

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL
LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

“DESARROLLO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO
ASISTIDO POR COMPUTADOR”

TESIS DE GRADO

Previa a la Obtención del Título de:

INGENIERO MECÁNICO

Presentada por:

ANNA WALKYRIA RIVADENEIRA CORTEZ

GUAYAQUIL - ECUADOR

AÑO

1999

TRIBUNAL DE GRADUACION

Ing. Mario Patiño A.

SUBDECANO DE LA FIMCP

Ing. Johan Dreher A.

DIRECTOR DE TESIS

Ing. Eduardo Orcés

VOCAL

Ing. Manuel Helguero

VOCAL

AGRADECIMIENTO

ING. JOHAN DREHER,
por su apoyo y colaboración
durante el desarrollo de este
trabajo.

DEDICATORIA

A mi familia, quiénes
supieron brindarme guía,
apoyo y motivación en
cada momento.

INDICE GENERAL

Resumen

Indice General

Indice De Figuras

Indice De Tablas

Abreviaturas

	Pag.
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Programación del Mantenimiento Preventivo	6
1.2. CAM (Computer Aided Maintenance), Mantenimiento Asistido por Computador	14
II. ANÁLISIS DEL PROBLEMA	18
2.1. Identificación de Necesidades y Definición del Problema	18
2.2. Requerimientos a Satisfacer	19
2.3. Síntesis	20
2.4. Oferta de Mercado de Soluciones para MPAC	21
2.5. Matriz de Decisión	23
III. DEFINICIÓN DE EQUIPOS	31
3.1. Planeación	31
3.2. Formato Estándar para Descripciones	35
3.2.1. Métodos para Numeración de Códigos y Tipos	35
3.3. Método de Entrada de Datos	36
3.4. Recopilación de Información	36
3.4.1. Tipos de Equipo	38
3.4.2. Centros de Costo	39
3.4.3. Departamentos	40
3.4.4. Códigos de Equipo	41

	Pag
3.5. Ingreso de Información	42
3.5.1. Equipos	42
3.5.2. Tipos de Equipo	55
3.5.3. Centros de Costo	56
3.5.4. Departamentos	57
3.5.5. Placas de Identificación	58
3.5.6. Códigos de Repuestos	64
3.6. Eliminar Archivos (Récords)	65
IV. MANEJO DE INVENTARIO DE REPUESTOS	68
4.1. Tipos de Inventario	70
4.2. Ingreso de Información	72
4.2.1. Inventario	72
4.2.2. Tipos de Inventario	78
4.3. Reportes de Inventario	79
4.4. Retiro y Devolución de Artículos	80
4.5. Ajustar Nivel de Existencias	83
4.6. Historial	85
V. CARGA DE TRABAJO	99
5.1. Mano de Obra	99
5.1.1. Empleados	103
5.1.2. Semana Laboral del Empleado	104
5.1.3. Ingreso de Información	106
5.2. Tareas	111
5.2.1. Instrucciones para la Tarea	115
5.2.2. Ingreso de Información	117
5.3. Ordenes de Trabajo	125
5.3.1. Tipos de Orden de Trabajo	127
5.3.2. Solicitud de Orden de Trabajo	129

	Pag
5.3.3. Historial de Solicitudes de Orden de Trabajo	140
5.3.4. Orden de Trabajo	146
5.3.5. Cierre de Orden de Trabajo	162
5.3.6. Historial de Orden de Trabajo	162
5.3.7. Reporte de Ordenes de Trabajo	170
5.4. Solicitud de Servicio	172
5.4.1. Ingreso de Información	174
5.4.2. Historial de Solicitud de Servicio (Antecedente de Solicitud de Servicio)	180
VI. MANTENIMIENTO PREVENTIVO	184
6.1. Programación Diaria	184
6.2. Programación de Producción	194
6.3. Mantenimiento	198
VII. REQUISICIONES DE COMPRA	214
VIII. CONSIDERACIONES ECONÓMICAS	219
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	234

Apéndice A “Ingreso de Datos”

Apéndice B “Costos de Mantenimiento”

**Apéndice C “Ahorros al aplicar Mantenimiento Preventivo
Asistido por Computador”**

Apéndice D “Seguridad para la Base de Datos de Microsoft Access 97”

Bibliografía

RESUMEN

En la actualidad nos encontramos sumergidos en una economía global y un mercado intensamente competitivo. La industria ecuatoriana debe responder rápidamente a las demandas de calidad bajo un compromiso de mejora continua.

Es necesario comprender que para obtener un producto de calidad no sólo se debe tener en consideración las materias primas y los procesos productivos, si no que se debe velar también por el buen funcionamiento regular y preciso de equipos y maquinaria. Para ello, es imprescindible elaborar un buen programa de mantenimiento.

El mantenimiento siempre ha sido una tarea de gran preocupación para quienes con conocimiento o sin él, usan, operan y poseen máquinas y equipos de producción. Uno de los mayores desafíos de la práctica de la ingeniería ha sido la determinación del momento oportuno de la aplicación del mantenimiento, ya que en ocasiones este ha sido aplicado demasiado temprano, creando gastos innecesarios, o demasiado tarde provocando pérdidas lamentables. Por este motivo, y dado a que se ha realizado una gran y amplia investigación sobre métodos y procesos para aplicar el mantenimiento, he podido identificar sectores muy importantes donde la combinación de varios elementos pueden dar resultados apropiados.

El objetivo de este estudio, es presentar una estructura de apoyo efectiva para la programación de mantenimiento preventivo mediante la asistencia del computador.

Esta tesis desarrollará los principales aspectos a emplear en una planificación estratégica de mantenimiento preventivo. A la par se ofrecerá herramientas de control, aviso y disposición de equipos y materiales para la ejecución del plan de mantenimiento programado.

Se comienza dando una introducción a las distintas clases de mantenimiento, y a cierta manera se explica porque se prefiere el mantenimiento preventivo. Se da una reseña de los inicios e historia del mantenimiento asistido por computador.

A continuación se establece el objetivo de la investigación y los requerimientos a satisfacer. Se complementa con un estudio de los distintos servicios que brinda el mercado en lo que se refiere a soluciones tipo software para mantenimiento.

Una vez definido el problema, se analiza las distintas posibilidades de solucionarlo y se elige: desarrollar el programa de mantenimiento preventivo programando en una base de datos amigable con el usuario. Se escoge la base de datos Microsoft Access por su facilidad de uso, su posición en el mercado, su manejabilidad y sus herramientas de seguridad que permite la restricción de usuarios y de acciones permitidas.

Todo programa de mantenimiento debe comenzar con la definición de equipos, esto comprende los datos principales del equipo y sus componentes, una lista de los repuestos a usarse y la opción de tener una nota de seguridad del equipo.

Se prosigue con un inventario de repuestos y lubricantes. Se anota las características principales del repuesto. Se dan los antecedentes del uso del lubricante, cuándo, quién y para qué lo usaron, y el estado actual en inventario del repuesto. Cabe anotar que es aquí donde se realiza una decisión de requisición dependiendo del método a escogerse (Nivel de existencias o Punto de reorden).

Se analiza la carga de trabajo contando con los datos personales y profesionales de los empleados. Se tiene conocimiento de las horas laboradas, programación de trabajo y rendimiento. Se establecen las distintas tareas de mantenimiento. Se da un formato a la orden de trabajo, la cual contiene todos los datos necesarios que incluyen tanto como persona responsable, tiempo de mantenimiento, repuestos a

usarse, procedimiento a seguir. Se crean las solicitudes de servicio, cuando el mantenimiento lo debe realizar un proveedor u otra agencia de servicios.

En la sección de mantenimiento preventivo es donde se compara y decide cuando programar el mantenimiento, dependiendo de la última fecha de mantenimiento y la próxima fecha establecida. Automáticamente cada vez que se inicia el programa, la computadora revisa las fechas a realizarse el mantenimiento con una semana de anticipación manda, ya sea la orden de trabajo o la solicitud de servicio. Al mismo tiempo que compara la existencia en inventario de los repuestos a usarse en dicha tarea y asigna a la persona responsable de llevar a cabo dicho mantenimiento.

Si bien este programa no se encargará del departamento de compras, si dará órdenes de requisición de repuestos y lubricantes, dependiendo del método de reorden escogido o de alguna necesidad distinta.

Además de las conclusiones y recomendaciones se analizarán las consideraciones económicas en cuanto a lo que se refiere implementación del programa y reducción de costos logrado gracias al uso mismo de este programa.

INDICE DE TABLAS

		Pg.
Tabla I	Matriz de Decisión	29
Tabla II	Método de Numeración para Equipos	34
Tabla III	Método de Numeración para Inventario	75
Tabla IV	Presupuesto Annual Empresa X	222
Tabla V	Análisis de Costos: MPAC	224

I. INTRODUCCION

La arteria principal del funcionamiento de una industria es el mantenimiento.

En orden para que una planta presente un buen índice de productividad, además de otras actividades, su gerencia debe velar por sus equipos:

- que éstos se encuentren en óptimo estado,
- que su desgaste sea mínimo,
- que su ciclo de vida sea largo,
- que no se produzcan fallas y paradas de la misma en momentos inoportunos.

El mantenimiento de los equipos logra cumplir estos objetivos. Como consecuencia, se puede afirmar que el papel del mantenimiento en una empresa es vital para la existencia de la misma y por ello debe funcionar un equipo encargado del mantenimiento en todas y cada una de las empresas existentes.

A este equipo encargado del mantenimiento, se lo denominará como *departamento de mantenimiento* a lo largo de la tesis y a la persona responsable del mismo se lo denominará *ingeniero de mantenimiento*. Al referirse a las palabras *planta*, *instalación* o *equipo*, se entiende que se comprende el grupo de toda la maquinaria, los edificios, y los servicios de la industria.

El departamento de mantenimiento se asume la tarea de mantener la planta en un estado de operación propicio, seguro y eficiente, suministrando la ingeniería y labor

requerida para este fin. Las responsabilidades que debe enfrentar el departamento de mantenimiento son las siguientes:

1. Mantenimiento de maquinaria, edificios y campo.

Tratar de predecir una falla para lograr evitar la parada de la maquinaria, en caso de que esto ocurra, realizar las reparaciones necesarias de la forma más rápida para evitar pérdidas mayores a la producción.

Mantenimiento de edificios, reparaciones de techos, caminos, desagües, tuberías, etc. debido desgastes naturales.

El departamento de mantenimiento se suele encargar de la limpieza de exteriores. Por lo general se delega a un contratista para que realice trabajos determinados como limpieza de ventanas.

2. Mantenimiento planificado, reparaciones y reemplazos.

Mantener los equipos en condiciones de operación satisfactorias, con una eficiencia de producción máxima.

Minimizar el tiempo de parada de la maquinaria, ya sea por paradas planificadas o de emergencia.

3. Inspección de equipos.

Realizar inspecciones regulares y sistemáticas de los equipos. Coordinar con el departamento de producción para establecer canales de comunicación interdepartamental sobre el funcionamiento normal de la maquinaria.

4. Servicio de lubricación.

La lubricación de los equipos es una tarea fundamental del departamento de mantenimiento. Se debe realizar inspecciones periódicas para divisar fugas y el estado del lubricante, lo que puede conllevar a un análisis del funcionamiento normal de la máquina. Mantener registros y especificaciones de lubricación para los equipos.¹

5. Generación y distribución de los servicios.

El departamento de mantenimiento está a cargo de los servicios básicos de la planta como son el agua y la electricidad. Adicionalmente, debe hacerse cargo de la plomería, servicios de agua servidas, aire acondicionado, tuberías de gas, iluminación, postes tanto de luz como de teléfono.

En ciertas compañías se encarga también del parque vehicular de la planta, o indirectamente al dirigir su programa de mantenimiento.

6. Registros de equipos y récords de mantenimiento.

El departamento de mantenimiento implanta y mantiene registros y revisiones de todos los equipos, tareas, órdenes de trabajo en progreso y terminadas. Estos registros tienen dos propósitos:

- Servir de historial para el departamento de mantenimiento para definir el programa de mantenimiento adecuado.
- Proveer de información vital al departamento de contabilidad según sea la política de la empresa.

¹ Un mayor detalle sobre la Tarea de Lubricación, se encuentra en la sección 5.2. *Tareas*.

En ciertas industrias se le asigna otras tareas adicionales:

1. Administrar el inventario de repuestos.

En ciertas plantas la bodega se encuentra centralizada en un solo almacén principal, y es este el que provee con repuestos y materiales a todos los departamentos. Dependiendo de la organización, se prefiere que el departamento de mantenimiento tenga su propia bodega de repuestos para agilizar los trámites y ciertos materiales sean los que pide a la bodega central.

Al encontrarse bajo la incumbencia del departamento de mantenimiento la bodega, debe considerar tipo y cantidad de artículos en bodega, principios de cantidad económica de compra, frecuencia de pedidos, punto de reorden, tiempo de entrega, nivel máximo y mínimo de existencias en el lote y disponibilidad del producto. Se recomienda capacitar al todo el personal del departamento de mantenimiento en un curso de inventario básico y a una persona determinada especializarla en el manejo de inventarios.

2. Administración de talleres.

Para ejecutar el trabajo vinculado con las funciones del departamento de mantenimiento, existe mano de obra entrenada y especializada dotada con el equipo propicio. Esta fuerza laboral se encuentra distribuida en distintos talleres dependiendo de sus habilidades y conocimientos, cada taller tienen un supervisor. Sin embargo es el departamento de mantenimiento el que administra todos los talleres mediante contacto directo con los supervisores.

El supervisor bajo guía del ingeniero de mantenimiento debe disponer el tipo y tamaño de su taller, planificar y coordinar la distribución de tareas entre su

personal, mantener el equipo y las herramientas pertenecientes al taller, organizar programas de capacitación.

3. Seguridad industrial.

Generalmente, empresas grandes tienen su propio departamento de seguridad industrial; pero hay ocasiones que esta responsabilidad es delegada al departamento de mantenimiento.

Debe establecer programas de entrenamiento para toda la planta sobre medidas de seguridad. Disponer equipos contra incendios y coordinar con el departamento de bomberos de la zona. Complementariamente puede administrar los seguros de la compañía.

4. Recolección de material de desecho.

En ciertas empresas esta es otra tarea adjudicada al departamento de mantenimiento.

Todas las tareas anteriores que lleva a cabo el departamento de mantenimiento deben ser efectuadas con miras a minimizar los costos.

En el lenguaje de planta existen varios términos para referirse al mantenimiento, incluso se puede hablar acerca de una clasificación de tipos de mantenimiento.

Mantenimiento Programado: Trabajo organizado y ejecutado mediante un plan, control y registros.

Mantenimiento Preventivo: Trabajo cuyo propósito es preservar un equipo, prevenir fallas y detectar fallas incipientes.

Mantenimiento Durante Operación: Trabajo realizado mientras el equipo se encuentra activo.

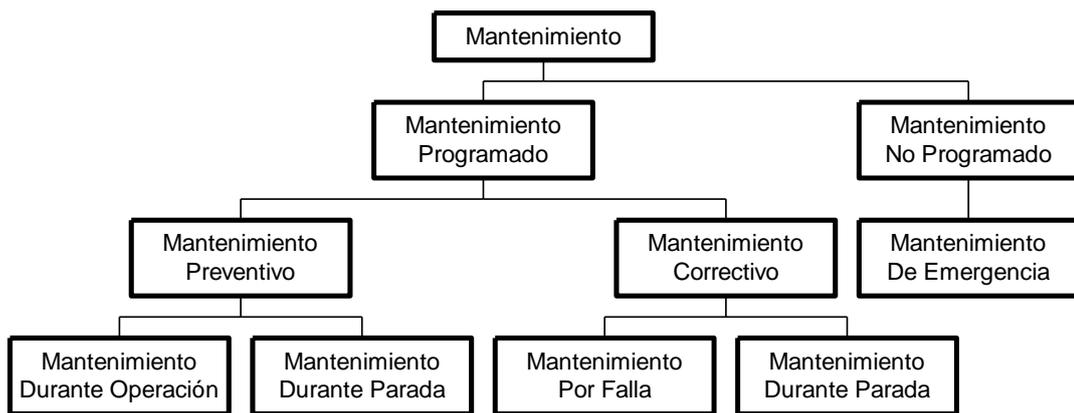
Mantenimiento Correctivo: Trabajo que trata de restaurar un equipo a condiciones aceptables de trabajo.

Mantenimiento Durante Parada: Trabajo efectuado solamente cuando el equipo está fuera de servicio.

Mantenimiento Por Falla: Trabajo realizado después de la falla, pero basado en planeación previa.

Mantenimiento No Programado: Trabajo ejecutado sin ningún plan previo.

Mantenimiento De Emergencia: Trabajo causado por un daño o falla no predecido.



Al analizar los tipos de mantenimiento, se puede determinar claramente que el deseo de toda industria es llevar un Mantenimiento Preventivo (MP). Cualquier programa de MP rinde beneficios que exceden sus costos.

1.1. PROGRAMACION DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El programa de Mantenimiento Preventivo (MP) tiene las siguientes dos actividades:

1. Inspección periódica de los equipos de la planta para descubrir condiciones que indiquen posibles paradas de producción o depreciación destructiva.
2. Mantenimiento de la planta para evitar tales condiciones o arreglarlas mientras todavía se encuentren en una etapa preliminar.⁽ⁱ⁾

Al implementar MP, administración debe notar que MP es una inversión que necesita capital como cualquier otro equipo nuevo en la planta. En el caso de MP el retorno de inversión es altamente prometedor. Sus resultados implican un menor costo unitario de manufactura del producto. Adicionalmente proporciona una mayor producción y mejor calidad.

El concepto fundamental del Mantenimiento Preventivo y del resto de las funciones de mantenimiento en la planta es:

“Mantenimiento para la producción a bajo costo de un producto de calidad.”

MP es principalmente una tarea de minimizar las paradas de emergencia o la depreciación dañina del equipo a través de inspecciones periódicas para descubrir y corregir condiciones no favorables. De esta manera se puede inferir que las inspecciones son la clave del MP, sin embargo las inspecciones son costosas en mano de obra. Por un lado mientras más inspecciones, habrá más seguridad de predecir una posible falla; pero por el otro mientras menos inspecciones menos costos de MP. El ingeniero de mantenimiento debe crear un equilibrio entre costos y número de inspecciones basándose en el historial de la planta y costos detallados de cada inspección.

El ingeniero de mantenimiento debe encontrar un equilibrio para determinar cuando usar mantenimiento preventivo y cuando no.

Para aclarar el último punto, se puede poner de ejemplo que cuando es más costoso parar una producción que realizar un mantenimiento preventivo de un equipo, es preferible seguir produciendo hasta que se produzca la falla. Así si un equipo cuesta US\$1.000 y la revisión indica que necesita tener mantenimiento que implique una parada. Y la producción de ese momento sería una pérdida de \$8.000 para la compañía, es preferente producir hasta que el equipo se dañe que parar de producir. Es por esto que se debe subrayar la importancia de mantener buenos canales de comunicación interdepartamental en especial con el departamento de producción.

Para desarrollar un Programa de Mantenimiento Preventivo es necesario responder las siguientes preguntas:

- *¿Qué equipos inspeccionar?*
- *¿Qué se requiere inspeccionar de esos equipos?*
- *¿Cuál es la frecuencia de inspección?*
- *¿Cuándo inspeccionar?*
- *¿Quién es el encargado de inspeccionar?*
- *¿Que tareas realizar periódicamente?*
- *¿Cuál es la periodicidad de las tareas repetitivas?*
- *¿A quién se le asigna la tarea?*
- *¿Cuándo se programa la tarea?*

¿Qué equipos inspeccionar?

Para cada planta existe una gama distinta de elementos a inspeccionar, por lo que el programa de MP debe ser personalizado para planta y es único para cada

una de ellas. Sin embargo, es factible dar pautas generales para determinar que equipos inspeccionar, aunque un buen programa de MP es aquel que abarca todos los equipos de la instalación:

- equipos de proceso (bombas, compresores, tubería, ventiladores, motores, calderos, intercambiadores de calor, etc.),
- equipos de servicios (de alimentación, de almacenamiento, de distribución de gas, agua, vapor, aire comprimido, generadores, etc.),
- equipos de seguridad (válvulas de alivio de presión, válvulas cheque, equipos contra incendios, etc.),
- equipos auxiliares y tanques (tuberías, drenajes, instrumentos de medición, tanques de almacenamiento, etc.),
- edificios (bodegas, área de despacho, naves de almacenamiento, equipos de transportación, etc.)

Aun si se quisiese abarcar las revisiones a todos los equipos, esto dependería del presupuesto del departamento de mantenimiento. Al momento de elegir cuáles son los equipos a inspeccionar se debe examinar cuáles son los equipos críticos de la planta.

¿Qué se requiere inspeccionar de esos equipos?

Una vez establecidos los equipos a inspeccionar, es necesario crear listas de ítems a verificar. Para crear esta lista es aconsejable usar los manuales de servicio proporcionados por el fabricante del equipo. La mayor ventaja de tener listas de revisión, es que se obtienen revisiones completas y uniformes. Una lista de revisión enumera todos los ítems que deben ser examinados en determinado equipo, de esta manera el inspector deberá seguir un orden de revisión y no obviará ningún ítem.

Es recomendable dejar en la lista de revisión un espacio en blanco para comentarios o puntos adicionales que el inspector crea necesario revisar. La experiencia de él puede ayudar a adicionar algún ítem olvidado por el ingeniero de mantenimiento.

¿Cuál es la frecuencia de inspección?

La frecuencia de inspección determina el costo del Mantenimiento Preventivo. Demasiadas inspecciones lo aumentarían considerablemente y podrían provocar demasiado tiempo de paradas programadas, inclusive más que paradas de emergencia; y muy pocas producirían elementos que puedan fallar sin haberlo notado en la anterior revisión y por ende paradas de emergencia dañinas para la producción.

El ingeniero de mantenimiento debe realizar un análisis de su planta para tratar de crear un balance en cuanto a las frecuencias de inspección. Este análisis debe considerar los siguientes puntos:

- *Determinación de equipos críticos*, aquellos que serían más perjudiciales para la producción.
- *Edad y valor*, mientras más edad tiene un equipo más necesidad tiene para examinación, pero si ya ha cumplido su vida útil es permisible dejarlo que rinda hasta expirar para adquirir luego un reemplazo.
- *Horas de operación*, generalmente en los catálogos del fabricante, éste recomienda las inspecciones de acuerdo a las horas de operación de la máquina.
- *Entorno y susceptibilidad del equipo*, si se encuentra en un lugar donde puede recibir corrosión, polvo, vibraciones, sobrecarga, abuso por parte del operario; ¿cuánta fricción, fatiga, esfuerzo puede soportar?

¿Cuándo inspeccionar?

El desarrollo del programa de Mantenimiento Preventivo que incluya todos los equipos a los cuáles se les aplica, distribuyéndolos entre el personal mediante un calendario de actividades, es un trabajo laborioso. Este programa deberá considerar todos los puntos previamente acordados, pues si obvia uno, un problema aparecerá tarde o temprano.

Al momento de crear el calendario deberá considerar su responsabilidad de mantener la producción al menor costo, por esto deberá desarrollar un calendario flexible a las necesidades de producción.

Las revisiones de rutina se realizan en intervalos cortos durante la operación del equipo o cuando no hay producción.

Las revisiones periódicas, son las ejecutadas en intervalos preestablecidos con el equipo en operación o parado, son inspecciones visuales, inspecciones que involucre desmontaje, etc.

Inspecciones en periodos de contingencia, son aquellas que se llevan a cabo cuando el equipo se encuentra parado por otro motivo. Por ejemplo la inspección de los quemadores al momento de cambiar el refractario del horno.

Por supuesto que es preferible tener programado el trabajo durante periodos de contingencia; pero no todo se lo puedo realizar durante este espacio de tiempo. Al momento de considerar la programación de trabajos, se debe procurar de hacerlo al inicio de la jornada laboral para evitar las horas extra, distribuir las revisiones a lo largo del año para tener una carga de trabajo equitativa, y tratar de hacerlo en periodos de baja producción.

¿Quién es el encargado de inspeccionar?

Las cualidades de un buen inspector es que sea un operario con las mejores habilidades, que sea capaz de revisar, ajustar y reparar el elemento que inspecciona. El ingeniero de mantenimiento debe seleccionar entre su personal quien cumple esos requisitos y entrenarlo con los principios del Mantenimiento Preventivo. Para equipos electrónicos e hidráulicos, es necesario la presencia de especialistas capacitados en esa área.

A todo inspector se le debe exigir que cree un reporte de cada inspección que realiza. Para esto, es preciso crear un reporte modelo basado en la lista de inspección.

¿Que tareas realizar periódicamente?

Existen ciertas tareas que se debe realizar periódicamente debido a necesidades específicas o desgaste de componentes. Así tenemos cambios de aceite, reemplazo de cojinetes, etc. Es aconsejable seguir las instrucciones del fabricante en cuanto a tareas periódicas, tipo de material a usar y métodos a seguir.

¿Cuál es la periodicidad de las tareas repetitivas?

Aun si se tratase de una misma tarea, la frecuencia entre las mismas depende del equipo. Nuevamente es necesario seguir las recomendaciones del fabricante, tomando en consideración el entorno del equipo. La única persona autorizada para cambiar la duración de un periodo entre tareas es el ingeniero de mantenimiento siempre y cuando tenga razones fuertes para hacerlo.²

² Una mayor examinación de la frecuencia de las tareas se realiza en la sección 5.2.2.1. *Tareas*.

¿A quién se le asigna la tarea?

En el caso de las tareas, solo es posible asignar el trabajo al operario capacitado para el mismo, trabajo eléctrico para un electricista, trabajo mecánico o de lubricación para un mecánico, etc. En el caso de ciertos equipos con sistemas de control, o sistemas hidráulicos, neumáticos o electrónicos, es necesario asignar el trabajo de un especialista en el área. En el caso de no tener uno dentro del personal de la planta; se debe contratar a una empresa que brinde dicho servicio especializado.

¿Cuándo se programa la tarea?

