

9. CONCEPTOS BÁSICOS DE MANTENIMIENTO.

9.1 INTRODUCCIÓN.

El papel principal de mantenimiento es incrementar la confiabilidad de los sistemas de producción realizando actividades tales como planeación, organización, control y ejecución de métodos, buscando la conservación de los equipos. Sus funciones van más allá de las reparaciones que se presentan; su importancia se aprecia en la forma en que las fallas se disminuyen como resultado de una buena gestión que involucre todo el departamento de mantenimiento y el apoyo de gerencia y en general de toda la empresa (Mora, 1990c).

Los procesos industriales tienen como visión el optimizar costos en instalaciones, sistemas industriales y mano de obra para así obtener la rentabilidad, la calidad y cantidad esperada, la alta productividad se logra con el uso racional y eficaz de la compañía para lograr un beneficio económico tangible, dentro de esto se encuentra el mantenimiento de las máquinas e instalaciones en condiciones óptimas de funcionamiento. (Rey, 2003)

Los elementos comunes encontrados en las empresas muestran que la gestión de mantenimiento debe poseer unos parámetros comunes para su buen desempeño, algunos de ellos como: la definición de metas claras para realizar una mejor labor, la toma de decisiones debe realizarse con base en un sistema de información integral, la planeación y control de las actividades principales de mantenimiento, la investigación y renovación con respecto a la gestión tecnológica de mantenimiento, etc.; todos aquellos con el fin de adquirir óptimos niveles en toda la gestión y ejecución de mantenimiento (Riis, y otros, 1997).

La labor primordial de mantenimiento es asegurar la mayor disponibilidad de los sistemas técnicos, previniendo o prediciendo cualquier tipo de evento que pueda

alterar su óptimo desempeño, manteniendo su función en el tiempo. Pero además de esto, el área de mantenimiento debe velar por que su costo dentro de la empresa siempre se mantenga dentro de unos márgenes determinados, optimizando sus costos de operación.

Para conocer el estado actual del mantenimiento y el papel que desarrolla en las empresas, es importante conocer como ha sido el avance de este en los últimos tiempos y como ha sido su relación con su principal cliente, producción.

Tabla 1. Evolución Histórica.

		Producción - Manufactura		Mantenimiento e Ingeniería de Fábricas	
Etapa	sucede aproximadamente	Orientación hacia	Necesidad específica	Orientación hacia	Objetivo que pretende
I	antes de 1950	el producto	generar el producto	hacer acciones correctivas	reparar fallos imprevistos
II	entre 1950 y 1959	la producción	estructurar un sistema productivo	aplicar acciones planeadas	prevenir, predecir y reparar fallos
III	entre 1960 y 1980	la productividad	optimizar la producción	establecer tácticas de mantenimiento	gestar y operar bajo un sistema organizado
IV	entre 1981 y 1995	la competitividad	mejorar índices mundiales	implementar una estrategia	medir costos, CMD, compararse, predecir índices, etc.
V	entre 1996 y 2003	la innovación tecnológica	hacer la producción ajustada a la demanda	desarrollar habilidades y competencias	aplicar ciencia y tecnología de punta
VI	desde 2004	Gestión y operación integral de activos en forma coordinada entre ambas dependencias Anticiparse a las necesidades de los equipos y de los clientes de mantenimientos - Predicciones - Pronósticos Gestión de activos			

Fuente: (Mora, 2007a)

Es importante resaltar que el objetivo principal de mantenimiento siempre ha sido la de conservar la función de los equipos a ellos asignados, pero a través del tiempo se han integrado a esta área muchas mejoras administrativas que conllevan a un mejor manejo de los recursos y una planeación acorde a las necesidades (Wireman, 2001).

9.2 ETAPAS DEL MANTENIMIENTO.

Para hacer un análisis del estado del departamento de mantenimiento de cualquier tipo de empresa, es importante conocer su punto de desarrollo o estado en el que se encuentra, para así ajustar que exigencias debería tener o que se puede esperar de este. Así mismo poder plantear un plan de trabajo o sugerencias para su consiguiente avance al siguiente nivel (Mora, 2009).

9.2.1 Etapa I

En su primer momento de desarrollo, el mantenimiento busca devolver la funcionalidad a la maquina después que se ha presentado la falla, estas acciones son de naturaleza correctiva, ya que los equipos se intervienen cuando han perdido completamente su función.

La etapa I es el momento donde aparecen todos los instrumentos de mantenimiento, en ese momento se contrata o se entrena todo el personal el cual requiere mantenimiento, con el fin de capacitarlo para realizar lo que se puede llamar las primeras acciones de mantenimiento, que son de naturaleza correctiva. La parada de los equipos en muchos casos no era tomaba como un gran problema ya que muchos de los sistemas no se encontraban mecanizados y la maquinaria existente era robusta y confiable, construida con altos factores de seguridad (Rey, 1996).

El mantenimiento correctivo o reparativo es el único practicado en esta etapa, las piezas y equipos son llevados al límite de su vida útil, hasta la falla y con la acción de mantenimiento se recupera la función inicial, consiste en remplazar las piezas que no funcionan sin aplicar un mayor análisis sobre la causa raíz del problema (Benitez, 2007).

9.2.2 Etapa II

El auge y la mayor complejidad de los equipos que se presenta en la industria en esta etapa, a que los costos por acciones correctivas sean muy altos, nacen dos acciones de mantenimiento: preventivo y predictivo como una opción para reducir los paros y tiempos improductivos que afectaban la producción.

Las técnicas y metodologías propias de las acciones planeadas de mantenimiento empiezan a utilizarse en esta etapa, la empresa adquiere el conocimiento y la destreza para diferenciar las acciones propias de mantenimiento, antes y después de la falla (Mora, 2009).

En nuestro medio es muy común encontrar empresas las cuales todavía se encuentran en esta etapa, sin ahondar más en procesos de mejora que permitan ver al mantenimiento más como una inversión y no como un gasto.

9.2.3 Etapa III

Lo que plantean algunos autores es, que esta etapa es alcanzada cuando las industrias han logrado consolidar un plan de trabajo eficiente que conjuga las labores de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo la cual no es posible su completa eliminación, y busca un desarrollo en la parte administrativa del mantenimiento que permita adoptar un sistema organizado para todo el manejo del área y su personal a cargo.

Lo importante en esta fase III para las empresas es optimizar su producción, generando tácticas empresariales que permitan que todos los entes de la empresa trabajen en conjunto para maximizar su productividad.

9.2.4 Etapa IV

La etapa 4 es alcanzada en el momento en que los departamentos de mantenimiento y en general la compañía desarrollan con cuando las empresas desarrollan con eficacia los niveles anteriores, el objetivo ya es medir sus resultados y conocer que tan bien están ejecutando su labor, por esta razón se empiezan a instaurar diferentes sistemas de costeo propios de mantenimiento entre ellos el *Life Cost Cycle* o *LCC* por sus siglas en inglés, la implementación de un registro histórico de fallas y reparaciones, el CMD, etc. (Mora, 2009).

En este punto la meta es ser competitivos, no solo localmente, si no comparándose contra los mejores en el área, saber cómo se encuentra la empresa con respecto del líder mundial en el sector.

9.3 TIPOS DE MANTENIMIENTO

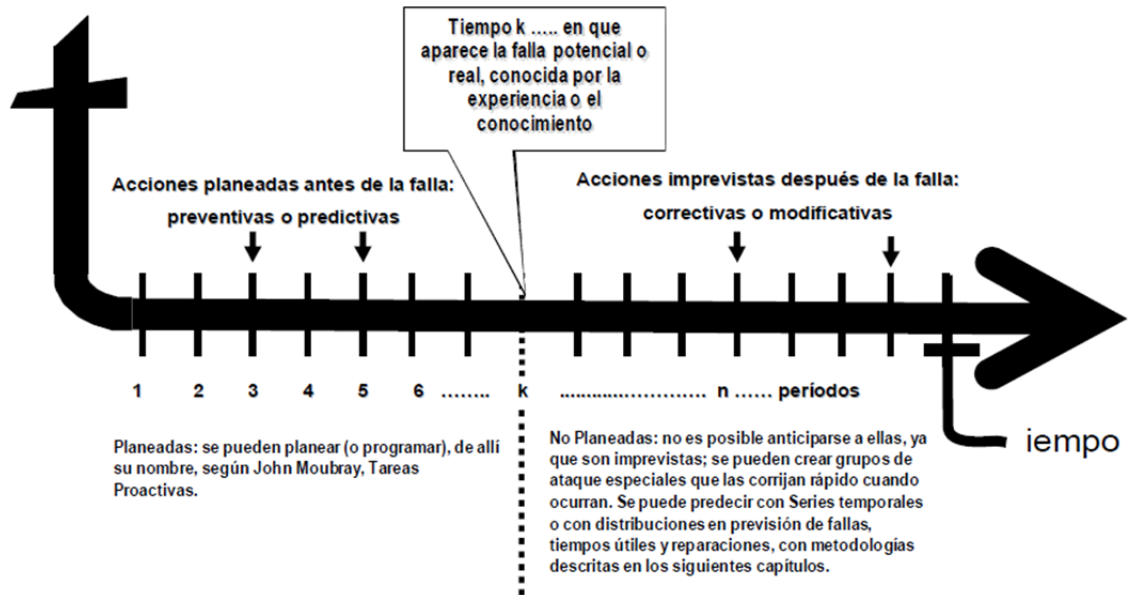
En mantenimiento existen 4 tipos de acciones que agrupan cualquier tipo de intervención a los artefactos por parte del personal técnico de mantenimiento; las cuales son:

- 1) Mantenimiento Correctivo.
- 2) Mantenimiento Modificativo.
- 3) Mantenimiento Preventivo.
- 4) Mantenimiento Predictivo.

Las acciones de mantenimiento pueden ser clasificadas como antes o después de ocurrida la falla, algunos autores con Navarro plantean que el mantenimiento predictivo hace parte de un tipo de acción más global la cual es el mantenimiento preventivo, otros como Rey hablan de solo dos tipos Mantenimiento Correctivo y

Preventivo, y algunos como Mora, Kelly, Silva y otras hablan de los cuatro tipos de mantenimiento mencionados anteriormente (Moubray, 2004).

Ilustración 1. Tipos de acciones de mantenimiento.



Fuente:(Mora, 2007a)

9.3.1 Mantenimiento Correctivo

El mantenimiento correctivo se basa en corregir las averías a medida que se van produciendo. Lo más normal es que quien reporta las averías es el propio usuario de los equipos.

El principal problema que se encuentra al aplicar este tipo de mantenimiento, es que el usuario se da cuenta de la avería o falla justo en el momento en que va a disponer del equipo, ya sea al ponerlo en marcha o bien durante su utilización (Navarro Elola, y otros, 1997).

Otros inconvenientes que se pueden presentar es que el usuario intentará seguir utilizando el equipo en condición de falla lo que normalmente empeora más el estado del equipo.

Las tareas de mantenimiento correctivo son llevadas a cabo con el fin de devolver la función de la pieza o máquina en su etapa inicial, tras haber perdido su capacidad para realizar la función o las prestaciones que se requieren (Knezevic, 1996).

9.3.2 Mantenimiento Modificativo

Las acciones de modificación aplicada a los equipos ya sea para eliminar la causa raíz de la falla, para acoplar una nueva máquina dependiendo de las necesidades del proceso propio, o bien sea modificaciones para extender la vida útil del equipo, son agrupadas a acciones de mantenimiento modificativo (ESReDa, 2001).

