



GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO

TES OEM
TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES
ORIENTE DEL ESTADO DE MÉXICO

TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DEL
ORIENTE DEL ESTADO DE MÉXICO

DIVISIÓN DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

ELABORACIÓN DE CUADERNILLO DE APUNTES:
ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO

ELABORADO POR:
ING. MIRIAM MEDINA DELGADO

LOS REYES, LA PAZ, ESTADO DE MÉXICO MARZO DE 2009

Índice

Introducción

Unidad 1 Introducción a la Conservación Industrial.....	1
1.1 Evolución de la Conservación Industrial.	2-10
1.2 El concepto del servicio y su calidad.....	11-14
1.3 Concepto erróneo del Mantenimiento Industrial.....	15
1.4 Causa y solución del problema.	16-17

Unidad 2. Taxonomía de la Conservación Industrial.....	18
2.1 Introducción.	19
2.2 El concepto de la Conservación.	19
2.3 El concepto de la Preservación.	20-23
2.4 El concepto del Mantenimiento.	23-28
2.5 La clasificación de la conservación.	28-31

Unidad 3. La Conservación Integral y las Herramientas para Administrar.	33
3.1 La Conservación integral y sus actividades básicas.	34
3.2 Índice ICGM.....	35-37
3.2.1 Índice ICGM simplificado.	37-42
3.3 Análisis de problemas e inventario jerarquizado de conservación.	43-46
3.4 Determinación del costo mínimo de conservación.	47-50
3.5 Mantenibilidad y fiabilidad de los equipos.	50-54
3.6 La planeación en la conservación integral.	53

3.7 Detección analítica de fallas y el Plan contingente.54

Unidad 4. Administración de la conservación industrial55

4.1 El proceso administrativo en la conservación industrial.56

4.2 Organización de un Depto. De conservación.57-64

4.3 El manual de administración y su relación con ISO 9000.....65-72

4.4 La inspección y la productividad en el trabajo de conservación. ...73-78

Unidad 5. Introducción a los Sistemas de Mantenimiento Productivo Total (TPM)79

5.1 Asignación de tareas y rutinas al operador.80-84

5.2 Flexibilidad del personal de producción y de conservación.85-94

5.3 Reducción continua del tiempo de preparación.95-97

5.4 Tendencia a la eliminación de almacenes de refacciones.....97

5.5 Control de existencias mínimas.99-100

5.6 La utilización de paquetes de Software en la conservación industrial.100-101

5.7 Diseño de un sistema de conservación en un sistema local.101

TABLAS	PÁGINA.
TABLA 1. EVOLUCIÓN DEL MANTENIMIENTO EN EL AMBITO MUNDIAL.	3-8
TABLA 2. LÍNEA DE TIEMPO SIMPLIFICADA	9
TABLA 3. EVOLUCIÓN DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL	10
TABLA 4. CÓDIGO MÁQUINA	39
TABLA 5. DESCRIPCIÓN DE TRABAJOS POR EFECTUAR CÓDIGO TRABAJO	40
TABLA 6. EJEMPLO DE INVENTARIO JERARQUIZADO POR CÓDIGO MÁQUINA	46
TABLA 7. CONTENIDO GENERAL DE LA SECCIÓN DE ORGANIZACIÓN	68
TABLA 8. CONTENIDO GENERAL DE LA SECCIÓN DE PROCEDIMIENTOS	69
TABLA 9. CONTENIDO GENERAL DE LA SECCIÓN DE ANALISIS DE PUESTOS	69
TABLA 10. CONTENIDO GENERAL DE LA SECCIÓN TECNICA	70
TABLA 11. LISTA DE ACTIVIDADES COHERENTES EN MANTENIMIENTO	81
TABLA 12. LISTA DE LOS RECURSOS DE MANTENIMIENTO REQUERIDOS	82
TABLA 13. SIETE PASOS DEL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	84

FIGURAS	PÁGINA.
FIGURA 1. FORMATO PROPUESTO “CONCEPTO DE MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN”	17
FIGURA 2. RAMAS Y APLICACIÓN DE LA CONSERVACIÓN	19
FIGURA 3.LA CONSERVACIÓN INDUSTRIAL	20
FIGURA 4.LA PRESERVACIÓN	20
FIGURA 5. DIVISIÓN DE LA PRESERVACIÓN	21
FIGURA 6. ESTRUCTURA DE LA PRESERVACIÓN	23
FIGURA 7. CONCEPTO SOBRE EL ESTATUS CORRECTIVO	26
FIGURA 8. TAXONOMÍA DE LA CONSERVACIÓN INDUSTRIAL	29
FIGURA 9. PLAN INTEGRAL DE CONSERVACIÓN	30
FIGURA 10. COSTO MÍNIMO DE MANTENIMIENTO	49
FIGURA 11. ORGANIGRAMA	59
FIGURA 12. SOLICITUD DE TRABAJO	64
FIGURA 13. INTEGRACIÓN DEL MANUAL DE ADMINISTRACIÓN	65
FIGURA 14. EJEMPLO DE LA ESTRUCTURA DE UN PLAN DE NUMERACIÓN	67
FIGURA 15. ORDEN DE TRABAJO	75
FIGURA 16. TAREA DEL MANTENIMIENTO	80
FIGURA 17. EJEMPLO DE ORGANIGRAMA	88
FIGURA 18. ORGANIZACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO.	88

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo, está desarrollado con la finalidad de exponer los conocimientos de la administración del mantenimiento para reducir costos, impactando en el ciclo de vida de los equipos, planeación y programación del mantenimiento para prevenir paros por fallas, llevando un control a través de indicadores.

La administración del mantenimiento es una herramienta de suma importancia para todos aquellos que están relacionados en este ámbito, ya que se debe llevar a cabo el proceso administrativo para dar soluciones y tomar buenas decisiones.

. Para llevar a cabo la administración del mantenimiento es de suma importancia concientizar al personal de la empresa ya que es de ahí donde parte el mantenimiento, es decir, desde el área de trabajo para que posteriormente se logre el TPM, no dejando a un lado las herramientas, técnicas y metodologías japonesas que se pudieran utilizar, así mismo se sugiere auxiliarse de un software para facilitar el trabajo de la información obtenida y la documentación de la misma.

Este trabajo está desarrollado de acuerdo al temario, el cual consta de cinco unidades: 1. Introducción a la conservación industrial: se describe la evolución, el concepto de servicio y calidad, concepto errónea y causa y solución del problema. 2. Taxonomía de la conservación industrial: se analiza el concepto de conservación, preservación, mantenimiento y su clasificación. 3. La conservación integral y las herramientas para administrar: se expone el índice ICGM así como el simplificado, inventario jerarquizado, el costo mínimo y el plan contingente. 4. Administración de la conservación industrial: se desarrolla el proceso administrativo la organización y el manual y su relación con ISO. 5. Introducción a los sistemas de mantenimiento productivo total: se describe la asignación de las tareas y rutinas del operador, flexibilidad de producción, reducción del tiempo de preparación, control de existencias y el software para un mejor manejo y control. Así mismo tiene una estructura un tanto didáctica ya que en cada una de las unidades, temas y subtemas se describen los objetivos y actividades propuestas para el logro de los mismos.

Unidad 1

Introducción a la Conservación Industrial

-
-
- **Objetivo de aprendizaje**

- **Al finalizar la unidad, el alumno:**
-
- **Explicará el principio de la conservación industrial.**
- **Será capaz de distinguir la diferencia entre el enfoque anterior a la maquinaria y el enfoque actual al servicio.**

Temas de la unidad:

- **1.1 Evolución de la Conservación Industrial**
-
- **1.2 El concepto del servicio y su calidad**
-
- **1.3 Concepto erróneo del Mantenimiento Industrial**
-
- **1.4 Causa y solución del problema**

- **1.1 Evolución de la Conservación Industrial**
- **Objetivo de aprendizaje: Analizar y reflexionar sobre los antecedentes del mantenimiento industrial en el ámbito mundial y la evolución de la conservación industrial.**

Desde el inicio de la vida humana, las herramientas fabricadas por el hombre se han perfeccionado día con día debido a que estas les permiten conseguir sus satisfactorios físicos y psíquicos. Durante la primera revolución industrial se consideró que para fabricar un producto cualquiera era necesario emplear el 90% de mano de obra y el resto lo proporcionaban las máquinas. Conforme el tiempo pasó y a través de los esfuerzos por mejorar su función haciendo las máquinas más rápidas y precisas, en la actualidad se consigue obtener un producto a servicio con máquinas que se encargan de elaborar más del 90% de éste, lo cual ha sido posible por la dedicación de la humanidad que le ha puesto el cuidado al desarrollo de las labores de sus recursos físicos, materia a la que desde sus inicios se le llamó **mantenimiento**.

En la Tabla 1. Evolución del Mantenimiento en el Ámbito Mundial, se percibe cómo a través del tiempo ocurrieron las causas que a su vez generaron efectos, los cuales han servido a la humanidad como moduladores de una mejor filosofía sobre el mantenimiento.

TABLA 1. EVOLUCION DEL MANTENIMIENTO EN EL AMBITO MUNDIAL

FECHA	CAUSAS	PROMOTOR DEL CAMBIO	EFECTOS EN EL MANTENIMIENTO
120000 a. C	Inicio del pensamiento y habilidades del hombre.	Homo Sapiens	Solo realizaban trabajos de mantenimiento correctivo en sus herramientas y utensilios.
1780- 1830	Durante la Primera Revolución Industrial los bienes se fabricaban en forma manual, por lo que era necesario hombres diestros y hábiles. Como resultado, los productos fueron pocos y caros y de calidad variable.	Fábrica de papel 1780	El personal de producción, además de realizar sus labores, cuidaban las máquinas con acciones de mantenimiento correctivo, ya que no las consideraban tan importantes para el desarrollo del trabajo
1798	Surgió la necesidad de mejorar el Mantenimiento Correctivo , pues los trabajos eran muy tardados y frecuentemente exigían la atención de varios especialistas, ya que las piezas rotas tenían que volverse a hacer a la medida.	Eli Whitney 1765- 1825	En 1798 el inventor norteamericano Eli Whitney desarrolló la idea de utilizar partes intercambiables en las armas de guerra, pues él ya lo hacía en sus máquinas algodoneras cinco años antes.
1879	Debido a la proliferación de fábricas, en muchas se contrató personal sin preparación, lo cual complicó fuertemente su adiestramiento y la administración de las mismas fábricas; además ambos problemas presionaban mucho para ser resuelto.	Frederick W Taylor 1856-1915	El trabajo de Taylor dio base a la Segunda Revolución Industrial al aumentar el interés por el científicismo en el trabajo y en la administración , lo cual incrementó de manera rápida la productividad; pero el mantenimiento a las máquinas seguía siendo correctivo.
1903	Los bienes que necesariamente tenían que ser de buena calidad eran muy caros y, por lo tanto, tenían poca demanda; solo los ricos podían aspirar a comprar, por ejemplo, un automóvil. La división de trabajo era difícil de mejorar, pues se trabajaba con grupos de especialistas.	Henry Ford 1879-1947	Estableció la producción industrial masiva de automóviles, su objetivo fue abaratar su producto a tal grado que pudiera ser comprado hasta por la gente del pueblo; lo cual obtuvo con la creación de un nuevo proceso de manufactura por medio de "cintas transportadoras", que fue montado en 1914.

1910	Se incrementó la cantidad de máquinas, y por razón natural, el trabajador dedicado a la producción invirtió cada vez más de su tiempo para hacer trabajos de arreglo a las mismas (Mantenimiento Correctivo)	Albert Ramond Y asociados	Se forman cuadrillas de Mantenimiento Correctivo con personal de baja calidad para liberar de este trabajo al personal de producción, el cual debía conocer y tener habilidad para producir lo que hacía la máquina.
1914-1918	La industria de guerra tuvo la necesidad de trabajar en forma continua, debido a la demanda urgente de sus productos, pero la cantidad de máquinas con falla era cada día mayor.	Primera Guerra Mundial	El personal de Mantenimiento Correctivo se le comenzó a signar labores de prevención para evitar que las máquinas más importantes fallaran. Nacieron los departamentos de Mantenimiento Preventivo PM.
1916	Existían muchas maneras de aplicar la Administración Científica . Cuando Fayol desarrolló su modelo de administración Industrial y General. Dicho modelo fue integrado con cinco elementos: previsión, organización, dirección, organización y control.	Henry Fayol 1841-1925	Se desarrolló el actual Proceso Administrativo, con cinco elementos planeación, organización, integración, ejecución y control, dando un concepto holístico a los departamentos de cada empresa, lo cual hizo notoria la rivalidad existente entre el personal de Producción y el de Mantenimiento.
1927-1931	Debido al cientificismo y a los trabajos de Taylor en la aplicación de tiempos y movimientos, creció el interés por el uso de la estadística en el trabajo, pero su aplicación era muy lenta y poco confiable. Los triunfos comprobados por el uso de la estadística en el trabajo industrial norteamericano hicieron que dicha rama de la matemática fuera aceptada como de empleo regular a nivel mundial.	Walter A. Shewhart 1891-1967	Shewhart desarrolló el Control Estadístico de Calidad (SQC) y Deming se le unió con su libro (el control económico de la calidad del producto manufacturado). Deming continuó trabajando con Shewhart, mejorando como el SQC la industria norteamericana, hasta 1939 que con la llegada de la Segunda Guerra Mundial se abandonó esta práctica.
1937	El creciente número de trabajos que era necesario desarrollar en los activos físicos de una empresa obligó a analizar la importancia de cada uno y tomar acciones para priorizarlos.	Joseph Juran 1904-	Joseph Juran dio a conocer su regla del 80/20 a la cual llamó "Principio de Pareto", y éste permite establecer prioridades al determinar los ítems de influencia vital o importante a fin de entenderlos por orden de importancia con respecto al producto.

1939-1945	La Segunda Guerra Mundial obligó a los países beligerantes, sobre todo a Estados Unidos de América, a trabajar con sus industrias de acero las 24 horas y a tomar a los obreros como administradores de primer nivel a fin de mejorar la comunicación y la toma de decisiones en la línea de trabajo.	Segunda Guerra Mundial	Se sistematizan los trabajos de Mantenimiento Preventivo, y en Estados Unidos se empezó a abandonar el Control Estadístico de Calidad, que habían establecido especialistas como Walter A. Shewhart y W. Edwards Deming, antes de la Segunda Guerra Mundial.
1946	El Mantenimiento Preventivo continuó sin proporcionar buenos resultados, pues no aseguraba que las máquinas entregaran el producto con la calidad y cantidad deseada, aunque se aumentaron fuertemente los costos.	American Society For Quality	Se creó la Sociedad Americana de Control de Calidad de la cual fue socio el Dr. W. Edwards Deming. Dicha sociedad ayudó al estudio estadístico del trabajo y mejoró, de manera notable, la calidad de los productos obtenidos.
1950	Durante la Segunda Guerra Mundial Japón quedó destrozado en su industria y en su campo, y el Comando Supremo de las Fuerzas aliadas, al mando del general estadounidense Douglas MacArthur, estableció un programa de desarrollo con especialistas, entre ellos el principal fue W. Edwards Deming,	W. E Deming 1900-1993	Los trabajos de Deming dieron inicio a la Tercera Revolución Industrial , al establecer en la industria japonesa el Control Estadístico de Calidad. Aplicó el criterio de que la empresa empieza en el proveedor y termina en el cliente, al que se le considera lo más importante. Aplicó el "Ciclo Shewhart" (PDCA) o PHVA.
1950	Debido al fuerte crecimiento de la productividad, la exigencia de los mercados por la mejora aumentó la calidad del producto.	Industriales de Estados Unidos de America	Se creó el concepto de mantenimiento productivo PM. Esto enfocó el trabajo de mantenimiento a obtener tanto calidad como cantidad de producto, y no sólo dedicarse al cuidado de las máquinas.
1951	Aunque el uso de la estadística en el trabajo era cada vez más frecuente, existían más problemas planteados por la seguridad del usuario, cuyo análisis exigía la intervención de especialistas y mucho tiempo.	Wallodi Weidull 1887-1979	Presentó por escrito La Distribución Weibull de la que se deriva el análisis Weibull, técnica utilizada para estimar una probabilidad y basada en datos medidos o supuestos. Dicha distribución fue aplicada para solucionar problemas de seguridad y mantenimiento, lo cual ha hecho posible la seguridad en naves aéreas.

1960	En todo el mundo, a pesar del sobremantenimiento y los altos costos, las naves aéreas sufrían, por cada millón de despegues, mas de 60 accidentes catastróficos al año. Se comprobó que las intervenciones periódicas y el cambio de piezas usadas por nuevas, no aseguraban la calidad del servicio ofrecido, por lo que existían otros defectos que producían fallas.	ATA Air Transport Association	Se especificaron las labores de mantenimiento necesarias para conservar el vuelo de una nave aérea. Se dio el concepto de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad. Comienza la aplicación del Sistema Equipo/satisfactorio , el cual debe cuidar se equilibrio con respecto a las expectativas del usuario.
1960	En Japón la necesidad de mejorar la calidad de sus productos los llevó a visitar, a principios de 1960, la industria de Estados Unidos, en la que ya se trabajaba con la filosofía del mantenimiento Productivo, y en sus administración intervenían obreros y supervisores.	Kaoru Ishikawa 1915	Autor del Diagrama Ishikawa. Su experiencia en el estudio del PM estadounidense desarrolló los círculos de Calidad QC y preparó cursos y materiales obteniendo magníficos resultados en la calidad y productividad. En la actualidad, estos círculos ya son muy conocidos en el ámbito mundial.
1961	Los desastres catastróficos con pérdidas de vidas humanas representaban una alta tasa de errores humanos involuntarios, generalmente más en la operación de las máquinas que en el diseño. El operador no se daba cuenta de que la máquina presentaba defectos anunciándole la aproximación de la falla.	Shingeo Shingo 1909-1990	A partir de 1961 Shingeo comenzó a desarrollar el sistema Poka-Yoke , que literalmente significa “a prueba de errores”, este sistema es indispensable cuando lo que está en juego es la seguridad de la vida humana, además de cuidar la calidad del producto o servicio proporcionado por las máquinas.
1965	Cada decisión tomada para solucionar los problemas del trabajo presentaba una forma de pensar desordenada y hasta absurda, por lo que la comunicación entre las personas tenía graves deficiencias.	KEPNER TREGOE	Presentación del libro El Directivo Racional, del cual se derivó el actual Análisis-Causa-Raíz RCA que facilita la investigación de las causas que producen un efecto para obtener un buen diagnóstico.
1968	Durante más de 20 años la Aviación Civil Estadounidense investigó a fondo los problemas de mantenimiento, empleado toda clase de herramientas.	STANLEY NOWLAN Y HOWARD HEAP (Air Transport Association)	Publicaron su libro Reliability Centered Maintenance. El Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad, del cual se derivó el documento Evaluación del Mantenimiento y Desarrollo del Programa Guia- MSG-1 revisado en 1988 y 1993

1970	Se comenzó a difundir el uso de las computadoras en oficinas y fábricas en forma indiscriminada y sin integración a la administración total de las respectivas instalaciones. En esta época las computadoras se empleaban en los Departamentos de Producción y Mantenimiento solo para el inventario de los activos fijos y no para su administración.	Ordenadores 1970	Se crea el Software Sistema Computarizado para la Administración del Mantenimiento CMMS enfocado en resolver la problemática administrativa del área de mantenimiento. El software ha evolucionado los sistemas de Administración de Activos de la Empresa EAM y planeación de las necesidades de la empresa ERB
1971	Existían dos problemas perennes: la lucha intestina entre los departamentos de Producción y Mantenimiento y la pérdida de oportunidad por no aprovechar al personal de producción para hacer con los activos, trabajos de mantenimiento autónomo.	Seiichi Nakajima 1928	Creó el mantenimiento productivo total TPM basado en el Mantenimiento Productivo PM estadounidense, integrando a todo el personal de la empresa (incluyendo a los proveedores) para ejecutar todo tipo de mantenimiento, se apoya en los círculos de calidad.
1978	Los fabricantes de naves aéreas tenían que conquistar y mantener en el ámbito mundial sus mercados basados en la seguridad y calidad ofrecidas.	(Air Transport Association)	Produjo la Guía MSG-3 dedicada a los fabricantes de naves aéreas para que hicieran sus programas de mantenimiento.
1980	En las plantas generadoras de electricidad que funcionan con energía nuclear se detectó la existencia de sobremantenimiento y se deseó abatir costos, más que mejorar la calidad del producto. Se empezó a aplicar el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad RCM.	Instituto para la investigación de la energía eléctrica	El Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad fue modificado en forma tan profunda que ha dado lugar a la Optimización del Mantenimiento Planificado PMO Enfoque hacia la confiabilidad = RCM Enfoque hacia los costos= PMO
1980	Los avances obtenidos en plantas aeronáuticas, eléctricas y de energía nuclear dieron la oportunidad de estudiar y probar su aplicación en el resto de las industrias.	John M. Moubray 1924-2004	John M. Moudray y Asociados aplicaron el RCM en toda clase de industrias, empezando en sudafrica e Inglaterra. Mejoraron el RCM sin perder su enfoque en la Confiabilidad y ofreciendo su versión RCM-2
1995	Los lugares de trabajo generalmente eran sucios y desordenados, lo que ocasionaba que los tiempos perdidos por accidentes de trabajo y búsqueda de herramientas y refacciones fueran muy elevados, de lo cual no existía conciencia.	Hiroyuki Hirano 1946-	Presentó su libro 5 Pillars of the Visual Workplace (5Ss) comunmente llamado "Las cinco eses". La aplicación de esta filosofía mejoró de manera notable el ambiente de trabajo, la limpieza de la fábrica, la definición y organización de herramientas y sobre todo, la calidad y productividad.

2005	Hasta la fecha existe un gran problema con la palabra mantenimiento, pues se usa para tratar de explicar dos sistemas de trabajo diferentes. El primero es el cuidado del equipo (máquina/hombre), y el segundo es el cuidado del producto o servicio que proporciona la máquina. Esto se presenta como una dicotomía, aunque sus efectos se interrelacionan y han traído como consecuencia una gran confusión, ya que no existe una taxonomía al respecto que nos permita hablar el mismo idioma.	Oportunidad de desarrollo.	Desde hace más de 30 años flota en el ambiente mundial la existencia de una nueva filosofía, con características ecológicas: Filosofía de la Conservación (preservación y mantenimiento), la cual se basa en el principio ecológico: el equipo se preserva y el satisfactorio se mantiene , esto ha dado lugar a la presencia de entidades y personas interesadas en estudiar el desarrollo de la Conservación Industrial IC.
------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

¹Dounce, E. Un Enfoque Analítico del Mantenimiento Industrial. CECSA. México. D.F. 2006. P 4 -15.

TABLA 2. Línea de tiempo simplificada.

-120000	1780	1914	1927	1950	1960	1970	1971	1995	A la fecha
CM	CM	MP	SQC	PM	RCM	CMMS	TPM	5S	IC

Esta línea de tiempo proporciona un panorama desde el punto de vista del mantenimiento que estamos considerando desde hace 120000 años a.C hasta nuestros días. Las iniciales nos informan los nombres con los que se distinguen las acciones que hicieron posible los cambios relevantes en los trabajos actualmente llamados de mantenimiento. Es de observarse que consideramos que esta labor empezó con el pensamiento del hombre y con la aplicación del Mantenimiento Correctivo incipiente que se desarrolló lentamente hasta principios de la Revolución Industrial (1780), durante la que se inició una evolución muy rápida y continua.

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

TABLA 3. Evolución del mantenimiento industrial¹.

¹ Madrigal Romero. Mantenimiento Industrial. UPICSA.2007. p. 2-49

-
- **Actividades sugeridas**
- **Actividad.** En grupo realiza la línea de tiempo de la evolución del mantenimiento en el ámbito mundial con material didáctico.

- **1.2 El concepto del servicio y su calidad**

Objetivo de aprendizaje: reconocer la importancia de los conceptos de servicio y calidad y la relación con el mantenimiento.

Servicio.

Definición establecida en la Serie de normas ISO 9000

Un servicio es el resultado de llevar a cabo necesariamente al menos una actividad en la interfaz entre el proveedor y el cliente y generalmente es intangible. La prestación de un servicio puede implicar, por ejemplo:

- Una actividad realizada sobre un producto tangible suministrado por el cliente (por ejemplo, reparación de un automóvil);
- Una actividad realizada sobre un producto intangible suministrado por el cliente (por ejemplo, la declaración de ingresos necesaria para preparar la devolución de los impuestos);
- La entrega de un producto intangible (por ejemplo, la entrega de información en el contexto de la transmisión de conocimiento);
- La creación de una ambientación para el cliente (por ejemplo, en hoteles y restaurantes).