Al momento de que el ingeniero de mantenimiento deba programar las tareas para un periodo determinado de tiempo, debe considerar:

- *La producción de la planta*, si es posible parar la misma para efectuar la tarea. Procurar realizar la tarea en periodos de producción baja o nula. El departamento de mantenimiento debe mantener una muy buena comunicación con el departamento de producción.
- *Días laborables*, es preferible que lo realice en días normales de trabajo para no pagar sobretiempo. Sin embargo si para evitar parar la producción de la planta es necesario realizar una tarea en un día no laborable, se deberá programar la orden de trabajo para ese momento.
- *Calendario de actividades*, se debe evitar sobrecargar los trabajos en un periodo, el ingeniero de mantenimiento debe tratar de distribuir el trabajo a lo largo del año.

Las tareas de rutina se realizan en intervalos cortos durante la operación del equipo o cuando no hay producción, este tipo de revisión son las de lubricación, limpieza, y ajustes.

Las tareas periódicas, son las ejecutadas en intervalos preestablecidos con el equipo en operación o parado, por ejemplo tenemos la tarea de reemplazo de una parte de la máquina.

Tareas en periodos de contingencia, son aquellas que se llevan a cabo cuando el equipo se encuentra parado por otro motivo.

Las tareas que se realicen durante etapas de contingencia son las que menos gastos acarrearán pues no se está parando la producción por un solo motivo; sin embargo no siempre resulta de esta manera. Al momento de considerar la programación de órdenes de trabajo, el ingeniero de mantenimiento debe gestionar para que los trabajos comiencen al inicio de la jornada laboral evitando de esta manera el sobretiempo, elaborar una carga equitativa de trabajo repartiendo los mismos a lo largo del año, y si para efectuar la tarea es necesario parar el equipo, tratar de programarlos para periodos de baja producción.

1.2. MANTENIMIENTO PREVENTIVO ASISTIDO POR COMPUTADOR (MPAC)

La amplia aplicación de técnicas de automatización y el desarrollo de sistemas de control de procesos sofisticados han introducido un nuevo nivel de responsabilidad y aumento de dependencia al departamento de mantenimiento.

La automatización produce un aumento de la capacidad de la planta, volviéndose las paradas más costosas. La dependencia en los sistemas de control puede producir un grave error en el producto de un equipo o si otro

elemento falla. Las posibilidades de que la intervención de un operador compensa errores ocasionados por la maquinaria o fallas son mínimas.

Las plantas hoy en día, tienen una gran variedad de elementos de automatización que ayudan a mejorar la productividad de las mismas, este es el momento preciso para implementar la automatización en el departamento de mantenimiento. Una variedad de sistemas de computación han sido desarrollados para el mantenimiento preventivo, los cuales han provisto a las instalaciones con medios para manejar los registros de los equipos, control de trabajos, control de inventario, historial de mantenimiento, y en algunos casos análisis de costos.

Por lo general se encuentran en un sistema conjunto con aplicaciones industriales y comerciales; lo que puede ocasionar demoras, con el departamento de mantenimiento en una prioridad baja para el uso del sistema, en especial cuando un sistema financiero importante es usado simultáneamente.

El sistema de computación ideal para el departamento de mantenimiento preventivo es uno que sea interactivo, dinámico y dedicado. Entendiéndose como –interactivo- que puede ser consultado en corto tiempo. Dinámico- que provee una respuesta rápida al ingreso de registros o cambios de datos. Dedicado- que se encuentra siempre a disposición para el departamento de mantenimiento para buscar información esencial o para obtención instantánea de datos para la programación de mantenimiento. Estos requerimientos puede ser alcanzados con el uso de un sistema de computación basado en computadoras personales dentro del departamento de mantenimiento. En una instalación típica se usa una o dos computadoras junto con una o dos unidades de visualización dentro de la oficina de mantenimiento y una para la bodega de repuestos. Unidades adicionales pueden ser suministradas al administrador,

supervisores, capataz, y talleres; dependiendo de los recursos y necesidades de la compañía.

Las unidades de visualización en el departamento de mantenimiento son usadas para examinar la programación de trabajo, la cual puede ser modificada y reprogramada con la pulsación de una tecla. La planeación de trabajo y funciones de control incluyen:

- Planeamiento de actividades de lubricación.
- Actuar según los reportes de inspección de operativos de lubricación.
- Actuar según los reportes de actividades de mantenimiento.
- Actuar según los reportes de mantenimiento de emergencia.
- Distribución de recursos para programación de trabajo.
- Administración de inventario de repuestos.

Otros usos de la computadora dentro del departamento de mantenimiento pueden incluir:

- Administración de bodegas.
- Planeación y control de programas de trabajo de capital.
- Administración de herramientas de producción.
- Monitoreo y control de conservación de energía.
- Monitoreo y control de incendios a través de sensores.
- Monitoreo y control de procesos automáticos.

II. ANALISIS DEL PROBLEMA

2.1. IDENTIFICACION DE NECESIDADES Y DEFINICION DEL PROBLEMA

Identificación de las necesidades

Las razones principales por las cuáles es preciso buscar métodos para mejorar el mantenimiento dentro de una planta son:

- Incrementar la productividad y reducir las paradas.
- Economizar dentro del departamento de mantenimiento.
- Maximizar la utilización de recursos.
- Minimizar el desperdicio de herramientas, repuestos y materiales.
- Mantener una instalación segura.
- Proteger los edificios y la planta.

Definición del problema

Existen muchos libros de cómo llevar el mantenimiento en una empresa. Incluso empresas grandes han desarrollado manuales adaptados para ellas mismas para llevar el mantenimiento. A final de cuentas, cada instalación ha identificado su propia manera de mantener sus equipos. Podría atreverse a decir que existe un programa de mantenimiento único para cada instalación.

Sin embargo, a pesar de tener un programa de mantenimiento definido, una empresa debe siempre encontrarse en búsqueda de mejorar sus métodos de

mantenimiento. Analizando las distintas formas de llevar mantenimiento en distintas empresas se llega a la definición del problema:

Desarrollar una herramienta para la programación de mantenimiento preventivo. Esta debe ser dinámica, interactiva, dedicada y sobre todo debe encontrarse en capacidad de ajustarse a las necesidades actuales de la empresa.

2.2. REQUERIMIENTOS A SATISFACER

Se han establecido que las consideraciones para desarrollar esta herramienta deben ser:

- Confiabilidad
- Costo
- Dinamismo
- Interactividad
- Dedicación
- Comprensión

Entendiéndose por:

- **Confiabilidad:** Es la medida de seguridad de que el elemento no falle cuando se encuentre en operación.
- **Comprensión:** Que el acceso, control y manejo del elemento sea fácil para el operario.
- **Costo:** Se analiza el costo de implementación de la opción versus el ahorro por el uso del mismo.
- **Dinamismo:** Debe proporcionar tiempo de respuesta corto.
- **Interactividad:** Ser interrogado en corto tiempo.

- **Dedicación:** A disposición del departamento de mantenimiento y que cubra sus necesidades específicas.

2.3. SINTESIS

Una vez definido e identificado el problema, junto con los requerimientos a satisfacer, el siguiente paso es la síntesis de una solución óptima. Para establecer la solución del problema, es necesario primeramente tener varias opciones para analizarlas y escoger la que mejor cumpla las condiciones del problema.

OPCION 1:

Llevar la programación de mantenimiento en base a un método sistemático preestablecido para la empresa.

OPCION 2:

Contratación de asesores para desarrollar un sistema personalizado para la empresa.

OPCION 3:

Compra de software de mantenimiento preventivo e instalarlo en la empresa.

OPCION 4:

Crear un programa de mantenimiento preventivo asistido por computador usando una base de datos.

2.4. OFERTA DE MERCADO DE SOLUCIONES PARA MPAC

El mercado ofrece un sinnúmero de programas de software para Mantenimiento Asistido por Computador. Son programas de toda índole y naturaleza, algunos de ellos especializados en ciertas áreas de manufactura, otros bastante generales aplicables a cualquier empresa y otros para ciertos equipos o partes de ellos que inclusive se puede usar en casa, como por ejemplo el mantenimiento de un vehículo.

Su valor depende de su cobertura. Así programas comerciales, donde solo el paquete de software es ofrecido oscilan alrededor de los US\$ 12.000.

A continuación una lista de programas disponibles en el mercado e incluso utilizado por algunas empresas ecuatorianas.

- *ICAM*, programa comercial para Mantenimiento en general.

- *MAC*, grupo de programas de Mantenimiento que abarcan categorías de empresas de manufactura.

- *MP2*, por *Datastream*. *Datastream* es una compañía de software que produce varios tipos de programa para asistencia a la Ingeniería. En lo referente al mantenimiento, ofrece el *MP2* y su nueva versión *MP5*. Los dos programas trabajan bajo sistema operativo, Windows e incluso Microsoft Access, es preciso especificar bajo que sistema se desea el programa.

- ➔ *OPES, Progressive Engineering Solutions*. Ofrecen distintos programas entre ellos uno combinado de mantenimiento y costos.

- ➔ *MIDAC*, proporciona distintos programas de software entre ellos uno especializado en lubricantes.
Shell, como parte de su servicio de análisis de lubricantes proporciona también un software de soporte que funciona con Microsoft Access 97.

- ➔ *SAP*, es un paquete de información técnica, el cual administra distintas áreas de una empresa, entre las cuales maneja el mantenimiento de la misma.

- ➔ *Manugistics*, es un empresa proveedora de soluciones que entre sus programas presenta uno para Programación de Mantenimiento.

2.5. MATRIZ DE DECISION

La matriz de decisión es un análisis comparativo de las soluciones disponibles al problema presentado. Facilita para lograr identificar la solución óptima, y obliga a considerar una variedad de factores en una forma sistemática.

Cada opción ocupa una columna en la matriz. Los renglones corresponden a los requerimientos a satisfacer y sobre los cuales las distintas opciones serán juzgadas.

A cada requerimiento se le asigna un factor de peso o ponderación, que mide su importancia relativa. La suma de todas las ponderaciones deberá ser igual a la unidad.

Interactividad: Factor de Peso: 0.16

El personal de mantenimiento debe estar informado sobre los acontecimientos de la planta, no solo en el presente sino que también en eventos ya pasados para tener una guía de lo que puede ocurrir. El programa de MP debe ser interactivo en este caso, facilitando la información requerida.

Comprensión: Factor de Peso: 0.16

La comprensión es una característica importante pues el personal de mantenimiento debe estar en la capacidad de entender plenamente el programa a llevarse a cabo, sin el peligro de mal interpretación debido a la complejidad del mismo.

Confiabilidad: Factor de Peso: 0.23

Se le asignó el factor de peso más alto debido a que la elaboración de un programa de mantenimiento no se la puede dejar al azar, esta debe ser precisa y fiable. El programa a implementarse afecta directamente al funcionamiento del equipo y consecuentemente al tiempo de vida de útil del mismo, y lo que se busca es asegurarse que la producción sea continua.

Dinamismo: Factor de Peso: 0.14

Problemas ocurren en los sitios y momentos menos esperados, los cuáles requieren soluciones rápidas y exactas. El programa de MP a usarse debe estar en la capacidad de suministrar acciones a seguir en una forma dinámica.

Dedicación: Factor de Peso: 0.20

El programa de mantenimiento debe ser conciso, escueto y dirigido específicamente a las necesidades de la empresa, tomando en consideración que cada empresa tiene su propia política de mantenimiento. Es preferente tener un programa de mantenimiento personalizado, que omita ítems innecesarios.

Costo: Factor de Peso: 0.11

Si bien para el departamento de mantenimiento, el solo tener un programa que funcione adecuadamente es suficiente; para los niveles administrativos, este programa debe poder brindar un retorno a la inversión del mismo. Todo programa de MP rinde beneficios que exceden sus costos.

El cuerpo de la matriz se llena con puntajes que definen cada opción según la escala escogida. En este caso la escala es del 1 al 10, donde 1 significa una opción pobre y 10 significa una óptima opción.

OPCION 1: Llevar la programación de mantenimiento en base a un método sistemático preestablecido para la empresa.

Interactividad: Puntaje: 5

La búsqueda de documentos con historiales y la generación de estadísticas es un tanto lenta en esta opción.

Comprensión: Puntaje: 9

Al ser un programa sistemático la comprensión del mismo se facilita.

Confiabilidad: Puntaje: 7

Al ser elaborado por el mismo departamento de mantenimiento, ya se conocen los procedimientos a seguir, sin embargo es posible obviar ciertos puntos.

Dinamismo: Puntaje: 5

La generación de órdenes de trabajo, de salida de repuestos y materiales de bodega es un tanto lenta en esta opción.

Dedicación: Puntaje: 7

Al ser elaborada por el departamento de mantenimiento, considera las necesidades de la planta. Pero al no contar con personal de afuera, es imposible tener otro enfoque del programa.

Costo: Puntaje: 8

Es una de las opciones más económicas.

OPCION 2: Contratación de asesores para desarrollar un sistema personalizado para la empresa.

Interactividad: Puntaje: 6

A pesar de que asesores pueden brindar nuevas técnicas al programa, la búsqueda de documentos con historiales y la generación de estadísticas continua un tanto lenta en esta opción.

Comprensión: Puntaje: 8

Es una opción fácil de comprender, pero puede existir el riesgo de confusiones debido a una inadecuada interpretación de lo estipulado por el asesor.

Confiabilidad: Puntaje: 9

Se basa en la experiencia del asesor.

Dinamismo: Puntaje: 8

Los asesores pueden brindar nuevas técnicas dinámicas y de pronta respuesta a los métodos de generación de órdenes de trabajo, etc.

Dedicación: Puntaje: 8

El asesor estudia y analiza plenamente la planta para poder establecer el programa a implementar.

Costo: Puntaje: 6

Los salarios de un asesor son elevados.

OPCION 3: Compra de software de mantenimiento preventivo e instalarlo en la empresa.

Interactividad: Puntaje: 8

Todo programa computacional es altamente interactivo con el usuario.

Comprensión: Puntaje: 7

Es necesario capacitar al personal con el software a usarse. Siendo un programa nuevo para todo el personal de mantenimiento.

Confiabilidad: Puntaje: 8

Basado en la experiencia de los programadores la confiabilidad del software es alta. Debido a que el software es para un mercado general y existirán opciones que no se requieran; el personal podría usar ciertas partes erróneamente ocasionando un posible efecto dañino.

Dinamismo: Puntaje: 9

El dinamismo es una de las cualidades por las que se escoge un programa de mantenimiento asistido por computador.

Dedicación: Puntaje: 6

Al ser un programa dedicado al mercado en general, puede existir omisiones de requerimientos de la planta. Este no es un programa personalizado.

Costo: Puntaje: 5

El costo de la adquisición de licencias e implementación en cada computador es alto.

OPCION 4: Crear un programa de mantenimiento preventivo asistido por computador usando una base de datos.

Interactividad: Puntaje: 8

Todo programa computacional es altamente interactivo con el usuario.

Comprensión: Puntaje: 8

Al ser elaborado en una base de datos en ambiente Windows, su facilidad de comprensión es alta y la posibilidad de que el porcentaje de persona familiarizado con ella es elevado. Adicionalmente, Access de Microsoft Office es un programa amigable con el usuario.

Confiabilidad: Puntaje: 9

La cualidad de programación de la base de datos y la exactitud que provee la misma proporciona un sistema bastante confiable en cuanto a pronósticos en las tareas de mantenimiento.

Dinamismo: Puntaje: 9

El dinamismo es una de las cualidades por las que se escoge realizar un programa de mantenimiento asistido por computador.

Dedicación: Puntaje: 9

Esta base de datos es elaborada por personal entendido en la materia, satisfaciendo las necesidades y propuestas dadas por el personal de mantenimiento. No se obvian pasos ni existirán elementos innecesarios. Esta solución es altamente personalizada.

Costo: Puntaje: 7

Generalmente, las empresas tienen licencia de Microsoft Office por lo que no representa costos extras por implementación. En el caso no poseer la licencia, al momento de adquirirla sus otras aplicaciones (Word, Excel, PowerPoint) serán de gran utilidad para realizar otras actividades.

Las calificaciones se multiplican por el factor de peso y su producto se suma para cada opción. Las calificaciones ponderadas dan un valor a cada opción. El valor real de una matriz de decisión es que desmenuza en elementos más tratables, y se considera el valor relativo de cada opción para los distintos requerimientos.

	Factor de Peso	OPCION 1		OPCION 2		OPCION 3		OPCION 4	
Interactividad	0.16	5	0.80	6	0.96	8	1.28	8	1.28
Comprensión	0.16	9	1.44	8	1.28	7	1.12	8	1.28
Confiabilidad	0.23	7	1.61	9	2.07	8	1.84	9	2.07
Dinamismo	0.14	5	0.70	8	1.12	9	1.26	9	1.26
Dedicación	0.20	7	1.40	8	1.60	6	1.20	9	1.80
Costo	0.11	8	0.88	6	0.66	5	0.55	6	0.66
TOTAL		6.83		7.69		7.25		8.35	

Tabla I

Revisando las puntuaciones finales se determina que la solución óptima es:

OPCION 4:

Crear un programa de mantenimiento preventivo asistido por computador usando una base de datos.

A continuación se llevará a cabo la explicación de los elementos considerados en la elaboración de la base de datos y su respectiva programación. A este programa se le denomina Mantenimiento Preventivo Asistido por Computador (MPAC).

III. DEFINICION DE EQUIPOS

Equipo puede ser cualquier elemento para el cual se necesite una orden de trabajo, así incluso a un ascensor se lo puede catalogar como equipo pues en él se realizan trabajos de mantenimiento y reparación. Sin embargo, este montacargas tiene piezas específicas donde se realizan mantenimiento como son el motor o la cremallera; es posible ingresar estos componentes de equipo por separado. Es el ingeniero de mantenimiento quien decide la forma más ventajosa de ingresar los datos, ya sea un equipo con sus componentes, cada componente por separado o la combinación de éstos dos métodos. Es posible tener consideraciones de equipo como montacargas, o los baños de los empleados.

El ingreso de los datos de equipo es el pilar del Mantenimiento Preventivo Asistido por Computador (MPAC), razón por la cual en esta sección se explica como planificar la aplicación de MPAC, siendo a la vez estas guías de gran utilidad para el resto de información a ingresar.

3.1. PLANEACION

Uno de los elementos mas beneficiosos al implementar un programa MPAC es el de cuidadosamente planear los equipos, inventario, esquemas de numeración de códigos y la manera de ingresar los datos. El esfuerzo extra es retribuido a la larga con un aumento de eficiencia debido a esquemas organizados de numeración y entrada consistente de datos.

Esta sección trata de dar pautas para organizar la información de mantenimiento preventivo a medida que es recolectada y guardada en el MPAC. Es de gran ayuda planear con anticipación varias piezas de información a ser usadas, por ejemplo si se usa el numero de cédula de identidad u otro numero de identificación al referirse a los empleados.ⁱⁱ

Es de mucha ayuda planear cuidadosamente un método de numeración funcional y práctico antes de comenzar de manera que no sea necesario cambiar posteriormente los códigos de referencia.

Se recomienda métodos numéricos que sean significativos y fáciles de recordar. Usar códigos de identificación que sean fáciles de reconocer. Por ejemplo un centro de costo llamado “ENVIO” es fácil de relacionar con el departamento de envíos que un centro de costo denominado “E89”.

Es necesario usar una terminología consistente, especialmente con abreviaciones. Si usa tanto “FLT” y “FIL” como abreviaciones para filtros, una consulta o búsqueda podría no encontrar todas las ocurrencias de filtros.

En el caso de los equipos hay varios métodos opcionales de numeración:

Referencia del Fabricante

La base para este método de numeración es el número de manufactura del ítem. Este es un buen método en el caso de que los equipos y partes sean mayoritariamente del mismo fabricante. Si este no es el caso, se puede tener dos ítems equivalentes del mismo proveedor con dos distintos códigos en lugar de uno solo. Esto crearía un error de récords duplicados.

Referencia por Item

Este método usa numeración secuencial (00001, 00002, etc.). Ya que este método puede resultar en un criptograma, es recomendado usarlo en combinación con otro método.

Referencia por Tipo

Este método agrupa ítems pertenecientes a un mismo tipo. por ejemplo, todos los cojinetes serían *COJ-001*, *COJ -002*, etc. Este sistema es muy usado por su ventaja de un simple búsqueda por *COJ*, muestra todos los cojinetes listados.

Referencia Personalizada

Es posible crear un método de numeración personalizado de acuerdo a las necesidades específicas de la empresa. Al crear un método de numeración personalizado, es aconsejable seguir las siguientes pautas:

- Utilizar códigos que contengan caracteres significativos. Los empleados aprenderán más fácilmente el sistema de equipos e inventario. Y se sencillo usar un carácter de búsqueda como el asterisco (*). Por ejemplo se desea buscar todos los cojinetes en lista, se ingresa *COJ**.

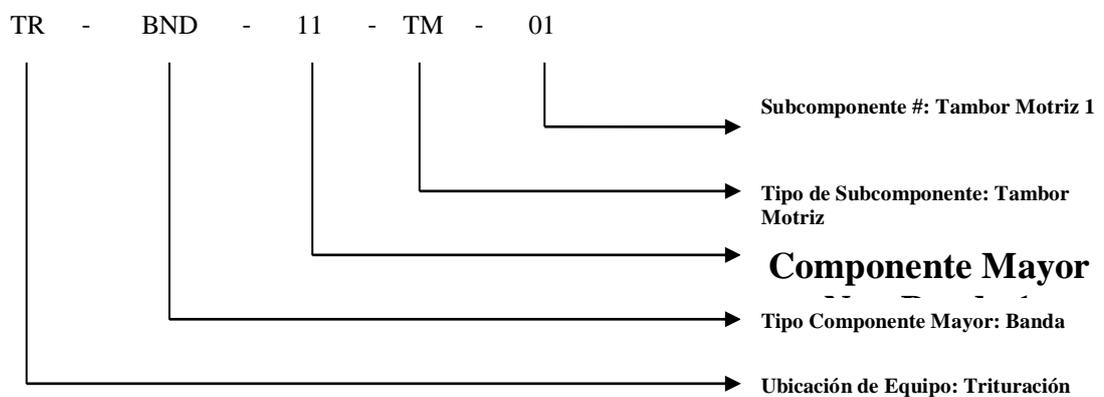
- El agrupamiento de ítems deberá realizarse con los primeros caracteres del código para asistir las búsquedas y consultas.
- Se debería considerar dejar un espacio al método de numeración para insertar nuevos récords o grupos de récords en el futuro. Por ejemplo:

MÉTODO DE NUMERACIÓN

Numero de Equipo	Descripción del Equipo
TR-BND-01	Banda Transportadora en la sección de Trituración
TR-BND-01-TM-01	Tambor Motriz de la Banda Transportadora en la sección de Trituración
TR-BND-01-TC-01	Tambor Conducido de la Banda Transportadora en la sección de Trituración
MZ-BND-01-TM-01	Tambor Motriz de la Banda en la sección de Mezcla

Tabla II

Este método tiene el siguiente significado:



3.2. FORMATO ESTANDAR PARA DESCRIPCIONES

Es algunas veces difícil desarrollar un método de numeración para códigos que produzcan un récord reconocible para todos, en consecuencia es fundamental ingresar códigos junto con descripciones claras, con formatos consistentes. Esto conlleva a que empleados nuevos con el MPAC aprendan rápidamente el sistema. Se puede modificar los estándares según se adapte a las necesidades específicas de la empresa, aplicando siempre el concepto general de formato estándar para descripciones.

Para equipos se puede tener el siguiente formato:

*Ubicación, Definición Principal, Número de Componente Principal,
Definición Específica, Número de Componente Secundaria (Específica).*

Código	Descripción
TR-BND-02-TM-02	Area Trituración, Banda Transportadora, 02, Tambor Motriz, 02

3.2.1. METODOS PARA NUMERACION DE CODIGOS Y TIPOS

Los códigos, por ejemplo códigos de contabilidad (cuenta donde cargar el gasto) o códigos de tareas, y para los tipos, como tipos de equipo o de

órdenes de trabajo son útiles para crear reportes. Estos pueden contener información sobre todas un cierto tipo de órdenes de trabajo, o todas aquellas órdenes de trabajo que son cargadas a cierta determinado centro de costo o a un proyecto desde dónde determinadas órdenes de trabajos son creadas.

3.3. MÉTODO DE ENTRADA DE DATOS

Se puede desarrollar un historial completo de mantenimiento para todos los componentes de la instalación creando récords para equipos desde un empalme de una enfriadora hasta un subsistema completo de la planta. Se debe escoger el método de entrada de datos que se ajuste a las necesidades y al tiempo límite designado para tener el MPAC operando.

- ➔ Definir todos los componentes del equipo por separado creando récords completos de Equipo para cada pieza. Si una pieza del equipo se encuentra compuesta por varios componentes, como un compresor que se subdivide en compresor, motor y motorreductor, ingresar un récord único para cada uno de ellos. La ventaja de este método es que un historial detallado de mantenimiento para cada pieza del equipo es accesible desde el inicio. La desventaja de este método es que la entrada inicial de datos lleva mayor tiempo, por lo que se atrasa la implementación del MPAC.

- ➔ Definir un récord para cada pieza principal de equipo y crear tareas y órdenes de trabajo para sus componentes al asignarlas al récord principal. A la larga, se puede crear récords de las componentes del equipo y separar el historial para detallar el mantenimiento dado a cada pieza.

3.4. RECOPIACION DE INFORMACION

A pesar que la cantidad y profundidad de la información puede parecer demasiado, mientras más completa sea la base de datos, más detallado y significativo será el análisis de dicha información.

El orden en que la información es recopilada e ingresada en el sistema es primordial, ya que para entrar datos en ciertos formularios, es necesario ya tener cierta información en formularios relacionados. A continuación el orden que se debe seguir para ingresar información.

1. Administración (Seguridad)³
2. Oficios
3. Códigos de Asistencia
4. Mano de Obra
5. Contratistas (Vendedores, Fabricantes, Distribuidores, Servicios de Mantenimiento Externos)
6. Tipos de Inventario
7. Inventario
8. Tipos de Equipos
9. Centros de Costo
10. Departamentos
11. Equipos
12. Tipos de Orden de Trabajo
13. Razones de Interrupción
14. Tarea
15. Semana Laboral del Empleado
16. Solicitud de Servicios

Las Ordenes de Trabajo y Solicitudes de Orden de Trabajo, son ingresadas una vez implementado el MPAC.

