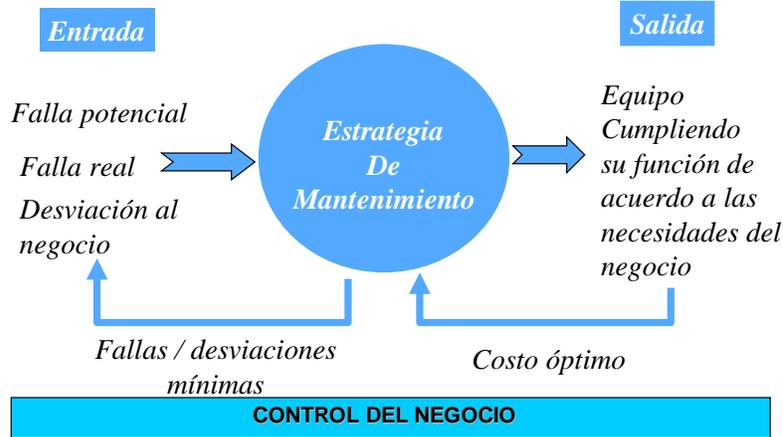
Kybalion

Pensamiento Sistémico aplicado a Mantenimiento



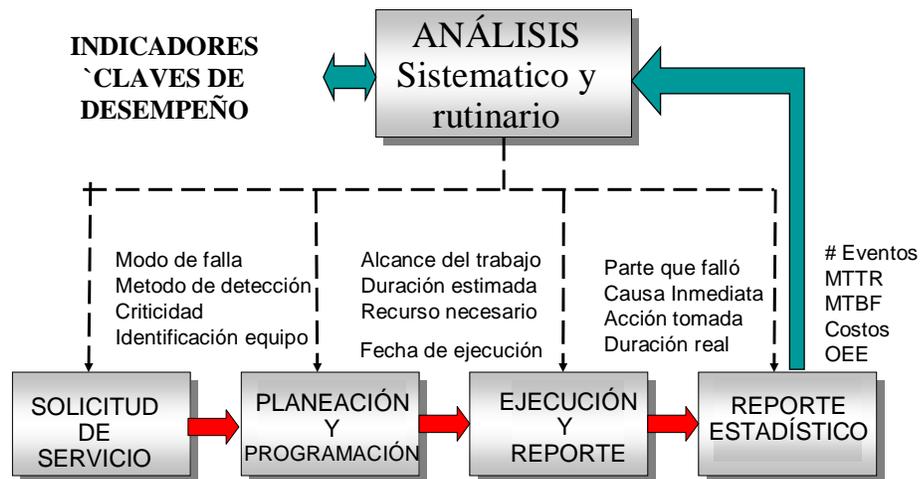
Para ver más fácilmente las diferentes interrelaciones de los elementos de un sistema, vamos a representarlo por medio de ciclos. Hay ciclos compensadores, que son aquellos donde una acción impulsora se ve reflejada en un desempeño real el cual se ve compensado por una consecuencia, lo que genera con el tiempo una acción correctiva, algunas veces esta consecuencia compensadora puede estar ligada a un objetivo. Ejemplo de un ciclo de este tipo son los análisis de causalidad de fallas, el desempeño real es una reducción del número de fallas, ocurren otras fallas y son reparadas y nuevamente estudiadas para reducir su número y así sucesivamente, hasta llegar a un punto de equilibrio costo beneficio, donde podemos obtener un número de fallas aceptable que no impacten el propósito general de la Organización. El otro ciclo, es el ciclo reforzador. Este ciclo, como su nombre lo dice es una bola de nieve. La acción ocurre y la consecuencia refuerza la acción por lo que esta se repite en forma creciente. Es como el dicho...“Plata llama plata”.

Visión lineal del Modelo Global en Mantenimiento



El modelo global tradicional de mantenimiento presentado arriba muestra unas fallas potenciales, reales o desviaciones que son reportadas como una entrada al proceso. Por medio de una Estrategia de Mantenimiento (Preventivo, predictivo o correctivo) reparamos esas fallas y obtenemos como salida unos equipos cumpliendo su función de acuerdo a las necesidades del negocio.