Características de los servicios

Las características que poseen los servicios, y que los distinguen de los productos son:

- **Intangibilidad:** Esta es la característica más básica de los servicios, consiste en que estos no pueden verse, probarse, sentirse, oírse ni olerse antes de la compra. Esta característica dificulta una serie de acciones que pudieran ser deseables de hacer: los servicios no se pueden inventariar ni patentar, ser explicados o representados fácilmente, etc. incluso medir su calidad antes de la prestación.
- **Heterogeneidad:** (o Variabilidad) Dos servicios similares nunca serán idénticos o iguales. Esto por varios motivos: Las entregas de un mismo servicio son realizadas por personas, a personas, en momentos y lugares distintos. Cambiando uno solo de estos factores el servicio ya no es el mismo, incluso cambiando solo el estado de ánimo de la persona que entrega o la que recibe

el servicio. Por esto es necesario prestar atención a las personas que prestaran los servicios a nombre de la empresa.

- **Inseparabilidad:** En los servicios la producción y el consumo son parcial o totalmente simultáneos. A estas funciones muchas veces se puede agregar la función de venta. Esta inseparabilidad también se da con la persona que presta el servicio.
- **Perecibilidad:** Los servicios no se pueden almacenar, por la simultaneidad entre producción y consumo. La principal consecuencia de esto es que un servicio no prestado, no se puede realizar en otro momento. Ejemplo un vuelo con un asiento vacío en un vuelo comercial.
- **Ausencia de Propiedad:** Los compradores de servicios adquieren un derecho, (a recibir una prestación), uso, acceso o arriendo de algo, pero no la propiedad del mismo. Luego de la prestación sólo existen como experiencias vividas.

Principios del Servicio

Para llevar a cabo un servicio son necesarias las bases fundamentales, es decir los principios del servicio los cuales pueden servir de guía para adiestrar o capacitar a los empleados encargados de esta vital actividad, así como proporcionar orientación de cómo mejorar. Estas bases son los Principios del Servicio, los cuales se dividen en Principios Básicos del Servicio y Principios del Servicio al Clientes, los cuales se detallan a continuación.

Principios Básicos del Servicio

Los principios Básicos del Servicio son la filosofía subyacente de éste, que sirven para entenderlo y a su vez aplicarlo de la mejor manera para el aprovechamiento de sus beneficios por la empresa.

- 1. Actitud de servicio:** Convicción íntima de que es un honor servir.
- 2. Satisfacción del usuario:** Es la intención de vender satisfactorios más que productos.
- 3. Dado el carácter transitorio, inmediatesta y variable de los servicios, se requiere una actitud positiva, dinámica y abierta:** Esto es, la filosofía de “todo problema tiene una solución”, si sabe buscar.

4. Toda la actividad se sustenta sobre bases éticas: Es inmoral cobrar cuando no se ha dado nada ni se va a dar.

5. El buen servidor es quien dentro de la empresa se encuentra satisfecho, situación que lo estimula a servir con gusto a los clientes: Pedir buenos servicios a quien se siente esclavizado, frustrado, explotado y respira hostilidad contra las propias empresas, es pedir lo imposible.

6. Tratando de instituciones de autoridad, se plantea una continuidad que va desde el polo autoritario (el poder) hacia el polo democrático (el servicio): En el polo autoritario hay siempre el riesgo de la prepotencia y del mal servido. Cuanto más nos alejemos del primer polo, mejor estaremos.

Principios del Servicio al Cliente

Existen diversos principios que se deben seguir al llevar a cabo el Servicio al Cliente, estos pueden facilitar la visión que se tiene acerca del aspecto más importante del Servicio, EL CLIENTE.

1. Haga de la calidad un hábito y un marco de referencia.
2. Establecer las especificaciones de los productos y servicios de común acuerdo con todo el personal y con los clientes y proveedores.
3. Sistemas, no sonrisas. Decir “por favor” y “Gracias” no le garantiza que el trabajo resulte bien a la primera. En cambio los sistemas sí le garantizan eso.
4. Anticipar y satisfacer consistentemente las necesidades del cliente.
5. Dar libertad de acción a todos los empleados que se tenga trato con sus clientes, es decir autoridad para atender sus quejas.
6. Preguntar a los clientes lo que quieren y dárselo una y otra vez, para hacerlos volver.
7. Los clientes siempre esperan el cumplimiento de su palabra. Prometer menos, dar más.
8. Mostrar respeto por las personas y ser atentos con ellas.
9. Reconocer en forma explícita todo esfuerzo de implantación de una cultura de calidad Remunerar a sus empleados como si fueran sus socios (incentivos).

10. Hacer como los japoneses. Es decir, investigar quiénes son los mejores y cómo hacen las cosas, para apropiarse de sus sistemas, para después mejorarlos.

11. Alentar a los clientes a que digan todo aquello que no les guste, así como manifiesten lo que si les agrada.

12. Lo más importante no deje esperando al cliente por su servicio, porque todo lo demás pasará desapercibido por él, ya que estará molesto e indispuesto a cualquier sugerencia o aclaración, sin importar lo relevante que esto sea.

Calidad.

La Calidad tiene diferentes definiciones según la evolución que ha tenido el término en su todavía reciente historia, y en su abordaje por diferentes autores. Se agregan más definiciones si el término es referido como adjetivo o como sustantivo. Sin contradecir las definiciones normalizadas internacionalmente del término y las que han realizado distintos autores como Crosby, Juran, Taguchi, Feigenbaum, Deming, Shewhart y otros sobre el término Calidad en general considerando al término Calidad como Adjetivo Calificativo, hoy el término es utilizado asimismo como Sustantivo para denominar a una Tecnología Blanda que se aplica en Organizaciones de todo tipo y tamaño. La Tecnología de la Calidad se aplica en las Organizaciones, generalmente mediante una inversión significativa, para estandarizar y mejorar continuamente sus procesos, y con el objetivo de obtener por un lado productos y servicios estandarizados, uniformes, estables y confiables que satisfagan en forma continua al cliente para el cual están diseñados, y por otro lado lograr productividad, competitividad, seguridad, replicabilidad y globalización de las actividades, operaciones, productos y servicios, entre otros beneficios. La aplicación de la Tecnología de la Calidad en una organización involucra un cambio cultural de la misma, fuertemente influenciado por actividades de sensibilización, capacitación y formación. Este cambio cultural suele ser un proceso lento, que requiere un largo y continuado esfuerzo de toda la Organización y un Liderazgo muy importante de la Alta Dirección.

Actividad. El alumno ejemplificará con experiencias la importancia del concepto de servicio y calidad.

Actividad. Realizará un ensayo sobre el concepto de calidad.

- **1.3 Concepto erróneo del Mantenimiento Industrial**

Objetivo de aprendizaje: apreciar la importancia del departamento de mantenimiento industrial en una empresa.

En muchas empresas a nivel mundial existe una equivocada apreciación acerca de lo que puede significar para una empresa contar con un área de mantenimiento de alto nivel.

En la mayoría de los casos se habla que el mantenimiento genera un gran costo, sin retorno, para las organizaciones esto se debe a la falta de conocimiento acerca del tema. Sin duda que el mantenimiento genera costos para las empresas pero los beneficios que se pueden obtener a partir de una buena administración del mantenimiento en la mayoría de los casos se desconoce.

Es indudable que la mayoría de las empresas no saben el costo que tiene no contar con una buena administración del mantenimiento. Las pérdidas que pueden generar cuando los equipos y maquinas no tienen continuidad, eficiencia y productividad.

El mantenimiento debiera tener la importancia que se merece al interior de las empresas ya que la repercusión de este en las utilidades es de suma importancia.

ACTIVIDAD 1. Previamente al tema, el alumno investigara en por lo menos dos fuentes diferentes el concepto erróneo de mantenimiento.

Actividad. El alumno deberá contestar el cuestionario de manera individual

1. ¿Qué es el mantenimiento?
2. ¿Es necesario contar con un área especializada en mantenimiento al interior de una organización?
3. ¿El mantenimiento se ocupa de conservar los activos de una empresa o de conservar las funciones de los activos?
4. ¿De qué manera puede influir el mantenimiento en el crecimiento de una organización?
5. ¿Deben estar relacionadas las áreas de producción con las áreas de mantenimiento

Actividad. Cuestionario

El alumno discutirá las preguntas anteriores para determinar la importancia que tiene el departamento de mantenimiento en una empresa.

-
- **1.4 Causa y solución del problema**

Objetivo de aprendizaje: saber la causa del porqué se tienen un concepto erróneo de la palabra mantenimiento.

Para empezar debemos entender que estamos equivocando los conceptos, dándole al mantenimiento el lugar que debe tener la conservación.

Uno de los mayores problemas que existen a nivel mundial es la correcta administración del mantenimiento debido a la enorme cantidad de sistemas o definiciones, ya que cada empresa tiene sus propios conceptos y su propia nomenclatura.

La Organización de las Naciones Unidas para el desarrollo Industrial (ONUDI) desde 1969 han desarrollado un programa para ayudar a los países en vías de desarrollo, que consiste en el intercambio de conocimientos y prácticas de la ingeniería de mantenimiento por medio de diversas actividades, con un único inconveniente, la falta de un vocabulario común que obstaculiza el intercambio de experiencias. Este es, por lo tanto, el primer problema a resolver.

Otro punto importante que ha sido detectado por la ONUDI es que se debe poner especial empeño en mejorar las actividades de administración del mantenimiento y en fomentar un espíritu consciente de la necesidad de este en todos los niveles.

Actividad. El alumno realizará una investigación a 10 personas de diferente nivel educativo sobre el concepto que tienen de mantenimiento y conservación.

NOTA: ver formato propuesto.

Actividad. Se analizará y discutirán en grupo los resultados obtenidos. Dar una propuesta para la solución del problema de manera individual y grupal.

Actividad. El alumno redactará en por lo menos una cuartilla el principio de conservación industrial.

Nombre	Nivel Educativo				Profesión	Concepto de mantenimiento.	Concepto de conservación.
	B	M.S	T	S			

B= Básico. M.S= Medio superior T= Técnico S= Superior

FIGURA 1. Formato propuesto "Concepto de mantenimiento y conservación".

Unidad 2

Taxonomía de la Conservación Industrial

- **Objetivo de aprendizaje**
- **Al finalizar la unidad, el alumno:**
- Será capaz de clasificar y categorizar las características particulares de los distintos tipos de preservación y mantenimiento.
-

Temas de la unidad:

- **2.1 Introducción**
-
- **2.2 El concepto de la Conservación**
-
- **2.3 El concepto de la Preservación**
-
- **2.4 El concepto del Mantenimiento**
-
- **2.5 La clasificación de la conservación**

- **2.1 Introducción**

Objetivo de aprendizaje: dar una breve introducción de la taxonomía de la conservación industrial y los diferentes conceptos que intervienen en ella.

Taxonomía. Significa “ciencia que trata de los principios de la clasificación” (Salvat Editores, S.A., 1999)

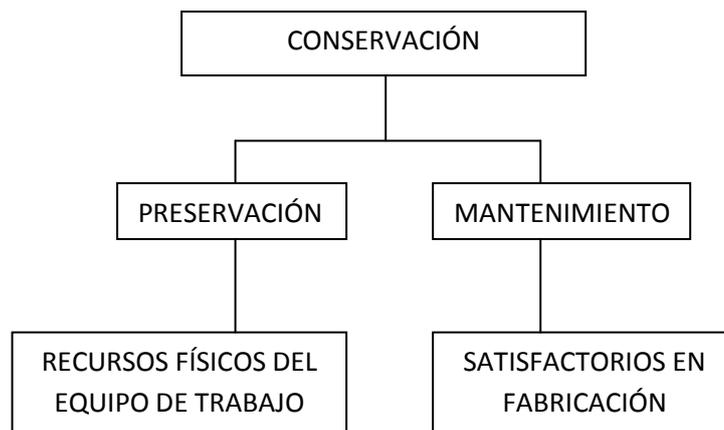


FIGURA 2. Ramas y aplicación de la conservación

2.2 El concepto de la Conservación

Objetivo de aprendizaje: conocer y analizar el concepto de conservación.

Conservación

Trata de la protección del recurso y al mismo tiempo de mantener en la calidad deseada el Servicio que proporciona este.

Analicemos las siguientes definiciones:

Definición de Conservación

Dounce (1998, p.38) Toda acción humana que mediante la aplicación de los conocimientos científicos y Técnicos, contribuye al óptimo aprovechamiento de los recursos existentes en el hábitat humano; propiciando con ello el desarrollo integral del hombre y de la sociedad.

Es el conjunto de políticas, planes programas, normas y acciones, destinadas a asegurar la mantención de las condiciones que hacen posible la evolución y el desarrollo de las especies y ecosistemas del país.

La Conservación se divide en dos grandes ramas, una de ellas es la Preservación la cual atiende las necesidades de los recursos físicos y la otra es el Mantenimiento encargado de cuidar del Servicio que proporcionan estos recursos.

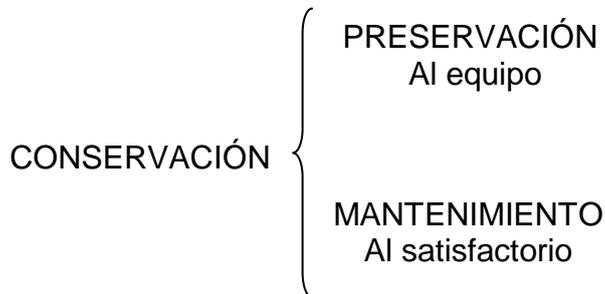


FIGURA 3. La conservación industrial

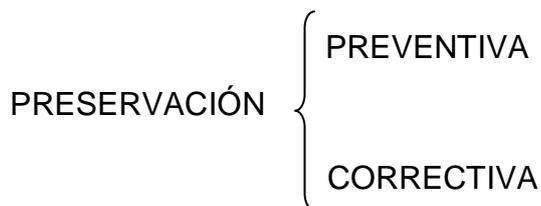
2.3 El concepto de la Preservación

Objetivo de aprendizaje: conocer el concepto de preservación.

Preservación: La acción humana encargada de evitar daños a los recursos existentes en el hábitat humano.

Proteger, resguardar anticipadamente a una persona, animal o cosa de algún daño o peligro.

Existen dos tipos de preservación, la Preventiva y la Correctiva; y la diferencia estriba en si el trabajo se hace antes o después de que haya ocurrido un daño en el recurso; por ejemplo pintar una tolva recién instalada, es un trabajo de Preservación Preventiva pero este mismo trabajo se calificará de Preservación correctiva si fue hecho para repararla.



-
- **FIGURA 4. La preservación**

En la actualidad la mayor parte de las Empresas tienen máquinas o recursos que exigen muchas labores manuales, aunque con la introducción de la electrónica y la informática, la automatización en algunas organizaciones ha llegado a tal grado que las labores manuales se ha minimizado; podemos decir que el personal de Mantenimiento está evolucionando de un artesano puro, a un semi artesano y ahora a un técnico especializado en Software; Podemos considerar que en la mayoría de las organizaciones, sobre todo las menos evolucionadas cuyos recursos físicos exigen muchas labores de preservación; es necesario que durante la vida de cualquiera de sus máquinas o equipos, sean atendidos en su preservación con personas de cinco niveles de conocimiento sobre el mencionado equipo; el usuario, el técnico medio, el técnico, el especialista de taller y el especialista de fábrica y que además tengan el lugar (Taller, etc.) y equipo adecuado para lograr hacer el tipo de trabajo correspondiente a dicho nivel de Preservación. La Preservación se divide en Periódica, Progresiva y Total; analicemos cada una de ellas.

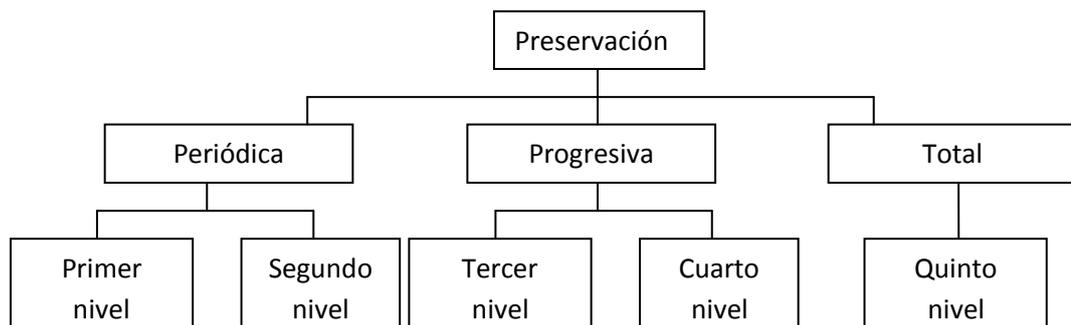


Figura 5. División de la preservación.

Preservación Periódica

Se refiere al cuidado y protección racional del equipo durante y en el lugar en donde éste está operando. La Preservación periódica a su vez se divide en dos niveles, el primero se refiere al nivel del Usuario del recurso y el segundo al de un Técnico medio.

- Preservación periódica (Primer nivel)

Corresponde al usuario del recurso, el cual como primer responsabilidad debe conocer a fondo el instructivo de operación y la atención cuidadosa de las labores de Preservación asignadas a él (limpieza, lubricación, pequeños ajustes y reparaciones menores); esto es ejecutado generalmente en el lugar en donde se encuentre operando el equipo.

- Preservación periódica (Segundo nivel.)

Corresponde a los trabajos asignados al técnico medio y para el cual se necesita un pequeño taller con aparatos de prueba y herramientas indispensables para poder proporcionarles al equipo los "Primeros auxilios" que no requieren de mucho tiempo para su ejecución. En las Administraciones Telefónicas estos trabajos de Preservación son ejecutados, ya sea por personal de Operación o Mantenimiento, debido a la gran automatización y versatilidad de los equipos, lo que está ocasionando la necesidad de técnicos con buenos conocimientos y habilidades cada vez más enfocados al Software que al Hardware de las máquinas, ya que la Preservación en primero y segundo nivel se sigue minimizando y el Mantenimiento (al Servicio) maximizando.

Preservación Progresiva

Después de un largo funcionamiento, los equipos deben ser revisados y reparados en una forma más a fondo, por lo que es necesario hacerlo fuera del lugar de operación del equipo. En algunos casos y para algunos equipos que exigen frecuentes labores artesanales es económico para las empresas tener personal y talleres propios para atender estos trabajos; en otras ocasiones y cuando se necesita un trabajo de Preservación más especializado, se prefiere contratar talleres en áreas cercanas. Por éste motivo, esta forma de Preservación se divide en:

- Preservación Progresiva (Tercer nivel).

Atendida por el taller general de la fábrica con personal de características fuertemente artesanales en donde la buena mano de obra es más importante que el trabajo de análisis.

- Preservación progresiva (Cuarto nivel).

Atendida por terceros con personal y talleres especializados, generalmente para hacer labores de Preservación enfocada a áreas específicas de la empresa (Aire acondicionado, arreglo de motores de combustión interna o eléctricos, trabajos de Ingeniería civil Eléctrica, etcétera).

- Preservación Total (Quinto nivel).

Éste es ejecutado generalmente por el fabricante del equipo en sus propios talleres, los cuales pueden hacer cualquier tipo de reparación, reconstrucción o modificación.

Labor que dependiendo del equipo, del tiempo transcurrido en funcionamiento y que, a pesar de practicarse los trabajos adecuados en los otros cuatro niveles

de preservación, es necesario realizar en la mayor cantidad de sus partes, haciéndole una rehabilitación total o un overhaul.

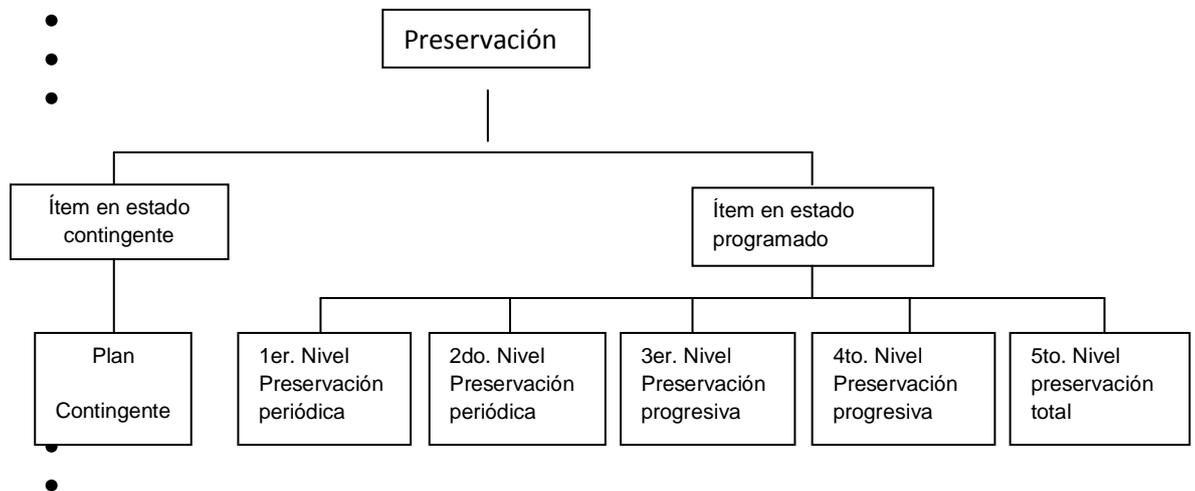


FIGURA 6. Estructura de la preservación

Actividad. Realizar un mapa mental de la taxonomía de la conservación industrial, utilizando el software Mindjet MindManager o algún otro.

2.4 El concepto del Mantenimiento

Objetivo de aprendizaje: analizar y conocer las características de los tipos de mantenimiento.

Mantenimiento: acción eficaz para mejorar aspectos operativos relevantes de un establecimiento tales como funcionalidad, seguridad, productividad, confort, imagen corporativa, salubridad e higiene. Otorga la posibilidad de racionalizar costos de operación. El mantenimiento debe ser tanto periódico como permanente, preventivo y correctivo.

Sostener, hacer que algo no decaiga, extinga o perezca.

Creus (1992, p.276) expresa el mantenimiento como un conjunto de acciones necesarias para realizar inspecciones periódicas o para reparar un aparato,

dispositivo que al fallar se pone de nuevo en estado de funcionamiento para que continúe dando servicio.

Wireman (2001, p. 03) utiliza el término administración del mantenimiento, como la administración de todos los activos que posee una compañía, basada en la maximización del rendimiento sobre inversión en activos.

Baldín (1982, p.19) según los archivos tomados en el congreso internacional de la OCDE de 1963, se entiende por mantenimiento, a la función empresarial a la que se encomienda el control constante de las instalaciones así como el conjunto de trabajos de reparación y revisión necesarios para garantizar el funcionamiento regular y el buen estado de conservación de las instalaciones productivas, servicios e instrumentación de los establecimientos.

Dounce (1998, p.42) indica que el mantenimiento es la actividad humana que garantiza la existencia de un servicio dentro de una calidad esperada.

Duffuaa, Raouf y Dixon (2000, p.42) nos dice que el mantenimiento es la combinación de todas las acciones técnicas y acciones asociadas mediante las cuales un equipo o un sistema se conserva o repara para que pueda realizar sus funciones específicas.

Amendola (2002, p.21) establece que el mantenimiento es asegurar que todo elemento físico continúe desempeñando las funciones deseadas.

El mantenimiento es la segunda rama de la conservación y se refiere a los trabajos que son necesarios hacer con objeto de proporcionar un servicio de calidad estipulada. Es importante notar que, basados en el servicio y su calidad deseada, debemos escoger los equipos que nos aseguren obtener este servicio; el equipo queda en segundo término, pues si no nos proporciona lo que pretendemos, debemos cambiarlo por el adecuado. Por ello, hay que recordar que el equipo es un medio y el servicio es el fin que deseamos conseguir.

Mantenimiento es la actividad humana que garantiza la existencia de un servicio dentro de una calidad esperada. Cualquier clase de trabajo hecho en sistemas, subsistemas, equipos maquinas, etc., para que estos continúen o regresen a proporcionar el servicio con calidad esperada, son trabajos de mantenimiento, pues están ejecutados con este fin. El mantenimiento se divide en mantenimiento correctivo y mantenimiento preventivo.

TIPOS DE MANTENIMIENTO

Mantenimiento correctivo

Las siguientes definiciones de mantenimiento son aprobadas por el Comité Panamericano de Ingeniería de Mantenimiento (Copiman).

Mantenimiento correctivo. Servicios de reparación en ítems con falla.

Ítem. Término general para indicar un equipo, obra o instalación.

Falla. Finalización de la habilidad de un ítem para desempeñar una función requerida.

Defecto. Evento en los equipos que no impide su funcionamiento, pero a corto o largo plazo puede provocar su indisponibilidad.

Inspección. Servicio de mantenimiento preventivo caracterizado por la alta frecuencia (baja periodicidad) y corta duración; normalmente utiliza instrumentos simples de medición (termómetros, tacómetros, voltímetros, etc.) o los sentidos humanos sin provocar indisponibilidad.

