



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

A LOS ASISTENTES A LOS CURSOS

Las autoridades de la Facultad de Ingeniería, por conducto del jefe de la División de Educación Continua, otorgan una constancia de asistencia a quienes cumplan con los requisitos establecidos para cada curso.

El control de asistencia se llevará a cabo a través de la persona que le entregó las notas. Las inasistencias serán computadas por las autoridades de la División, con el fin de entregarle constancia solamente a los alumnos que tengan un mínimo de 80% de asistencias.

Pedimos a los asistentes recoger su constancia el día de la clausura. Estas se retendrán por el periodo de un año, pasado este tiempo la DECFI no se hará responsable de este documento.

Se recomienda a los asistentes participar activamente con sus ideas y experiencias, pues los cursos que ofrece la División están planeados para que los profesores expongan una tesis, pero sobre todo, para que coordinen las opiniones de todos los interesados, constituyendo verdaderos seminarios.

Es muy importante que todos los asistentes llenen y entreguen su hoja de inscripción al inicio del curso, información que servirá para integrar un directorio de asistentes, que se entregará oportunamente.

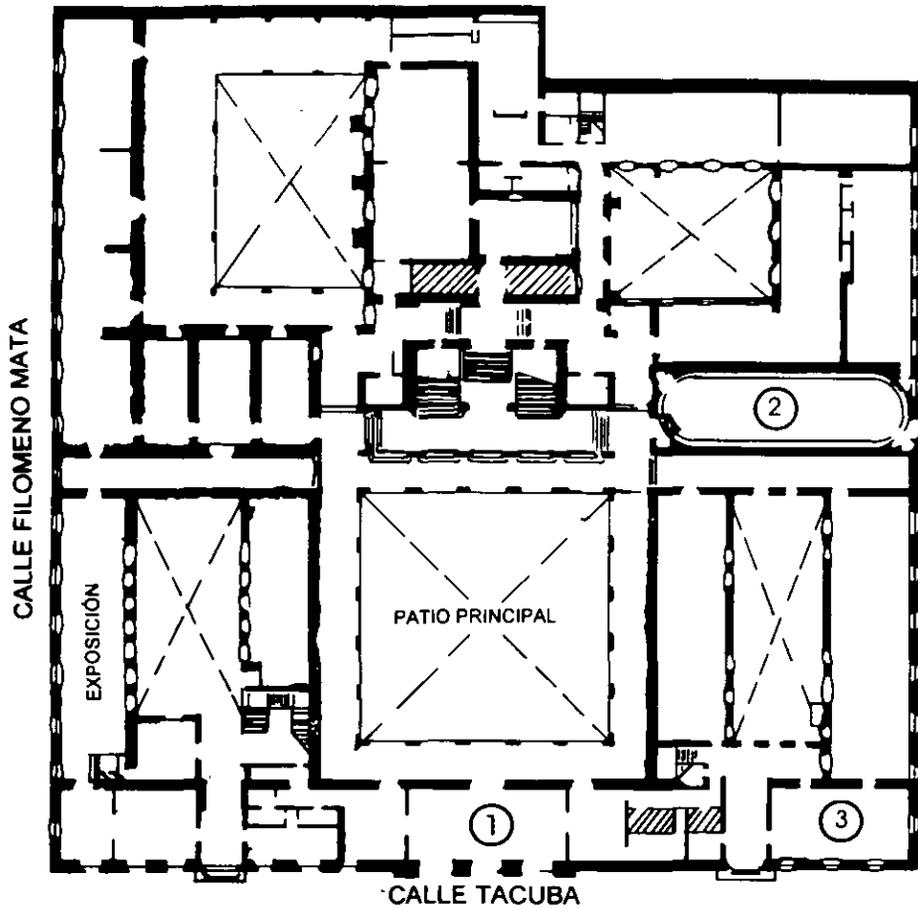
Con el objeto de mejorar los servicios que la División de Educación Continua ofrece, al final del curso deberán entregar la evaluación a través de un cuestionario diseñado para emitir juicios anónimos.

Se recomienda llenar dicha evaluación conforme los profesores impartan sus clases, a efecto de no llenar en la última sesión las evaluaciones y con esto sean más fehacientes sus apreciaciones.

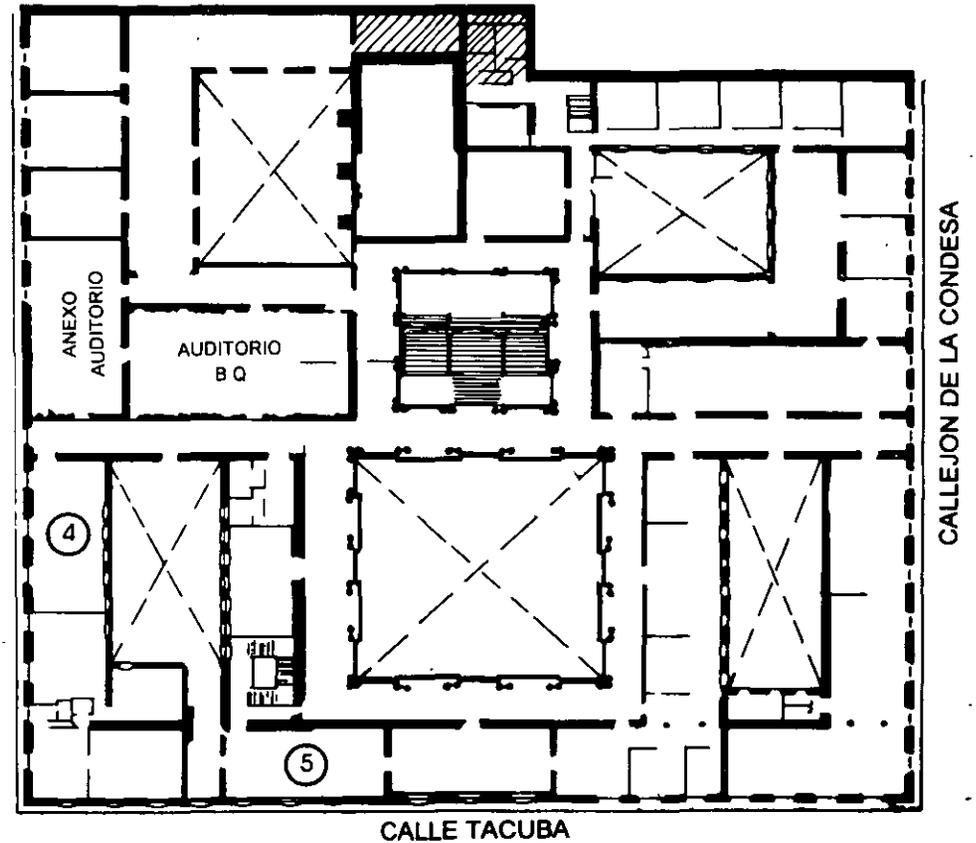
Atentamente

División de Educación Continua.

PALACIO DE MINERIA

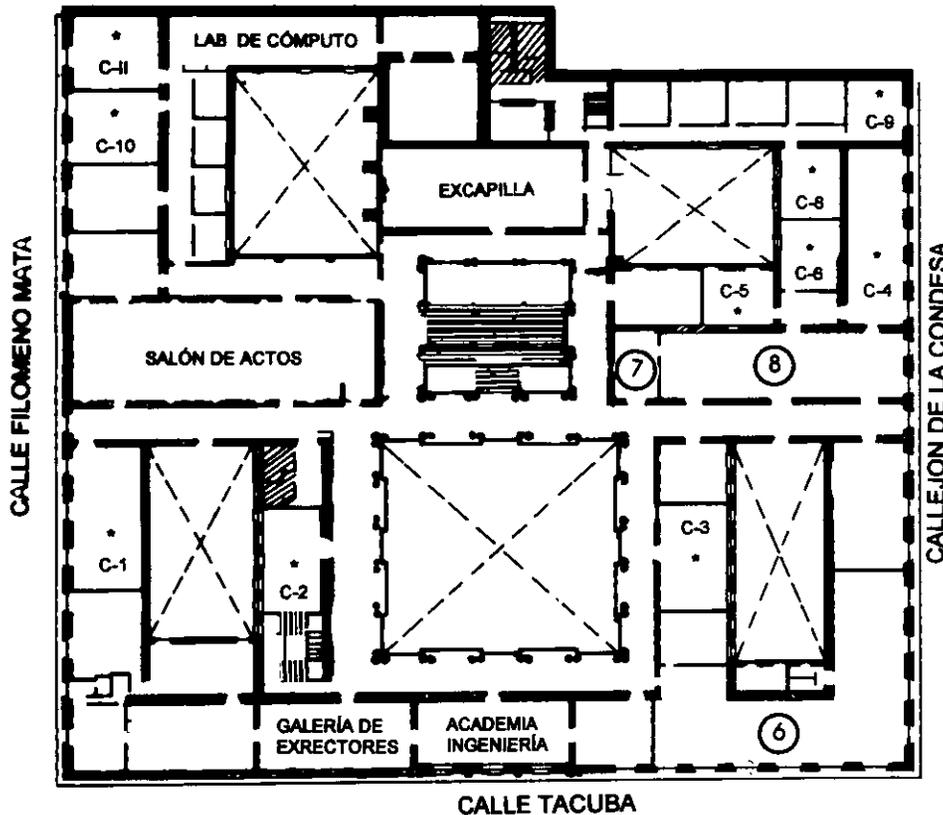


PLANTA BAJA



MEZZANINNE

PALACIO DE MINERÍA



GUÍA DE LOCALIZACIÓN

1. ACCESO
 2. BIBLIOTECA HISTÓRICA
 3. LIBRERÍA UNAM
 4. CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN "ING. BRUNO MASCANZONI"
 5. PROGRAMA DE APOYO A LA TITULACIÓN
 6. OFICINAS GENERALES
 7. ENTREGA DE MATERIAL Y CONTROL DE ASISTENCIA
 8. SALA DE DESCANSO
- SANITARIOS
- * AULAS

1er. PISO



DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERÍA U.N.A.M.
CURSOS ABIERTOS

DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA





**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSO
DETECCIÓN ANALÍTICA DE FALLAS**

**DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA
Coordinación de Educación a Distancia
FACULTAD DE INGENIERÍA. UNAM**

LICONSA. PLANTA TLÁHUAC

hgc/JVR/AMB





FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA

CURSO DETECCIÓN ANALÍTICA DE FALLAS

Ing. Adolfo Velasco Reyes

16, 17, 18 y 19 de noviembre de 1998

hgc/JVR/AMB



Gestión en la solución de problemas de mantenimiento (Detección analítica de fallas)

Ing. Adolfo Velasco Reyes

“Los ganadores de los 90’s, serán aquellos que puedan desarrollar una cultura que les permita moverse más de prisa, comunicarse más claramente e involucrar a todo el mundo en centrar sus esfuerzos en prestar un servicio más allá del que piden los consumidores”

Mantenimiento Industrial y de Servicios

1. - Tipos de mantenimiento.

Dado que el mantenimiento es el conjunto de actividades desarrolladas con el objeto de conservar los bienes físicos de una empresa en condiciones de funcionamiento económico.

Se tienen los tipos de mantenimiento siguientes:

1.1. - Mantenimiento correctivo.

Se produce cuando los trabajos de mantenimiento no son realizados hasta que un problema ocurre en el fallo de la máquina. Con el mantenimiento correctivo no se evitan los costosos daños secundarios producidos por el fallo de la máquina, y ello sin considerar los altos costos derivados por mantenimientos y paradas no planificadas.

1.2. - mantenimiento preventivo.