Las acciones de mantenimiento modificativo se aplican normalmente cuando luego de reiteradas intervenciones correctivas, no se puede corregir la causa raíz del fallo completamente, y se repite periódicamente luego de cierto tiempo de operación; esto se realiza después de un análisis de modo y efecto de falla (AMEF). Para ejecutar esto, el departamento de ingeniería debería prestar la colaboración pertinente, pero generalmente es responsabilidad del departamento de mantenimiento (Kelly, y otros, 1998).

9.3.3 Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo es la práctica de un sistema de inspecciones periódicas programadas racionalmente sobre el activo fijo de la planta y sus equipos, con el objetivo de conocer las condiciones o estados anormales de esos elementos, que puedan llevar a paros en la línea de producción o deterioro grave de máquinas, equipos o instalaciones, y siempre ejecutar el cuidado de mantenimiento adecuado de la planta para retardar la aparición de tales

condiciones, mediante la ejecución de ajustes o reparaciones, mientras las fallas potenciales están aún en estado inicial de desarrollo.

El mantenimiento preventivo normalmente está asociado a un plan de mantenimiento que es generado con el conocimiento de los equipos a los cuales se les realizara la labor, su criticidad en el sistema y con una concreta interacción producción-mantenimiento para el momento más óptimo a realizarse. Para esto se requiere mucha experiencia previa de fallas para la búsqueda de síntomas, al igual que la información propia del fabricante en la cual se hacen unas recomendaciones, que deben ser ajustadas dependiendo del entorno en el cual se encuentra el equipo (Patton, 1995).

La acción sistemática de revisar periódicamente, se puede definir como “inspeccionar-controlar y reparar” antes de que se produzca la avería. También se puede decir que es reparar cuando la maquinaria o instalación productiva están aún, en cuanto a seguridad, calidad y desgaste, dentro de límites aceptables (Rey, 1996).

9.3.4 Mantenimiento Predictivo

El mantenimiento predictivo es un tipo de mantenimiento el cual se aplica con el objetivo de conocer y monitorear el estado de los equipos más indispensables de la compañía, con el fin de saber su estado actual de funcionamiento, analizando el cambio de sus variables.

Al conocer que tipo de variables afectan un sistema, parametrizarlas y monitorear su comportamiento, da la informan necesaria para predecir su funcionamiento en el tiempo y su condición actual, sin tener que intervenir o hacer paros en el equipo para realizar inspecciones preventivas.

Algunas ventajas del mantenimiento predictivo son: reducción del tiempo de parada al conocerse exactamente que órgano es el que falla, seguimiento a la

evolución de un defecto en el tiempo, optimización a la gestión del personal de mantenimiento, verificación de la condición de estado y monitoreo en tiempo real de la maquinaria, tanto la que se realiza en forma periódica como la que se hace de carácter eventual, Ejecución de un registro de información histórica vital, a la hora de toma de decisiones técnicas en los equipos, definición de los límites de tendencia relativos a los tiempos de falla o de aparición de condiciones no estándares, etc. (Mora, 2009).

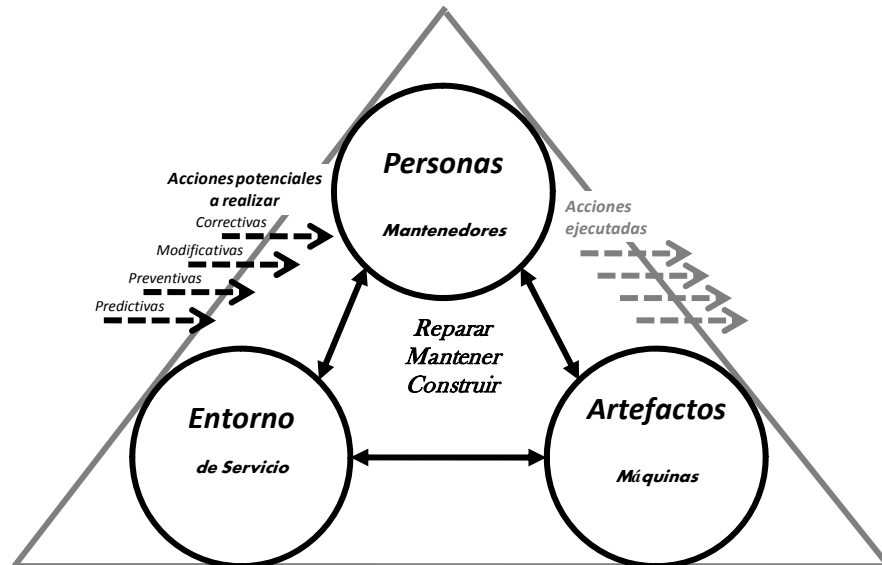
Aunque este tipo de análisis permite obtener información de los equipos en todo momento, no es económicamente viable aplicar este tipo de análisis para todos los sistemas ya que estos requieren de tecnología y elementos de medición que supondrían un alto costo para mantenimiento. Antes de aplicar esta metodología, siempre es bueno analizar primero cuales son los sistemas críticos y de los cuales depende el proceso para funcionar.

9.4 SISTEMA KANTIANO DE MANTENIMIENTO

El enfoque sistémico kantiano da la posibilidad de estudiar y entender cualquier tipo de fenómeno dado que define que un sistema, está compuesto básicamente por tres elementos: personas, artefactos y entorno (Mora, 2009).

Para el caso particular de mantenimiento, se utiliza este enfoque para determinar las relaciones entre los tres elementos básicos; Las personas (Mantenedores, Productores); Artefactos (maquinaria y herramientas); Entorno (Sistema productivo, Industrias, Fabricas).

Ilustración 2.Unidad elemental de mantenimiento.



Fuente: (Mora, 2007a)

El mantenimiento y la reparación son partes fundamentales del objeto de estudio, donde se entiende que la función de mantener depende del ciclo de vida de las maquinas donde está incluido su mantenimiento, reparación y sustitución, y en el contexto de reparación, o más bien mantenibilidad más reducida (Ávila, 1992).

Mantenimiento en sí, consiste de las personas que prestan el servicio de mantener los equipos de producción de bienes y servicios, y su función comprende la de sostener la vida útil de estos mismos para el bien común de la compañía.

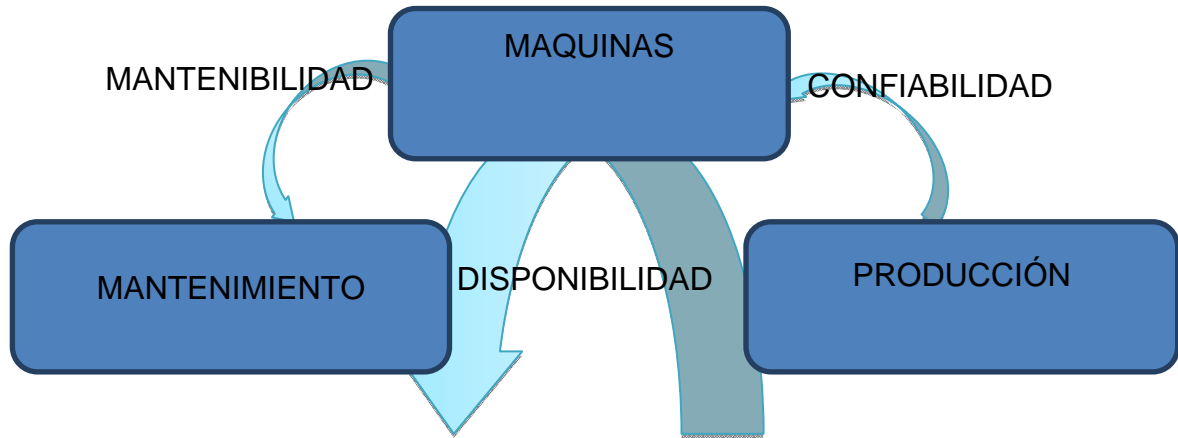
Observándolo desde el punto de vista kantiano, es posible establecer las relaciones:

- Producción-Maquinas: Confiabilidad¹
- Mantenimiento-Maquinas: Mantenibilidad².

¹ Confiabilidad se define como la probabilidad de que un equipo cumpla su función en el periodo determinado.

- Mantenimiento-Maquina-Producción: Disponibilidad³.

Ilustración 3. Relación Producción-Maquinas-Mantenimiento.



Fuente: Elaboración propia

9.5 NIVELES DE MANTENIMIENTO

El PhD. en ingeniería Luis Alberto Mora plantea 4 niveles o categorías al jerarquizar los diferentes tópicos que maneja el mantenimiento, los cuales son elemento base para la cátedra de mantenimiento en la Universidad EAFIT.

9.5.1 Nivel I – Instrumental

En este se abarcan todos los elementos reales requeridos, para que exista mantenimiento en las empresas, procura el manejo sistémico de toda la

² *Mantenibilidad se define como la facilidad de que un artefacto sea restablecido a una condición normal de operación, en un tiempo y con unos recursos ya determinados.*

³ *Disponibilidad se define la probabilidad de que el equipo se encuentre en condiciones normales de operación para realizar su función cuando es requerido. En un tiempo y con unos recursos ya determinados.*

información construida, solicitada en un sistema de mantenimiento en lo referente a las relaciones entre personas, recursos productivos y maquinas; pertenecen a este grupo todos los registros, documentos, historia, información, codificación, entre otros; en general todo lo que identifica a los equipos; la administración de la información y su tratamiento estadístico; la estructura organizacional de los tres elementos descritos de un sistema de mantenimiento. Clasifican también en este nivel instrumentos más avanzados como las 5S, el mejoramiento continuo, etc., también se encuentran aquí herramientas avanzadas específicas y de orden técnico, como análisis de fallas, manejos de inventarios, pronósticos, etc.

El nivel instrumental comprende todos los elementos necesarios para que exista un sistema de gestión y operación de mantenimiento, incluye: la información, las maquinas, las herramientas, los repuestos, los utensilios, las materias primas e insumos propios de mantenimiento, las técnicas, los registros históricos de fallas y reparaciones, las inversiones, los inventarios, las refacciones, las modificaciones, los trabajadores, las personas, el entrenamiento y la capacitación de los funcionarios, entre otros (Mora, 2009).

9.5.2 Nivel 2 – Operacional

En este nivel se agrupan todas aquellas acciones de mantenimiento que se pueden llevar a cabo por parte del departamento de mantenimiento. Estas son mencionadas anteriormente como: Acciones Correctivas, Modificativas, Preventivas y Predictivas.

9.5.3 Nivel 3 – Táctico

Este nivel comprende el lineamiento o enfoque del departamento de mantenimiento en el que se agrupan todas las acciones de mantenimiento aplicadas para lograr un objetivo que normalmente es un objetivo empresarial.

Entre los más aplicados están el *TPM*⁴, *RCM*⁵, *PMO*⁶, *WCM*⁷, *CCM*⁸, entre otros (ESReDa, 2001).

9.5.4 Nivel 4 – Estratégico

El nivel estratégico está formado por las metodologías que se aplican con el objetivo de evaluar que tan eficaces son las tácticas implementadas en la empresa y que beneficios generan en la compañía; esto implica el establecimiento de índices, rendimientos e indicadores que permitan medir el caso particular con otros de diferentes industrias locales, nacionales o internacionales. Es la guía que permite alcanzar el estado de éxito propuesto y deseado. Se alcanza mediante el *LCC*, el *CMD*, los costos, la terotecnología, etc. (Mora, 2009).

9.6 GESTIÓN INTEGRAL DE MANTENIMIENTO

La gestión integral de mantenimiento se basa en intervenir en todos aquellos tópicos de importancia para el buen desempeño y avance de la compañía y que, de una u otra manera, se relacionan con el mantenimiento de las instalaciones. Se trata, por tanto, de gestionar de manera activa basándose en los objetivos de la empresa y no solo en los objetivos tradicionales de mantenimiento disponibilidad y costes, admitiendo una postura pasiva (Navarro Elola, y otros, 1997).