Error. Eventos en los operadores que no impiden todavía el buen funcionamiento del equipo; pueden a corto o largo plazo provocar su indisponibilidad. Dounce sugiere que el defecto es al equipo como el error es al operario. Ambos: defecto y error, pueden llevar el equipo a la falla si no se atiende de manera oportuna.

El error indica que la función del ítem se puede perder si no se atienden los síntomas mostrados, y la falla nos dice que la función ya se perdió.

El ítem o máquina puede presentar dos estados o estatus con respecto a su función:

1. Sí trabaja bien (estatus preventivo)
2. No trabaja bien (estatus correctivo)

Ejemplo. Supongamos que hemos contratado a una compañía para que nos suministre el servicio eléctrico adecuado para nuestra casa de campo en donde queremos tener alumbrado, bomba de agua, refrigerador, estufa y calentador eléctricos durante las 24 horas del día, y la compañía nos asegura que con la subestación, el generados eléctrico y el personal técnico que la atenderá no tendrá problemas de fallas; nos ofrece el funcionamiento que requerimos [óptimo 120 volts de corriente alterna (VCA) con una variación de aproximadamente 10 VAC]. Claro, a nosotros no nos importan los trabajos de mantenimiento preventivo que deban corregir los trabajos de mantenimiento preventivo que deban corregir los defectos o errores que se les presenten, lo que deseamos es que por ningún concepto nuestro refrigerador, focos y demás

ítems funciones fuera de su propia norma y se descompongan por una sobrecarga o por carencia de energía eléctrica. Después de dos años de proporcionarnos este servicio tuvimos que quejarnos con nuestro proveedor en dos ocasiones: la primera porque debido a fallas eléctricas se quemaron nuestro refrigerador y televisor, y la segunda porque los equipos no funcionaron de manera eficiente por bajo voltaje.

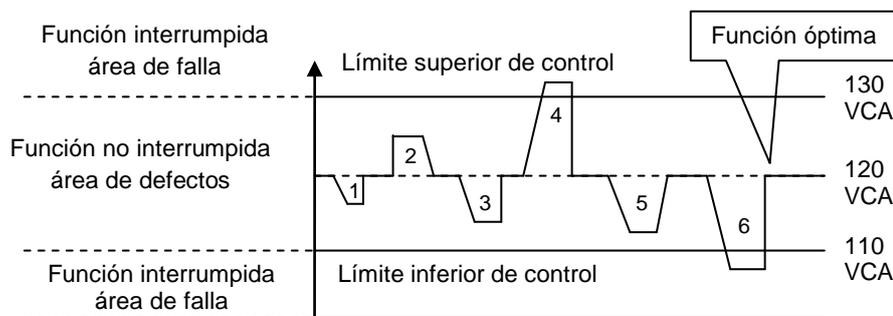


FIGURA. 7 Concepto sobre el estatus correctivo

Interpretación del diagrama de control de la figura 7.

Se puede observar que cuando el ítem (el generador) comenzó a trabajar, proporcionó el servicio con la calidad óptima, pero conforme pasó el tiempo la inspección nos indicó la existencia de un defecto (punto 1) que podía generar una falla; corrigieron el defecto y el ítem regresó a cero defectos. La gráfica marca que estos eventos se repitieron en los puntos 2, 3 y 5; pero los puntos 4 y 6 seguramente por la falta de inspección adecuada del personal de mantenimiento no se consideró la frecuencia o importancia del defecto, descuido que produjo la falla y, seguramente cuando sucedió el punto 4 originó la quema de algunos ítems y el punto 6 muestra la ocasión del funcionamiento irregular de los ítems que se utilizaban.

Mantenimiento correctivo: acción de carácter puntual a raíz del uso, agotamiento de la vida útil u otros factores externos, de componentes, partes, piezas, materiales y en general, de elementos que constituyen la infraestructura o planta física, permitiendo su recuperación, restauración o renovación, sin agregarle valor al establecimiento. Es la actividad humana desarrollada en los recursos físicos de una empresa, cuando a consecuencia de una falla han dejado de proporcionar la calidad de servicio esperada. Este tipo de

mantenimiento de divide en dos ramas: Correctivo contingente y Correctivo programable.

Mantenimiento preventivo (MP)

ANÁLISIS CAUSA- RAÍZ (RCA)

Análisis Causa - Raíz, (RCA, por sus siglas en ingles) es una gran herramienta que puede proporcionar muchas satisfacciones, pues nos capacita para manejar nuestras ideas con las de los demás, nos habilita para comprender y ser comprendido, y en mayor parte de las ocasiones nos permite analizar los problemas que queremos corregir para encontrar eficacia en las soluciones que del análisis se deriven a fin de que el problema no se vuelva a repetir.

Correctivo contingente.

El mantenimiento correctivo contingente se refiere a las actividades que se realizan en forma inmediata, debido a que algún equipo proporciona servicio vital ha dejado de hacerlo, por cualquier causa, y tenemos que actuar en forma emergente y, en el mejor de los casos, bajo un plan contingente.

Las labores que en este caso deben realizarse, tienen por objeto la recuperación inmediata de la calidad de servicio; es decir, que esta se coloque dentro de los límites esperados por medio de arreglos provisionales, así, el personal de conservación debe efectuar solamente trabajos indispensables, evitando arreglar otros elementos de la maquina o hacer otro trabajo adicional, que quite tiempo para volverla a poner en funcionamiento con una adecuada fiabilidad –que permite la atención complementaria cuando el mencionado servicio ya no se requiera o la importancia de este sea menor y, por lo tanto, al ejecutar estos trabajos se reduzcan las pérdidas.

Correctivo programable.

El mantenimiento correctivo programable se refiere a las actividades que se desarrollan en los equipos o maquinas que están proporcionando un servicio trivial y este, aun que necesario, no es indispensable para dar una buena

calidad de servicio, por lo que es mejor programar su atención, por cuestiones económicas; de esta forma, se puede compaginarse si estos trabajos con los programas de mantenimiento o preservación. Ventajas del Mantenimiento Preventivo:

- Confiabilidad, los equipos operan en mejores condiciones de seguridad, ya que se conoce su estado, y sus condiciones de funcionamiento.
- Disminución del tiempo muerto, tiempo de parada de equipos/máquinas.
- Mayor duración, de los equipos e instalaciones.
- Disminución de existencias en Almacén y, por lo tanto sus costos, puesto que se ajustan los repuestos de mayor y menor consumo.
- Uniformidad en la carga de trabajo para el personal de Mantenimiento debido a una programación de actividades. - Menor costo de las reparaciones.

Fases del Mantenimiento Preventivo:

- Inventario técnico, con manuales, planos, características de cada equipo.
- Procedimientos técnicos, listados de trabajos a efectuar periódicamente,
- Control de frecuencias, indicación exacta de la fecha a efectuar el trabajo.
- Registro de reparaciones, repuestos y costos que ayuden a planificar.

Actividad. El alumno realizará exposiciones de los tipos de mantenimiento

2.5 La clasificación de la conservación

Objetivo de aprendizaje: presentar la información en categorías para que sea más fácil de analizarla.

La taxonomía de la conservación industrial se divide en las ramas de preservación con personal propio para atender sus necesidades, por otro lado se observa la rama de mantenimiento comportándose de la misma forma, aquí vemos con claridad cada uno de sus “eslabones” que conectarán, por un lado nuestros proveedores y, por el otro, a nuestros clientes y usuarios.

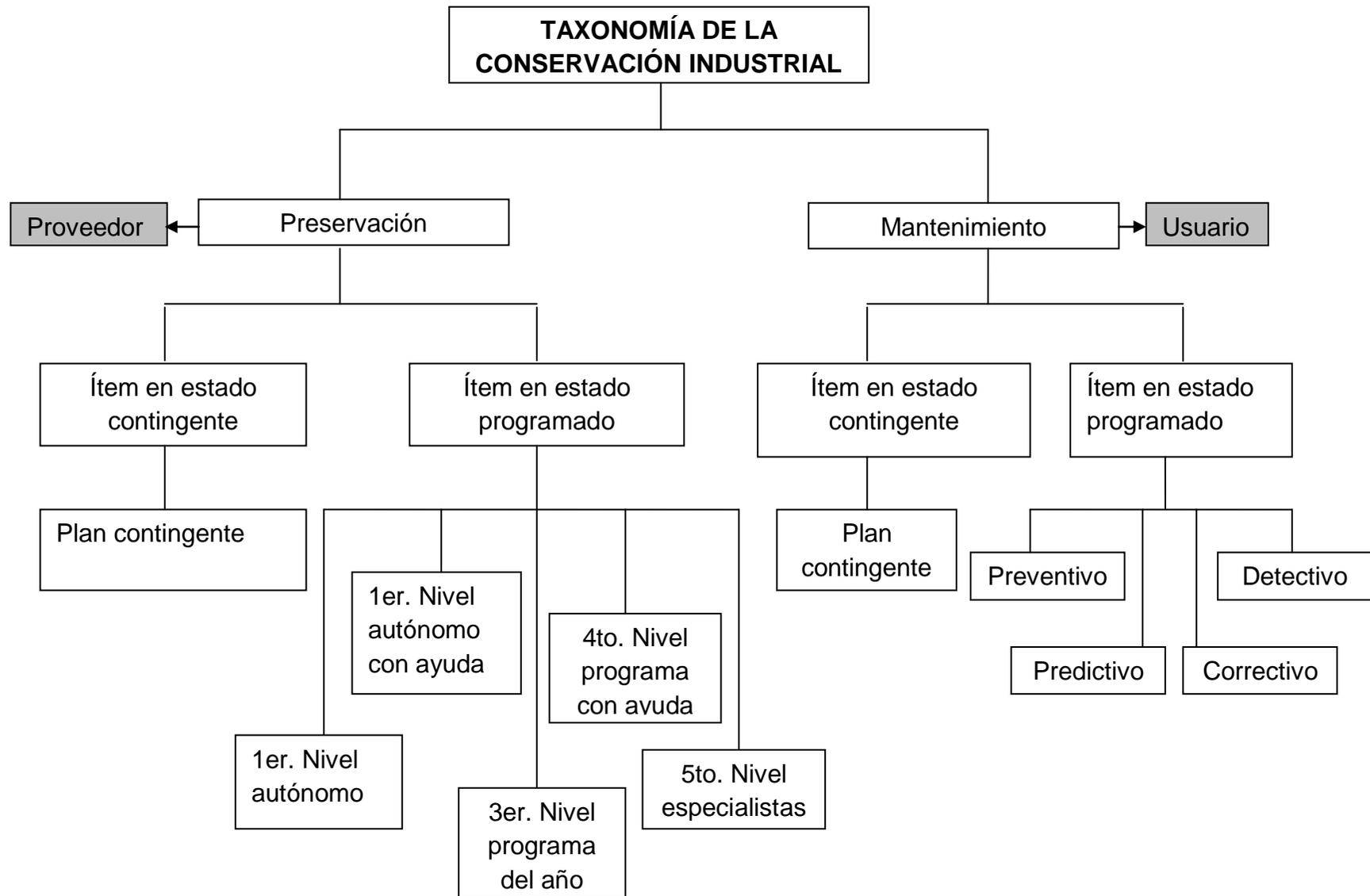


Figura 8. Taxonomía de la conservación industrial (propuesto)

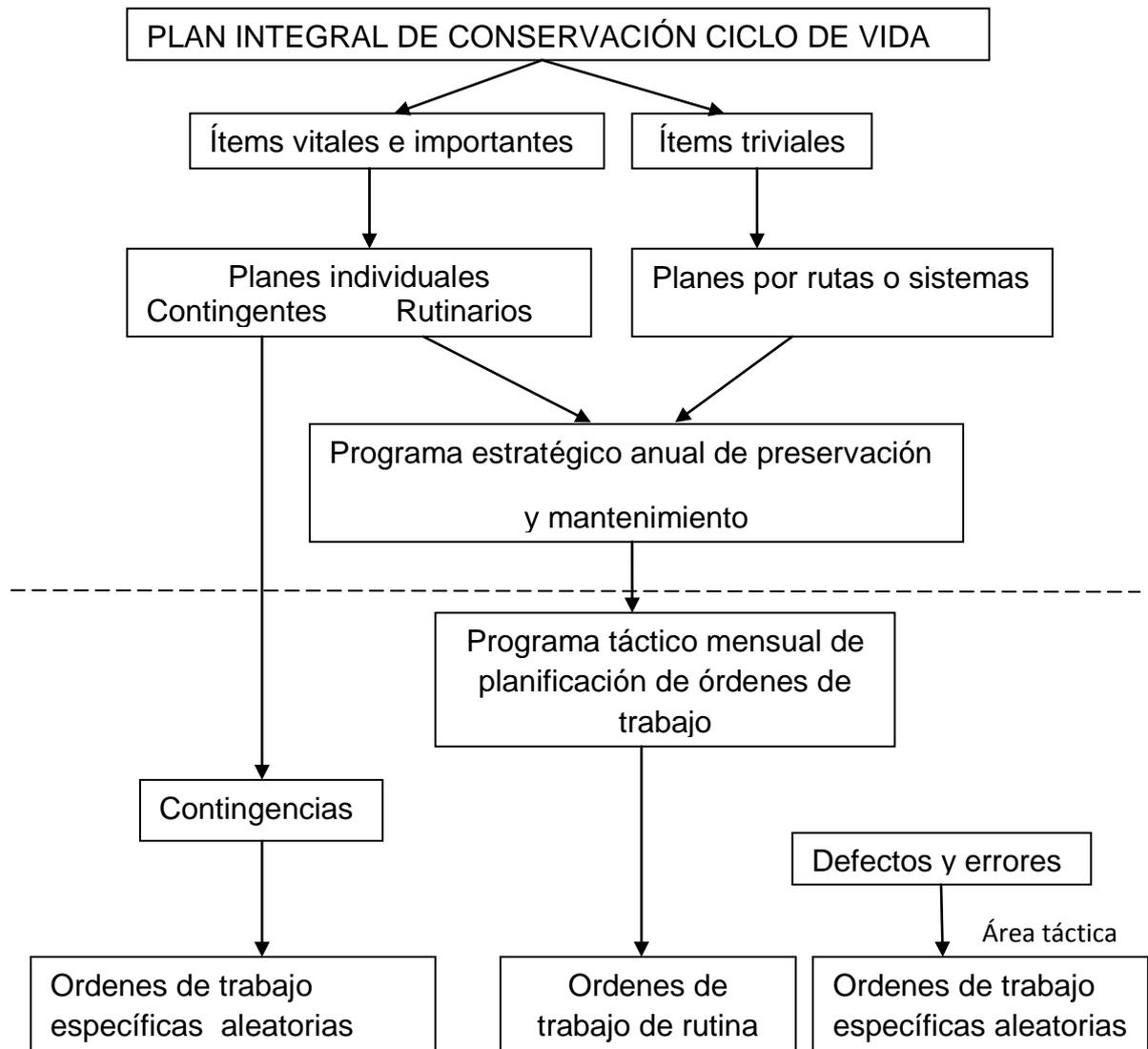


Figura 9. Plan integral de conservación.

El objetivo del plan es obtener las dos herramientas esenciales para conseguir el equilibrio del sistema E/S. sabemos que los problemas en E (equipo) los tenemos cuando detectamos fallas, y los problemas en S (satisfactorio) cuando detectamos quejas, y este plan nos permitirá obtener con mayor racionalidad, cero fallas y cero quejas.

En el área estratégica todos los recursos (humanos, físicos y técnicos) deben planearse bajo las dos ramas de la conservación, su preservación y su mantenimiento, durante todo su ciclo de vida y de acuerdo con su prioridad de atención, contingente o rutinaria. En esta forma la alta dirección proporciona a la jefatura de conservación su programa estratégico anual de preservación y mantenimiento.

En el área táctica el primer cuadro, programa táctico mensual de la planificación de órdenes de trabajo, se considera lo que sucede o puede suceder y para lo cual existen estrategias programables, las cuales deben ampararse con órdenes de trabajo planificadas (círculo de Deming). Las contingencias se atienden con los respectivos planes contingentes diseñados y actualizados por el área estratégica y aquello que suceda fuera de lo considerado y que, por tanto, será mínimo tal como algunos defectos o errores que se suscitan y son solicitados por el personal de producción, se resolverán con órdenes de trabajo específicas para la anomalía en cuestión.

Al liquidar las órdenes de trabajo es muy necesario que sea de acuerdo con la realidad del trabajo ejecutado, material y tiempo utilizado; pues esto sirve para realimentar y actualizar el banco de datos que es la base para preparar el siguiente plan estratégico de conservación.

Unidad 3

La Conservación Integral y las herramientas para administrar

- **Objetivo de aprendizaje**

- **Al finalizar la unidad, el alumno:**
-
- **Explicará el principio de la conservación industrial.**
- **Analizará las diferentes herramientas para administrar.**
- **Reconocerá las actividades básicas de la conservación y será capaz de solución problemas mediante la detección analítica de fallas y el plan de contingencia.**

Temas de la unidad:

- **3.1 La conservación integral y sus actividades básicas**
- **3.2 Índice ICGM**
- **3.3 Análisis de problemas e inventario jerarquizado de conservación**
- **3.4 Determinación del costo mínimo de conservación**
- **3.5 Mantenibilidad y fiabilidad de los equipos**
- **3.6 La planeación en la conservación integral**
- **3.7 Detección analítica de fallas y el Plan contingente**
-

- **3.1 La conservación integral y sus actividades básicas**

Objetivo de aprendizaje: analizar e identificar las actividades básicas de la conservación integral.

Todo aquello de lo cual nos servimos para facilitar nuestra labor, lo denominamos herramienta. Existen infinidad de estas que pueden estar representadas por artefactos, gráficas, métodos, reglamentos, etc., pero es notorio que algunas de ellas se aplican con más facilidad que otras en ciertos aspectos específicos, por lo que para nuestros fines solo vamos a considerar aquellas que creemos más útiles para desarrollar en forma práctica y sencilla nuestro trabajo administrativo de conservación. El conocimiento; de dichas herramientas y su aplicación rutinaria, nos dará resultados predeterminados y nos facilitara no sólo la planeación de: la conservación, sino también su control. Estos aspectos son, desafortunadamente, los menos atendidos en muchas de nuestras fábricas. Tendremos, pues como nuestras herramientas principales, las siguientes:

- Índice ICGM (RIME)
- Principio de Pareto.
- Inventario de conservación:
- Costo mínimo de conservación
- Determinación de la confiabilidad del equipo
- Detección analítica de fallos
- El manual de administración.

Iremos analizando cada una de ellas en el orden aquí mencionado, para facilitar su estudio, pues aunque toda la planeación de la conservación industrial debe empezar con el inventario de los equipos, instalaciones y construcciones que debemos atender, es necesario que dicho inventario este jerarquizado, por lo que, al tocar inicialmente el índice ICGM, aprenderemos la importancia del código máquina y, al combinarlo con el principio de Pareto, podremos obtener la jerarquización del inventario. Con esto, podremos determinar cuáles son los recursos (equipos, instalaciones y construcciones) vitales, cuales los de transición o importantes y cuales los triviales. Por lo que respecta al resto de las herramientas principales que se mencionaron anteriormente, aunque entre ellas no exista relación tan estrecha,

consideramos que también facilita su explicación el estudiarlas en esa secuencia.

-
- **3.2 Índice ICGM**

Objetivo de aprendizaje: analizar un caso práctico de la aplicación del ICGM.

EMERGENCIAS A GRANEL

Todos sabemos que las labores de un gerente de conservación son múltiples, muy variadas y, en ocasiones, de emergencia.

Suponga que usted es gerente de conservación de una fábrica muy importante y un día lunes, al llegar a su labor, se encuentra con un panorama impresionante, debido a los sucesos que le reportan, siendo estos los siguientes: -

1. Fallo en el equipo de aire acondicionado, que atiende en forma exclusiva a la sala de juntas de la empresa. Usted sabe que ese mismo día, precisamente en una hora más, se celebrará la junta de consejo que es vital, y que su director general, persona sumamente exigente, no tolera por ningún motivo que se le proporcione un ambiente incomodo al consejo de administración.
2. Fallo en la máquina de inserción automática de circuitos integrados. Su funcionamiento es imprescindible para mantener una continuidad en la línea de producción. El jefe de producción le exige atención inmediata y lo hace responsable de las consecuencias que se tengan, tales como materiales de alto costo dañados, paros de líneas dependientes de esta máquina, tiempos muertos de personal, etc.
3. Fallo en una banda de ensamble elíptica. También, el jefe de producción le hace ver que es tan importante como la máquina de inserción automática, exigiéndole que ambas cosas deban quedar arregladas de inmediato.
4. Fallo en el elevador de personal del área de oficinas (edificio de seis pisos). Este daño es reportado por uno de los vigilantes de seguridad, pintándole un cuadro aterrador, dándole su opinión de que la atención a ese fallo no puede esperar.

Para complicar aún más el problema, los recursos físicos y humanos con que cuenta, solo le permitirán solucionar uno de esos cuatro problemas.

Convendría que en una hoja por separado diera respuesta a las siguientes preguntas

A. ¿Cuál de los cuatro problemas atendería usted primero?

B. ¿En que basa su decisión?

Como se puede observar, la decisión no es fácil de tomar, pues hace falta una herramienta que permita identificar la labor de conservación con mayor prioridad sobre las otras.

Suspendamos temporalmente el ejercicio anterior para analizar que es el índice ICGM y como se aplicaría en la solución del problema que se presenta.

El índice ICGM (Índice de clasificación para los gastos de conservación), que en los E.U.A. se conoce como RIME (Ranking Index for Maintenance Expenditure) y sobre el cual tiene derechos reservados Ramond and Associates Inc.; es una herramienta que permite clasificar los gastos de conservación interrelacionando los recursos sujetos a estos trabajos, con la clase o tipo de trabajo por desarrollar en ellos. Es notorio, por consiguiente, que el índice ICGM se compone de dos factores denominados:

1. Código máquina

Aquel que identifica a los recursos por atender (equipos, instalaciones y construcciones).

2. Código trabajo

Aquel que identifica a cada tipo de trabajo al que se sujetara dichos recursos.

El índice ICGM se obtiene de la multiplicación de estos dos factores.

Por tanto, tenemos:

$$\text{Índice ICGM} = \text{código máquina} \times \text{código trabajo.}$$

Podemos agregar a esta explicación que el índice ICGM tiene tres aplicaciones perfectamente bien delineadas:

1. Jerarquización de la expedición de las labores de Conservación, de acuerdo a su importancia relativa.

2. Elaboración racional del presupuesto anual para los gastos de conservación
3. Auxiliar en la clasificación de los equipos, instalaciones y construcciones de la empresa, determinando si son “vitales”, “importantes”, “triviales”, para definir la clase y cantidad de trabajo de conservación que se les debe proporcionar.

Existen dos métodos para utilizar el índice ICGM, uno en forma simplificada y el otro más sofisticado. En esta ocasión solo analizaremos el método simplificado, pues en nuestra opinión es el más práctico para la mayoría de las empresas mexicanas y, además, responde al objetivo principal de esta obra, que es el de producir a nivel mundial un cambio en la filosofía actual (mantener el servicio y preservar los recursos).

3.2.1 Índice ICGM simplificado

Objetivo de aprendizaje: aplicar el índice ICGM simplificado en un taller o empresa.

Para establecer este índice en la empresa, puede seguirse la mecánica siguiente:

1. Se estructura un comité compuesto por personas conocedoras de las funciones de conservación, producción y finanzas, ya que estos tres criterios deben tenerse presentes durante todo el tiempo que dure la elaboración del sistema ICGM.
2. Se levanta un inventario universal, que contenga “todo” lo que debe ser atendido para asegurar un funcionamiento adecuado de la empresa. Aquí aparecerá todo tipo de máquinas, edificios, jardines, caminos de acceso y, en suma, todo aquello que integra la empresa.
3. El comité llevará a cabo las juntas que sean necesarias, a fin de analizar cada una de las unidades contenidas en el inventario y darle un valor de acuerdo con su importancia relativa. Con esto se obtiene el “Código Máquina”. Cuando decimos importancia relativa, nos referimos a la importancia que para la producción tiene el recurso analizado (equipo, instalación o construcción) con respecto a los demás, calificándolo con puntuación del 1 al 10, con lo cual quedara formado nuestro inventario por diez grupos de recursos, cada uno de diferente valor. No hay que olvidar que durante las juntas de análisis del código máquina, cada integrante del comité debe tener en mente factores tales como: rentabilidad del equipo, la relación que este tiene con respecto a otros, su

grado de utilización y, en fin, todo lo que ayude a determinar su grado de importancia con respecto a los demás.