Proceso Global de Mantenimiento

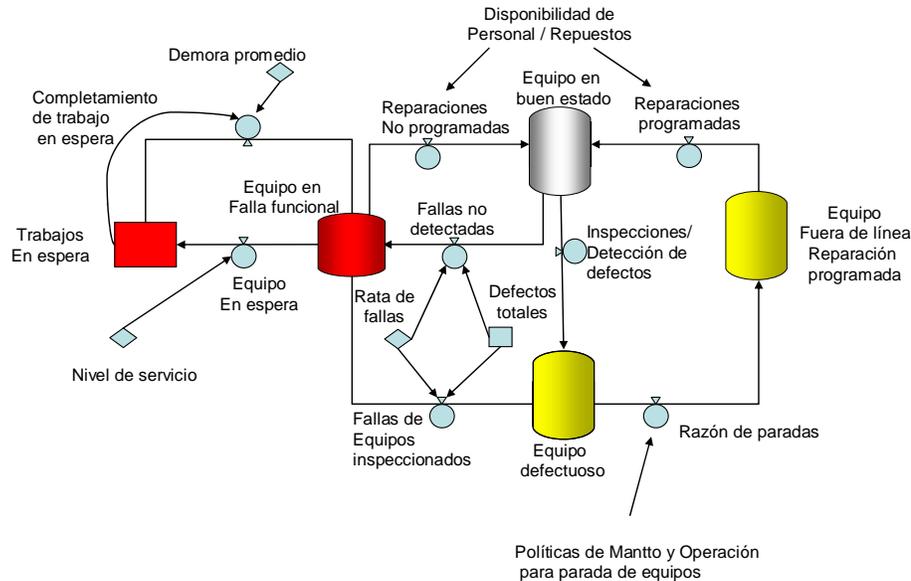


El proceso global se inicia mediante una solicitud de servicio donde es reportada la falla bien sea real, potencial, la cual se convierte en orden de trabajo, es planeada, programada y ejecutada por un grupo de ejecución, que al final reporta el trabajo efectuado. Estos datos se convierten en un reporte estadístico el cual es analizado y comparado con unas metas y objetivos. Se identifican las

desviaciones, se investigan las causas y se dan soluciones para evitar disminuir la brecha.

Desde el punto de vista del pensamiento sistémico los procesos de mantenimiento se ven así:

Flujo de estado de equipos

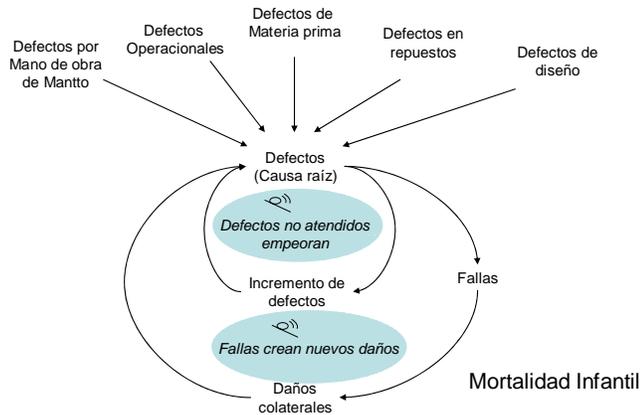


El flujo de inicia con el equipo en buen estado. Esto significa todos los equipos de la planta que se encuentran en buen funcionamiento. Si se detecta un defecto en el equipo, entonces este se mueve a la categoría de equipo defectuoso. La detección de defectos puede ser hecha por una inspección formal, por un operador en su ronda o porque fue detectada durante una intervención proactiva. Si las políticas de la organización soportan el trabajo planeado, entonces el equipo sigue trabajando con el defecto y queda a la espera de la reparación. Basado en las prioridades, el plan de mantenimientos preventivos, la disponibilidad de repuestos y personal se programa y completa la reparación para poner el equipo nuevamente en línea.

Si el defecto no es detectado, o si es detectado, pero las políticas de la organización no contemplan el trabajo planeado, el equipo falla aleatoriamente. Entonces se coloca en falla funcional, pero en espera, como un trabajo reactivo (Backlog) hasta que haya suficientes recursos para reparar el defecto y volver el equipo en línea.

Defectos

Fuente de defectos



Los defectos son las causas raíces de las fallas funcionales en las plantas. Definimos los defectos como cualquier desviación de la perfección, que con el tiempo crea una pérdida en la producción, desperdicio, incidentes de seguridad, o daños en el ambiente. Vienen de la forma de operación del equipo, la calidad de la mano de obra de mantenimiento,

desgaste y uso, repuestos que no cumplen las especificaciones o un diseño pobre.

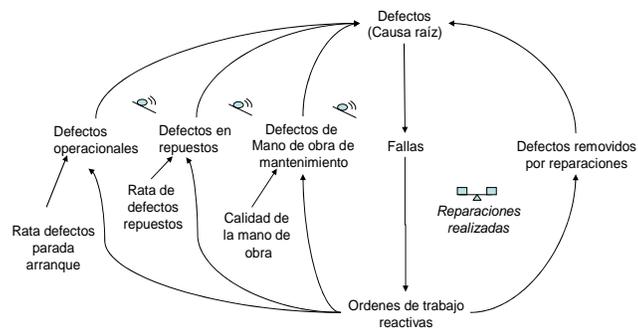
Desafortunadamente los defectos traen más defectos. Los defectos no atendidos empeoran con el tiempo. Los defectos que tienen un pequeño o ninguna consecuencia operacional hoy frecuentemente son la causa de las fallas catastróficas de mañana. Adicionalmente las fallas también crean mas defectos causados por daños colaterales.

Mano de obra no calificada, defectos en arranques, defectos de repuestos, pueden inducir nuevos defectos y nuevos problemas.