Los siguientes “tipos” y “códigos” se los ingresa desde sus propios formularios, a los cuales se accede mediante el menú **EQUIPOS**, y procediendo a presionar el botón correspondiente.

Los tipos de inventario deberán ser sencillas y significativas. Por ejemplo el tipo de equipo *MOTOR* es más significativo que *X-2135*. Se debe limitar la cantidad de tipos de equipo usadas para evitar inconsistencia en los datos y confusiones. Así tenemos que se puede usar *BOMBA* para todas las bombas en lugar de *BOMBA-H*, *BOMBA-N*, *BOMBA-M* para bombas hidráulicas, neumáticas o motorizadas.

3.4.2. CENTROS DE COSTO

Un centro de costo define un grupo o departamento al que se le carga el gasto de la orden de trabajo, el uso de repuestos y gastos directos de inventario, se los utiliza para ver gastos de mantenimiento. Los centros de costo reflejan la manera en que los gastos de equipos son categorizados. Se pueden crear para gastos temporales, como un proyecto nuevo de construcción o aumento de capacidad de producción.

Se debe intentar usar centros de costo representativos a la empresa, de esta manera el centro de costo *LINEA2* es más claro de identificar que *0002*. Un ejemplo de centro de costo es *ADMIN*, a éste se le puede cargar

³ Ver Capítulo 9. Recomendaciones

mantenimiento de equipo de oficina como impresoras, computadoras, etc. Es posible cargarlo para la compra de accesorios como lápices, resmas de hojas, e incluso ítems como fotocopadoras.

Los centros de costo pueden ser vinculados con un equipo en especial, o pueden permanecer sin relación alguna con el equipo y usarse enlazados a órdenes de trabajo o tareas.

3.4.3. DEPARTAMENTOS

Códigos de departamento asisten a ver la trayectoria de equipos determinados e incluso para gastos para una categoría específica, mediante ellos se puede agrupar la información de los equipos en la forma deseada por el usuario.

Se puede crear un código de departamento LINEA2 para clasificar todo el equipo usado en la línea de producción No. 2.

3.4.4. CODIGOS DE EQUIPO

PLACAS DE IDENTIFICACIÓN (NUMEROS DE EQUIPO)

Una pieza de equipo es cualquier ítem, edificioⁱⁱⁱ, espacio o planta en dónde se ejecuta el mantenimiento. El número de equipo sirve como el punto central y referencia para cargos de todas las actividades de mantenimiento.

CODIGOS DE REPUESTOS

Códigos de repuestos son ítems de inventarios que pueden ser usados al momento de efectuar el mantenimiento o reparación de la maquinaria. Los códigos de repuesto pueden ser usados para asignar el mismo grupo de repuestos a más de un récord de equipos, siendo esto muy útil para repuestos frecuentemente usados. La información de listas de repuestos puede ser ingresada en el formulario de códigos de repuestos al inicio, o se puede generar a medida que se ingresan los equipos al realizar un doble clic en el campo **Código de Repuestos**.

3.5. INGRESO DE INFORMACION

3.5.1. EQUIPOS

Después de examinar las distintas opciones y haberse dirigido por un plan específico de método de numeración, recopilación de información y un procedimiento de ingreso de datos, se procede a la entrada sistemática de los mismos.

Para ingresar al menú de los equipos, se presiona el botón **EQUIPOS** en el **MENU PRINCIPAL**.

A continuación se presiona el botón **EQUIPOS** en el menú **EQUIPOS**.

El formulario **EQUIPOS** es lo que denominamos un récord único en una tabla múltiple⁴ y se encuentra constituido por cinco páginas:

- **PRINCIPAL**, para información elemental de la pieza.

⁴ Ver Anexo A, lectura fundamental para el ingreso de datos.

- **COMPONENTES**, es posible anexar una lista de componentes al equipo principal.
- **REPUESTOS**, para el ingreso de repuestos a usarse con el mantenimiento o reparación del equipo.
- **REPUESTOS CON CODIGO**, para el ingreso de *lista de repuestos* a usarse con el mantenimiento o reparación del equipo.
- **SEGURIDAD**, si se desea, se pueden incluir notas de seguridad a tomar en cuenta con el uso o mantenimiento del equipo.

Se ingresa la información pertinente de acuerdo a la página y campo en que se encuentre.

INFORMACION PRINCIPAL

1. Abra el formulario Equipos desde el menú.
2. Ingrese la información pertinente según la siguiente tabla:

CAMPO	DESCRIPCION
No_Equipo	Código único que identifica al equipo.
Descripción	Descripción del equipo actual .
Persona Responsable	Empleado que es responsable de la pieza de maquinaria, se lo puede escoger de la lista de empleados de la empresa, a la derecha del código del empleado se puede apreciar sus nombres para facilitar.
En Servicio	Este campo se presenta a manera de casillero de revisión, si tiene un visto, esto indica que este equipo se encuentra en servicio. El valor

predeterminado es *En Servicio*.

Estado de Operación	Este estado puede ser “alquilado”, “vendido”, “fuera de servicio”, “a uso futuro”, el usuario es el que decide el estado del equipo.
Tipo de Equipo	Código para tipo de Equipo. ⁵ Los tipos de Equipo aparecen a manera de lista, si se precisa ingresar un tipo de equipo adicional, es posible hacerlo llamando al formulario TIPO DE EQUIPO desde el Menú de Equipo o mediante un doble clic en el campo.
Modelo	Número de modelo del equipo.
No_Serie	Número de serie del equipo.
Ubicación	Ubicación general donde se encuentra el equipo.
Edificio	Nombre del edificio donde se localiza el equipo.
Piso	Piso donde está el equipo.
Cuarto	Cuarto donde se ubica equipo.
Departamento⁶	El departamento donde el equipo se encuentra o al cual se le cargan los gastos por el equipo. Los distintos departamentos ingresados al inicio aparecen en una lista, sin embargo si se desea adicionar otra departamento o no se haya ingresado ninguno; es posible hacerlo desde el formulario de DEPARTAMENTOS mediante un doble clic sobre este campo o abriendo el formulario del mismo nombre desde el Menú de Equipo.

⁵ Ver Referencia 3.4.1. *Tipos de Equipo*

⁶ Ver Referencia 3.4.3. *Departamentos*

Fecha de Inicio	Fecha en la cual el equipo fue puesto en servicio.
Prioridad	Nivel de prioridad para el mantenimiento o reparación del equipo. Debe ser un número del 1 al 3, donde 1 equivale a un nivel alto de prioridad y 3 a un nivel bajo de prioridad.
Centro de Costo⁷	Centro de costo al cual se le cargan los gastos por el equipo, aparece a manera de lista con los centros de costo ingresados anteriormente. Para añadir un centro de costo distinto se lo hace desde el formulario CENTRO DE COSTO o con un doble clic sobre este campo.
Identificación del Vendedor	Nombre del vendedor al cual se le compra el equipo.
Fabricante	Fabricante del equipo.
Fecha de compra	Fecha en la cual el equipo fue adquirido.
Vida útil (meses)	Vida útil en meses proyectada para el equipo.
Fecha de Vencimiento Garantía	Día de la expiración de la garantía del equipo.

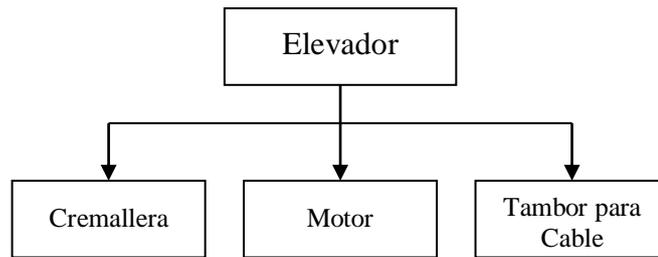
En cuanto al campo **En Servicio**, se puede comentar que normalmente un equipo se encuentra en servicio. Una situación de equipo fuera de servicio es la de ciertos equipos de uso por temporadas como calefactores en países fríos o un motor de un vehículo que haya sido puesto en bodega.

COMPONENTES

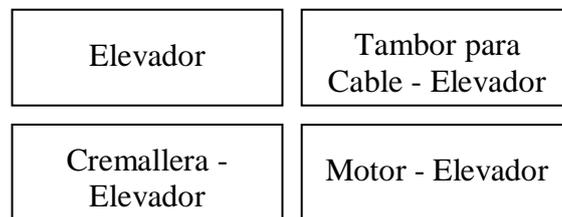
⁷ Ver Referencia 3.4.2. *Centros de Costo*

Esta página permite el ingreso de los varios componentes que puede tener un equipo. El ingeniero de mantenimiento debe definir si:

- ingresa un equipo principal con sus distintos componentes



- ingresa cada componente con récords separados.



Para ingresar la lista de componentes se debe:

1. Realizar un clic en la pestaña que dice **COMPONENTES**, para cambiar de página.
2. Ingresar la lista de todos los componentes del equipo en los campos.

CAMPO

DESCRIPCION

No_Componente Equipo	Código que identifica la componente, se recomienda relacionarlo de alguna manera con el No_Equipo. ⁸
Instrucción	Instrucciones para la tarea. Es posible crear un formato para generar una <i>lista a revisar</i> como se ilustra en el ejemplo.

REPUESTOS

El MPAC da la opción de anexar una lista de los repuestos requeridos para realizar el mantenimiento o reparaciones en el equipo, los repuestos se encuentran relacionados con el inventario. No es permitido agregar un repuesto que no se encuentre en inventario. En el campo **Cantidad** se coloca la cantidad recomendada para tener en bodegas. El encargado del Inventario, debe tomar en cuenta esta consideración al establecer el nivel mínimo de existencias en lote.

Existen dos maneras de ingresar las listas de repuestos:

- **Manualmente**, en caso que se quiera definir una lista específica para el equipo, se procede a ingresar los repuestos uno por uno hasta completar la lista.
- **Automáticamente**, las listas ya fueron creadas al inicio por el usuario. En este caso, se busca en la lista el código de repuestos necesitado y los campos de artículos, con sus debidas descripciones y cantidades requeridas, se llenan automáticamente.

INGRESO MANUAL: REPUESTOS

⁸ Ver Referencia 3.2. *Método de Numeración*

Para el ingreso de repuestos, se deben seguir los siguientes pasos:

1. Realizar un clic en la pestaña **REPUESTOS**, para ir a dicha página.
2. Ingrese la información adecuada en los siguientes campos:

CAMPO	DESCRIPCION
No_Artículo	El número del repuesto en el inventario, se escoge de la lista el No_Artículo.
Descripción	Descripción del artículo (repuesto), este campo se muestra siempre automáticamente.
Cantidad	La cantidad de este repuesto que se requiere en inventario.

INGRESO AUTOMATICO: REPUESTOS CON CODIGO

Para el ingreso de la lista de repuestos, se deben seguir los siguientes pasos:

1. Realizar un clic en la pestaña **REPUESTOS CON CODIGO**, para ir a dicha página.
2. Ingrese la información adecuada en los siguientes campos:

CAMPO	DESCRIPCION
Código de Repuesto	Código que identifica la lista de repuestos. ⁹

⁹ Ver Referencia 3.4.3.2. *Código de Repuestos*

Descripción	Descripción de la lista de repuestos, debido a que ya existe el Código de Repuesto, este campo muestra automáticamente la descripción.
No_Artículo	El número del repuesto en el inventario. Al existir el Código de Repuesto, estos campos son llenados automáticamente.
Descripción	Descripción del artículo (repuesto), este campo se muestra siempre automáticamente.
Cantidad	La cantidad de este repuesto que se requiere en inventario.

SEGURIDAD

Además, es posible, adicionar información de seguridad sobre el equipo. Precauciones al momento de realizar el mantenimiento, regulaciones, tarjetas de seguridad, especificaciones excepcionales del equipo. Para ingresar información de seguridad:

1. Hacer un clic en la pestaña marcada SEGURIDAD.
2. Ingrese la información de notas de seguridad

Muchas veces es de gran ayuda tener un listado impreso de toda la información del equipo, se lo puede obtener al presionar el botón



Es posible ver la presentación previa (antes de la impresión) y en el caso que se la desee imprimir, se procede con los pasos elementales de Microsoft Office para la impresión correspondiente.

1. Abrir el menú de Archivo y escoger Imprimir.
2. O, presionar la tecla de impresión.
3. O, presionar Ctrl+P.
4. Establecer el número de copias deseadas, las páginas de impresión deseadas, y las opciones de impresión.
5. Presionar el botón ACEPTAR o CANCELAR, según sea el caso.

3.5.2. TIPOS DE EQUIPO¹⁰

1. Se presiona en el botón **TIPOS DE EQUIPO** en el menú **EQUIPOS**, se observa un formulario de información continua, con los tipos de equipo existentes y a los cuales se les puede añadir más categorías.
2. Se ingresa la información según el campo adecuado:

CAMPO	DESCRIPCION
Tipo de Equipo	Código que identifica el Tipo de Equipo.
Descripción	Descripción de Tipo de Equipo.

3.5.3. CENTROS DE COSTO¹¹

¹⁰ Referencia sección 3.4.1 *TIPOS DE EQUIPO*

¹¹ Referencia sección 3.4.2. *CENTROS DE COSTO*

1. Se presiona en el botón denominado **CENTROS DE COSTO** en el menú **EQUIPOS**, se observa un formulario de información continua, con las categorías definidas por Contabilidad. y a los cuales se les puede añadir más categorías.
2. Se ingresa la información según el campo adecuado:

CAMPO	DESCRIPCION
Centro de Costo	Código que identifica el Centro de Costo.
Descripción	Descripción de Centro de Costo.

3.5.4. DEPARTAMENTOS¹²

Se presiona en el botón **DEPARTAMENTOS** en el menú **EQUIPOS**, se visualiza un formulario de información continua, con los departamentos a ingresar. Para ingresar los distintos departamentos, se procede de la siguiente manera:

1. Abrir el formulario **DEPARTAMENTOS**, ya sea directamente del menú o mediante el doble clic en el campo **Departamento** en el formulario **EQUIPO**.
2. Ingrese el **Departamento** y la **Descripción**.

CAMPO	DESCRIPCION
Departamento	Código único que identifica al departamento,

¹² Referencia sección 3.4.3. *DEPARTAMENTOS*

se recomienda usar una abreviación del departamento.

Descripción	Descripción del departamento.
--------------------	-------------------------------

3.5.5. PLACAS DE IDENTIFICACION¹³

Se presiona en el botón **PLACAS DE IDENTIFICACION** en el menú **EQUIPOS** para ingresar a dicho formulario. La información se presenta automáticamente, según existan los datos de los equipos. Este formulario es útil para listar los equipos existentes en la instalación o para buscar un determinado tipo de equipo. El formulario **PLACAS DE IDENTIFICACION** es un formulario de sólo lectura, en el caso de requerir editar algún dato específico, se lo debe realizar desde el formulario **EQUIPO**.

Los datos a visualizar son los siguientes:

CAMPO	DESCRIPCION
No_Equipo	Código único que identifica al equipo.
Descripción	Descripción del equipo actual .

Muchas veces es de gran ayuda tener un listado impreso de los equipos que posee la planta, al presionar el botón



¹³ Referencia sección 3.4.4.1. *PLACAS DE IDENTIFICACION*

Se genera la lista de equipos de la planta en orden alfabético. Es posible ver la llamada presentación previa (antes de la impresión) y en el caso que se la desee imprimir, se procede con los pasos para la impresión correspondiente.

Los ítems impresos son los siguientes:

Descripción	Descripción del equipo.
No_Equipo	Código único que identifica al equipo.

En la siguiente página se observa una impresión modelo de la lista de Equipos.

En el caso de necesitar una lista de determinados equipos, o se busque uno específico; pero se desconoce el **No_Equipo** o la **Descripción** exacta, se utilizan los denominados *filtros*.

Se puede filtrar los datos de manera que Access muestre temporalmente un conjunto específico de récords. Por ejemplo, se puede desear ver todos los motores de la instalación. Es posible filtrar los datos al seleccionar la información que el usuario necesita usar para visualizar los récords. Cuando se filtra datos específicos, Access cambia temporalmente la vista para mostrar solamente los récords que cumplen con el criterio especificado.

Existen dos métodos par filtrar información en Access: **Filtro por Selección** y **Filtro por**.¹⁴

FILTRO POR SELECCION

¹⁴ Comandos de Microsoft Access

Access permite al usuario escoger cualquier palabra o texto en un campo particular y filtrarlo para esa selección particular. Access buscará todos los datos en ese campo en la tabla y crear una tabla con los campos equivalentes. Usar Filtro por Selección es particularmente útil si la información que se desea es fácil escogerla en la tabla y luego filtrarla.

Para filtrar información por selección, se siguen los siguientes pasos:

1. Negree la palabra o el contenido del campo por el cuál se desean filtrar los datos. Se puede escoger una palabra entera o porciones de palabras en el campo que se ordena.
 - Se puede negrear el contenido del campo al realizar un doble clic en la palabra, o un solo clic y arrastrar el ratón para escoger la palabra o texto.
 - Se desea filtrar por el entero contenido de un campo, basta con realizar un clic sobre dicho campo.
2. Presione el botón de Filtro por Selección en la barra de herramientas.



Se puede realizar un clic con el botón derecho del ratón y escoger **Filtro por Selección** en el menú que aparece o escoger el menú de **Récords**, clic en **Filtro** y luego clic en **Filtro por Selección**.

Access muestra solamente los récords que contengan la palabra o texto seleccionado. A continuación se pueden ver los resultados de un **Filtro por Selección** para buscar todos los secadores en la instalación.

3. Se puede filtrar récords filtrados usando los mismos pasos 1 y 2, reduciendo el número de récords aún más.
4. Para regresar a la visualización de todos los récords, se escoge **Remove Filtro** en el menú de herramientas. Access muestra todos los récords almacenados.

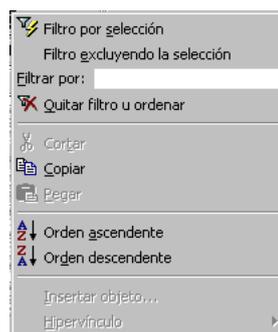


FILTRO POR

Access permite al usuario filtrar por una palabra específica o texto en el campo que se ingresa la búsqueda de filtros. Access buscará en todos los datos del campo en la tabla y crear una tabla con campos equivalentes. Usar el **Filtro por** es particularmente provechoso en tablas grandes donde se sabe específicamente que es lo que se desea filtrar en un campo particular.

Para filtrar información por una palabra específica o texto, se sigue el siguiente procedimiento:

1. Colocarse en el campo donde se desea filtrar, presionar el botón derecho del ratón. Access muestra el siguiente menú:



2. Colocarse en el casillero que dice **Filtro por**, escribir la palabra o texto que desea Access filtre y presione la tecla de Entrada. Se verán solo los

récords que cumplan con el criterio de búsqueda, es posible filtrar los récords que se encuentran ya filtrados si se repite el paso anterior, reduciendo más el número de récords a buscar.

3. Para regresar a ver todos los récords, se escoge **Remove Filtro** en el menú de herramientas. Access muestra todos los récords almacenados.



3.5.6. CODIGOS DE REPUESTOS¹⁵

Se presiona en el botón **CODIGOS DE REPUESTOS** en el menú **EQUIPOS**, se visualiza un formulario de información continua, con el Código de Repuestos en la parte superior junto a su Descripción respectiva. En la sección inferior se puede ingresar la lista de repuestos a usarse. Este código se lo utiliza en casos cuando la lista de repuestos es común para varios equipos, caso contrario se ingresan los repuestos por separado en la página **REPUESTOS**.

Si se desea crear la mencionada lista de repuestos, se siguen los siguientes pasos:

1. Abrir el formulario **CODIGO DE REPUESTOS**, ya sea directamente del menú o mediante el doble clic en el campo Código de Repuestos en el formulario **EQUIPO**.
2. Ingrese el Código de Repuestos y la Descripción, luego ingrese todos los repuestos que necesita añadir en la lista inferior. El Código de Artículos se lo puede ingresar llamándolo de la lista donde se encuentra, nótese que la descripción del artículo se encuentra a la derecha como recordatorio del

¹⁵ Referencia sección 3.4.4.2. *CODIGOS DE REPUESTOS*

código. Sólo es posible ingresar los artículos en existencias, si se desea añadir uno nuevo, se lo debe hacer desde la tabla de **INVENTARIO**. En el campo Descripción (de Artículo), la información es ingresada automáticamente debido a su previo récord en **INVENTARIO**.

CAMPO	DESCRIPCION
Código de Repuesto	Código único que identifica la lista de repuestos.
Descripción	Descripción de la lista de repuestos.
No_Artículo	Código que identifica al artículo en el inventario.
Descripción (Artículo)	Descripción del repuesto, es ingresada automáticamente del récord de artículos de inventario.
Cantidad	Cantidad que se debe procura tener siempre a la mano para mantenimiento o reparación.

3.6. ELIMINAR ARCHIVOS (RECORDS)

En la circunstancia que se precise eliminar un archivo, solo es permisible para la persona autorizada. Ellas son el Ingeniero de Mantenimiento y el personal que forma parte del grupo de mantenimiento. Para lograr borrar un récord se siguen los siguientes pasos:

1. Localizar el récord a eliminar, colocarse en el botón y presionarlo.



Si en verdad se desea eliminar el equipo específico y todos los demás récords que se relacionan directamente con el equipo.

2. Presione el botón de Aceptar para eliminar el repuesto o el botón de Cancelar para no eliminar repuestos

IV. INVENTARIO

Una parte de vital importancia en el Mantenimiento es el control de inventarios, la base de datos tiene toda la información de los artículos incluyendo ubicaciones múltiples, artículos sustitutos y puntos de reorden.

La mayoría de los sistemas de mantenimiento proveen una relación efectiva con el personal de bodega, quienes abastecen las necesidades de materiales y repuestos. Muchos diseños para una simple requisición de bodega existen. En ciertos sistemas los repuestos requeridos, junto con especificaciones de trabajo, manuales técnicos y herramientas especiales son preparados como un servicio completo del administrador de inventario para la ejecución de una tarea particular.

La administración de bodega de repuestos debe ser organizada para que complemente el sistema de mantenimiento usado y un sistema de control de lote debe ser implementado. En algunas instalaciones la bodega general es provee todo el material necesario, mientras que en otras existe una bodega de repuestos y herramientas especiales. Esta última división resulta ventajosa para el departamento de mantenimiento, puesto que esta bodega se encuentra a entera disposición del mismo; y artículos de limpieza u otros son pedidos al almacén general. Además, reduce el

tiempo tomado para obtener repuestos y provee un servicio especializado donde requerimientos particulares de inventario son originados dentro de la sección de mantenimiento.

La entrega de materiales y repuestos es hecha solo con una requisición oficial firmada por personal autorizado. En un sistema normal la requisición pasa después de ser usada al personal encargado de control de lote y registros, para que cree un récord de la transacción, inicie un pedido de compra si es necesario y notifique al personal de control de costos para cargar el valor del repuesto entregado. Si el artículo no se encuentra en la bodega, y después de revisar que no existe un artículo sustituto y que éste es esencial, se genera una solicitud de compra. El departamento de compras notifica al departamento de inventario, de contabilidad, al proveedor y al solicitador que firmó el pedido que las acciones necesarias han sido tomadas y la fecha de entrega estimada. Una vez recibido el producto, el artículo es entregado bajo los canales normales y los departamentos de inventario y contabilidad realizan su trabajo asignado.

Cuando el departamento de mantenimiento realiza proyectos, el departamento de compras trabaja directamente con el departamento de mantenimiento. A medida que los artículos son recibidos, son entregados a bodega y se generan registros nuevos en el inventario. El personal autorizado para pedir estos artículos es el departamento de mantenimiento.

Los cargos de inversión y costos de operación dentro del departamento de mantenimiento deben ser analizados en orden de determinar si la cantidad de repuestos se enlaza con la demanda, o si es que la racionalización de repuestos puede ser beneficioso para la planta.

Los repuestos pueden llegar a ser una buena inversión si son usados directamente en equipos en operación o si tienen un valor estratégico. El ingeniero de mantenimiento

debe probar que este es el caso para prevenir que el departamento financiero elimine o reduzca el repuesto de existencias. El debe realizar un estudio y lograr identificar los siguientes aspectos:

- Dónde aplicar la racionalización de repuestos.
- Repuestos que requieren mantenimiento y reparación.
- Demasiados repuestos, que pueden ser de valor para otras partes de la planta.
- Problemas de identificación de repuestos.

Válvulas, motores, bombas, controles, transistores, actuadores, relés, etc. tienden a variar considerablemente en una planta, en especial cuando partes de la misma pertenecen a distintos proveedores, quienes tienen sus preferencias para distintas marcas de repuestos. De esta manera, una planta pueden tener el mismo tipo de válvulas mariposa de dos o tres distintas marcas. Esto no solo aumenta la inversión en repuestos sino que aumenta los costos de mantenimiento, complica la sustitución de elementos en casos de emergencia y dificulta el fácil reconocimiento del personal de mantenimiento.

En consecuencia, el ingeniero de mantenimiento después de un amplio escrutinio debe tomar la decisión de que artículos debe mantener en inventario y en que cantidad. Sin embargo, el inventario lo debe manejar el jefe de bodega o la persona encargada del mismo, es ella la que deberá estar actualizando el inventario físico. El MPAC ha incursionado en las partes elementales de inventario y ha creado herramientas que facilitan el trabajo al personal de inventario. Se tiene los siguientes instrumentos para manejo de inventario:

- Entrada o Devolución de artículos
- Retiro de artículos
- Actualización de Inventario

- Inventario Físico

4.1. TIPOS DE INVENTARIO

Los tipos de inventario deberán ser simples y significativos, se debe evitar la duplicación de records. Se limita el número de tipos de inventario que se ordenan para evitar confusión e inconsistencia de datos. Los tipos de inventario pueden ser usados para crear reportes, o agrupar records, según las distintas categorías de los artículos en el inventario.