Por ejemplo si en una fabrica se decidió que las máquinas herramienta, tales como fresadoras, cepillos, esmeriles y pulidoras, son de vital importancia para la producción, estas tendrán una calificación máxima dentro del grupo de 10 en que hemos dividido nuestro inventario. Si, además, encontramos por ejemplo, que las grúas, bandas transportadoras, hornos de temple, etc., forman un grupo cuya importancia sea inmediata inferior a la anterior, a este grupo le asignaríamos una calificación de 9. De esta misma manera se continuara calificando todo el inventario hasta terminar con él.

Con el objeto de tener una idea más clara sobre el tercer paso aquí descrito, a continuación se muestra la Tabla 2- 1, que puede tomarse como guía durante las juntas de “Análisis Código Máquina” que lleva a cabo el comité.

CÓDIGO MÁQUINA	CONCEPTO
10	RECURSOS VITALES. Aquellos que influyen más en un proceso o cuyas fallas originan un problema de tal magnitud que la alta dirección de la empresa no desea correr. Por ejemplo, líneas de distribución de vapor, gas, aire, calderas, hornos, subestación eléctrica.
9	RECURSOS IMPORTANTES. Aquellas que, aunque están en la línea de producción, su función no es significativa, pero sin ellos no puede operar de manera adecuada el equipo vital; además, no existen máquinas redundantes o de reserva, tales como montacargas, grúas, frigoríficos, transportadores de material hacia las líneas de producción, etc.
8	RECURSOS DUPLICADOS SITUADOS EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN, similares a los anteriores (9) pero de los cuales existe reserva.
7	RECURSOS QUE INTERVIENEN EN FORMA DIRECTA EN LA PRODUCCIÓN, tales como: dispositivos de medición para control de calidad, equipos para manejo de materiales, máquinas de inspección, etc.
6	RECURSOS AUXILIARES DE PRODUCCIÓN SIN REMPLAZO, tales como: equipos de aire acondicionado para el área de pruebas, equipos móviles, equipo para surtimiento de materiales en almacén, etc.
5	RECURSOS AUXILIARES DE PRODUCCIÓN CON REMPLAZO, similares al punto anterior pero con remplazo.
4	RECURSOS DE EMBALAJE Y PINTURA, tales como: compresoras, inyectoras de aire, máquinas de pintura de acabado final, y todo aquello que no sea imprescindible para la

	producción y de lo que, además, se tenga remplazo.
3	EQUIPOS GENERALES. Unidades de transporte de materiales o productos, camionetas de carga, unidad refrigeradora, equipos de recuperación de desperdicios, etc.
2	EDIFICIOS PARA LA PRODUCCIÓN Y SISTEMAS DE SEGURIDAD, alarmas, pasillos, almacenes, calles, estacionamientos, etc.
1	EDIFICIOS E INSTALACIONES ESTÉTICAS. Todo aquello que no participa directamente en la producción: jardines, campos deportivos, sanitarios, etc.

Si analizamos esta tabla, se podrá observar claramente que la calificación más alta se asigna a los artículos que proporcionan el servicio más importante, del cual no se puede prescindir, y que el comité que lo elabore, tiene que diseñarlo de acuerdo a las necesidades de la fábrica y el tipo de esta, sus recursos, sus procesos de fabricación y en suma, todo aquello que la singularice; no se tendrán resultados adecuados si se trata de adaptar una tabla código máquina de otra empresa a la propia.

Con el objeto de comprobar si se ha asimilado lo tratado hasta este punto, suspendamos un momento nuestra explicación y continuemos con el ejercicio que habíamos comenzado.

Ahora que ya quedo usted enterado de lo que es el índice ICGM y de su uso, vamos a suponer que consigue que en su fábrica se establezca éste para atender sus equipos, instalaciones y construcciones en forma racional y evitar discusiones entre su personal y el de producción. Ahora ya han sido aceptados y autorizados por la alta dirección los códigos que componen al ICGM y resulta que usted vuelve a vivir en forma idéntica los cuatro problemas explicados anteriormente, pero los analizamos y observa que la calificación aceptada para cada recurso con problemas

Con este nuevo concepto, seguramente ya podrá decidir sin lugar a dudas cual problema atendería primero. Explíquelo en una hoja por separado y diga en que basa su decisión.

Ahora bien, si usted determinó que, de acuerdo con los valores del código máquina que le fueron proporcionados, el recurso que deberá atenderse primero es la máquina de inserción automática a continuación, la banda de ensamble elíptica y así sucesivamente, será erróneo, porque habíamos mencionado que el Índice ICGM es un producto de dos factores o códigos y, hasta este momento, solo hemos proporcionado el código máquina; por tanto, el siguiente paso que daremos será elaborar el código trabajo.

Cuando el comité haya terminado el código máquina, procederá a hacer un listado de los diferentes trabajos que el departamento de conservación tiene que llevar a cabo: correctivo preventivo, limpieza, auxilio a producción, hechura de refacciones, etc., y en la misma forma que en el caso anterior, estos trabajos los dividiremos en 10 grupos o código, cuidando de asignarles un valor del 1 al 10, de acuerdo con la importancia que guardan estos con respecto a la productividad. La Tabla 4. puede servir de ayuda, para facilitar el análisis del comité sobre este renglón.

CÓDIGO TRABAJO	DESCRIPCIÓN DE TRABAJOS POR EFECTUAR
10	PAROS: Todo aquello que se ejecute para atender las causa de pérdida del servicio o de la calidad esperada, proporcionado por las máquinas, instalaciones y construcciones, vitales e importantes. O aquellos trabajos de seguridad hechos para evitar pérdidas de vidas humanas o afecciones a la integridad física de los individuos.
9	ACCIONES PREVENTIVAS URGENTES: Todo trabajo tendente a eliminar los paros o conceptos discutidos en el apartado anterior (10) y que pudieron haber surgido por inspecciones, pruebas, avisos de alarmas, etc.
8	TRABAJOS DE AUXILIO A LA PRODUCCIÓN: Modificaciones tendentes a optimizar la producción, o surgidas por cambio de producto o por mejoras al mismo, etc.
7	ACCIONES PREVENTIVAS NO URGENTES: Todo trabajo tendente a eliminar a largo plazo los paros o conceptos analizados en el punto 10 - lubricación, atención de desviaciones con consecuencias a largo plazo, trabajos para eliminar o reducir la labor repetitiva, etc.
6	ACCIONES PREVENTIVAS URGENTES: Todo trabajo tendente a eliminar paros, acciones preventivas urgentes, acciones preventivas no urgentes y que no se hayan divisado posibles fallas.
5	ACCIONES RUTINARIAS: Trabajos en máquinas o equipos de repuesto, en herramientas de conservación y en atención a las rutinas de seguridad.
4	ACCIONES PARA LA MEJORA DE LA CALLIDAD: Todo trabajo tendente a mejorar los resultados de producción y de conservación.
3	ACCIONES PARA LA DISMINUCIÓN DEL COSTO. Todo trabajo tendente a minimizar los costos de producción y conservación y que no esté considerado en ninguna de las anteriores categorías (mejora del factor de potencia eléctrica en la empresa, disminuir la temperatura de la caldera de suministro de agua caliente en el verano, etc.)
2	ACCIONES DE SALUBRIDAD Y ESTÉTICA: Todo trabajo tendente a asegurar la salubridad y conservación de muebles e inmuebles y donde el personal de limpieza no puede intervenir, debido a los riesgos o delicadeza del equipo por atender (pintura, aseo o desinfección de lugares como subestación eléctrica, salas de computación, etc.)
1	ACCIONES DE ASEO Y ORDEN: trabajos de distribución de herramientas y aseo de instalaciones del departamento de conservación

Tabla 4. Descripción de trabajos por efectuar.

Ahora, con esta nueva información, continuemos nuestro ejercicio. Suponga usted que al recibir los alarmantes informes descritos al principio del ejercicio, usted analizo la situación y, además de calificar el código máquina ahora se pone a analizar el código trabajo y encuentra lo siguiente:

1. Equipo de aire acondicionado de la sala de juntas.

En este equipo se tiene que hacer una labor de limpieza, con fines estéticos, lo cual está calificado en el código trabajo con un valor de 2 .

2. Máquina de inserción automática.

Este equipo tiene una tolva floja, por lo que produce un ruido molesto, pero no pone en peligro la producción. El código trabajo lo califica con un valor de 6.

3. Banda de ensamble elíptica.

Se trata de un caso parecido al anterior, pues una banda floja golpea contra su cubierta, pero tampoco pone en peligro la producción; el código trabajo también tiene un valor de 6.

4. Elevador para el personal de oficinas.

En este caso se tiene una verdadera emergencia, pues el elevador sufrió una descompostura, en tal forma, que el cable se salió de sus poleas y tres personas quedaron atrapadas, peligrando su integridad física; a esta labor, el código de trabajo le da un valor de 10.

Ahora, con estos datos, ¿qué problema atendería usted primero? ¿Porque?

Piense cuidadosamente y termine de hacer el ejercicio.

Con toda seguridad, el sistema del ICGM quedo perfectamente aclarado para usted, pues es lógico que al recibir los alarmantes informes mencionados en nuestro ejercicio, lo primero que haría sería investigar lo que realmente estuviera sucediendo para poder obtener los dos códigos, hace la multiplicación correspondiente y determinar cuál es el Índice ICGM mayor al cual se le daría prioridad y todos quedarían conformes, ya que esas son las reglas que se han de respetar, con lo cual se resolverá más del 80% de los problemas actuales de esta índole, y quedaran muy pocos casos dudosos.

La solución al ejercicio sería:

También hablamos de que otra de las aplicaciones de este sistema es la elaboración racional de nuestro presupuesto anual para los gastos de conservación. Esto se explica fácilmente, si consideramos que por estudios económicos nuestra Dirección General determino disminuir nuestro presupuesto de gastos de conservación en un $x\%$, lo que nos obligara a presupuestar trabajos de esta índole calificados con los ICGM más altos, hasta que estos agoten el presupuesto autorizado; aquí vemos claramente que estamos racionalizando nuestro presupuesto para aplicarlo en aquellos trabajos de conservación que lo harán más eficaz.

Por último, habíamos mencionado que el ICGM nos sirve como auxiliar (exclusivamente el código máquina) para que, combinado con el principio de Pareto logremos identificar en nuestra fabrica los recursos vitales los importantes y los triviales, a fin de suministrarles las labores más adecuadas de acuerdo con esta jerarquizaron. Este concepto lo trataremos en el inciso 2.4.

Por todo lo hasta aquí mencionado, podemos concluir que el Índice ICGM hace más patente nuestra nueva filosofía, en la cual decidimos que lo importante de la conservación industrial, es el mantener dentro de los limites esperados, la calidad del servicio que prestan nuestros equipos, instalaciones y construcciones que nuestro objetivo es el servicio adecuado y que la máquina es el medio para obtenerlo.

Por último, se hace notar que los códigos del ICGM no son constantes durante toda la vida útil de las máquinas, ya que estas pueden cambiar de labor, de producto, de volumen, de producción y, en fin, tener cualquier cambio que aumente o disminuya- la importancia y calidad del servicio que deben proporcionar. Se acostumbra hacer una publicación mensual sobre aquellas máquinas que han variado su "código máquina"; este es un trabajo sencillo y que produce la continuidad necesaria para contar con un ICGM confiable.

A fin de facilitar la aplicación del ICGM, se recomienda tener anotado el código máquina en las tarjetas de registro de las máquinas y el código trabajo estará en forma de lista, y ambas a disposición del responsable de expedir las labores de conservación.

3.3 Análisis de problemas e inventario jerarquizado de conservación.

Objetivo de aprendizaje: analizar los problemas de un inventario jerarquizado de conservación para la toma de decisiones.

Dentro de la conservación, existe un problema cuando se tiene una desviación de lo que esperamos obtener, es decir, cuando existe una diferencia entre lo que debe ocurrir y lo que está ocurriendo. Cuando esto sucede, se hace necesario investigar las causas que producen el efecto del problema usando herramientas como la lluvia de ideas, el diagrama de Causa-efecto y el principio y diagrama de Pareto. Un buen director se distingue positivamente cuando, en conjunto con el personal, analiza los problemas, los jerarquiza y además los canaliza adecuadamente, quedándose sólo con aquello que no debe delegar.

Lluvia de ideas.

Comúnmente llamada brainstorming, consiste en reunirse en grupo, para buscar soluciones a un problema; es más efectiva en la medida en que se preparen con anticipación y profesionalismo. Las personas que participen deben tener conocimiento del problema aunque discrepen del criterio de los demás integrantes del grupo; lo que aquí se espera es obtener opiniones diferentes para encontrar nuevas soluciones, aunque estas, por el momento, no parezcan posibles de realizar.

Para organizar y obtener una productiva junta de lluvia de ideas, es muy importante llevar a cabo los siguientes pasos.

1. Informar con anticipación a los integrantes sobre el tema que se analizará.
2. Durante la reunión el coordinador de la junta debe explicar el problema y pedir ideas para su solución.
3. Los integrantes exponen cualquier idea que se les ocurra, sin restricción ni coacción del resto del grupo.
4. Cada idea es aclarada por el propio ponente para ser analizada y entendida por el grupo. Es necesario utilizar repetidamente las siguientes preguntas. ¿Qué? ¿Por qué? ¿Dónde? ¿Cuándo? ¿Quién? y ¿Cómo?
5. Unificación de criterios, generando más ideas, desapareciendo o combinándose otras hasta obtener un juicio unificado.

6. Nombrar de inmediato un responsable para que elabore el plan de trabajo.
7. Elaboración de una minuta explicativa, en la cual se describen los sucesos más relevantes ocurridos.
8. La minuta debe ser repartida lo más pronto posible a los asistentes.

Diagrama de causa-efecto

Cuando observamos cualquier elemento o situación que deseamos corregir, nos estamos ocupando en el resultado de eventos, es decir, estamos analizando un efecto ocasionado por varias causas, por lo que es necesario analizar cada una de estas para obtener una idea muy exacta acerca de lo que produjo dicho efecto.

Principio de Wilfredo Pareto

Wilfredo Pareto descubrió que el efecto ocasionado por varias causas tiene una tendencia bien definida, ya que aproximadamente 20% de las causas originan el 80% del efecto, el 80% de las causas restantes son responsables del 20% del resto del efecto.

Las causas responsables del 80% del efecto se les llaman causas vitales y a las restantes se les denomina causas triviales.

Apoyándonos en el principio de Pareto, obtenemos los siguientes niveles de mantenimiento.

1.- Bif. Vitales. Son los Bif físicos, indispensables para la buena marcha de la empresa, es decir, son elementos que están proporcionando un servicio vital y cuyo paro o demérito en su calidad de funcionamiento pone en peligro la vida de personas o dificulta el desarrollo de la empresa, a grado tal que se supongan pérdidas de imagen o económicas que la alta dirección de la empresa no esté dispuesta a afrontar. En este caso además de diseñar rutinas de mantenimiento programa muy exigentes, se debe establecer otras acciones preventivas, tales como la dotación o instalación de elementos redundantes (otro en paralelo con el que se esté dando el servicio) y de un sistema de mantenimiento predictivo en tiempo real; así mismo, como acción contingente, se establece un procedimiento en caso de emergencia, con el fin de proporcionar una atención inmediata por si en el peor de los casos llegan a fallas todas las acciones preventivas antes mencionadas.

2.- Bif. Importantes. Son aquellos equipos, instalaciones o construcciones cuyo paro o demérito de su calidad de servicios cause molestias de importancia o costos de consideración para la empresa. A estos elementos es necesario diseñarles rutinas de mantenimiento programas normales contemplando, sobre todo, el punto de vista económico con respecto a la calidad de servicio que deben entregar. También se debe contar con un procedimiento de emergencia para la atención de contingencias que sufran estos Bif. Cuando por alguna razón llegan a fallar los resultados de los trabajos desarrollados en las rutinas de mantenimiento. En este caso no se recomiendan las máquinas redundantes y el mantenimiento predictivo por razones económicas, pero si debe contarse con máquinas de reserva, entendiéndose por máquina de reserva aquella que está en la mano del personal de mantenimiento para sustituir a cualquier otra de tipo similar que esté trabajando y que, por cualquier concepto, haya sufrido un paro o sea necesario pararla sin afectar sustancialmente el servicio(se diferencia de la redundante en que ésta entra automáticamente al parar la máquina que está apoyando).

3. -Bif. Triviales. El tercer nivel del inventario es la clasificación de los Bif denominados. Como Triviales, esto es, aquellos cuyo paro o demérito en su calidad de servicio no tienen un impacto importante para la buena marcha de la empresa, pero que tienen necesidades de mantenimiento, por ejemplo, la mayoría de balastros, lámparas, interruptores eléctricos, vidrios, pintura de paredes, impermeabilización, compostura de toda clase de máquinas e instalaciones de uso esporádico; en este caso, solo deben atenderse aplicando el concepto de mantenimiento programa.

-

Tabla 5. Ejemplo de inventario jerarquizado por código máquina.

Recursos por mantener	Núm. Identif.	Cód. Máq.	% Acum.	Clasif.
Planta electrógena	M501	10	5/30= 16.7 %	VI TA LES
Productora de tableros de circuitos impresos	A221	10		
Subestación eléctrica.	E001	10		
Caldera generadora de vapor.	M120	9		
Ensambladora de circuitos CAG	A008	9		
Soldadora de terminales	A010	8	2/30= 6.6%	IM POR TAN TES
Tablero de pruebas por rayos infrarrojos	M019	8		
Unidad de prueba estadística de ajuste	A222	6	23/30= 76.7%	T R I V I A L E S
Transportador almacén – línea	M023	6		
Perforadora de tarjetas de circuito impreso	M183	5		
Soldadora de terminales de CAF	A016	5		
Andamios electromecánicos	A012	4		
Compresora para pintar	P019	4		
Máquina de pintura para acabado final	P017	4		
Ascensor Otis	M025	3		
Camioneta de entrega	V018	3		
Batería de acumuladores eléctricos	E107	3		
Inyectora de aire seco	M122	3		
Motos de CD para sistema de alarma	E357	3		
Ventilador en el patio de carga	M008	2		
Reacondicionamiento de camión de escenso	S/N	2		
Patios	S/N	2		
Oficinas generales	S/N	2		
Alarmas de seguridad	E352	2		
Equipo colector de polvo	M123	2		
Lámparas para el patio de carga	S/N	1		
Reacondicionamiento de azoteas	S/N	1		
Cancelería	S/N	1		
Sistema automático de aspersion	M121	1		
Bomba centrífuga para riego	M002	1		
TOTALES	30		100%	

-
-
- **3.4 Determinación del costo mínimo de conservación**

Objetivo de aprendizaje: analizar el costo mínimo de conservación.

Los departamentos de conservación de la mayor parte de nuestras empresas carecen de un sistema de control que oriente al personal de planeación de la conservación sobre el grado económico de los trabajos que día a día se están llevando a cabo. Como es sabido, la calidad del servicio que debe proporcionarnos un recurso (equipo, instalación o construcción), está ligada fundamentalmente al costo-beneficio que se obtienen mediante las labores o cuidados que se les suministren al recurso en cuestión; mientras mayor sea el número y calidad de dichas labores, el funcionamiento del recurso será mejor.

Cualquier método que se emplee para determinar la cantidad y calidad de las labores que deben proporcionarse, está sujeto a una serie de factores, tales como, la calidad de servicio que debe entregarse al cliente, el tipo de empresa, la habilidad de su personal de conservación y producción, la obsolescencia de sus equipos, la calidad de los mismos, etc.

Para obtener un punto confiable de referencia, es necesario conocer dos factores:

- 1.- Los costos de conservación
- 2.- Los costos de tiempo de paro.

La interacción de estos nos da el costo combinado, y este nos muestra cual es el costo mínimo de conservación.

Llamamos costos de conservación a todos los ocasionados por el material y la mano de obra utilizados en el cuidado de nuestros recursos, para permitir que estos estén adecuadamente preservados y proporcionen el nivel de servicio estipulado. Es costumbre que dichos costos se presenten cada año como el presupuesto de conservación y que, ya en operación, se informe mensualmente a la jefatura de conservación de los gastos incurridos, a fin de que ésta pueda compararlo con lo presupuestado y, en caso necesario, tomar las medidas correctivas que considere convenientes.

Llamamos costos de tiempo de paro a los incurridos por un funcionamiento fuera de la calidad estipulada de una máquina, instalación o construcción, a

cargo del departamento de conservación, y en ellos se toma en cuenta lo siguiente:

A. Producción perdida

Aquí debe considerarse el valor de lo que se dejó de percibir por haber quedado el recurso fuera de la calidad de servicio estipulada.

B. Desperdicio y reelaboración

En este caso consideramos el valor del producto que se echó a perder o que es necesario reelaborar por estar funcionando mal el recurso (equipo, instalación o construcción), restándole todo aquello que pueda recuperarse.

C. Deterioro del equipo, instalación o construcción

Aquí consideramos la depreciación excesiva del recurso causada por la mala calidad de la mano de obra de conservación o de operación.

Es imprescindible que en la fábrica se cuente con los costos de paro de todas las maquinas vitales y de algunas importantes; de estas últimas, las calificadas con códigos, del 6 al 9. Esta se obtiene haciendo un análisis con especialistas de conservación, producción y contabilidad, a fin de que determine el costo por paro (aproximado) en el que se incurrirá si algún equipo, instalación o construcción entrega una calidad de servicio fuerte de norma.

Ejemplo de registro de costo de paro en recursos vitales e importantes

COSTO DE PARO DE EQUIPOS, INSTALACIONES Y CONSTRUCCIONES VITALES E IMPORTANTES.																
MAQ. INSTALACIÓN O CONSTRUCCIÓN	HORARIO LABORAL															
	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Soldadora de terminales de CAF	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	0	0	0
Productora de tableros de circuitos impresos	0	0	0	1	2	2	2	3	3	3	2	2	1	0	0	0
Planta electrógena diesel	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	0	0	0
Caldera generadora de vapor	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1
Subestación eléctrica	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	2	2	2
Ensambladora de CAG	0	0	0	0	1	2	2	2	0	0	2	2	2	0	0	0

Nota: los números indican miles de unidades monetarias por cada hora de paro.

Una vez establecido mensualmente por el departamento de contabilidad de la empresa.

Cada vez que se suscite un paro en cualquiera de estas máquinas, debe ser reportado al departamento de contabilidad informado la hora en que quedó sujeto a atención contingente dicho recurso.

Como es costumbre, mensualmente, el departamento de contabilidad envía al departamento de conservación, la información de los gastos de conservación en que se va incurriendo. De la misma forma, enviará los gastos de paro que se suscitaron, correspondientes a las mismas fechas que amparan los de conservación, a fin de que sean comparables.

Es importante mencionar que los costos de paro no siempre tienen un valor constante, ya que éste depende de factores que puedan variar de una hora a otra. Por ejemplo, una máquina puede tener su carga máxima de trabajo de las 10 a las 13 horas y antes y después de este lapso, un nivel de trabajo un poco menor; es claro que un paro que se suscite dentro del horario señalado tendrá un costo mayor que los paros registrados en otro horario.

Al tomar en cuenta lo hasta aquí mencionado, se podrá construir una gráfica que oriente sobre cuál debe ser la cantidad óptima de conservación que se debe suministrar a un recurso específico o, en forma integral. A todos los recursos de la empresa, a fin de conocer en este último caso la calidad de los trabajos de conservación, que está proporcionando el departamento respectivo.

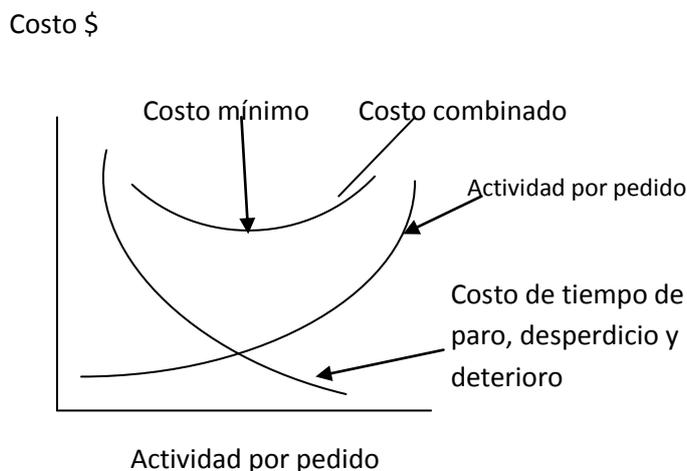


Figura 10. Corto mínimo de mantenimiento

Se puede observar que, cuando el costo de paro es igual al costo de conservación, se obtendrá el costo mínimo de conservación y que, con base en

esto, se podrá establecer el nivel de costos de conservación de la siguiente manera:

$$\text{Nivel de costos de mantenimiento} = \frac{\text{Costo de paro}}{\text{Costo de mantenimiento}} \times 100$$

Cuando esta razón sea igual a la unidad estaremos en el punto de equilibrio, por lo que muestra labor tenderá a conseguir dicho punto mediante los trabajos de conservación.

