



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica

IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PROACTIVO EN LAS ESTACIONES TEXACO

Mynor José Morales Villatoro

Asesorado por el Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda

Guatemala, octubre de 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PROACTIVO EN
LAS ESTACIONES TEXACO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA

FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

MYNOR MORALES VILLATORO

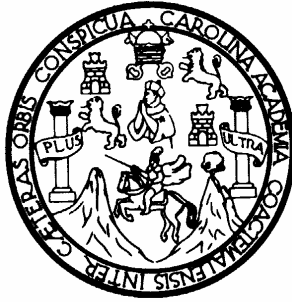
ASESORADO POR EL ING. EDWIN ESTUARDO SARCEÑO ZEPEDA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Fredy Mauricio Monroy Peralta
EXAMINADOR	Ing. Edwin Sarceño Zepeda
EXAMINADOR	Ing. Francisco Arrivillaga Ramazzini
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la Ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PROACTIVO EN LAS ESTACIONES TEXACO,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, el 7 de octubre de 2002.

Mynor José Morales Villatoro

AGRADECIMIENTOS A:

- Dios** Por haberme dado paciencia, sabiduría y amor para alcanzar esta grandiosa meta.
- Mis padres** Miriam Lizeth Villatoro González y Mynor Arnoldo Morales Cachón, por darme ese apoyo incondicional, ya que, debido a sus esfuerzos amor y comprensión hoy ven cumplidos sus anhelos y los míos.
- Mis familiares** Con los que comparto este triunfo y orgullo.
- Mis amigos** Gracias a todos, por la amistad que hemos adquirido durante los años de estudio y que seguiremos conservando siempre.
- Mi asesor** Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda, por su gran apoyo y consejo, en la elaboración de este trabajo.
- Texaco Guatemala** Empresa que me permitió realizar mi ejercicio profesional supervisado (EPS), en especial a Ing. Alejandro Rodríguez por el apoyo, conocimientos y material que me compartió para realizar mi investigación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1 Tipo de estaciones Texaco	1
1.1.1. Estaciones de servicios coco	1
1.1.1.1. Diferentes áreas que existen en estaciones De servicio coco.	1
1.1.1.1.1 Área de servicio de despacho de Combustible	2
1.1.1.1.2 Área del cuarto de maquina	4
1.1.1.1.3 Área de tienda <i>Star mart</i>	5
1.1.2. Estaciones de servicio <i>dodo</i>	6
1.1.3. Estaciones de servicio <i>codo</i>	6
1.2. Delimitación de la investigación	7
1.3. Departamento de mantenimiento	7
1.3.1. Funciones de los supervisores de mantenimiento	8
1.3.2. Funciones del asistente de mantenimiento	9
1.3.3. Funciones de los dos equipos de técnicos	10

1.3.4.	Funciones de las empresas contratistas	10
1.4.	Definición de mantenimiento	11
1.4.1.	Mantenimiento correctivo	12
1.4.2.	Mantenimiento preventivo	12
1.4.3.	Mantenimiento predictivo	13
1.4.4.	Mantenimiento Proactivo	14
1.4.4.1.	Información, la llave más importante	15
1.4.4.2.	Controlando la información	15
1.4.4.3.	Seleccionado la información útil	15
1.4.4.4.	Software eficaz seleccionado	16
1.4.4.5.	Analizando los datos	16
1.4.4.6.	Mapa de pareto	17
1.4.4.7.	Escogiendo los miembros del equipo	17
1.4.4.8.	Entrenando	18
1.4.4.9.	Metodología	18
1.4.4.10.	Documentar investigación de causa raíz	19
1.4.4.11.	La llave final. rastreando la confiabilidad mecánica	19
1.4.4.12.	Graficas de fallas	19
1.4.4.13.	Comunicación de resultados	20
1.5.	Descripción del equipo	20
1.5.1.	Diagnostico de los equipos	21
1.5.2.	Mantenimiento que se le realiza a los equipos	21
1.5.2.1.	Desventajas del mantenimiento actual	22
1.5.2.2.	Ventajas del mantenimiento actual	22
1.6.	Documentación Técnica	23
1.7.	Historial del equipo	23
1.8.	Planificación del mantenimiento	23
1.8.1.	Recepción mantenimiento correctivo	23

2. FASE TEÓRICA PRÁCTICA	25
2.1 Buscando información	25
2.2 Fase de recopilación de datos	27
2.3 Fase de investigación	32
2.3.1 Equipo de refrigeración	32
2.3.1.1 Operaciones de mantenimiento	33
2.3.2 Daños a compresor	35
2.4 Fase de implementación	36
2.5 Fase de resultados	39
CONCLUSIONES	43
RECOMENDACIONES	45
BIBLIOGRAFÍA	47
APÉNDICE	49

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Estación de servicio Texaco área de despacho de combustible.	2
2.	Área de descarga de combustible.	3
3.	Dispensador multiproducto para combustible.	4
4.	Tienda de conveniencia <i>Star mart</i> .	5
5.	Interior tienda de conveniencia <i>Star mart</i> .	6
6.	Hoja de control de mantenimiento correctivo-preventivo.	26
7.	Resultado de 6 meses de mantenimiento correctivo-preventivo Por clasificación.	29
8.	Resultados de 6 meses de mantenimiento correctivo-preventivo Por equipo.	30
9.	Resultados de 6 meses de mantenimiento correctivo-preventivo Por parte del equipo que fallo.	31
10.	Diagrama reparación equipo de refrigeración.	35
11.	Resultado de 6 meses de mantenimiento correctivo-preventivo Después de aplicar el nuevo plan de mantenimiento.	38
12.	Resultado de 6 meses de mantenimiento correctivo-preventivo Por equipo después de aplicar el nuevo plan de mantenimiento.	39
13.	Resultado de 6 meses de mantenimiento correctivo-preventivo Por parte del equipo que fallo después de aplicar el nuevo plan de Mantenimiento.	40

LISTA DE SÍMBOLOS

E.P.S.	Ejercicio Profesional Supervisado
Σ	Sumatoria de las cantidades
TMEF	Tiempo medio entre fallas en un periodo observado.
TMPR	Tiempo promedio entre reparación
COCO	Estaciones de servicio Texaco, donde la compañía es dueña de la estación y es operada por ella misma.
DODO	Estaciones de servicio Texaco, donde una empresa ajena a la compañía es dueña de la estación y es operada por ella misma.
CODO	Estaciones de servicio Texaco, donde Texaco es dueña de la estación pero es operada por una empresa ajena.
M	Significa que el mantenimiento se debe de realizar mensualmente dependiendo del numero que tenga antes que indica las veces que se debe realiza en el mes.

A

Significa que el mantenimiento se debe de realizar anualmente dependiendo del numero que tenga antes, que indica las veces que se debe de realizar en el año.

GLOSARIO

AVERIA	Deterioro o rotura en el funcionamiento de una máquina.
BOBINA	Cilindro hueco en el que esta arrollado un hilo metálico aislado por el que circula una corriente eléctrica.
COMPRESOR	Aparato que se utiliza para comprimir un gas.
CONFIABILIDAD	Esperanza firme o seguridad que se tiene en un equipo que va a actuar o funcionar como se desea.
DESHIELO	Acción y efecto de derretir lo que esta helado.
ENDOSCOPIA	Exploración visual de conductos o cavidades internas del equipo.
ESPORADICO	Ocasional, que se produce con poca frecuencia y de forma separada
FALLA ELÉCTRICA	Desperfecto a causa de un mal funcionamiento de componente eléctrico.

FALLA MECÁNICA	Desperfecto a causa del mal funcionamiento de partes mecánicas.
FALLA OPERATIVA	Deficiencia en la operación de los equipos por el personal que lo opera.
FRECUENCIA	Período de tiempo establecido entre la realización de un mantenimiento y otro.
INFLAMABLE	Que arde con facilidad y desprende llamas inmediatamente
ISLA	Plataforma elevada de concreto donde se instalan los dispensadores o bombas para combustible.
ORDEN DE TRABAJO	Hoja en la cual se indica la rutina de mantenimiento a seguir y donde se detallan las reparaciones realizadas.
RADRIOGRAFÍA	Fotografía interna del cuerpo por medio de los rayos x.
RCFA	Análisis causa raíz de la falla, <i>root cause failure analyze</i> .
RUTINA	Proceso que indica pasa a paso la forma de realizar un mantenimiento.

<i>SOFTWARE</i>	Equipo o programa que se utilizan en PC para llevar un registro, control de las reparaciones y mantenimientos realizados a los equipos.
<i>STAR MART</i>	Tiendas de conveniencia propiedad de Texaco.
<i>STOCK</i>	Cantidad de repuestos disponible en bodega.
<i>TERMOVISIÓN</i>	Sistema de visión por rayos infrarrojos que permite ver el calor que producen las maquinas.
<i>TIEMPO MUERTO</i>	Tiempo en cual el equipo pasa en reparación sin funcionamiento.
<i>WEIBULL</i>	Análisis estadístico, matemático para verificar el mantenimiento a equipos industriales.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación fue realizado en una empresa dedicada a la explotación y venta de productos derivados del petróleo.

El trabajo consiste en la implementación del mantenimiento proactivos en las estaciones Texaco, específicamente, en las estaciones donde Texaco Guatemala es la dueña del equipo y es la encargada de la operación de la misma, en total son 15 estaciones de las cuales 14 estaciones se encuentran ubicadas en la capital de Guatemala y 1 estación en el departamento Escuintla.

La primera parte es acerca del diagnóstico de los equipos, instalación y funcionamiento de todos los equipos que se encuentran en una estación de servicio Texaco y sobre el programa de mantenimiento que se le realiza a los mismos.

En La segunda parte se procederá a implementar el nuevo plan de mantenimiento preventivo a los equipos que producen mas gastos en el mantenimiento correctivo para reducir el presupuesto del departamento de mantenimiento y realizar una comparación entre el mantenimiento que se realizaba a los equipos con anterioridad y el nuevo plan de mantenimiento.

Es importante mencionar que para reducir el presupuesto de mantenimiento hay que tomar en cuenta la frecuencia de mantenimiento de los equipos, puesto que, si se reduce el presupuesto de mantenimiento, pero sólo se están atacando los síntomas de la falla y no se llega a la causa raíz del

problema se perderá la confiabilidad de los equipos y a largo plazo nunca disminuirá el costo; por todo lo anterior, se implementara el mantenimiento proactivo para llegar a saber la frecuencia óptima de mantenimiento en los equipos y verificar que las rutinas de mantenimiento son las adecuadas para cada equipo.

Los datos de costos de mantenimiento, ahorros alcanzados y presupuestos de mantenimientos son datos confidenciales de la empresa debido a sus políticas.

OBJETIVOS

1. Realizar un diagnóstico de la situación de los equipos para recaudar información precisa de los problemas que nos indique la causa principal de los mismos.
2. Realizar cambios o mejoras necesarias que nos permita aumentar el tiempo entre fallas de cada equipo y reducir el mantenimiento correctivo.
3. Capacitar al personal operativo y técnicos de mantenimiento respecto del uso y reparación de los equipos para mantener un buen funcionamiento del equipo.
4. Diseñar un plan de mantenimiento preventivo para los diferentes equipos que se encuentran en la estación.
5. Aumentar la productividad y funcionamiento para aprovechar al máximo la capacidad de los equipos.