Es aconsejable no excederse al momento de crear tipos, en orden de evitar el ingreso de información inconsistente y prevenir la confusión. Por ejemplo utilizar *PERNO* para agrupar las distintas clases de pernos, y no separar en *PERNO-EXP*, *PERNO-HEX*, etc. Sin embargo, se debe considerar el segregar en base a los requerimientos, por ejemplo *FLT-AIR*, *FLT-ACEITE* en lugar de *FLT* solamente.

Para el ingreso de tipos de inventarios se debe ir al formulario **TIPOS DE INVENTARIO**, al presionar el botón del mismo nombre en el **MENU INVENTARIO**.

Se abre el formulario donde es posible ingresar los tipos de inventario que convenga al manejo de la bodega.

Añada la información apropiada según los campos correspondientes.

CAMPO	DESCRIPCION
Tipo	Código único que identifica al tipo de inventario.
Descripción	Corta descripción del tipo de inventario.

4.2. INGRESO DE INFORMACION

4.2.1. INVENTARIO

Para el ingreso de artículos (repuestos) se debe ir al formulario **INVENTARIO**, al presionar el botón del mismo nombre en el **MENU INVENTARIO**.

El formulario para el ingreso de la información del repuesto es corto y conciso, busca la información más relevante del artículo. Este formulario se encuentra compuesto por dos páginas:

- **PRINCIPAL**, para la información básica.
- **PUNTO DE REORDEN**, datos necesarios para mantener el artículo siempre en lote.

INFORMACION PRINCIPAL

La vista predeterminada al abrir el formulario es en la página llamada Principal. Esta página contiene toda la información elemental del artículo ingresado. Para el ingreso de datos se siguen los siguientes pasos:

1. Una vez abierto el formulario de **INVENTARIO**, el cursor se coloca automáticamente en el campo No_Artículo y se procede a ingresar.
2. Añada la información apropiada según los campos correspondientes.

CAMPO

DESCRIPCION

No_Artículo	Código único que identifica al artículo de inventario, pudiendo ser un repuesto.
Descripción	Descripción del artículo.
Tipo	Tipo de inventario al que pertenece, este campo es útil al momento de realizar búsquedas por filtros.
Centro de Costo	Centro de costo al cual se le cargan los gastos por el equipo, los centros de costo aparecen en una lista. Si se desea ingresar un centro de costo distinto al de la lista, es necesario hacerlo desde su propio formulario en el Menú Equipo; no es posible abrir este formulario realizando un doble clic en este campo.
Fabricante	Nombre del fabricante del artículo.
Proveedor	Nombre del proveedor del artículo.
¿Artículo de existencias?	Si se lo selecciona, el personal de compras lo cataloga como “Artículo de Bodega”. Si no se encuentra seleccionado, se lo cataloga como “Artículo Nuevo”. De esta manera se lo puede separar en el proceso de solicitudes de compra. ^(iv)
Modelo	El modelo del artículo en caso de tenerlo.
Peso	El peso del artículo por unidad.
Unidad	Unidad de Medida con la cual se ordena el artículo, ya sea c/u, caja, metro, etc. El MPAC proporciona una lista de unidades estándares, sin embargo si se desea adicionar otra unidad; es posible hacerlo desde el formulario de UNIDAD mediante un doble clic sobre este campo.
Especificaciones	Notas o comentarios sobre el artículo, como notas de calidad, rango de tamaños o colores.
Ubicación	La ubicación del artículo.

Cantidad a mano	Cantidad actual del artículo en lote en dicha Ubicación . Este valor se actualiza cada vez que se ingresa o saca un artículo de la bodega.
TOTAL	Es la suma de todos los artículos en las distintas bodegas, para tener una idea general del lote del mismo.

Para el ingreso de Número de Artículo, es aconsejable definir un método sencillo y fácil de identificar, a continuación ejemplos de códigos significativos.

Método De Numeración Para Inventario

Numero de Artículo	Descripción del Artículo (Repuesto)
FLT-ACEITE-CLD-07	Filtro de aceite para caldero.
FLT-ACEITE-CLD-12	Un distinto tipo de filtro de aceite para caldero.
LUB-AUTO-40	Aceite para automóvil tipo 40W
LUB-AUTO-50	Aceite para automóvil tipo 50W
LUB-AUTO-2050	Aceite para automóvil tipo 20W50

Tabla III

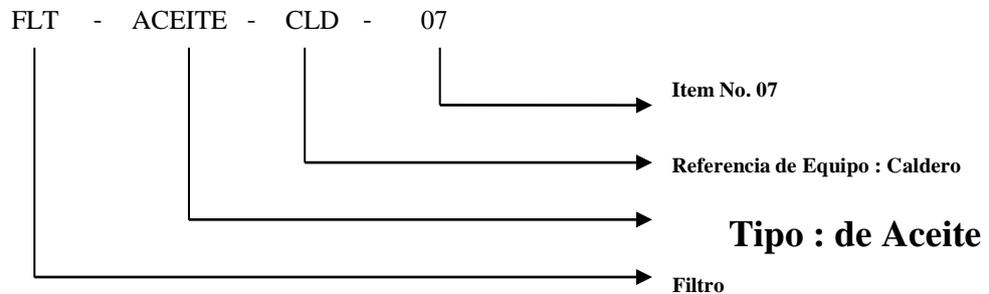
Formato Estándar para Descripciones

Definición Principal, Definición Específica, Lugar Usado, Tipo o Tamaño.

Código	Descripción
---------------	--------------------

FLT-ACEITE-CLD-12

Filtro, de Aceite, Caldero, P516



PUNTO DE REORDEN

Un problema importante en el inventario, es el saber determinar cuando se debe realizar una compra. Existen distintos métodos para poder determinar el momento exacto de adquirir los artículos y la cantidad recomendada en esa adquisición, así tenemos:

- Cantidad Económica de Pedido
- Sistema de Revisión Continua, Sistema Q
- Sistema de Revisión Periódica, Sistema P

Para determinar el método que mejor se adhiere a la instalación, se debe llevar un historial de registros de control de inventario. Debido a que el incluir procedimientos rigurosos de inventario en la presente tesis, la haría realmente extensa y el enfoque de ella es hacia el mantenimiento; se deja una opción abierta para que el personal de inventario use su experiencia en escoger el método más adecuado y se le pide el ingreso de información en lo referente al Punto de Reorden y Cantidad de Reorden.

Punto de Reorden, es el nivel de lote en el cual es preciso hacer un pedido de compra de más artículos, se lo calcula en base a la tasa de demanda, costo por orden, costo unitario, riesgo de desabastecimiento durante el tiempo de entrega del pedido y tasa de “interés” por encontrarse en inventario.

Cantidad de Reorden, es la cantidad ideal para realizar el pedido tomando a consideración el tiempo en realizar el pedido, el tiempo que se requiere en entregarlo, los costos por transportación, la cantidad usual de entrega por parte del proveedor y que el tener un lote pequeño ocasiona compras continuas con un nivel bajo de inventario, mientras que un lote grande produce una disminución en la periodicidad de la compra mas el inventario será mayor.^(v)

Para el ingreso de información se procede de la siguiente manera:

1. Se realiza un clic sobre la pestaña **PUNTO DE REORDEN** para llamar a dicha página.
2. Se ingresa los dos primeros campos y el tercero es ingresado automáticamente por el computador en base a los datos ya ingresados en la página anterior.

CAMPO	DESCRIPCION
Punto de Reorden	Cantidad en la cual se debe realizar el pedido,
Cantidad de Reorden	Cantidad de pedido.
Unidad	Unidad en la que se cuenta el artículo en lote. La computadora ingresa automáticamente este valor de existir en la página anterior.

La computadora diariamente compara los niveles del lote con el punto de reorden y en el caso de necesitar realizar un pedido, genera automáticamente una solicitud del artículo.¹⁶

4.2.2. TIPOS DE INVENTARIO¹⁷

Existen dos caminos para ingresar los tipos de inventario, el uno es llamando al formulario de **TIPOS DE INVENTARIO** desde el menú **INVENTARIO** para definir al inicio los tipos a utilizarse y el otro es realizando un doble clic sobre este campo en el formulario **INVENTARIO** en el caso de que el tipo requerido no se encuentre en la lista y se lo desea agregar. Una vez abierto el formulario se procede al ingreso de información según la siguiente tabla:

CAMPO	DESCRIPCION
Tipo	Código único que define el Tipo de Inventario.
Descripción	Descripción explicativa del código.

4.3. REPORTES DE INVENTARIO

Al presionar el botón **REPORTES DE INVENTARIO** en el Menú de Inventario, es posible tener una impresión de todos los artículos que se encuentran en bodega y la cantidad exacta de los mismos según el último conteo realizado por el MPAC.

El reporte imprime los siguientes ítems:

¹⁶ Leer capítulo 7. *Requisiciones*

¹⁷ Referencia 4.1. *Tipos de Inventario*

Descripción Artículo	Descripción del artículo en inventario, según definida en su primer ingreso a la base de datos.
No_Artículo	Código que representa al artículo.
Cantidad	La cantidad en existencias del artículo en todos las distintas ubicaciones.

4.4. RETIRO Y DEVOLUCION DE ARTICULOS

El MPAC, permite al usuario de bodega llevar un registro de las entregas y recepciones de artículos en el inventario.

RETIRO DE ARTICULO

En el caso que algún empleado haya hecho una requisición a bodega de algún repuesto específico a usarse en mantenimiento, el encargado debe ingresar dicho retiro. Se abre el menú **INVENTARIO** y se presiona el botón **SACAR ARTICULO**, apareciendo la siguiente pantalla:

A continuación se ingresa la información en los siguientes campos para efectuar el retiro de inventario:

CAMPO	DESCRIPCION
Fecha	Fecha de retiro de artículo, el computador ingresa automáticamente la fecha actual.
Hora	Hora de retiro de artículo, el computador ingresa automáticamente la hora actual.
No_Artículo	Código del artículo que será retirado.

Descripción	Descripción del artículo, ingresado automáticamente una vez ingresado el No_Artículo.
Ubicación	Ubicación de donde el artículo es retirado.
Cantidad a mano	Indica la cantidad presente en inventario en ese momento.
Entregado a No. (Número)	Indica si el retiro es hacia un Empleado o Proveedor. Especifica el Código de Empleado o del Vendedor, según sea el caso. Para Empleado, se lo puede escoger de la lista de nombres. Para Vendedor, se ingresa directamente el nombre o código del mismo.
Cargado a No. (Número)	Indica si la transacción es cargada a una Orden de Trabajo, Equipo, Centro de Costo o Empleado. Especifica el código de OT, Equipo, Centro de Costo o Empleado según sea el caso. Para cualquier opción es posible escoger el código de una lista.
Centro de Costo	Es requerimiento, especificar el Centro de Costo cada vez que se efectúa un retiro.
No Equipo	Equipo en el cual va a ser usado el repuesto.
Cantidad	La cantidad de ítems a ser retirados.

Al final del ingreso de datos, se presiona el botón **ACEPTAR** para terminar la transacción, en todo caso, es posible suspender la transacción presionando el botón **CANCELAR**.

ENTREGA DE ARTICULO

Una vez que el empleado haya hecho uso de algún repuesto específico en mantenimiento, y sobrando del mismo, en caso digamos de lubricante o al ingresar una compra al inventario; el encargado debe ingresar dicha entrega. En el menú **INVENTARIO**, se observa el botón **DEVOLVER ARTICULO**.

A continuación se ingresa la información en los siguientes campos para efectuar la recepción de inventario:

CAMPO	DESCRIPCION
Fecha	Fecha de devolución del artículo, el computador ingresa automáticamente la fecha actual.
Hora	Hora de devolución del artículo, el computador ingresa automáticamente la hora actual.
No_Artículo	Código del artículo que será recibido.
Descripción	Descripción del artículo, ingresado automáticamente una vez ingresado el No_Artículo.
Ubicación	Ubicación de donde el artículo es retirado.
Cantidad a mano	Indica la cantidad presente en inventario en ese momento.
Entregado a	Indica si la devolución proviene de un Empleado o Proveedor.
No. (Número)	Especifica el Código de Empleado o del Vendedor, según sea el caso. Para Empleado, se lo puede escoger de la lista de nombres. Para Vendedor, se ingresa directamente el nombre o código del mismo.
Cargado a	Indica si la transacción es cargada a una Orden de Trabajo, Equipo, Centro de Costo o Empleado.
No. (Número)	Especifica el código de OT, Equipo, Centro de Costo o Empleado según sea el caso. Para cualquier opción es posible escoger el código de una lista.
Centro de Costo	Es requerimiento, especificar el Centro de Costo cada vez que se efectúa una devolución de inventario.
No Equipo	Equipo en el cual va a ser usado el repuesto.

Cantidad

La cantidad de ítems a ser devueltos.

Al final del ingreso de datos, se presiona el botón **ACEPTAR** para terminar la transacción, en todo caso, es posible suspender la transacción presionando el botón **CANCELAR**.

4.5. AJUSTAR NIVEL DE EXISTENCIAS

Es una práctica común llevar periódicamente la realización de los que se llama Inventario Físico en la bodega - el conteo del lote existente en todas las ubicaciones y compararlo con las cantidades que constan en el archivo de inventario. En un mundo ideal un sistema de inventario sería aquel donde las cantidades a encontrarse en bodega, son las mismas que se especifican en la pantalla del computador; sin embargo este es un mundo real donde la exactitud de inventarios es difícil de mantener. Artículos pueden ser devueltos por un empleado directamente a la bodega sin notificar al encargado o pueden ser sustraídos repentinamente para ser usados en reparaciones de emergencia y si el bodeguero no se encontraba no se llevó el récord de esta transacción. Esto es lo que ocasiona una discrepancia entre el inventario físico y el inventario del sistema.

El MPAC, permite realizar un ajuste de nivel de existencias para arreglar estas fallas; existen dos métodos: cambiar la cantidad directamente en el campo **Cantidad a Mano** en el formulario **INVENTARIO** o haciendo uso de la herramienta **AJUSTAR NIVEL DE EXISTENCIAS**. En el caso de seguir la última opción, éstos son los pasos a seguir:

1. Abrir el formulario **AJUSTAR NIVEL DE EXISTENCIAS** desde el menú **INVENTARIO**.
2. En el campo **Número de Artículo**, encontrar el artículo deseado en la lista o mediante un filtro.¹⁸
3. Ingresar la información para realizar el ajuste en los campos.

CAMPO	DESCRIPCION
No_Artículo	Código del artículo que será ajustado.
Descripción	Una vez elegido el artículo el computador muestra automáticamente la descripción del mismo solo para lectura.
Ubicación	Seleccionar la ubicación de donde se desea ajustar el nivel de existencias del artículo.
Cantidad a mano	El computador indica automáticamente la cantidad presente en inventario en ese momento.
Cantidad a cambiar	El número deseado al que se ajuste la cantidad de artículos.
Quitar artículo de las existencias	Si se escoge esta opción y luego se presiona el botón aceptar, el artículo es removido del inventario.
Fecha	Fecha en que fue realizado el ajuste, el valor predeterminado es la fecha actual.
Hora	Hora en que fue realizado el ajuste, el valor predeterminado es la hora actual.
Centro de Costo	Es requerimiento, especificar el Centro de Costo cada vez que se efectúa un ajuste de existencias.

Al final del ingreso de datos, se presiona el botón **ACEPTAR** para realizar el ajuste. Si no se desea realizar el cambio se presiona al botón **CANCELAR**.

¹⁸ Léase como usar filtros en la sección 3.5.5. *PLACAS DE IDENTIFICACION*

4.6. HISTORIAL

El MPAC, proporciona la herramienta de generación de historial de movimientos de inventario. En la cual es posible observar fechas y datos adicionales de cada transacción realizada en la bodega y de las actualizaciones debido a la realización del denominado Inventario Físico.

De manera de poder ingresar a consultar dichas transacciones, se debe presionar el botón **HISTORIAL** o las teclas Alt + H en el **MENU INVENTARIO**. El siguiente formulario aparece:

En la primera página **RETIRO ARTICULOS**, es posible mirar todas las transacciones de salida de repuestos de la bodega. Si se desea buscar los movimientos de un artículo determinado, se debe realizar el filtro correspondiente.¹⁹

Este formulario es de solo lectura para impedir que los récords sea cambiados, la información disponible es la siguiente:

CAMPO	DESCRIPCION
No_Artículo	Código del artículo que fue retirado.
Fecha	Fecha en la cual el artículo fue retirado.
Hora	Hora en la cual el artículo fue retirado.
Entregar a	Indica si el retiro es hacia un Empleado o Proveedor. Además especifica el Código de Empleado o del Vendedor, según sea el caso.
Cargado a	Indica si la transacción fue cargada a una Orden de

¹⁹ Para las indicaciones de cómo realizar filtros, leer Sección 3.5.5. *PLACAS DE IDENTIFICACION*.

Trabajo, Equipo, Centro de Costo o Empleado. El campo adyacente especifica el código de OT, Equipo, Centro de Costo o Empleado según sea el caso.

Cantidad Retirada	Indica la cantidad que fue retirada.
Ubicación	Ubicación de donde el artículo fue retirado.

Si se desea tener una impresión de estas transacciones, se debe escoger la opción Historial Retiros en la sección superior derecha del formulario y la presentación previa del historial aparecerá.

Para consultar las devoluciones de artículos de bodega, se presiona en la pestaña **DEVOLUCION ARTICULOS**, en esta página se listan todas las transacciones de retorno de repuestos a la bodega. Si se desea buscar los movimientos de un artículo determinado, se debe realizar el filtro correspondiente.²⁰

La información detallada en esta página es la siguiente:

CAMPO	DESCRIPCION
No_Artículo	Código del artículo que fue devuelto.
Fecha	Fecha en que el artículo fue devuelto.
Hora	Hora en que el artículo fue devuelto.
Entregar a	Indica si devolución provino de un Empleado o Proveedor. Especifica el Código de Empleado o del Vendedor, según sea el caso.
Cargar a	Indica si la transacción fue cargada a una Orden de Trabajo, Equipo, Centro de Costo o Empleado. Especifica el código de OT, Equipo, Centro de Costo

²⁰ Para las indicaciones de cómo realizar filtros, leer Sección 3.5.5. *PLACAS DE IDENTIFICACION*.

	o Empleado según sea el caso.
Cantidad	La cantidad de ítems que fueron devueltos.
Ubicación	Ubicación a donde se devuelve el artículo.

Si se desea tener una impresión de estas transacciones, se debe escoger la opción Historial Devoluciones en la sección superior derecha del formulario y la presentación previa del historial aparecerá. Procediendo a imprimirla.

Para consultar las actualizaciones del nivel de existencias de los distintos artículos en inventario realizados por el bodeguero para actualizar el Inventario Físico, se presiona en la pestaña **ACTUALIZACION NIVEL DE EXISTENCIAS**. En esta página es posible observar todas las ocasiones en que se efectuó una actualización. Si se desea buscar los movimientos de un artículo determinado, se debe realizar el filtro correspondiente.²¹

Si se desea tener una impresión de estas transacciones, se debe escoger la opción Historial Actualizaciones en la sección superior derecha del formulario y la presentación previa del historial aparecerá.

La información detallada en esta página y a imprimirse en el reporte es la siguiente:

CAMPO	DESCRIPCION
No_Artículo	Código del artículo cuyo nivel fue ajustado.
Fecha	Fecha en que fue realizado el ajuste.
Cantidad	El número al cual fue rectificado el nivel de existencias.

²¹ Para las indicaciones de cómo realizar filtros, leer Sección 3.5.5. *PLACAS DE IDENTIFICACION*.

Centro de Costo	El Centro de Costo al cual pertenece el artículo.
Ubicación	La ubicación en la cual fue ajustado el nivel de existencias del artículo.

En las páginas siguientes, es posible observar impresiones del Historial de Retiros, Historial de Devoluciones, Historial de Actualizaciones.

Para el Historial de Retiros, se presentan 3 tipos de informes:

- Historial de Retiros ordenado por Fecha de Retiro
- Historial de Retiros ordenado por Artículo retirado
- Historial de Retiros ordenado por Centro de Costo

El operario decide cual historial es el que más le sirve e imprime ése, cerrando previamente los otros.

V. CARGA DE TRABAJO

5.1. MANO DE OBRA

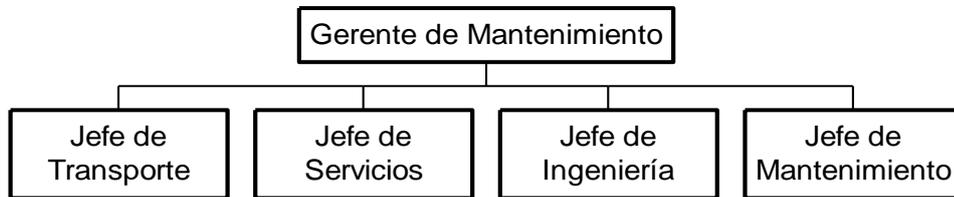
“Inversiones en maquinaria costosa sin inversiones comparables en personal competente es reflejo de una administración carente de visión.”^(vi)

El ingeniero de mantenimiento debe guiarse siempre bajo este lema y tomar en consideración los canales de comunicación desde y dentro del departamento de mantenimiento bajo una mira de los aspectos humanos que lo rigen. El tamaño de un departamento de mantenimiento puede ser desde 5 empleados hasta 50, con responsabilidades adicionales de personal como contratistas.

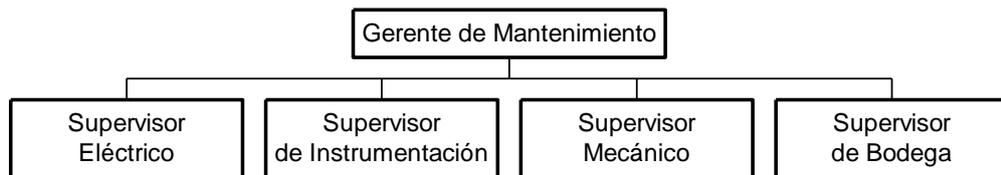
El Jefe de Mantenimiento tiene las siguientes funciones típicas:

- Responsabilidad por el departamento de mantenimiento de la planta.
- Responsabilidad sobre ingeniería de planta como transporte, instrumentación, maquinaria, sistemas de control, modificaciones, modernización, políticas de reemplazo y desarrollo operacional.
- Responsabilidad sobre los talleres.
- Responsabilidad por edificios y servicios de mantenimiento.
- Supervisión y planeamiento de trabajos de construcción, instalación, desmontaje, etc.
- Planeamiento de utilidades (vapor, electricidad, aceite, aire, desperdicios, etc.)
- Seguridad industrial, precaución de incendios, personal técnico, investigación y desarrollo dentro de la planta, personal de planta, etc.

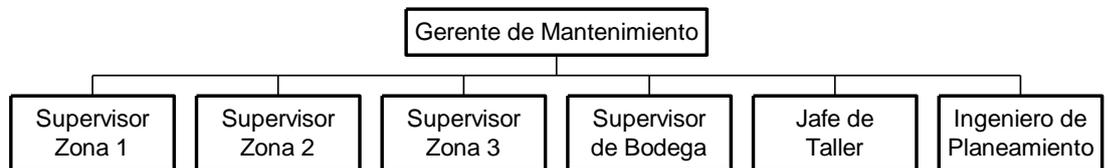
Es importante establecer un jerarquía dentro del departamento de mantenimiento donde se especifiquen las funciones de las partes componentes del organigrama. A continuación organigramas típicos del departamento de mantenimiento:



En el anterior organigrama, el Jefe de Mantenimiento tiene su responsabilidad limitada al mantenimiento de la planta solamente. El Jefe de Servicios atiende los edificios y utilidades. El Gerente de Mantenimiento es responsable por la ingeniería de planta, desarrollo tecnológico de la planta.



Las divisiones básicas de la supervisión mecánica se dan por lo general en términos de los distintos oficios. Si la empresa trabaja en varios turnos, existen supervisores para cada turno o capataces que se reportan al supervisor de su oficio.



En este caso, la planta tiene una jerarquía a base de distintas zonas, cada zona tiene un supervisor responsable por capataces de las distintas disciplinas que supervisan la mano de obra. La idea principal en la que se basa este sistema es

la descentralización y ayuda a desarrollar confianza y entendimiento entre funcionarios y su personal local de mantenimiento.



Es importante valorar los servicios de contratistas, no solamente en nuevos proyectos sino también para rutinas de mantenimiento preventivo, inspecciones de planta, paradas y trabajo de reparación, comisiones y modificaciones. Es recomendable evitar tener el máximo número de empleados en mantenimiento y usar aproximadamente el 10% de la fuerza laboral en contratistas; teniendo así a contratistas de limpieza o para un aumento de personal durante una parada por mantenimiento.

El personal de mantenimiento de toda empresa debe estar continuamente entrenado y el ingeniero de mantenimiento debe conocer los cursos tomados por sus empleados para asignarles las labores en que ellos tienen mayor conocimiento. A continuación una lista de cursos básicos que deben seguir los empleados del departamento de mantenimiento:

- **Administración de Mantenimiento**

- Ingeniería de Mantenimiento

- Psicología Industrial

- Soporte de Mantenimiento (Sistemas de control, documentación, inventario, etc.)

- Comunicación Técnica

- Desarrollo del Mantenimiento

- Utilización de Mano de Obra

Costos y Presupuestos

- **Ingenieros de Planta**

- Escritura Técnica

- Dibujo Técnico

- Identificación de códigos de repuestos y artículos.

- Presentación de Información Técnica

- **Personal de Mantenimiento**

- Documentación

- Información Técnica, manuales, planos, etc.

- Inventario

- Procedimientos de Planeación de Mantenimiento

- Identificación de códigos y símbolos

- Seguridad Industrial

- Sistemas hidráulicos y neumáticos

- Electricidad, mecánica, sistemas de control (según el oficio del empleado).

En nuestro caso de querer implementar un sistema de Mantenimiento Preventivo Asistido por Computador, es esencial preparar al personal a todo nivel en cursos de introducción. Esto significa: gerentes de mantenimiento, jefes de planta, supervisores, capataces y cierto personal escogido para participar en el nuevo sistema.

5.1.1. EMPLEADOS

Al recopilar información para la definición de oficios, se debe siempre tratar de tener códigos de oficio que sean sencillos y significativos para la

empresa, de manera que los empleados sepan a cuál oficio se refiere al mirar su código. Por ejemplo, úsese “MEC” para mecánico, “CIV” para civil o “ELEC” para eléctrico. Si existen varios niveles de salario dentro de un mismo oficio, se puede especificar el mismo con un número adicional, así tenemos “MEC1” y “MEC2”.