Es el conjunto de actividades que permiten en la forma más económica, la operación segura y eficiente de un equipo; con tendencia a evitar fallas imprevistas con base en parámetros de diseño condiciones de trabajo o bien cuando una máquina, o partes de ella, son revisadas de manera general sin prestar atención al estado de las partes. El mantenimiento preventivo es costoso por el excesivo tiempo de parada requerido

para las innecesarias revisiones y por el costo de sustituir piezas en buenas condiciones, junto con piezas ya desgastadas.

1.3. - Mantenimiento preventivo.

Es detectar las fallas por revelación antes que sucedan, sin perjudicar la producción, usando aparatos de diagnóstico con observaciones que indican tendencia o bien es el proceso de determinar el estado de la maquinaria en funcionamiento, esto permite la reparación de la maquinaria antes de que se produzca el fallo. El control y supervisión no solo ayuda al personal de las fábricas a reducir la posibilidad de fallo catastrófico o grave, sino que también les permite disponer de los recambios con anterioridad, planifica los trabajos y otras reparaciones durante la parada.

1.4. - Mantenimiento de emergencia.

Son trabajos urgentes y costosos que llevan a cabo en equipos de producción crítica.

1.5. - Mantenimiento progresivo.

Se proporciona el mantenimiento por etapas subdividiendo al equipo por: maquinas, secciones, mecanismos y partes.

1.6. - Mantenimiento periódico.

Consiste en dar el mantenimiento en forma integral, después de un lapso determinado.

- Mantenimiento continuo.

Consiste en proporcionar en forma permanente y con un nivel óptimo el mantenimiento al equipo.

1.6.1. - Planeación del trabajo de mantenimiento.

La planeación permite estimar las actividades así como la cantidad de mano de obra necesaria, los materiales y refacciones que se deberán emplear, así como el equipo y el tiempo probable en el trabajo que se pretende desarrollar.

- La planeación se origina cuando se necesita, se sabe o se prevé que se necesitará un trabajo.
- La planeación de la mano de obra se lleva a cabo con el objeto de estimar la cantidad, calidad y tiempo de personal necesario para realizar el trabajo.
- La planeación del equipo y materiales tiene como finalidad determinar el tipo y cantidad de materiales, así como seleccionar y obtener el equipo y herramientas por utilizar durante la realización de un trabajo determinado.

1.6.2. - Programas de mantenimiento.

Toda empresa cuenta con equipos tales como motores, reductores, bombas, instalaciones eléctricas y muchos otros equipos que sufren daños por el tiempo de operación de cada uno de ellos, para mantenerlos en buen estado es necesario que se elabore un programa de mantenimiento para lograr una mayor vida útil en la maquinaria.

La programación de trabajo de mantenimiento tiene como finalidad:

- Establecer las fechas de iniciación y terminación de un trabajo.
- Definir la secuencia de actividades.
- Conocer la intervención de la mano de obra.
- Establecer los tiempos de suministro de los materiales.
- Establecer el presupuesto estimado.

2. - Fiabilidad y vida de un equipo.

La fiabilidad es la probabilidad de que un producto o sistema funcione sin detrimento de sus niveles ni fallas, con rendimiento, disponibilidad, eficiencia, seguridad, etc., esperados. Cuando recibe el mantenimiento prescrito y se usa en los trabajos y condiciones para los que diseñó.

La ingeniería de la fiabilidad está muy ligada a la mantenibilidad, que es la probabilidad de que un producto o sistema sea examinado y mantenido, es

decir, restituido en un nivel aceptable de fiabilidad y confianza.

Una faceta importante de la fiabilidad es que este estudia las fallas que ocurren en un producto o sistema.

Existen técnicas que ayudan a determinar, a partir de diseños y condiciones de operación, el como, cuando y cuanto de las fallas; a esto se le llama "Análisis de modo, criticidad y efectos de falla".

La elaboración de estos estudios es una labor que deben efectuar los diseñadores junto con los especialistas de control de calidad, manufactura, producción, mantenimiento y gente experimentada en la materia.

3. - Vida de un equipo.

El objetivo fundamental de la función de mantenimiento es prolongar hasta donde resulte económico la vida de un producto. Por tanto, es elemental tener una clara idea de lo que se entiende por vida.

En un equipo se tienen las siguientes vidas:

- Vida infantil; es el lapso de asentamiento en el comportamiento de un producto. En este periodo las fallas son más probables que en lapsos posteriores, ya que la mayoría de los defectos de calidad se manifiestan aquí. La actividad responsable de

mantenimiento sobre vigilar los equipos y sistemas en este periodo, y después debe de ser más liberal en la frecuencia de inspección y servicio. Es importante que en este lapso de tiempo no se abuse del equipo, aunque conviene probarlo en todos sus rangos de capacidad y rendimiento.

- Vida útil; este es el término más empleado en la industria, y el menos entendido, ya que usualmente se confunde con el resto de las vidas. La vida útil es aquella en que el equipo mantiene una fiabilidad más o menos alta y estable, situándose en la vida de prueba o vida infantil y el lapso en que el desgaste se acentúa o la fiabilidad comienza a decrecer con rapidez. En esta vida el mantenimiento es más o menos constante en sus parámetros de costos, frecuencias y esfuerzos. También se puede entender como vida entre desgaste sensible o fiabilidad estable.
- Vida probable; los fabricantes hablan de vida probable, vida esperada o vida útil, según conviene a su diseño. La mayoría de ellos se refiere a la vida probable como el plazo en el cual ocurre la mayoría de las fallas. Esto es el equivalente al modo en una distribución de frecuencia. Con base en lo anterior, se debe entender como vida probable a la modal. Es muy importante que al adquirir un equipo de estudie que entiende el fabricante por vida en sus diferentes excepciones.
- Vida total; el plazo termina al retirar de operación el equipo por causa.

- Vida económica; la vida económica principia a ser diferente de la vida útil desde el momento siguiente al proyecto inicial.

4. - Cantidad adecuada de mantenimiento.

Un mantenimiento exagerado no es económico por los costos indirectos de control y administración involucrados; además, los paros de equipo son tan frecuentes que alteran el flujo de operación. La fiabilidad se mantiene alta y la vida útil se prolonga.

El aumento de fiabilidad y vida paga con dificultad los costos por un mantenimiento exagerado, y además es muy probable que la vida económica sea más corta que la vida útil, habiéndose desperdiciado esfuerzos en el mantenimiento de un equipo que se retira de operación por otras razones.

El mantenimiento pobre tampoco es económico, ya que la pérdida de fiabilidad es muy grande y por lo tanto de incurre en riesgos considerables.

Las tareas de mantenimiento resultan ser muy caras, ya que el deterioro de las partes va más allá del calculado en diseño, llegándose a sustituir componentes a los cuales de haberles proporcionado mantenimiento antes, solo hubieran requerido un reajuste.

Es muy probable que las partes de refacción no estén disponibles; así, lo común es que las tareas se retrasan días enteros en su espera.

El mantenimiento adecuado o económico considera el estudio de probabilidad de falla, riesgos por falla, necesidad de continuidad de operación, oportunidad de paro para efectuar las tareas, factores políticos o de imagen, costos de disponibilidad de refacciones.

5. - Costos por mantenimiento.

5.1. - Directos.

- Materiales usados en mantenimiento; incluye refacciones no reusables y materiales gastables.
- Mano de obra empleada.
- Renta de equipo especial
- Precio total de trabajos contratados en el exterior; incluye desmontaje, embrague, transporte, precio pagado mas impuestos, etc.

5.2. - Indirectos

- Mano de obra ociosa o no productiva del personal del departamento de mantenimiento.
- Supervisión.
- Mano de obra del personal auxiliar que se requiere, por ejemplo vigilancia.
- Indirectos del equipo principal y auxiliar; incluye amortización, reservas, seguros, etc.

- Administración; incluye local, energía, fluidos, teléfono, área de almacén, muebles, servicios, sindicatos, seguros, etc.
- Refacciones en existencia.
- Materiales gastables en existencia.

6. - Costos por no dar mantenimiento.

6.1. - Directos.

- Producción no hecha por equipo involucrado parado.
- Producción no hecha por el equipo asociado al involucrado.
- Transportes parados por no tener producción que entregar.
- Accidentes y salud del personal.
- Litigios, quejas, demandas.

6.2. - indirectos

* Corto plazo.

- No-facturación o facturación retrasada.
- Multas por entrega incompleta.
- Sobre precios por primas de seguro.

* Mediano plazo.

- Reducción de ventas.
- Desmotivación del personal.

- * Largo plazo.
- Perdidas de penetración en el mercado.
- Mala imagen.

7. - Costos de la calidad por no dar mantenimiento.

- Material dañado no vendible
- Diferencia en ventas por multas (o calidad de segunda) por no cumplir la calidad.
- Retrabajos y selección por mala calidad.

8. - Programa de mantenimiento preventivo.

Este programa consiste en elaborar las órdenes descriptivas de las operaciones que deben efectuarse y la periodicidad con que deben efectuarse y, en este caso los programas que se realicen generalmente deben tomar los siguiente puntos para determinar:

- Que debe inspeccionarse.
- Con que frecuencia se debe inspeccionar y evaluar.
- A qué debe de dársele servicio.
- Con que periodicidad de debe dar mantenimiento preventivo.
- A qué componentes debe asignársele vida útil.
- Cual debe ser la vida útil y económica de dichos componentes.

Mantenimiento (Terotecnología)

La actividad de mantenimiento es esencial para el funcionamiento eficiente de la planta.

Terotecnología: "tecnología de la instalación preparación, mantenimiento y retiro de equipo; de la retroalimentación, de la experiencia en operación y diseño obtenida de lo anterior, y de los asuntos y prácticas relacionados."

Departamento de Mantenimiento.

Debe de estar íntimamente ligado al departamento de producción.

Deberes:

- Cuidado de la planta (Edificios y equipo).
- Cuidado de la instalación de equipo nuevo.
- Supervisión de las construcciones nuevas.

Secciones típicas.

- Mecánicas: instalación mantenimiento y reparación de equipo mecánico.
- Electricistas: instalación mantenimiento y reparación de equipo electrónico, incluyendo plantas eléctricas y equipo de comunicaciones.
- Departamento de construcción: abarca a carpinteros, albañiles, plomeros y pintores, cuidado y control de ese equipo de calefacción y ventilación. En algunos casos se incluye la provisión y conservación de todo equipo contra incendios(mangueras, extinguidores, rociadores y aspersores).

- Ayudantes: realizan el traslado de materiales y equipos, entre ellos se incluye una "cuadrilla de cargadores" equipada para poder transportar cargas voluminosas y pesadas.
- Personal de limpieza: responsables de toda la limpieza y barrido abarcando el cuidado de los sanitarios y áreas de aseo.
- Subcontratistas: útiles para transportar cargas muy pesadas y mantener equipos especiales.

Reglas

Para tener cierto control sobre el trabajo de mantenimiento deben implantarse reglas tales como:

1. - todas las solicitudes de trabajo de mantenimiento deben dirigirse (por escrito) a un punto central de control. No debe realizarse ningún trabajo sin el conocimiento y aprobación del supervisor de mantenimiento de esa área.
2. - El personal de producción no debe emprender ningún trabajo de mantenimiento (excepto en emergencias), a menos que el operario esté apoyado por el departamento de mantenimiento.
3. - Los almacenes de mantenimiento se deben controlar con tanto cuidado como cualquier otro almacén de la compañía, ya que la falta de una parte vital puede conducir a una paralización costosa de la planta.

4. - Deben llevarse registros de todos los trabajos realizados, así como un estado de materiales requeridos, ya que pueden ayudar a determinar políticas racionales de mantenimiento, reposición y depreciación.

Políticas de mantenimiento.

Dentro del contexto de mantenimiento, **falla** se define como la incapacidad de producir de forma apropiada.

Mantenimiento preventivo es el trabajo que se realiza antes de la falla.