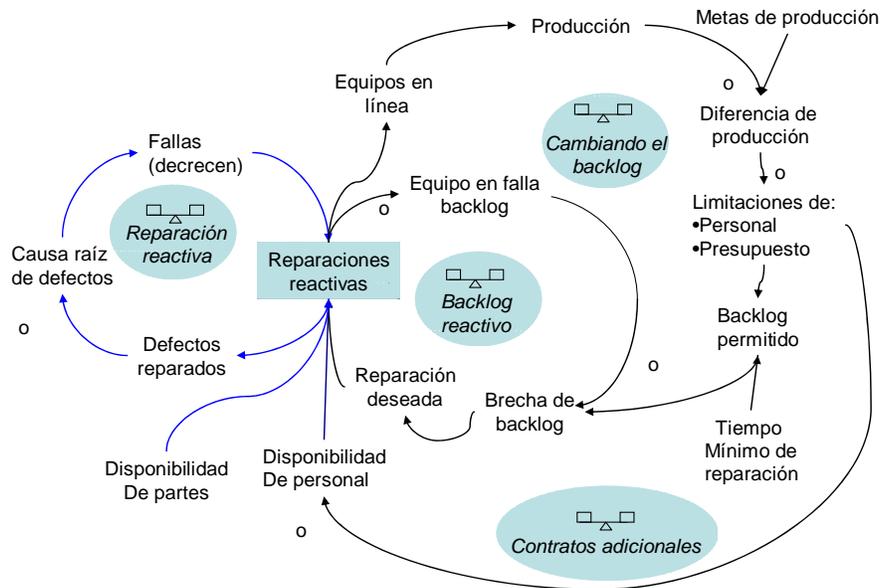
Frecuentemente estos defectos se muestran como mortalidad infantil cuando un sistema falla varias veces en una rápida sucesión después de reparado.

La rata de fallas de estos defectos agregados depende de las habilidades, estándares y cultura de la organización.

Consecuencias de defectos no atendidos



Reparaciones reactivas



La figura muestra el proceso cuando el equipo falla reactivamente y va al loop de reparación reactiva. La reparación se completa cuando haya disponibilidad de repuestos y mano de obra y la causa sintomática de la falla se elimina.

El loop del backlog reactivo existe comúnmente porque las organizaciones quieren minimizar la mano de obra técnica, o porque simplemente tienen más trabajo del que pueden realizar. Cuando el backlog es bajo, no se requieren horas extras o mano de obra contratada adicional para completar el trabajo. Pero cuando el backlog comienza a generar pérdidas a la organización, la organización responde trayendo personal adicional contratado y/o adicionando sobre tiempo a sus trabajadores.

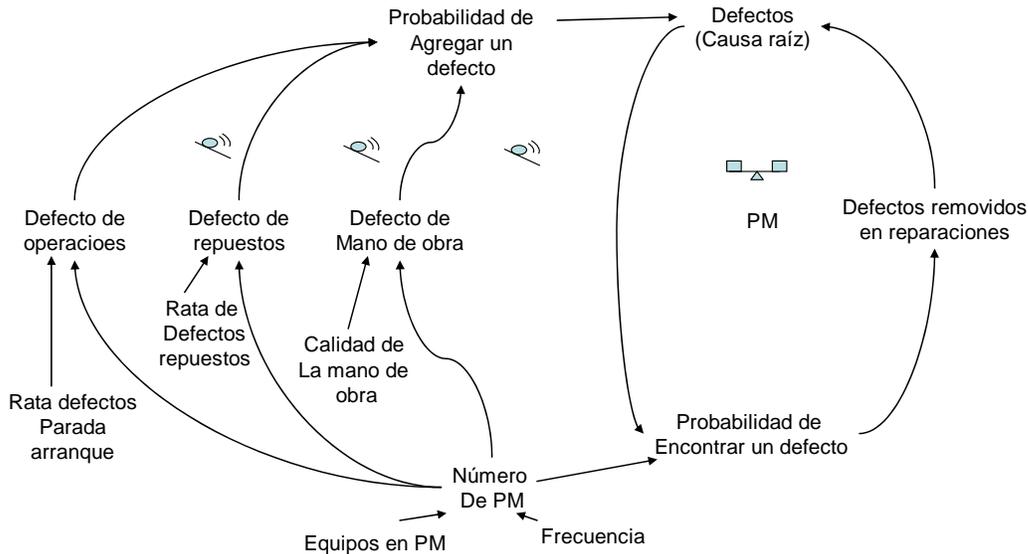
Camino hacia la Confiabilidad

Hay dos soluciones para mejorar la confiabilidad de una instalación o activo:

- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento basado en condición

Sin embargo, un exceso de mantenimiento preventivo o malos diagnósticos a más de ser costosos, también pueden inducir defectos.