⁴ *TPM (Total Productive Maintenance)(Mantenimiento Productivo Total)*

⁵ *RCM (Reliability Centered Maintenance) (Mantenimiento centrado en confiabilidad)*

⁶ *PMO (Planned Maintenance Optimization) (Optimización del Mantenimiento Planeado)*

⁷ *WCM (World Class Maintenance)(Mantenimiento de Clase Mundial)*

⁸ *CCM (Core Competences Maintenance)(Mantenimiento centrado en Habilidades)*

Los doce principios más importantes en la gestión de mantenimiento enunciados por la comisión EUREKA son:

Tabla 2. Principios Básicos de Mantenimiento

Temas Técnicos	Recursos Humanos	Campo Económico
<ul style="list-style-type: none"> •Servicios •Productos •Calidad de los productos •Métodos de trabajos de mantenimiento •Manejo de materiales óptimo •Control de todas las actividades de mantenimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> •Función de relaciones internas del personal •Función de relaciones externas •Función de la organización del mantenimiento 	<ul style="list-style-type: none"> •Estructura de mantenimiento •Economía en la gerencia de mantenimiento •Economía frente a la producción

Fuente: (Mora, 2009)

Un punto primordial a la hora de buscar una gestión integral de mantenimiento, es la comunicación e interacción con todos los departamentos con que mantenimiento se ve directa o indirectamente involucrado, por ejemplo: Ingeniería o Montajes, Compras, Contabilidad, etc. Generando grupos interdisciplinarios o de apoyo que desdibujen los límites de las funciones de cada área, y se unan en conjunto para el beneficio general de la empresa. Mantenimiento no debe limitarse solo a la reparación de los equipos o sistemas (Navarro Elola, y otros, 1997).

Por ejemplo:

- Relación Mantenimiento - Montajes

Cada vez que el departamento de Ingeniería o Montajes se disponga a realizar la instalación de un equipo, se debería realizar una operación conjunta que permita a Mantenimiento conocer a detalle el funcionamiento del sistema y sus puntos críticos, facilitando las intervenciones futuras. Al igual que Ingeniería dará soporte a la hora del análisis de falla de un equipo y en los procedimientos de intervención de los equipos.

- Relación Mantenimiento – Contabilidad

Para el área de mantenimiento, es importante conocer y hacer seguimiento a los costos totales generados por cada intervención, en los que incluye costos como mano de obra, herramienta, consumibles, al igual que los costos fijos, etc. Por eso es importante el soporte de contabilidad control de todas estas variables.

- Relación Mantenimiento – Gestión humana

Permite la selección de un personal idóneo para las necesidades del departamento al igual que la planeación de capacitaciones que faciliten un desarrollo tanto de la empresa a través del crecimiento humano. Así mismo la inducción adecuada, la evaluación del desempeño, el mejoramiento de competencias, los planes de carrera, la motivación, el clima, cultura organizacional y el bienestar humano.

- Relación Mantenimiento – Compras - Almacén

Algunas veces el departamento de mantenimiento maneja su propio almacén, en otras ocasiones hace parte de un área llamada compras, sin importar el caso, mantenimiento debe comunicarse con compras para la consecución de los materiales y repuestos necesarios para las intervenciones, al igual que los tiempos de entrega y la renovación tecnológica por parte de los proveedores.

Los activos pueden maximizar su eficacia, eficiencia, y productividad mediante el conocimiento y la aplicación de las leyes que rigen la relación entre producción y mantenimiento; y en este caso también aplicaría para las relaciones con toda la empresa en general (Mora, 2009).

La gestión de mantenimiento debe enfocarse a todos los aspectos que de una u otra manera, pasan por sus manos y que influyen sobre el desarrollo de la empresa (Navarro Elola, y otros, 1997).

9.7 INDICADORES DE GESTIÓN

Existen muchas formas en que mantenimiento puede medir que tan bien está desarrollando su labor dentro de la empresa, la mayoría de autores y organismos internacionales que profundizan en este tema, concuerdan en utilizar 3 indicadores generales para medir la gestión de mantenimiento, estos son Confiabilidad, Disponibilidad y Mantenibilidad de un sistema o equipo.

- Confiabilidad: Es la probabilidad que un equipo mantenga su función sin fallar dentro del tiempo que es requerido.
- Disponibilidad: Es la probabilidad que un equipo se encuentre en condiciones de funcionamiento normal cuando es requerido.
- Mantenibilidad: Es la capacidad inherente del equipo a que sea retornado a condiciones normales de operación.

Este tipo de análisis que en principio fue introducido por la aviación de los estados unidos, sirve como indicadores estándar que permiten mediciones y comparaciones de un mismo nivel de cualquier tipo de sistema, y ayudan a llevar un registro de como este varia en el tiempo para un mismo proceso.

Pero este tipo de análisis son útiles para el área de mantenimiento, de hecho la gerencia de las empresas necesita saber cómo se relaciona el trabajo hecho por mantenimiento y los costos que este genera para obtener los resultados (Amendola, 2005).

Gonzales en sus indicadores de gestión, define estos costos como indicadores de Gestión Económica, en los cuales toma 4 indicadores finales que son (Gonzales Fernández, 2004).

Tabla 3. Gestión Económica.

C1	$\frac{\text{Costes operativos totales del departamento de Mantenimiento}}{\text{Produccion valorada a costes industriales}}$
C2	$\frac{\text{Costes acumulados por actividades – secciones – instalaciones}}{\text{Costes presupuestados en dichos conceptos}}$
C3	$\frac{\text{Costes operativos mas costes de paradas en produccion}}{\text{Produccion valorada a costes industriales}}$
C4	$\frac{\text{Costes de personal indirecto, propio e imputado}}{\text{Costes del personal operativo de Mantenimiento}}$

- El primero de ellos (C1) indica cuánto dinero está gastando la empresa en su departamento de mantenimiento en comparación con lo que se produce.
- El segundo indicador (C2) muestra que porcentaje del presupuesto destinado a determinado sistema fue gastado en las intervenciones a este.
- El indicador (C3) es similar a (C1) pero añade los costos generados por las averías.
- Por ultimo (C4) representa el grado de personal propio de mantenimiento.

Por lo anterior, es necesario conocer los tipos de costos involucrados en la labor de mantenimiento, y poder tomarlos como indicador básico de gestión de mantenimiento. Estos costos pueden ser clasificados de diferentes maneras, los clasifica en 4 tipos: Coste de mano de obra, repuestos, servicios exteriores y costes financieros, el problema con esta clasificación es que no toma en cuenta los costos variables que son generados cuando se presenta una falla (Gonzales Fernández, 2004).

En este caso, los costos se pueden clasificar como (Navarro Elola, y otros, 1997):

9.7.1 Costos Fijos

En este se agrupan todas las acciones que lleva a cabo mantenimiento que no dependen del volumen de producción, entre ellas se cuanta la mano de obra y materiales para realizar el mantenimiento preventivo y predictivo. En este también se incluyen los costos de tercerización de mantenimiento, alquileres, seguros, etc.

Desde el punto de vista de mantenimiento, se trata, por tanto de un gasto que asegura el estado de la instalación a medio y largo plazo. La disminución del presupuesto y recursos destinado a este gasto fijo, limita la cantidad de revisiones programadas y, en un primer momento, supone un ahorro para la empresa. Este ahorro implica una mayor incertidumbre sobre el estado de la instalación y, por tanto, de su capacidad productiva real (Navarro Elola, y otros, 1997).

9.7.2 Costos Variables

Dentro de este tipo de costo, se agrupan todos aquellos gastos en los que se incurre cada vez que se produce un fallo o avería, donde es necesario dedicar mano de obra y herramientas para su reparación.

Este costo es imposible llevarlo a 0 ya que no existe forma de eliminar las fallas por completo, pero es posible reducirlo con un correcto mantenimiento programado y un análisis de falla que permita maximizar los tiempos entre averías.

9.7.3 Costos Financieros

En este costo se incluye toda inversión que hace la empresa para mantener los repuestos necesarios para un eventual fallo del sistema, al igual que todo costo generado para aumentar la disponibilidad en el sistema con sistemas de soporte alternativo, o maquinas duplicadas (Mora, 2009).

9.7.4 Costos por Fallos

Este costo se refiere a toda pérdida de beneficio en que la empresa incurre que se relaciona con mantenimiento. En otras palabras es el valor que supone tener una máquina parada por avería. Este factor que aunque normalmente es superior a la sumatoria de los costos anteriores, es el que menos atención se le presta en las empresas ya que no se visualiza contablemente.

En las empresas de producción este se puede contabilizar como la pérdida de materias primas, pérdidas energéticas, defectos de calidad, falta de producción, pérdidas de buen nombre de la empresa entre otros.

En las empresas de servicio estos costos pueden ser aún mayores, ya que pueden suponer la pérdida del cliente y el reconocimiento de la empresa.

En estos tipos de casos es difícil cuantificar el coste de fallo, sin embargo, puede tomarse indicadores del tiempo necesario para realizar las reparaciones desde su conocimiento hasta su eliminación y del tipo de averías, cuantificándolas con el fin de comparar (Navarro Elola, y otros, 1997).

En el área particular, en una empresa de servicios de acondicionamiento de aire y refrigeración, se deben tener en cuenta las pérdidas que se le generan al cliente por ejemplo:

- **Cavas de refrigeración:** En estos elementos normalmente es almacenado alimento perecedero que necesita mantenerse en determinado rango de temperatura, si se produce un fallo, estos productos pueden verse seriamente afectados y esto debe ser contabilizado como pérdidas.
- **Acondicionamiento de Hospitales y Empresas Farmacéuticas:** Es importante mantener los niveles de humedad, temperatura y confort en este tipo de ambientes ya que no solo se pueden ver afectados los productos

químicos y farmacéuticos, sino también el bienestar de las personas evitando ambientes propicios para el crecimiento de virus y enfermedades.

- Acondicionamiento de Cuartos Rack: Estos cuartos donde opera todo el equipo electrónico de las empresas debe mantenerse siempre acondicionado ya que los niveles altos de temperatura y humedad pueden afectar seriamente el funcionamiento de los equipos y su vida útil, al igual que la información de toda la empresa.
- Acondicionamiento de maquinaria en general: Cuando se trata de chillers de enfriamiento para maquinaria, o el acondicionamiento de ambientes por temperatura o humedad para maquinaria como impresoras industriales, inyectoras de plástico, máquinas de extrusión de cerámicos etc. estas pérdidas por paros no solo afecta la producción de dichas empresas, también afecta la imagen de la empresa que presta este servicio de mantenimiento.

10. AUDITORIA DE GESTIÓN AL MANTENIMIENTO

Las auditorías de mantenimiento cada vez son más comunes en el medio, porque son una herramienta que permite evaluar un sistema que, normalmente era solo medido por sus gastos, esto permite reconocer fortalezas y debilidades, centrándose en los puntos más críticos y que mejor impacto puedan generar no solo a nivel de departamento de mantenimiento sino también a la compañía en general, reduciendo costos directos e indirectos que se generan.

La necesidad de auditar la gestión de mantenimiento se basa entonces en reducir los diferentes tipos de costos implicados, con el fin de obtener una mayor rentabilidad de la inversión que se hace en mantenimiento. Si un país desarrollado gasta hasta un 10 por ciento de su producto interno bruto en mantener su infraestructura, una reducción de un 1.5 por ciento de este gasto, sería una suma significativa que avalaría todo tipo de análisis y mejoras al interior de un sistema de mantenimiento.

La ejecución de auditorías de mantenimiento es una realidad a nivel mundial. En algunos países europeos como es el caso del Reino Unido, donde el ministerio de industrias ha promovido la realización de auditorías por parte de expertos acreditados con el fin de crear una base de datos confiables, no solo para las empresas sino también para el país. (Fabres, 1991).