Mantenimiento correctivo es el trabajo que se realiza después de la falla.

El mantenimiento preventivo frecuentemente puede reducir costos evitando averías o fallas costosas, pero mientras más frecuente sea, menor será la disponibilidad del equipo, lo cual aumenta los costos directos de la producción.

Tipos de política de Mantenimiento.

En general pueden identificarse 5 políticas diferentes.

- i) Basados en el tiempo (mantenimiento preventivo cada x meses).

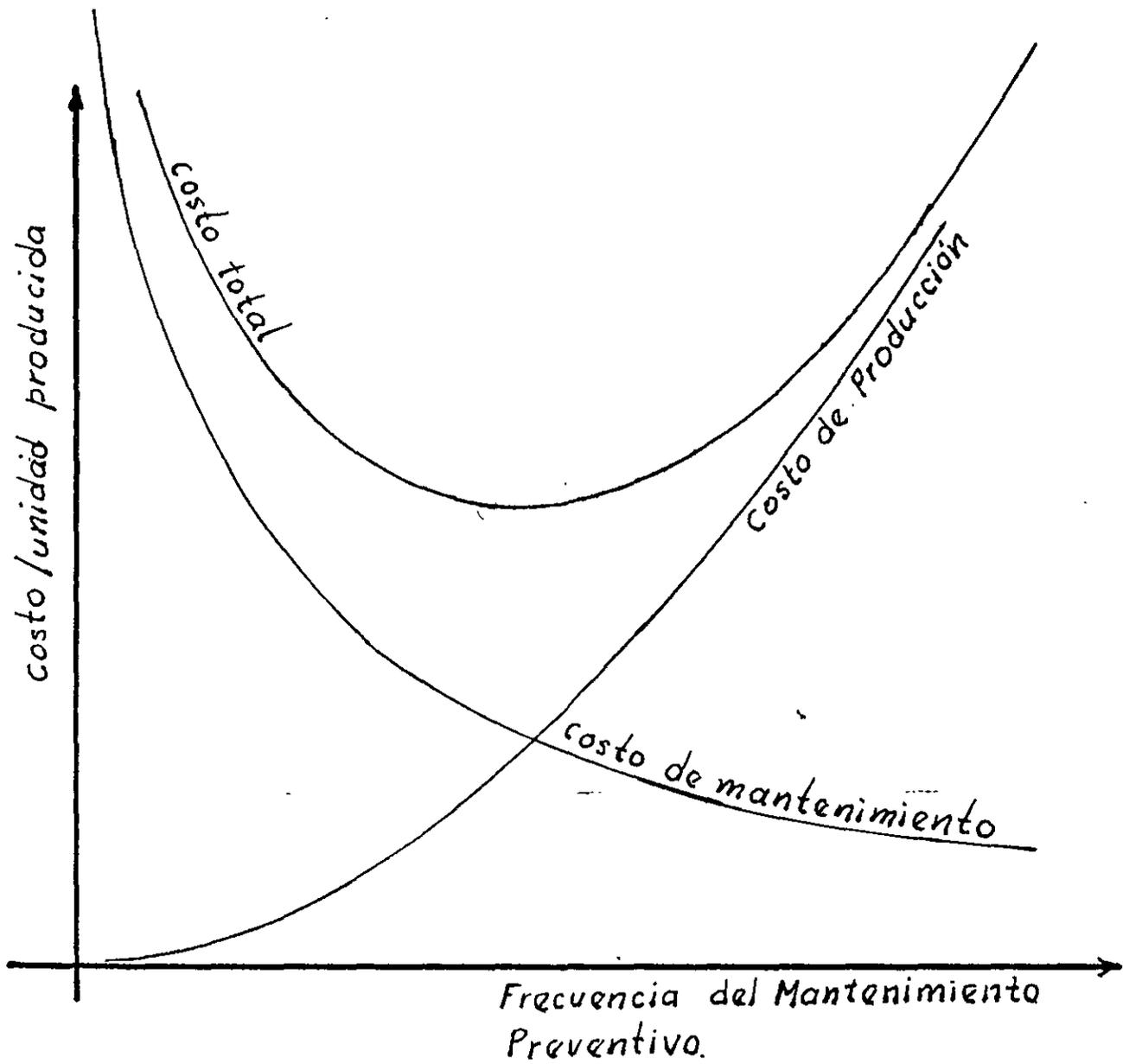


Figura: Impacto de la intensidad de mantenimiento sobre el costo total de producción.

- ii) Basados en el trabajo (mantenimiento preventivo al haber producido x volúmenes de trabajo).
- iii) Basadas en la oportunidad (dar mantenimiento cuando sea posible).
- iv) Basadas en la condición (reparar cuando el parámetro a esté en el nivel p)
- v) Basadas en emergencias (continuar operando hasta que falle el equipo, y entonces dar mantenimiento).

Mantenimiento planeado (preventivo).

Sus políticas se aplican antes de que se procese la avería (i, ii, iii) tiende a reducir el mantenimiento de emergencias.

Plan de mantenimiento.

1. - Preparación de una lista de trabajo que deba de efectuarse por exigencia de autoridades.
2. - Preparación de otra lista con la frecuencia requerida de todos los trabajos que considere deseables el gerente apropiado. Mantenimiento preventivo a maquinaria y equipo, incluyendo el de oficina.
3. - Preparación de instrucciones que cubren el mantenimiento requerido para cada concepto anotado en la lista. Estas instrucciones deben de estar detalladas y deberá evitarse el tipo de instrucción "dar mantenimiento cuando sea necesario".

4. - Preparar un plan de trabajo (a 12 meses) de manera que ninguna sección de mantenimiento quede sobrecargada.
5. - Partiendo de 4 generar instrucciones de trabajo y llevar un sistema de registro de actividades.
6. - hacer una auditoria después del mantenimiento para verificar los tiempos asignados a las diversas tareas y obtener información que sirva para determinar la políticas futuras.

Limite de reparación.

Si el costo estimado de reparación excede el límite de la reparación, el equipo en cuestión, se considera candidato activo para la reposición.

El límite de reparación es función de: la edad, la disponibilidad de respuestas, la posible pérdida de producción y el valor de recuperación.

REPARACION Y REPOSICION

La reparación que implica reposición de partes defectuosas, dañadas o desgastadas como parte del mantenimiento. En esta parte o situación, hay que considerar si resultaría mas económico reemplazar el equipo que repararlo. Un método simple para que este problema no se soslaye (ni se resuelva por omisión) es establecer un límite de reparación.

REPOSICION POR FALLA

Reposición por Grupo

Cuando es necesario mantener un grupo de componentes en condiciones de trabajo, a veces es mas económico reponer al grupo completo, incluso si alguno de los componentes todavía estan funcionando correctamente, que reponer cada uno a medida que falla. Esto es recomendable cuando el costo total de reposición de un solo componente sea mayor o igual que el de reponer un grupo de los mismos componentes.

C O S T O S D E C A L I D A D

Como tradición, contabilidad de costos ha sido una función importante en los negocios. Todas las empresas miden e informan sus costos como base de control y evaluación de mejoría. El concepto de costo de calidad surgió después de los 50. Comúnmente los costos relacionados con la calidad se ha centrado a los de inspección y pruebas, los demás se han canalizado a cuentas de indirectos. Al comenzar la gerencia a definir y aislar el entorno de costos relacionados con la calidad, se descubrieron algunas cosas tales como:

- 1.º Los costos relacionados con la calidad eran mucho mayores que los que se habían declarado en forma tradicional. Eran del 20 al 30 % de las ventas.
- 2º Los costos no solo se relacionan con las operaciones de producción sino también a servicios auxiliares, como compras y servicio al cliente.
- 3º La mayor parte de los costos fueron el resultado de la mala calidad y eran evitables.
- 4º Si bien, estos costos eran evitables, no había una responsabilidad clara de acciones para reducirlos, ni tampoco había métodos estructurados para hacerlo.

Por lo anterior, surgieron programas sobre costos de calidad.

¿ Q U E E S C O S T O S D E C A L I D A D ?

Debe entenderse como el costo de la " mala calidad ", los costos que se generan al evitar la mala calidad, o en los que se incurren como resultado de la mala calidad.

INFORMACION DEL COSTO DE CALIDAD Y SUS FINES

- 1º Evaluación de la importancia relativa de los fines de la calidad.
- 2º Ayuda a identificar las principales oportunidades de reducción de costos.
- 3º Ayuda a definir las actividades relacionadas con presupuestos y control de costos.
- 4º Sirve como base para evaluar el éxito de la empresa en cuanto al logro de objetivos de calidad.

CLASIFICACION DE COSTOS DE CALIDAD

- a) Costos de prevención
- b) Costos de evaluación
- c) Costos por fallas internas
- d) Costos por fallas externas

CARACTERISTICAS

- a) Costos de prevención.

Son aquellos que se generan en un esfuerzo por evitar que haya productos que no cumplan con las normas y que lleguen al cliente.

b) Costos de evaluación

Son aquellos en que se incurren por mantener niveles de calidad mediante medición y análisis de datos con objeto de detectar y corregir problemas. Los costos por fallas son el resultado de no cumplir con las especificaciones.

c) Costos por fallas internas

Resultan de la calidad no satisfactoria que se detecta antes de la entrega de un producto al cliente.

d) Costos por fallas externas.

Son aquellos que se deben a la mala calidad de los productos que llegan al cliente.

FUENTES ESPECIFICAS

a) Costos por prevención

Son aquellos asociados con el tiempo que se invierte en planear el sistema de calidad. Comprenden:

- * Salarios y costos de desarrollo para establecer controles de manufactura, procedimientos e instrucciones para pruebas e inspección

Estudios de Confiabilidad

Diseño de Nuevos equipos

* Costos de Control de Procesos

- Análisis de procesos de producción con el fin de mejorar la calidad.
- Establecimiento de planes de control de proceso.

* Costos de sistemas de información.

- Salarios invertidos en la obtención de datos y mediciones de calidad.

* Costos de capacitación

- Elaboración y operación de programas de capacitación y desarrollo de seminarios sobre la manera de garantizar la calidad.

* Costos generales de Administración

- Personal administrativo
- Consumos y comunicaciones relacionados con esfuerzos para mejorar la productividad.

b) Costos de Evaluación

* Costos de Prueba e Inspección

- Inspecciones y pruebas de materiales que se reciben, trabajo en proceso, artículos terminados
- Salarios de inspectores, supervisores y personal de apoyo.
- Costo de equipos de medición o pruebas

c) Costos por fallas internas

Comprenden los costos de desperdicio y reproceso. Implican materiales, mano de obra, costos indirectos relacionados con la pérdida de producción.

- Costos de acción correctiva.

Estos se presentan a causa del tiempo que se invierte en determinar las causas de las fallas y corregir problemas de producción.

- Costos de degradación

Abarcan ingresos perdidos como resultado de vender un producto a menor precio por no cumplir con las especificaciones, aunque se pueda usar.

d) Costos por Fallas Externas

* Costo de quejas de clientes y devoluciones

- Comprende el costo de investigar las quejas y tomar acciones correctivas.

* Costos por corrección del producto

Son los de la administración y los directos de producción por hacer ajustes.

- Costos de reclamación de garantía que incluye el costo de reparación o reemplazo de productos bajo garantía.

* Costos por responsabilidad del producto

Se deben a acciones y emplazamientos legales

¿ Qué es un
problema ?

Es una situación
indeseable

Tipos de preguntas que surgen ante una situación indeseable.

- ◆ ¿Qué está ocurriendo?
- ◆ ¿Por qué ocurrió esto?
- ◆ ¿Qué cursos de acción deberíamos adoptar?
- ◆ ¿Qué nos espera más adelante?