Dinámica del Mantenimiento Preventivo

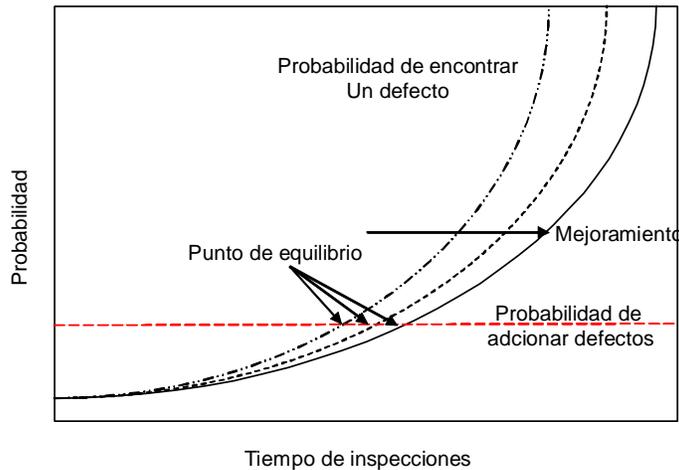


Cuando una planta agrega PM's a su equipo existente, las probabilidades de encontrar y corregir defectos aumenta. Este es el loop de la derecha de la figura. Desafortunadamente no todas las cosas son iguales. Una clásica ilustración es el cambio de aceite de un carro. Si usted cambia el aceite de su carro en la mitad de los kilómetros que recomienda el fabricante, probablemente puede encontrar defectos más temprano. Si cambia el aceite todos los días, usted no estará encontrando defectos la mayoría de las veces.

Adicional, cada intervención representa la oportunidad de introducir un defecto. En algún punto la organización estará introduciendo defectos en mayor proporción de la probabilidad de encontrarlos. En promedio existe un 30% de probabilidad de encontrar un defecto en inspecciones con parada de equipo y un 17% en inspecciones no intrusivas. De otra parte la organización puede pasar el punto de equilibrio produciendo mas daño que beneficio.

Los mantenimientos preventivos deben ser ejecutados donde la probabilidad de encontrar defectos está por encima de la probabilidad de agregar defectos.

La rata de detección de defectos en los mantenimientos preventivos debe ser monitoreada, con el fin de estar seguros de no haber alcanzado el punto de equilibrio.

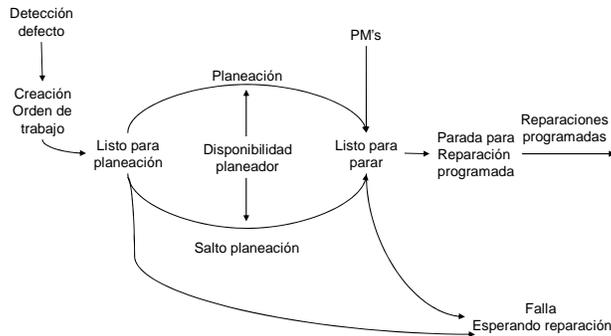


En la medida que se reduzcan los defectos el punto de equilibrio se desplaza significando que la frecuencia de inspecciones puede ser incrementada.

La organización debe hacer seguimiento a la rata de eventos y hacer ajustes en la medida que aumente la confiabilidad. El mantenimiento planeado viene a ser una estrategia menos efectiva en la medida que la organización se mueva hacia un desempeño de clase mundial. Si el establecimiento de los mantenimientos preventivos puede hacerse con alguna clase de eliminación de defectos proactiva, es más efectivo.

Las Órdenes de trabajo por condición son otra parte efectiva de los programas de confiabilidad. Como el PM, el trabajo programado se hace antes de que se presente la falla funcional y las pérdidas. Esta es una distinción crítica que muchas organizaciones no hacen. Frecuentemente las organizaciones reportan entre el 80 – 90 % de trabajo planeado, pero una

Ordenes de trabajo basadas en Condición

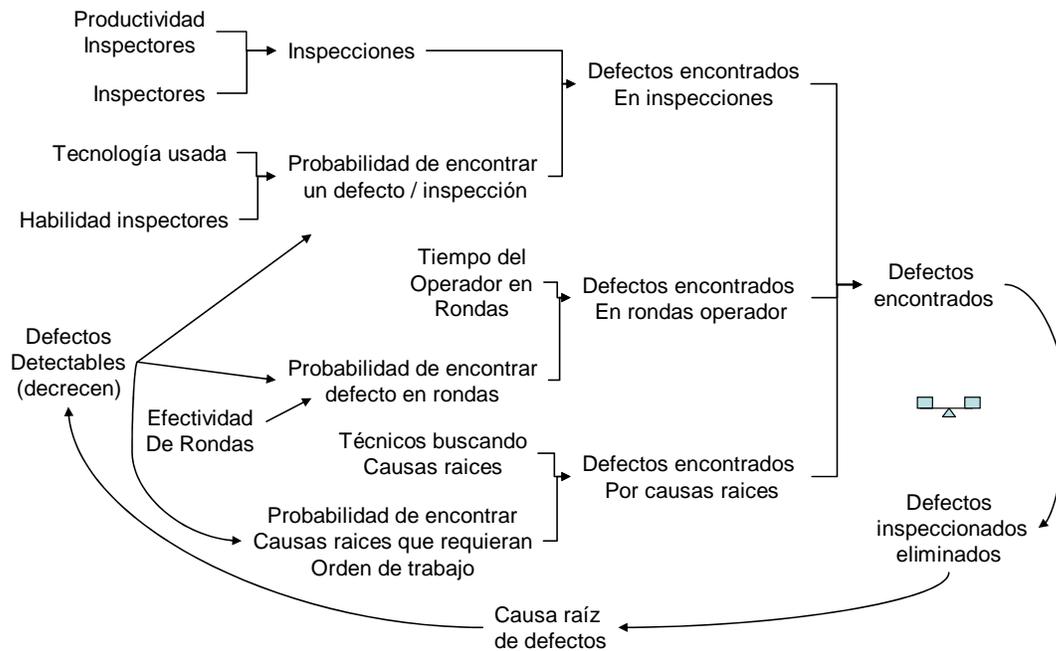


inspección detallada revela que muchos de sus trabajos (50 – 90 %) es realmente trabajo reactivo atrasado.