-
- **3.5 Mantenibilidad y fiabilidad de los equipos**

Objetivo de aprendizaje: analizar las características del mantenimiento productivo total, así como su relación e importancia con la mantenibilidad y fiabilidad.

TPM – Mantenimiento Productivo Total Un paso más hacia la excelencia empresarial.

Introducción El TPM (Mantenimiento Productivo Total) surgió en Japón gracias a los esfuerzos del Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM) como un sistema destinado a lograr la eliminación de las seis grandes pérdidas de los equipos, a los efectos de poder hacer factible la producción “Just in Time”, la cual tiene como objetivos primordiales la eliminación sistemática de desperdicios. Estas seis grandes pérdidas se hallan directa o indirectamente relacionadas con los equipos dando lugar a reducciones en la eficiencia del sistema productivo en tres aspectos fundamentales: Tiempos muertos o paro del sistema productivo. Funcionamiento a velocidad inferior a la capacidad de los equipos. Productos defectuosos o mal funcionamiento de las operaciones en un equipo. El TPM es en la actualidad uno de los sistemas fundamentales para lograr la eficiencia total, en base a la cual es factible alcanzar la competitividad total. La tendencia actual a mejorar cada vez más la competitividad supone elevar al unísono y en un grado máximo la eficiencia en calidad, tiempo y coste de la producción e involucra a la empresa en el TPM conjuntamente con el TQM. La empresa industrial tradicional suele estar dotada de sistemas de gestión basados en la producción de series largas con poca variedad de productos y tiempos de preparación largos, con tiempos de entrega asimismo largos, trabajadores con una formación muy especificada y control de calidad en base a la inspección del producto. Cuando dicha empresa ha precisado emigrar desde este sistema a otros más ágiles y menos costosos, ha necesitado mejorar los tiempos de entrega, los costes y la calidad simultáneamente, es decir, la competitividad, lo que le ha supuesto entrar en la

dinámica de gestión contraria a cuanto hemos mencionado: series cortas, de múltiples productos, en tiempos de operaciones cortos, con trabajadores polivalentes y calidad basada en procesos que llegan a sus resultados en “la primera”. Así pues, entre los sistemas sobre los cuales se basa la aplicación del Kaizen, se encuentra en un sitio especial es TPM, que a su vez hace viable al otro sistema que sostiene la práctica del Kaizen que es el sistema “Just in Time”. El resultado final que se persigue con la implementación del Mantenimiento Productivo Total es lograr un conjunto de equipos e instalaciones productivas más eficaces, una reducción de las inversiones necesarias en ellos y un aumento de la flexibilidad del sistema productivo. El objetivo del mantenimiento de máquinas y equipos lo podemos definir cómo conseguir un determinado nivel de disponibilidad de producción en condiciones de calidad exigible, al mínimo coste y con el máximo de seguridad para el personal que las utiliza y mantiene. Por disponibilidad se entiende la proporción de tiempo en que está dispuesta para la producción respecto al tiempo total. Esta disponibilidad depende de dos factores críticos: 1. la frecuencia de las averías, y 2. el tiempo necesario para reparar las mismas. El primero de dichos factores recibe el nombre de fiabilidad, es un índice de la calidad de las instalaciones y de su estado de conservación, y se mide por el tiempo medio entre averías. El segundo factor denominado mantenibilidad es representado por una parte de la bondad del diseño de las instalaciones y por otra parte de la eficacia del servicio de mantenimiento. Se calcula como el inverso del tiempo medio de reparación de una avería. En consecuencia, un adecuado nivel de disponibilidad se alcanzará con unos óptimos niveles de fiabilidad y de mantenibilidad. Es decir, expresado en lenguaje corriente, que ocurran pocas averías y que éstas se reparen rápidamente. Evolución de la Gestión de Mantenimiento Para llegar al Mantenimiento Productivo Total hubo que pasar por tres fases previas. Siendo la primera de ellas el Mantenimiento de Reparaciones (o Reactivo), el cual se basa exclusivamente en la reparación de averías. Solamente se procedía a labores de mantenimiento ante la detección de una falla o avería y, una vez ejecutada la reparación todo quedaba allí. Con posterioridad y como segunda fase de desarrollo se dio lugar a lo que se denominó el Mantenimiento Preventivo. Con ésta metodología de trabajo se busca por sobre todas las cosas la mayor rentabilidad económica en base a la máxima producción, estableciéndose para ello funciones de mantenimiento orientadas a detectar y/o prevenir posibles fallos antes que tuvieran lugar. En los años sesenta tuvo lugar la aparición del Mantenimiento Productivo, lo cual constituye la tercer fase de desarrollo antes de llegar al TPM. El Mantenimiento Productivo incluye los principios del Mantenimiento Preventivo, pero le agrega un plan de mantenimiento para toda la vida útil del equipo, más labores e índices destinados a mejorar la fiabilidad y mantenibilidad. Finalmente llegamos al TPM el cual comienza a implementarse en Japón durante los años sesenta. El mismo incorpora una serie de nuevos conceptos a los desarrollados

a los métodos previos, entre los cuales cabe destacar el Mantenimiento Autónomo, el cual es ejecutado por los propios operarios de producción, la participación activa de todos los empleados, desde los altos cargos hasta los operarios de planta. También agrega a conceptos antes desarrollados como el Mantenimiento Preventivo, nuevas herramientas tales como las Mejoras de Mantenibilidad, la Prevención de Mantenimiento y el Mantenimiento Correctivo. El TPM adopta como filosofía el principio de mejora continua desde el punto de vista del mantenimiento y la gestión de equipos. El Mantenimiento Productivo Total ha recogido también los conceptos relacionados con el Mantenimiento Basado en el Tiempo (MBT) y el Mantenimiento Basado en las Condiciones (MBC). El MBT trata de planificar las actividades de mantenimiento del equipo de forma periódica, sustituyendo en el momento adecuado las partes que se prevean de dichos equipos, para garantizar su buen funcionamiento. En tanto que el MBC trata de planificar el control a ejercer sobre el equipo y sus partes, a fin de asegurarse de que reúnan las condiciones necesarias para una operativa correcta y puedan prevenirse posibles averías o anomalías de cualquier tipo. El TPM constituye un nuevo concepto en materia de mantenimiento, basado este en los siguientes cinco principios fundamentales: Participación de todo el personal, desde la alta dirección hasta los operarios de planta. Incluir a todos y cada uno de ellos permite garantizar el éxito del objetivo. Creación de una cultura corporativa orientada a la obtención de la máxima eficacia en el sistema de producción y gestión de los equipos y maquinarias. De tal forma se trata de llegar a la Eficacia Global. Implantación de un sistema de gestión de las plantas productivas tal que se facilite la eliminación de las pérdidas antes de que se produzcan y se consigan los objetivos. Implantación del mantenimiento preventivo como medio básico para alcanzar el objetivo de cero pérdidas mediante actividades integradas en pequeños grupos de trabajo y apoyado en el soporte que proporciona el mantenimiento autónomo. Aplicación de los sistema de gestión de todos los aspectos de la producción, incluyendo diseño y desarrollo, ventas y dirección. La aplicación del TPM garantiza a las empresas resultados en cuanto a la mejora de la productividad de los equipos, mejoras corporativas, mayor capacitación del personal y transformación del puesto de trabajo. Entre los objetivos principales y fundamentales del TPM se tienen: Reducción de averías en los equipos. Reducción del tiempo de espera y de preparación de los equipos. Utilización eficaz de los equipos existentes. Control de la precisión de las herramientas y equipos. Promoción y conservación de los recursos naturales y economía de energéticos. Formación y entrenamiento del personal. Mudas (pérdidas o despilfarros) de los equipos Por un lado se tienen las averías y tiempos de preparación que ocasionan tiempos muertos o de vacío. En segundo término tenemos el funcionamiento a velocidad reducida y los tiempos en vacío, todo lo cual genera pérdidas de velocidad del proceso. Y por

último tenemos las pérdidas por productos y procesos defectuosos ocasionados por los defectos de calidad y repetición del trabajo.

-
- **3.6 La planeación en la conservación integral**

Objetivo de aprendizaje: identificar los elementos que intervienen en la planeación de la conservación integral

CONSERVACIÓN INTEGRAL Y SUS ACTIVIDADES BÁSICAS Todo aquello de lo cual nos servimos para facilitar nuestra labor, lo denominamos herramienta. Existen infinidad de estas que pueden estar representadas por artefactos, gráficas, métodos, reglamentos, etc., pero es notorio que algunas de ellas se aplican con más facilidad que otras en ciertos aspectos específicos, por lo que para nuestros fines solo vamos a considerar aquellas que creemos más útiles para desarrollar en forma práctica y sencilla nuestro trabajo administrativo de conservación. El conocimiento; de dichas herramientas y su aplicación rutinaria, nos dará resultados predeterminados y nos facilitara no sólo la planeación de: la conservación, sino también su control. Estos aspectos son, desafortunadamente, los menos atendidos en muchas de nuestras fábricas. Tendremos, pues como nuestras herramientas principales, las siguientes:

- Índice ICGM (RIME)
- Principio de Y. Pareto.
- Inventario de conservación
- Costo mínimo de conservación
- Determinación de la confiabilidad del equipo
- Detección analítica de fallos

-
- **3.7 Detección analítica de fallas y el Plan contingente**

Objetivo de aprendizaje: detectar las fallas analíticas y su relación con el plan contingente.

Detección analítica de fallas y su plan contingente:

Es conocido que la confiabilidad operacional debe estar conformada por: la correcta operación de los procesos, los sistemas de control asociados y la coordinación de los mismos.

La confiabilidad está muy ligada al concepto de seguridad, entonces, es fundamental dotar a los procesos industriales de exigentes mecanismos de seguridad, cuyos elementos básicos son los sistemas de Monitoreo, Diagnóstico y Detección, (MDD); los cuales, mediante los indicadores y las variables medidas de los procesos.

Los sistemas de MDD se fundamentan en su capacidad para responder ante situaciones inesperadas del comportamiento del proceso, de manera que su principal tarea es la del Diagnóstico y Detección de Fallas, (DDF). En relación a las tomas de decisiones orientadas en el reconocimiento de fallas, se denomina Filtro de Detección y de Diagnóstico de Fallas.

Diseño de Filtros basados en Observadores:

Los observadores de estados es una técnica analítica que se base en el diseño de Filtros Detectores y Diagnosticadores de Fallas (DDF).

-
-
-

Unidad 4

Administración de la Conservación Industrial

Objetivo de aprendizaje

Al finalizar la unidad, el alumno:

Identificará el proceso administrativo en el cual está inmersa la conservación industrial, así como la organización del departamento de conservación; y aplicará la diferencia entre inspección y la productividad en el trabajo de conservación.

Temas de la unidad:

-
-
- **4.1 El proceso administrativo en la conservación industrial.**
-
- **4.2 Organización de un Depto. De conservación.**
-
- **4.3 El manual de administración y su relación con ISO 9000.**
-
- **4.4 La inspección y la productividad en el trabajo de conservación.**

-
- **4.1 El proceso administrativo en la conservación industrial**

Objetivo de aprendizaje: analizar los pasos del proceso administrativo y su influencia en la conservación industrial.

Hasta 1980 la mayoría de las industrias de los países occidentales tenía una meta bien definida, obtener a partir de una inversión dada, el máximo de rentabilidad de ésta.

Sin embargo cuando el cliente comenzó a convertirse en un elemento importante, muchas de las decisiones tomadas tenían que ver con este, puesto que exigía calidad en el producto o servicio proporcionado.

Este nuevo factor de calidad se convirtió en una necesidad para poder seguir teniendo un lugar competitivo dentro del mercado nacional e internacional.

Igualmente, a la industria le interesaba mantener una alta productividad, para ello se necesitaba alcanzar y conservar altas eficiencias en todo el equipo y maquinaria, de esta forma se suponía que la inversión retornaría más rápido

Aquí surge la necesidad de crear un área o departamento que se responsabilice y asegure que la productividad de la planta no se verá afectada por algún tipo de avería o algún paro del equipo. En un principio no se prestaba mucha atención a lo que el mantenimiento se refiere. Hasta que las empresas se dieron cuenta que uno de los gastos más importantes era por falta de esta actividad, además de que los costos por mantenimiento ocupaban el primer o segundo lugar dentro de los gastos más significativos.

Entonces se decidió atribuir una serie de responsabilidades a este departamento, como reducir el tiempo de paralización de los equipos, reparación en el tiempo oportuno, garantizar el funcionamiento continuo de todo el equipo, de forma que los productos no salieran de los límites y estándares establecidos por el control de calidad.

Un argumento primordial hoy en día es saber porque es necesario administrar el mantenimiento. El área de mantenimiento se considera para la industria un área no se obtiene un bien tangible, o algo que reditúe a la empresa en capital directo

Actualmente una preocupación existente va dirigida hacia la optimización de sus activos, el seguimiento de la calidad productividad del equipo y maquinaria. De esta manera es como las compañías están centrando su atención en encontrar una técnica adecuada para administrar el mantenimiento.

Los factores más importantes que contribuyen a la mala administración del mantenimiento según Terry Wireman (1998) son la falta de medición adecuada y la falta de sistemas de control para el mantenimiento.

Existe una serie de tendencias que presenta actualmente la industria de proceso y manufactura. Según Shirose (1992), Wireman (1991), Pritchard (1990) y Tuttle (1983) todos estos factores, afectan directamente de manera de administrar los recursos físicos, así como la administración general de la empresa, todo enfocado a permanecer en el lugar donde se ha querido estar o para mejorar esta posición. Estos factores son:

- Competencia a nivel mundial
- Altos estándares de calidad
- Requisitos de certificación de un sistema de calidad por parte de terceros
- Conceptos de justo a tiempo
- Incremento en la capacidad y productividad de equipos y maquinaria
- Reducción de tiempos de ciclo de fabricación.

Sin importar el tipo de industria manufacturera y la estructura de flujo del proceso que siga, el mantenimiento juega un papel sumamente importante dentro del buen funcionamiento de las empresas, porque si se administra correctamente se pueden obtener mejoras en eficiencias de máquinas y equipos, de mayor productividad en la línea de producción y disminución de gastos por mantenimiento correctivo.

- **4.2 Organización de un Departamento de conservación**

Objetivo de aprendizaje: clasificar los trabajos de mantenimiento para la organización del departamento.

Se debe hacer una clasificación de los trabajos de mantenimiento esenciales.

- Equipos electrónicos.
- Equipos electromecánicos.
- Equipos eléctricos.
- Equipos de vapor.
- Instrumentación
- Equipo Computacional
- Equipo de Monitoreo
- Equipo de Rastreo
- Servomecanismos
- Almacenes.

- Equipos mecánicos.
- Equipos hidráulicos.
- Equipos neumáticos.
- Equipos de alta peligrosidad.
- Talleres.
- Subestaciones.
- Redes de alta y baja tensión
- Alumbrado en oficinas y talleres.
- Equipo de monitoreo.
- Equipo de instrumentación.

Como cuestiones económicas, no conviene que todas las labores de mantenimiento queden a cargo del personal de la propia compañía, ya sea porque estas son por frecuentes o porque exigen personal muy especializado, es necesario contar con contratistas de mantenimiento. Al aceptar a uno de estos es importante que sus obligaciones aparezcan entre otras, las de usar la misma mecánica en su forma o manera de trabajar, que la del departamento de mantenimiento de la empresa, lo que es más, todos los contratistas deben quedar a las órdenes directas del jefe de la división correspondiente de forma que proyecten en su manejo como una extensión de la fuerza de trabajo de este, a fin de asegurar la coordinación.

Condición necesaria en todas las labores de mantenimiento. Con todo lo anterior tenemos bosquejada la línea de nuestro departamento de mantenimiento, el cuál, en este caso, estaría integrado por las entidades siguientes:

- División de equipos electrónicos.
- División de equipos electrónicos y electromecánicos, mecatrónica.
- División de equipos mecánicos.
- División de edificios.
- División de sistemas computacionales.

Esta será exclusivamente la línea, pero indiscutible que existen funciones idénticas en cada división, las cuales sería muy conveniente manejarlas como funciones de apoyo (STAFF) para todo el departamento, serían por ejemplo los de nominas, tramites generales del seguro social, la elaboración de reportes, memorando, y toda clase de documentos generales del departamento, archivo, etc. Otra función general, y, por lo tanto, función de apoyo o lo que comúnmente se le llama función de STAFF, será la de programación y presupuesto, que prácticamente es la oficina cuya obligación principal es establecer juntas de planeación para el mantenimiento preventivo, de donde se reducen los programas, y visitas, los de inspecciones, pruebas y rutinas o los de reconstrucción y por donde establecer los presupuestos que servirán de base al control, esta oficina hará de conocimiento del personal adecuado los programas y presupuestos.

Otra función muy importante de apoyo, es la correspondiente a ingeniería del método, aplicada a los de mantenimiento, es decir, las simplificaciones del trabajo de mantenimiento la cual se logra analizando y corrigiendo los métodos. En primera instancia tendría que escribir los procedimientos implícitos hasta

obtener el “manual de procedimientos”, que sería criticado a fin de determinar cuáles deberían ser corregidos. Y hacerlo es una orden de prioridad.

Otra función de STAFF es la inspección de labores de personal, que se encarga n de investigar si se están aplicando correctamente los procedimientos o en este caso contrario, dar la enseñanza necesaria para que estos sean comprendidos y llevados a la práctica.

Este jefe de turno controla todo lo concerniente a operación y mantenimiento, así como aspectos de producción y control de calidad.

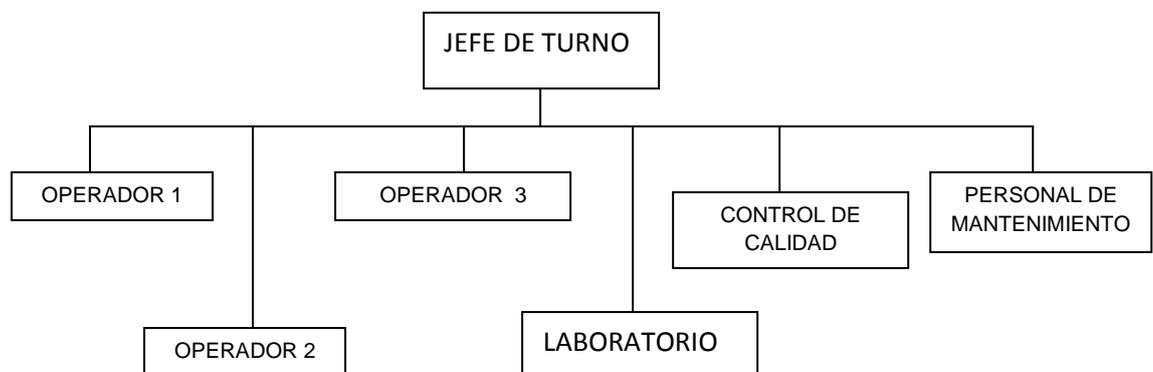


FIGURA 11. Organigrama

Personal de mantenimiento por turno

- Mecánico.
- Eléctrico.
- Soldador.
- Instrumentista.
- Electrónico

La cantidad de personal está en función de la cantidad de equipos. El personal mencionado resuelve los problemas que se le presenten.

EJECUCIÓN

Ejecutar significa “Poner en obra o en acción una cosa” que puede ser una actividad de cualquier disciplina de la ingeniería. Podemos decir que ejecución es una acción de un administrador de tal forma que sus subordinados se propagan alcanzar los objetivos en su planeación y estructurados por la organización.

Para lograr que el personal a nuestras ordenes ejecute su trabajo con espíritu y lleno de satisfacción, y orgullo “Cubriendo estos aspectos aumentará el rendimiento”

Es indispensable motivar al personal que está bajo nuestras ordenes “trabajadores, alumnos y además gente que pueda participar.

Analizar las variaciones escogidas deben ser analizadas con el fin de conocer claramente el porque de las mismas; muchas veces será necesario revisar los procedimientos o aún los métodos, pues estos nos mostrarán en donde fracasaron las acciones del personal.

Corregir basándose en el diagnóstico obtenido por el análisis se aplicará el correctivo necesario tomando en cuenta que este debe eliminar la causa y no solo corregir el defecto.

El mejor reconocimiento para un trabajador o alumno es la felicitación por escrito, diploma o calificación.

Debemos estar consientes de que si un empleado a nuestras ordenes hace esfuerzos por superarse, debemos de permitirle tener una falla, el alentarle para que no vuelva a ocurrir y nunca llamarle la atención en público.

Lista de actividades que se dan a los trabajadores de las diferentes especialidades por medio de una orden de trabajo:

- Actividad diaria (D).
- Actividad semanal (S).
- Actividad mensual (M).
- Actividad bimestral (2M).
- Actividad semestral (6M).
- Actividad anual (A).

Resumiendo:

Para ejecutar algo se requiere de 4 factores básicos:

- Motivación.
- Comunicación.
- Dirección.
- Coordinación.

Motivación.

La categoría es importante para una persona porque esta involucrado un alto sueldo con respecto a los demás, pero además reacciona en relación del tanto que recibe y cada individuo reacciona de diferente manera, por lo tanto los que dirigen y los que coordinan deben de saber las características propias de cada persona.

Existen 2 clases de necesidades que debemos de satisfacer:

- Las fisiológicas, las higiénicas.
- Y salario que nos permita cubrir lo anterior.

Los que dirigen y coordinan deben de crear un ambiente motivador y no deben ser temporal o transitorio sino hacerlo como habito dentro de la empresa. Debemos de partir del hecho de que todo integrante de una empresa independientemente del nivel en que este colocado, reacciona en relación al trato que recibe dentro de estas, dichas reacciones son especificas para cada individuo, pero en cualquier forma este tendrá siempre dos clases de necesidades que satisfacer.

El hecho de crear el ambiente motivador en una empresa no es acto esporádico, ni es una simple arenga en un caso determinado sino es trabajo constante y delicado del gerente o supervisor, que en muchas ocasiones exige un planeamiento cuidadoso.

Comunicación:

Significa tener correspondencia unas personas con otras.

La comunicación debe de ser por escrito para personas competentes "Ejecutivos" y se prefiere verbal para los trabajadores y solamente las órdenes de trabajo son por escrito porque con estas pueden sacar material de los almacenes y los contadores acreditan los cargos. Al número de máquinas inventariadas. Además una buena comunicación deber ser ayudada por los siguientes factores:

- Dar una idea clara y precisa de lo que se quiere comunicar.
- Debe ser analizado el problema antes de iniciar la comunicación.
- Escoger el lenguaje adecuado para que él o las personas receptoras lo comprendan.

Coordinación:

Otro de los puntos esenciales en la ejecución en lograr que los esfuerzo de grupo estén sincronizados y adecuados en tiempo, cantidad y dirección; esto es a lo que se llama coordinación. Cumpliéndose estos requisitos se obtendrán grandes rendimientos en la actuación de los recursos humanos, pues el esfuerzo de cada uno se suman a los demás, dando una resultante mayor que la tendríamos con la suma de los esfuerzos parciales.

El fenómeno contrario se observa cuando algún esfuerzo unitario no quedó coordinado, ya sea por falta de sincronía, o porque fue grande o pequeño o porque obró en otra dirección, lo cuál pone un lastre tremendo a la resultante, bajando enormemente el resultado.

La coordinación os lleva a una ponderación adecuada de todos nuestros recursos, evitando altos costos por la inflación de algunos de ellos.

Controles y formas con registros así como la captación pertinente para tener una amplia información de cada equipo.

Control:

Es la comprobación de que las personas o artefactos están llevando a cabo lo planeado, con o sin desviaciones a la norma predeterminedada. Prácticamente el control en si es un procedimiento que se inicia al concluirse la planeación, que es cuando se establecen las normas o estándares derivados de los presupuestos y que se continúan durante todo el proceso administrativo, por lo que es constante y dinámico.

Para facilitar el control es necesario atender los siguientes factores.

- Medir.
- Comparar.
- Analizar.
- Corregir.

Antes de todo, debe determinarse lo que se necesita controlar y esto será de acuerdo con lo que indique la experiencia, el criterio y los hechos observados por el administrador. Sabiendo los elementos a controlar, es necesario fijar si estos deben controlarse en cantidad, tiempo, etc.

Estas normas serán escritas y conocidas por las personas que deben atender el control. Generalmente, las herramientas de control de una empresa son todos los estados financieros y lo de la producción, aunque existen en cada oficina o departamento también herramientas de control adecuadas a sus niveles e interés.

La selección adecuada de puntos de control durante las fases de planeación y la estricta permite evitar la aparición de conflictos humanos ocasionados por una acción de control constante.

Máquina y servicio:

- Se denomina máquina a todo equipo o artefacto capaz de transformar un tipo de energía en otro.
- Las máquinas nos proporcionan satisfactores humanos (productos) que en última estancia deben calificarse como servicios.
- La máquina es un medio y el servicio es un fin, por lo que la razón de ser de las máquinas es el servicio que estas nos suministran.