- ◆ ¿Qué está ocurriendo?

Solicita: Una aclaración, un desglose, una clave para interpretar el mapa de los sucesos actuales, un medio para control.

Lo anterior refleja el patrón de pensamiento que nos permite ordenar todo aquello que era desorden, incertidumbre o confusión. Nos permite establecer prioridades y decidir cuanto y como tomar medidas que tengan sentido y produzcan buenos resultados.

- ◆ ¿Por qué ocurrió esto?

Indica la necesidad de pensar en términos de pasar de la observación del efecto de un problema a la

compresión de su causa, y así tomar las medidas apropiadas para corregirlo o reducir sus efectos.

◆ ¿Qué cursos de acción deberíamos tomar?

Implica que debe hacerse una elección. Decidir el curso de acción que tenga más posibilidades de alcanzar una meta específica.

◆ ¿Qué nos espera más adelante ?

Es una perspectiva del futuro.

Se intenta evaluar el problema que podría ocurrir.

Lo anterior son cuatro tipos de preguntas. Cuatro patrones básicos de pensamiento.

PATRON 1: Evaluación y Aclaración.

Este patrón es de gran importancia, ya que permite evaluar, aclarar, seleccionar e imponer orden en una situación confusa, separar una situación compleja en sus componentes, decidir que debería hacerse y determinar cuando, como y quien debería hacerlo.

PATRON 2: Causa y Efecto.

Este patrón permite relacionar un suceso con su resultado, una causa con su efecto (¿por qué?).

El patrón de pensamiento que se usa para relacionar la causa con el efecto es tan esencial y natural como el que usamos para evaluar situaciones complejas. Ambas permiten sobrevivir, crecer y conservar una medida de control.

PATRON 3: Elección de Opciones.

Permite hacer elecciones razonadas.

Actividades de primer orden.

- Determinación del propósito
Con qué fin se escoge tal opción.
- Consideración de las operaciones disponibles
Como alcanzar mejor ese propósito.
- Evaluación de los riesgos relativos de las operaciones disponibles.
Cual acción tiende a ser la más segura y productiva.

PATRON 4: Anticipación del futuro.

Este patrón nos permite mirar en dirección al futuro para ver lo bueno y lo malo que nos depara. Este patrón es producto del excelente desarrollo del pensamiento causa – efecto.

Procedimientos Sistemáticos para obtener el mejor provecho del uso de los cuatro patrones de pensamiento.

ANÁLISIS DE SITUACIONES

Gira en torno a la pregunta “¿Qué está ocurriendo?” Y ala evaluación y aclaración de situaciones, a la clasificación de las cosas, al desglose de situaciones a complejas en situaciones manejables y al mantenimiento del control, sobre los eventos.

Antes de poder hacer algo razonable a productivo, debe ordenarse la situación confusa para poder ver sus componentes en perspectiva. Deben establecerse prioridades y delegarse las acciones.

ANÁLISIS DE PROBLEMAS

Se basa en el patrón de pensamiento causa – efecto.

Permite identificar, describir, analizar y resolver con precisión una situación en la que algo ha salido mal inexplicablemente. Nos proporciona una metodología para obtener información esencial de una situación problemática y hacer a un lado la información irrelevante o confusa.

ANÁLISIS DE DECISIONES

Este proceso permite apartarnos un poco de una situación de decisión para evaluar sus tres componentes Se pueden analizar las razones para tomar la decisión y examinar su propósito. Se pueden analizar las opciones

disponibles para lograr ese propósito. Se pueden analizar los riesgos relativos de cada opción. A partir de ese cuadro equilibrado de la situación se puede elegir la opción más acertada y segura: la que haya surgido después de una cuidadosa consideración de todos los factores.

ANÁLISIS DE PROBLEMAS POTENCIALES.

Este proceso se basa en la preocupación por los sucesos futuros por lo que podría suceder. Un problema potencial existe cuando es posible prever un probable trastorno en una situación dada. Nadie tienen la certeza de que va a seguir un problema, pero nadie puede asegurar que no va a surgir. Este proceso utiliza lo que sabemos o podemos suponer sin riesgo para evitar las posibles consecuencias negativas en el futuro.

Pensar y actuar con anticipación para evitar un problema resulta más provechoso que tener que resolverlo cuando lo hemos dejado desarrollarse. Este proceso racional permite a la organización tomar parte en la conformación de su futuro.

¿Qué es un problema?

Es una situación en la que no se está logrando el nivel esperado de desempeño y en la que se desconoce la causa del desempeño inaceptable.

Un problema es el efecto visible de una causa que reside en algún momento del pasado.

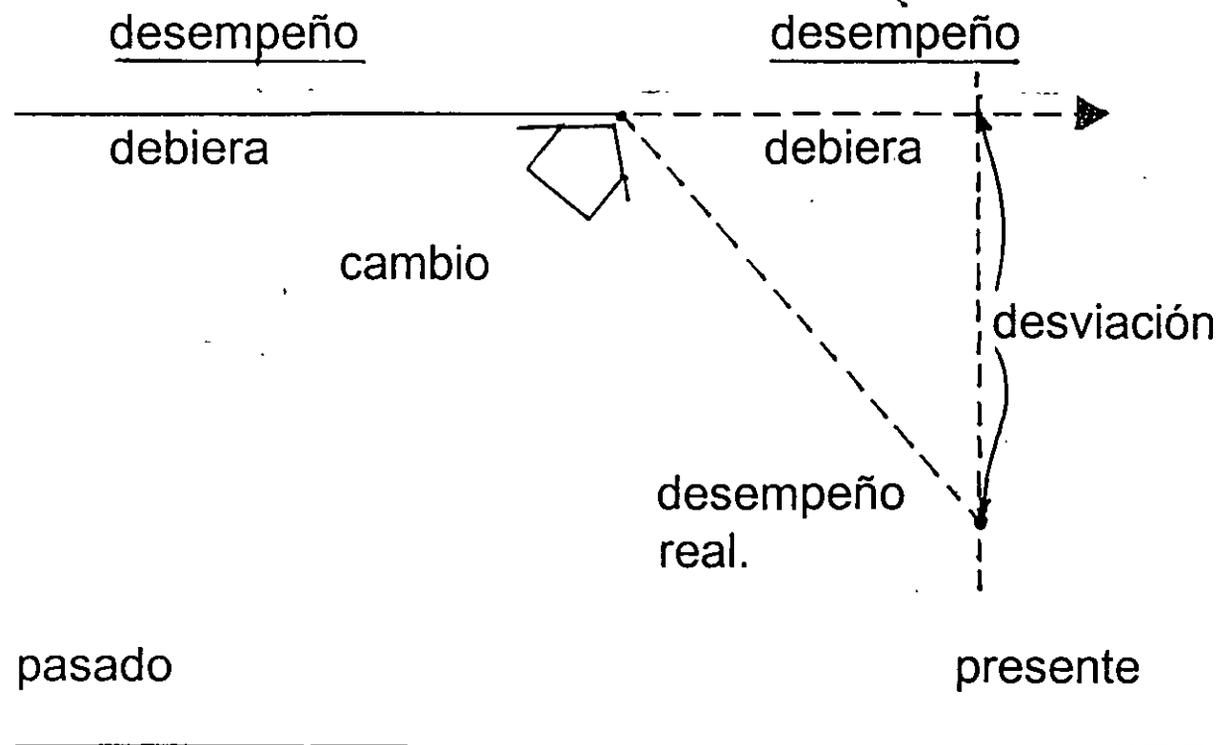
Un problema siempre implica responder a la pregunta “¿ Por qué?”.

ESTRUCTURA DE UN PROBLEMA

Se alcanza un estándar de desempeño cuando todas las condiciones requeridas para una actuación aceptable se presentan como debieran.

Si surge una alteración en una o más de estas condiciones (si ocurre algún otro tipo de cambio) entonces es posible también que se altere el desempeño

ESTRUCTURA DE UN PROBLEMA

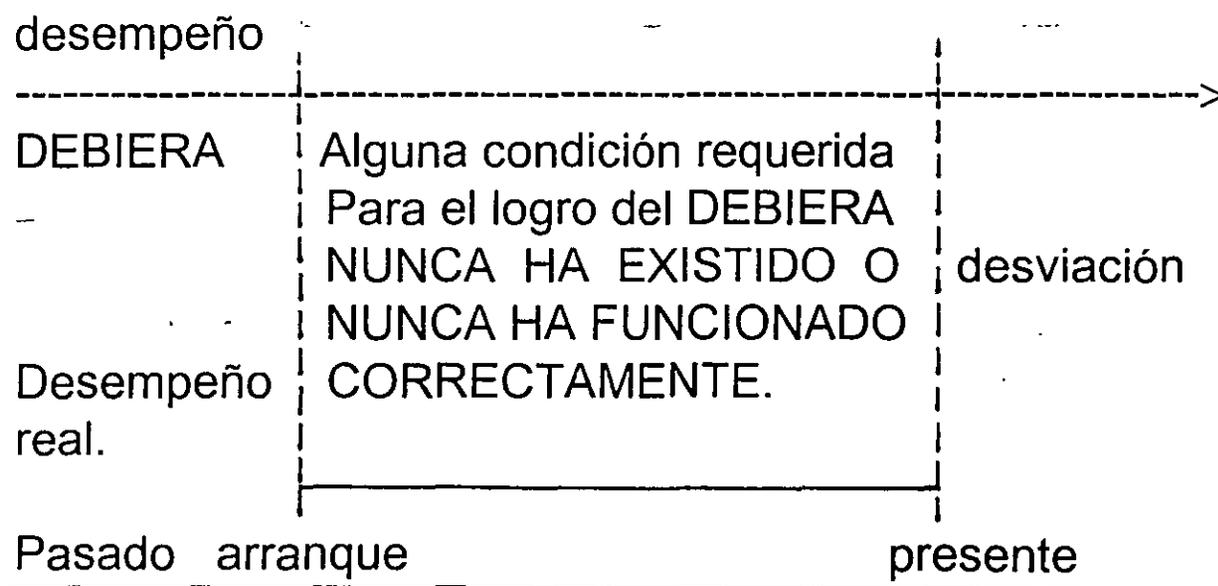


Si en algún momento el desempeño satisfizo el DEBIERA y ya no es así, es que ha acurrido un cambio. Al iniciarse la solución de problemas no sabemos exactamente en que consistió el cambio ni cuando ocurrió.

La búsqueda de la causa generalmente implica la búsqueda de un cambio específico que haya causado un deterioro en la actuación.

Hay casos en que siempre ha existido una desviación negativa en la actuación (Desviación de Arranque).

ESTRUCTURA DE UN PROBLEMA DE ARRANQUE.



OCHO PASOS EN LA SOLUCIÓN DE UN PROBLEMA

El trabajo en equipo, la planeación y la objetividad son elementos esenciales. En esta parte veremos el ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar), que es un procedimiento a seguir en la solución de problemas y en los proyectos de mejora.

Los problemas de calidad que existen en las empresas, generalmente son bien conocidos, y aunque ya se ha intentado corregirlos, éstos permanecen más o menos igual, y en ocasiones hacen crisis. Pareciera que los esfuerzos de mejora o de corrección no dan resultado: se dan casos de empresas que aunque tienen un programa de calidad, no ha dado resultados, pues aunque se intenta mejorar la calidad, no se refleja en un incremento de la productividad. Ambos aspectos son parte de un mismo asunto, que es la forma en que se trata de corregir un problema, ya que es frecuente que se caiga en alguno o varios de los siguientes errores.