Los trabajos basados en condición comienzan con la detección del defecto. Esta detección genera una orden de trabajo que fluye al planeador quien dimensiona las actividades a completar en la orden de trabajo. Establece las habilidades adecuadas que debe tener el técnico para efectuar el trabajo y asegura que todos los repuestos, herramientas, y equipo esté disponible. Cuando la planeación se termina, la orden de trabajo pasa al proceso de programación.

Asumiendo que los recursos están disponibles, con una reparación programada se retiran los defectos y el equipo es nuevamente puesto en línea.

Detección de defectos

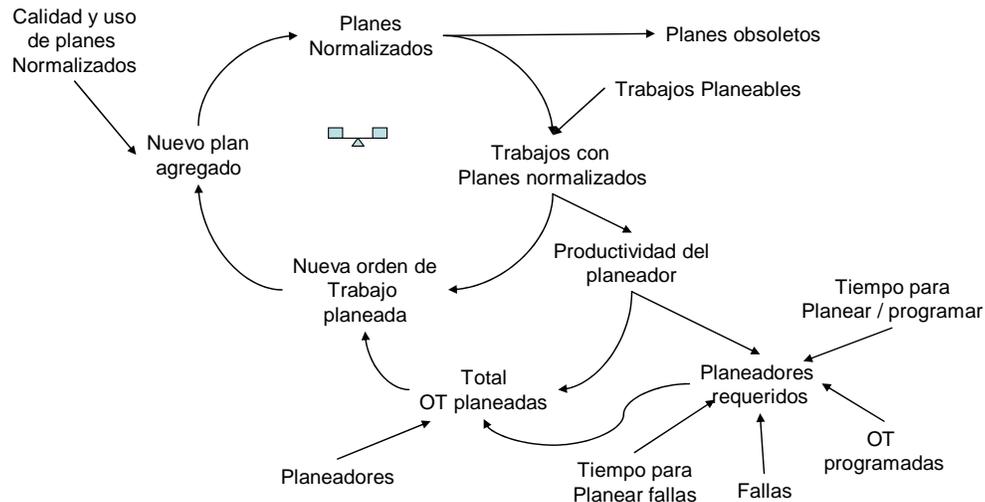


Hay tres maneras primarias para detectar defectos proactivamente y colocarlos en el proceso de mantenimiento programado: Inspecciones formales hechas por el especialista en inspecciones, las rondas del operador y el análisis de causa raíz.

Muchas inspecciones, inspectores adicionales o de gran productividad, tienden a aumentar el número de defectos detectados. Sin embargo, como vimos en los PM's, los inspectores pueden disminuir el retorno en la medida que los defectos detectables sean descubiertos y reparados. A diferencia de los PM's no hay una gran probabilidad de introducir defectos por una mayor eficiencia en las inspecciones que afecten el desempeño del equipo. Las rondas del operador funcionan en una forma muy similar. Ellas tienden a ser menos técnicas pero con mucho mas sentido kinésico de cómo el equipo está funcionando y que es lo normal. La efectividad de estas rondas puede ser la clave del punto de equilibrio. La fuente final de detección de defectos es el análisis de causa raíz. En el transcurso de reparación de defectos, los operadores, técnicos, ingenieros, si están adecuadamente entrenados y motivados pueden encontrar más causas raíces que pueden ser eliminadas. Si el sistema de coleccionar estas causas está vigente, estas pueden ser una fuente de trabajo programado.

La experiencia ha determinado que la calidad de las rondas del operador y el análisis de la causa raíz son críticas para alcanzar un desempeño de clase mundial.