La efectividad de una buena gestión de mantenimiento debe ser evaluada y analizada con frecuencia, y solo puede ser realizada con un análisis a fondo de una amplia variedad de factores, que juntos conforman el aporte de mantenimiento a la calidad de los servicios prestados.

La auditoría de gestión de mantenimiento se basa en el examen y evaluación que se efectúa a una empresa con el objetivo de lograr establecer el grado de economía, eficiencia y eficacia en la planificación, control y uso de los recursos,

para verificar la utilización más racional de los recursos y mejorar las actividades y materias examinadas (Acosta Palmer, y otros, 2011).

El objeto de efectuar una auditoria de mantenimiento no puede ser otro que el de analizar el estado actual de la empresa en busca de mejoras que permitan un mejor desempeño del departamento que afecte positivamente la compañía. No se debe olvidar este objetivo ya que no se trata de buscar culpables.

Estos análisis deben generar una evaluación independiente del desempeño de la función, para mejorar las acciones de la administración y facilitar la toma de decisiones de las personas a cargo.

El mantenimiento no puede ser medido por formulas simples, no hay reglas rígidas e inamovibles y en general, todo análisis de mantenimiento debe hacerse con la habilidad de adaptarse a todos los posibles casos y opciones (Acosta Palmer, y otros, 2011).

Los conceptos más relevantes que se deben evaluar a lo hora de buscar determinar el estado actual de un departamento de mantenimiento, ya sea enfocado a un entorno de producción, explotación o servicios, ya han sido ampliamente evaluados por diferentes autores en el medio y podrían ser definidos globalmente de la siguiente manera (Gonzales Fernández, 2004) (Souris, 1992):

- Organización y las relaciones con otros departamentos.
- Planeación y control de actividades.
- Manejo de la información.
- Gestión humana del departamento.
- Gestión de Inventarios, repuestos e insumos de mantenimiento.
- Costos y presupuestos.

En general se deben explorar estos conceptos y su desarrollo en las compañías con el fin de medir que tan bien se está ejecutando la labor y que tanto se está

aportando en general a la compañía. El proceso de evaluación de cada uno de los distintos factores, se realiza objetiva o subjetivamente, al igual que cualitativa o cuantitativamente. Sin importar el camino que se tome el resultado esperado al finalizar, son unas series de recomendaciones, mejoras, indicaciones, y prácticas que lleven a optimizar la gestión del departamento de mantenimiento (Tavares, 2000).

10.1 ORGANIZACIÓN Y RELACIONES

Organización en una compañía se basa en estructurar, dar forma e interrelacionar las partes de un complejo previamente planeado, disponiendo de los recursos de la empresa desde la maquinaria hasta el personal, de tal manera que esta pueda funcionar según lo previsto en la planeación.

Para esto se deben definir 4 factores que son: Puestos, Seres humanos, Autoridad y Responsabilidad (Dounce Villanueva, 1998).

El seguimiento a estos cuatro factores en el orden dado es una ayuda a la hora de administrar una compañía o evaluar el estado actual de esta, el enfoque debe ser llevado a definir puestos y no personas, ya que primero se debe agrupar los diferentes tipos de tareas y asignarlas a un puesto, para así poder definir las habilidades y competencias que se requieren para esto, lo que es una ventaja en el momento de selección de personal y evaluación de desempeños; lo que lleva directamente a la definición de los 3 puntos restantes, Seres humanos, Autoridad y Responsabilidad. Con una adecuada definición del puesto se podrán definir perfiles para la persona que lo ocupa, su autoridad sobre las personas a su mando o su autoridad para ejecutar sus tareas de la mejor manera y por último que grado de responsabilidad tiene sobre las tareas a determinado puesto asignado, y como debe responder por estas antes sus superiores.

Es indispensable que la estructura jerárquica y funcional de la empresa y en especial de mantenimiento este bien definida y plasmada por escrito, en un diagrama organizacional que corresponda a la realidad del departamento, así también como la definición de responsabilidades y tareas de cada uno de los puestos, empezando desde los niveles directivos y gerenciales, pasando por los niveles medios administrativos hasta la de los técnicos que hacen parte de la compañía, esto definido en procedimientos operativos, descripción de los puestos o en los procesos de formación (Gonzales Fernández, 2004).

La comunicación es base importante para un proceso sin importar como se llame, esta es esencial para transmitir una necesidad o retroalimentar una labor, sin importar el caso es importante que las líneas de comunicaciones directas e indirectas con las que se relaciona el departamento estén lo mejor posible definidas, creando procedimientos claros que reduzcan tiempos de ejecución y permitan hacer un mejor seguimiento a las labores. En la comunicación como competencia es importante tener en cuenta las conductas que la estructura: saber escuchar; saber preguntar; hablar asertivamente; retroalimentar; reconocer el lenguaje corporal; y el manejo del silencio.

Los formatos son de vital importancia porque permiten trabajar eficientemente tanto internamente en el departamento como externa, ordenes de trabajo bien definidas, formato de pedidos de repuestos son solo algunos de los procedimientos que derivan en mejores prácticas dentro de la compañía. Ya que definen responsabilidades y evitan contratiempos dejando las necesidades por escrito, como es el caso de muchas empresas en la relación mantenimiento-compras-almacén, en la que se debe poder hacer seguimiento a los pedidos o a las órdenes, en donde no se puede dar pie a que un pedido verbal sea olvidado.

La visión de este departamento se debe enfocar a establecer relaciones fuertes con otros departamentos que tengan que ver con este y con los objetivos de la

empresa y en el mejoramiento de su gestión interna propia (Navarro Elola, y otros, 1997).

Para este caso se deben analizar los siguientes parámetros:

1. Organigrama y su correspondencia con la realidad, evaluar la estructura jerárquica y funcional del área, como se distribuyen las responsabilidades.
2. Políticas generales de la gerencia con respecto al departamento de mantenimiento, al igual que las políticas internas, filosofías, metodologías y normatividades.
3. La comunicación relacionada con mantenimiento, entre su personal interno y los departamentos con los que se debe relacionar continuamente, formatos y procedimientos deben ser una política a seguir.

10.2 PLANEACIÓN Y CONTROL DE ACTIVIDADES

La planeación es considerada uno de los factores básicos de mantenimiento, requerido por el departamento para el logro de su función primaria, y puede ser definido como la capacidad que tiene mantenimiento y en general la compañía para diseñar su futuro y alcanzarlo, este referenciado a los deseos, metas que se anhelan lograr en el presente y en el futuro (Mora, 2009).

Las buenas prácticas de mantenimiento con respecto a la planeación ayudan a enfocar los esfuerzos del grupo y sincronizarlos adecuadamente en el tiempo, esto indirectamente implica saber si existen y si se aplican planes de mantenimiento regulares, si existen rutinas de mantenimiento y si estas siguen unos procedimientos definidos.

La gestión humana y de materiales deben ser coordinados de tal manera que se pueda ejercer un control en todo momento de lo que determinado trabajo requiere para ser ejecutado. Y más importante aún, esto debe ser determinado con una anterioridad suficiente que permita un rango de acción para la consecución de

materiales, información técnica, logística y demás elementos necesarios para una correcta elaboración de la labor sin importar si es correctiva o preventiva.

La priorización de actividades es una habilidad necesaria para una buena planeación, porque permite determinar que labor es más importante y cual podría dar espera, cuando se elabora una planeación, esta no puede ser tan débil que se posponga constantemente ni tan estricta que no de espacio a modificaciones debido a urgencias o labores imprevistas.

La planeación debe dar como resultado 5 respuestas básicas que servirán también a la hora de hacer el análisis de la labor realizada las cuales son: Quien, Como, Cuando, Donde y Por Qué. Al responder estos 5 interrogantes se tiene la certeza que una labor está completamente definida y se podrá controlar adecuadamente.

La planeación y el control son dos procesos ligados en busca de que los procesos que se realizan se ejecuten correctamente, además de esto permite una retroalimentación de las mismas actividades. Este proceso de evaluación permite corregir el desempeño de la persona responsable por determinada labor, además permite saber si los recursos están siendo bien utilizados o por el contrario se están incurriendo en costos innecesarios. Por ende el control es la función de medir y mejorar procesos individuales y organizacionales, con el fin de acercar la realidad de la compañía a la teoría (Koontz, y otros, 2004).

La labor de control en sí, da inicio desde el mismo momento en que concluye la planeación, y toma toda la información definida durante todo el proceso de planeación y las convierte en lo que puede ser tomado como un listado de chequeo para determinar que es necesario controlar y que desviaciones sufre con lo esperado o planeado. Desde la planeación se puede suponer como se desarrollaran los eventos de acuerdo con la experiencia, el criterio y los hechos observados por la persona o personas a cargo de la planeación. Una adecuada definición de que se va a controlar, ofrece una mayor posibilidad de reducir la

aparición de conflictos entre personas generados por acciones de control muy constante o por falta del mismo (Dounce Villanueva, 1998).

En esta etapa es importante hacer una revisión de algunos puntos como:

1. Existencia de un plan de trabajo, en el que se incluya un plan de mantenimiento preventivo y una previsión de sucesos imprevistos.
2. Intervenciones de mantenimiento atadas a unas ordenes de trabajo las cuales a las cuales se les pueda hacer un seguimiento.
3. Preparación y control de los recursos humanos asignados a las labores, al igual que el manejo de obra especializada.
4. Preparación y control de los recursos materiales, tales como herramientas, repuestos e información técnica previo a la realización de una orden de trabajo.
5. Modelos de tiempos y cálculo de carga laboral del personal según el trabajo a realizar.
6. Control de calidad a las labores del departamento de mantenimiento, así como revisión de tiempos y materiales invertidos.

10.3 MANEJO DE LA INFORMACIÓN

Las estrategias de mantenimiento giran alrededor de la información, es requerido determinar todos los signos vitales que ocurren, para poder asegurar una enfoque adecuado de mantenimiento (Mora, 2009).

Los sistemas de información utilizados por las diferentes empresas pueden variar mucho de acuerdo a las necesidades de cada una, desde herramientas tan simples como hojas de cálculo electrónicas para almacenar y programar las labores, hasta un sistema de información que permita generar presupuestos anuales, predicción de costos por probabilidad, análisis CMD, etc.

Los sistemas de información deben ser acoplables a las diferentes necesidades de cada departamento, suplir las necesidades que estos requieren y darle ventajas técnicas y administrativas para cumplir la función principal que es mantener.

La no disposición de un software de administración de mantenimiento, CMMS⁹ por sus siglas en inglés, no implica que el manejo de la información es regular o malo, lo importante es siempre hacer un seguimiento a los datos con los que se cuentan, se debe tener registro histórico de la maquinaria, registro de piezas de recambio, manuales de servicio y partes, entre otros, adecuadamente organizados y archivados, que se pueda acceder a ellos fácilmente mediante una codificación establecida.

La toma de datos de funcionamiento permiten mejorar la toma de decisiones, de estos dependen determinar cuándo debe ser intervenida la maquinaria y ya dependerá de mantenimiento determinar si es viable o no su intervención.

10.4 GESTIÓN HUMANA EN EL DEPARTAMENTO

El personal técnico y administrativo es la piedra angular de todo departamento de mantenimiento, en el enfoque kantiano, esta es uno de los tres elementos básicos en la relación mantenimiento-máquina-producción (Mora, 2009).

La gestión humana y de materiales de mantenimiento determinan la capacidad de acción de cada departamento, hasta donde es posible llegar con los recursos de los que dispone el mantenimiento, si es necesario, se debe subcontratar para suplir aquellas labores que por razones de carga laboral o nivel técnico deban ser delegadas en agentes externos.