- 1.- Se atacan los efectos y los síntomas y no se va a las causas de fondo de los problemas. Con la corrección de los síntomas tal vez se obtienen beneficios de corto plazo, pero el problema muy posiblemente se volverá a presentar, con la cual crece la presión. Además, la capacidad para dar soluciones de fondo se va atrofiando. En estos casos, a veces el remedio es peor que la enfermedad.
- 2.- Se trata de resolver los problemas por reacción, por impulsos, corazonadas y regañones, no mediante un plan de solución soportado en métodos y herramientas de análisis.
- 3.- Los esfuerzos son aislados, no hay mejora continua. En ocasiones, cuando al resolver un problema se logra una mejora real, ésta no alcanza a percibirse en la productividad porque es una acción aislada, no es parte de un plan de mejoras a lo largo y ancho de la empresa.

4.- No se ataca lo realmente importante, sino más bien aspectos o problemas secundarios. No se tiene como sistema aplicar el principio de Pareto.

5.- Se cree que las soluciones son definitivas, nos "enamoramamos de las Soluciones", se cae en el conformismo y no se estandarizan soluciones ni se aplican medidas preventivas para que el problema no se vuelva a presentar y el avance logrado sea irreversible.

6.- No se sabe el impacto que tiene lo que se hace y se administra según el resultado anterior. Por ello se siguen aplicando las mismas soluciones sin saber si se están atacando las verdaderas causas, y se administra sin conocimiento de la variabilidad. Al no saber con objetividad el impacto real de una solución, lleva en ocasiones a que "nuestros problemas de hoy son nuestras soluciones de ayer".

7.- Se tienen creencias erróneas sobre cómo resolver los problemas. Por ejemplo la dirección de la empresa cree que no habría problemas si todo el mundo hiciera bien su trabajo; también cree que los problemas se resuelven con la concientización de los empleados, y los que no se resuelven así entonces se corrigen con tecnología o bien que la causa del problema está fuera del alcance de los involucrados. Sin embargo, los puntos anteriores ignoran que buena parte de los problemas se deben a la organización, la administración, los métodos de trabajo, la capacitación, los criterios de compras, el diseño de productos y sistemas y la manera de tomar decisiones.

CICLO PHVA

El ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar) es de gran utilidad para estructurar y ejecutar planes de mejora de calidad a cualquier nivel directivo u operativo. En este ciclo, conocido como el ciclo de Shewhart, Deming o el ciclo de calidad, se desarrolla de manera objetiva y profunda un plan (planear), éste se prueba en pequeña escala o sobre una base de ensayo tal como ha sido planeado (hacer), se supervisa si se obtuvieron los efectos esperados y la magnitud de los mismos (verificar) y, de acuerdo con lo anterior, se actúa en consecuencia (actuar), ya sea generalizando el plan si se dio resultado y tomando

medidas preventivas para que la mejora no sea reversible, o reestructurando el plan debido a que los resultados no fueron satisfactorios, con lo que se vuelve a iniciar el ciclo.

La filosofía de este ciclo lo hace de gran utilidad para perseguir la mejora en cualquier etapa. Para cumplir efectivamente el ciclo PHVA, las herramientas básicas son de gran utilidad. El ciclo PHVA se divide en ocho pasos, como se muestra en la siguiente tabla :

Ciclo PHVA y 8 pasos en la solución de un problema.

Etapa del ciclo	Paso No.	Nombre del paso	Posibles técnicas a usar
Planear	1	Encontrar un Problema	Pareto, h.de verificación Histograma, cartas De control
	2	Buscar todas las Posibles causas	Observar el problema, Lluvia de ideas, Diagrama de ishikawa.
	3	Investigar cual Es la causa más Importante	Pareto, estratificación, d. de dispersión. d. de Ishikawa
	4	Considerar las Medidas remedio	Por qué...necesidad Qué...objetivo Dónde...lugar Cuánto...tiempo y Costo. Cómo...plan
Hacer	5	Poner en Práctica las Medidas remedio	Seguir el plan Elaborado en el Paso anterior e... Involucrar a los Afectados.
Verificar	6	Revisar los Resultados Obtenidos	Histograma, Pareto, c De control, h.de Verificación
Actuar	7	Prevenir la Recurrencia del Mismo problema	Estandarización, Inspección, supervisión H.de verificación, Cartas de control.
	8	Conclusión	Revisar y documentar El procedimiento Seguido y planear el Trabajo futuro.

OCHO PASOS EN LA SOLUCIÓN DE UN PROBLEMA

Cuando se reúne un equipo a resolver un problema, antes de proponer soluciones y aventurar acciones correctivas, se debe contar con información y seguir un método objetivo. De esta manera se estará haciendo hábito la planeación, el análisis y la reflexión, con lo que se estarán reduciendo las acciones por reacción. En este sentido se propone que los equipos de calidad siempre sigan los ocho pasos que se sintetizaron en la tabla anterior, y que a continuación se describen.

1.- Encontrar un problema. En este primer paso se debe definir con claridad el problema a resolver, para ello se debe recurrir a toda la información posible para elegir dentro de los problemas considerados el más importante. En estos pueden ser de utilidad las herramientas básicas, como el diagrama de Pareto, la hoja de verificación, el histograma, una carta de control o directamente la queja de un cliente interno o externo.

Para decidir si realmente un problema es el más importante es necesario que el grupo se pregunte el porqué de la importancia del mismo, cómo afecta al cliente, cómo influye en la calidad total de la empresa, cómo y dónde se manifiesta, qué significa solucionar el problema, cuáles son los antecedentes de éste ¿anteriormente se ha tratado solucionar?, ¿alguien lo detectó antes? (cuándo, cómo, dónde). Las respuestas a estas preguntas ayudarán a atacar problemas reales que se intenta resolver en el primer paso para su solución. Para ello, además de lo anterior, también se puede recurrir a gráficas, fotografías, etc.

2.- Buscar todas las posibles causas. Al iniciar la búsqueda de las posibles causas del problema, antes de cualquier análisis los miembros del equipo deben preguntarse el porqué de tal problema al menos cinco veces, para que así se centren y profundicen en las verdaderas causas del problema y no en los síntomas. Es necesario que se observen las características del problema, haciendo énfasis en variabilidad: cuándo se da (horario, turno, diferencia entre días o estaciones de trabajo), en qué parte del producto o

el proceso se presentan los defectos, en qué tipo de productos o procesos se da el problema, cómo se hace evidente el problema.

Después, en un grupo, y tal vez usando la técnica de lluvia de ideas y el diagrama de Ishikawa, se deben considerar todas las posibles causas desde una amplia gama de puntos de vista, donde no se descarte de antemano ninguna posible causa. Es necesario buscar relacionar las variaciones en el problema con la variación de los factores que intervienen en el mismo. Cuando el problema se ha presentado en repetidas ocasiones, es recomendable centrarse en el hecho general, no en el particular; por ejemplo, si el problema es que un lote salió mal, y eso ocurre con frecuencia, entonces es mejor preguntarse a profundidad por qué salen mal los lotes, no por qué salió mal un lote en particular.

3.- Investigar cuál es la causa o el factor más importante. Dentro de todas las posibles causas y factores considerados en el paso anterior, es necesario investigar cuál es el más importante, cuáles de ellos son vitales. Para ello se pueden sintetizar la información relevante encontrada en el paso anterior y representarla en un diagrama de Ishikawa, y por consenso seleccionar las causas que se consideren más importantes. También se pueden hacer un análisis más objetivo utilizando alguna de las siguientes herramientas: el diagrama de Pareto, la estratificación o el diagrama de dispersión, o se pueden tomar datos mediante una hoja de verificación. Además, se debe investigar cómo se interrelacionan las posibles causas, para así entender mejor la causa real del problema y el efecto que tendrá, al solucionarlo, en otros procesos interdependientes. No hay que olvidar y perder de vista el problema general.

4.- Considerar las medidas remedio. Al considerar las medidas remedio se debe buscar que éstas eliminen la causas, de tal manera que se esté previniendo la recurrencia del problema, y no considerar acciones que sólo eliminen el problema de manera inmediata o temporal.

5.- Poner en práctica las medidas remedio. Para poner en práctica las medidas remedio se debe seguir al pie de la letra el plan elaborado en el paso anterior, además de involucrar a los afectados y explicarles la importancia del problema y los objetivos que se persiguen. Algo fundamental a considerar en el plan de implantación es que las medidas remedio primero se hacen a pequeña escala sobre una base de ensayo, si esto fuera factible.

6.- Revisar los resultados obtenidos. En este paso se debe verificar si las medidas remedio dieron resultado. Para ello se debe usar la misma herramienta con que se detectó el problema o con que se analizó la magnitud o importancia del mismo, con lo que se podrá tener una imagen objetiva de la situación antes y después de las modificaciones. Las posibles herramientas a usar en este paso son el histograma, el Pareto, la carta de control, una hoja de verificación o una encuesta a clientes. Además, resulta importante evaluar el impacto directo de la solución, ya sea en términos monetarios o sus equivalentes. Es importante investigar si el plan de solución, se siguió al pie de la letra y, si hubo alguna modificación, se debe investigar el porqué, sobre todo si los resultados no han sido del todo satisfactorios.

7.- Prevenir la recurrencia del mismo problema. Si las soluciones dieron resultado se debe generalizar las medidas remedio y prevenir la recurrencia del mismo problema o garantizar los avances logrados; para ello se debe estandarizar soluciones, documentarlas y asignar tiempos y responsabilidades específicos, y estandarizar los nuevos procedimientos, identificando claramente quién, cuándo, qué, por qué y cómo.

Es necesario comunicar y justificar las medidas preventivas, y entrenar a los responsables de cumplirlas. Las herramientas estadísticas pueden ser de mucha utilidad para establecer mecanismos o métodos de prevención y monitoreo; por ejemplo, poner en práctica cartas de control, inspecciones periódicas, hojas de verificación, supervisiones, etc.

También conviene elaborar una lista de los beneficios indirectos e intangibles que se lograron con el plan de mejora.

Si las soluciones no dieron resultado se debe repasar todo lo hecho, aprender de ello, reflexionar, obtener conclusiones y, con base en esto, empezar de nuevo desde el paso 1.

8.- Conclusión. En este último paso se debe revisar y documentar el procedimiento seguido y planear el trabajo futuro. Para ello se puede elaborar una lista de los problemas que persisten y señalar algunas indicaciones de lo que puede hacerse para resolverlos.

Los problemas más importantes se pueden considerar para reiniciar el ciclo. Además es importante reflexionar sobre todo lo hecho, documentarlo y aprender de ello, para que las acciones futuras sean mejores y cuenten con un expediente o documento del cual partir.

Los ocho pasos anteriores tal vez en un principio parezcan un trabajo extra y lleno de rodeos para resolver un problema o para ejecutar un proyecto de mejora; pero a mediano plazo liberan de muchas de las actividades que hoy se realizan y que no tienen ningún impacto en la calidad. En otras palabras, el seguir los ocho pasos sustituirá la cantidad de acciones instantáneas por la calidad de las soluciones de fondo. Seguir los ocho pasos debe ser un hábito que se debe promover a lo largo y ancho de la empresa en todos sus niveles directivos.

ANALISIS GENERAL DE COSTOS (EJEMPLO)

DATOS:

Hotel	De playa
Cuartos	250
Ocupación	80%
Tarifa	\$ 300 día (40 dlls.)