Los códigos de asistencia son usados principalmente para desarrollar categorías para faltas de empleados como vacaciones o enfermedad.

Al momento de estudiar un método de numeración para los empleados, se debe en lo posible, establecer un código de empleado lógico y fácil de recordar, como iniciales o apellidos. Por ejemplo:

José Gabriel Prieto García es JGPG.

María Ester Savala López es MESL.

Martín Enrico Sábato León es MESL1.

Si los salarios exactos son desconocidos o confidenciales, se usan salarios promedio para el oficio o un promedio de salario de mantenimiento; sin embargo, costos de labor completos y precisos no pueden ser calculados de esta manera. El adicionar beneficios y regalías ayuda a tener un análisis de costo más realístico.

Adicionalmente el tener a la mano la información respecto a la capacitación del empleado puede resultar una valiosa herramienta para el ingeniero de mantenimiento. El sabrá quién es el empleado más adecuado para una determinada tarea.

5.1.2. SEMANA LABORAL DEL EMPLEADO

Este formulario contiene información usada para programar el mantenimiento, se debe determinar cuales días de la semana cada empleado trabaja y cuántas horas diarias. . Para ingresar la información en este formulario, se debe abrirlo presionando el botón **SEMANA LABORAL** en el menú **MANO DE OBRA**.

Se ingresa el número de horas que cada empleado trabaja normalmente por día en los campos:

CAMPO	DESCRIPCION
Cod_Empleado	El código de empleado, escoger de la lista de empleados, el código requerido.
Lunes, Martes, Miércoles, Jueves, Viernes, Sábado, Domingo	En cada día de la semana que el empleado trabaja, se ingresa el número de horas que trabaja por día.

En este formulario, no se ingresa un menor número de horas por motivos de falta o mayor por sobretiempo, sino el número de horas laborables **normales** del empleado; para establecer faltas u horas extra se utiliza el formulario de Control de Tiempo.

5.1.3. INGRESO DE INFORMACION

Para ingresar al menú de Mano de Obra, es necesario presionar en el **MENU PRINCIPAL** el botón marcado **MANO DE OBRA**.

Esto nos lleva a un menú secundario que nos llevan a formularios para el ingreso de información del personal, no tan solo restringido a la sección de mantenimiento, si no a la planta entera si así se deseara.

MANO DE OBRA

A este formulario se lo llama presionando el botón **MANO DE OBRA** del menú **MANO DE OBRA**. El formulario consta de dos páginas con la siguiente información del empleado:

- **PRINCIPAL**, para información básica del empleado.
- **CAPACITACION**, datos generales sobre la capacitación de los empleados.

PRINCIPAL

Se ingresa la información adecuada en cada campo.

CAMPO	DESCRIPCION
Código de Empleado	Código único que identifica al empleado. ²²
Apellidos	Ingrese los dos apellidos del empleado
Nombre	Ingrese todos los nombres del empleado.
Dirección 1	Primera línea para la dirección del empleado.
Dirección 2	Segunda línea para la dirección del empleado.
Ciudad	Ciudad de residencia del empleado.
Provincia	Provincia de residencia del empleado.
Teléfono 1	Número de teléfono del empleado.
Teléfono 2	Otra opción para número de teléfono del empleado.

²² Para recomendaciones de cómo dar códigos de empleado leer sección 5.1.1. *Empleados*

No_Cédula	Número de cédula de identidad del empleado,
Fecha aumento	Fecha programada para el próximo aumento de sueldo del empleado.
Fecha contratación	Fecha en que empleado fue contratado.
Clase	Clase del empleado según se defina en la empresa, por ejemplo: A,B,C o 1,2,3.
Antigüedad	Nivel de antigüedad del empleado, según se defina en la empresa.
Código de Oficio	Código del oficio a donde se le asigne al empleado.
Nivel de habilidad	Nivel de habilidad del empleado, según se defina en la empresa.
Total de horas por enfermedad disponibles	Número de horas por enfermedad no usadas.
Total de horas por vacaciones disponibles	Número de horas por vacaciones no usadas.
Cod. Salario	Código de salario del empleado, según se defina en la empresa.
Principal	Si se encuentra seleccionada, indica que el salario escogido es aquel con el que se calcula el costo de mano de obra.
Tasa	Tasa de pago del empleado, en la moneda definida por el usuario.
Descripción	Descripción del salario, como “ <i>Sobretiempo</i> ” o “ <i>Mano de Obra Electricista</i> ”.

CAPACITACION

En esta página, se ingresan datos referentes a la capacitación que el empleado haya recibido. Se debe presionar sobre la pestaña cuya leyenda diga **CAPACITACION**, para poder tener acceso a esta página.

En la sección superior existe un casillero denominado **Notas**, donde se puede ingresar cualquier información especial, considerada relevante sobre el empleado.

En la sección inferior se ingresa la información sobre los distintos cursos de capacitación que haya tenido el empleado.

CAMPO	DESCRIPCION
Fecha de Inicio	Fecha de inicio de la capacitación.
Fecha de Término	Fecha de término de la capacitación.
Descripción	Descripción del tipo de entrenamiento.
Horas	Duración de la capacitación en horas.
Propósito	Propósito del entrenamiento.
Escuela	Nombre de la escuela o institución que impartió el curso.
Finalizó	Especifica si el empleado finalizó o no el entrenamiento.
Certificado	Tipo de certificado otorgado, en el caso que se de.
Fecha de vencimiento de certificación	Fecha de vencimiento de la certificación, si es dada.
Calificado	Indica si el empleado es calificado en una área específica después de terminar el entrenamiento.
Estado	Especifica si el empleado aprobó, reprobó o no terminó el curso. (<i>Pasa, Falla, Incompleto</i>)

respectivamente)

CONTROL DE TIEMPO

La herramienta de Control de Tiempo ayuda a ingresar y tener un seguimiento de los días de inasistencia por parte de los empleados, como son vacaciones o enfermedad. El MPAC, automáticamente actualiza los campos **Total de horas por enfermedad disponibles** y **Total de horas por vacaciones disponibles** según se ingrese la información en la tabla de Control de Tiempo. Para ingresar información de Control de Tiempo de los empleados, se debe:

1. Para abrir el formulario, presionar el botón **CONTROL DE TIEMPO** en el menú **MANO DE OBRA**.
2. Ingresar la información apropiada en los siguientes campos:

CAMPO	DESCRIPCION
Cod_Empleado	El código de empleado, según definido en el formulario anterior, para quien se está ingresando información de control de tiempo. Escoger de la lista de empleados, el código requerido.
Fecha	Fecha da la inasistencia.
Código de Asistencia	Código de asistencia que define la razón de la falta.
Descripción	Descripción de la inasistencia.
Horas	Número de horas en las que el empleado faltó.

Para procesamiento de datos posteriormente, al realizar la programación de mantenimiento preventivo, el Control de Tiempo, permite también establecer

las horas extras que trabajarán los empleados. En este caso, en el campo **Código de Asistencia** se ingresa el código que corresponda a *Horas Extras*. En el campo **Horas** se determina el número de horas extras que trabajará el empleado. Todo el resto de campos se ingresan de igual manera que la descrita.

5.2. TAREAS

Las tareas definidas por el mantenimiento preventivo, son una lista de requerimientos de los equipos en lo que refiere a trabajos de rutina. Una especificación de tarea debe tener la siguiente información:

- Grado de mano de obra requerida
- Detalles del trabajo a realizarse
- Frecuencia en la que se debe realizar el trabajo
- Tiempo estimado para la ejecución de la tarea

Esta especificación de tareas se debe asignar a todos equipos y sus distintas necesidades de mantenimiento. La preparación de un programa de mantenimiento es una faena de destreza pues todas las actividades necesarias de mantenimiento debe ser identificadas e ingresadas, y además las frecuencias deben ser analizadas según la disponibilidad de recursos.

Información básica y de gran ayuda puede ser obtenida de los manuales del fabricante; desafortunadamente no todos los manuales tienen la información necesaria. El ingeniero de mantenimiento, debe usar cualquier información a su alcance como base para interpretarla de acuerdo a sus requerimientos locales combinándola con sus propios conocimientos y experiencia. Es fundamental

tener precaución dentro del periodo de garantía para equipos nuevos de manera de cumplir con instrucciones específicas establecidas por la garantía.

Para generar tareas, el ingeniero de mantenimiento debe realizarse las siguientes preguntas:

¿Cuáles tareas de mantenimiento preventivo puede ser llevadas a cabo con el equipo funcionando y cuáles precisan de un periodo de parada de equipos? ¿Cuál es la duración de este periodo?

¿Qué repuestos son requeridos para una situación particular, de manera que sean obtenidos con previsión?

¿Cuáles son las necesidades de lubricación?

Las tareas son utilizadas para programar el mantenimiento que es realizado periódicamente en la maquinaria. El proceso de generación de Ordenes de Trabajo se basa en tareas cuya fecha de ejecución se vence al mismo tiempo o un periodo definido antes del día de generación.

TAREAS DE LUBRICACION

El servicio brindado por distribuidores de lubricantes es usado por la mayoría de los ingenieros de mantenimiento al momento de programar el sistema de lubricación de la planta. Esto es práctico donde máquinas individuales pueden tener de 30 a 40 puntos de lubricación que requieran 6 distintas clases de aceite y grasas. También es práctico en plantas, donde el número de puntos de aplicación pueda ser menor, una planeación cuidadosa del camino a seguir por el lubricador es esencial no solo para reducir el tiempo tomado sino para asegurar una atención completa a cada punto de aplicación.

El departamento de mantenimiento debe empezar realizando un inventario de la planta para determinar información de lubricación, lo que debe incluir:

- Número de puntos de aplicación.
- Frecuencia de cada aplicación.
- Método de lubricación usado.
- Cantidad requerida.
- Tipo de lubricante requerido.

Con esta información, se desarrolla un método que cumpla con los requerimiento de lubricación de la planta, lo que comprende:

- Análisis de carga total de trabajo considerando el número de puntos y la frecuencia de la aplicación.
- División de la carga de trabajo según la mano de obra disponible.
- Desarrollo de rutas efectivas entre los puntos de aplicación.
- Determinar una posible parada de equipos debido a la lubricación.
- Proveer accesos (escaleras, etc.).
- Desarrollar técnicas de identificación.
- Racionalización de lubricantes donde sea posible.

Para ingresar al menú de las tareas, se presiona el botón **TAREAS** en el **MENU PRINCIPAL**.

La principal ventaja de un Programa de Mantenimiento Asistido por Computador sobre un sistema manual es la generación automática de tareas repetitiva. Tarea repetitiva es aquella ejecutada regularmente, como inspecciones y mantenimiento preventivo.

Un buen plan de programación de tareas es la base para un mantenimiento efectivo.

Una programación maestra, donde todas las tareas y las frecuencias con las que éstas deben realizarse son definidas, es una buena manera de iniciar un programa sistemático de tareas. La manera más sencilla de establecer una programación maestra es definiendo cuándo se distribuye el trabajo a través de un periodo de un año, tomando en cuenta una repartición consistente de tareas. El orden para ingresar las tareas repetitivas más aconsejable es el siguiente:

1. Tareas anuales
2. Tareas semestrales
3. Tareas trimestrales
4. Tareas mensuales
5. Tareas semanales
6. Tareas diarias

Una vez ingresadas todas éstas tareas el Ingeniero de Mantenimiento debe analizar los datos para establecer si la distribución de trabajo es equitativa, determinar si se han creado cuellos de botella durante los periodos donde la tasa de vacaciones es alta y definir si la carga de trabajo es consistente y considerar periodos especiales como días festivos, temporada de invierno (en la Costa) o de verano (en la Sierra) o periodos de producción alta.

Es primordial revisar las frecuencias de trabajos y horas estimadas para ver si son precisas y reflejan la necesidad existente. Si la carga de trabajo excede la mano de obra existente, se puede programar sobre tiempo o contratar personal temporal.

5.2.1. INSTRUCCIONES PARA LA TAREA

Toda tarea debe tener las instrucciones que el operador deberá seguir para realizar la asignación, estas instrucciones serán impresas en **toda** orden de trabajo. En el MPAC, es aconsejable ingresar las instrucciones primero en la lista de instrucciones antes de ingresar los datos de las tareas.

Un importante paso en proveer información técnica simplificada es desarrollar un control de la variedad de palabras usadas en las instrucciones o información técnica, asegurar construcciones gramaticales simples y estandarizadas, eliminar el uso de sinónimos, asegurar que cada palabra tenga un significado único y claro.

Se debe ingresar primero a esa lista presionando en el menú de **TAREAS** el botón **INSTRUCCIONES**.

El siguiente formulario aparece:

A continuación se ingresa la información apropiada en los siguientes campos:

CAMPO	DESCRIPCION
Código de Instrucción	Código único que identifica esta lista de instrucciones.
Instrucción	Instrucciones para la tarea. Es posible crear un formato para generar una <i>lista a revisar</i> como se ilustra en el ejemplo.

Si un equipo tiene un número determinado de trabajos de mantenimiento que se ejecutan con la misma frecuencia, se los puede agrupar en la misma tarea.

Por ejemplo se puede programar tareas diarias en una sola tarea semanal con una lista de instrucciones a revisar para cada día. La opción normal sería de generar una tarea diaria separada e imprimir órdenes de trabajo diarias.

5.2.2. INGRESO DE INFORMACION

TAREAS

Una vez hecho el plan de tareas, se procede a ingresar éstas con su respectiva información. Se presiona el botón **TAREAS** en el menú **TAREAS** .

Si una pieza de maquinaria tiene un determinado número de trabajos de mantenimiento que son ejecutados con la misma frecuencia, es recomendable agrupar estos trabajos en una sola tarea, llamándola por ejemplo *EJECUCCION SEMANAL*

El formulario para las Tareas tiene las siguiente cuatro páginas:

- **PRINCIPAL**, donde se encuentra la información básica.
- **OFICIOS**, para el ingreso de tipo de oficios, horas y personal de trabajo proyectados.
- **INSTRUCCIONES**, la lista de pasos a seguir para la ejecución de la tarea.
- **REPUESTOS**, para la numeración de repuestos necesarios para la tarea determinada.

Se ingresa la información pertinente de acuerdo a la página y campo en que se encuentre.

INFORMACION PRINCIPAL

En esta página se agrupan todos los datos elementales referentes a la tarea.

CAMPO	DESCRIPCION
Número Tarea	Código único que identifica la tarea.
Descripción	Descripción de la tarea a realizarse.
Tipo de Orden Trabajo	Código que identifica el tipo de Orden de Trabajo a ejecutarse, se lo escoge de una lista de tipos, sin embargo si se desea adicionar otra unidad; es posible hacerlo desde el formulario de TIPO DE OT (abriéndolo desde el Menú de Inventario) o mediante un doble clic sobre este campo
Prioridad	Número del 1 al 3 que indica la prioridad de la tarea. (1=alta, 3=baja).
No_Equipo	Código que identifica los equipos donde la tareas será efectuada.
Descripción	Descripción del equipo ingresado en el campo No_Equipo , la cual es automáticamente ingresada si existe en el récord de equipos.
Ultima Fecha Realización	La última fecha cuando se realizó la tarea en este equipo. La fecha es ingresada automáticamente a partir de la primera realización.
Próxima Fecha Realización	Fecha para la siguiente ocasión que se realizará la tarea en este equipo.
¿Efectuar cada?	Frecuencia con la que se efectúa la tarea.
Duración Tarea	Número de horas estimadas para completar el trabajo.
Tiempo de Paro	Se pone un visto para establecer si es requerido parar el equipo para la ejecución del mantenimiento, si este es el caso se ingresa adicionalmente el número de horas en las cuales el equipo se encontrará fuera de

operación.

FRECUENCIAS DE TAREAS REPETITIVAS

La decisión de cuan frecuentemente deben realizarse las tareas o inspecciones es la que más influye en los costos de un programa de MP. Un número grande de inspecciones es un gasto innecesario y puede crear más tiempo de paradas programadas que si ocurriese una parada de emergencia.

Para lograr este equilibrio se debe tomar en cuenta condiciones como:

- Edad de la planta
- Tipo de equipo
- Medio ambiente
- Tipos de operación

Adicionalmente es posible obtener información de programas por parte de los fabricantes de los equipos. Es recomendable seguir sus instrucciones, hasta que el ingeniero de mantenimiento decida cambiarla por algún buen motivo. Además se debe tener precaución, pues los fabricantes crean sus programas basados en ciertas condiciones a las que denominan *condiciones normales*. Es necesario averiguar como se encuentran definidas estas condiciones normales y aplicar un factor de corrección (si es necesario) para adecuar el programa a la planta.

Para establecer la frecuencia de la tarea se debe colocarse en el campo **¿Efectuar cada?** e ingresar el número de horas cada cuando se debe ejecutar la tarea. El MPAC trabaja solamente con horas.

Es posible además crear una tarea sin frecuencia o fecha límite para tareas comunes no repetitivas, como cambiar una bombilla. Uno puede ingresar la descripción, partes y mano de obra necesitados en el récord de la tarea, posteriormente cuando sea necesario se genera manualmente la orden de trabajo llamando a dicha tarea.

El MPAC genera la próxima tarea repetitiva según la frecuencia asignada basándose en la fecha límite para realizar la tarea. Esto significa que si la tarea tiene una frecuencia de 300 horas, ésta es generada cada intervalo de 300 horas sin importar cuándo en realidad se generó o cerró la orden de trabajo. Aún si existe una orden de trabajo abierta, creándose de esta manera una tarea duplicada, se genera una nueva orden de trabajo con la misma tarea.

INFORMACIÓN DE OFICIOS

Adicionalmente, se puede ingresar información acerca del número de trabajadores necesarios y el tipo de personal requerido junto a un estimado de horas para la mano de obra. Esta información ayuda a distribuir el recurso humano para la tarea al momento de analizarla en una vista global junto con las subsecuentes ordenes de trabajo.

Es posible que una tarea precise de más de un tipo de oficio para su ejecución, MPAC, permite el ingreso de varios tipos de oficios.

CAMPO

DESCRIPCION

Oficio

Mediante una lista, se escoge el código de oficio

necesario para asignar la tarea. Como recordatorio la descripción del oficio se encuentra a la derecha en la lista, sin embargo, al momento de ingresar el oficio, solo se ingresa el código. Si el código a especificar es distinto al de la lista, es posible ingresarlo llamando al formulario Códigos de Oficio desde el menú de Mano de Obra o mediante un doble clic sobre el campo.

Número de personas	La cantidad de empleadas requeridas para ejecutar la tarea, de acuerdo al oficio correspondiente.
Hrs estimadas de mano de obra	El número de horas estimadas, para todos los empleados listados en el oficio específico, para completar la tarea,

INSTRUCCIONES

Las instrucciones para realizar la tarea, se pueden anexar a la misma. Se las puede ingresar mediante la lista de instrucciones que se incorporaron al inicio, o mediante un doble clic con el ratón en el casillero de **Código de Instrucciones**, se permite ingresar instrucciones nuevas.

Es posible ingresar una combinación de instrucciones; por ejemplo, instrucciones de mantenimiento junto con instrucciones de tarjetas de seguridad. En esta ventana, no se permite la edición de las instrucciones; para esto, es necesario ir a **INSTRUCCIONES** en el menú **TAREAS**.

Esta página tiene los siguientes campos:

CAMPO	DESCRIPCION
Código de Instrucciones	El código que identifica al conjunto de instrucciones.
Instrucciones	El texto de las instrucciones para la tarea. Este texto es ingresado automáticamente por la computadora, al momento de escoger el código de instrucción.

REPUESTOS

En esta sección, se procede a detallar la lista de repuestos esenciales para llevar a cabo la tarea. La lista de repuestos disponible, es la que se encuentra en inventario. No se podrá añadir repuesto alguno distinto al de la lista. Al momento de tener la Orden de Trabajo, la persona responsable, deberá realizar una verificación en el inventario para asegurarse que el artículo se encuentra en lote. Se deberán seguir los procedimientos establecidos en el Capítulo de Inventario en relación con sacar y devolver un artículo de las existencias.

Lógicamente, se permite, ingresar varios repuestos al récord tarea.

CAMPO	DESCRIPCION
Número de Artículo	Código para el repuesto requerido en esta tarea. Es factible escogerlo de una lista, que incluye la descripción del mismo como ayuda en caso de olvidar su número.
Descripción	La descripción del repuesto es completada automáticamente.
Cantidad	Cantidad necesaria para la tarea.
Unidad	Unidad de medida para este repuesto, es la misma

que la dada en Inventario.

Requerido

Al escoger esta opción, se informa al empleado que se le asigne esta tarea que este artículo es imprescindible para la realización de la misma y si no se encuentra en bodega, se debe realizar una solicitud de compra lo más antes posible.

5.3. ORDENES DE TRABAJO

El control y las autorizaciones de las Ordenes de Trabajo (OT) tienen el objetivo de asegurar que solamente el trabajo necesario sea realizado, y que éste trabajo sea ejecutado en una manera efectiva. Además proporciona antecedentes para programación del Mantenimiento Preventivo y sirve para análisis de fallas.

El ingeniero de mantenimiento puede hacer uso de las Ordenes de Trabajo como documentos de constancia de cuándo y a quién se le asignó la tarea.

Las OT son muy útiles para el operario, pues proveen la siguiente información:

- Criterios de prioridad.
- Códigos de Oficio y tiempo requerido
- Especificaciones de repuestos y materiales.
- Datos técnicos.
- Instrucciones para realizar la tarea.

El documento que autoriza el trabajo de mantenimiento es la Orden de Trabajo firmada, determina cada tarea a ser realizada por el departamento de

mantenimiento y debe poseer una identidad única, secuencial y descriptiva, acompañada de la fecha de expedición.

Gastos de repuestos son controlados y autorizados a través de las OT, las cuáles especifica la cantidad y tipo de repuesto a ser usado. El empleado deberá explicar si hubo un cambio en los mismos al momento de cerrar la OT.

Al momento de planificar el trabajo, es importante para el ingeniero de mantenimiento estar seguro que el trabajo más necesario se realice primeramente. En orden de lograr este objetivo, es recomendable establecer un sistema de prioridades, donde mediante una escala se asigna la prioridad a cada una de las órdenes de trabajo generadas.

Esta escala debe ser simple, de manera que su aplicación e interpretación sea fácilmente entendible por el personal.

La escala más aconsejable es la que tiene solo tres clases de prioridades: *Prioridad 1, Prioridad 2, Prioridad 3.*

Prioridad 1: Estos trabajos tiene precedencia sobre el resto de trabajos de mantenimiento, y representan tareas que son mandatorias para la operación de la planta.

Prioridad 2: Determina a los trabajos de mantenimiento donde se es deseado terminarlos lo más pronto posible, y llevan precedencia sobre las otras tareas a excepción de aquellas con Prioridad 1.

Prioridad 3: Comprende a las órdenes de trabajo que pueden ser terminadas según conveniencia.

En lo referente a la descripción de la tarea, el grado de detalle técnico y anexos depende de la tarea misma y de las habilidades del empleado.

Un requisito primordial para una operación satisfactoria y exitosa del departamento de mantenimiento preventivo, es la medición del tiempo estimado del trabajo ordenado. Este requerimiento implica una elección de una unidad básica de medición del tiempo, la cual requiere mucha consideración y planeamiento.

Al inicio el ingeniero de mantenimiento dependerá de las opiniones de los capataces y supervisores para estimar las horas - hombre necesarias para la ejecución del trabajo. Posteriormente, deberá establecer un plan para analizar las variaciones entre tiempo estimado y tiempo actual.

La Orden de Trabajo es el documento primordial a ser usado para autorizar la asignación de trabajo y mantenimiento de equipos. La ventaja de un sistema de mantenimiento computarizado como el MPAC sobre un sistema manual, es la generación automática de tareas programadas y repetitivas, como son las inspecciones y trabajos de mantenimiento preventivo.

Al momento de generar Ordenes de Trabajo (OT) es preferente que no todos los empleados tengan la autoridad para crearlas, ya que esto implica que cualquier empleado podría estar generando una OT sin la aprobación correspondiente. El MPAC, además de genera Ordenes de Trabajo permite al empleado que ingrese Solicitudes de Orden de Trabajo para que éstas sean aprobadas por el ingeniero de mantenimiento.

5.3.1. TIPOS DE ORDEN DE TRABAJO

Este formulario contiene categorías de órdenes de trabajo basados en características comunes. Ordenes de trabajo pueden ser generadas basadas en el tipo de orden. Se pueden crear reportes basados en la categoría de la orden de trabajo.

Inténtese usar tipos de orden de trabajo sencillas y típicas a la empresa, de este modo *LIMP* es más factible relacionar con limpieza que el tipo de orden de trabajo *4987*. Se debe evitar la proliferación de tipos de OT para evitar la entrada inconsistente de datos y confusión. Por ejemplo, úsese *INSPEC* para todas las órdenes de inspección, en vez de *INSPEC-DIA*, *INSEPEC-SEM*, *INSPEC-MES*, etc.

Para ingresar a este formulario se debe presionar el botón **ORDEN DE TRABAJO** en el **MENU PRINCIPAL**, en el siguiente menú se presiona el botón **TIPO DE OT** y se agregarán a la base de datos solicitudes, sin embargo el usuario debe completar información.

Se ingresa los distintos Tipos de Orden de Trabajo según sea la modalidad de la empresa, los campos de este formulario son los siguientes:

CAMPO	DESCRIPCION
Tipo de OT	Código único que representa al Tipo de Orden de Trabajo.
Descripción	La descripción del tipo determinado.

5.3.2. SOLICITUD DE ORDEN DE TRABAJO

Las Solicitudes de Orden de Trabajo pueden ser ingresadas por cualquier persona que forme parte del departamento de mantenimiento. Estas deberán ser aprobadas por la persona designada para luego ser ingresadas como Orden de Trabajo.

Para acceder a la Solicitud de OT, se debe presionar el botón denominado **ORDEN DE TRABAJO** en el **MENÚ PRINCIPAL**, posteriormente presionar el botón denominado **SOLICITUD DE OT** en el **MENU DE ORDEN DE TRABAJO**.