SOLICITUD DE TRABAJO

1.- Asunto:

Colocar un térmico con apagador correspondiente para facilitar el encendido y el apagado.

(El salón SM4 ubicado en el laboratorio de mecánica, 2do. Piso).

2.- Motivo:

Seguridad.

Ahorro de energía.

Imagen de la escuela.

3.- Solicitado por:

4.- A quien va dirigida.

5.- Fecha en que se solicitó.

6.- Fecha de recepción y hora.

7.- Orden recibida por.

8.- Departamento que lo solicita.

9.- No consecutivo.

ORDEN DE TRABAJO

Las órdenes de trabajo son indispensables para llevar los costos correspondientes para mejor visualización y administración.

Cada equipo tiene las siguientes tarjetas de control capturadas.

- Datos técnicos.
- Trabajos importantes realizados.
- Lubricación (importante).
- Ordenes de trabajo.
- Costo aproximado.

¿Qué forma una orden de trabajo?

- Razón social.
- Departamento donde se realiza el trabajo.
- Tipo de mantenimiento correctivo, mantenimiento preventivo o reparación mayor.
- Departamento que realiza el trabajo.
- Nombre del personal que realiza el trabajo.
- Materiales importantes a utilizar.
- Medidas de seguridad probables.
- Supervisado por ...
- Horas de inicio y de terminación.
- Trabajo recibido por ...
- Tarjeta de seguridad entregada por ...
- Descripción de la actividad a realizar.

- Nombre de la maquinaria.
- El número de inventario control estable.
- Trabajo solicitado por ...

Departamento X	Programado
Persona X	2M

- Tipo de trabajo mantenimiento preventivo (frecuencia).
- No de folio o consecutivo.
- Fecha en que se va a ejecutar el trabajo.
- Herramientas esenciales.
- Observaciones por parte de quien realiza el trabajo.

“SOLICITUD DE TRABAJO”

Solicitud por: C. Enrique De La Paz Rivera (Alumno del semestre AGO- DIC 2005)	
Departamento que solicita mantenimiento	Fecha de solicitud: 30 de Octubre del 2005
Dirigido a: Jefe de departamento.	Fecha de recepción y hora
Asunto: Solicitud de una puerta nueva y mobiliario para salón 14 ubicado en el edificio principal de 3 pisos.	
Motivo: Mal estado de la puerta el cual es inadecuado para los alumnos y mobiliario en mal estado.	
Orden recibida por: _____ _____	

Figura 12. Solicitud de trabajo.

- **4.3 El manual de administración y su relación con ISO 9000**

Objetivo de aprendizaje: conocer los elementos que conforman el manual de administración y su relación con ISO 9000.

El manual de administración es un documento en forma ordenada, clara y concisa toda la información e instrucciones sobre la historia, objetivos, políticas y procedimientos administrativos y técnicos que se considera deberá deben aplicar los integrantes de una empresa para conseguir el buen funcionamiento de la misma. Para una empresa este manual debe ser considerado como el libro más importante en ella, puesto que su contenido se tendrá en cuenta las expectativas y compromisos de la compañía con respecto al ser humano que la integra, a los socios de este, a los proveedores, a la sociedad de la cual depende y sirve.

Este manual deberá ser el "libro por excelencia" de la empresa; en síntesis "su manual de ética" en el que se deberá encontrar la guía moral, administrativa y técnica necesaria para que el personal tenga una base firme con lo cual desarrollar sus pensamientos y acciones en la forma ética que exige el mundo moderno.

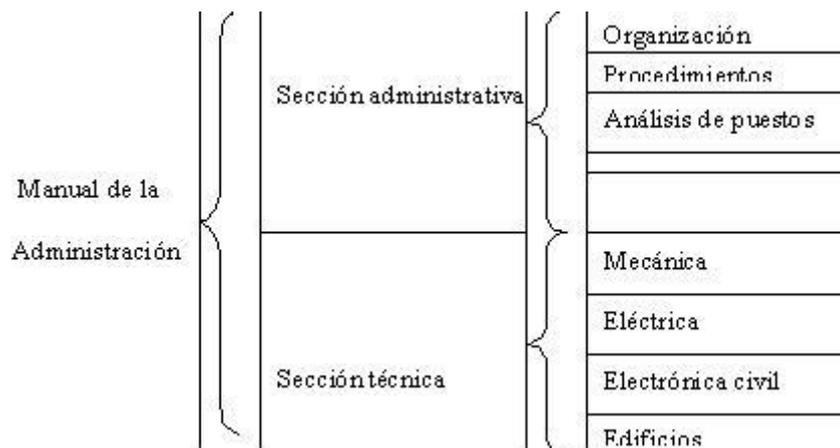


Fig. 13 integración del manual de administración

La sección de instrucciones administrativas de este manual guarda la estructura aquí mostrada, independiente del tipo de la empresa de que se trate.

Solo en las empresas grandes y en algunas medianas es posible comprobar la existencia de un manual de administración, ya que en la mayoría de las pequeñas, las necesidades que cubre este manual se atienden con algunos instructivos técnicos, informaciones tomadas de otras empresas o,

simplemente la opinión que en ese momento exprese la persona que debe tomar alguna decisión.

La carencia de instructivos técnicos, hace difícil el poder conseguir el desarrollo del personal y la operación y conservación de la fábrica resultara muy deficiente, en perjuicio de todo este gran sistema abierto que es la empresa.

Por lo antes mencionado, es recomendable que como primer paso para la organización de una empresa, se corrobore la existencia y confiabilidad del manual de administración y de un organismo encargado de planear su estructura, elaboración y actualización.

Es por eso que en las empresas donde no exista el manual de administración, es conveniente tomar las siguientes acciones:

- A Crear una pequeña oficina de “organización y métodos”
- B. Planear la estructura del manual de administración
- C. Recolectar la información existente
- D. Analizar la información y establecer prioridades
- E. Elaborar la parte del manual con prioridad más alta
- F. Recabar autorización y enviar usuarios
- G. Enseñar y adiestrar en uso al personal usuario
- H. Vigilar cualquier cambio que se suscite en el manual para actualizar su contenido.

El peor manual es el que no existe. Aun teniendo un manual “perfecto”, conforme pase el tiempo empieza a originarse cambios que obligan a estar actualizándolo constantemente. A continuación se desarrollan brevemente cada uno de los puntos citados.

A. Crear una pequeña “oficina de organización y métodos”. Es posible hacer esto con dos o tres personas de base y un número variable de empleados eventuales, preferentemente estudiantes avanzados de la carrera de administración de empresas, los cuales fungirán como analistas. Las funciones generales de esta oficina serán:

- Elaboración y mantenimiento del manual de administración
- Elaboración del plan estratégico (mínimo a 5 años), y de los planes tácticos resultante para el desarrollo organizacional de la empresa.
- Elaboración de políticas y normas de trabajo
- Desarrollo de estudios para nuevos métodos de trabajo.

Esta oficina quedara como apoyo de la dirección general o del director o gerente administrativo.

B. Planear la estructura del manual de administración. Para desarrollar este evento, es necesario ser cuidadoso a fin de diseñar un sistema de numeración que facilite encontrar con seguridad y rapidez el dato que un momento dado interese, y de que dicho manual puede variar de volumen sin necesidad que el sistema de numeración tenga que cambiar. Se acostumbra dividir el manual en cuatro secciones:

- Organización
- Procedimientos
- Análisis de puestos
- Técnicas

También es conveniente imprimir en hojas de color tenue diferente, la información correspondiente a cada sección, y cada sección debe dividirse en los temas principales que se considere puedan tratarse en esta; por tanto en necesario asignar la cantidad de dígitos que aseguren que pueda numerarse la cantidad de temas actuales y futuros.

En la figura 14, se da un ejemplo de la estructura antes descrita, cuyas partes se han denominado, sección, serie, división, subdivisión y, como se puede observar en algunos casos no ha sido necesario utilizarlas todas.

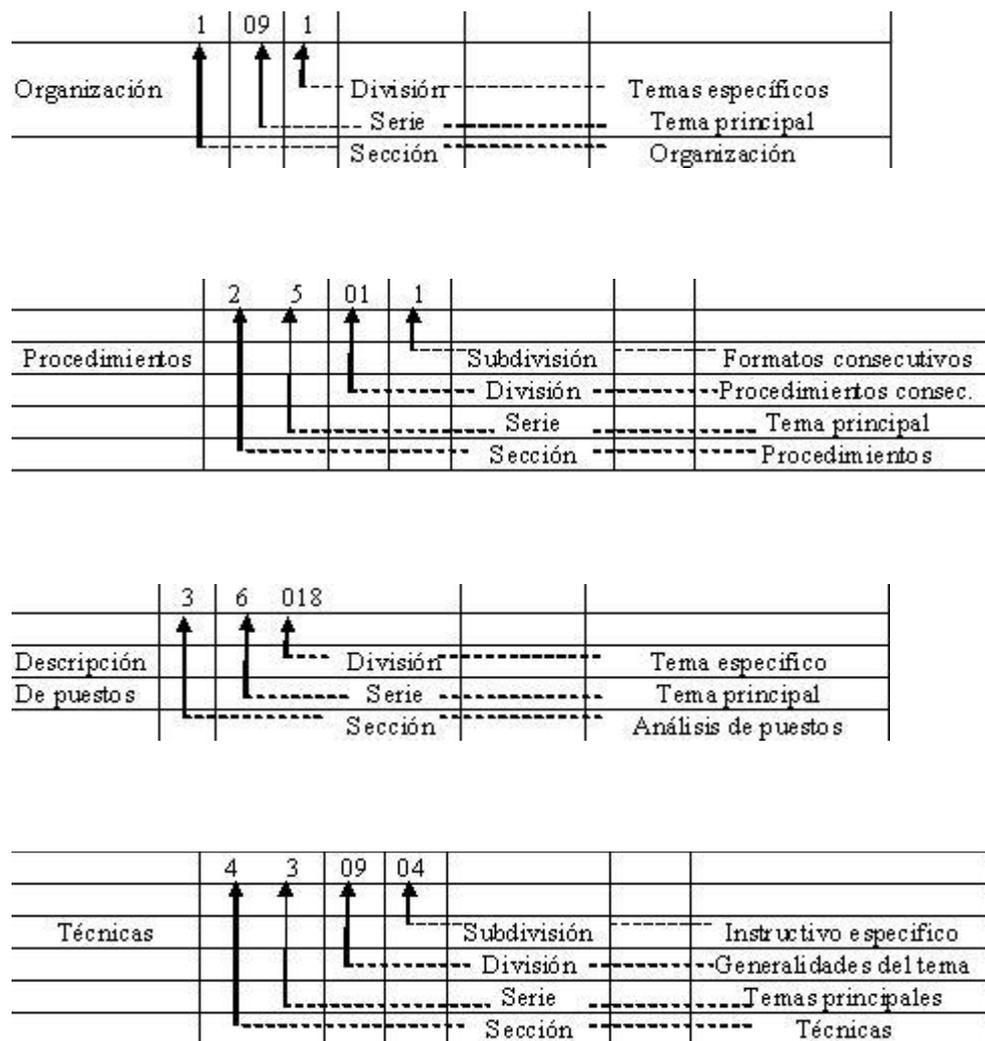


Figura 14. Ejemplo de la estructura de un plan de numeración

Así también en la siguiente tabla 5. Se muestra el contenido en una forma general de la sección de organización, en esta parte se da con la introducción

una explicación no puntualizada de lo que es el manual de administración y sus expectativas; se mencionan los antecedentes de la empresa, su base legal y se definen legales y analizan los objetivos y políticas de la misma.

Tabla 7. Contenido general de la sección de organización

Documento No.	Contenido	Codificación
1	Sección de organización	1 00 0
2	Introducción	1 01 0
3	Presentación	1 01 1
4	Autorizaciones	1 01 2
5	Simbología	1 02 0
6	Antecedentes históricos	1 03 0
7	Base legal	1 04 0
8	Objetivos	1 05 0
9	Objetivos generales	1 05 1
10	Políticas	1 06 0
11	Políticas generales	1 06 1
12	Políticas particulares	1 06 2
13	Estructura orgánica actual	1 07 0
14	Funciones	1 08 1
15	Funciones generales	1 08 1
16	Funciones particulares	1 08 2
17	Planilla de personal	1 09 0
18	Reglamento de funcionamiento del consejo de administración	1
19	Reglamento interior de trabajo	1 10 0
20	Plan de desarrollo organizacional	1 11 0
21	Reglamento de funcionamiento de la comisión mixta de capacitación y adiestramiento	
22	Reglamento de funcionamiento de la comisión mixta de seguridad e higiene	
23	Plan de desarrollo organizacional	

Por lo que respecta a la sección de procedimientos, su contenido general se muestra en la tabla 6; en ella se puede observar que está constituida de una introducción exclusiva de esta sección, en donde se explica que se pretende obtener con la aplicación de los procedimientos y, además, su constitución y uso.

Se menciona la simbología empleada y todos los procedimientos y todos los procedimientos que estén o hayan estado en vigor.

Tabla 8. Contenido general de la sección de procedimientos

Documento No.	Contenido	Codificación
1	Sección de organización	2 0 00 0
2	Introducción	2 1 00 0
3	Presentación	2 1 01 0
4	Simbología	2 2 00 0
5	Índice de procedimientos	2 3 00 0
6	Procedimientos	2 4 00 0
7	Procedimiento compra de repuestos	2 4 01 0
8	Procedimiento compra de repuestos diagrama de flujo	2 4 01 1
9	Catálogo de formatos	2 5 00 0
10	Formato solicitud almacén	2 5 01 0
11	Formato despacho de materiales	2 05 02 0

En la sección de “Descripción de puestos”, cuyo contenido general se muestra en la tabla 7. Se tiene la estructura al principio similar a las anteriores en su introducción, presentación y simbología.

Es sumamente importante considerar que una buena descripción de puestos es un diseño a fondo de la misma y que debe contener temas tales como su descripción genérica y sus especificaciones, dentro de estas últimas se encontrarán consideradas la habilidad, el esfuerzo la responsabilidad, las condiciones de trabajo y los requisitos obligados y deseados que el puesto exigirá de la persona que lo ocupe.

Las descripciones de puestos sirven de base a dos funciones muy importante en la empresa, primera, el sistema de desarrollo de recursos humanos que permite desde el buen reclutamiento de personal, su inducción, capacitación y desarrollo adecuado atendiendo a las necesidades psíquicas y físicas del personal; y segunda la evaluación de puestos, tan necesaria para establecer una política de sueldos y salarios justa y racional.

Tabla 9. Contenido general de la sección de análisis de puestos.

Documento No.	Contenido	Codificación
1	Sección de descripción de puestos	3 0 00 0
2	Introducción	3 1 00 0
3	Presentación	3 1 00 1
4	Simbología	3 2 00 0
5	Organización general	3 3 00 0
6	Organigramas parciales	3 4 00 0
7	Organigrama dirección de finanzas	3 4 00 2
8	Organigrama dirección de ventas	3 4 00 4
9	Análisis de puestos	3 5 00 0
10	Puestos gerente de producción	3 5 01 8
11	Puesto mecánico de tercera	3 5 65 7

La sección técnica mostrada en la tabla, además de la introducción se ha dividido en mecánica, eléctrica, electrónica, civil y edificios, cada una de las cuales se subdividen en “terminología y símbolos” y los temas generales que sean necesarios; por ultimo cada tipo de equipo instalación o construcción que estará sujeto a trabajos de conservación.

Tabla 10: Contenido general de la sección técnica

Documento No.	Contenido	Codificación
1	Sección técnica	4 0 00 00
2	Introducción	4 0 01 00
3	Presentación	4 0 01 01
4	Mecánica	4 2 00 00
5	Terminología y símbolos	4 2 01 00
6	Reductores de velocidad	4 2 14 00
7	Eléctrica	4 3 00 00
8	Terminología y símbolos	4 3 01 00
9	Equipos de servicios	4 3 09 00
10	Planta de fuerza	4 3 09 01
11	Ventiladores	4 3 09 02
12	Bombas centrifugas	4 3 09 03
13	Herramientas neumáticas	4 3 09 04
14	Electrónica	4 4 00 00
15	Terminología y símbolos	4 4 01 00
16	Civil	4 5 00 00
17	Edificios	4 6 00 00

Esta sección es indispensable para el correcto desarrollo de los trabajos de conservación (preservación y mantenimiento) y debe hacerse todo lo posible para que los instructivos aquí contenidos estén lo mas completos que sea posible, sobre tratándose de recursos calificados como vitales.

Un buen instructivo debe contener estos temas:

1.- DESCRIPCION

- General
- Especificaciones (mecánicas, eléctricas, etc.)

2.- INSTALACION

- Localización
- Descripción de la instalación
- Pruebas

3.- INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN

- Función X
- Función Y
- Función Z
- Otras

4.- CONSERVACIÓN (PRESERVACION Y MANTENIMIENTO)

- Rutinas
- Desarrollo y armado
- Reemplazo de piezas
- Limpieza
- Ajuste
- Lubricación
- Herramientas y aparatos de pruebas requeridos

5.- CIRCUITOS ELECTRICOS Y ELECTRONICOS

- Descripción de bloques (general)
- Descripción de bloques (unitaria)
- Descripción por diagramas de circuitos (general)

6.- PARTES DE REEMPLAZO

- Información general
- Lista de partes
- Dibujos de partes
- Dibujos de explosión

7.- DETECCION DE FALLAS

- Guía general
- Procedimientos de reparación

8.- AGENCIAS PRESTADORAS DE SERVICIO

Debe existir en el departamento de mantenimiento, cuando menos una copia completa de la sección, ya que esta será su herramienta diaria de trabajo.

Una vez definido el instructivo de la sección técnica, se seguirá con la descripción de los pasos necesarios para redactar el manual de administración.

C. Recolectar la información existente

Para esto es necesario notificar a las oficinas que estarán sujetas a estudio, a fin de contar con la cooperación de las mismas. A continuación se elaboran formularios adecuados para facilitar la recolección y análisis de la información; con estos se instruirá al personal de analistas quienes por medio de entrevistas personales, observación directa del trabajo, del equipo, etc., podrán obtener prácticamente toda la información existente y, aunque ésta a primera vista parezca inútil u obsoleta, no deberá desecharse.

D. Analizar la información y establecer prioridades

Aquí empezaremos a ordenar la información recabada de acuerdo a la estructura al manual siendo conveniente asignarle, en lo posible, a cada

documento recolectado el número que con respecto a la mencionada estructura le vaya a corresponder. Una vez ordenada la información, se realizara una “tormenta de ideas” y con un análisis de la situación para jerarquizar la importancia relativa que guardan entre si cada una de las partes del manual analizándose por separado de acuerdo a la urgencia que se tenga de la información, así como a la gravedad que represente para la empresa el no contar con ella considerando, además, lo que puede pasar si no se hace algo por suministrar dicha información al usuario ¿continuar la situación igual?, ¿desaparecerá la necesidad?, ¿empeorara?.

E. Elaborar la parte del manual con prioridad mas alta

Se deberá de basar en la lista jerarquizada, a fin de comenzar con el trabajo calificado con prioridad uno; esto hace mas eficaz la labor, pues permite realizar primero lo mas importante para la empresa, además, se puede considerar que cada prioridad es un proyecto, por lo que éste puede ser asignado a un responsable; de esta forma puede avanzarse al mismo tiempo con dos o tres proyectos.

F. Recabar autorización y enviar a usuarios

Una vez terminado cada proyecto, es analizando, es analizado en su conjunto por el jefe de la oficina de organización y métodos procediendo a recabar la autorización necesaria para ponerlo en vigor.

G. Enseñar y adiestrar en su uso al personal usuario

Es necesario que hagan posible que dicho manual sea conocido perfectamente en su contenido y aplicación por el personal de la empresa; la enseñanza de esta materia facilita la integración por el personal a su fuente de trabajo, pues este desarrolla en forma natural su interés y buena disposición por lo que el llamará “su” empresa. Y por ende las relaciones humanas mejoraran, por lo cual el personal considera más placentero su trabajo, lo que permite la creación del ambiente adecuado que propicia la productividad.

H. Vigilar cualquier cambio que se suscite en el manual, para actualizar su contenido.

Labor constante de la oficina de organización y métodos, el vigilar la correcta aplicación del contenido del manual e informando a los responsables de las desviaciones que ocurran; además, estudiara la posibilidad de mejorar métodos de trabajo tanto administrativos como técnicos, por lo que con el tiempo se convertirá en un verdadero departamento de investigación, planeación y desarrollo organizacional.

4.4 La inspección y la productividad en el trabajo de conservación

Objetivo de aprendizaje: saber de qué manera se aplica la inspección y productividad en el trabajo de conservación.

- Retroalimentamos los procedimientos administrativos de tal forma que los controles sean sencillos, explicativos y entendidos por los trabajadores (solicitud de trabajo, orden de trabajo, tarjeta de seguridad).
- De las órdenes de trabajo tomaremos en cuenta las opiniones de los trabajadores en la columna y espacio dejado para observación.
- Se informa al personal con la vestimenta adecuada y equipo de seguridad normal y especial según la actividad que vaya a desarrollar.
- Se dotará al personal especializado de todas las herramientas necesarias para el desarrollo de sus actividades, así se tendrá un cuarto de herramientas para trabajos especializados que utilizan las herramientas con poca frecuencia.
- Se fomentará las relaciones industriales entre trabajadores y su relación con otros departamentos.
- Se le otorgarán bonos de producción para incluirlo en el concepto "Mantenimiento productivo total".
- Capacitación constante directamente a la práctica de las actividades que realizan los técnicos especializados.

Almacenes e inventarios.

Almacén:

- Debe estar lo más cerca posible del lugar que necesite sus servicios.
- El personal de almacén y mantenimiento debe estar atento a mejoras en materiales o métodos para realizar un mejor trabajo a menor costo y tiempo.
- Puede contar con un carril para llevar las refacciones en caso que sean varias y grandes.
- Se podrían contar con teléfonos en varios lugares de la fábrica para llamar al almacén en caso de ocurrir un desperfecto en un área diferente a la de producción y solicitar o preguntar por existencia de material.
- El departamento de compras debe buscar los mejores precios, pero sin sacrificar calidad.

- Si la empresa se encuentra en expansión, el espacio de almacén se planeará a 5 años, con una expansión vertical y horizontal.
- El material menos utilizado se acomodará en anaqueles en la parte delantera del almacén, el material más grande y menos utilizado se acomodará al fondo.

Inventario:

- Sirven para reducir costos y evitar pérdidas de utilidades (evitando paros de la construcción).
- Se crean haciendo un conteo físico de los materiales en existencia.
- Se etiquetan las piezas anotando su nombre, la máquina a la que corresponde y si es intercambiable.
- El responsable del movimiento debe de estar familiarizado con la maquinaria y el equipo de la fábrica.
- Se deben determinar cantidades mínimas y máximas para cada artículo del almacén.
- Hay que tener de dos a cinco proveedores para entregas rápidas y mejores precios.



ORDEN DE TRABAJO	
	FECHA DE ORDEN <input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/> <input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/> <input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>
	NÚMERO DE ORDEN <input style="width: 80px; height: 25px;" type="text"/>
DEPARTAMENTO _____	
TIPO DE MANTENIMIENTO	<input type="checkbox"/> PREVENTIVO.. <input type="checkbox"/> CORRECTIVO. <input type="checkbox"/> NUEVAS AMPLIACIONES
DESCRIPCIÓN	

MATERIAL	NUMERO DE REVISIONES ANTERIORES <input style="width: 40px; height: 25px;" type="text"/>
_____	TÉCNICO ASIGNADO:
_____	<input style="width: 120px; height: 20px;" type="text"/>
OBSERVACIONES	

_____ AUTORIZO	_____ RESPONSABLE

Figura15. Orden de trabajo

CLASE DE SERVICIOS

Toda fábrica necesita que e proceden de afuera. Ejemplos de ellos son la energía eléctrica, el agua y el gas. Los servicios “de salida” a menudo precisan un mantenimiento más concienzudo. Muestras de éste las constituyen la eficaz eliminación de desechos por alcantarillas, dispersión de contaminantes, disminución de humos, atrapamientos de cenizas volates, etcétera.

SERVICIO BASICO. Los servicios básicos como energía eléctrica, gas, agua y alcantarillado son contratados por la empresa y suministros por el gobierno local o compañías particulares. Hecha la instalación, poco será el contacto que se requiera con los proveedores y, en virtud de la estabilidad de esta clase de servicios, rara vez necesitará mantener relaciones a alto nivel.