OPERACION:

-Agua	
.Consumo	500 m3/día
.Consumo por cuarto	2 m3/día
.Costo de agua	\$ 480,000 (64 dlls./m3)
-Aire acondicionado	800 ton de refrigeración
	3.2 TR/cuarto
-Agua de recuperación	12.5 m3/día
-Suavización	
.Entrada de agua	440 ppm de dureza
.Salida del agua	80 ppm de dureza
.Sal	6 bultos de 45 Kg./C.U.
	\$ 200/bulto
.Zeolita	1 renovación/8 horas
.Hipoclorito de sodio	8 lts./día

COSTOS ANUALES	Millones de pesos	% *	mil US dlls.	% #	
Energía eléctrica		20.5	1.4	102.5	2.0
Agua		28.8	2.0	144.0	2.9
Diesel (11 250 Lts./mes)		3.5	0.2	17.5	0.4
Personal (mantto. 25 H.)		12.0	0.8	60.0	1.2
Contratación obras		20.5	1.4	102.5	2.0
Refacciones		31.2	2.2	156.0	3.1
Imprevistos		3.5	0.2	17.5	0.4
Subtotal mantenimiento		120.0	8.2	600.0	12.0
Servicios de ama de llaves		240.0	16.6	1200.0	24.0
* Referido al ingreso anual	\$ 21,600,000			(2,880 US dlls.)	
# Referido a la inversión	\$ 15,000,000			(2,000 US dlls.)	

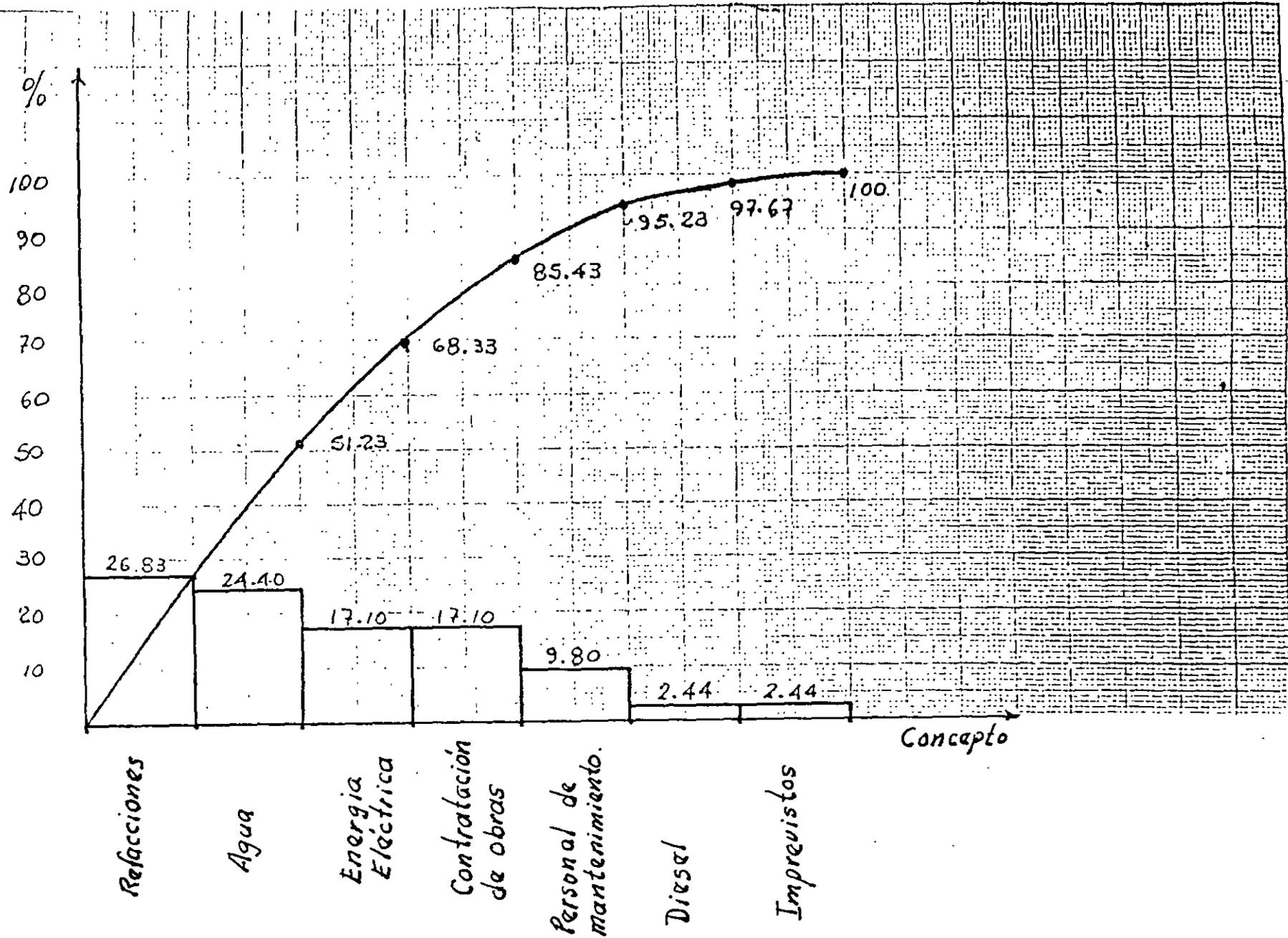
EJEMPLO DE APLICACION DE ANALISIS DE COSTOS ESTADISTICOS

Hotel "X"	Enc.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
Energía Electrica	0.116	0.116	0.116	0.116	0.116	0.116	0.116	0.116	0.116	0.116	0.116	0.116	1.4
Agua	0.166	0.166	0.166	0.166	0.166	0.166	0.166	0.166	0.166	0.166	0.166	0.166	2.0
Diesel	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.2
Personal de M. 25 Hombres	0.066	0.066	0.066	0.066	0.066	0.066	0.066	0.066	0.066	0.066	0.066	0.066	0.8
Contratación de Obras	0.116	0.116	0.116	0.116	0.116	0.116	0.116	0.116	0.116	0.116	0.116	0.116	1.4
Refacciones	0.183	0.183	0.183	0.183	0.183	0.183	0.183	0.183	0.183	0.183	0.183	0.183	2.2
Imprevistos	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.2
Total													8.2/100 = 0.081

Tebr

DIAGRAMA DE PARETO
EJEMPLO DE APLICACION DE ANALISIS DE COSTOS ESTADISTICOS

47



EJEMPLO DE COSTO ANUAL PARA MANTENIMIENTO INTERNO

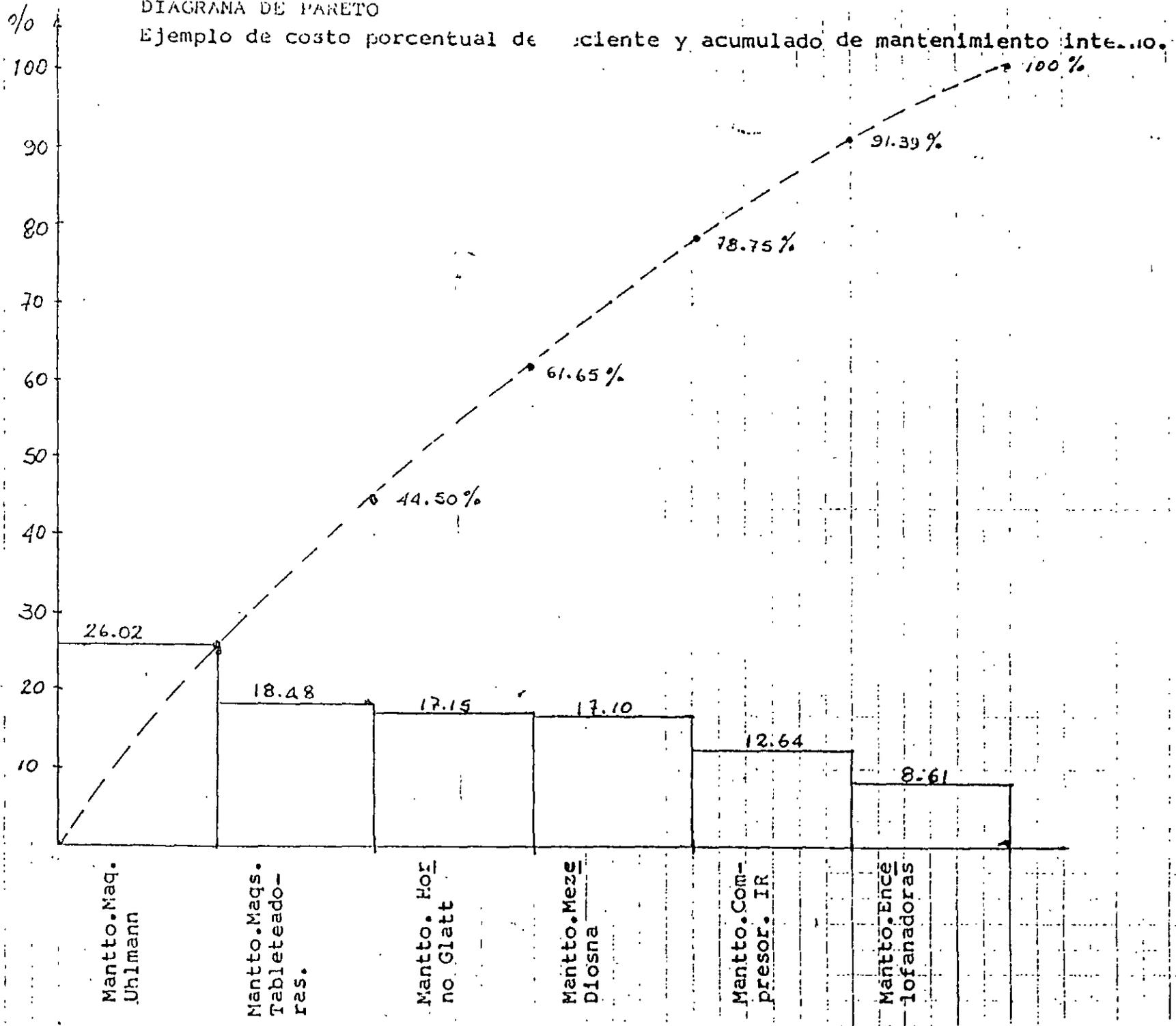
EQUIPOS DE FABRICACION

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Horno Glatt	1.64	1.64	3.64	1.64	1.64	3.64	1.64	1.64	3.64	1.64	1.64	3.64	27.68 x1000
Mezclador-Tri turador Diosna	1.30	1.30	2.60	1.30	1.30	4.00	1.30	1.30	2.60	1.30	1.30	8.00	27.60
Refacciones P/Tableteas- doras	2.49	2.49	2.49	2.49	2.49	2.49	2.49	2.49	2.49	2.49	2.49	2.49	29.83
Equipos de acondicionamiento													
Refacs. y													
Manttos Maq. Uhlmann	2.00	2.00	4.00	2.00	2.00	12.0	2.00	2.00	4.00	2.00	2.00	6.00	42.00
Maqs. Encelo fanadoras	0.00	0.00	2.72	0.00	0.00	0.00	5.44	0.00	0.00	2.72	0.00	3.00	13.88
Equipos de servicio													
Refacs. y													
Mantto para Compresor In gersoll Rand	0.00	0.00	1.70	0.00	0.00	1.90	0.00	0.00	0.00	1.41	0.00	15.4	<u>20.41</u>
TOTAL													161.40/100 = 1.614

196

DIAGRAMA DE PARETO

Ejemplo de costo porcentual de eficiente y acumulado de mantenimiento interno.