Planeación

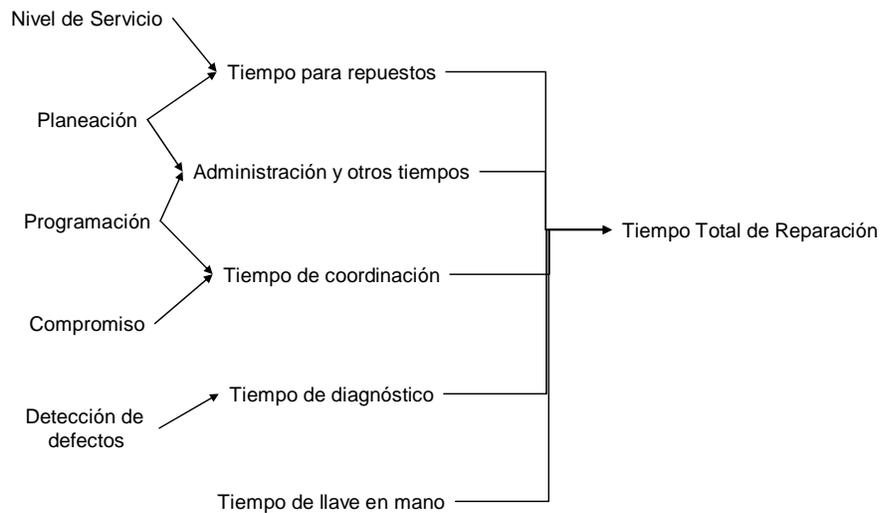


La Planeación es el elemento clave de un trabajo basado en condición o Mantenimiento Preventivo. La cantidad de trabajo programado y reactivo y la productividad de los planeadores determinan el número de planeadores requerido. El numero de planeadores requerido vs el número de planeadores disponible determina cuanto trabajo planeado puede ser hecho y cuanto se debe diferir sin planeación. Si la organización tiene planes normalizados (planes hechos con anterioridad que están archivados en el CMMS y son de uso repetitivo) los trabajos pueden ser creados, normalizados y archivados. La calidad y uso de estos planes aumenta la productividad del planeador (La dobla, según experiencias tomadas).

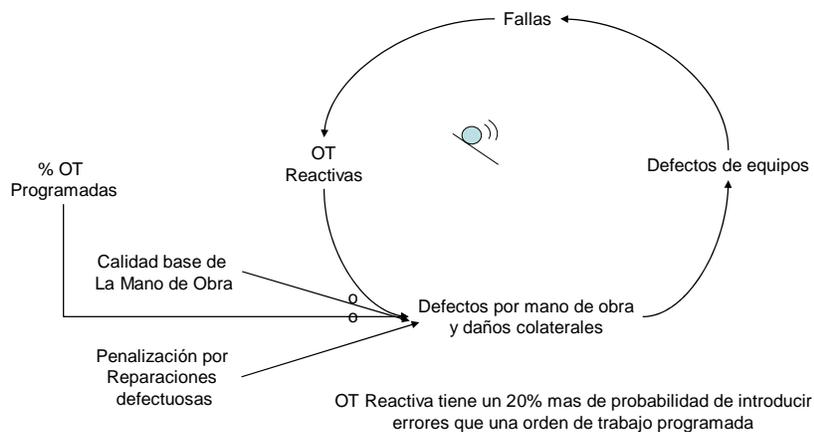
El trabajo programado aumenta la productividad y disminuye el tiempo de parada. El tiempo total empleado en la reparación es una combinación de diferentes tiempos: Diagnóstico, coordinación, tiempo administrativo y búsqueda de repuestos, los cuales son todos reducidos con la programación. El tiempo de llave en mano permanece constante en trabajos comparables.

En estudios realizados por Dupont encontraron que una planeación y programación efectiva puede tomar un 55% del tiempo de un trabajo reactivo del mismo alcance. Es decir, si el tiempo normal en la ejecución de un trabajo reactivo son 30 horas, ese mismo trabajo, planeado y programado puede tomar 16.5 horas.

Productividad de la Mano de Obra

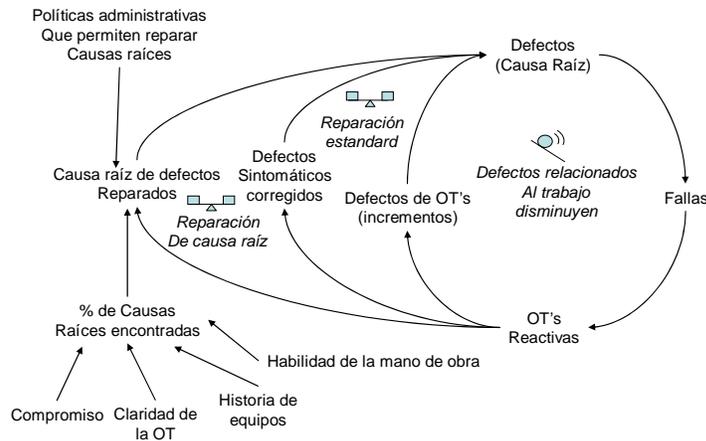


Impacto en la programación de la Mano de obra y los daños colaterales



El trabajo programado también reduce los daños colaterales y los trabajos defectuosos inherentes a la mano de obra. El benchmark es que las reparaciones reactivas introducen un 20% más de probabilidad de introducir un error que las reparaciones programadas.