El formulario de la solicitud comprende cinco páginas:

- **PRINCIPAL**, donde se encuentra la información básica.
- **MANO DE OBRA**, para el ingreso de horas y recursos de personal necesarios.
- **REPUESTOS** para la numeración de repuestos necesarios para la tarea determinada.
- **COMENTARIOS**, algún comentario adicional.
- **OFICIOS**, información de oficios requeridos.

INFORMACION PRINCIPAL

En esta página se agrupan todos los datos elementales referentes a la solicitud de Orden de Trabajo.

CAMPO	DESCRIPCION
No_Solicitud de OT	Código único que identifica la solicitud de Orden de Trabajo.
No_Tarea	En este casillero se debe escoger el número que

	representa la tarea solicitada.
Descripción de la Tarea	Descripción del tarea ingresada en el campo No_Tarea , la cual es automáticamente ingresada si existe en el récord de equipos.
Solicitada por	Código del empleado que solicita la orden.
Asignado a	Código del empleado al cual se le asignaría la Orden de Trabajo, si la solicitud fuera aprobada.
Prioridad	Número que determina la prioridad de la tarea solicitada. La escala es del 1 al 3 (1=alto y 3= bajo)
Tipo de OT	Código que determina el tipo de trabajo a realizarse.
Duración Estimada	Número estimado de días para completar la tarea.
Fecha Solicitud	Fecha en la que se solicita la tarea.
Hora Solicitud	Hora en la que se solicita la tarea.
Fecha Inicio	Fecha programada para iniciar la tarea.
Programada	
Fecha Término	Fecha programada para terminar la tarea.
Programada	
Autorizado	Si la Solicitud de OT es autorizada por la persona correspondiente, pasa a convertirse automáticamente en una Orden de Trabajo.

Una vez ingresada la información principal, se procede a asignar los equipos sobre los cuales se efectuará el trabajo. El usuario del MPAC deberá ingresar de corrido todos los equipos a los que se le asigna la Solicitud de OT. Una vez ingresados, deberá presionar el botón **ACTUALIZAR**. Después de presionar este botón, NO SERA POSIBLE INGRESAR EQUIPOS ADICIONALES A LA SOLICITUD DE ORDEN DE TRABAJO.

CAMPO	DESCRIPCION
No Equipo	Código que identifica al equipo a ser mantenido.
Descripción	Descripción del equipo, es ingresada automáticamente por el computador y no puede ser editada.
Tiempo de paro	Cantidad estimada de horas que el equipo se encontrará fuera de operación mientras se efectúa la tarea.

La siguiente información aparece automáticamente después de ingresar el No. Equipo y no puede ser editada.

Bajo Garantía	Revisa en los datos del equipo, si este todavía se encuentra bajo la garantía del fabricante.
Prioridad	El nivel de prioridad que se le asigna al equipo.
Departamento	Departamento en donde el equipo es colocado.
No. Serie	Número de serie del equipo en mantenimiento.
Ubicación	Ubicación del equipo.
Edificio	Edificio donde el equipo se encuentra.
Piso	Piso en el cual el equipo está localizado.
Cuarto	Cuarto donde se encuentra el equipo.

MPAC, ayuda a recordar esta regla mostrando un mensaje cada vez que se ingrese un equipo en una Solicitud nueva. Adicionalmente, da la oportunidad de confirmar la acción de Actualizar. El usuario al confirmar, acepta el hecho de que no ingresará equipos adicionales a la Solicitud. Si tiene dudas cancela la acción y puede ingresar más equipos.

MANO DE OBRA

Para ingresar al personal al que se le asignaría este trabajo, se debe ir a la página denominada **MANO DE OBRA**.

Se ingresa la información adecuada en los siguientes campos:

CAMPO	DESCRIPCION
No_Equipo	Código del equipo al que se le asigna el empleado a realizar el mantenimiento.
Código Empleado	El código del empleado a quién se le asigna el trabajo.
Apellidos	Apellidos del empleado, el MPAC ingresa automáticamente este valor.
Nombres	Nombres del empleado, el MPAC ingresa automáticamente este valor.
Nombre del Vendedor	Código del vendedor, cuando la orden del trabajo es llevada a cabo por el vendedor (en caso de garantía activa) o de un contratista.

REPUESTOS

En esta página aparecen los repuestos necesarios, según se especifican en la Tarea con la cual se relaciona la Orden de Trabajo. Los datos a ingresar son la cantidad usada del repuesto por equipo.²³

CAMPO	DESCRIPCION
Artículo	Bajo esta definición aparecen dos campos: el Número

²³ **IMPORTANTE:** La cantidad de repuestos a ingresar deberá corresponder a un solo equipo, MPAC luego realiza la asignación de repuestos para todos los equipos.

del Artículo (repuesto) y la descripción del mismo.
Estos campos no son para edición.

Cantidad

La cantidad de dicho repuesto necesitada para realizar la tarea.

Una vez que el operario se encuentre en el equipo deseado, presiona el botón para ingresar las cantidades de los repuestos.

La cantidad de repuestos a ingresar debe corresponder para un solo equipo de los cuales se realiza la solicitud, MPAC asignará automáticamente los repuestos a cada uno de los equipos que se encuentran ingresados. Para recordar al usuario este detalle, antes de ingresar los repuestos, un cuadro de aviso aparece.

El formulario de repuestos aparecerá, independiente del formulario de Solicitud de Orden de Trabajo para ingresar las cantidades. Una vez ingresadas, es preciso cerrar este formulario para continuar con el siguiente equipo o con los demás datos de la solicitud.

COMENTARIO

En el caso de requerir ingresar información adicional, esta página permite hacerlo. Tiene un campo denominado **COMENTARIO**, donde es posible ingresar textos extensos.

CAMPO	DESCRIPCION
COMENTARIO	Información adicional sobre la Solicitud de Orden de Trabajo.

OFICIOS

Esta página contiene información sobre el tipo de empleado requerido para la tarea, la cantidad de personas necesitadas y un estimado de horas – hombre para culminar el trabajo.

CAMPO	DESCRIPCION
Oficio	Código de Oficio del grupo laboral requerido para ejecutar la tarea.
No. Personas	Cantidad de personas estimadas necesarias para realizar la tarea.
No. Horas	Cantidad de horas estimadas en las cuales la tarea será completada.

Una vez ingresada la información correspondiente a las Solicitud de Orden de Trabajo, la persona designada decide si autoriza la Solicitud. Este proceso transfiere la información de las Solicitud de Orden de Trabajo a una nueva Orden de Trabajo, y le asigna el estado de ***Abierto***. Además, la solicitud es transferida al Historial de Solicitudes de Orden de Trabajo.

Para imprimir la Solicitud de Trabajo se presiona el botón



La presentación previa de la misma aparece en pantalla, donde el usuario podrá observar todas las hojas que comprenden la solicitud y luego imprimirla.

5.3.3. HISTORIAL DE SOLICITUDES DE ORDEN DE TRABAJO

Todas aquellas solicitudes que fueron autorizadas y pasaron a generar una Orden de Trabajo, al mismo tiempo pasan a formar parte del historial de solicitudes. En el historial, las mismas, podrán ser consultadas; pero no editadas, por la misma naturaleza de su definición. Lo que si es permitido, es anexar comentarios sobre el antecedente de la solicitud.

Para acceder al Historial de Solicitudes de OT, se debe presionar el botón denominado **ANTECEDENTE DE SOLICITUD DE OT** en el **MENU DE ORDEN DE TRABAJO**.

El formulario del antecedente de la solicitud comprende cinco páginas:

- **PRINCIPAL**, donde se encuentra la información básica.
- **MANO DE OBRA**, resumen de horas y recursos de personal necesitados.
- **REPUESTOS**, enumeración de repuestos necesarios para la tarea determinada.
- **COMENTARIOS**, comentarios de la Solicitud de Orden de Trabajo y comentarios adicionales.
- **OFICIOS**, información de oficios requeridos.

INFORMACION PRINCIPAL

En esta página se agrupan todos los datos elementales referentes a la solicitud de Orden de Trabajo.

CAMPO	DESCRIPCION
No_Solicitud de OT	Código único que identifica la solicitud de Orden de Trabajo.
No_Tarea	El número que representa la tarea solicitada.
Descripción de la Tarea	Descripción del tarea.
Solicitada por	Código del empleado que solicitó la orden.
Asignado a	Código del empleado al cual se le asignó la Orden de Trabajo.
Prioridad	Número que determina la prioridad de la tarea solicitada. La escala es del 1 al 3 (1=alto y 3= bajo)
Tipo de OT	Código que determina el tipo de trabajo.
Duración Estimada	Número estimado de días para completar la tarea.
Fecha Solicitud	Fecha en la que se solicitó la tarea.
Hora Solicitud	Hora en la que se solicitó la tarea.
Fecha Inicio Programada	Fecha programada para iniciar la tarea.
Fecha Término Programada	Fecha programada para terminar la tarea
No Equipo	Código que identifica al equipo a ser mantenido.
Descripción	Descripción del equipo.
Tiempo de paro	Cantidad estimada de horas que el equipo se encontrará fuera de operación mientras se efectúa la tarea.
Bajo Garantía	Indica si el equipo todavía se encuentra bajo la

	garantía del fabricante.
Prioridad	El nivel de prioridad que se le asigna al equipo.
Departamento	Departamento en donde el equipo es colocado.
No. Serie	Número de serie del equipo en mantenimiento.
Ubicación	Ubicación del equipo.
Edificio	Edificio donde el equipo se encuentra.
Piso	Piso en el cual el equipo está localizado.
Cuarto	Cuarto donde se encuentra el equipo.

MANO DE OBRA

Para consultar información del personal al que se le asignaría este trabajo, se debe ir a la página denominada **MANO DE OBRA**.

CAMPO	DESCRIPCION
No_Equipo	Código del equipo al que se le asigna el empleado a realizar el mantenimiento.
Código Empleado	El código del empleado a quién se le asigna el trabajo.
Apellidos	Apellidos del empleado
Nombres	Nombres del empleado
Nombre del Vendedor	Código del vendedor, cuando la orden del trabajo es llevada a cabo por el vendedor (en caso de garantía activa) o de un contratista.

REPUESTOS

En esta página aparecen los repuestos necesarios, según se especifican en la Tarea con la cual se relaciona la Orden de Trabajo.

CAMPO	DESCRIPCION
Artículo	Bajo esta definición aparecen dos campos: el Número del Artículo (repuesto) y la descripción del mismo.
Cantidad	La cantidad de dicho repuesto necesitada para realizar la tarea.

COMENTARIO

En el caso de requerir ingresar información adicional, esta página es la única que permite hacerlo. Tiene dos campos denominados **COMENTARIO** y **COMENTARIO ANTECEDENTE**, siendo el último campo donde es permitido ingresar datos.

CAMPO	DESCRIPCION
COMENTARIO	Información adicional sobre la Solicitud de Orden de Trabajo.
COMENTARIO ANTECEDENTE	Información adicional sobre la Solicitud de Orden de Trabajo una vez que esta ya haya pasado a ser OT.

OFICIOS

Esta página contiene información sobre el tipo de empleado requerido para la tarea, la cantidad de personas necesitadas y un estimado de horas – hombre para culminar el trabajo.

CAMPO	DESCRIPCION
Oficio	Código de Oficio del grupo laboral requerido para ejecutar la tarea.
No. Personas	Cantidad de personas estimadas necesarias para realizar la tarea.
No. Horas	Cantidad de horas estimadas en las cuales la tarea será completada.

5.3.4. ORDEN DE TRABAJO

Existen varias maneras de generar una Orden de Trabajo:

1. Ingresando los datos directamente a la Orden de Trabajo.
2. Autorizando una Solicitud de Orden de Trabajo.
3. El MPAC genera automáticamente una Orden de Trabajo si el caso lo amerita.

El último punto es efectuado al momento de correr las acciones de Mantenimiento Preventivo del MPAC, donde analiza todas las tareas y determina cuáles deben ser llevadas a cabo debido a frecuencias vencidas de realización. En este último caso, se deberá ingresar información adicional a la OT para que esta sea válida.

INGRESO DE INFORMACION

Para ingresar al formulario de Orden de Trabajo se debe presionar el botón **ORDEN DE TRABAJO** en el menú principal, un submenú es abierto con el mismo nombre y es necesario presionar nuevamente el botón denominado **ORDEN DE TRABAJO**.

El formulario de la Orden de Trabajo comprende cinco páginas:

- **PRINCIPAL**, donde se encuentra la información básica.
- **REPUESTOS** para la numeración de repuestos necesarios para la tarea determinada.
- **COMENTARIOS**, algún comentario adicional.
- **OFICIOS**, información de oficios requeridos para la ejecución del trabajo.
- **MANO DE OBRA**, para el ingreso de horas y recursos de personal necesitados.

INFORMACION PRINCIPAL

En esta página se agrupan todos los datos elementales referentes a la Orden de Trabajo.

CAMPO	DESCRIPCION
No. de OT	Código único que identifica la Orden de Trabajo.
No_Tarea	En este casillero se debe escoger el número que representa la tarea solicitada.
Descripción de la Tarea	Descripción del tarea ingresada en el campo No_Tarea , la cual es automáticamente ingresada si existe en el récord de equipos.

Tipo de OT	Código que determina el tipo de trabajo a realizarse.
Asignado por	Código del empleado que asigna la Orden de Trabajo.
Asignado a	Código del empleado al cual se le asignaría la Orden de Trabajo.
Originador	Código de la persona que solicitó el trabajo.
Costo estimado	Costo estimado necesario para completar la OT, este campo es útil para el personal de contabilidad y presupuestos.
Duración Estimada	Número estimado de días para completar la tarea.
Prioridad	Número que determina la prioridad de la tarea solicitada. La escala es del 1 al 3 (1=alto y 3= bajo)
Descripción de la demora	Razón por la cual el trabajo se está demorando en realizarse, por ejemplo que los repuestos no son conseguidos todavía.
Bajo Garantía	Especifica si la Orden de Trabajo se encuentra completamente bajo los términos de una garantía activa.
Fecha Inicio Programada	Fecha programada para iniciar el trabajo.
Fecha Término Programada	Fecha programada para terminar el trabajo.
Fecha Solicitud	Fecha en la que se solicita el trabajo.
Estado	Estado actual de la Orden de Trabajo. Se escoge de la siguiente lista:

- **Abierto:** El trabajo se encuentra siendo ejecutado actualmente. Si el estado de una Orden de Trabajo es *Abierto*, y la Fecha Próxima de Realización de una Tarea cae durante el rango de generación de OTs, el MPAC no la generará nuevamente, pero si determinará que la tarea deberá ser efectuada.

- **Cerrado:** El trabajo ha sido terminado y toda la información necesaria ha sido ingresada en la Orden de Trabajo. Al momento de “cerrar” una OT, ésta es generada como un Antecedente de Orden de Trabajo y es llevada al historial de las mismas, donde ningún dato podrá ya ser editado y solo se permitirá realizar algún comentario referente a la misma.

Una vez ingresada la información principal, se procede a asignar los equipos sobre los cuales se efectuará la Orden de Trabajo. El usuario del MPAC deberá ingresar de corrido todos los equipos a los que se le asigna la OT. Una vez ingresados, deberá presionar el botón **ACTUALIZAR**. Después de presionar este botón, **NO SERA POSIBLE INGRESAR EQUIPOS ADICIONALES A LA ORDEN DE TRABAJO**.

MPAC, ayuda a recordar esta regla mostrando un mensaje cada vez que se ingrese un equipo en una OT nueva. Adicionalmente, da la oportunidad de confirmar la acción de Actualizar. El usuario al confirmar, acepta el hecho de que no ingresará equipos adicionales a la OT. Si tiene dudas cancela la acción y puede ingresar más equipos.

CAMPO	DESCRIPCION
No Equipo	Código que identifica al equipo a ser mantenido.
Descripción	Descripción del equipo, es ingresada automáticamente por el computador y no puede ser editada.
Tiempo de paro	Cantidad estimada de horas que el equipo se encontrará fuera de operación mientras se efectúa la tarea.

La siguiente información aparece automáticamente después de ingresar el No. Equipo y no puede ser editada.

Bajo Garantía	Revisa en los datos del equipo, si este todavía se encuentra bajo la garantía del fabricante.
Prioridad	El nivel de prioridad que se le asigna al equipo.
Departamento	Departamento en donde el equipo es colocado.
No. Serie	Número de serie del equipo en mantenimiento.
Ubicación	Ubicación del equipo.
Edificio	Edificio donde el equipo se encuentra.
Piso	Piso en el cual el equipo está localizado.
Cuarto	Cuarto donde se encuentra el equipo.

REPUESTOS

En esta página aparecen los repuestos necesitados, según se especifican en la Tarea con la cual se relaciona la Orden de Trabajo. Los datos a ingresar son la cantidad usada del repuesto por equipo.²⁴

CAMPO	DESCRIPCION
Artículo	Bajo esta definición aparecen dos campos: el Número del Artículo (repuesto) y la descripción del mismo. Estos campos no son para edición.
Cantidad	La cantidad de dicho repuesto necesitada para realizar la tarea.

²⁴ **IMPORTANTE:** La cantidad de repuestos a ingresar deberá corresponder a un solo equipo, MPAC luego realiza la asignación de repuestos para todos los equipos.

Una vez que el operario se encuentre en el equipo deseado, presiona el botón para ingresar las cantidades de los repuestos.

La cantidad de repuestos a ingresar debe corresponder para un solo equipo de los cuales se realiza la orden, MPAC asignará automáticamente los repuestos a cada uno de los equipos que se encuentran ingresados. Para recordar al usuario este detalle, antes de ingresar los repuestos, un cuadro de aviso aparece.

El formulario de repuestos aparecerá, independiente del formulario de Orden de Trabajo para ingresar las cantidades. Una vez ingresadas, es preciso cerrar este formulario para continuar con el siguiente equipo o con los demás datos de la OT.

COMENTARIO

En el caso de requerir ingresar información adicional, esta página permite hacerlo. Tiene un campo denominado **COMENTARIO**, donde es posible ingresar textos extensos.

CAMPO

DESCRIPCION

COMENTARIO

Información adicional sobre la Orden de Trabajo.

OFICIOS

Esta página contiene información sobre el tipo de empleado requerido para la tarea, la cantidad de personas necesitadas y un estimado de horas – hombre para culminar el trabajo. Es un formulario solo de lectura, donde la información es ingresada previamente en los formularios de Tareas.

CAMPO	DESCRIPCION
Oficio	Código de Oficio del grupo laboral requerido para ejecutar la tarea.
No. Personas	Cantidad de personas estimadas necesarias para realizar la tarea.
No. Horas	Cantidad de horas estimadas en las cuales la tarea será completada.

MANO DE OBRA

Este formulario es ingresado después de realizar el trabajo y antes de cerrar la OT. En la página de Mano de Obra, se ingresa información de labor como la persona o contratista que realizó el trabajo, cuánto tiempo se precisó para realizarlo y como estuvo distribuido este tiempo en términos de jornada laboral.

Para ingresar al personal que realizó este trabajo, se debe ir a la página denominada **MANO DE OBRA**.

Se ingresa la información adecuada en los siguientes campos:

CAMPO	DESCRIPCION
--------------	--------------------

No_Equipo	Código del equipo al que se le asigna el empleado a realizar el mantenimiento.
Código Empleado	El código del empleado a quién se le asigna el trabajo.
Apellidos	Apellidos del empleado, el MPAC ingresa automáticamente este valor.
Nombres	Nombres del empleado, el MPAC ingresa automáticamente este valor.
Fecha	Fecha en la que el empleado realizó el trabajo sobre el equipo.
Horas	Número de horas en que laboró en esta tarea específica, este dato ayuda al departamento para la llevar la contabilidad y al momento de sacar presupuestos .
Horas Extra	Número de horas sobre su horario normal de trabajo en las cuales tuvo que laborar para completar el trabajo. Esta información es también importante para determinación de salarios.
Factor de Horas Extra	El factor con el cual se paga las horas extra, por lo general es de 2, lo que significa el doble del sueldo de lo que estaría ganando durante las horas normales de trabajo.
Nombre del Vendedor	Código del vendedor, cuando la orden del trabajo es llevada a cabo por el vendedor (en caso de garantía activa) o de un contratista.
Fecha	Fecha en la que el contratista realizó el trabajo sobre el equipo.
Horas	Número de horas en que el contratista empleó para realizar la tarea, este dato sirve para el departamento en orden de determinar el cobro del contrato.

Horas Extra	Número de horas sobre el horario normal de trabajo en las cuales tuvo que laborar para completar el trabajo.
Factor de Horas Extra	El factor con el cual se paga las horas extra.

Para imprimir la Orden de Trabajo, se debe presionar el botón



La presentación previa aparece en la pantalla, el usuario podrá ver todas las páginas que comprenden la Orden y luego imprimirlas. Toda Orden de Trabajo es impresa con las instrucciones ingresadas en la Tarea con la que se relaciona.

5.3.5. CIERRE DE ORDEN DE TRABAJO

Antes de cerrar la Orden de Trabajo, es imprescindible ingresar el número exacto de repuestos usados en los equipos. Si existió alguna variación y es posible realizar un cambio en la página de repuestos, bienvenido sea. De lo contrario, se hace uso de la página de comentarios.

Una vez completado el trabajo y habiendo terminado de ingresar toda la información respectiva en la Orden de Trabajo, es momento de cerrar la misma. Al cambiar el Estado de la OT a cerrado, las siguientes acciones suceden:

- Toda la información de la Orden de Trabajo es transferida al Historial de Ordenes de Trabajo.

- La OT es eliminada del grupo de registros denominado Ordenes de Trabajo y ahora pertenece al grupo denominado Antecedentes de Ordenes de Trabajo.
- La tarea a la cual está relacionada la Orden será actualizada en lo concerniente a Última Fecha de Realización y Próxima Fecha de Realización.

5.3.6. HISTORIAL DE ORDEN DE TRABAJO

La información que proporciona un historial de Ordenes de Trabajo es muy práctica, pues se sirve como referencia para análisis futuros de fallas y proyecciones de programas de mantenimiento.

Para tener acceso a esta información, se debe presionar el botón **ANTECEDENTE DE OT** en el menú denominado **ORDEN DE TRABAJO**.

El formulario del Antecedente de Orden de Trabajo comprende cinco páginas:

- **PRINCIPAL**, donde se encuentra la información básica.
- **REPUESTOS** para la numeración de repuestos necesarios para la tarea determinada.
- **COMENTARIOS**, algún comentario adicional.
- **OFICIOS**, Información concerniente a los oficios requeridos para el trabajo.
- **MANO DE OBRA**, indica la cantidad de horas y recursos de personal necesarios

INFORMACION PRINCIPAL

En esta página se agrupan todos los datos elementales referentes a la Orden de Trabajo.

CAMPO	DESCRIPCION
No. de OT	Código único que identifica la Orden de Trabajo.
No_Tarea	Número que representa la tarea efectuada.
Descripción de la Tarea	Descripción del tarea.
Tipo de OT	Código que determina el tipo de trabajo.
Asignado por	Código del empleado que asignó la Orden de Trabajo
Asignado a	Código del empleado al cual se le asignó la Orden de Trabajo.
Originador	Código de la persona que solicitó el trabajo.
Costo estimado	Costo estimado necesario para completar la OT, este campo es útil para el personal de contabilidad y presupuestos.
Duración Estimada	Número estimado de días para completar la tarea.
Prioridad	Número que determina la prioridad de la tarea solicitada. La escala es del 1 al 3 (1=alto y 3= bajo)
Descripción de la demora	Razón por la cual el trabajo se demoró en realizar,
Bajo Garantía	Indicar si la Orden de Trabajo se efectuó bajo garantía del fabricante.
Fecha Inicio Programada	Fecha programada para iniciar el trabajo.
Fecha Término Programada	Fecha programada para terminar el trabajo.
Fecha Solicitud	Fecha en la que se solicitó el trabajo.

Fecha Inicio Actual	Fecha actual (real) en que se inició el trabajo. Este dato debe ser ingresado en el Antecedente.
Fecha Término Actual	Fecha actual (real) en que se completó el trabajo. Este dato debe ser ingresado en el Antecedente.
Días de ejecución	Tiempo total entre el inicio del trabajo y el final del mismo. Estos valores deben ser ingresados en el Antecedente.
Horas de ejecución	
No Equipo	Código que identifica al equipo sobre el cual se efectuó la tarea.
Descripción	Descripción del equipo.
Tiempo de paro	Cantidad estimada de horas que el equipo se encontrará fuera de operación mientras se efectúa la tarea.
Bajo Garantía	Indica si el equipo todavía se encuentra bajo la garantía del fabricante.
Prioridad	El nivel de prioridad que se le asigna al equipo.
Departamento	Departamento en el que el equipo es colocado.
No. Serie	Número de serie del equipo.
Ubicación	Ubicación del equipo.
Edificio	Edificio donde el equipo se encuentra.
Piso	Piso en el cual el equipo está localizado.
Cuarto	Cuarto donde se encuentra el equipo.

REPUESTOS

En esta página aparecen los repuestos necesarios, según se especifican en la Tarea con la cual se relaciona la Orden de Trabajo.

CAMPO	DESCRIPCION
Artículo	Bajo esta definición aparecen dos campos: el Número del Artículo (repuesto) y la descripción del mismo.
Cantidad	La cantidad de dicho repuesto necesitada para realizar la tarea.

COMENTARIO

En el caso de requerir ingresar información adicional, esta página permite hacerlo. Tiene un campo denominado **COMENTARIO ANTECEDENTE**, donde es posible ingresar información pertinente, además del comentario ya ingresado en la Orden de Trabajo.

CAMPO	DESCRIPCION
COMENTARIOS	Información adicional sobre la Orden de Trabajo. Solo lectura
COMENTARIO ANTECEDENTE	Información adicional sobre la Orden de Trabajo que fue posible ingresar anteriormente.

OFICIOS

Esta página contiene información sobre el tipo de empleado requerido para la tarea, la cantidad de personas necesitadas y un estimado de horas – hombre para culminar el trabajo.