SERVICIOS COMPLEJOS. Desde luego, los servicios básicos pueden tornarse complejos, pero aquí más bien se trata de aquellos que requieren conocimientos especiales para instalar y controlar. Tal vez influyan en la comunidad, pero cuando se manejan con propiedad se les puede regular en forma satisfactoria y tienen un costo razonablemente bajo de los mismos son:

- Eliminación de interferencias de radio cuando se suelda a alta frecuencia o en las operaciones que tienden a perjudicar la recepción de señales de radio o televisión en el área.
- Disminución de esparcimiento de polvos, como en molinos de harina o granos, operaciones de trituración de piedra y preparación de calizas.
- Abatimiento del humo proveniente del consumo de combustible en calderas que producen vapor para ciertos procedimientos, especialmente cuando las cargas de línea varían en forma considerable y es difícil conservar un consumo económico.

SERVICIOS ESPECIALES. Muchos servicios que se prestan a fábricas o proceden de éstas, exigen un tratamiento especial. Es posible que en relación a ellos se necesite entrar en contacto y negociar con los gobiernos federal, estatal o municipal. Las grandes empresas que necesitan estos servicios suelen contratar especialistas que se encarguen de los aspectos políticos y/o técnicos de las transacciones. En esta clasificación se incluyen los siguientes servicios:

Instalación o retiro de tuberías intra o interestatales conductoras de productos de petróleo, gas, etc.
 Control de anticontaminación
 Eliminación de desechos venenosos o corrosivos
 Eliminación de desechos atómicos.

CLASE DE EQUIPO

EQUIPO BASICO. Empleados el término “equipo de fabricación” para designar a las maquinas de tipos y tamaños predeterminados, cuyas partes de repuestos pueden compararse en seguida a todos los abastecedores.

De todos modos, es común que las fábricas cuenten con una existencia razonable de ellas para empleo inmediato. Este equipo es de naturaleza mecánica y sólo necesita algún ajuste a la dimensión física o a la reposición de piezas estándar. El papel del mantenimiento, en este caso, es directamente proporcional a la importancia del equipo para la consecución de los objetivos de la fábrica.

Algunos ejemplos son:

- Calderas
- Calentadores de espacios, en tamaño estándar
- Componentes estándar de acondicionadores de aire.
- Tornos tipo catálogo, tornos revólver, fresadores, etc., de control manual e impulso eléctrico.
- Calibradores de temperatura o presión, o registro de tipo estándar.

EQUIPO DE DISEÑO ESPECIAL. Son muchísimas las operaciones industriales que requieren maquinaria u otra clase de equipo con un diseño especial. También es posible que se utilice esta clase de equipo porque no se pueda conseguir de tipo estándar, o porque el tamaño del producto (grande o chico) se encuentra fuera de los límites especificados en el equipo de catálogo. Cuando se trata de equipo de adaptación específica o diseño especial, se torna más difícil su mantenimiento. Esto hace que el departamento cobre particular importancia en virtud de los conocimientos expertos que se necesitan. Es indispensable un buen criterio para poder predecir el tipo y la cantidad de piezas de repuesto que conviene tener siempre en existencia. Como se trata de un equipo especial, el tiempo de entrega de las piezas de repuesto determinará el monto de las existencias, que puede llegar a ser grande. Con esta clase de equipo toda interrupción en el trabajo (tiempo de producción perdido) resulta muy costosa. Una lista de equipo especial resultaría interminable, pero unos cuantos ejemplos pueden servir de idea:

- Equipo de manufactura de vidrio para soplar tubos al vacío en miniatura.
- Equipo de fabricación de hojas de afeitar.
- Máquina para hacer vendajes.
- Máquinas para tratamiento médico.
- Líneas de traslado compuestas de unidades especializadas para taladrar, roscar, torneear, fresar, ranurar, etc., vaciados o fundidos para piezas de automóviles o de otra clase.
- El equipo extragrande para forjar o manejar componentes voluminosos y pesados para reactores o submarinos atómicos.

CLASE DE CONOCIMIENTO

PARA MAQUINARIA TIPO ESPECIAL. La maquinaria proyectada para fines particulares se fabrica actualmente con base en conceptos avanzados de medición y control. Para operarla son indispensables dispositivos, de limitación muy precisa, aparejada a circuitos electrónicos que ponen en marcha, colocan en posición, controlan y miden operaciones de secuencia múltiple. Para entender estos aspectos se necesita personal de mantenimiento muy experto. El instalador debe disponer de esta maquinaria con mayor precisión y acierto que nunca. El electricista tiene que capacitarse para la reparación y ajuste de controles electrónicos. El mecánico debe colocar, disponer y ajustar los elementos relativos de la mejor manera. Por consiguiente y sobre todo tratándose de máquinas de tipo singular, los nuevos equipos reclaman los conocimientos del especialista de mantenimiento. Ilustrativo de estos problemas es el equipo empleado para embotellar o llenar a

alta velocidad, el empaquetado rápido, las líneas de traslado y el equipo controlado mediante cintas o tarjetas de cualquier clase.

PARA OPERACIONES ESPECIALES. Las operaciones o condiciones correspondientes al mantenimiento pueden abarcar desde lo más sencillo hasta lo más complejo. Tocante a la función de mantenimiento y su sitio en la organización, la simplicidad o complejidad de la operación es un factor tan dominante como lo es el tipo de fábrica, de equipo, de servicios y de conocimientos que se precisan.

PARA OPERADORES DE EQUIPO CON LICENCIA. El manejo de plantas de vapor a alta presión y de equipo generador de energía eléctrica suele estar sujeto a reglamentos oficiales fijados por el gobierno estatal o local. Se exige los operadores que tengan licencia de varios niveles para que puedan manejar en forma legal esa clase de equipo. Una lectura de dichos reglamentos precisará el nivel de la licencia exigida. Un trabajo altamente especializado como éste confiere mayor importancia a la labor de mantenimiento. En diversos lugares se requieren operadores con licencia para los equipos de acondicionamiento de aire y hasta para compresoras de aire.

PARA NUEVOS ADELANTOS TÉCNICOS. Hay adelantos técnicos que demandan nuevos conocimientos. Esta necesidad hace que crezca en magnitud el papel del mantenimiento en la empresa. Porque cada nuevo conocimiento, con frecuencia se necesitan ingenieros graduados o profesionales para desempeñar la función de mantenimiento. No es cosa fácil encontrar gente que esté debidamente preparada y que reúna todas esas cualidades. Este solo hecho puede ejercer una gran presión para determinar la parte y hasta la posición del mantenimiento dentro de la organización. Los nuevos conocimientos que se requieren para las operaciones de mantenimiento incluyen cuestiones tales como:

- Equipo o controles electrónicos.
- Equipo coordinado como son las líneas de traslado.
- Operaciones controladas por medio de tarjetas o cintas magnéticas.
- Equipos de energía nuclear o de otra clase, que exijan habilidades y experiencia específica.

Unidad 5

Introducción a los Sistemas de Mantenimiento Productivo Total (TPM)

Objetivo de aprendizaje

Al finalizar la unidad, el alumno:

- Será capaz de asignar tareas y rutinas de un operador, así como la flexibilidad del personal de producción y conservación, y planear la tendencia a la eliminación del almacén de refacciones.

Temas de la unidad:

5.1 Asignación de tareas y rutinas al operador.

5.2 Flexibilidad del personal de producción y de conservación.

5.3 Reducción continua del tiempo de preparación.

5.4 Tendencia a la eliminación de almacenes de refacciones.

5.5 Control de existencias mínimas.

5.6 La utilización de paquetes de Software en la conservación industrial.

5.7 Diseño de un sistema de conservación en un sistema local.

5.1 Asignación de tareas y rutinas al operador

Objetivo de aprendizaje: conocer la metodología para asignar las tareas y rutinas al operador.

La tarea de mantenimiento

Una tarea de mantenimiento es el conjunto de actividades que debe realizar el usuario para mantener la funcionalidad del elemento o sistema.

De esta forma, la entrada para el proceso de mantenimiento está representada por la necesidad de ejecución de una tarea específica a fin de que el usuario conserve la funcionalidad del elemento o sistema, mientras que la salida es la propia realización de la tarea de mantenimiento, como se muestra en la Figura 15. Es necesario fijarse que cada tarea específica requiere recursos específicos para su finalización, llamados recursos para la tarea de mantenimiento. También es importante recordar que cada tarea se realiza en un entorno específico, por ejemplo a bordo de un barco, bajo lluvia o nieve, en condiciones de guerra, radiación solar, humedad, temperatura y situaciones similares, que pueden tener un impacto significativo en la seguridad, precisión y facilidad de la finalización de la tarea.

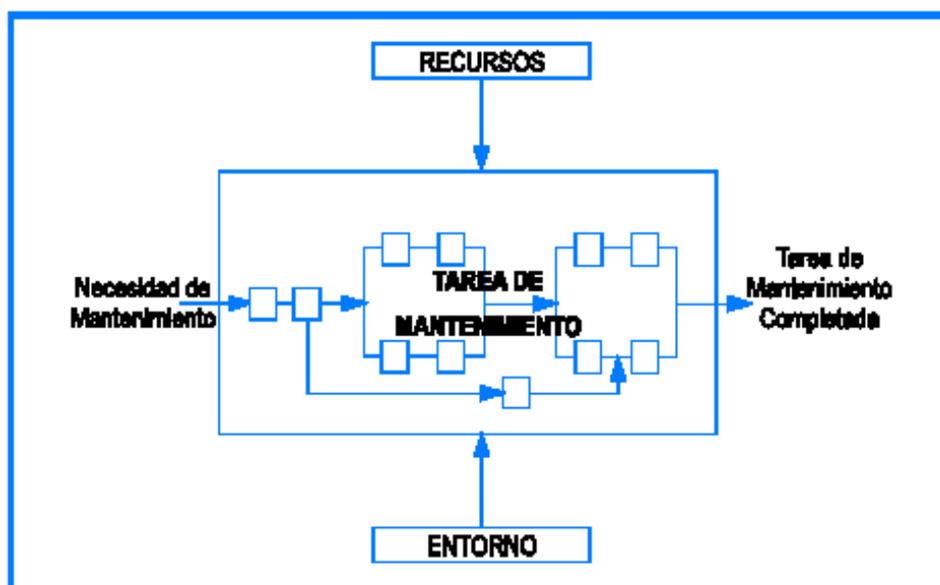


Figura 16. Tarea del mantenimiento

Para ilustrar el anterior concepto se usará una tarea de mantenimiento muy simple. Esta se relaciona con el cambio de una rueda de un turismo pequeño. El objetivo de esta tarea es recuperar la funcionalidad de un neumático defectuoso, reemplazando el conjunto de rueda y neumático por uno "funcionable". La lista de actividades especificadas que deben ser realizadas en secuencia aparece en la Tabla 9.

Las tareas de mantenimiento, como ésta por ejemplo, vienen especificadas en el manual del usuario que se entrega al adquirir el coche, al comienzo de la operación del sistema. Así mismo, todos los recursos de mantenimiento precisos para la adecuada realización de las tareas que se considera pueden ser llevados a cabo el usuario, se los ha proporcionado el fabricante del coche, como parte del conjunto entregado.

Número de orden	Descripción de la actividad
1	Sacar la rueda de repuesto del maletero
2	Retirar el embellecedor de la rueda
3	Alojar los cuatro pernos de la rueda montada
4	Colocar y encajar el gato
5	Levantar el coche
6	Quitar los pernos y retirar la rueda
7	Reemplazar la rueda y apretar a mano los pernos
8	Bajar el gato
9	Apretar los cuatro pernos
10	Instalar el embellecedor de la rueda
11	Colocar la rueda sustituida y el gato en el maletero

Tabla 11. Lista de actividades coherentes en mantenimiento

La lista de los recursos necesarios para la tarea analizada se muestra en la Tabla 11.

Es necesario recalcar que el número de actividades componentes, su orden, así como el número, tipo y cantidad de recursos requeridos, dependen principalmente de las decisiones adoptadas durante la fase de diseño del elemento o sistema. En cierto modo, el orden de magnitud del tiempo requerido para la recuperación de la funcionalidad (5 minutos, 5 horas ó 2 días) sólo se puede decidir al principio del proceso de diseño, mediante decisiones relacionadas con la complejidad de la tarea de mantenimiento, la accesibilidad de los elementos, la seguridad de la recuperación, la capacidad de prueba, la localización física del elemento; lo mismo ocurre con las decisiones relacionadas con los requisitos de los recursos de apoyo al mantenimiento

(instalaciones, repuestos, herramientas, personal, etc.). Este tipo de análisis llevado a cabo por el equipo proyectista se conoce como análisis de mantenibilidad, mientras que las características del producto que son su consecuencia, se conoce como mantenibilidad.

Tipo de recursos	Recurso específico
Personal	el existente (el conductor, no precisa formación)
Material	rueda de repuesto
Equipo	gato mecánico
Herramientas	destornillador, llave fija de 19 mm.
Instalaciones	las existentes
Datos	presión del neumático
Información técnica	manual de usuario
Recursos Informáticos	no aplicable

Tabla 12. Lista de los recursos de mantenimiento requeridos.

Duración de la tarea de mantenimiento

Se acepta normalmente en la práctica de ingeniería que tareas de mantenimiento supuestamente idénticas, realizadas bajo similares condiciones, requieren diferentes lapsos de tiempo. Las razones principales para estas variaciones se pueden clasificar en tres grupos:

1) factores personales: que representan la influencia de la habilidad, motivación, experiencia, actitud, capacidad física, vista, autodisciplina, formación, responsabilidad y otras características similares relacionadas con el personal implicado;

2) factores condicionales: que representan la influencia del entorno operativo y las consecuencias que ha producido el fallo en la condición física, forma, geometría y características similares del elemento o sistema sometido a mantenimiento;

3) factores de entorno: que reflejan la influencia de aspectos como temperatura, humedad, ruido, iluminación, vibración, momento del día, época del año, viento, etc. en el personal de mantenimiento durante la ejecución de la tarea de mantenimiento.

Consecuentemente, la única forma de evaluar el impacto de todos estos factores, y de muchos más, sobre la duración de las tareas de mantenimiento, es usar la teoría de probabilidades como base para la descripción cuantitativa de dicha duración.

Asignación de Tareas y Rutinas al Operador

Básicamente, son siete los pasos que se asignan no a un operador, sino a un conjunto de ellos, y a este programa se le denomina **Mantenimiento Autónomo**. Este es una actividad de trabajo de equipo, pues conlleva la participación del personal de producción y al de mantenimiento. Así, esta metodología aumenta las habilidades de los operadores y fortalece la comunicación y cooperación interdepartamental entre Producción y Mantenimiento. El mantenimiento autónomo es implementado gradualmente en pasos de desarrollo bien definidos.

Como resultados, se tiene que se mejoran las inspecciones de rutina y los procesos de mantenimiento, así como el mejoramiento de la detección temprana de fallas potenciales. De igual forma, ayuda a mejorar las condiciones del equipo mediante la identificación y control de los factores que contribuyen a las pérdidas crónicas del equipo. Por último, la moral del personal se ve elevada y se evitan de esta manera muchos conflictos entre departamentos.

He aquí los siete pasos del Mantenimiento Autónomo:

Paso	Actividades:
1. Limpieza Total.	Limpiar para eliminar el polvo y la suciedad en el cuerpo del equipo, lubricar y apretar tornillería, descubrir problemas y corregirlos.
2. Arreglar la fuente de los problemas.	Prevenir las causas del polvo y suciedad; mejorar las partes que son difíciles de limpiar y lubricar. Reducir el tiempo requerido para limpiar y lubricar.
3. Estándares de Limpieza y Lubricación.	Establecer estándares para reducir el tiempo de lubricación, limpieza y aprietes (específicamente tareas diarias y periódicas).
4. Inspección General.	Con la inspección, los miembros de los grupos autónomos descubren y corrigen defectos menores del equipo.
5. Inspección Autónoma.	Desarrollar y emplear hojas de check list para la inspección autónoma.
6. Organización y Orden.	<p>Estandarizar los controles en los lugares de trabajo, sistematizar a fondo el control del mantenimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Estándares de inspección para limpieza y lubricación ■ Estándares de Limpieza y Lubricación. ■ Estándares para registro de datos. ■ Estándares para refacciones y herramienta.
7. Mantenimiento Autónomo Completo.	Desarrollar políticas y metas adicionales; Incrementar las actividades de mejora, registrar los de MTBF y tomar las medidas correspondientes.

Tabla 13. Siete pasos del mantenimiento autónomo.

5.2 Flexibilidad del personal de producción y de conservación

Objetivo de aprendizaje: conocer las características de la flexibilidad del personal de producción y la conservación

Flexibilidad del personal de mantenimiento.

Aquí no se debe crear confusión con respecto al antedicho parámetro, sino más bien definirlo correctamente. Si bien es cierto que el personal de mantenimiento debe ser bastante estricto en la observancia del cumplimiento de sus deberes, también es cierto que no debe excederse en el riesgo aplicado a sus acciones, dado que de ésta forma estaría llevando a cabo actividades innecesarias, las cuales inevitablemente constituirían un gasto injustificado para la empresa.

Por lo tanto, el personal de mantenimiento debe contar con un excelente criterio de decisión para escoger la opción correcta en el momento adecuado y no representar una carga para su propio departamento al actuar de una manera incorrecta u optar por las decisiones menos adecuadas a su alcance.

Es por ello de primordial importancia que el operador y todo personal de mantenimiento sean instruidos eficazmente con el objeto de que puedan tomar decisiones propias. Este es uno de los puntos más importantes del Mantenimiento Productivo Total, y pretende que mediante una instrucción adecuada y una educación en éste nuevo tipo de sistemas se logre alcanzar un rendimiento de alta calidad en el departamento de mantenimiento y en toda la planta en general.

Introducción

Analizar la información general sobre la empresa, su Misión y Visión, su origen y evolución, tipo de productos que elabora o de servicios que brinda, capacidades de producción discriminadas por línea, planes de consolidación y/o expansión, volumen y valor de las ventas anuales, destinos (mercado local y/o exportación), participación en el mercado demandante, etc. Dentro de la información a reseñar, interesa también, hacer referencia entre otras, a las siguientes:

- Personal ocupado, jornales devengados anualmente, existencia o no de programas de capacitación, políticas de incentivos, etc.
- Área del predio ocupado y de los edificios o locales construidos,
- Suministro de energía eléctrica,
- Suministro de agua,
- Energía calórico,
- Refrigeración,
- Aire comprimido,
- Tratamiento y disposición de residuos sólidos, líquidos y gaseosos.

También, debe hacerse referencia a sus planes para el corto y mediano plazo, políticas y objetivos.

Resumiendo, este análisis permite conocer la empresa y su posición con respecto a la Excelencia Gerencial y Empresarial y, paralelamente, facilita que su personal asuma el compromiso colectivo de desarrollar en ella una actividad en equipo en la que se conjuguen responsabilidad, capacidad y eficiencia para lograr productos o servicios de calidad al menor costo y optimizar sus beneficios económicos y su prestigio en el mercado demandante.

Organización de la Empresa

Depende de múltiples factores. Los más importantes son tamaño, número de plantas y su ubicación física, productos y procesos, desarrollo tecnológico, disponibilidad de recursos, etc.

Si bien no existe un modelo único de organización que sirva a todas las empresas, obliga a cada una a desarrollar su propia organización, la cual debe permitir el cumplimiento de los objetivos fijados por la alta gerencia.

En empresas pequeñas, las distintas funciones pueden incluso, recaer en una persona pero, en empresas medianas y grandes es indispensable contar con un organigrama en el que todas las gerencias se encuentran a un mismo nivel de autoridad y jerarquía. En consecuencia, en caso de desacuerdo entre dos o

más gerentes, éstos pueden dirigirse a su superior inmediato para resolver la disputa y tomar la decisión más conveniente.

Si bien, en empresas pequeñas el organigrama puede ser muy sencillo, deberá respetarse siempre el que mantenimiento esté en pie de igualdad con producción y con calidad, por cuanto esa estructura es la que permitirá un desarrollo más eficiente de los procesos con un mínimo de costos y rechazos. Esto es consecuencia de que mantenimiento no es más la función que repara el equipo roto lo más rápido posible. Ahora, trata de mantener los equipos en operación y que éstos produzcan con la calidad especificada.

Organización del Departamento de Mantenimiento

Es muy común que dentro de la gestión de mantenimiento se incluyan, además de las actividades tendientes a asegurar la disponibilidad máxima planificada de los equipos al menor costo dentro de los requisitos de seguridad, la atención de los servicios al establecimiento. Como tales, se entienden los servicios requeridos para disponer de la energía eléctrica, calórica bajo sus distintas formas (vapor, agua caliente, tibia), agua (en la industria alimenticia potable), aire comprimido, refrigeración, vacío, etc. en las cantidades y calidades solicitadas por la actividad de la empresa y, también de la colecta, tratamiento y disposición de los residuos sólidos, líquidos y gaseosos que se generan en ella.

Incluso, en algunas plantas, mantenimiento también es responsable de las tareas de limpieza, higiene y sanitización del establecimiento. En consecuencia, la organización del mantenimiento deberá contemplar la totalidad de actividades bajo su responsabilidad buscando su desempeño eficiente, eficaz y al menor costo.

Paralelamente, debe tenerse presente que, dentro de este concepto amplio de la función de mantenimiento, coexisten elementos de gestión (Supervisión y Control) y operativos (atención de los servicios, ejecución de las intervenciones, etc.).

A semejanza de lo ya expresado al analizar la organización de la empresa, tampoco existe a nivel de mantenimiento un organigrama "tipo" de aplicación general; cada empresa deberá crear el organigrama más conveniente y que mejor se adapte a sus características propias.

La Figura 17. Ilustra sumariamente sobre el particular, incluyendo distintos ejemplos de organigramas aplicables atendiendo a las características particulares de las empresas. Es muy difícil lograr que en mantenimiento una sola persona pueda realizar satisfactoriamente todas los funciones propias del área, salvo que la empresa sea muy pequeña y/o que su responsable tenga condiciones excepcionales.

Figura 18 - Organización del Depto. Mantenimiento de una empresa: Organigramas simplificados

FIGURA 17.

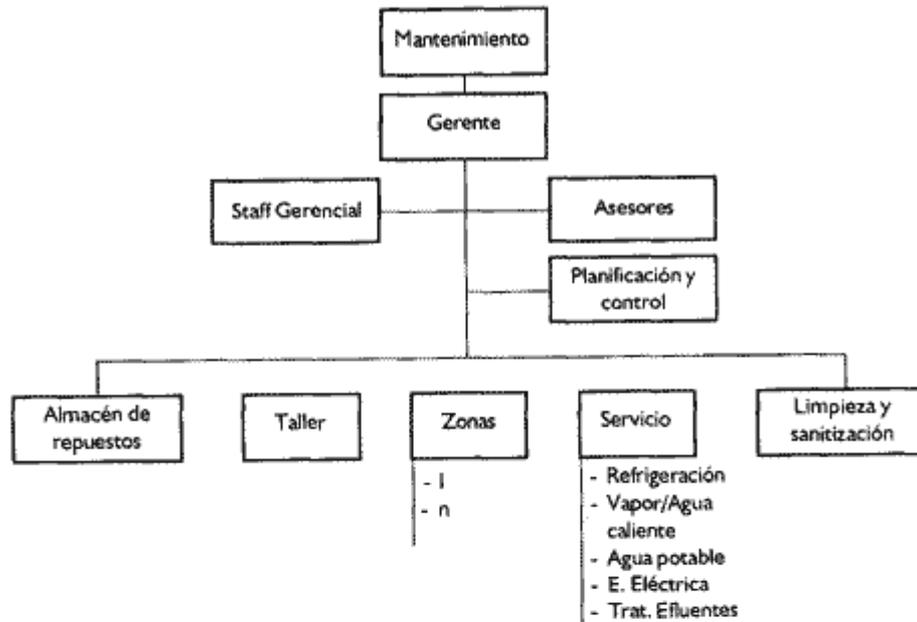
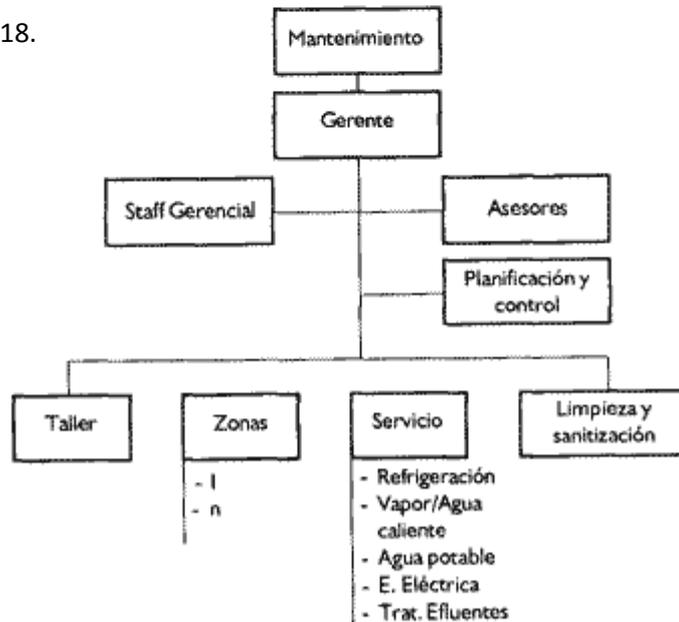


FIGURA 18.