Encontrando la Causa Raíz

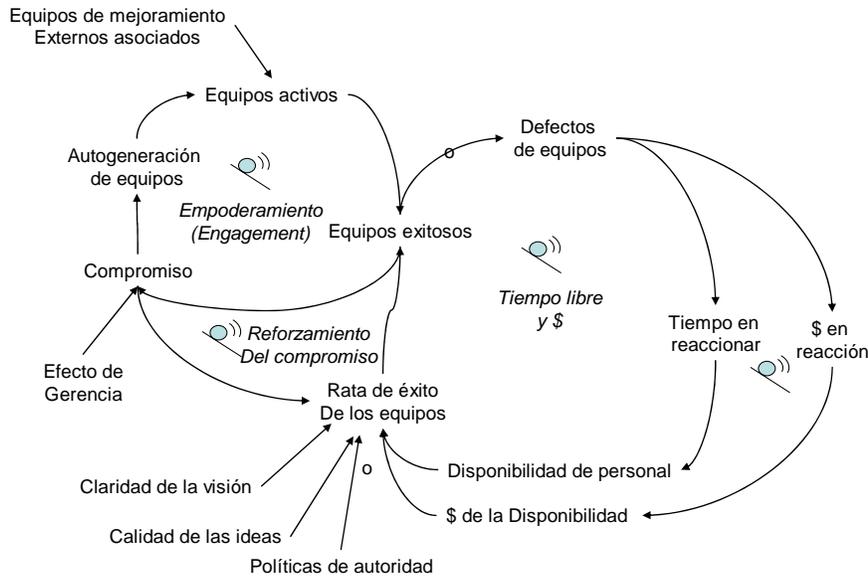


Cuando la organización está entrenada y motivada en encontrar la causa raíz de las fallas, no solamente se hace la “reparación estándar”, sino que se elimina la fuente de los defectos lo que hace que esto no vuelva a ocurrir. La reparación de la causa raíz depende del compromiso de los operadores y técnicos para buscar la raíz del problema. A Esto lo llamamos “Compromiso”.

Encontrar la causa raíz también depende del sistema de información de la organización. La claridad en los órdenes de trabajo en términos de dar al técnico las condiciones de operación y los datos específicos de la falla incrementa la actitud de buscar la causa raíz. Frecuentemente la persona que escribe la orden de trabajo no está cerca cuando se hace la reparación, lo que significa que la orden de trabajo debe ser clara. La historia del equipo también ayuda a identificar problemas recurrentes. La habilidad de los técnicos de mantenimiento también influye en la capacidad de encontrar causas raíces. Si la mano de obra está entrenada en preguntar “porque” y tiene las habilidades técnicas para determinar modos de falla es mas probable que se llegue a la causa raíz.

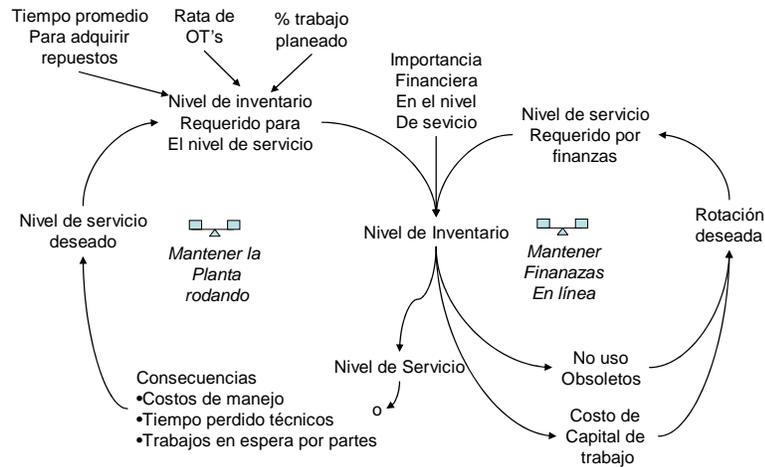
Finalmente las políticas necesitan dar soporte a los análisis de causa raíz. Todas las habilidades y la motivación serán muy poco si no existen ni el tiempo ni las herramientas disponibles.

Compromiso y Mejoramiento



Si el descubrimiento de causas raíces y otros cambios de comportamiento dependen del grado de compromiso, es importante entender de donde viene ese compromiso. Las personas con un alto grado de compromiso se definen como elegibles para participar en mejoramientos proactivos. Muchas cosas pueden incrementar o disminuir ese grado de compromiso incluyendo la confianza y sinceridad entre la Administración y el técnico, la clarificación de metas y autoridad para hacer cambios. En nuestra experiencia nada da mayor compromiso que una combinación de empoderamiento y éxito. Equipos de acción enfocados en eliminar pequeños pero molestos defectos, dan a la gente la oportunidad de empoderarse y hacer la diferencia. Cuando los equipos son exitosos, ocurren dos cosas: Se eliminan los defectos y se genera compromiso. Las personas que han probado cierto éxito, típicamente quieren más. Esto genera más acciones autoinducidas que buscan más éxito. El éxito también genera una disminución de defectos lo cual reduce el trabajo reactivo liberando personal y dinero que puede ser aplicado a otras iniciativas. El número de equipos requerido para alcanzar un buen nivel de desempeño es de cerca de un equipo por cada 5 empleados por año.

Dinámica del inventario de almacén

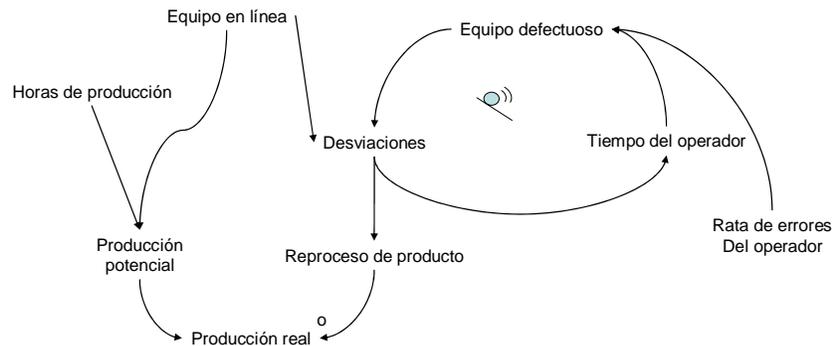


El nivel de inventario, determina el nivel de servicio de la planta. Un bajo nivel de servicio genera mayores costos, tiempos perdidos de los técnicos y pérdidas de producción.