CAMPO	DESCRIPCION
--------------	--------------------

OFICIO	Código de Oficio del grupo laboral requerido para ejecutar la tarea.
No. Personas	Cantidad de personas estimadas necesarias para realizar la tarea.
No. Horas	Cantidad de horas estimadas en las cuales la tarea será completada.

MANO DE OBRA

En la página de Mano de Obra, se encuentra información de labor como la persona o contratista que realizó el trabajo, cuánto tiempo se precisó para realizarlo y como estuvo distribuido este tiempo en términos de jornada laboral.

CAMPO	DESCRIPCION
No_Equipo	Código del equipo al que se le asignó el empleado a realizar el mantenimiento.
Código Empleado	El código del empleado a quién se le asignó el trabajo.
Fecha	Fecha en la cual el empleado realizó el trabajo en el equipo asignado.
Horas Reg	Horas registradas que el empleado se utilizó para realizar la tarea.
Horas Extras	Horas adicionales sobre la jornada de trabajo en las que el empleado laboró realizando la tarea asignada.
Factor H. Extra	Factor de pago salarial por las horas extras.
Identificación del vendedor	El nombre del vendedor (o contratista, o fabricante) que realizó el trabajo sobre el equipo.

Fecha	Fecha en la cual el vendedor realizó el trabajo en el equipo.
Horas Reg	Horas registradas que el contratista se demoró en ejecutar la tarea.
Horas Extras	Horas adicionales sobre la jornada de trabajo en las que el contratista laboró realizando la tarea asignada.
Factor H. Extra	Factor de pago salarial por las horas extras que el contratista está facturando.

5.3.7. REPORTE DE ORDENES DE TRABAJO

De manera de obtener un listado de las Ordenes de Trabajo por ejecutarse y las ya realizadas, se debe presionar el botón **REPORTE OT** en el menú denominado **ORDEN DE TRABAJO**. En la pantalla aparecerá la presentación previa de lo que el reporte impreso será con la lista de todas la OTs. En el caso de las Ordenes ya efectuadas, en la esquina superior de la misma se podrá apreciar un casillero con la palabra **Cerrado** en el mismo.

La información que el reporte presenta es la siguiente:

CAMPO	DESCRIPCION
No. de OT	Código único que identifica la Orden de Trabajo.
Tarea	Número que representa la tarea efectuada, junto con la descripción del tarea.
No Equipo	Código que identifica al equipo sobre el cual se efectuó la tarea.
Asignado por	Código del empleado que asignó la Orden de Trabajo.

Fecha Solicitud

Fecha en la que se solicitó el trabajo.

5.4. SOLICITUD DE SERVICIO

La solicitud de servicio es una herramienta utilizada para realizar pedidos de servicios a terceros. La información básica sobre el Contratista es posible ingresarla al inicio en el formulario llamado **CONTRATISTA**, es posible también ingresar información del mismo a medida que se va ingresando la solicitud de servicio.

Los contratistas trabajan con el departamento de mantenimiento ya sea para ejecutar tareas específicas en contratos exclusivos o repetitivos o para proveer con personal adicional en periodos picos de trabajo. A continuación una lista de ocasiones para la que se trabaja con contratistas:

Contratos exclusivos

- Una parada específica de la planta.
- Preparar una inspección.
- Revisar inventario de repuestos.
- Preparar programa de mantenimiento (asesores).
- Mantenimiento de emergencia.

Contratos repetitivos

- Rutinas de mantenimiento preventivo.
- Preparar la planta para una inspección de ley.
- Operar o alquilar vehículos de mantenimiento.

Contratos de mano de obra extra

- Proveer de mano de obra adicional durante una parada de planta.
- Proveer de mano de obra durante periodos de mantenimiento programado para días no laborables.

Al momento de trabajar con un contratista nuevo, el ingeniero de mantenimiento, debe perseguir las siguientes características:

- 3 Un servicio personalizado con funcionarios de contacto específicas que proporcionen un lazo entre las compañías.
- 3 La organización debe indicar su capacidad para crear un sistema que abastezca las necesidades del usuario.
- 3 Buenas relaciones interpersonales.
- 3 Control efectivos sobre factores como horas extras, materiales a disposición, repuestos consumidos, etc.
- 3 Estabilidad en el personal del contratista.
- 3 Una organización lo suficientemente grande como para garantizar recursos técnicos adecuados y una cobertura efectiva.
- 3 Una lista de clientes para obtener una referencia.

Si no hay información previa sobre determinado contratista, se realiza un doble clic sobre el campo **Contratista** y se abre un formulario para ingresar la información disponible.

Una vez que el servicio se haya cumplido, se cierra la solicitud y ésta es enviada a un historial de solicitudes de servicio.

La solicitud de servicio necesita de códigos que definan los grupos usados para clasificarlas, con ellos se puede crear reportes basados en categoría de servicio.

Los códigos de servicio deben ser elementales y fáciles de reconocer, de esta manera *CAMBFOCO* es más sencillo de identificar que *65789*. Se debe limitar la cantidad de códigos de solicitud de servicios para no crear inconsistencia de datos, basta con FUMIG para las solicitudes de fumigación que tener un código distinto para cada tipo de fumigación. Por supuesto, que se debe usar juicio para códigos necesarios.

5.4.1. INGRESO DE INFORMACION

Para el ingreso de Solicitudes de Servicio, se debe presionar el botón **SOLICITUD DE SERVICIO** en el menú **PRINCIPAL**.

CONTRATISTA

Este formulario tiene información sobre contratistas que dan servicios al departamento de mantenimiento. La información a ingresarse del contratista es una ayuda para un dato a futuro sobre el mismo, como son dirección y persona de contacto.

Para el ingreso de dicha información se procede de la siguiente manera:

1. Abrir el formulario de Contratista presionando el botón del mismo nombre en el menú **SOLICITUD DE SERVICIO**.
2. Ingresar la información respectiva:

CAMPO

DESCRIPCION

Contratista	Código único que identifica al contratista.
Dirección 1	Dirección de residencia o de envío de correspondencia del contratista.
Dirección 2	Segunda línea de opción para el ingreso de la dirección de residencia o de envío de correspondencia del contratista.
Ciudad	Ciudad de residencia del contratista.
Provincia / País	Provincia o país de residencia del contratista.
Persona autorizada para llamar	Persona autorizada a llamar para el servicio.
Teléfono	Número de teléfono de la persona autorizada para llamar. Al ingresar, tener cuidado, pues el formato es para números internacionales.
Fax	Número de fax del contratista. Al ingresar, tener cuidado, pues el formato es para números internacionales.

SOLICITUD DE SERVICIO

Se ingresa la información fundamental para realizar una solicitud de servicio. Se llama al formulario **SOLICITUD DE SERVICIO**, presionando el botón del menú de **SOLICITUD DE SERVICIO**.

Al abrirse el formulario, se ingresa la información según corresponda:

NOMBRE DE CAMPO DESCRIPCION

No_Solicitud de Servicio	Código único que identifica a la solicitud de
---------------------------------	---

	servicio. Este código es dado por el MPAC automáticamente mediante incrementos unitarios.
Fecha Recepción	Fecha en que el servicio fue requerido. Esta fecha debe ponerse en orden de que se ingrese la Solicitud de Servicio.
Hora Recepción	Hora en que el servicio fue requerido, la hora si es ingresada automáticamente por el computador y su valor predeterminado es la hora actual.
Contratista	Código que identifica al contratista que provee el servicio. Los nombres de los contratistas aparecen en la lista del campo, si se desea ingresar un nuevo contratista, se lo puede hacer desde el Menú de Solicitud de Servicio abriendo el formulario de CONTRATISTA o mediante un doble clic en el campo se abre el mismo formulario.
Nombre del solicitante	Persona que realizó el pedido de solicitud de servicio
Persona autorizada para llamar	Persona autorizada a llamar para el servicio. MPAC, ingresa automáticamente este campo si existe en la tabla de Contratistas.
Teléfono	Número de teléfono de la persona autorizada para llamar. MPAC, ingresa automáticamente este campo si existe en la tabla de Contratistas.
Fax	Número de fax del contratista. MPAC, ingresa automáticamente este campo si existe en la tabla de Contratistas.
Información Adicional	Información que describa la solicitud de servicio.
Prioridad	Se asigna una prioridad según la lista de opciones: <i>Por hacerse, Por programarse, Emergencia.</i>

Estado	Se asigna un estado según la lista de opciones: <i>Pendiente, Demorado.</i>
Fecha de Entrega	Fecha en que la solicitud fue realizada.
Hora de Entrega	Hora en que la solicitud fue realizada.
F. Terminación	Fecha en que la solicitud fue terminada.
H. Terminación	Hora en que la solicitud fue terminada.
Cerrar	Opción para cerrar la solicitud de servicio y pasarla al historial de solicitudes de servicio.

Para imprimir la solicitud se debe presionar el botón



La presentación previa de la Solicitud de Servicio aparecerá y el usuario procede a imprimir la misma.

Una vez que se haya cumplido la solicitud de servicio, es momento de cerrarla. Antes de cerrarla es cuando se ingresa la información de Fecha y Hora de Terminación. Recordar que una vez que pasa al historial, no será posible editar la información ingresada. Antes de cerrar una solicitud de servicio, se deben cumplir las siguientes condiciones:

- Fecha y Hora de Entrega deben ser mayores a Fecha y Hora de Recepción.
- Fecha y Hora de Terminación deben ser mayores a Fecha y Hora de Entrega.

5.4.2. HISTORIAL DE SOLICITUD DE SERVICIO (ANTECEDENTE DE SOLICITUD DE SERVICIO)

Una vez cerrada la solicitud de servicio, esta pasa a formar parte del historial de solicitudes de servicio de la base de datos para motivos de referencia posterior. Por motivo de que la definición misma de un historial es precisamente lidiar con hechos ya ocurridos, no es permitido editar los récords. La única información autorizada a ingresar es la que notifica si la solicitud fue retrasada o entregada a tiempo. Los récords del historial son conocidos en MPAC como Antecedentes.

Uno de los motivos más comunes para trabajar con un historial es para crear reportes de solicitudes de servicio otorgados a determinado contratistas o todas aquellas que fueron realizadas en un determinado periodo de tiempo. Esto se consigue con la utilización de filtros, y es posible ver en pantalla los antecedentes o imprimirlos en forma de un reporte.

Para entrar al formulario del historial, se debe presionar el botón que diga **ANTECEDENTE DE SOLICITUD DE SERVICIO** en el menú **SOLICITUD DE SERVICIO**.

A continuación la lista de campos que se observan en un Antecedente de Solicitud de Servicio:

CAMPO	DESCRIPCION
No_Solicitud de Servicio	Código único que identifica a la solicitud de servicio.
Fecha Recepción	Fecha en que el servicio fue requerido.
Hora Recepción	Hora en que el servicio fue requerido.
Contratista	Código que identifica al contratista que provee el

	servicio.
Nombre del solicitante	Persona que realizó el pedido de solicitud de servicio
Persona autorizada para llamar	Persona autorizada a llamar para el servicio.
Teléfono	Número de teléfono de la persona autorizada para llamar.
Fax	Número de fax del contratista.
Información Adicional	Información que describe la solicitud de servicio.
Prioridad	Se asigna una prioridad según la lista de opciones: <i>Por hacerse, Por programarse, Emergencia.</i>
Retraso	Si se encuentra seleccionado, indica que la solicitud de servicio fue retrasada.
Fecha de Entrega	Fecha en que la solicitud fue realizada.
Hora de Entrega	Hora en que la solicitud fue realizada.
F. Terminación	Fecha en que la solicitud fue terminada.
H. Terminación	Hora en que la solicitud fue terminada.

VI. MANTENIMIENTO PREVENTIVO²⁵

Una vez ingresada la información sobre equipos, inventarios, mano de obra, tareas, solicitudes de orden de trabajo, órdenes de trabajo, solicitudes de servicio, el ingeniero de mantenimiento inicia el trabajo cuidadoso de programación de

²⁵ Referencia teórica: *I.I. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO*

mantenimiento preventivo. Es decir, la distribución de personal y tiempo para realizar las distintas labores requeridas.

6.1. PROGRAMACION DIARIA

El MPAC propone una herramienta que facilita la visualización en cuanto a la disponibilidad de personal. Esta función ayuda a identificar posible escasez de mano de obra antes de que ocurra. El MPAC procesa información de la semana laboral del empleado, de la planta, tareas y órdenes de trabajo, la analiza y proyecta. Para poder obtener esta información, se debe ejecutar los siguientes pasos:

1. Ingresar información sobre la modalidad de trabajo de la planta.
2. Ingresar datos en el Control de Tiempo.
3. Ingresar información en Semana Laboral del empleado.
4. Revisar la Programación de Mantenimiento Preventivo.

1. Ingresar información sobre la modalidad de trabajo de la planta.

El MPAC, asume como valor predeterminado que la instalación opera continuamente, trabaja los siete días de la semana las veinticuatro horas y que el horario diurno normal es de ocho horas. Si este no es el caso, es necesario indicar al MPAC los días de la semana que la instalación se encuentra en operación y el número de horas laborables. De esta manera, se asegura que las órdenes de trabajo se generen en los días laborables.

Para ingresar a este formulario se debe presionar el botón **SEMANA LABORAL INSTALACION** en el menú **MANTENIMIENTO PREVENTIVO**.

Una vez abierto el formulario, el usuario determina cuáles son los días que la planta se encuentra en operación, al poner un visto en el casillero correspondiente. Además debe ingresar el número de horas que opera la instalación y el número de horas laborables para el personal normal en el campo respectivo.

En este formulario no se ingresan días festivos, puesto que si lo hace con anticipación se generan días no laborables para todas las semanas de anticipación con que se ingresó el día festivo. Así por ejemplo que se ingreso el festival de carnaval con un mes de anticipación para realizar la programación, el MPAC asumirá que durante un mes no se trabajará ni lunes ni martes. Para estos casos, se ingresan los días festivos en el Control de Tiempo para todos los empleados. La única manera de que el MPAC considere un día festivo ingresándolo desde **SEMANA LABORAL INSTALACION**, es cuando se realiza la programación automática de mantenimiento para solo una semana.

Sin embargo, si se desea realizar la programación para una sola semana, es posible ingresar el día no laborable. El MPAC realizará los cálculos tomando en consideración que ese determinado día no se opera en la planta y pospone las Ordenes de Trabajo, Solicitudes de Servicio y Solicitudes de Compra para el siguiente día laborable.

2. Ingresar datos en el Control de Tiempo.²⁶

En este formulario, se ingresa el número de horas que el empleado va a estar ausente, o laborando fuera de su horario normal de trabajo. Esta información es usada para calcular insuficiencia o sobrecarga de personal al analizar el programa de mantenimiento preventivo.

²⁶ Referencia sección 5.1.3.2. *CONTROL DE TIEMPO*

Para ingresar información de Control de Tiempo de los empleados, se debe:

1. Para abrir el formulario, presionar el botón **CONTROL DE TIEMPO** en el menú **MANO DE OBRA**.

2. Ingresar la información apropiada en los siguientes campos:

CAMPO	DESCRIPCION
Cod_Empleado	El código de empleado, según definido en el formulario anterior, para quien se está ingresando información de control de tiempo. Escoger de la lista de empleados, el código requerido.
Fecha	Fecha da la inasistencia o sobretiempo.
Código de Asistencia	Código de asistencia que define si son horas extras o la razón de la falta.
Descripción	Descripción del Código de Asistencia.
Horas	Número de horas en las que el empleado va a falta o trabajar en adición a su horario normal.

3. Ingresar información en Semana Laboral del empleado.

Esta herramienta ingresa las horas de disponibilidad diarias para cada empleado en una semana. Para ingresar la información en este formulario, se debe abrirlo presionando el botón **SEMANA LABORAL** en el menú **MANO DE OBRA**.²⁷

4. Revisar la Programación de Mantenimiento Preventivo.

²⁷ Referencia sección 5.1.2. *SEMANA LABORAL DEL EMPLEADO*

Una vez procesados los datos, es posible visualizar la programación de actividades diaria. Se abre el formulario **PROGRAMA DIARIO**, presionando el botón con el mismo nombre en el menú **MANTENIMIENTO PREVENTIVO**.

La fecha predeterminada en este formulario es la del día en que es abierto. Si se desea cambiar la fecha, es posible hacerlo ingresando directamente la fecha en la que se desea proyectar la programación diaria, o en su efecto presionar el botón con la flecha al lado derecho del campo para visualizar un calendario.

Una vez escogida la fecha para la programación, se debe presionar el botón **Buscar**.

El MPAC, lee todos los registros de tareas y órdenes de trabajo abiertas para determinar la información mostrada. Este formulario es de solo lectura en todos los campos a excepción de los comentarios, donde es permitido ingresar información. Los campos son los siguientes.

CAMPO	DESCRIPCION
Fecha	Fecha en la cual se observa la programación de trabajo. Al abrirse el formulario, pregunta al usuario la fecha deseada para observar.
Oficio	Código que identifica el oficio para el cual se encuentra proyectando las horas.
Horas Disponibles	Número total de horas disponibles para este oficio en la fecha correspondiente. El MPAC calcula este número al adicionar todas las horas de los empleados con este oficio ingresados en la Semana Laboral del Empleado y las horas adicionales ingresadas para los empleados con este oficio ingresados en el Control de

	Tiempo y restando las horas debido a faltas ingresadas en el Control de Tiempo.
Horas Programadas	El número total de horas programadas para esta tarea en la fecha correspondiente. El MPAC calcula este número de horas al sumar las horas del oficio en tareas por hacerse u órdenes de trabajo abiertas para el oficio respectivo.
% Util	Porcentaje de horas disponibles utilizadas.
Escasez (Hrs)	Diferencia negativa, si existe, entre Horas Disponibles y Horas Programadas.
Exceso (Hrs)	Diferencia positiva, si existe, entre Horas Disponibles y Horas Programadas.
Comentarios	Comentarios para este día.

Donde % Util, se lo obtiene de la siguiente relación:

$$\% Util = \frac{Horas Programadas}{Horas Disponibles}$$

Para observar detalles acerca de la programación para esa fecha. Presionar el botón de detalles situado en la sección inferior del formulario.



Este formulario es solo de lectura, en su sección superior se pueden observar la Ordenes de Trabajo abiertas, mientras que en su sección inferior se encuentran las Tareas que deben realizar la fecha establecida como criterio de búsqueda. La información corresponde:

CAMPO

DESCRIPCION

No_OT	Orden de Trabajo programada para ese día.
No_Tarea	Tarea programada para ese día, si la Tarea no tiene un Orden de Trabajo precedente, significa que esa tarea se debe realizar en ese día.
Oficio	Código que identifica el oficio para el cual las horas laborales se encuentran programadas.
Fecha	Fecha en la que la Tarea u Orden de Trabajo se debe realizar. Para la OT, el MPAC obtiene la información del campo Fecha de Inicio y para la Tarea del campo Próxima Fecha Realización.
Hrs Necesitadas	Número total de horas programadas para la tarea específica en la Orden de Trabajo o Tarea en la fecha determinada.

6.2. PROGRAMACION PRODUCCION

Esta herramienta es para apuntar las paradas programadas por el departamento de producción, este registro es de gran ayuda al momento de programar el mantenimiento, para coincidir las paradas.

Este formulario no se encuentra relacionado con los formularios de Tarea ni de programación de Mantenimiento, es solo una herramienta de visualización. Se encuentra restringido a solo lectura, donde la autoridad de edición recae en el departamento de producción, o en su defecto al jefe del departamento de mantenimiento.

Haciendo uso de filtros, es posible buscar el equipo al que se desea realizar el mantenimiento y por lo tanto buscar si el departamento de producción ha programado una parada del mismo.

Para visualizar todos los equipos es posible trasladarse a través de los equipos haciendo uso de los botones de movimiento.



Además del comando de filtros²⁸, es posible usar la herramienta de *Buscar*. Esta realiza una búsqueda simple en los registros. Se la puede llamar presionando las teclas Alt + B o el siguiente botón, el cual se encuentra en el formulario de **PROGRAMACION DE PRODUCCION** o permanentemente en la barra de herramientas.



En el casillero de diálogo de *Buscar*, en el campo *Buscar*, se ingresa la información que se desea que Access encuentre. Es posible incluir caracteres como el asterisco (*) para indicar un cadena de caracteres desconocidos de cualquier tamaño, o usar el signo de interrogación (?) para indicar exactamente un carácter desconocido. Por ejemplo, “*BA*O**” puede producir un resultado de *BARCO*, *BASTIDOR* o *BAÑO*. Mientras que “*BA??O*” solamente puede corresponder a *BARCO*. Si se busca una fecha específica de parada o puesta en marcha para determinado, se usa * - Feb - *, para todos los datos relacionados en el mes de febrero.

Automáticamente, Access busca en el campo en que el cursor se encontraba antes de llamar la búsqueda. Para buscar en todos los campos de todos los registros, se debe quitar la selección del campo *Buscar* solo el campo activo. Access busca todos los registros desde el inicio a menos que se selecciones el

²⁸ Para activar los filtros, ver referencia la sección 3.5.5. *PLACAS DE IDENTIFICACIÓN*.

campo Buscar a buscar para adelante o buscar para atrás del registro de ubicación actual. Si se desea que se busque exactamente en la manera que se lo ingreso tomando en cuenta las mayúsculas y minúsculas, se selecciona el campo Mayúsculas y Minúsculas.

El campo Buscar los campos con formato, es para en caso de necesitar buscar información como se encuentra mostrada en pantalla. Este campo sirve en especial para casos de búsqueda de Fechas ingresado con formatos especiales o para buscar campos de Si o No, pues ellos se hallan ingresados como campos booleanos de 0 o 1 en el registro.

Presione el botón Buscar primero para iniciar la búsqueda desde el inicio. Presione Buscar siguiente para buscar desde la posición actual.

Una vez procesados los datos, es posible visualizar la programación de paradas de los equipos de la planta. Se abre el formulario **PROGRAMACION PRODUCCION**, presionando el botón con el mismo nombre en el menú **MANTENIMIENTO PREVENTIVO**.

La información corresponde a:

CAMPO	DESCRIPCION
No_Equipo	Código único que define al equipo.
Descripción	Descripción del equipo referido,
Fecha Parada	Fecha en la cual el equipo se encuentra programado parar.
Hora Parada	Hora en la cual el equipo se encuentra programado parar.
Fecha Marcha	Fecha en la cual el equipo se encuentra programado para reiniciar.

Hora Marcha	Hora en la cual el equipo se encuentra programado para reiniciar.
Razón	Razón por la cual se paró al equipo,

Los récords de mantenimiento deben suministrar un análisis aceptable de paradas por mantenimiento ya sea por los registros mismos o por un reporte del departamento de mantenimiento. De esta manera se obtiene información fundamental:

- **Una indicación de tiempo de paro por edificio, equipo.**

Este análisis clarifica los siguientes puntos:

- La tasa verdadera de parada versus tiempo de uso, lo que responde a rumores en contra del departamento de mantenimiento.
- La necesidad para mayor investigación, por el departamento de mantenimiento, de áreas con paradas frecuentes.
- La relación entre el trabajo de un operador y la parada en equipos específicos.

- **El tiempo tomado por un diagnóstico equivoco y reparación en varios tipos de falla, o en equipos específicos, o por el personal.**

Este análisis define los siguiente aspectos:

- Areas de paradas frecuentes donde se puede establecer personal de reparación o talleres de emergencia.
- Una necesidad para entrenamiento determinado para el personal de mantenimiento.
- Los miembros más eficientes del personal de mantenimiento para ciertos tipos de trabajo.

- **Indicaciones de las causas de la parada.**

Este análisis determina :

- Las necesidades de repuestos y materiales.
- Cualquier requerimiento para mayor capacitación del personal.
- Problemas ocasionados por la variación de materiales usados en el proceso de manufactura.

6.3. MANTENIMIENTO

La función de Mantenimiento es la clave de todo el programa MPAC, es aquí donde toda la información ingresada es analizada. El MPAC automatiza las tareas repetitivas de mantenimiento preventivo y se realiza una revisión diaria para determinar si éstas se encuentran próximas a cumplir su frecuencia de ejecución. De ocurrir así, el MPAC genera Ordenes de Trabajo para estas tareas sin pasar por la etapa de Solicitud de Orden de Trabajo.

Antes de originar la Orden de Trabajo, el MPAC realiza una búsqueda a través de todos los registros de OTs abiertas para ver si ya hay una previa para la tarea a realizarse. Si en realidad, ya fue ingresada al sistema una OT para esta tarea, el MPAC no añade una OT repetida.

Además analiza los niveles de lote de todos los artículos en inventario para ver si éstos se encuentran en su punto de reorden. Si la cantidad de un artículo en una bodega determinada, es menor o igual al punto de reorden, el MPAC genera automáticamente una Solicitud de Compra para el mismo, en la cual determina la cantidad a comprar como aquella sugerida en el registro de Inventarios.

Previamente a crear la solicitud, el MPAC revisa todas las Solicitudes de Compra abiertas en sus récords para determinar si ya existe una solicitud previa para el artículo; de suceder ésto, el MPAC ya no genera una nueva para prevenir la duplicidad de solicitudes.

Para iniciar la herramienta de **MANTENIMIENTO**, presionar el botón con el mismo nombre en el menú **MANTENIMIENTO**. El siguiente formulario aparece en pantalla:

La fecha para el cual se desea proyectar el programa de Mantenimiento Preventivo es el único campo necesario para iniciar el análisis. La fecha actual es el valor predeterminado, sin embargo es posible insertar cualquier otra fecha según convenga al ingeniero de mantenimiento.

Una vez determinada la fecha para la cual se desea tener la programación, el MPAC analiza el día en el cual se solicita la programación. En el caso de que sea un lunes, el MPAC asume que no se ha pedido programación de mantenimiento preventivo durante el transcurso del fin de semana, y pregunta al usuario si desea que examine tareas vencidas durante el mismo. Si el caso se da, en que se programó ya el fin de semana, se contesta negativamente a la pregunta.

Por lo general el departamento de mantenimiento planifica con anticipación la programación de sus tareas, por lo que es indeseable que el MPAC realice la automatización de los trabajos para el mismo día. Antes de generar las Ordenes de Trabajo, el MPAC pregunta al ingeniero de mantenimiento el intervalo de anticipación con la que desea se prepare la programación. Este intervalo es ingresado en días.