Para diseñar una estructura organizativa en mantenimiento se debe:

- Determinar la responsabilidad, autoridad y el rol de cada persona involucrada en el Área de Mantenimiento;

- Establecer las relaciones verticales y horizontales entre todas las personas;

- Asegurar que el objetivo de mantenimiento ha sido interpretado y entendido por todos;

- Establecer sistemas efectivos de coordinación y comunicación entre las personas.

Responsabilidades y Perfiles de Capacitación

Gerente departamental

Responsable del cumplimiento de los objetivos de este sistema de la empresa. Esto implica, entre otras funciones:

- Definir las metas a alcanzar dentro de los objetivos y políticas previamente acordadas con la alta gerencia de la empresa y con su staff.

- Establecer los procedimientos para encarar el mantenimiento y para la recopilación, procesamiento, divulgación de datos y formulación de los

informes correspondientes;

- Analizar los datos e informes y formular recomendaciones y/o modificaciones a los programas y "modus operandi" establecidos;

- Definir los programas de entrenamiento y capacitación del personal;

- Establecer procedimientos para la evaluación de la eficiencia del plan de mantenimiento;

- Establecer presupuesto y costos de mantenimiento;

- Establecer un registro y análisis de fallas de los equipos e instalaciones y desarrollar y/o ajustar procedimientos para su control o eliminación efectivas;

- Actualizar el Manual de Gestión de Mantenimiento;

- Definir y administrar los recursos físicos y humanos para cumplir satisfactoriamente con los objetivos y metas fijadas;

- Representar a este sistema frente a la Gerencia General y/o su staff gerencial, a los demás departamentos de la empresa y a las autoridades nacionales con competencia en las temáticas propias del ámbito de actividad de mantenimiento en cada empresa en particular.

El Gerente de Mantenimiento debe responder a un perfil de capacitación preferentemente universitaria con formación básica que cubra, por lo menos, la mayoría de las técnicas de trabajo departamental. Paralelamente, es recomendable que tenga conocimiento general de la tecnología involucrada en los procesos productivos, así como conceptos de limpieza, higiene y seguridad industriales.

Por último, pero no por ello menos importante que los requisitos anteriores, debe contar con aptitudes para dirigir y motivar la ejecución de los trabajos, es decir, debe ser "líder".

Supervisores o mandos medios

Enlace natural entre la gerencia y los trabajadores encargados de realizar las tareas de mantenimiento propiamente dichas, operación de los servicios a la producción, etc. Su capacitación debe ser preferentemente técnica que cubra

también, y como mínimo, la mayoría de las técnicas del trabajo requeridas en el Área de Mantenimiento. También debe contar con un conocimiento general de la tecnología de los procesos productivos y de los servicios a atender, así como conocer los conceptos básicos de limpieza, higiene y seguridad industriales. También en este nivel se requiere que sean líderes, cuenten con aptitudes para dirigir y motivar al personal a su cargo en la correcta y eficiente ejecución de las tareas.

Personal operativo

-Taller

Se requiere de capacitación técnica básica, preferentemente bi o multivalente, que atienda los requerimientos propios de cada industria en particular.

- Zonas

Para este segmento del Área de Mantenimiento se requiere que, además de capacitación técnica básica como mecánicos montadores, dispongan de conocimiento de la tecnología de los procesos productivos cuyos equipos e instalaciones atienden, así como de un buen ejercicio de las relaciones humanas y, paralelamente, un acatamiento exclusivo al Área de Mantenimiento.

- Servicios

Deben contar con formación técnica básica y con un buen conocimiento de la tecnología de los procesos a atender.

En algunos países se requiere también superar algunas pruebas de capacitación para habilitarlos como operadores idóneos. Ejemplos, operadores de generadores de vapor, de equipos de refrigeración, etc. En consecuencia, en caso de corresponder, se incluirán en el manual los requisitos a satisfacer y los lineamientos de capacitación a tener en cuenta.

Administración y Control

Esta tarea comprende las siguientes fases:

- Disponer de los datos técnicos inherentes a cada uno de los equipos que componen el activo fijo de la empresa y del historial de actualización de los mismos para predecir el tiempo para su reparación;

- Generar el plan de revisiones periódicas de los equipos o de algunas de sus piezas o componentes críticos y, para cada una de ellas, la orden de revisión correspondiente. El plan debe incluir herramientas de posible uso, normas para realizar el trabajo y autorización para su ejecución;

- Controlar la ejecución de plan y captar la información generada;

- Analizar técnicamente las revisiones, estudiando el comportamiento de los componentes críticos de los equipos para determinar la probabilidad de las posibles roturas;

- Generar el plan de reparaciones coordinándolo con los departamentos involucrados, es decir, las órdenes de reparación. Éstas indican información general similar a las órdenes de revisión, así como qué personal las ejecutará y los materiales y repuestos a consumir.

- Controlar la ejecución del plan de reparaciones y captar la información correspondiente, tanto técnica como de los costos de su ejecución;

- Analizar el comportamiento de los equipos;

- Disponer y procesar la información requerida para controlar la gestión de mantenimiento. La información surge de los documentos anteriores (órdenes de revisión y de reparación) y comprende tiempos de parada de los equipos, costo de las reparaciones efectuadas, rendimiento de la mano de obra ocupada (propia o contratada), trabajos realizados en talleres propios o contratados, etc.

- Este conjunto de tareas, en su mayoría de naturaleza administrativa, pueden realizarse fácilmente mediante el empleo de sistemas computarizados. Al presente, se requiere que el personal necesario para el desarrollo de estas

actividades cuenta con nivel de formación administrativo-contable y con conocimientos de manejo computarizado de la información.

Funciones

Están relacionadas con el uso eficaz de los recursos de que dispone mantenimiento. A título de ejemplo, se transcribe adaptado a los efectos de esta guía, lo que se expresa sobre el particular en el Manual de Mantenimiento de una empresa.

En el Departamento de Mantenimiento, sus funciones se dividen en:

- Primarias:

Son las que comprenden la justificación del sistema de mantenimiento implementado en la empresa. Están claramente definidas por los objetivos.

- Secundarias:

Consecuencia de las características particulares de cada empresa y estrechamente vinculadas con las actividades de mantenimiento. Están definidas con precisión y consignadas por escrito con el objeto de asegurar su total cumplimiento.

Se distinguen, distintas áreas y dentro de ellas pueden enumerarse acciones prioritarias.

- Inventario actualizado de los materiales de mantenimiento (piezas de repuestos, insumos varios);

- Aportación de los medios específicos para desarrollar los trabajos de mantenimiento (útiles, herramientas, instrumentos de medida y de control de operación y/o de regulación);

- Capacitación de recursos humanos;
- Programación de las tareas a desarrollar.

En el manual a elaborar deberá detallarse los procedimientos vigentes, por escrito, para cada uno de los puntos señalados. Estos procedimientos se mantendrán actualizados. En cada caso se indicará los responsables de su ejecución, la frecuencia y procedimiento de inspecciones, de informes y de acciones correctivas a tomar en caso de verificarse apartamiento respecto a lo normado.

Estructura

La estructura de este sistema debe considerarse dinámica y, en consecuencia, en el manual debe preverse su cambio organizativo en recursos humanos y en máquinas-herramientas, en virtud de la posible incidencia de distintos factores.

Debe tenerse presente que, al iniciarse la consolidación de esta área, hay incertidumbre sobre muchos factores, en particular los recursos humanos a aplicar. Por lo tanto, se recomienda cautela al respecto.

A estos efectos, se sugiere proceder de la siguiente manera:

- Definir las características de los recursos disponibles;
- Analizar la distribución de planta y estimar la posible cantidad de personal y sus perfiles de capacitación para atender todos los equipos e instalaciones de acuerdo a los requerimientos de producción y de calidad;
- Acordar el nivel de respuesta aceptable por producción frente a las intervenciones de emergencia;
- Consecuentemente definirla estructura mínima de recursos para atender éstas (número, ubicación, turnos, etc.);

5.3.- Reducción continúa del tiempo de preparación y reparación.

Objetivo de aprendizaje: analizar la forma de reducir el tiempo de reparación y preparación.

Por lo general es difícil establecer la productividad en mantenimiento debido a lo cambiante de las tareas requeridas y a la consecuente dificultad para establecer estándares. Sin embargo, es posible tener una idea aproximada de la productividad mediante técnicas estadísticas de las actividades de la planta.

En sus formas más simples, dichas técnicas se basan en la determinación del tiempo que el personal de mantenimiento dedica directamente a tareas de atención o servicios a equipos e instalaciones. En este sentido pueden establecerse dos categorías.

El trabajador se encuentra frente al equipo llevando a cabo una acción, probablemente con herramientas. Se trata de trabajo directo y se le considera productivo a efecto de análisis de muestreo estadístico.

Durante el tiempo restante, el trabajador puede estar desarrollando otras actividades vinculadas con el trabajo, pero no ejecutando su tarea en sí, por lo que se establece que es indirecto y/o no productivo.

Nótese, sin embargo, que si se logra incrementar el tiempo productivo de 30 % a 60 %, de hecho se duplica la capacidad de actividad real del trabajador. La planeación del trabajo consiste en preparar, previamente a su ejecución, todos los elementos necesarios para que pueda ser llevado a cabo de manera rápida, eficiente y segura.

Se considera 100 % eficiente a un trabajador de mantenimiento si trabaja el 60 % o 65 % de 8 horas.

En la fábrica hay una llamada de atención:

- Privada.
- En grupo.
- Por escrito.
- Liquidación.

Los conceptos aquí obtenidos son esenciales para desarrollar la planeación de la conservación a largo plazo, sobre bases firmes y con un criterio uniforme entre el personal de conservación y el de producción. Este tiempo se divide en la forma que se mostrará a continuación. Tiempos en la vida útil de un recurso, en la cual se enumeran los diferentes conceptos para facilitar su explicación.

TIEMPO DE VIDA ÚTIL. Es el tiempo considerado desde que se instala el recurso, hasta que se retira de la empresa por cualquier concepto.

TIEMPO ACTIVO. Es el que se considera necesario para el funcionamiento del recurso de la empresa.

TIEMPO INACTIVO. Es aquel en el que el recurso no se considera necesario para el funcionamiento de la empresa, se divide en tiempo ocioso y tiempo de almacenamiento.

TIEMPO DE OPERACIÓN. Es cuando el recurso está funcionando dentro de los límites de calidad de servicio estipulados; se divide en tiempos de preparación, de calentamiento y de trabajo como continuación se mencionan.

TIEMPO DE PREPARACIÓN. Es el que utiliza el operador antes de iniciar su labor, para verificar que el recurso funcione adecuadamente y esté provisto de todo lo necesario,.

TIEMPO DE CALENTAMIENTO. Es el necesario para hacer funcionar el recurso y observar que su compartimiento sea el adecuado, esperando que tome un ritmo de operación normal.

TIEMPO DE TRABAJO. Es cuando el recurso está proporcionando el servicio.

Ahora analicemos las ramas del tiempo de paro que son las siguientes:

TIEMPO DE PARO. Es cuando por motivos no planeados, el recurso deja de funcionar dentro de los límites determinados, ocasionando pérdidas por desperdicio, deterioro excesivo del recurso, reproceso de producto en posibilidad de uso. Se divide en organización, diagnóstico, habilitación, reparación, ajuste, calibración, verificación, registro y estadística.

TIEMPO DE ORGANIZACIÓN. Es el requerido para notificar al personal de contingencia, sobre los recursos necesarios (humanos, físicos y técnicos) que emplearán, y para llegar al lugar a atender la emergencia.

TIEMPO DE DIAGNÓSTICO. Es el que se emplea para verificar el disfuncionamiento del recurso, su temperatura, niveles de vibración, de ruido, de aceite, de entradas y salidas de energía, observaciones de indicadores, etc., hasta identificar la causa de la falla y determinar las acciones correctivas necesarias.

TIEMPO DE HABILITACIÓN. Es el utilizado para conseguir las partes o repuestos necesarios, herramientas y aparatos de prueba.

TIEMPO DE REPARAR. Es el utilizado en reemplazar o reparar las partes del recurso que se hayan gastado, para lograr que este funcione dentro de los límites de calidad.

TIEMPO DE AJUSTE Y CALIBRACIÓN. Es el empleado para hacer las pruebas y ajustes necesarios hasta lograr que el recurso funcione dentro del rango de calidad de servicio esperado.

TIEMPO DE VERIFICACIÓN. Es el utilizado para poner a funcionar el recurso y determinar si puede ser puesto nuevamente en servicio.

TIEMPO DE REGISTRO Y ESTADÍSTICA. Es el empleado en anotar el tipo de trabajo ejecutado, la fecha, la hora y tiempo utilizado, y toda la información que se considere útil para respaldar los análisis y diagnóstico futuros.

A continuación pasemos a estudiar el tiempo inactivo:

TIEMPO OCIOSO. Es el que se considera que el recurso no tiene necesidad de entregar ningún servicio, por lo cual debe aprovecharse para ejecutar en el, la conversación preventiva planeada. Se divide en inspecciones, rutinas, órdenes de trabajo, registro y estadística, como a continuación se analiza.

TIEMPO PARA LA PLANEACIÓN DE LA CONSERVACIÓN. Es el necesario para ir al lugar en donde está instalado el recurso, observar y anotar el comportamiento de sus sensores y captadores y hacer la planeación necesaria para elaborar las rutinas u ordenes de trabajo correspondiente.

TIEMPO DE RUTINAS U ÓRDENES DE TRABAJO. Es el necesario para llevar a cabo el trabajo amparado por la rutina u orden de trabajo correspondiente; incluye la preparación del mismo y pruebas esenciales para corroborarlo.

TIEMPO DE OVERHAUL. Es el requerido para realizar el trabajo de mantenimiento a fondo, normalmente por una orden de trabajo especial, incluye el tiempo de preparación y pruebas necesarias para comprobar que el trabajo este bien ejecutado.

REGISTRO Y ESTADÍSTICA. Es el necesario para efectuar las anotaciones n la orden de trabajo o rutina cuando estas han sido determinadas.

TIEMPO DE ALMACENAMIENTO. Es el tiempo en que el equipo esta almacenado por no ser necesarios sus servicios.

5.4 Tendencia a la Eliminación de Almacenes de Refacciones.

Objetivo de aprendizaje: analizar la tendencia a la eliminación de almacenes de refacciones.

Al llevar a cabo el cumplimiento efectivo y satisfactorio de los programas de mantenimiento mínimos, pero eficientes, se trata ahora de eliminar los almacenes de refacciones, si bien esto será por siempre una utopía. Todo parte del nuevo modo de pensar que invade al planeta, en el cual no es tan importante la cantidad de un cierto concepto, o la cantidad de tiempo que se aplica una acción, sino en vez de lo anterior, la calidad de la acción aplicada. Esto permite que la eficiencia de la planta se incremente grandemente, al tiempo que el esfuerzo aplicado sea mínimo, en todos los aspectos,

redundando esto último en el la máxima explotación de la infraestructura existente sin explotar radicalmente la misma.

De hecho, el objetivo implícito de la limpieza diaria es realmente poner al descubierto las anomalías existentes en las instalaciones como en el equipo y maquinaria de manufactura. Del mismo modo, el objetivo implícito del mantenimiento predictivo y preventivo es reducir los plazos de aplicación de programas de mantenimiento correctivo, lo cual puede degenerar en paro o situación de emergencia.

Así por el estilo, y siguiendo la misma tónica, éste incremento en la calidad del mantenimiento preventivo y predictivo es causa de la disminución en la aplicación de programas de mantenimiento, lo que a su vez origina que se reduzcan las fallas funcionales en el equipo. Si el sistema de Mantenimiento Productivo Total fuese ideal, todo lo anterior conduciría a la eliminación de los almacenes de refacciones debido a que las máquinas y equipos no fallarían ya por mantenerse siempre en excelentes condiciones de operación y producción.

Es claro desde el principio que el TPM no es un sistema ideal, como también es claro que por muy eficiente que sea el mantenimiento aplicado a la infraestructura fija de una planta siempre habrá un desgaste, por mínimo que éste sea. Ello, a la larga, provocará que inevitablemente (y mucha atención: es inevitable, pero al menos se puede retrasar el máximo tiempo posible) la máquina llegue a la condición de fallo funcional, si bien se logra que no llegue a un punto de necesidad de aplicar un programa de mantenimiento correctivo emergente.

Es por ello que se habla de una tendencia a la eliminación de los almacenes de refacciones, y nunca se habla (ni se hablará) de la eliminación completa de ellos debido a que mientras hayan partes mecánicas, móviles, químicos agresivos y demás factores que produzcan desgaste, si es posible que la máquina falle, fallará.

Por eso es que aquí no se trata de evitar que la máquina falle, sino de retrasar lo más posible la situación de falla. Es bien importante tener muy claro lo anteriormente citado para lograr el objetivo sin salirse del camino apropiado.

Como el lector puede darse cuenta, y además es muy fácil suponer, la eliminación total de los almacenes de refacciones en un departamento de mantenimiento es y será, desde cualquier punto de vista, inalcanzable, y por ende, se tiene que recurrir únicamente a la reducción de los mismos. Esto, después de todo sí tiene una gran ventaja: Si, por ejemplo, se presentaban fallos cada, digamos, tres meses, gracias a la aplicación del TPM se presentarán, por decir algo, cada doce, o más si es posible. Se puede apreciar entonces el efecto que tiene la aplicación del TPM en la reducción de fallos funcionales en la planta. De aquí, se deduce que las refacciones existentes en

el almacén del departamento de mantenimiento no serán utilizadas con la misma frecuencia que antes. Por lo tanto, si dentro de dichas existencias hay material que caduca, o tiene un tiempo de vida muy corto, limitado, o las condiciones ambientales obligan a que se deseche si no se utiliza dentro de un período de tiempo razonable, naturalmente que se tendrán que reducir las existencias en dicho almacén para evitar efectuar gastos innecesarios. Es por ello que cobra una especial relevancia el siguiente punto dentro de esta unidad, que se refiere precisamente al control de existencias mínimas en los almacenes del departamento de Mantenimiento.

5.5 Control de existencias mínimas

Objetivo de aprendizaje: analizar el procedimiento para el control de existencias mínimas.

Como se veía en el capítulo anterior, todo lo que es la presente unidad, es decir, el TPM conduce a la reducción continua del tiempo de preparación, a la tendencia a la eliminación de los almacenes de refacciones, y ésto último propicia el control de existencias mínimas.

Como su nombre lo indica -y además es de lo más natural suponer-, el Control de Existencias Mínimas está enfocado a la conservación en los almacenes del departamento de mantenimiento, de lo más estrictamente necesario. ¿Por qué? pues la razón es tal vez más lógica que sencilla: Al no poder ser eliminados completamente los almacenes de refacciones, es un hecho que se cuenta con ellos en todo momento, pero, ¿Qué hay dentro de los almacenes? Una empresa no puede arriesgarse a tener demasiadas refacciones de cierto tipo, porque no se utilizan y se corre el peligro de que se echen a perder por estar almacenadas durante mucho tiempo. En igual medida, tampoco se puede contar con un almacén que tenga una cantidad de refacciones menor de las que sí se necesitan, porque esto definitivamente traería consigo como consecuencias el retraso en la ejecución de los programas de mantenimiento implementados. Peor aún, si el programa de mantenimiento que está siendo llevado a cabo en ése preciso instante es correctivo emergente, se puede correr un riesgo potencialmente muy grande, que además de todo, es innecesario y pudo haber sido evitado.

Es por ello que los almacenes del departamento de mantenimiento deben contar con un control de existencias riguroso, en orden de evitar que haya refacciones de más y que se echen a perder sin haber sido utilizadas (esto generalmente sucede con los consumibles), lo cual, desde luego, representa pérdidas para la empresa. También es propósito de este punto el evitar que haya menos artículos de los necesarios para subsanar las necesidades de los programas implementados por el o los departamentos de mantenimiento de una empresa, puesto que, de tal forma, sucede que no se está cumpliendo con

la meta de esta sección y, además, propiciamos al mismo tiempo riesgos potenciales que pueden ser muy costosos, generalmente porque se tienen que elaborar requisiciones especiales para solicitar el material faltante, y si el proveedor es foráneo, dicho pedido tardará algún tiempo en llegar antes de que pueda ser cubierta la necesidad. Todo lo anterior omitiendo, por supuesto, las posibilidades de una falla crítica, mencionadas un párrafo anterior.

Como se ve, si el programa de Control de Existencias Mínimas no es empleado correctamente y con el grado de responsabilidad y rigidez (así como de flexibilidad, claro está) que requiere, puede ser un arma de doble filo muy peligrosa para los intereses no sólo de la empresa, sino de sus trabajadores, vecinos y hasta del medio ambiente.

En conclusión: La implementación de un sistema de Control de Existencias Mínimas es, a últimas fechas, parte integral de una empresa que mantiene en constante implementación los conceptos de calidad y excelencia, por lo cual no es raro que se empleen este tipo de programas en ellas. Un aspecto muy importante que debe cuidarse es que no debe haber superávit de existencias en el almacén y, desde luego, mucho menos déficit. Por último, este tipo de actividades es parte del programa de Mantenimiento Productivo Total.

5.6 La utilización de paquetes de Software en la conservación Industrial

Objetivo de aprendizaje: analizar y conocer las características de los tipos de Software.

aBESofT Technologies presenta EasyMaint®, un sistema integrado para la Gestión del Mantenimiento, económico, y de fácil implementación.

El software de Mantenimiento EasyMaint , es un programa diseñado para cualquier tipo de empresa, empresas industriales grandes y pequeñas de todo tipo, Plantas Industriales, Edificios, Hospitales, Hoteles, Flotas, entre otras.

EasyMaint ofrece una arquitectura abierta y es fácil de aprender, le ofrece reportes personalizables para ayudarle en la administración de todas sus operaciones, desde una solicitud de trabajo hasta el control total de la gestión del mantenimiento.

Con su diseño intuitivo, EasyMaint® provee una ventaja competitiva para la industria al ofrecer un completo control sobre todas las operaciones, eliminando

el registro redundante de datos, y asegurando consistencia y veracidad en todo el proceso de Gestión, Control y Planificación del mantenimiento.

EasyMaint Software para Mantenimiento entre otros beneficios le ayudará a:

- Ø Disminuir un 30% en costos de mantenimiento
- Ø Incrementar la vida de maquinaria, equipos, flotilla e instalaciones
- Ø Reducir costos de producción
- Ø Incrementar la capacidad y calidad de manufactura
- Ø Cumplir con normas de calidad ISO y, QS
- Ø Reducir reparaciones costosas y fallas de emergencia
- Ø Optimizar niveles de inventario
- Ø Tomar mejores decisiones
- Ø Reducir accidentes y mejorar la seguridad
- Ø Mejorar el servicio al cliente al entregar con calidad y oportunidad
- Ø Mejorar sus planes de Mantenimiento Preventivo MP, Predictivo y TPM
- Ø Crear Bitácoras y Análisis de Fallas
- Ø Establecer indicadores de Gestión

Actividad. Investigar qué tipos de software existen para el mantenimiento industrial y qué ventajas y aplicaciones tiene.

5.7 Diseño de un sistema de conservación en un sistema local

Objetivo de aprendizaje: diseñar e implementar un sistema de conservación local con las herramientas y métodos analizados durante el curso.

BIBLIOGRAFIA

1. Dounce Villanueva, Enrique. La productividad en el mantenimiento industrial. Segunda edición CECSA.
2. Hodson, William K. Maynard. Manual del ingeniero industrial. Editorial Mc. Graw Hill. México 1996. pp 102 - 117
3. Gaither Norman; Frazier Grey. ADMINISTRACIÓN DE PRODUCCIÓN Y OPERACIONES. Cuarta Edición. Editorial Thomson Editorial Soluciones empresariales. México 2000. pp 739 – 740
4. Monks Joseph G. ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES, SERIE SCHAUM., Primera edición, México D.F., Mc. Graw Hill., p.p. 373 y 380.
5. Navarro. Gestión Integral de Mantenimiento. Editorial Marcombo. 1997
6. Madrigal. Mantenimiento industrial. UPIICSA.2007

http://www.itcj.edu.mx/tecnoticias/source/20060403_2.html

<http://www.ccs.cl/html/escuela/nacionales/Logistica%20y%20Operaciones.htm>

<http://html.rincondelvago.com/bases-filosoficas-para-el-mantenimiento-industrial.html>

http://www.confiableidad.net/art_05/RCM/rcm_20.pdf#search=%22%22taxonomia%20de%20la%20conservaci%C3%B3n%20industrial%22%22

<http://www.monografias.com/trabajos15/mantenimiento-industrial/mantenimiento-industrial.shtml>

www.eduteka.org/EstandaresEconomia.php