INTRODUCCIÓN

La empresa Texaco Guatemala Inc. Es una empresa multinacional que se dedica a la importación y venta de lubricantes y combustibles.

Esta empresa cuenta con el área del departamento de mantenimiento, el objetivo principal del departamento de mantenimiento es mantener todos los equipos que se encuentran en una estación de servicio Texaco en buenas condiciones y funcionamiento. El departamento de mantenimiento cuenta con un programa de mantenimiento ya establecido para cada equipo.

Pero cuando la competencia crece, también, crece la necesidad por tener una producción más rentable. La mayoría de los medios de producción son designados con una perspectiva de una producción de confiabilidad. En el presupuesto de mantenimiento existen dos tipos de equipos, los de prioridad alta y los de prioridad baja, entre los equipos de prioridad baja se toman en cuenta los equipos que rara vez fallan, este aspecto es analizado por los supervisores de mantenimiento para establecer la clasificación que le darán a cada equipo.

Los presupuestos de mantenimientos también son blancos fáciles para reducir los costos de la producción. Sin embargo, reducir el presupuesto de mantenimiento sin considerar a largo plazo la confiabilidad puede tener efectos negativos. Si se pone de prioridad reparar síntomas de fallas, simplemente en lugar de atacar la causa raíz en el equipo "a largo plazo el costo", nunca disminuirá. Ya que, se descuidara el programa de mantenimiento preventivo por tener ahorros a corto plazo. Este abandono disminuye a largo plazo la

confiabilidad del equipo y, de esta manera, anula cualquier ahorro a corto plazo.

Por lo expuesto, anteriormente, se implementará el mantenimiento proactivo en las estaciones de servicio Texaco, para poder enfocar y dirigir todo los esfuerzos al área del problema en el equipo actual a través de la información obtenida, determinar la causa raíz real del problema, invertir en confiabilidad del equipo, e ir controlando el progreso.

Al finalizar, la implementación del programa de mantenimiento proactivo se pretende reducir los gastos en el mantenimiento correctivo o reparaciones en los equipos que se van a inspeccionar y de buscar que los equipos se encuentran en buenas condiciones de funcionamiento y, a la vez, para prestar un en mejor servicios a los clientes de las estaciones de servicios Texaco.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Tipo de estaciones Texaco

Texaco Guatemala Inc. Es una empresa que tiene una nueva mentalidad de liderazgo, cuenta con trabajadores suficientes, capacitados y con equipo apropiado para brindarles a sus clientes los mejores productos de la más alta calidad, es por eso que se encuentra a la vanguardia tanto en la calidad de sus productos como la calidad de sus empleados. Cuenta con varias estaciones de servicio en toda la república de Guatemala y estas estaciones de servicio se dividen según quien opera a las mismas y son tres diferentes tipos. Que son las siguientes:

1.1.1. Estaciones de servicios coco

Son estaciones de servicio Texaco donde la compañía es dueña de la estación y es operada por la compañía Texaco (company on company operation).

1.1.1.1. Diferentes áreas que existen en estaciones de servicio coco

Las estaciones de servicio Texaco constan con diferentes tipos de áreas de servicio las cuales se dividen por su funcionamiento, a continuación se describe brevemente cada una de estas áreas:

1.1.1.1.1. Área de servicio de despacho de combustible

Esta área es específicamente para realizar el despacho de combustible a los vehículos y camiones, los productos que se venden son la gasolina Premium, regular y diesel. Estas áreas están montadas sobre una plataforma elevada de concreto que son conocidas como islas de despacho para combustible en las cuales puede encontrar también el servicio de aire / agua, el numero de islas es diferente en cada estación pero todas estas islas están cubiertas por una estructura techada, la cual incluye el sistema de iluminación para esta área y marquesina publicitaria.

Figura 1. Estación de servicio Texaco área de despacho de combustible.



Toda la superficie que ocupa el área de despacho de combustible incluyendo la pista de acceso y circulación de vehículos, se encuentra cubierta por lozas de concreto. En esta área se toma en cuenta el área de descarga de combustible, esta área es la de mas alto riesgo por los gases inflamables que produce la gasolina y es el área donde las cisternas para combustible realizan la descarga de los tres tipos de combustible que se utilizan en una estación de servicio Texaco, el área es catalogado la de mas alto riesgo.

La principal actividad que se llevan a cabo en esta área es el despacho de combustibles, así como la revisión y suministro de fluidos especiales a vehículos particulares conforme se requiera por los clientes de la estación.

Figura 2. Área de descarga de combustible



Figura 3. Dispensador multiproducto para combustible



1.1.1.1.2. Área del cuarto de máquinas

En esta área se encuentra equipos como planta eléctrica, compresor, UPS, caja de flipones, compresor para aire, bomba para agua con su

hidroneumático y la transferencia eléctrica. Esta área es donde se distribuye toda la energía eléctrica a la estación de servicio y por ende la más importante de la estación.

1.1.1.1.3 Área de tienda *Star Mart*

En esta área es mas conocida como tienda de conveniencia en ella se puede encontrar diferentes tipos de equipo como el equipo de refrigeración (por Ej. Aire acondicionado, cuarto congelado, cuarto frío, maquina para hacer hielo, congeladores etc.), equipos eléctricos que se utilizan en una tienda de conveniencia (por ej. Plancha eléctrica, horno microondas, cafetera, etc.) Sistema de filtración del agua y la iluminación en general. Para una mayor ilustración ver siguiente gráfica.

Figura 4. Tienda de conveniencia *Star Mart*



Figura 5. Interior tienda de conveniencia *Star Mart*



1.1.2 Estaciones de servicios *dodo*

Son estaciones de servicio Texaco donde una empresa o persona ajena a la compañía Texaco es dueña de la estación y es operada por ellos mismos. (*dealer on dealer operation*).

1.1.3 Estaciones de servicios *codo*

Son estaciones de servicio Texaco donde la compañía Texaco es dueña de la estación pero es operada por una empresa o persona ajena a la compañía Texaco (*company on dealer operation*).

1.2. Delimitación de la investigación

La investigación e implementación del programa de mantenimiento proactivo se realizara en la empresa Texaco Guatemala Inc. Pero solo se tomaran en cuenta en la investigación las estaciones coco, ya que todo el equipo que se encuentran en ellas es propiedad de Texaco Guatemala Inc., Y es donde se realiza el servicio de mantenimiento a todos los equipos y son las que mas control tiene el departamento de mantenimiento. Las estaciones cocos en Guatemala son 15, de las cuales 14 estaciones se encuentran en la capital de Guatemala y 1 en el departamento de Escuintla. A continuación se presenta una descripción breve de las instalaciones de una de las estaciones de servicio cocos.

1.3. Departamento de mantenimiento

Es el departamento encargado de realizar las labores de mantenimiento correctivo y preventivo a los equipos y a las instalaciones. La finalidad de este departamento y el mayor reto que tiene es de reducir el mantenimiento correctivo al máximo teniendo en cuenta la confiabilidad de equipo.

El departamento de mantenimiento esta integrado Por tres supervisores de mantenimiento, un asistente de mantenimiento, un programador y dos grupos de técnicos, donde cada grupo esta integrado por un Técnico y un ayudante.

Un grupo se encarga de los dispensadores de combustible, plantas eléctricas, compresores, cualquier problema que ocasionen estos equipos es este grupo el encargado de repararlo y de realizarle su mantenimiento preventivo.

El otro grupo se encarga de los equipos que se encuentran dentro de las tiendas star mart, como los equipos de refrigeración, equipos eléctricos y la iluminación en general por ejemplo: aire acondicionado, cuarto congelado, cuarto frío, máquina de hielo, horno de pizza, capuchinera, horno microondas, etc... También como el anterior cualquier problema con este tipo de equipo es este grupo el encargado de repararlo y de realizarle su mantenimiento preventivo.

A parte se encuentran las empresas contratistas su función son las reparaciones de las estaciones que se encuentran en la republica de Guatemala pero exceptuando las estaciones de servicio Texaco que se encuentran en el área de la capital. Estas empresas contratistas reparan y realizan mantenimiento preventivo a las estaciones de servicio Texaco que se encuentran en los departamentos de Guatemala, clientes industriales y la realización de proyectos en las distintas estaciones Texaco.

1.3.1. Funciones de los supervisores de mantenimiento

- ➔ Realizar el plan de distribución anual del presupuesto para gastos.
- ➔ Definir la prioridad de asignación de labores de mantenimiento correctivo y preventivo.
- ➔ Supervisar los trabajos de los contratistas, verificando que los servicios que presten se apeguen a las condiciones de seguridad que estipula Texaco.
- ➔ Realizar visitas de supervisión a las instalaciones para detectar necesidades de mantenimiento preventivo, correctivo.
- ➔ Preparar los informes mensuales que se presentan a gerencia.
- ➔ Costear las órdenes de trabajo de todas las empresas contratistas.
- ➔ Supervisar los trabajos realizados en los proyectos por los contratistas.

- Realizar permisos de trabajo de seguridad en las estaciones de servicio.
- Realizar y preparar las reuniones de seguridad con empresas contratistas.

1.3.2. Funciones del asistente de mantenimiento:

- Realizar ordenes de trabajo a los contratistas
- Realizar transferencias de equipos y repuestos.
- Realizar órdenes de compra para repuestos.
- Supervisar a los dos grupos de técnicos.
- Ingresar reportes de mantenimiento preventivo y correctivo al programa.
- Preparar los cierres de bodegas mensuales.
- Realizar permisos de trabajo de seguridad en las estaciones de servicio Texaco.
- Realizar las demás actividades que le sean encomendadas por los supervisores de mantenimiento.
- Cotizar y verificar existencia de repuestos para la bodega de stock de repuestos.
- Verificar las facturas de empresas contratistas y pagos.
- Realizar reportes de accidentes y horas trabajadas de las empresas contratistas.
- Solucionar problemas reportados en estaciones y clientes industriales por servicio al cliente.

1.3.3. Funciones de los dos equipos de técnicos

- ➔ Realizar las reparaciones necesarias a los equipos.
- ➔ Realizar mantenimiento preventivo a los equipos
- ➔ Realizar reportes de mantenimiento preventivo y correctivo.
- ➔ Realizar las demás actividades que le sean encomendadas por el asistente de mantenimiento.
- ➔ Reportar condiciones inseguras del equipo o área de trabajo en las estaciones de servicio Texaco.
- ➔

1.3.4. Funciones de las empresas contratistas

- Realizar los trabajos que se le fueron asignado por lo supervisores y asistente de mantenimiento.
- Reportar las horas trabajadas y accidentes al asistente de mantenimiento.
- Reportar los trabajos realizados a supervisores de mantenimiento.
- Reportar condiciones inseguras del equipo o área de trabajo en las estaciones de servicio Texaco y clientes industriales Texaco.

El equipo del departamento de mantenimiento debe de trabajar como corresponde para no enfrentar los altos costos por paradas no previstas en los equipos vitales de una estación de servicio Texaco, ya que provocaría grandes pérdidas a la empresa.

Para lograr lo anterior se deben de planificar las rutinas de mantenimiento con una frecuencia adecuada para ofrecer mayor disponibilidad de operación y reducir los costos de mantenimiento al optimizar las intervenciones requeridas de mantenimiento preventivo por los equipos.