⁹ *CMMS: Computerized Maintenance Management System*

El análisis que se debe hacer al personal del departamento está ligado a determinar su nivel técnico, su experiencia y la actitud o motivación para ejecutar la labor, es muy importante saber los procesos de capacitación y entrenamiento que se desarrollan en el área para determinar el compromiso de la misma al mejoramiento del potencial humano organizacional. Este mismo análisis se debe hacer desde la contratación del personal nuevo, parámetros de evaluación previa a contratación, su entrenamiento básico de la empresa y su periodo de prueba, con tal que estos estén bien encaminados a que la persona reclutada sea la idónea para el cargo.

10.5 GESTIÓN DE INVENTARIOS

La utilización de un sistema o una metodología que permita optimizar el manejo de los insumos, los repuestos y las materias primas de mantenimiento, es uno de los principales puntos a enfocarse cuando se plantea una mejora a la gestión del departamento de mantenimiento, ya que mediante una buena administración y control de estos tres factores, se puede lograr sustanciales ahorros en la gestión y operación del mantenimiento industrial y reducción de costos asociados a stock (Mora, 2009).

Las buenas prácticas de gestión requieren de una base de datos confiables, que permitan plantear estrategias a seguir acordes a los registros históricos. Una de ellas es la clasificación ABC, o el principio de Pareto, el cual determina que hay pocos factores en una muestra, causantes de la mayoría de los efectos (Bierman, y otros, 1991).

La jerarquización de los repuestos e insumos, se da dependiendo del movimiento que tiene cada referencia y su precio unitario, el concepto de la suma de dinero que genera el consumo de estas durante un lapso de tiempo. Priorizando los

esfuerzos de la compañía en una cantidad reducida de ítems que abarcan la mayor demanda de consumo o de venta (Mora, 2009).

Algunos puntos a analizar pueden ser los siguientes:

1. La selección y evaluación de proveedores es de vital importancia para determinar calidad de los productos adquiridos, los precios, la logística y los tiempos de entrega y su respaldo como marca.
2. El tipo de sistema de información usado para el manejo inventario físico, al igual de su flexibilidad para el ingreso y salida de información como referencias, ubicaciones físicas, datos de consumo, stock mínimos y máximos etc.
3. Espacio físico de almacenamiento, su seguridad y organización.

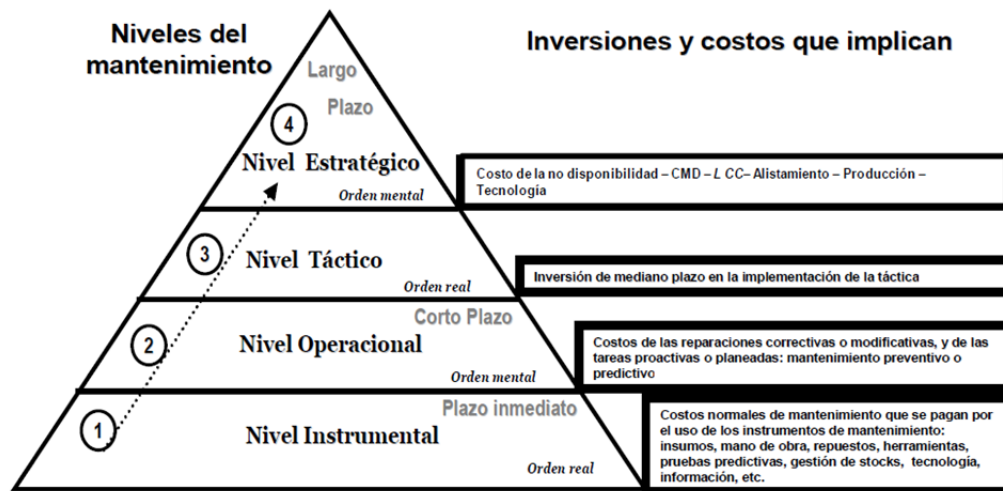
10.6 COSTOS Y PRESUPUESTOS

El presupuesto es una planeación económica que se basa en calcular de la mejor manera posible por parte de la administración de todos los gastos que se suponen tendrán lugar en un periodo de tiempo específico, tanto deben ser estos un resultado de un registro histórico y de la experiencia, y no de solo conjeturas de lo que pueda ocurrir. El presupuesto de mantenimiento debe ser proyectado con base en la información histórica y además con la planeación de producción y el cambio de políticas de la compañía, ya que debe tener en cuenta las posibles fluctuaciones de la producción o los planes estratégicos de la gerencia, sin descuidar la inversión necesaria que debe hacerse para mantener los equipos con una disponibilidad suficiente para las demandas de producción.

La clasificación de los costos que se ven involucrados en mantenimiento es descrita en las secciones 9.7.1 a la 9.7.4.

La teoría de costos de Mora establece que existen costos que se distribuyen a determinados niveles de mantenimiento específicos así:

Ilustración 4. Costos asociados a los niveles de mantenimiento



Fuente: (Mora, 2009)

El presupuesto debe tener en cuenta los costos generados por el departamento en periodos de tiempo anteriores, pero no debe ser esto la única base ya que se debe tener un plan de mejoras para reducir los costos, como análisis de falla y prevención, renovación de maquinaria obsoleta con alto costo de reparación, rediseño de procesos, entre otros (Newbrough, 1974).

El análisis de este campo es de vital importancia ya que determina en gran medida el conocimiento que existe por parte de los mandos administrativos de mantenimiento sobre su área y que tan ajustados se encuentran de la realidad, ya que un buen presupuesto puede representar un ítem de control fiable de todo el departamento.

Los siguientes puntos son convenientes de analizar para conocer el estado actual del departamento:

1. El establecimiento de un presupuesto para un periodo de tiempo definido y la inclusión en este de las personas relacionadas.
2. Manejo de índices de costos que permitan conocer el estado real y sirvan de base para toma de decisiones.
3. Manejo de información y toma de datos que permitan actualizar las bases de datos como costos y gastos, directos e indirectos del departamento.
4. Desglose a la necesidad del departamento de los diferentes tipos de costos agrupándose en mantenimiento preventivo, correctivo, modificaciones, entre otros.

11. METODOLOGÍA DE AUDITORIA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

Los modelos de auditoria que existen cada vez son más variados y diferentes autores proponen metodologías de enfoque para obtener el mejor resultado de esta intervención, y ya depende de cada auditor escoger cual se acomoda mejor a sus necesidades y la del departamento el cual se pretende evaluar.

11.1 METODOLOGÍA DE GONZALES FERNÁNDEZ

El autor plantea en su libro¹⁰ una metodología inicial de 128 preguntas dividida en 12 bloques para determinar el estado actual del departamento de mantenimiento, estos son bloques se dividen de la siguiente manera:

Tabla 4. Metodología de Gonzales, preguntas.

Bloque	# Preguntas / Puntuación máxima	% del total de preguntas
Organización General	12 / 280 pts	9.375 %
Métodos y sistemas de trabajo	12 / 270 pts	9.375 %
Control técnico de las instalaciones y equipos	12 / 300 pts	9.375 %
Gestión de la carga de trabajo	12 / 300 pts	9.375 %
Compra y logística de repuestos y equipos	12 / 240 pts	9.375 %
Sistemas informáticos	10 / 250 pts	7.812%
Organización del taller de mantenimiento	8 / 160 pts	6.25%
Herramientas y los medios de prueba	8 / 170 pts	6.25%

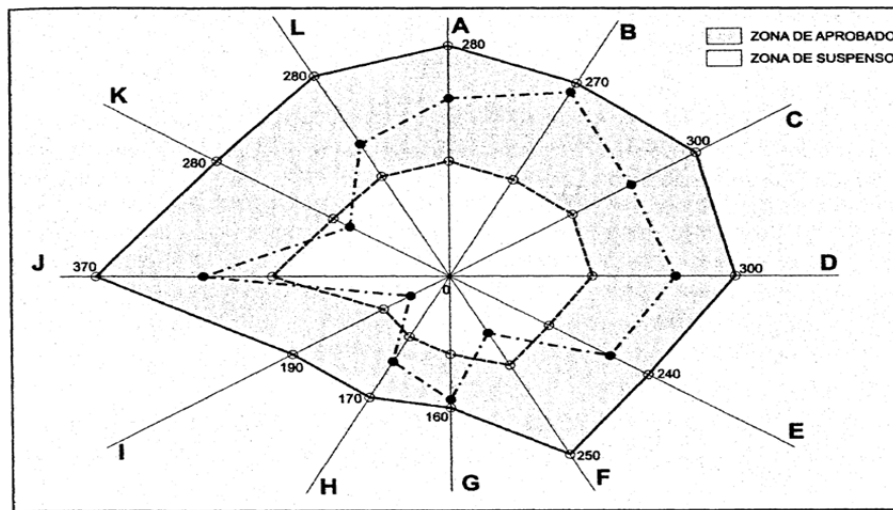
¹⁰ Libro : Auditoria de Mantenimiento e Indicadores de Gestión, 2004

Documentación técnica	8 / 190 pts	6.25%
Personal y formación	14 / 370 pts	10.937%
Contratación externa	10 / 280 pts	7.812%
Planificación y control de la actividad	10 / 280 pts	7.812%
TOTAL	128 / 3090 pts	100%

Fuente: Elaboración propia.

Las encuestas diseñadas por el autor plantean en un principio reconocer que bloques generan mayor problemática para luego profundizar en ellos generando más preguntas que permitan obtener más información relevante, esta debe considerarse como una muestra de la problemática potencial de los bloques analizados y no como datos para conclusiones finales. Para la presentación de un informe final con planes de mejora interna en el departamento y además conclusiones y propuestas a la alta gerencia, deben generarse más preguntas en los casos que se consideren necesarios (Gonzales Fernández, 2004).

Ilustración 5. Resultados auditoria Gonzales



Fuente: (Gonzales Fernández, 2004)

El modelo plantea una representación gráfica que permita una mejor visualización de los resultados obtenidos, en una malla se generan los 12 bloques analizados y

sus puntuaciones máximas, el autor plantea un valor de alerta para cada bloque de menos del 50% para considerar aprobado o suficiente determinado bloque, pero cada auditor determinara cuál es el punto de aceptación e intervención.