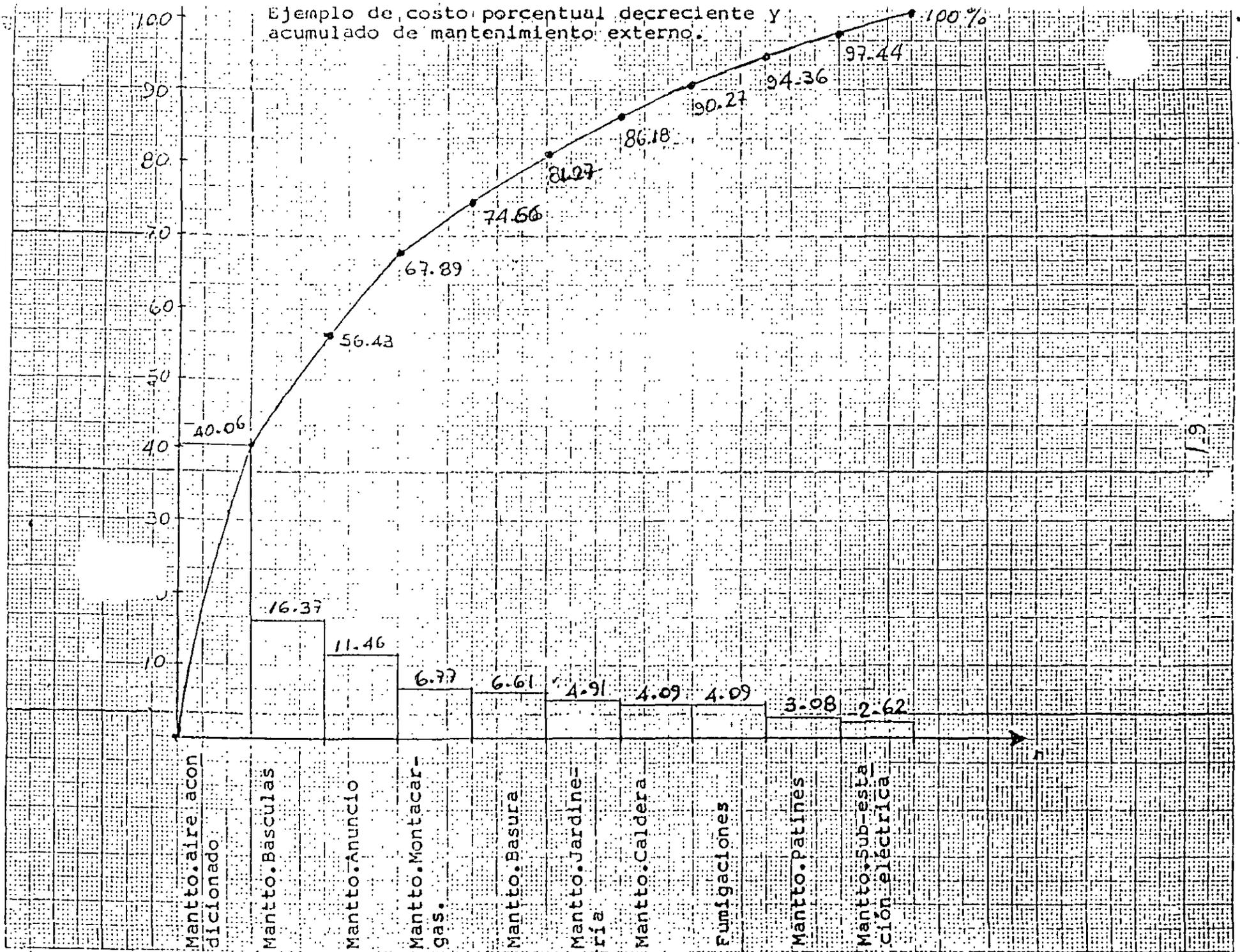
57
57

EJEMPLO DE COSTO ANUAL PARA MANTENIMIENTO EXTERNO

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Mantto.Caldera	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	15.60
Mantto.Subest.	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00
Mantto.Monta- cargas	3.64	3.64	3.64	3.64	3.64	3.64	3.64	3.64	3.64	3.64	3.64	3.64	43.68
Mantto.Bascu- las	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20	5.20	62.40
Mantto.Aire A- condicionado	12.72	12.72	12.72	12.72	12.72	12.72	12.72	12.72	12.72	12.72	12.72	12.72	152.64
Mantto.Anuncio	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	25.20
Mantto.Patines	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	11.76
Fumigaciones	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	15.60
Jardinería	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56	18.72
Basura	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	25.80
Total.													<u>381.40/100</u>
													= 3.81

48

Ejemplo de costo porcentual decreciente y acumulado de mantenimiento externo.



147

Ejemplo

Se tiene un equipo para manejo de materiales cuyo valor de adquisición es de \$ 10 000.00 y se quiere ver cual es flujo de capital de este activo en un periodo de 10 años con un interés bancario blando del 10 % anual.

Año	Valor de Rescate a fin de año	Disminución en el valor de rescate durante el año	Interés sobre el valor de rescate original	Costo de Capital
Nuevo	10 000.00			
1	8 300.00	1 700.00	1 000.00	3 700.00
2	6 900.00	1 400.00	8 830.00	2 230.00
3	5 700.00	1 200.00	690.00	1 890.00
4	4 700.00	1 000.00	570.00	1 570.00
5	3 900.00	800.00	470.00	1 270.00
6	3 200.00	700.00	390.00	1 090.00
7	2 700.00	500.00	320.00	820.00
8	2 300.00	400.00	270.00	670.00
9	1 950.00	350.00	230.00	580.00
10	1 650.00	300.00	195.00	495.00

LAS OCHO DISCIPLINAS PARA EL PROCESO DE RESOLVER UN PROBLEMA (8D)

Los 8D son principios que deben guiar la solución de un problema que requiere una respuesta urgente e inmediata, de lo contrario la calidad se puede seguir deteriorando.

Las ocho disciplinas son las siguientes:

- 1.- Abordar el problema en equipo
- 2.- Describir y verificar el problema
- 3.- Poner en práctica y verificar acciones de contención
- 4.- Definir y verificar causas raíz
- 5.- Verificar el resultado de las acciones correctivas
- 6.- Elegir e implantar acciones correctivas permanentes
- 7.- Prevenir la recurrencia del problema
- 8.- Felicitar al equipo.

Ejemplo

En una empresa fabricante de llantas se tiene un programa de círculos de calidad. En particular en el departamento de mantenimiento se forma un equipo para trabajar en el área de prensas de vulcanizado para implementar mejoras en los sistemas de lubricación. El equipo lo integran siete personas: tres lubricadores, dos mecánicos de vulcanización, un instrumentista y un electricista. A continuación se describe los ocho pasos seguidos por el equipo para ejecutar un proyecto de mejora.

1.- Encontrar un problema. En el área de trabajo del equipo se tiene el problema de desperdicio de grasa en prensas de vulcanización, lo cual ocasiona un exceso de lubricación y un alto costo. Para evitar esto, y sabiendo la importancia que tienen los servicios de lubricación, se pretende lograr un sistema de lubricación más adecuado, teniendo como fin último hacer más eficiente y menos costoso el mantenimiento preventivo de lubricación en beneficio del departamento de vulcanizado. Una forma en que se cuantificará o reflejará el efecto de las mejoras es por la reducción en el consumo de grasa en las prensas.

El proyecto abordará inicialmente a cuatro prensas. Para evaluar la magnitud e importancia del problema se sacaron algunas fotografías donde se muestra el exceso de grasa en diferentes partes de las prensas de vulcanizado. También se tomaron datos sobre el consumo actual de grasa en las cuatro prensas, se generalizan a la línea en que se ubica cada prensa y se hacen estimaciones de consumo de grasa por día, mes y año (ver tabla (a)).

Resulta razonable plantearse como objetivo reducir el consumo de grasa en un 25%, con lo que de acuerdo con la tabla (a) el consumo mensual en las cuatro líneas se reduciría de 162.6 a 122 kg, y anualmente de 1951.2 kg a 1464 kg.

2.- Buscar todas las posibles causas. La identificación de las posibles causas se hizo mediante una sesión de lluvia o tormenta de ideas, en las que se obtuvieron las siguientes causas probables :

Tabla (a)

Consumo de grasa por línea en prensas de vulcanizado.

Análisis de la situación actual: Consumo de grasas (datos en kilogramos)

Línea	No. prensas Por línea	Consumo diario de Grasa por prensa	Consumo diario de grasa por día	Consumo mensual por línea	Consumo anual por línea
A	6	0.180	1.08	32.4	388.8
B	6	0.180	1.08	32.4	388.8
C	9	0.140	1.26	37.8	453.6
D	8	0.250	2.00	60.0	720.0
Total	29		5.42	162	1951.2

- 1.- Falta de programas de verificación
- 2.- Falta de flujo del aire
- 3.- Fallas eléctricas
- 4.- Falta de presión del aire
- 5.- Falta de refacciones adecuadas
- 6.- Variedad de inyectores del sistema de lubricación (no hay estan.).
- 7.- Variedad de bombas de lubricación (no hay estandarización).
- 8.- Tuberías dobladas o rotas
- 9.- Bujes en mal estado
- 10.- Chumaceras y coronas en mal estado
- 11.- Falta de herramientas
- 12.- falta de capacitación
- 13.- Errores humanos
- 14.- Falta de mano de obra
- 15.- Sistemas de lubricación ineficiente.

3.- Investigar cuál es la causa o el factor más importante. Para analizar cuáles de las 15 posibles causas son las más importantes, primero se representaron en un diagrama de Ishikawa (Ver fig. (1)), a partir del cual, mediante la discusión en grupo y en consenso, se decide que las causas más importantes son :

43

51

- a) sistema de lubricación ineficiente,
- b) inyector de sistemas de lubricación,
- c) variedad de bombas de lubricación,
- d) falta de refacciones,
- e) falta de programas de verificación, y
- f) falta de capacitación.

Para confirmar que efectivamente éstas son causas importantes se construyó la hoja de verificación de la tabla (b) , en la que se va decidiendo cómo se va a confirmar cada causa, los responsables de hacerlo, la fecha y finalmente los resultados obtenidos de la confirmación.

4.- Considerar las medidas remedio. Para cada una de las causas confirmadas en la tabla (b) se acuerda lo que se va hacer para corregirlas y así eliminar los problemas que causan en la lubricación de prensas. En la tabla (c) se muestran las medidas a ejecutarse.

5.- Implantar las medidas remedio. Por el tipo de medidas de solución que se acordaron en la frase previa, hubo necesidad en esta fase de evaluar, en algunos casos, diferentes alternativas de solución. En las tablas (c) y (d) se muestran las medidas remedio que se pusieron en práctica.

6.- Revisar los resultados obtenidos. Para confirmar la efectividad de las medidas tomadas se analizaron las ventajas del nuevo sistema de lubricación al compararlo contra el sistema antes de las mejoras, y se hizo una evaluación cuantitativa del consumo de grasa en las cuatro líneas (ver fig. (2)).

Haciendo un análisis monetario de la inversión necesaria para ejecutar el plan de mejoras y de los beneficios económicos del proyecto se obtuvieron los siguientes datos.

Inversión inicial :

1 lote de tubería por línea

$$\$230 \times 4 = 920$$

1 lubricador por prensa código 5914161

$$\$325 \times 29 = 9425$$

$$\text{Total} = \$10\,345.00$$

Consumo anual de grasa en las 4 líneas

Antes de las mejoras, 11 tambos:

$$\$30\,907.00$$

Después de las mejoras, 5 tambos:

$$\$14\,049.00$$

Además, al haber menos consumo de grasa, se reducirá el consumo anual de bombas:

Antes de las mejoras se consumían: 2 bombas x \$5650 = \$11 3000.00

Después de las mejoras se consumen: 0 bombas = \$ 0.00

El ahorro anual es : $\$16858 + \$11\,300 = \$28\,158.00$

Si a lo anterior se resta la inversión total (\$10 345), se concluye que el beneficio total del proyecto fue de :

$$\text{Beneficio} = 28158 - 10345 = \$17813.00$$

7.- Prevenir la recurrencia del mismo problema. Los beneficios del proyecto de mejora, incluyendo los económicos, son:

- Productos más limpios por la reducción de la contaminación en las áreas de trabajo.
- Reducción de los accidentes dentro de las áreas de trabajo.
- Mejoramiento del aspecto del área de vulcanización.
- Ahorro para la reducción de grasa y la compra de bombas de lubricación.