Para determinar la frecuencia optima para realizar el servicio de mantenimiento preventivo, implementaremos la estrategia proactiva al programa de mantenimiento preventivo, que esta dirigida a localizar la causa raíz del problema, al encontrar la causa raíz del problema encontraremos la solución más eficaz para que estas fallas no se vuelvan a presentan y estaremos en posibilidad de aumentar o disminuir el periodo entre cada mantenimiento preventivo según sea requerido por el equipo

Por todo lo anterior el equipo se podrá operar con confiabilidad por un mayor periodo, a la vez estaremos reduciendo los gastos de mantenimiento. El mantenimiento proactivo es un método que da resultados en un corto plazo.

1.4. Definición de mantenimiento

El mantenimiento se puede definir como el conjunto de técnicas y sistemas que actuando sobre los medios de producción permiten:

- ✓ Reparar las averías que se presenten.
- ✓ Prever estas averías mediante revisiones y otras técnicas más complejas como técnicas estadísticas, seguimientos y diagnósticos de máquinas.
- ✓ Especificar las normas de manipulación y buen funcionamiento de los operadores de las máquinas.
- ✓ Maximizar la vida útil de los equipo.

Se puede decir que existen 4 tipos básicos de mantenimiento:

- Correctivo
- Preventivo

- Funcional
- Predictivo

1.4.1. Mantenimiento Correctivo

Este tiene lugar luego que ocurre una falla o avería, es decir solo actuará cuando se presenta un error en el sistema. En este caso si no se produce ninguna falla, el mantenimiento será nulo, por lo que se tendrá que esperar hasta que se presente el desperfecto para recién tomar medidas de corrección de errores. Este mantenimiento trae consigo las siguientes consecuencias:

- Paradas no previstas en el proceso, disminuyendo las horas operativas.
- Afecta las cadenas productivas, es decir., que los ciclos productivos posteriores se verán parados a la espera de la corrección de la etapa anterior.
- Presenta costos por reparación y repuestos no presupuestados, por lo que se dará el caso que por falta de recursos económicos no se podrán comprar los repuestos en el momento deseado.
- La planificación del tiempo que estará el sistema fuera de operación no es predecible.

1.4.2. Mantenimiento preventivo

Este tiene lugar antes de que ocurra la falla o avería, se efectúa bajo condiciones controladas sin la existencia de algún error en el sistema. Se realiza a razón de la experiencia y pericia del personal a cargo, los cuales son

los encargados de determinar el momento necesario para llevar a cabo dicho procedimiento; el fabricante también puede estipular el momento adecuado a través de los manuales técnicos. Presenta las siguientes características:

- Se realiza en un momento en que no se está produciendo, por lo que se aprovecha las horas ociosas de la planta.
- Se lleva a cabo siguiendo un programa previamente elaborado donde se detalla el procedimiento a seguir y las actividades a realizar, a fin de tener las herramientas y repuestos necesarios.
- Permite a la empresa contar con un historial de todos los equipos, además brinda la posibilidad de actualizar la información técnica de los equipos.
- Permite contar con un presupuesto aprobado por la gerencia.

1.4.3. Mantenimiento predictivo

Consiste en determinar en todo instante la condición técnica (mecánica y eléctrica) real de la máquina examinada, mientras esta se encuentre en pleno funcionamiento, para ello se hace uso de un programa sistemático de mediciones de los parámetros más importantes del equipo. El sustento tecnológico de este mantenimiento consiste en la aplicación de algoritmos matemáticos agregados a las operaciones de diagnóstico, que juntos pueden brindar información referente a las condiciones del equipo. Tiene como objetivo disminuir las paradas por mantenimientos preventivos, y de esta manera minimizar los costos por mantenimiento y por no producción. La implementación de este tipo de métodos requiere de inversión en equipos, en instrumentos, y en contratación de personal calificado. Técnicas utilizadas para la estimación del mantenimiento predictivo:

- Analizadores de Fourier (para análisis de vibraciones)
- Endoscopia (para poder ver lugares ocultos)
- Ensayos no destructivos (a través de líquidos penetrantes, ultrasonido, radiografías, partículas magnéticas, entre otros)
- Termo visión (detección de condiciones a través del calor desplegado)
- Medición de parámetros de operación (viscosidad, voltaje, corriente, potencia, presión, temperatura, etc.)

1.4.4. Mantenimiento Proactivo

Este mantenimiento tiene como fundamento los principios de solidaridad, colaboración, iniciativa propia, sensibilización, trabajo en equipo, de modo tal que todos los involucrados directa o indirectamente en la gestión del mantenimiento deben conocer la problemática del mantenimiento, es decir, que tanto técnicos, profesionales, ejecutivos, y directivos deben estar concientes de las actividades que se llevan a cabo para desarrollar las labores de mantenimiento. Cada individuo desde su cargo o función dentro de la organización, actuará de acuerdo a este cargo, asumiendo un rol en las operaciones de mantenimiento, bajo la premisa de que se debe atender las prioridades del mantenimiento en forma oportuna y eficiente. El mantenimiento proactivo implica contar con una planificación de operaciones, la cual debe estar incluida en el Plan Estratégico de la organización. Este mantenimiento a su vez debe brindar indicadores (informes) hacia la gerencia, respecto del progreso de las actividades, los logros, aciertos, y también errores.

1.4.4.1. Información, la llave más importante

El área del problema en el equipo debe de ser exacta y bien dirigida. La única manera para precisar exactamente los problemas es a través de la información de mantenimiento, o más específicamente, la información de la falla.

1.4.4.2. Controlando la información

La información de la falla se puede controlar fácilmente a través de una base de datos. Las bases de datos se van alimentando a través de la información obtenida de los reportes de mantenimiento ya sea preventivo o correctivo. Otra opción sería utilizar hojas de cálculo simple.

1.4.4.3. Seleccionado la información útil

Al preparar una base de datos de mantenimiento, es importante decidir qué tipo de datos es mejor para controlar. Los análisis con más profundidad son el más detallado en información.

Para determinar el problema exacto en el equipo se debe de etiquetar el número de fallas incluyendo la fecha de la falla y reparación; sin embargo, debe guardarse información más específica para dirigir un análisis más detallado. Por ejemplo:

- Número de Orden de trabajo
- Etiquetar con número los equipos
- Tipo de falla (mecánico, eléctrico, o instrumento)

- Fecha de reparación
- Partes que fallaron
- Descripción de falla
- Descripción de reparación
- Horas reales de la reparación
- Costo de la reparación

Esta información es de fácil acceso si se lleva un plan de trabajo ordenado. Si un sistema ya existe, explore sus datos existentes. Los datos pueden ser reforzados trabajando con el personal que se dedica a ingresarlos a la bases de datos o a las hojas de calculo.

1.4.4.4. **Software eficaz seleccionando**

Un software eficaz para estudiar los datos debe de tener la habilidad de ordenar y filtrar los datos fácilmente. Basándose en ciertos parámetros como el tipo de equipo o fecha.

1.4.4.5. **Analizando los datos**

Hay muchos métodos para poder analizar la información disponible de la fallas, como lo son el Mapa de pareto, análisis de tiempo perdido en la reparación y los análisis de Weibull son tres herramientas sumamente eficaces para resolver los problemas de los equipo. En esta ocasión utilizaremos el mapa de pareto.

1.4.4.6. Mapa de Pareto

Es un medio gráfico para relacionar información de mayor valor a menor valor. Los mapas de Pareto son creados simplemente al trazar varios eventos en orden ascendente o descendente a lo largo de un eje y un parámetro específico a lo largo de otro eje.

Por ejemplo poner en un eje el número de fallas en orden descendente contra el tipo de equipo en el otro eje. Una vez trazado, los equipos con mayores fallas son determinados. Ahora realizando un filtro por número de etiqueta de cada equipo para determinar cual de los equipo es el que falla más. Todavía se puede realizar otro mapa del pareto donde se determinara que parte del equipo falla más. Estos mapas de pareto trazados nos llevan a la punta del problema identificándonos el equipo y el área exacta del equipo que nos causa mayores problemas.

1.4.4.7. Escogiendo los Miembros del equipo

Para tener éxito, los miembros del equipo deben ser involucrados correctamente para cualquier RCFA. Los equipos más importantes para obtener información consistirán:

- 1) En los operadores que estaban trabajando durante la falla,
- 2) Los mecánicos que repararon el equipo,
- 3) Cualquier ingeniero responsable del área en donde ocurrió la falla,
- 4) el ingeniero de mantenimiento responsable del equipo,
- 5) el ingeniero de confiabilidad (si lo hay).

- 6) Fabricante del equipo original (OEM) representantes y especialistas como metalúrgicos o técnicos de vibración también pueden necesitar asistir al RCFA, que dependerá de la naturaleza de la falla.
- 7) Por último y pretenciosamente, el representante o gerente de mantenimiento que tiene la autoridad para invocar cualquier acción correctiva, siempre debe estar presente.

1.4.4.8. Entrenando

Por lo menos un miembro del equipo de RCFA debe entrenarse formalmente en metodología de RCFA. Si no, no podrán definir las causas raíces de los problemas reales. Por ejemplo la causa raíz mecánica es la causa física de por que un componente en particular fallo. La causa raíz del sistema es la causa subyacente no-física, como entrenamiento impropio o decisiones de dirección. La falta de entrenamiento apropiado en RCFA puede llevarnos a determinar causas que simplemente se listan como "fracaso productivo" sin dirigirse específicamente a los componentes que fallaron.

1.4.4.9. Metodología

¿Es RCFA principalmente esta basado en la pregunta "Por qué?" ¿Hay métodos formales para rastrear el progreso de un RCFA, pero cada paso siempre debe contestar la pregunta "Por qué?" siga preguntando por qué un evento ocurrió hasta que la pregunta ya no pueda preguntarse...

1.4.4.10. Documentar investigaciones de causa raíz

Deben documentarse investigaciones de RCFA para la referencia futura. Una de las maneras más buenas de documentar RCFA los reportes de los técnicos. Esta forma debe permitir la grabación de toda la información necesaria propiamente. Las formas deben incluir información general como la fecha y tiempo de fracaso, y los equipos identificados con un número. Otra información crucial (como el impacto de fracaso en la producción, ambiente, calidad, y seguridad) también deben documentarse.

1.4.4.11. La llave final... rastreando la confiabilidad mecánica

Si la confiabilidad mecánica no se rastrea, la efectividad de esfuerzos no puede determinarse. Hay varias maneras de rastrear confiabilidad mecánica.

1.4.4.12. Gráficas de fallas

Uno de los métodos más buenos de rastrear confiabilidad mecánica es considerar los equipo con las mismas características y mismo funcionamiento, comparando las fallas en los equipo con las mismas características y funcionamiento, se determina si un equipo es confiable o no.

1.4.4.13. Comunicación de resultados

Una vez todas las graficas se crean, la información debe publicarse. Esta información no debe darse exclusivamente a la gerencia. Estos resultados también deben presentarse a los operarios y las personas de mantenimiento. Es bueno presentar los datos de fallas globales con estas graficas, sobre todo las graficas de pareto. Esta comunicación permite que todos se informen en donde existe el problema real.

La información de estos resultados se le debe de informar a todas las personas involucradas en la operación y funcionamiento del equipo, ya que le da un énfasis de cultura en confiabilidad. Una vez ese énfasis cultural ha evolucionado, la producción rentable sigue.

1.5. Descripción del equipo

Son varios los equipos utilizados en las estaciones de servicio Texaco, de los más sofisticados a los más sencillos que van desde foto celdas de energía solar hasta equipos tan simples como una licuadora.