11.2 METODOLOGÍA DE LOURIVAL

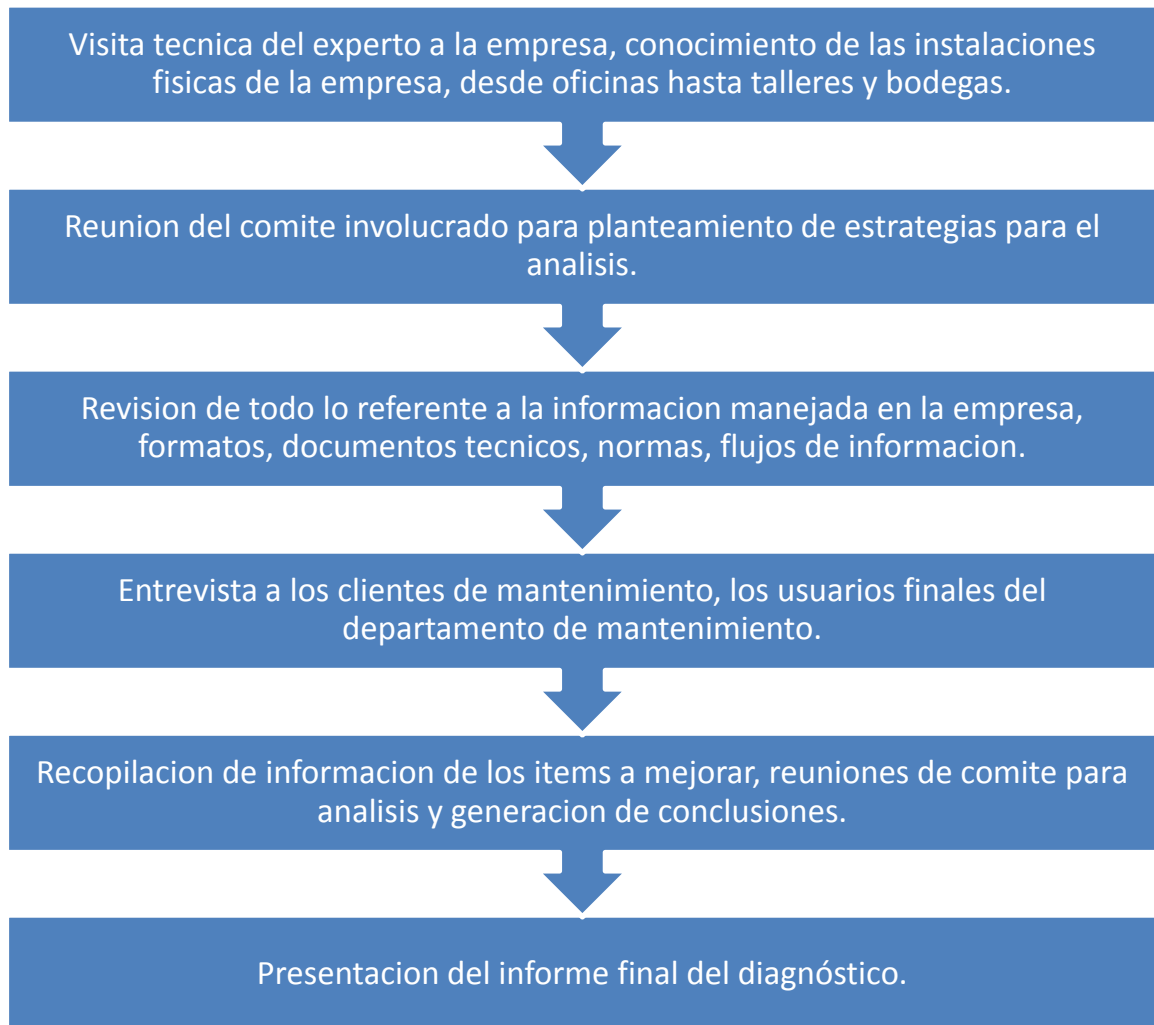
Los gerentes de mantenimiento¹¹ en las empresas cada día son más conscientes de la buena gestión y el buen desempeño que es requerido de ellos para que un departamento de mantenimiento no se convierta en un lastre para la compañía, por ende una de las formas que Lourival propone para medir la gestión es una auditoria interna-externa que consistirá de un comité o grupo compuesto por representantes con poder de opinión y decisión de todos los departamentos que interactúen directa o indirectamente con mantenimiento.

La cuota externa de la auditoria la prestara un experto en el proceso de auditoría del área, y este se encarga de asesorar al comité generando sugerencias, parámetro, preguntas e inquietudes aplicadas al proceso para una revisión del comité (Tavares, 2003).

¹¹ *Término utilizado por: Lourival Tavares – Auditorias de Mantenimiento*

La metodología sigue parámetros dados, las cuales consisten en:

Ilustración 6. Metodología de Lourival



Fuente: Elaboración propia en base a (Tavares, 2003).

El experto se encarga de asesor al grupo de auditoria seleccionando un conjunto de temas para el análisis, de modo que juntos decidan el tipo de preguntas que mejor puedan ser evaluadas por los usuarios finales de mantenimiento al igual que el mismo personal del área.

Tabla 5. Radar de Auditoria

Radar de Auditoria	
1	Corporatividad
2	Organización
3	Capacitación de la gerencia
4	Capacitación planeamiento
5	Capacitación técnicos
6	Motivación
7	Control de gestión
8	Ordenes de trabajo
9	Evaluaciones
10	Herramientas
11	Repuestos
12	Mantenimiento preventivo
13	Ingeniería mantenimiento
14	Medidas de trabajo
15	Procesamiento datos

Fuente: (Tavares, 2003)

El autor propone 15 tópicos que deben ser analizados minuciosamente, generando cuestionarios que permitan entrevistas fluidas y bien enfocadas para el personal, que generen la información de análisis necesaria para el informe final.

11.3 METODOLOGÍA DEL FLASH AUDIT

La metodología planteada por esta herramienta permite saber de forma clara la situación actual de mantenimiento, su importancia dentro de la compañía y mide cuál es la calidad, eficacia y eficiencia de la gestión realizada por el departamento.

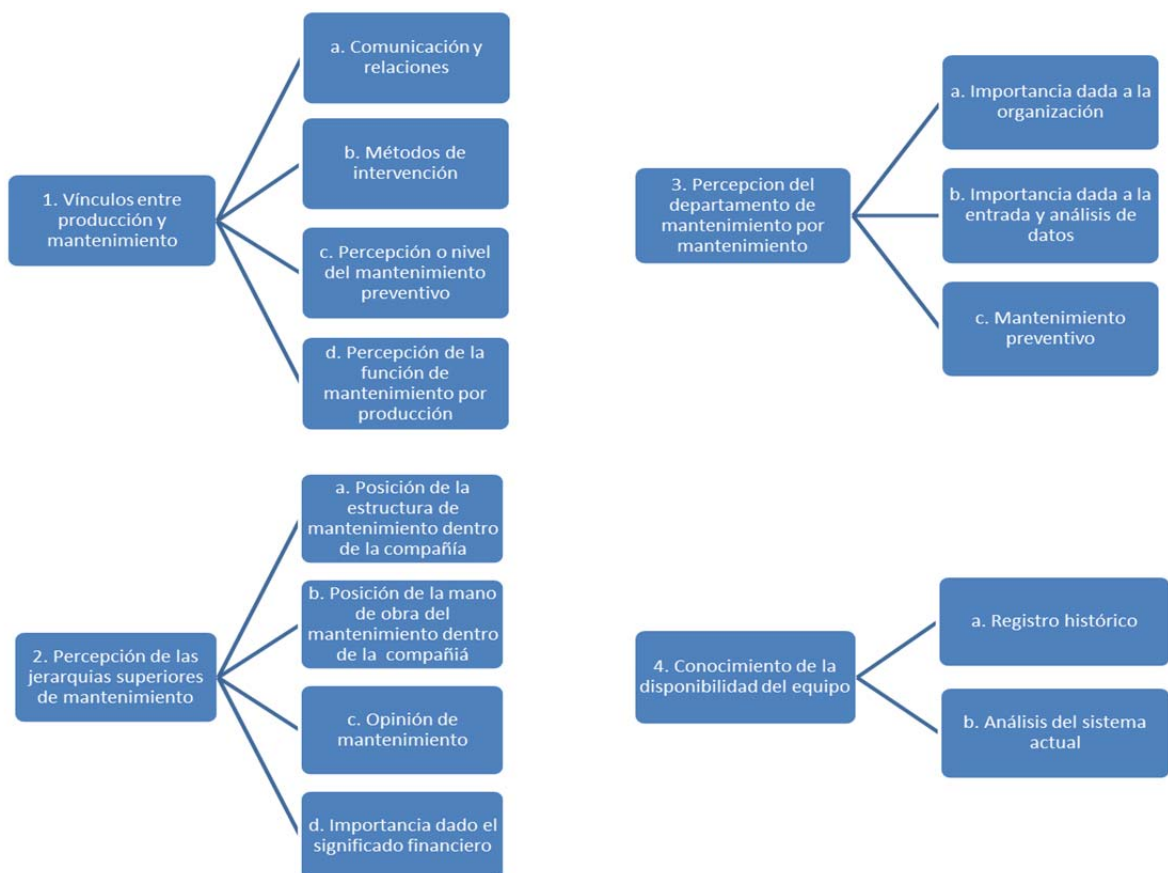
Este método se basa en conocer la perspectiva de 3 entes en permanente contacto, que deben interactuar constantemente y que proporciona la información

de primera mano de los directos afectados por la buena o mala gestión de mantenimiento. Estos son:

- Gerentes, Directivos, Jefes.
- Personal técnico y administrativo de Mantenimiento.
- Usuarios finales de mantenimiento, Producción, Explotación.

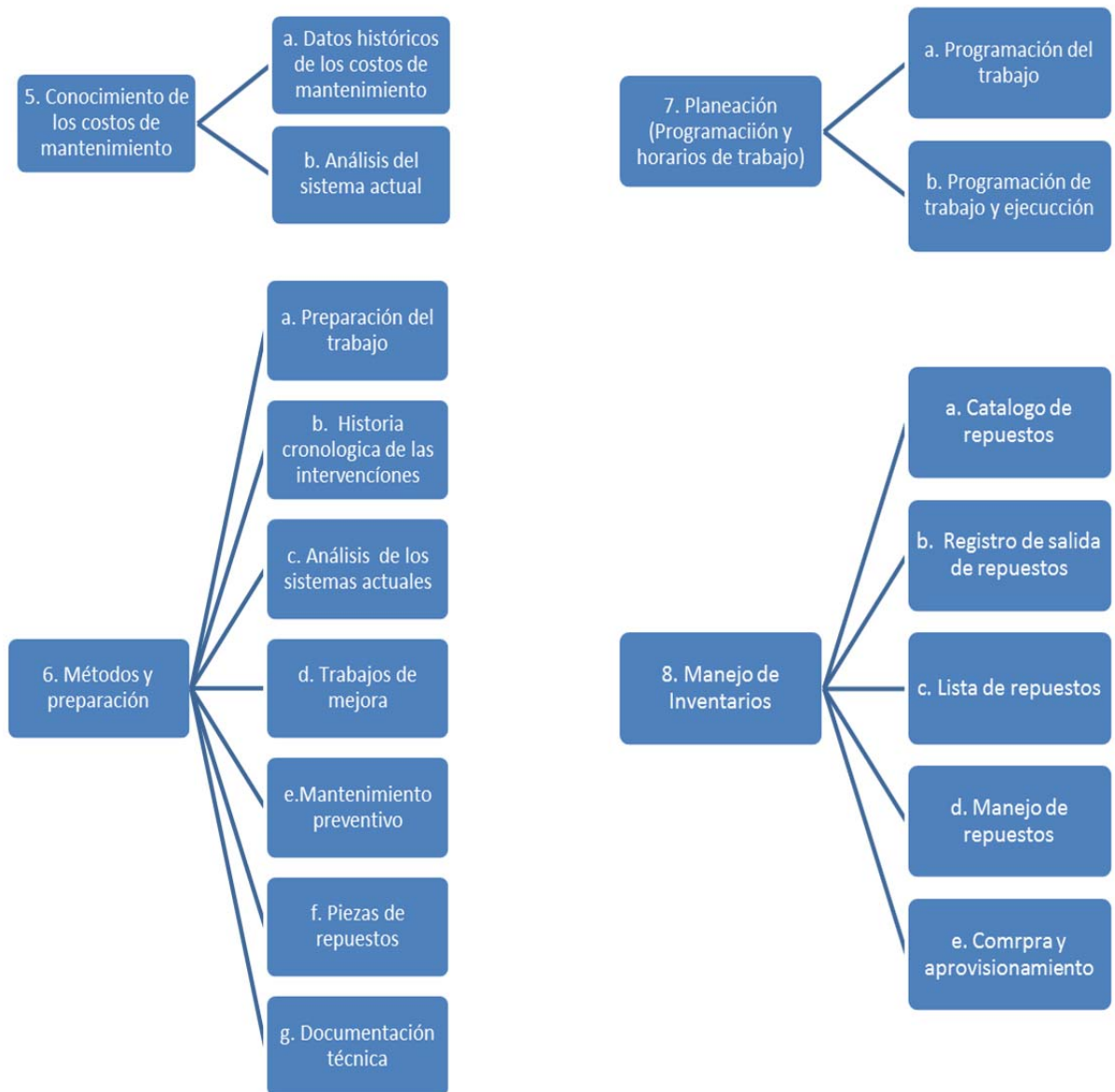
La encuesta desarrolla 12 temas principales subdivididos en tópicos de importancia para cualquier departamento de mantenimiento, estos permiten que los resultados se enfoquen específicamente en los problemas puntuales que deben ser mejorados con mayor prioridad.