Presumiblemente la administración tiene una meta de servicios y cuando ésta no es alcanzada el inventario se incrementa hasta que la planta continúe operando a la meta del nivel de servicio. El loop compensatorio es el costo de capital cuando los millones de pesos en inventarios se incrementan para mantener el nivel de servicio alto, el costo de capital de trabajo se incrementa y la rotación de inventario disminuye. El personal de finanzas estará mirando críticamente estos números y tendrá entre sus metas una rotación de inventario o inventario de partes como un porcentaje del valor de reemplazo. Mantiene los costos en seguimiento y presiona la reducción de inventarios como se muestra en el loop de mantener las finanzas en línea.

El punto de equilibrio esta en reducir o eliminar las necesidades de inventario, lo cual se puede hacer a través de una operación más eficiente con la eliminación de defectos, implementando más mantenimiento planeado y programado, y acortando el tiempo de reposición de los repuestos.

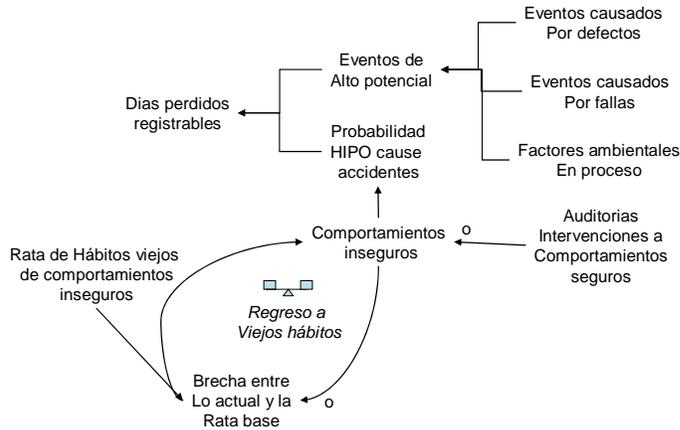
Tiempo empleado por el operador



El tiempo de los operadores es altamente dependiente de cómo está la planta operando y las políticas administrativas. Los operadores emplean su tiempo operando el equipo monitoreando y controlando, parando y arrancando equipos, haciendo aseo orden y limpieza, cargando y descargando producto y haciendo rondas de inspección de equipos.

Con excepción de paradas y arranques, los niveles de producción determinan cuanto tiempo emplea el operador en cada una de estas áreas. Fallas, defectos y desviaciones también determinan donde el operador debe emplear su tiempo; cada uno puede, en definitiva impactar significativamente la productividad. A medida que las fallas se incrementan, mas tiempo debe emplear en paradas / arranques y limpieza.

Seguridad



Seguridad y confiabilidad van de la mano. En cada implementación donde hemos impactado la confiabilidad, ha habido un mejoramiento en la seguridad.

Hay dos influencias claves en seguridad: El ambiente de la fábrica que determina el número de potenciales eventos de alto riesgo y el impacto del comportamiento individual en el ambiente de la planta.

El nivel de riesgo en el ambiente es altamente dependiente de la confiabilidad de la planta. Cada salida no planeada de un equipo representa un riesgo. En algunas plantas un evento no planeado puede traer riesgos de incendio o explosión. En todos los casos, "falla" significa tener que tomar ciertas acciones correctivas y las acciones correctivas son inherentemente peligrosas.

Los defectos pueden ser un peligro potencial. Una pequeña fuga que no es considerada como una falla puede resultar en un peligro dormido. Cuando se eliminan estos defectos y fallas, el número de eventos potenciales cae dramáticamente.

La segunda influencia clave para la seguridad es el comportamiento de los individuos. El tiempo empleado en el reforzamiento de comportamientos seguros en busca de la eliminación de actos inseguros permite a la gente mantener su integridad aún trabajando en ambientes peligrosos. El loop de regreso a los viejos hábitos sugiere que esto es una batalla continua y si el comportamiento cambia y no es insistentemente reforzado, el se erosionará con el tiempo.

Conclusiones:

- El pensamiento sistémico es un marco conceptual desarrollado para que los patrones nos resulten mas claros y para ayudarnos a modificarlos.

- Un sistema está compuesto por varios elementos que interactúan en forma relacionada a través del tiempo y si no lo vemos en su totalidad nuestras decisiones podrán ser contraproducentes o equivocadas.
- En la medida que podamos entender las relaciones entre los diferentes sistemas y sus arquetipos podremos desarrollar estrategias mas adecuadas para afrontar con éxito diferentes situaciones

Bibliografía:

Peter Senge, La Quinta Disciplina, Nueva York, Doubleday, 1990

Peter Senge, Charlotte Roberts, Richard Ross, Bryan Smih, Art Kleiner, La Quinta Disciplina en la práctica, Nueva York, Doubleday, 1994

Winston J. Ledet and Winston P. Ledet, Article Dynamic Benchmarking: Experiencing the best practices of others in your plant, The Manufacturing Game. wjedet@mfg-game.com