Mi investigación e implementación del mantenimiento proactivo se enfocara a los equipos que más gasto provocan por la realización de mantenimiento correctivo al departamento de mantenimiento, entre estos equipos están:

- Aparatos eléctricos
- Aparatos electrónicos
- Dispensadores y bombas de combustible
- Compresores

- Plantas eléctricas
- Iluminación en general
- Refrigeración y aire acondicionado
- Car wash
- Paneles solares
- Otros

1.5.1. Diagnóstico de los equipos

En su mayoría los equipos se encontraron en buen estado en la revisión visual que se realizó, se pudo observar que a los equipos se les realizaba su servicio de mantenimiento periódicamente. El periodo de aplicación del programa de mantenimiento preventivo es aproximadamente cada 2 meses y medio a cada equipo. El área de trabajo o superficie donde se encuentra el equipo es perfecta para su funcionamiento. El montaje de los equipos fue bien diseñado.

1.5.2. Mantenimiento que se le realiza a los equipos

Los programas de mantenimiento inicialmente fueron realizados en base a recomendaciones de los fabricantes del equipo, donde de antemano se aseguraban en muchas ocasiones de no correr ningún riesgo de falla, protegiendo la garantía, a costa de incrementar la frecuencia de mantenimiento. Con el tiempo se han mejorado en algunos casos con la experiencia del personal, se han mejorado los métodos de trabajo, el personal tiene mayor experiencia, se han sustituido o modernizado los equipos.

1.5.2.1. Desventajas del mantenimiento actual

Actualmente el mantenimiento que se le aplica a los equipos que se encuentran en la estaciones de servicios Texaco, se realiza aproximadamente en 2 días hábiles por cada estación y el proceso es el siguiente.

- Realizar una limpieza general a los equipos
- Inspección del sistema eléctrico
- Lubricación
- Cambio o limpieza de filtros

La desventaja que tiene el programa de mantenimiento preventivo es que siempre se realiza los mismos pasos dichos anteriormente, no hay un cambio en la rutina del mantenimiento preventivo. Y no sea revisado si la frecuencia de mantenimiento preventivo que se le da al equipo es suficiente o no.

1.5.2.2. Ventajas del mantenimiento actual

Actualmente en el departamento de mantenimiento se lleva un control y registro de las fallas en los equipos, pero no se le ha aprovechado para verificar y analizar el funcionamiento de los equipos.

Se tiene un presupuesto de gastos bien controlado por el supervisor de mantenimiento. Se cuenta con un stock de repuestos necesario para cubrir las emergencias y reparaciones que se deban hacer a los diferentes equipos.

1.6. Documentación técnica

En el departamento cuentan con casi todos los manuales de instalación y mantenimiento para los equipos. También cuentan con los planos de construcción de cada estación de servicio Texaco.

1.7. Historial del equipo

Se cuentan con un registro de las características de cada equipo y una ficha donde se indica en que fecha se le realizó mantenimiento preventivo y correctivo de cada equipo.

1.8. Planificación del mantenimiento

Se cuenta con un programa de mantenimiento establecido por cada estación de servicio Texaco el cual está dividido en dos partes o dos grupos, donde ellos llenan un reporte por cada equipo al que le dan servicio de mantenimiento preventivo.

1.8.1. Recepción mantenimiento correctivo

Los mantenimientos correctivos o fallas son pedidos por vía e-mail por cada estación de servicio, los dos grupos de mantenimiento deben de reparar los daños en el menor tiempo posible.

El funcionamiento de la petición de mantenimiento correctivo para las estaciones de servicio es el siguiente:

- El encargado de cada estación de servicio envía el correo al asistente de mantenimiento con copia al supervisor de mantenimiento.
- El asistente de mantenimiento coordina la petición con su respectivo grupo de técnicos de mantenimiento.
- El asistente de mantenimiento realiza la orden de trabajo.
- Los técnicos de mantenimiento informan de su ubicación e informan si lo pueden ir a tender.

Los grupos de técnicos de mantenimiento en la mayoría de casos se encuentra fuera de las instalaciones de la planta realizando mantenimiento preventivo en las estaciones de servicio le informan de su ubicación al asistente y le preguntan si el problema es una emergencia o si se puede dejar pendiente si es que los grupos de técnicos se encuentran muy retirados del lugar o están reparando equipos en otra estación.

2. FASE TEÓRICA PRÁCTICA

Para la implementación del mantenimiento proactivo en las estaciones de servicios Texaco pondremos en práctica la teoría explicada anteriormente siguiendo los pasos del mantenimiento proactivo. Para poder lograr los mejores resultados con este método de trabajo.

Y enfocar todo nuestro análisis y esfuerzos a los problemas raíces de los equipos en un corto plazo y tratar de mejor al aplicar el nuevo plan de mantenimiento.

2.1. Buscando información

Para realizar la recopilación de datos se utilizo una hoja de reporte donde se especifica el código del equipo, descripción, el personal que realiza la reparación, ¿Qué problema presentaba?, ¿Qué trabajo se le realizo?, ¿Qué parte fallo?, ¿Por qué fallo? Para una mayor comprensión, ver figura 6.

Figura 6. Hoja de control de mantenimiento correctivo-preventivo

TEXACO GUATEMALA INC.
HOJA DE CONTROL DE MANTENIMIENTO

MENU PRINCIPAL

10

ENCARGADO DE LA TIENDA

REPORTE DE MANTENIMIENTO
Código del equipo: _____
Descripción del equipo: _____
 Fecha de entrega del equipo reparado: _____

1 Hora de entrada: _____
 Hora de salida: _____
 Horas totales: _____
 Nombre de la empresa contratista: _____

2 Hora de entrada: _____
 Hora de salida: _____
 Horas totales: _____
 Nombre del empleado o/s que realizaron la reparación:
 1 _____
 2 _____

¿Cómo se encontraba el equipo antes de iniciar la reparación? ¿Qué problema presentaba?

¿Qué trabajo se le realizó al equipo? Describalo en detalle.

¿Qué parte falló del equipo? _____

¿Qué repuestos se remplazaron?
 1 _____
 2 _____
 3 _____
 4 _____
 5 _____
 6 _____

FIRMA DEL CONTRATISTA _____
 N/S _____
 Marca _____
 Modelo _____

SALIDA DE EQUIPO A REPARACIÓN

RECIBI REPUESTOS, Y VERIFIQUE QUE EL EQUIPO QUEDO EN PERFECTAS CONDICIONES
 Nombre: _____
 Firma: _____

FECHA DE SALIDA: _____
 TELEFONO DEL TALLER: _____
 NUMERO DE ET: _____
 NOMBRE DEL RESPONSABLE O CONTRATISTA _____

FIRMA DEL RESPONSABLE: _____

NUMERO DE CEDULA: _____

FECHA EN QUE REGRESO EL EQUIPO: _____

También se realizó una clasificación de todo el equipo por su área de trabajo y esta a la vez se sub-clasifico por su funcionamiento, lo anterior se realiza para poder llegar a la causa raíz del problema con mayor rapidez y de una forma ordena. A continuación se presenta la tabla de cómo quedaron clasificados y sub-clasificados los equipos. Ver apéndice 2.

Al tener los medios para poder recopilar la información se utilizara una hoja de Excel para poder controlar la información obtenida de las hojas de reporte que entregaran los técnicos de mantenimientos, esta hoja electrónica será alimentada de la siguiente forma:

- Los técnicos llenaran la hoja de control
- Asistente de mantenimiento verificara la hoja de control
- Asistente de mantenimiento ingresara los datos al reporte y control de mantenimiento.

Para realizar el análisis de los datos obtenidos de las hojas electrónicas utilizare el diagrama de pareto. La investigación que se realizara constara de tres fases que a continuación describo:

2.2. Fase de recopilación de datos

En esta fase se realiza la recopilación de datos por seis meses de todos los equipos que se encuentren en las 15 estaciones, donde podré darme cuenta con que frecuencia se realiza el mantenimiento preventivo y que fallas ocurren en los equipos.

De esta investigación por medio de gráficas obtendré el resultado de cual es la clasificación que me representa mayores fallas, y a cual se le realiza más mantenimiento preventivo.

Pero por ser un grupo de equipo cada clasificación, tengo que realizar una gráfica para sus sub-clasificaciones para poder llegar al equipo específico que mas gasto ocasiona y verificar todo respecto a el equipo específico, como mantenimiento que se le proporciona, instalación o ubicación del equipo y verificar conexiones eléctricas si son las apropiadas, etc.

Después se realizara una última grafica para poder llegar a la parte o área del equipo que falla con una mayor frecuencia. Para verificar pieza del equipo, su calidad, si es adecuada, etc.

A continuación verán la información que obtuve al analizar el equipo en 6 meses de funcionamiento y resultados para cada clasificación.

Figura 7. Resultados de 6 meses de mantenimiento correctivo-preventivo por clasificación

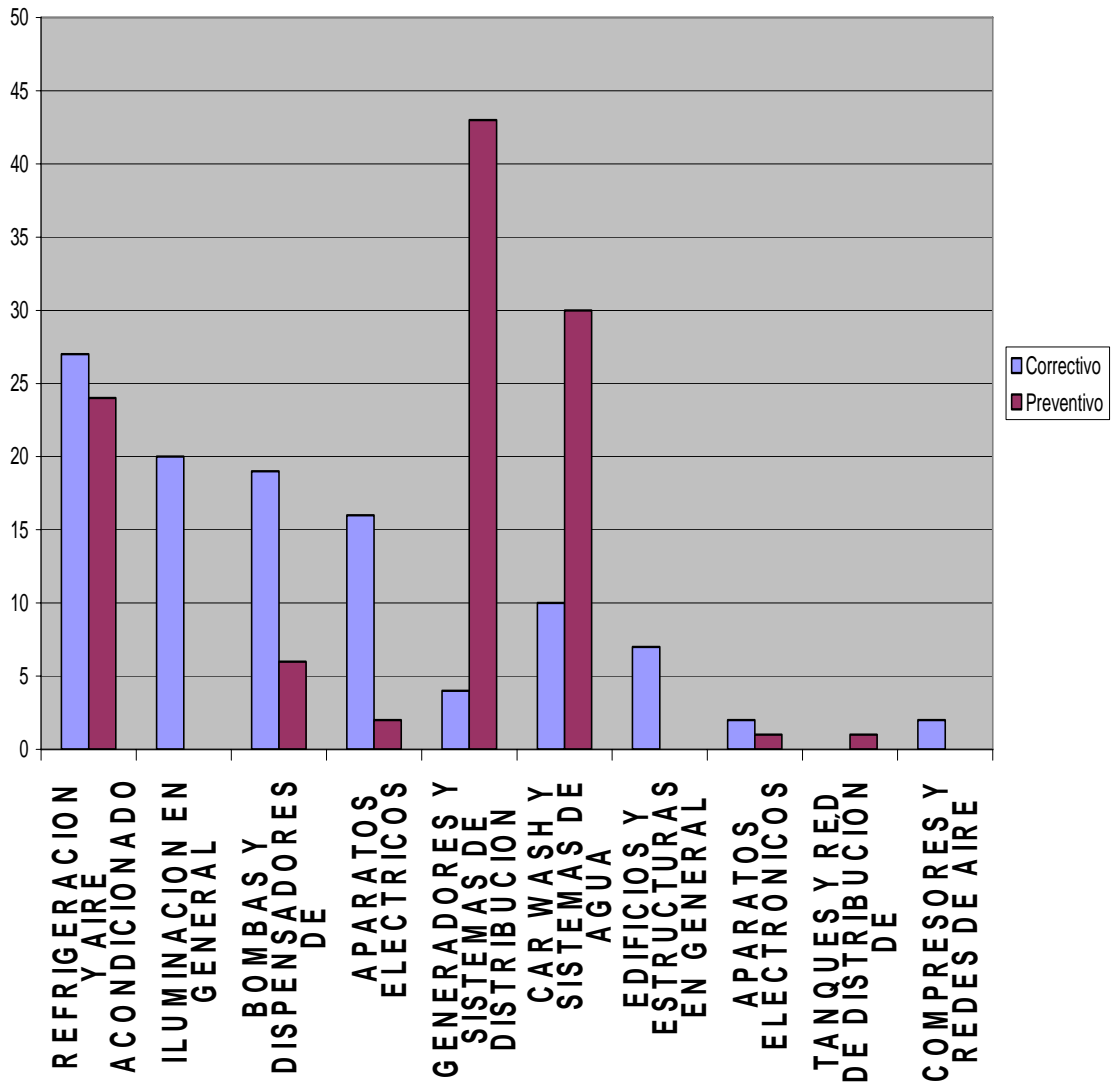


Figura 8. Resultados de 6 meses de mantenimiento correctivo-preventivo por equipo.