Ilustración 7. Enfoque Flash Audit 1 de 3



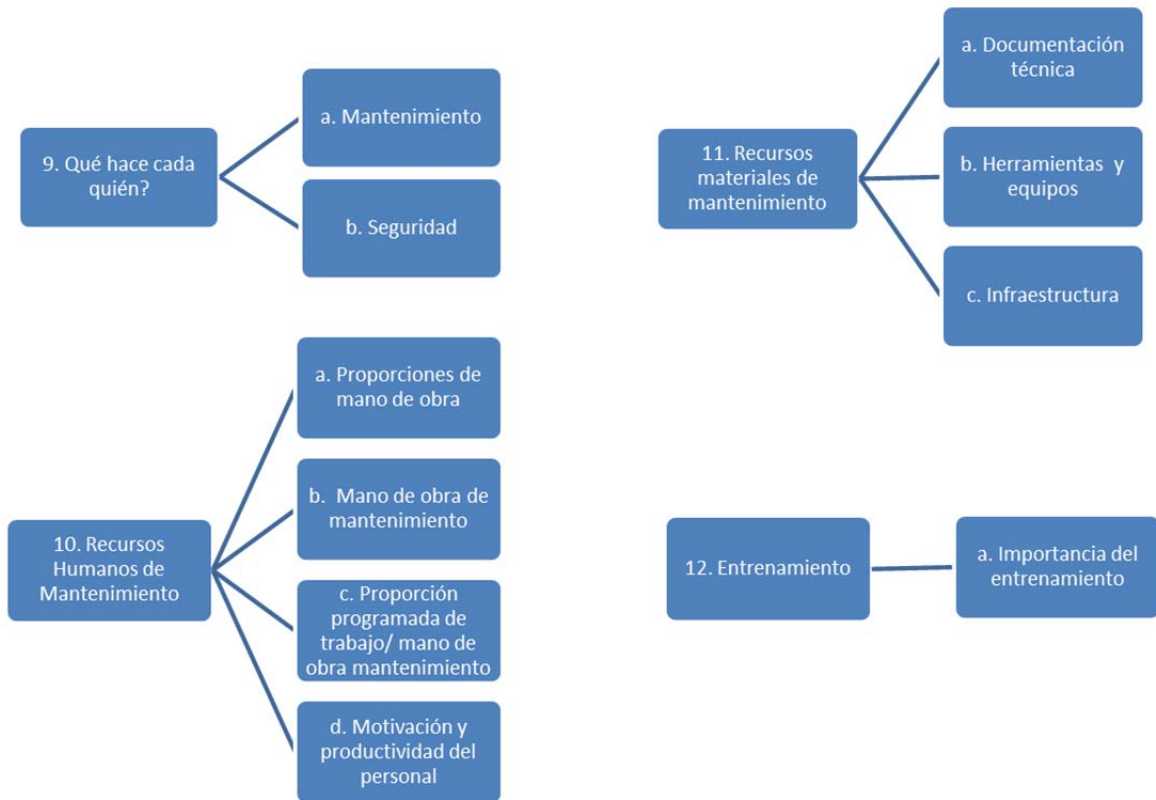
Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 8. Enfoque Flash Audit 2 de 3



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 9. Enfoque Flash Audit 3 de 3



Fuente: Elaboración propia.

Los 12 niveles y sus subdivisiones cubren en gran medida la información necesaria para ubicar actualmente el departamento de mantenimiento dentro de la compañía, y su división permite enfocarse en puntos o áreas más críticas según la evaluación realizada.

La metodología de Flash Audit requiere definir las personas que deben responder las preguntas de la encuesta, los tres grupos de enfoque deben proporcionar el mismo número de personas, ya que es necesario conocer la perspectiva de cada una.

El análisis de resultados se realiza tomando en cuenta cada una de las preguntas respondidas, cada una de ellas tiene 3 opciones de respuesta, con un valor asignado a cada una, que definirá que tan bien o que tan mal en el punto de vista de la persona se encuentra la compañía en determinada área.

Los formatos de las encuestas y su evaluación se encuentran de manera digital como adjuntos en el libro de Mora “*Mantenimiento Industrial Efectivo*”.

Los resultados finales se presentan de esta manera:

Tabla 6. Resultados Individuales

Temas	Gerencia	
	Puntaje %	Espacio para Mejoras (%)
Relación entre Mantenimiento y Producción (Cliente de Mto.)	51,4706	49
Percepción de las jerarquías superiores de Mto.	69,3548	31
Percepción del mantenimiento	76,9231	23
Conocimiento de la Disponibilidad (availability) de equipos	43,1818	57
Conocimiento de los Costos de mantenimiento.	67,5	33
Métodos y preparación de trabajos de mantenimiento.	62,8788	37
Planeación de actividades y trabajos de mantenimiento.	52,1739	48
Manejo de inventarios.	50	50
Qué es lo que cada quién hace..... en mantenimiento?	58,6207	41
Recursos Humanos de Mantenimiento.	75	25
Recursos Materiales de Mantenimiento.	68,5185	31
Entrenamiento	67	33
TOTAL	61,8852	38

Fuente: Programa Flash Audit (Mora, 2009)

La encuesta individual de cada persona permite obtener los consolidados de todas las preguntas respondidas, dando un los puntajes que la persona encuestada considera en buen estado y que tanto se podría mejorar en cada aspecto.

El análisis global de todas las encuestas se realiza por una macro adjunta en el programa, y presenta los datos en 2 maneras, una tabla especificando los valores numéricos y además una gráfica tipo red donde se representan estos valores.

Tabla 7. Resultados Globales

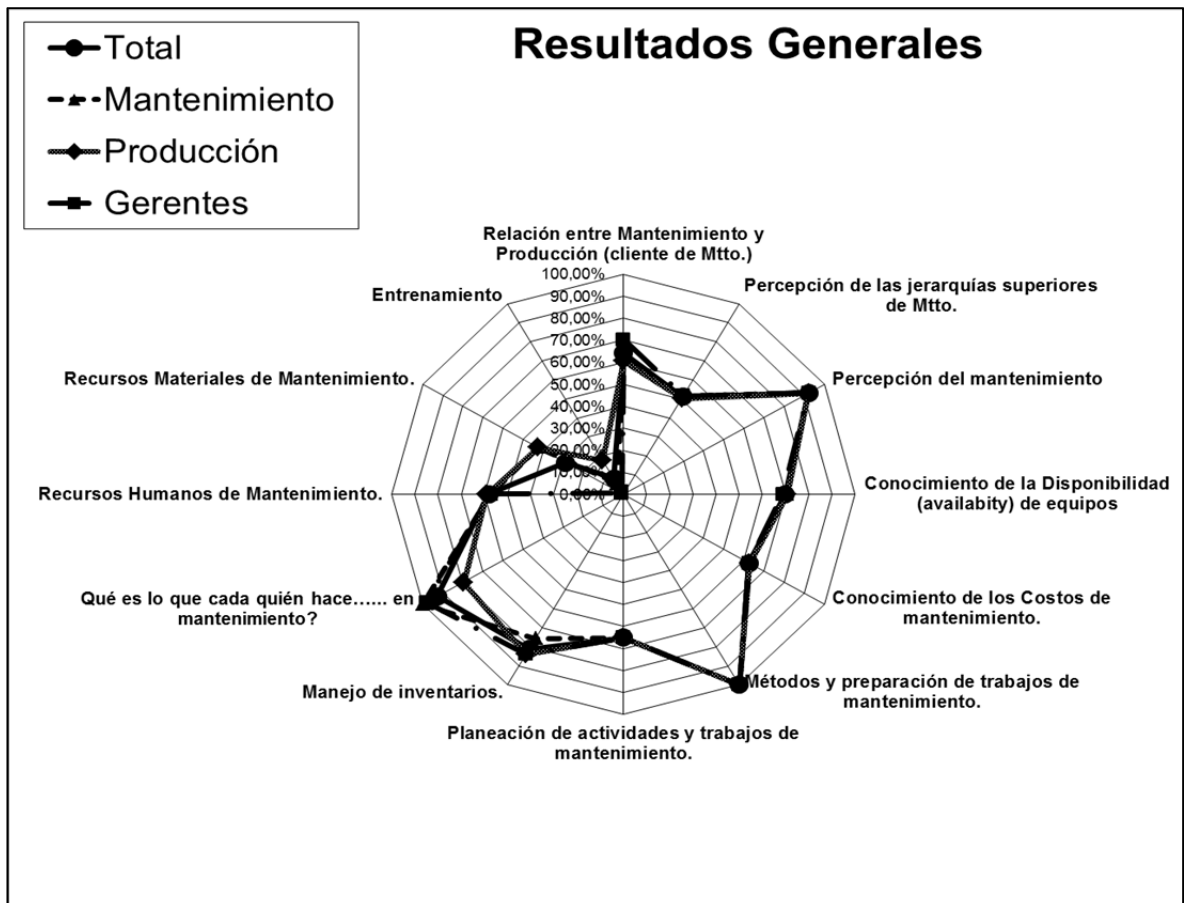
No.	Concepto	Gerentes		Mantenimiento		Producción		Total	
		% Real G	Por mejorar %	% Real M	Por mejorar %	% Real P	Por mejorar %	% Real Total	Por mejorar %
1	Relación entre Mantenimiento y Producción (cliente de Mtto.)	70,22%	29,78%	61,76%	38,24%	60,66%	39,34%	64,22%	35,78%
2	Percepción de las jerarquías superiores de Mtto.	51,61%	48,39%	51,61%	48,39%	50,40%	49,60%	51,21%	48,79%
3	Percepción del mantenimiento	92,31%	7,69%	92,31%	7,69%	92,31%	7,69%	92,31%	7,69%
4	Conocimiento de la Disponibilidad (availability) de equipos	68,75%	31,25%	70,45%	29,55%	70,45%	29,55%	69,89%	30,11%
5	Conocimiento de los Costos de mantenimiento.	62,50%	37,50%	62,50%	37,50%	62,50%	37,50%	62,50%	37,50%
6	Métodos y preparación de trabajos de mantenimiento.	100,00%	0,00%	100,00%	0,00%	100,00%	0,00%	100,00%	0,00%
7	Planeación de actividades y trabajos de mantenimiento.	65,22%	34,78%	65,22%	34,78%	65,22%	34,78%	65,22%	34,78%
8	Manejo de inventarios.	83,93%	16,07%	75,67%	24,33%	83,93%	16,07%	81,18%	18,82%
9	Qué es lo que cada quién hace..... en mantenimiento?	98,28%	1,72%	100,00%	0,00%	79,74%	20,26%	92,67%	7,33%
10	Recursos Humanos de Mantenimiento.	57,35%	42,65%	57,35%	42,65%	59,19%	40,81%	57,97%	42,03%
11	Recursos Materiales de Mantenimiento.	0,93%	99,07%	42,59%	57,41%	42,59%	57,41%	28,70%	71,30%
12	Entrenamiento	1,39%	98,61%	5,56%	94,44%	18,06%	81,94%	8,33%	91,67%
						Promedio General		64,52%	35,48%

Fuente: Programa Flash Audit (Mora, 2009)

La tabla anterior divide los porcentajes obtenidos en cada área y el consolidado final numéricamente, depende del juicio del auditor, determinar para él, cual es el punto de aceptación que determinará los esfuerzos a enfocar de la compañía.