De acuerdo con lo anterior es importante mantener el efecto de las mejoras, y para ello el equipo de calidad elaboró un procedimiento estándar a seguir para la lubricación (ver tabla (e)).

8.- Conclusión. El equipo documentó todo lo hecho, y entre sus conclusiones destacan las siguientes:

- La mejora cuantitativa fue de hasta un 50% en algunas prensas, superando ampliamente el objetivo inicial. (De aquí que cuando se trabaja bien, lo menos importante es el objetivo numérico, más bien lo importante es el objetivo general que se persigue.)
- El formar círculos de calidad en la empresa da la pauta para ir más allá de las expectativas personales, ya que este grupo mejoró la relación y el ambiente de trabajo, que se refleja en el proyecto que se ejecutó.
- Aunque somos un círculo de calidad de alguna manera piloto, aprendiendo y usando las metodologías y herramientas de calidad total nos sentimos triunfadores ante este reto.

Figura (1)

Diagrama de Ishikawa para el desperdicio de grasa.

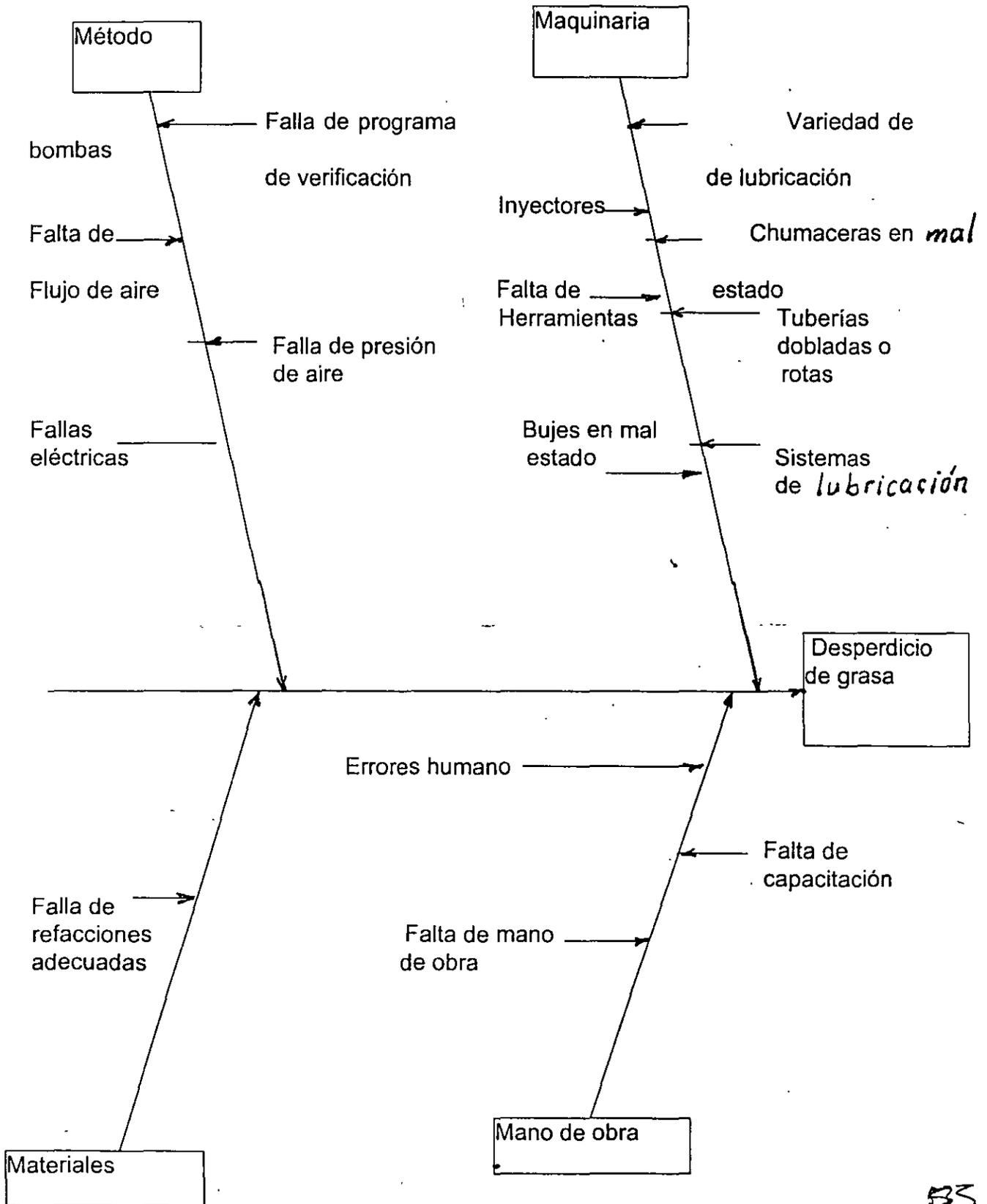
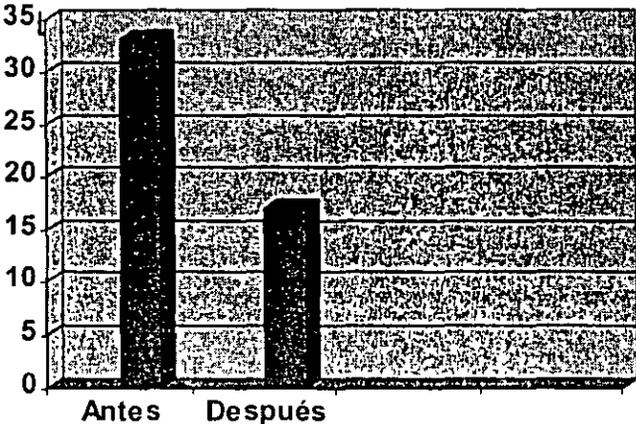


Figura (2)

Reducción en el consumo de grasa por línea.

Línea A



Línea B

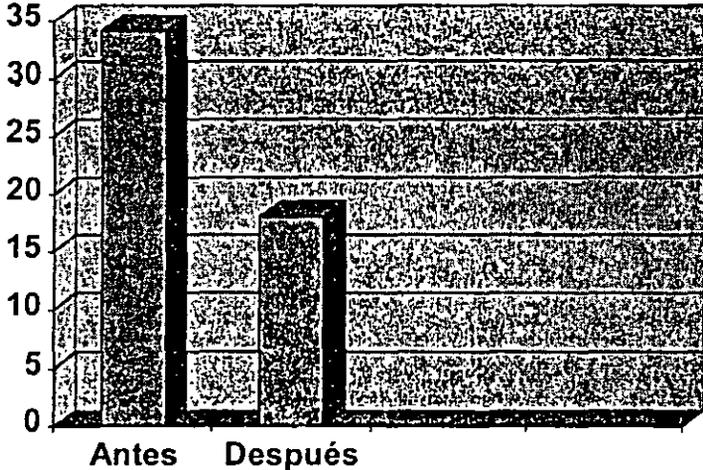


Tabla (b)

Hoja de verificación para confirmación de causas.

Causa a Confirmar	Métodos de Confirmación	Responsable	Resultados
a) Sistema de Lubricación Ineficiente en Prensas de Vulcanización	Consultar Manuales de Prensas	Todos los Integrantes Del círculo De calidad	El sistema de Lubricación actual no es Eficiente debido A la falta de Algunos Componentes
b) Inyectores del Sistema de Lubricación	1.- Consultar manuales 2.- Comparar en almacén		Los inyectores encontrados en el almacén no cumplen con los requerimientos de las prensas y se encontraron tres códigos para un mismo inyector
c) Bombas de Lubricación	Inspección Visual de los Modelos usados En las 29 prensas		Se encontraron 5 Modelos diferentes usados en las 29 prensas
d) Falta de Refacciones	1.- Consultar manuales 2.-Comparar refacciones existentes con las indicadas en el checklist		Se realizó un listado de partes con base en el Manual de bombas de Lubricación y comparándola Con el checklist se detectó un faltante de Refacciones
e) Falta de un Programa de Verificación	Consultar el Archivo de Mantenimiento		Mantenimiento Contaba con un Programa de Verificación, sin Embargo, no Estaba en pleno Funcionamiento
f) Falta de Capacitación	Consultar con el Departamento De recursos Humanos		Se necesitan Cursos de Lubricación debido a que Los lubricadores Son contratados Como torneros Y/o soldadores

Tabla (c)

Medidas tomadas para corregir el desperdicio de grasa.

Causa confirmada	Responsable	Contra medidas
a) Sistema de Lubricación existente En prensas de Vulcanización	T o d o s l o s I n t e g r a n t e s D e l c í r c u l o D e c a l i d a d	Es necesario armar Un sistema eficiente Reuniendo los Componentes adecuados
b) Inyectores del Sistema de lubricación		Es necesario Seleccionar un modelo Adecuado de inyector Y asignarle su código En almacén
c) 5 sombras de lubricación		Se necesita contar con Sólo un modelo de Bomba, para después Estandarizar su uso en Las 29 prensas
d) Falta de refacciones		Es necesario tener un Checklist funcional
d) Falta de un Programa de Verificación		Se requiere poner en Funcionamiento el Programa de verificación
f) Falta de capacitación		Se necesitan cursos De lubricación

Tabla (d)

Selección e implantación de las medidas de solución.

Causa confirmada Selección	Alternativas	Criterios de selección	
De medida implantada			
a) Sistema de Lubricación	El diseñado por el círculo	Con base en los requerimientos de las Prensas y especificaciones Encontradas en manuales se diseñó un sistema completo y eficiente	El diseñado por los integrantes del círculo
c) Bombas de Lubricación	82653 82655 *83834 82553 83334	Se realizó la relación de entrada/salida de las bombas y según indicaciones del manual se deben usar bombas con una relación de 25:1. De los cinco modelos que se manejan sólo se cuenta refacciones para el modelo 83834	La bomba modelo 83834
a) Inyectores de Sistemas de Lubricación en Prensa	SL32 Normal SL32 Azul SL32 Verde SL3 Normal SL33 Rojo	Se estudiaron los manuales de prensas 42 y 55 BOMs (Bag-0-matic) y se concluyó que debido a su diseño y características el SL33 Normal cumple tanto con los requerimientos de la Prensa como con los de las Bombas seleccionadas	El inyector SL33 Normal (.001-.003 in 3)
f) Falta de capacitación	Capacitación en sistemas y equipo de lubricación	Según necesidades expuestas por los lubricadores esta es la capacitación requerida	Capacitación en sistemas y equipo de lubricación

Tabla (e)

Estandarización de las modificaciones.

Procedimiento estándar
Mantenimiento a sistemas de lubricación

Departamento : Mantenimiento	Area de control : Vulcanización	Razón para controlar : Hacer eficiente el sistema de Lubricación
Punto de control : Sistema de lubricación En prensa	Elemento de control : Flujo de inyección de grasa	Instrumento de medición : Vasos de lubricación
Tarea a controlar : Exceso de grasa	Responsable : Lubricador en turno	Reporta a : Supervisor en turno

Factor a controlar

Especificación estándar

Sistema de lubricación	Cada prensa debe contar con los siguientes elementos En su sistema de lubricación: 1 lubricador, 1 filtro de aire, 1 regulador, 1 válvula solenoide y 1 manómetro.
Inyectores	Usar el modelo SL33 en todo el sistema y de forma Estándar en todas las prensas.
Bombas de lubricación	Colocar en cada prensa una bomba de lubricación Marca Lincoln modelo 83834.
Verificación de lubricación	Se llevará a cabo cada 8 días, es decir, 48 Verificaciones al año.