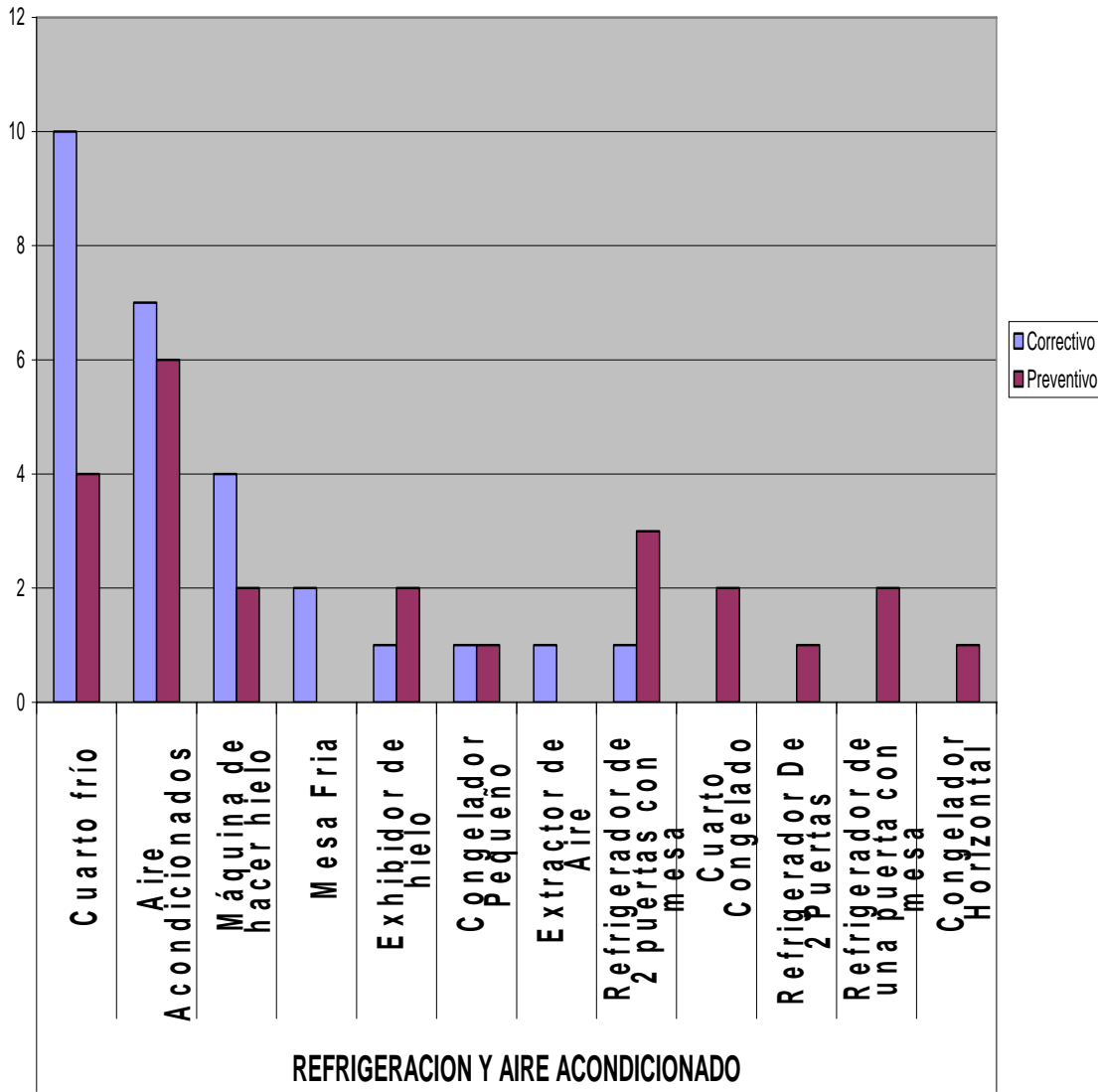
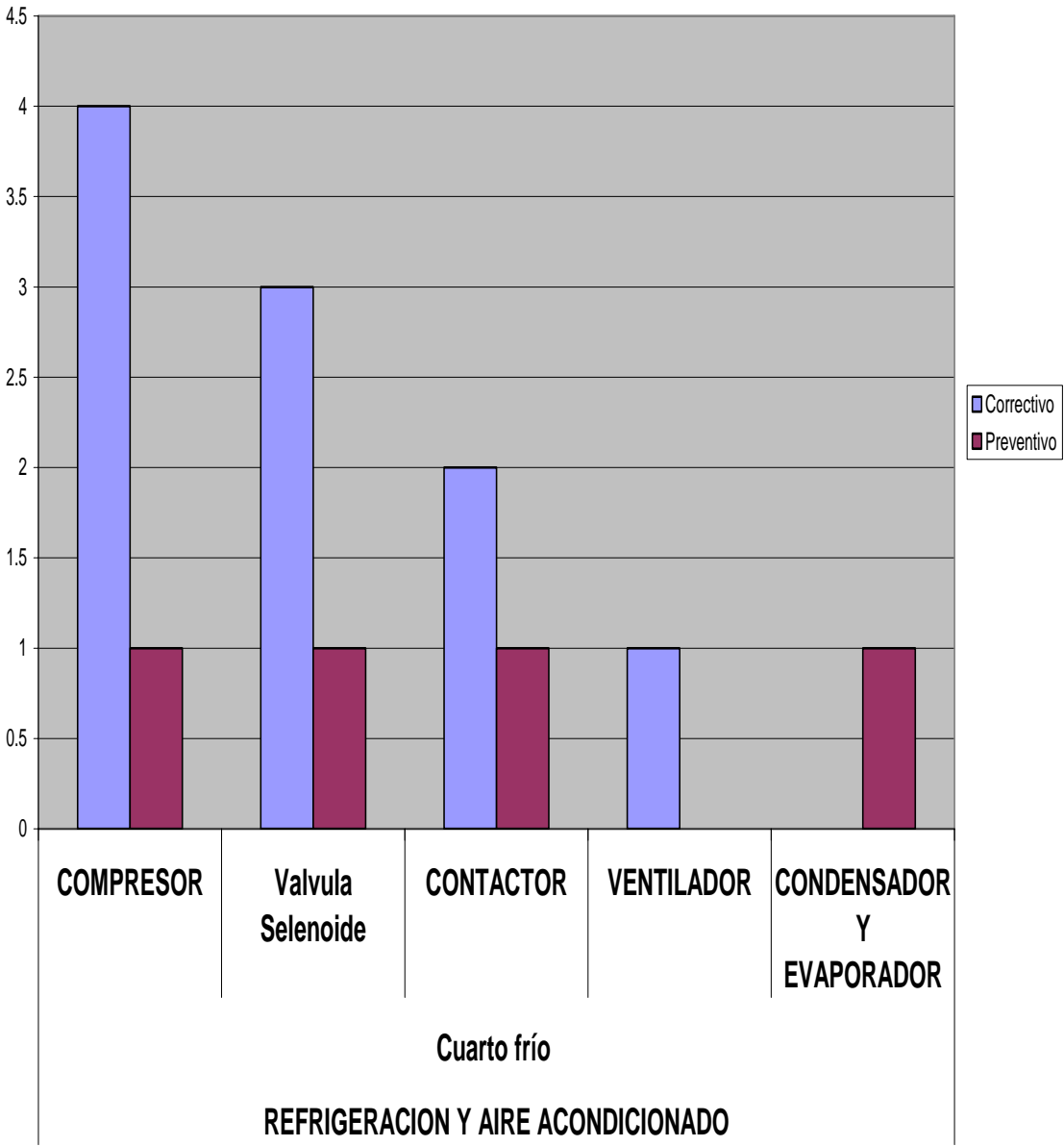


Figura 9. Resultados de 6 meses de mantenimiento correctivo-preventivo por parte del equipo que fallo.



Como podemos observar en las figuras anteriores se generaron según datos ingresados en el periodo de Julio-diciembre del año 2004, los datos anteriores corresponden a los mantenimientos correctivos y preventivos que se les realiza a los equipos en cada estación de servicio Texaco.

En la primera figura podemos observar que la clasificación que mas problemas y gastos ocasionan son los de refrigeración y aire acondicionado, como anteriormente se comento en esta clasificación se encuentran varios equipos, por lo cual debemos de realizar la siguiente grafica donde nos indicara que el equipo mas problemático es el cuarto frío y la parte del cuarto frío que mas falla es el compresor, Esta ultima parte la obtenemos al graficar los reportes de mantenimiento correctivo y preventivo del Cuarto frío.

2.3. Fase de investigación

Se realizara una investigación como indica el diagrama de pareto donde se toman los equipos que más fallan.

Para esto se consultará a los ingenieros de mantenimiento, técnicos, personas que operan los equipos y se investigara en libros el del porque de las fallas y la frecuencia con que se debe de realizará el mantenimiento preventivo a un determinado equipo. La duración de esta fase fue de 6 meses.

2.3.1. Equipo de refrigeración

En las instalaciones de aire acondicionado, así como en las de refrigeración, se pueden producir fallos y averías que ocasionan una distorsión total o parcial del sistema, obligando incluso a realizar paradas de la instalación para proceder a la reparación del elemento dañado.

Para prevenir en lo posible la aparición de fallos de funcionamiento, en general las instalaciones de aire acondicionado y refrigeración deben someterse a controles y revisiones que, de forma genérica reciben el nombre de “MANTENIMIENTO”.