La grafica permite apreciar las diferencias entre los 3 grupos más interactivamente, y observar donde se presentan los cambios más drásticos entre los 3 grupos, entre los diferentes puntos de vista.

Ilustración 10. Grafica Resultados General



Fuente: Programa Flash Audit (Mora, 2009).

11.4 METODOLOGÍA A APLICAR AL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

El poco tiempo disponible del personal de la empresa y las necesidades que presenta la compañía de conocer el estado actual del departamento, presentan el reto de aplicar la auditoría de gestión en el menor tiempo posible pero al mismo tiempo obtener la mayor información posible de estas.

Las 3 metodologías permiten obtener la información básica necesaria para un correcto análisis de gestión, pero es necesario escoger aquella que mejor se acomode a las necesidades.

La metodología de Lourival debe ser descartada ya que el tiempo del personal que se debe dedicar a los grupos conjuntos de trabajo y comités es alto ya que son estos los encargados de desarrollar las preguntas y los cuestionarios a aplicar.

La metodología de Flash Audit es la que mejor se adapta a las necesidades ya que permite obtener más información por la cantidad de preguntas que contiene el cuestionario en comparación con la metodología de Gonzales y por la división de temas y subtemas en los cuales se enfoca.

La metodología de Gonzales Fernández permite aplicar una auditoría de gestión al departamento de mantenimiento en una forma rápida, pero es necesario profundizar con un cuestionario adicional para determinar de forma más precisa los puntos críticos de mejora.

12. APLICACIÓN DE FLASH AUDIT AL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

La compañía no dispone del personal y el tiempo suficiente para dedicar a un comité de auditoría, con reuniones periódicas para el desarrollo de una evaluación acondicionada a la empresa. Lo cual condiciona la obtención de la información a una evaluación ya diseñada y válida para la aplicación de la auditoría.

La escogencia de la metodología de Flash Audit se debe a que esta posee un mayor número de preguntas que permite profundizar más y obtener mayor información para la evaluación de los diferentes puntos relevantes en la gestión del departamento de mantenimiento, además es uno de los métodos recomendados por autores como Mora, para conocer la situación actual a fondo del departamento de mantenimiento.

La información es recopilada por medio de seis encuestas, a los tres grupos de análisis y estas fueron los cargos encuestados debido a su relación con mantenimiento.

Tabla 8. Personal Encuestado

Categoría	Función	Edad	Años Vinculado
Director	Director Logística	47	7
Director	Jefe Ingeniería	30	3
Mantenimiento	Asistente Ingeniería	22	1
Mantenimiento	Técnico Refrigeración	29	9
Producción (Cliente Mto)	Directora Operaciones	36	4
Producción (Cliente Mto)	Ingeniero asistente operaciones	34	1

Fuente: Elaboración propia.

La escogencia del número de personas se realiza con la ayuda de los asesores, debido al tamaño de la empresa y la información que se espera obtener de ellos.

La importancia al momento de determinar las personas objetivo de las encuestas es alta, ya que aunque es una compañía de poco personal especializado, el hecho que la empresa sea de servicios, la función de “producción” recae sobre el departamento de Operaciones y Montajes, el cual depende de mantenimiento para conservar en buen estado sus equipos e intervenirlos para el cumplimiento de su labor y por ende para el cumplimiento de los contratos con los clientes.

La obtención de datos a través de las encuestas se hizo por medio magnético, lo que facilita el procesamiento de datos y la presentación final de estos; la macro fue desarrollada para un total de 12 personas, por lo que se duplican los datos para adaptarse a la macro e igual poder obtener los valores reales de la auditoria.

Tabla 9. Procesamiento matriz datos primer tópico.

Encuesta	Gerente 1	Gerente 2	Gerente 3	Gerente 4	Mantenimiento 1	Mantenimiento 2	Mantenimiento 3	Mantenimiento 4	Producción 1	Producción 2	Producción 3	Producción 4
F.N.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Factor	Relación entre Mantenimiento y Producción (cliente de Mto.)				Relación entre Mantenimiento y Producción (cliente de Mto.)				Relación entre Mantenimiento y Producción (cliente de Mto.)			
	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1
	1	1	1	1	3	2	3	2	2	2	2	2
	1	2	1	2	3	2	3	2	2	2	2	2
	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
	2	2	2	2	3	3	3	3	1	1	1	1
	2	1	2	1	1	2	1	2	1	2	1	2
	1	1	1	1	3	2	3	2	2	2	2	2
	3	1	3	1	3	2	3	2	2	1	2	1
	1	1	1	1	1	3	1	3	1	1	1	1
	1	1	1	1	1	2	1	2	2	2	2	2
	1	2	1	2	2	2	2	2	1	2	1	2
	1	1	1	1	1	3	1	3	1	2	1	2
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	3	2	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
	3	3	3	3	3	1	3	1	3	3	3	3
	2	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	2
	1	1	1	1	1	1	1	1	3	2	3	2
	2	2	2	2	2	1	2	1	4	2	4	2
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	1	1	1	1	2	1	2	1	2	2	2	2
	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1
	1	1	1	1	2	3	2	3	2	1	2	1
	1	2	1	2	2	3	2	3	3	1	3	1
	1	1	1	1	3	2	3	2	3	2	3	2
	1	1	1	1	2	2	2	2	3	2	3	2
	1	1	1	1	2	2	2	2	3	2	3	2
	1	1	1	1	1	2	1	2	2	1	2	1
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Fuente: Elaboración propia con programa Flash Audit (Mora, 2009)

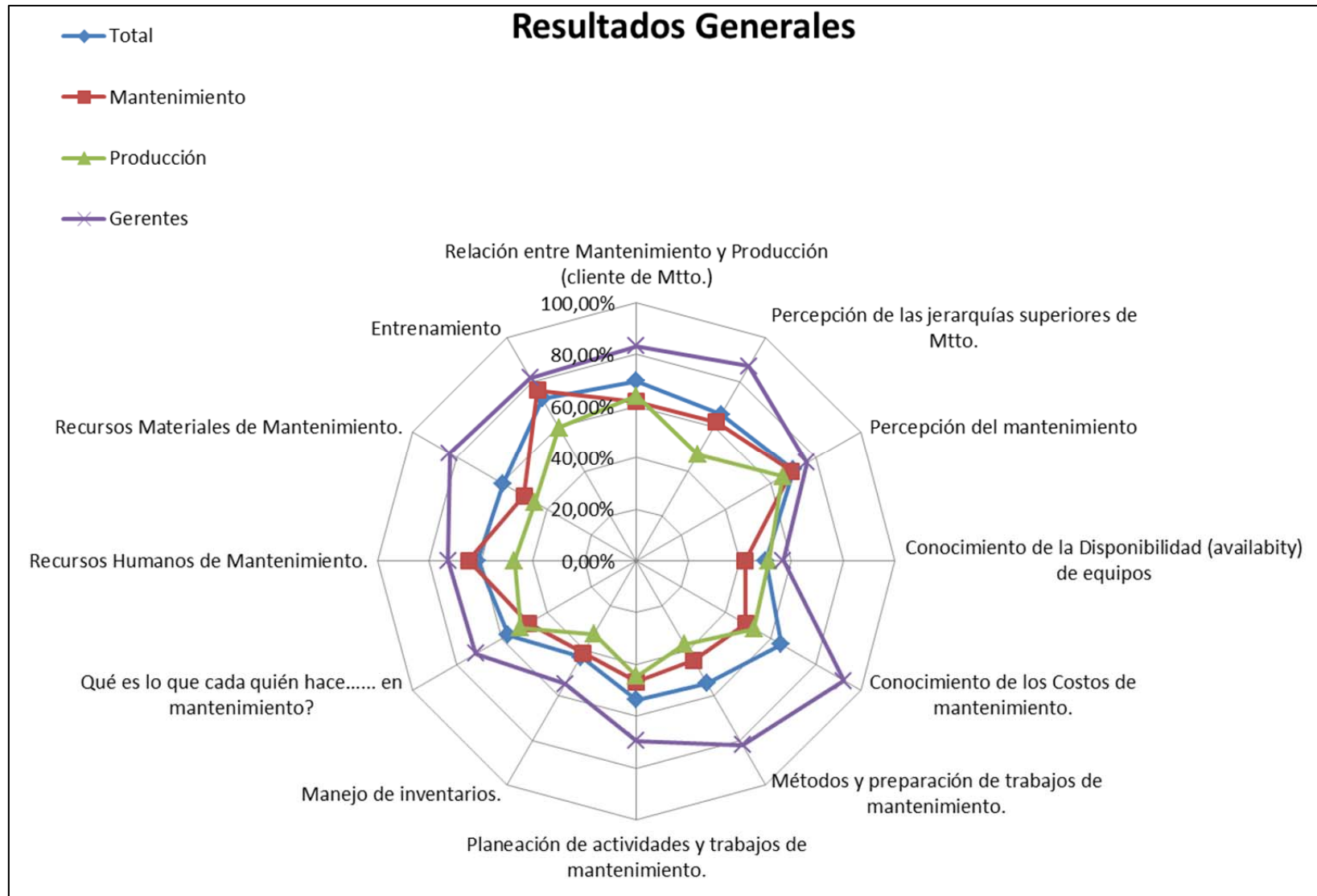
La tabla anterior contiene solo los valores de las preguntas respondidas por el personal de la primera de las 12 áreas de análisis, que son necesarias para la evaluación.

Tabla 10. Resultados Finales Auditoria

No.	Concepto	Gerentes		Mantenimiento		Producción		Total	
		% Real G	por mejorar %	% Real M	por mejorar %	% Real P	por mejorar %	% Real Total	por mejorar %
1	Relación entre Mantenimiento y Producción (cliente de Mtto.)	83,09%	16,91%	61,76%	38,24%	63,97%	36,03%	69,61%	30,39%
2	Percepción de las jerarquías superiores de Mtto.	87,10%	12,90%	62,10%	37,90%	47,58%	52,42%	65,59%	34,41%
3	Percepción del mantenimiento	75,96%	24,04%	69,23%	30,77%	65,38%	34,62%	70,19%	29,81%
4	Conocimiento de la Disponibilidad (Availability) de equipos	56,82%	43,18%	42,05%	57,95%	51,14%	48,86%	50,00%	50,00%
5	Conocimiento de los Costos de mantenimiento.	92,50%	7,50%	48,75%	51,25%	52,50%	47,50%	64,58%	35,42%
6	Métodos y preparación de trabajos de mantenimiento.	82,20%	17,80%	44,32%	55,68%	37,12%	62,88%	54,55%	45,45%
7	Planeación de actividades y trabajos de mantenimiento.	69,57%	30,43%	46,74%	53,26%	44,57%	55,43%	53,62%	46,38%
8	Manejo de inventarios.	54,91%	45,09%	41,07%	58,93%	32,59%	67,41%	42,86%	57,14%
9	Qué es lo que cada quién hace..... en mantenimiento?	71,55%	28,45%	48,28%	51,72%	51,72%	48,28%	57,18%	42,82%
10	Recursos Humanos de Mantenimiento.	72,79%	27,21%	64,71%	35,29%	47,06%	52,94%	61,52%	38,48%
11	Recursos Materiales de Mantenimiento.	83,33%	16,67%	50,00%	50,00%	45,37%	54,63%	59,57%	40,43%
12	Entrenamiento	81,94%	18,06%	76,39%	23,61%	59,72%	40,28%	72,69%	27,31%
						Promedio General		60,16%	39,84%

Fuente: Elaboración propia con programa Flash Audit (Mora, 2009)

Ilustración 11. Grafico tipo telaraña datos obtenidos



Fuente: Elaboración propia con programa Flash Audit (Mora, 2009)