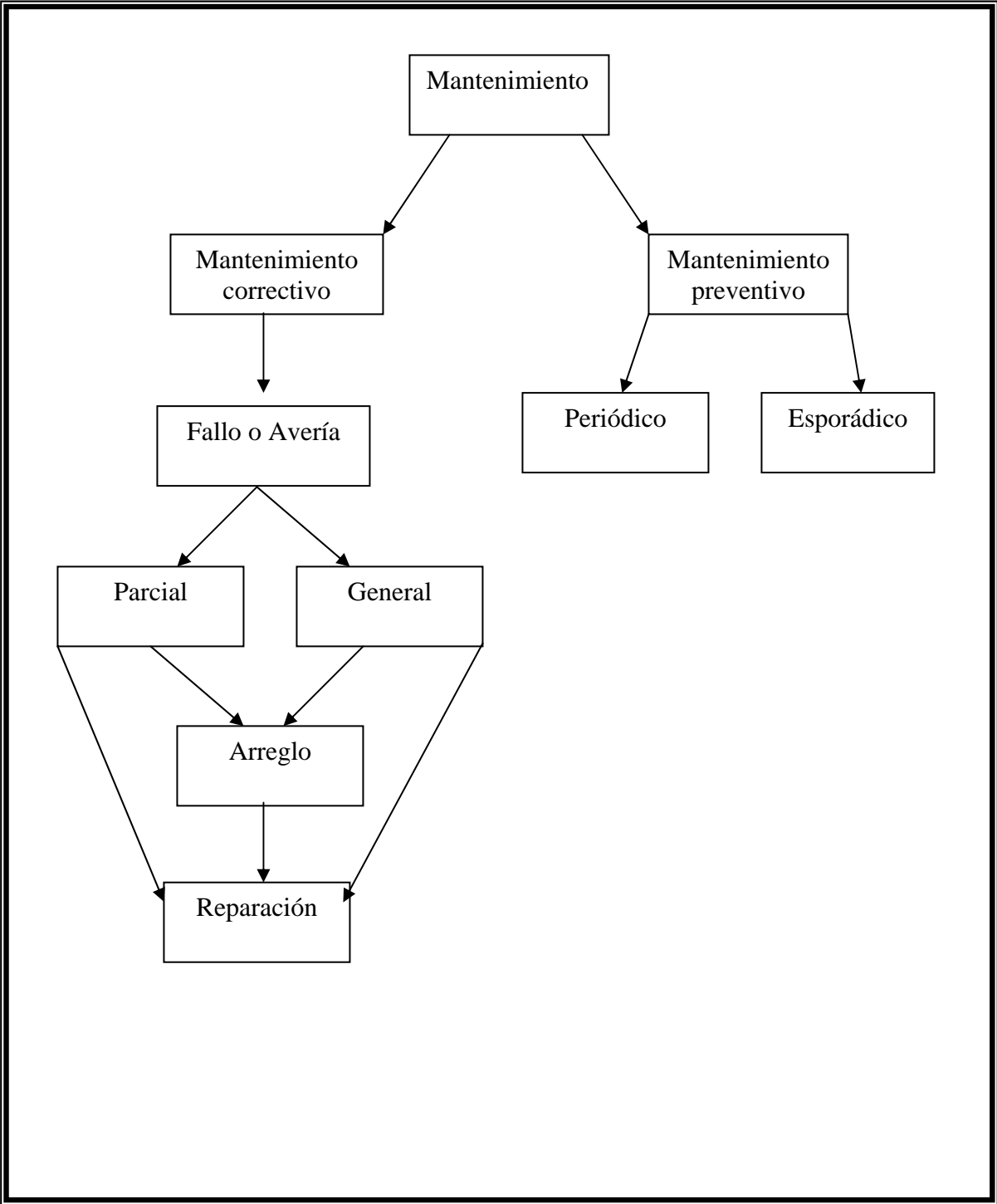
En esta sección se darán unas nociones generales sobre el mantenimiento, fallas que suceden en los equipos y sus posibles causas.

2.3.1.1. Operaciones de mantenimiento:

Las comprobaciones que como mínimo, deben realizarse y su periodicidad son las indicadas en las tablas que siguen, donde se emplea esta simbología.

Operación	Detalle	Periodicidad
Limpieza de evaporadores	Limpiar con agua a presión y utilizar Un químico para limpieza de Serpent.	4A
Limpieza de condensadores	Limpiar con agua a presión y utilizar Un químico para limpieza de Serpent	4A
Limpieza de drenaje	Limpiar con agua a presión o aire comprimido	4A
Comprobación de niveles gas y aceite.	Usar manómetros para verificar niveles de gas y el aceite de forma visual en la mirilla.	M
Revisión y Limpieza de filtros de aire	Revisar que los filtros estén en buen estado y lavar con agua a presión.	M
Revisión del estado del aislamiento térmico.	Verificar que el aislante de ducteria esté en buen estado.	A
Limpieza de gabinetes	Lavar gabinetes y revisar tornillos de puertas reemplazarlos si es necesario.	4A
Cheque de amperaje de motores y compresores	Medir con un amperímetro el amperaje de motores y compresores las lecturas obtenidas debe coincidir con los datos de las placas de los equipos.	M
Chequeo de Rotación de motores ventiladores	Revisar que la rotación de los motores sea la adecuada de acuerdo al ángulo de las hélices.	M
Chequeo del panel de control	Revisar que los controles de temperatura y presión operen correctamente, hacerle limpieza a los platinos de los contactores, revisar que no existan alambres recalentados o flojos.	4A
Revisión de Fajas y poleas	Revisar que las fajas estén ajustadas y que las poleas estén alineadas, cambiar la faja si se mira en mal estado, y apretar castigadores de poleas.	4A
Revisar funcionamiento de timer de deshielo	Comprobar que el timer haga sus ciclos de deshielo adecuadamente y verificar que estén buenas las resistencias	M

Figura 10. Diagrama reparación equipo de refrigeración



Reparación: La reparación produce la puesta en funcionamiento del sistema sin ningún tipo de provisionalidad. Probablemente el sistema no volverá a fallar en los plazos habituales.

2.3.2. Daños al compresor

FACTORES QUE CAUSAN QUEMADURA O DAÑOS AL COMPRESOR		
AVERIA	CAUSA	DETALLE
Compresor con Bobina quemada	1. Deterioro por uso del compresor.	
	2. Demasiado retorno de líquido refrigerante al compresor	Causado por filtros de aire sucios evaporadores sucios, ventiladores malos o con rotaciones cambiada
	3. Ácidos contaminantes en el sistema De refrigeración.	Residuos de aceite de compresores quemados anteriormente, recalentamiento en las culatas Del compresor.
	4. Fallo de un componente eléctrico.	Contactores, capacitores o flipones dañados.
	5. Fallo en el suministro de energía externa.	Fallo en algún transformador que Ocasiona perdida de alguna fase.
Compresor Atrancado	1. Bomba de aceite dañada.	Desgaste de bushings
	2. Bielas quebradas.	Retorno de refrigerante líquido al compresor causado por filtros de aire sucios, evaporadores sucios, ventiladores malos o con rotación Cambiada.
	3. Pérdida de la carga de gas.	Causado por picadura o ruptura en tubería de refrigeración y no se Tiene presostatos de protección.
Compresor arranca pero No hay compresión	Válvulas dañadas	Causado por obstrucción en la línea de líquido, filtros de refrigerante tapados o mucho retorno de Refrigerante líquido.

2.4. Fase de implementación

En esta fase se pondrá en práctica Las investigaciones que se obtuvieron de la fase anterior, poniendo en práctica el nuevo plan de mantenimiento a los equipos de cuarto frío de cada estación de servicio Texaco por los siguientes seis meses al finalizar estos seis meses se obtendrían las 3 figuras que se realizaron en la fase de recopilación de datos.

A continuación las figuras que se obtienen después de la implementación del mantenimiento proactivo en las estaciones de servicio Texaco.

Figura 11. Resultado de 6 meses de mantenimiento correctivo-preventivo después de aplicar el nuevo plan de mantenimiento.

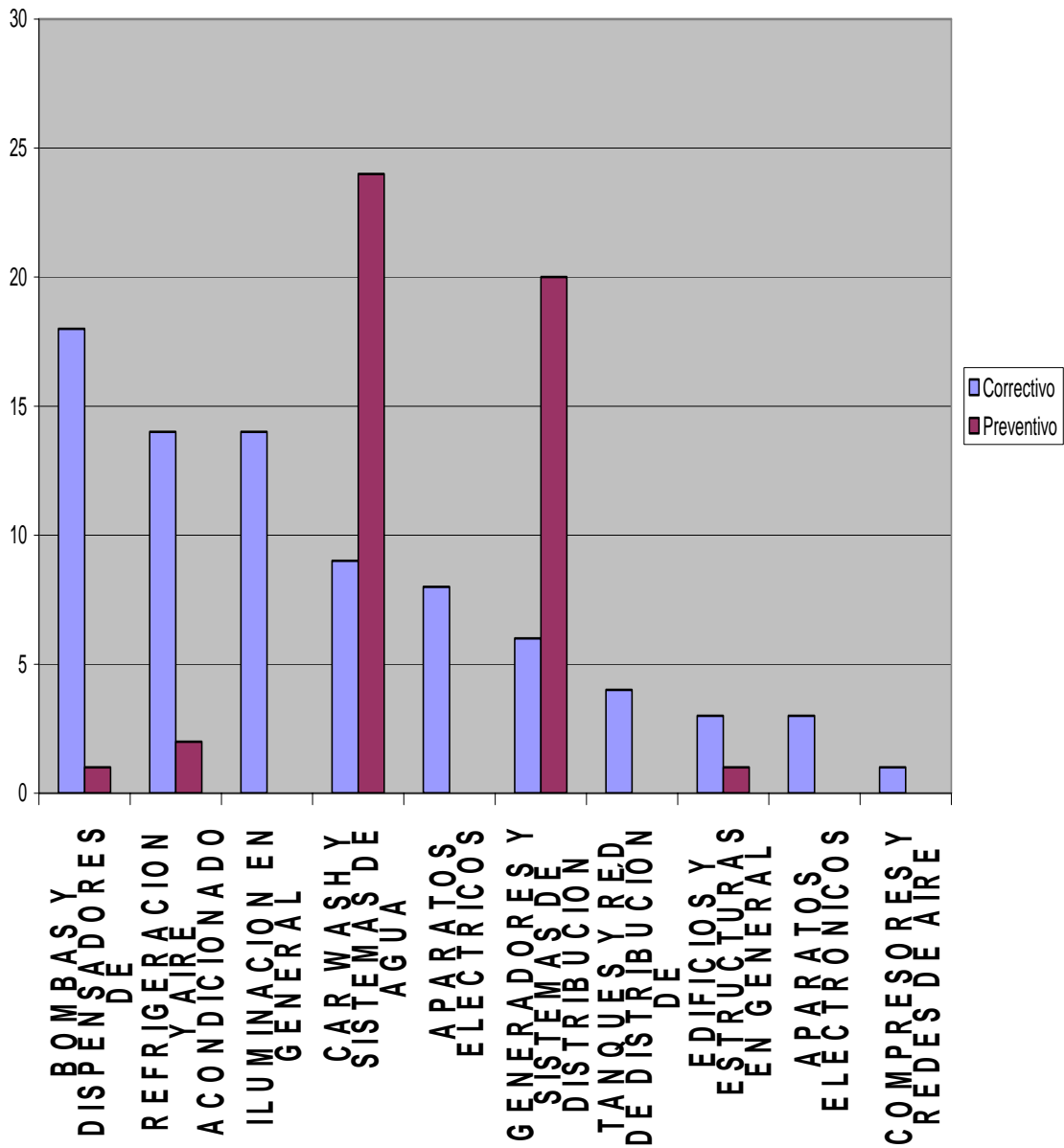


Figura 12. Resultado de 6 meses de mantenimiento correctivo-preventivo por equipo después de aplicar el nuevo plan de mantenimiento.

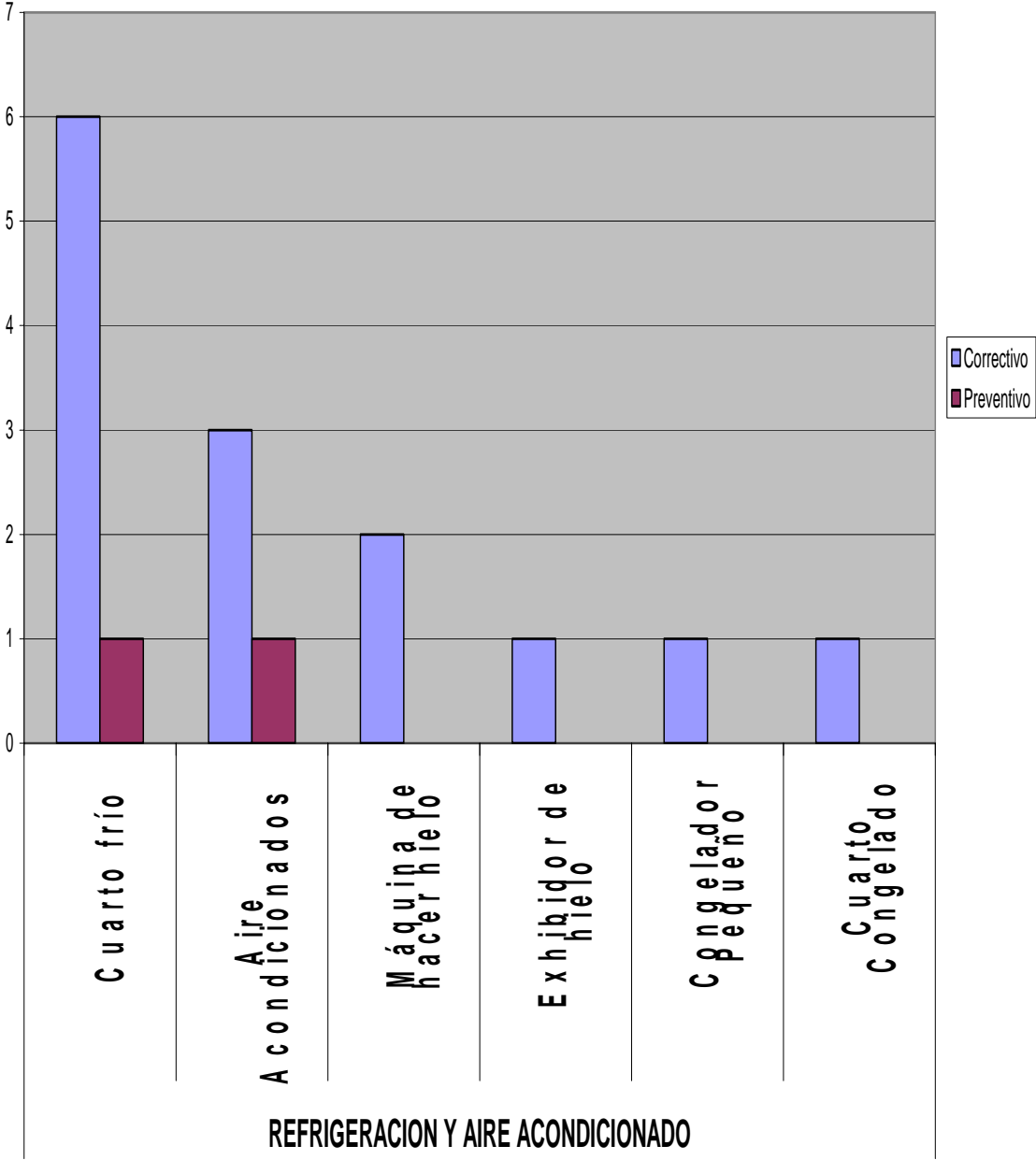
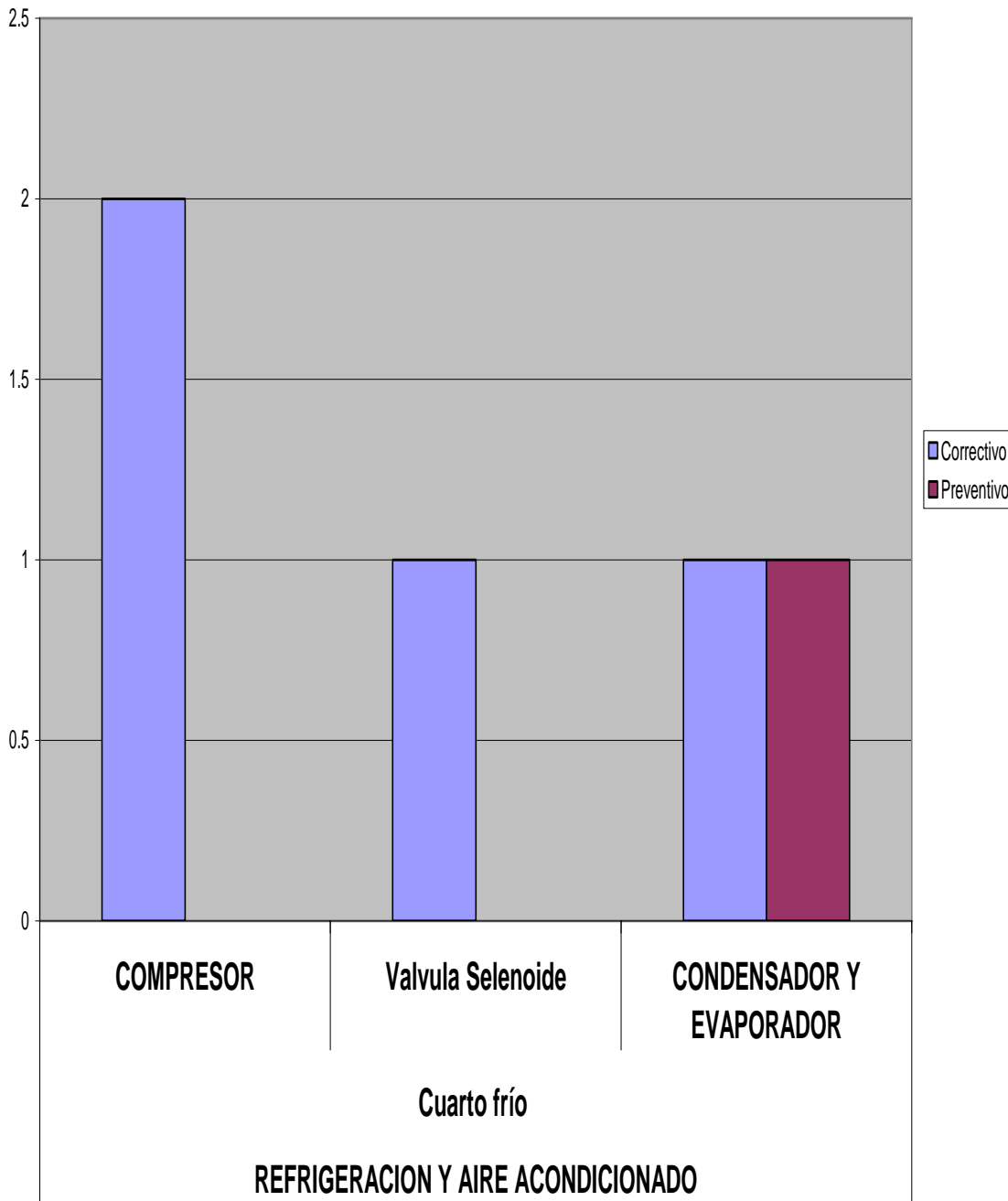


Figura 13. Resultado de 6 meses de mantenimiento correctivo-preventivo por parte del equipo que fallo después de aplicar el nuevo plan de mantenimiento.



Como puedes observar el mantenimiento correctivo en el grupo de refrigeración y aire acondicionado disminuyó. Los problemas de compresor se dieron los primeros meses de comenzado el nuevo plan de mantenimiento para estos equipos.

Se recomienda a los supervisores verificar el estado de los equipos para verificar si la frecuencia de mantenimiento es la correcta o se determina si hay que aumentar el mantenimiento preventivo a los equipos.

Según los procedimientos que propone la implementación de mantenimiento proactivo es investigar las fallas que nos da la clasificación de bombas y dispensadores para combustible, pero este caso ya quedan en manos de los supervisores si se determina atacar otra clasificación o seguir investigando la clasificación de aire acondicionado y refrigeración.

2.5. Fase de resultados

Se compararon los resultados obtenidos para verificar el buen funcionamiento del nuevo plan de mantenimiento preventivo.

Como se puede observar en las graficas anteriores los gastos en cuarto frío ya se ha reducido a tal grado que la clasificación de refrigeración y aire acondicionado ya no es la que más gastos le representa al departamento de mantenimiento.

Ahora el departamento de mantenimiento deberá de seguir con la implementación del mantenimiento para la siguiente clasificación para lograr reducir los gastos al mínimo siempre y cuando teniendo en cuenta la

confiabilidad del equipo y para lograr saber con que frecuencia se debe de realizar el mantenimiento para no tener gastos por exceso de mantenimiento preventivo en los equipos.

CONCLUSIONES

1. La capacitación constante del personal operativo y técnico de mantenimiento es necesario lograr obtener los mejores resultados en cada servicio de mantenimiento preventivo que se le realiza a los equipos.
2. El plan de mantenimiento proactivo se debe actualizar frecuentemente y, estudiar sus resultados para llegar a obtener la frecuencia óptima de mantenimiento para cada equipo.
3. Los equipos y manuales se deben de estar consultando y así verificar y saber la vida útil para no realizar gastos innecesarios en servicios de mantenimiento preventivo y correctivo.
4. Con la implementación del programa de mantenimiento proactivo se facilitarán las tareas administrativas y operativas, ya que, se contara con un procedimiento desde cómo ingresar datos hasta cómo se debe de realizar el mantenimiento.

5. El técnico en mantenimiento debe realizar todas las rutinas de mantenimiento preventivo y, así, llegar a tener el mejor rendimiento y vida útil para el que fue diseñado cada equipo.

6. Los supervisores de mantenimiento siempre deben de reportar a gerencia los resultados obtenidos para justificar o realizar mejores al presupuesto de mantenimiento.

RECOMENDACIONES

A gerencia.

1. Evaluar con los supervisores de mantenimiento el presupuesto anual para que el departamento de mantenimiento mantenga en óptimas condiciones los equipos.

A los supervisores de mantenimiento.

2. Investigar, apropiadamente, las fallas de los equipos para eliminar la causa raíz de los problemas.
3. Rastrear el progreso del programa de mantenimiento preventivo de los equipos para determinar la efectividad o cambios que se deberían de a ser al programa y, así, obtener la frecuencia óptima del servicio a cada equipo.

Al asistente de mantenimiento.

4. Registrar todos los reportes de mantenimiento correctivo y preventivo que los técnicos de mantenimiento llenen para obtener gráficas reales del comportamiento de los equipos y realizar un buen análisis de la situación.

A los técnicos de mantenimiento.

5. Llenar los reporte de mantenimiento de la mejor manera para que los datos finales del programa de mantenimiento preventivo no sean erróneos, ya que, ellos son los que tienen contacto directo con los equipos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Reliability Engineering, Pilot program draft, march 93, Volumen 1, Texaco. 87p.
2. MARKS Manual del Ingeniero Mecánico. Tomo 2. Mc Graw Hill. 1998, III Congreso Internacional de Mantenimiento. Bogotá DC Mayo 2000. 994p.
3. Colección de Revistas Mantenimiento de la Asociación Española de Mantenimiento. (1995-2002).
4. Revista Mantenimiento y Calidad de la asociación de Ingenieros de Mantenimiento de Brasil (1998-2002). 51p.
5. Www.Mantenimientomundial.com., sitio de mantenimiento de Datastream. 2001.
6. Andersen Consulting, "La fábrica del futuro", Edit. Marcombo, S.A., Barcelona, 1994. 47p.

7. Borda, E. J., "Técnicas de Mantenimiento Avanzado", Edit. Deusto, S.A., España, 1993. 135p.
8. Castellanos, M. G. "Apoyo Logístico para la administración del mantenimiento", Edit. Imprenta de La Universidad Central de Venezuela, Caracas, 1993. 271p.
9. R.L. Higgins/ R.L Moobley, Maintenance Enginiering handbook., Mc Graw Hill 2002. Hydrocarbon Processing, enero 1998. 415p.
10. Ramón García-Pelayo y Gross, Diccionario Enciclopédico Larousse, (México: Edtirorial Larousse). Sexta edición. 742p.
11. Montenegro Raquel. Especificaciones formales para el trabajo de graduación (Guatemala: Editorial Universitaria 2000). 26p.

APÉNDICE

CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE EL MANTENIMIENTO:

El mantenimiento es el conjunto de acciones que permiten mantener y conservar un bien en un estado tal que pueda asegurarse un servicio determinado.

Una idea fundamental es que el mantenimiento cuesta dinero, que hay que añadir al costo de la instalación de la máquina.

Otra idea importante es que, en general, el costo de mantenimiento aumenta a medida que la máquina va envejeciendo, puesto que aumentan las averías y las necesidades de cambiar piezas y realizar ajustes.

Hay que tener muy claro cuando una máquina debe morir: en el momento que los gastos de mantenimiento añadidos al coste de energía hagan improductiva la máquina.

TIPOS DE MANTENIMIENTO

Se distinguen dos grandes facetas del mantenimiento

Mantenimiento correctivo.

Mantenimiento preventivo.

Mantenimiento correctivo

Tiene la misión de reparar y corregir un fallo en el funcionamiento.
Comprende las siguientes acciones:

- Detección del fallo.
- Localización de los elementos que han producido el fallo.
- Arreglo del fallo.
- Comprobación del buen funcionamiento de la instalación.

Mantenimiento Preventivo.

Tiene la misión de reducir la probabilidad de que se produzca un fallo.

Operaciones de mantenimiento.

Para mantener las características funcionales de las instalaciones y su seguridad y conseguir la máxima eficiencia de sus equipos, es preciso realizar las tareas de mantenimiento preventivo y correctivo que se incluyen en la presente instrucción técnica.

Obligatoriedad del mantenimiento.

Desde el momento en que se realiza la recepción provisional de la instalación, el titular de ésta debe realizar las funciones de mantenimiento, sin que éstas puedan ser sustituidas pro la garantía de la empresa instaladora.

Operaciones de mantenimiento

Las comprobaciones que como mínimo, deben realizarse y su periodicidad son las indicadas en las tablas que siguen, donde se emplea esta simbología.

Símbolo	Significado
M	Una vez al mes
2A	Dos veces por año, una al inicio del año
3A	Tres veces por año
4A	Cuatro veces por año
6A	Seis veces por año
A	Una vez al año

APÉNDICE 2

Tabla de clasificación y sub-clasificación de equipo

Descripción	Clasificación	SubClasificacion	Descripción equipo
APARATOS ELECTRICOS	AEL	AHC	Horno de Convección
	AEL	ASW	Sándwich era
	AEL	AEA	Envolvedor de alimentos
	AEL	ASM	Secador de Manos
	AEL	ASA	Salchichonera
	AEL	ARE	Refrésquela
	AEL	APA	Parrilla Rectangular
	AEL	AMO	Moledora de Café
	AEL	ABM	Baño Maria
	AEL	AHM	Horno Microondas
	AEL	ACH	Chicles
	AEL	AGR	Granizadas
	AEL	ADQ	Dispensador de Queso
	AEL	ADP	Dispensador de Pan
	AEL	ADG	Dispensador de Gaseosas
	AEL	ADC	Dispensador de Café
	AEL	ACA	Cafeteras
	AEL	AEC	Exhibidor de comida Caliente
	AEL	AMC	Máquina de Capuchino
	AEL	AMM	Maquina de monedas
	AEL	AFE	Fermentador
	AEL	ACT	Calentador Titán
	AEL	AFR	Freidora de papas

Continuación

	AEL	ACP	Calentador de Papas
	AEL	APP	Prensa para Pizza
	AEL	AEH	Extractor de Humo
	AEL	ARB	Reset Botón
	AEL	ACE	Café Express
	AEL	AMH	Maquina para hacer hielo
	AEL	APO	Poporopos
	AEL	AFP	Freidora de Pollo
	AEL	AEN	Exhibidor Nachos
	AEL	AHB	Horno de banda
	AEL	AHP	Horno Pizza
	AEL	AEP	Exhibidor Pizza
	AEL	APR	Procesadora
	AEL	AEJ	Extractor de jugos
	AEL	AAS	Aspiradora
	AEL	AEE	Estufa eléctrica
APARATOS ELECTRONICOS	AET	UCC	Cambiador de CD
	AET	UCA	Cámaras
	AET	UMO	MODEM
	AET	UME	Equipo de mensajería.
	AET	UMC	Multiplexor para cámaras
	AET	UIN	Intercomunicadores
	AET	UHE	Calentador de Agua
	AET	UMS	Monitor sistema de seguridad
	AET	UCO	Computadoras

Continuación

	AET	UES	Equipo de sonido
	AET	UPA	Pan1000
	AET	UBD	Balanza Digital
	AET	UAU	Consola autoservicio
	AET	UCD	Caja de Distribución de Video
	AET	UPS	Control de paneles solares
	AET	UCL	Computadoras de control de lubricantes
	AET	UDV	Distribuidor de Video
	AET	UTE	Teléfonos
	AET	UVI	Videograbadora
	AET	UCR	Cajas Registradoras
	AET	UAP	Amplificador
	AET	UAM	Alarma Monitoreo de tanques
	AET	UVR	Veeder Root
	AET	UTV	Televisión
	AET	USM	Sonda Monitoreo de tanques
	AET	UFA	Fax
	AET	UPE	Puerta Eléctrica
	AET	ULB	Lector de barras
	AET	UIM	Impresora
	AET	USC	Sistema de circuito cerrado
	AET	UCAL	Calculadora
	AET	UDI	Display
	AET	UBO	Bocina
	AET	UUP	UPS

Continuación

BOMBAS Y DISPENSADORES DE COMBUSTIBLE	BOM	BAG	Bombas para agua.
	BOM	BTF	Tubería de Fibra de Vidrio
	BOM	BTO	Bomba de Tornillo
	BOM	BDI	Bomba de Diafragma
	BOM	BCU	Bomba de Cuñete
	BOM	BSU	Bomba Sumergible
	BOM	BPO	Bomba de pozo
	BOM	BDC	Dispensador de Combustible
	BOM	BLU	Sistema de despacho de Lubricantes
COMPRESORES Y REDES DE AIRE	COM	CCO	Compresor
	COM	CCA	Capsulas de Aire
CAR WASH Y SISTEMAS DE AGUA	CWAS	WLU	Unidad de luz ultravioleta para agua
	CWAS	WSF	Sistema de filtración de agua
	CWAS	WRM	Receptor de monedas

Continuación

	CWAS	WCW	Equipo de Car Wash
	CWAS	WAS	Aspiradora
EDIFICIOS Y ESTRUCTURAS EN GENERAL	EDIF	EMA	Marquesina metálica
	EDIF	EPE	Planta Eléctrica
	EDIF	EBA	Baños
	EDIF	EMP	Cerca y muro perimetral
	EDIF	ECM	Casa de máquinas
	EDIF	ECO	Pista de concreto
	EDIF	EDC	Edificio Car Wash
	EDIF	EEL	Edificio Express Lube
	EDIF	ESM	Edificio Star Mart
	EDIF	ECE	Cerca
	EDIF	EPS	Postes
	EDIF	EBS	Basura
	EDIF	EPO	Pozo mecánico
GENERADORES Y SISTEMAS DE DISTRIBUCION ELECTRICA	GEN	GDI	Tableros de distribución eléctrica

Continuación

	GEN	GPA	Circuito de paralelismo
	GEN	GPE	Planta eléctrica
	GEN	GTU	Tubería y alambrado para planta eléctrica
	GEN	GTA	Transferencia automática
	GEN	GTR	Transformador
ILUMINACION EN GENERAL	ILUM	ILUM	57 Reflectores
	ILUM	ILC	lámpara LCI
EQUIPO DE LUBRICACION EN GENERAL	LUB	LPI	Pistolas
	LUB	LCA	Cajas Automáticas
	LUB	LCR	Equipo para cambio de refrigerante
	LUB	LCF	Compresor de filtros
	LUB	LCAR	Carretes
	LUB	LBH	Bidón horizontal p/aceite usado
REFRIGERACION Y AIRE ACONDICIONADO	R&A	FAA	Sistemas de aire acondicionados
	R&A	FCH	Congelador Horizontal

Continuación

	R&A	FRE	Refrigerador
	R&A	FEA	Extractor de Aire
	R&A	FCC	Cuarto Congelado
	R&A	FMH	Máquina de hacer hielo
	R&A	FEH	Exhibidor de hielo
	R&A	FVI	Vitrina
	R&A	FEQ	Exhibidor de Queso
	R&A	FCF	Cuarto frío
	R&A	FHE	Helados
	R&A	FCO	Congelador
ROTULACION EN GENERAL	ROT	RCA	Rotulo Cajero Automático
	ROT	RPL	Rotulo Plástico área de comida
	ROT	RGO	Rótulos para Góndolas
	ROT	RLT	Logo Texaco
	ROT	RVA	Rótulos variables
	ROT	RAS	Rotulo Autoservicio
	ROT	RFL	Rotulo Flecha
	ROT	RSE	Rotulo de Servicios
	ROT	RLS	Logo Star Mart
	ROT	RLB	Rotulo de lubricante

Continuación

	ROT	RAL	Rotulo de alimentos
	ROT	RCO	Rotulo de combustibles
	ROT	RLU	Rotulo luminoso
	ROT	RJE	Rotulo Jerry's
	ROT	RHO	Rotulo 24 horas
	ROT	RJC	Juego de Calcomanías
	ROT	RPR	Rotulo Pago Rápido
	ROT	RBR	Banda roja iluminada
	ROT	RCW	Rotulo Car Wash
	ROT	RRP	Rotulo de Precios
TANQUES Y RED DE DISTRIBUCIÓN DE COMBUSTIBLES	TK	TKL	Lubricante
	TK	TKG	Tanque de Gas
	TK	TKS	Subterráneo
	TK	TKA	Aéreo
EQUIPOS VARIOS	VAR	VIN	Instalación
	VAR	VEC	Equipo Comunicación
	VAR	VSO	Software
	VAR	VCG	Corte de grama
	VAR	VRC	Reparación de un chorro
	VAR	VLO	Lava ojos
	VAR	VEX	Extintidor