Una vez contestada la última pregunta, el MPAC inicia el análisis:

1. Revisa el lote completo en cada distinta ubicación o bodega.
2. Selecciona los artículos cuya cantidad se encuentre por debajo o en el punto de reorden.
3. Realiza una búsqueda en los registros de Solicitudes de Compra abiertas, para determinar si no se ha ingresado previamente una solicitud para el artículo. De no ser así va al paso 4, caso contrario salta al paso 6.
4. Generación automática de Solicitudes de Compra.
5. Cuenta cuantas solicitudes fueron generadas.
6. Determina si la fecha se encuentra al inicio de la semana, de ser lunes; pregunta al usuario si se generan ordenes de trabajo para incluir el fin de semana.
7. Pide al ingeniero de mantenimiento que especifique con que intervalo de adelanto se debe analizar las tareas a ser realizadas.
8. Analiza los registros de las tareas repetitivas.
9. Si las Fechas de Realización de las mismas, considerando el intervalo de adelanto de programación, están en la fecha límite prosigue con la generación de Ordenes de Trabajo, caso contrario sigue buscando otra tarea por cumplirse o termina la programación de mantenimiento.
10. Determina cuales tareas deben generar su propia Orden de Trabajo.
11. Compara dichas tareas para determinar si ya existe una OT anterior de la misma. De esta manera evita confusión al no generar órdenes ya existentes.
12. Si no existe un registro anterior de OT abierta, se genera una OT para la tarea en cuestión.

Una vez realizado el análisis de Mantenimiento Preventivo, el MPAC muestra cuantas Solicitudes de Compra y Ordenes de Trabajo fueron generadas

automáticamente. La cantidad se la puede visualizar en un formulario nuevo. Si se desea tener un reporte escrito de cuales Solicitudes y cuales Ordenes de Compra fueron creadas, se siguen los siguientes pasos:

1. Cerrar el formulario que especifica la cantidad de solicitudes y órdenes fueron creadas.

2. Presionar el botón de impresión:



Este botón llama a la vista previa antes de la impresión, donde es posible distinguir las Solicitudes de Compra y las Ordenes de Trabajo a realizarse. Se procede a imprimirlos siguiendo los pasos habituales de impresión.

Si bien las OTs y Solicitudes de Compra fueron ingresadas automáticamente, existen ciertos datos que el usuario debe adicionar para tener una orden o solicitud válida.

El operario deberá imprimir el reporte de mantenimiento y luego ir a llamar las solicitudes y órdenes automáticamente generadas para ingresar la información restante. A la Solicitud de Compra se la encuentra en el Menú de Inventario y a la Orden de Trabajo se la localiza en el Menú de Orden de Trabajo.

SOLICITUD DE COMPRA²⁹:

Nuevamente, es importante mencionar que esta Solicitud de Compra es algo escueta, pues el MPAC como ha sido diseñado no realiza los labores del

²⁹ Referencia sección 4.7. *SOLICITUD DE COMPRA*

departamento de compras. Sin embargo deja la opción abierta, en el caso de que una compañía requiera estos servicios para adicionarlos en la base de datos.

A continuación, la información que comprende una solicitud. Se señala los campos que debe ingresar el operario.

CAMPO	DESCRIPCION
No_Solicitud Compra	Código único que identifica a la solicitud. Este código es ingresado automáticamente por el computador.
Fecha	Fecha en que la solicitud de compra fue generada, ingresado automáticamente.
Hora	Hora en que la solicitud fue generada, ingresada automáticamente..
Estado	Estado de aprobación de la solicitud de compra. El valor predeterminado se encuentra en estado de no aprobación.
Nombre del solicitante	Persona que realizó el pedido para la solicitud de compra generada automáticamente, el código que fue ingresado es AUTO, el cual se refiere a Automático.
/ Proveedor	Código del vendedor, deberá ser ingresado por el operario posteriormente.
/ Proyecto	Nombre o código del proyecto para el cual se necesitan los repuestos pedidos. a ingresarse por el operario una vez generada la Solicitud.
/ Artículo de Línea	Nombre genérico de los artículos a pedir, deberá ser ingresado por el operario posteriormente.
No_Artículo	Código del artículo a pedir.

Cantidad	Cantidad pedida del artículo, de acuerdo a su registro de inventario.
/ Costo Unitario	Costo por unidad de artículo, deberá ser ingresado por el operario posteriormente.
Costo Total	El MPAC calcula automáticamente el costo total de la solicitud de compra.

Para imprimir la Solicitud de Compra, se debe presionar el botón



La presentación previa aparece en la pantalla, donde el usuario podrá observarla y luego imprimirla.

ORDEN DE TRABAJO³⁰:

Al generar automáticamente la orden debido a la aproximación de la Fecha de Realización de la tarea, el MPAC trata de adicionar la mayor información posible en la OT, sin embargo, el operario deberá ingresar la información restante en ciertos campos.

Una Orden de Trabajo comprende distintos aspectos a considerar y estos se encuentran en el formulario como un conjunto de páginas:

- **PRINCIPAL**, información básica.
- **REPUESTOS**, repuestos necesarios para la tarea determinada.
- **COMENTARIOS**, algún comentario adicional.

³⁰ Referencia sección 5.3.4. *ORDEN DE TRABAJO*

- **OFICIOS**, información de oficios requeridos para la ejecución del trabajo.
- **MANO DE OBRA**, horas y recursos de personal necesitados.

INFORMACION PRINCIPAL

En esta página se agrupan todos los datos elementales referentes a la Orden de Trabajo.

CAMPO	DESCRIPCION
No. de OT	Código único que identifica la Orden de Trabajo.
No_Tarea	Número que representa la tarea solicitada, generado automáticamente por la computadora.
Descripción de la Tarea	Descripción del tarea ingresada en el campo No_Tarea .
Tipo de OT	Código que determina el tipo de trabajo a realizarse, el MPAC ingresa el tipo AUTO, que significa que es una tarea repetitiva por realizarse, generada automáticamente por la función de mantenimiento del MPAC.
Asignado por	Código del empleado que asigna la Orden de Trabajo, en este caso el código es AUTO pues la orden fue generada automáticamente.
/ Asignado a	Código del empleado al cual se le asignaría la OT.
Originador	Código de la persona que solicitó el trabajo, el originador es AUTO.
/ Costo estimado	Costo estimado necesario para completar la OT, este campo es útil para el personal de contabilidad y presupuestos.
/ Duración Estimada	Número estimado de días para completar la tarea.

<i>/ Prioridad</i>	Número que determina la prioridad de la tarea solicitada. La escala es del 1 al 3 (1=alto y 3= bajo)
<i>/ Descripción de la demora</i>	Razón por la cual el trabajo se está demorando en realizarse, por ejemplo que los repuestos no son conseguidos todavía.
<i>/ Bajo Garantía</i>	Especifica si la Orden de Trabajo se encuentra completamente bajo los términos de una garantía activa.
Fecha Inicio Programada	Fecha programada para iniciar el trabajo, en este caso es el día en que la tarea cumplía su Próxima Fecha de Realización, valor ingresado automáticamente por la computadora.
<i>/ F. Término Programada</i>	Fecha programada para terminar el trabajo.
Fecha Solicitud	Fecha en la que se solicita el trabajo, fecha en que se genera la OT, ingresada automáticamente por la computadora.
Estado	Estado actual de la Orden de Trabajo. El valor ingresado automáticamente es estado Abierto, lo significa por realizarse.
No Equipo	Código que identifica al equipo a ser mantenido, ingresado automáticamente por el computador.
Descripción	Descripción del equipo, es ingresada automáticamente por el computador y no puede ser editada.
<i>/ Tiempo de paro</i>	Cantidad estimada de horas que el equipo se encontrará fuera de operación mientras se efectúa la tarea.
Bajo Garantía	Indicador si el equipo se encuentra bajo garantía del fabricante.
Prioridad	El nivel de prioridad que se le asigna al equipo.

Departamento	Departamento en donde el equipo es colocado.
No. Serie	Número de serie del equipo en mantenimiento.
Ubicación	Ubicación del equipo.
Edificio	Edificio donde el equipo se encuentra.
Piso	Piso en el cual el equipo está localizado.
Cuarto	Cuarto donde se encuentra el equipo.

REPUESTOS

En esta página aparecen los repuestos necesarios, según se especifican en la Tarea con la cual se relaciona la Orden de Trabajo. Los datos a ingresar son la cantidad usada del repuesto por equipo.³¹

CAMPO	DESCRIPCION
Artículo	Bajo esta definición aparecen dos campos: el Número del Artículo (repuesto) y la descripción del mismo. Estos campos no son para edición, y son ingresados automáticamente por el computador.
/ Cantidad	La cantidad de dicho repuesto necesitada para realizar la tarea.

Una vez que el operario se encuentre en el equipo deseado, presiona el botón para ingresar las cantidades de los repuestos.

a cantidad de repuestos a ingresar debe corresponder para un solo equipo de los cuales se realiza la orden, MPAC asignará automáticamente los repuestos a

³¹ **IMPORTANTE:** La cantidad de repuestos a ingresar deberá corresponder a un solo equipo, MPAC luego realiza la asignación de repuestos para todos los equipos.

cada uno de los equipos que se encuentran ingresados. Para recordar al usuario este detalle, antes de ingresar los repuestos, un cuadro de aviso aparece.

El formulario de repuestos aparecerá, independiente del formulario de Orden de Trabajo para ingresar las cantidades. Una vez ingresadas, es preciso cerrar este formulario para continuar.

COMENTARIO

CAMPO

/ COMENTARIO

DESCRIPCION

Información adicional sobre la Orden de Trabajo. El comentario es: *“Orden de Trabajo automáticamente generada por el MPAC”*. Si se requiere incluir mayor información, es posible editar el comentario.

OFICIOS

Esta página contiene información sobre el tipo de empleado requerido para la tarea, la cantidad de personas necesitadas y un estimado de horas – hombre para culminar el trabajo. Es un formulario solo de lectura, donde la información es ingresada previamente en los formularios de Tareas.

CAMPO

Oficio

No. Personas

DESCRIPCION

Código de Oficio del grupo laboral requerido para ejecutar la tarea.

Cantidad de personas estimadas necesarias para realizar la tarea.

No. Horas Cantidad de horas estimadas en las cuales la tarea será completada.

MANO DE OBRA

En la página de Mano de Obra, se ingresa información de labor como la persona o contratista que realizó el trabajo, cuánto tiempo se precisó para realizarlo y como estuvo distribuido este tiempo en términos de jornada laboral.

Se ingresa la información adecuada en los siguientes campos:

CAMPO	DESCRIPCION
No_Equipo	Código del equipo al que se le asigna el empleado a realizar el mantenimiento, ingresado automáticamente.
/ Código Empleado	El código del empleado a quién se le asigna el trabajo.
Apellidos	Apellidos del empleado, el MPAC ingresa automáticamente este valor
Nombres	Nombres del empleado, el MPAC ingresa automáticamente este valor.
/ Fecha	Fecha en la que el empleado realizó el trabajo.
/ Horas	Número de horas en que laboró en esta tarea específica, este dato ayuda al departamento para la llevar la contabilidad y al momento de sacar presupuestos .
/ Horas Extra	Número de horas sobre su horario normal de trabajo en las cuales tuvo que laborar para completar el trabajo. Esta información es también importante para determinación de salarios.

/ Factor de Horas Extra	El factor con el cual se paga las horas extra, por lo general es de 2, lo que significa el doble del sueldo de lo que estaría ganando durante las horas normales de trabajo.
/ Nombre del Vendedor	Código del vendedor, cuando la orden del trabajo es llevada a cabo por el vendedor (en caso de garantía activa) o de un contratista.
/ Fecha	Fecha en la que el contratista realizó el trabajo sobre el equipo.
/ Horas	Número de horas en que el contratista empleó para realizar la tarea, este dato sirve para el departamento en orden de determinar el cobro del contrato.
/ Horas Extra	Número de horas sobre el horario normal de trabajo en las cuales tuvo que laborar para completar el trabajo.
/ Factor de Horas Extra	El factor con el cual se paga las horas extra.

VIII. CONSIDERACIONES ECONOMICAS

El crecimiento y esparcimiento de la inflación lleva a un aumento de percepción del valor creciente de la parada de la planta. Al mismo tiempo, costos de reemplazo de partes de equipos han crecido tanto, que programas de mantenimiento bien administrados para extender la vida útil de las máquinas son aspectos esenciales en el funcionamiento de una empresa.

Los costos de mantenimiento de equipos nuevos son altos, pero los costos de parada son altos también. En la industria automotriz, el 1% de tiempo de producción que se pare es crítico. En cualquier compañía donde la parada sea importante, el Mantenimiento Preventivo la reducirá notablemente. El MP no va a eliminar todas las paradas o costos excesivos de mantenimiento. Debe estar integrado con otras funciones de mantenimiento para lograr alcanzar un programa eficiente, como son un buen sistema de registros, programación de trabajos, capacitación, evaluación de trabajo, reportes de control, y un buen abastecimiento de herramientas adecuadas.

Desde el punto de vista de un inversionista, las razones para mejorar los métodos de mantenimiento son:

- Protección de la inversión de los edificios y la planta por un mantenimiento regular y adecuado para asegurar una alta productividad y larga vida útil, bajo costos de ciclo de vida aceptables.
- Salvaguardar al personal y el retorno de capital o de los servicios de mantenimiento para los equipos.
- Establecer un ambiente de trabajo seguro.

El Mantenimiento Preventivo tiene los siguientes ítems a su favor para el retorno de inversión:

- Disminución de paradas durante producción.
- Menos paga por horas extra, pues el horario del personal es debidamente planificado y se sobreentiende que existirán menos paradas de emergencia.
- Reducción de reparaciones mayores y repetitivas.

- Rebaja de los costos de reparación para arreglos menores antes de una falla, porque se necesita menos personal y repuestos para una parada programada que para una parada de emergencia.
- Minoración de equipos de emergencia necesitados, reduciendo de esta manera la inversión de capital.
- Identificación de equipos con altos costos de mantenimiento, por lo que se corrigen causas como abuso por parte del operador, aplicación indebida y obsolescencia.
- Menos productos rechazados, menor desperdicio y por ende mejor control de calidad.
- Postergación e inclusive eliminación de gastos reservados para el reemplazo prematuro de equipos.
- Mejor control de repuestos.

Todos los anteriores puntos llevan a bajar el costo unitario de manufactura de un producto, que es el fin de toda empresa.

Una vez determinadas las ventajas de la aplicación del Mantenimiento Preventivo en la operación de una planta, es preciso analizar las ventajas de aplicar un programa de Mantenimiento Preventivo Asistido por Computador en una empresa.

La base de este análisis de costos es el Valor Presente Neto. *Un dólar hoy vale más que un dólar mañana*, debido a que un dólar hoy puede invertirse para comenzar a obtener interés inmediatamente.

Existen otras alternativas para analizar si una inversión es viable o no como el Periodo de Recuperación (Payback) o la Rentabilidad Contable Media. Sin embargo, los otros análisis tienen ciertas desventajas al compararse con el Valor Presente Neto (VPN).

El Periodo de Recuperación se determina contando el número de años que han de transcurrir para que la acumulación de los flujos de tesorería previstos iguale a la inversión inicial. El criterio del Periodo de Recuperación otorga la misma ponderación a todos los flujos de tesorería generados antes de la fecha correspondiente al periodo de recuperación y una ponderación nula a todos los flujos posteriores.

La tasa de Rentabilidad Contable Media analiza el beneficio medio esperado de un proyecto, después de amortizaciones e impuestos, en su proporción al valor medio contable de la inversión. Posteriormente compara esa proporción con la tasa de rendimiento contable de la empresa en su conjunto o con alguna referencia externa, tal como la tasa media de rendimiento contable en el sector. Dado que considera únicamente la rentabilidad media sobre la inversión contable, no toma en cuenta el hecho de que los ingresos inmediatos valen más que los distantes. Mientras el período de recuperación no pondera los flujos más distantes, el rendimiento contable medio les presta demasiada importancia.

PRESUPUESTO

El presente análisis de costos por el método de Valor Presente Neto, utiliza la información perteneciente a una Empresa X de la vida real y determinará si la inversión de un programa como el MPAC es rentable o no para la misma.

La Empresa X, forma parte del gran número de pequeñas industrias que conforman la economía ecuatoriana.

- Es una planta mediana de fabricación de fundas plásticas.
- Su producción, debido a la gran demanda es de 140 toneladas mensuales, ocasionando que la jornada diaria sea de dos turnos.

- Su presupuesto se encuentra detallado en *Tabla IV* y suma un total anual de US\$ 144.343 (alrededor de 650'000.000 sucres).

Mediante la relación entre costos y producción obtenemos el costo del producto.

→ *El costo del producto es de 1.031 US\$/ton.*

COSTO DE INVERSION

Para determinar el costo de la inversión se han distribuido varios rubros:

- **Hardware**, se precisan mínimo 2 computadoras estándar, pues si se implementa la herramienta de inventario del MPAC, es aconsejable que haya una computadora adicional en la bodega de repuestos. Al considerar el tamaño de la empresa, se asume que ya poseen computadoras y realizan un upgrade a las mismas. El costo del hardware se lo estima considerando el upgrade de dos computadoras y una computadora adicional.

El costo por Hardware es de US\$ 5.000.

- **Software**, para la instalación de la base de datos se precisan de Windows 95. Este sistema operativo es mandatorio con cualquier nueva computadora, por lo que su valor no es agregado a la inversión.

Adicionalmente se requiere de Access 97, de Microsoft Office 97. Si bien no todas las empresas tienen este paquete, la mayoría lo dispone y la compra de él será una inversión para el resto de departamentos de la misma. El valor del paquete por lo tanto será distribuido entre todos los departamentos que conforman la empresa.

El costo del programa MPAC es obtenido rudimentariamente del sueldo de un Ingeniero de Sistemas durante el tiempo de elaboración del mismo, el cual para una persona con amplios conocimientos de Access y Visual Basic lo estaría desarrollando en aproximadamente 6 meses.

El costo por Software es de US\$ 6.000.

- **Entrenamiento**, todo el personal que comprende el departamento de Mantenimiento deberá ser entrenada con los principios fundamentales del mismo. Adicionalmente una persona deberá ser entrenada profundamente con el manejo del MPAC y Access 97.

El costo por el Entrenamiento es de US\$ 1.000.

- **Varios**

El costo adicional por varios es de alrededor US\$ 600.

→ El costo de la inversión es de US\$12.600.

ANALISIS DE COSTOS

La depreciación en el mundo actual de la informática, con nuevas versiones saliendo prácticamente cada año, es realmente rápida. Se ha establecido una depreciación para el MPAC a un periodo de tres años.

El tiempo de vida útil, para todo programa de software, es corto. El tiempo de vida útil que se designa a este proyecto es de 8 años, con un valor residual del 20% de su valor actual.

→ *La depreciación es a 3 años.*

La vida útil es de 8 años.

Valor residual 20%.

Según el conjunto de datos de las tablas en el *Anexo B: "Costos de Mantenimiento"*, para una planta de ingeniería en general, el porcentaje de las ventas del costo de mantenimiento es del 3.54%. Se asigna este porcentaje al Mantenimiento Planificado. Para determinar el porcentaje del Mantenimiento No Planificado en el total de las ventas, se toman las siguientes consideraciones:

Distribución de gastos de mantenimiento

Trabajo programado	16
Trabajo de emergencia	46
Reparaciones menores	38

Si el Mantenimiento Planificado no se practicase, su parte se añadiría al Mantenimiento No Planificado, creciendo este en un 16%. Por lo que su porcentaje de costo en cuanto al volumen de ventas crece también a un 4.10%.

Haciendo uso de estas proporciones, se obtiene cuanto dólares por tonelada de producto es gastado en ambos tipos de mantenimiento.

Mantenimiento No Planificado	42.27 US\$/ton.
Mantenimiento Planificado	36.50 US\$/ton.

La diferencia de estos dos rubros, determinan el ahorro que se puede obtener al usar el Mantenimiento Preventivo.

→ *Ahorro 5.77 US\$/ton.*

La tabla de análisis de costos se la proyecta a los 8 años de la vida útil del programa. El ahorro se obtiene mediante el producto del Ahorro por la producción anual para el primer año, y para los siguientes se considera un incremento en las ventas de 5%.

El costo de operación del programa MPAC, se lo define como la cuarta parte del salario de un supervisor en un año, es decir, que el supervisor da el 25% de su tiempo al MPAC. Se establece que el sueldo del supervisor percibe un salario de US\$ 500 y un incremento del 3% anual. Es importante señalar que las cifras son en dólares y el costo de operación no es el salario del supervisor, si no que se lo toma como base.

A la depreciación se la calcula mediante la distribución de la inversión en el número de años de depreciación, en este caso tres años.

El factor de inflación, es basado en una inflación del 5% anual para el dólar y se lo calcula:

$$Factor\ Inflación = \frac{(Factor\ Inflación)^{t-1}}{1 - \%Inflación}$$

El ahorro antes de los impuestos considera:

$$Ahorro = Ahorro\ Neto - (Depreciación \times Factor\ Inflación) - Costos\ Operación$$

El impuesto es el del 1% al ahorro. Al Ahorro después de Impuestos, se lo calcula restando el ahorro del impuesto.

El descuento del 10% se lo establece al considerar que si el dinero de la inversión fuese depositado, en su lugar, a ganar intereses, éste sería de alrededor un 10%. Se lo calcula anualmente y acumulado:

$$Factor\ Descuento = \frac{(Factor\ Descuento)^{t-1}}{1 - \%Descuento}$$

El Valor Presente Neto, es el valor calculado después de considerar el anterior descuento. El Acumulado Consecutivo es la suma acumulada del Valor Presente Neto por cada año. Y para el último año, se le agrega el valor sobrante del Valor Residual.

La tasa interna de retorno, es la tasa de interés recibida por la inversión. En los cálculos de tasa interna de retorno, el objetivo es hallar la tasa de interés a la cual la suma presente y la suma futura son equivalentes. Para calcular la tasa interna de retorno se siguen los siguientes pasos:

1. Establecer la ecuación de la tasa de retorno en la forma de la siguiente ecuación:

$$0 = -P_D + P_I$$

donde P_D = Valor Presente de los Desembolsos

P_I = Valor Presente de los Ingresos

Al ampliar la anterior ecuación obtenemos:

$$0 = I + A_{an} (P/A, i^{\%}, n) + A_f (P/A, i^{\%}, n)$$

donde

I	=	Cantidad Invertida
A_{an}	=	Ahorro anual proyectado
A_f	=	Ahorro al final de la vida útil determinada
n	=	Número de años de vida útil
$(P/A, i^{\%}, n)$	=	Factor de Interés Compuesto Discreto

El Factor de Interés Compuesto Discreto se lo obtiene en tablas de Finanzas.^{vii}

2. Se seleccionan valores de i^* (TIR) por ensayo y error, hasta que se balancee la ecuación. Si el caso lo amerita, se hace uso de la interpolación lineal.

El cálculo de TIR para este análisis, se lo realiza en una hoja electrónica para mayor precisión del mismo. La *Tabla V* muestra los resultados del análisis de costos para un periodo de 8 años.

La Tasa Interna de Retorno en el octavo año es relativamente buena, siendo ésta de un 49%. Y el Valor Presente Neto es de US\$ 31.537, lo que significa que los US\$ 12.600 que utilizamos en el proyecto MPAC, serían el equivalente a US\$ 31.537 debido a la inversión. El *Figura 8.1* ayuda a visualizar los tres conceptos básicos de Inversión, TIR y VPN (Valor Presente de Retorno).

El *Figura 8.2* muestra el alza del TIR en el transcurso de la vida útil del MPAC, siendo esta un porcentaje negativo al inicio de la inversión; sin embargo llega a subir hasta un 49% en el octavo año. Adicionalmente se observa la curva que representa al Ahorro Acumulado Consecutivo, el cual es negativo al momento de invertir. Al tercer año se recupera toda la inversión (la curva cruza con el eje 0 en el tercer año) y en los siguientes años la inversión empieza a producir ganancias para la empresa.

Después de realizar este análisis de costos, se logra demostrar que la implementación del MPAC es rentable para la empresa. En el Apéndice C: “*Ahorros al aplicar Mantenimiento Preventivo Asistido por Computador*”, se puede apreciar un ejemplo proporcionado por una empresa de software de mantenimiento en una empresa que aplicó su producto, el cual es muy semejante al MPAC.

IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. La tarea de mantenimiento es crucial para el desarrollo de la industria, donde su producción se basa en un esquema de equipos fiables. La función elemental del departamento de mantenimiento es velar para que el índice de fiabilidad de los elementos sea alto.
2. El mantenimiento puede ser aplicado de distintas maneras, de las cuales la aplicación de los principios del Mantenimiento Preventivo (MP) es la más beneficiosa para la maquinaria. El Mantenimiento Preventivo trata de evitar los daños en los equipos, previniendo las fallas antes de que éstas ocurran. El elaborar un plan de MP es el medio principal del departamento para lograr cumplir su objetivo de tener los equipos funcionando en perfectas condiciones, por lo que cualquier herramienta que facilite el establecerlo es valiosa para el ingeniero.
3. Al analizar las diferentes soluciones existentes para implementar un plan de Mantenimiento Preventivo, se distingue que el uso de la automatización facilita enormemente el trabajo. Y la informática es el camino más sencillo por el cual se puede desarrollar la automatización.

Existen programas de software especialmente preparados para elaborar un plan de MP, pero su desventaja principal es que al ser ofertados en un paquete, es dificultoso personalizarlo para la compañía, debido a que su mercado objetivo es una gama de distintos tipos de industrias y además, por lo intrínseco y complejo de su lenguaje de programación. Por este motivo el desarrollo de un programa de MP haciendo uso de una base de datos potente, amigable y de fácil acceso es la opción número uno para la aplicación del Mantenimiento Preventivo Asistido por Computador (MPAC).^{viii}

4. Se establece que existen ciertos elementos imprescindibles a ser considerados, como son el ingreso de equipos, repuestos, tareas e información de personal. El

MPAC provee formularios sencillos y de fácil acceso para la incorporación de esta información al sistema. Además permite la generación de solicitudes de compra, de orden de trabajo, de servicios contratados y de órdenes de compra directamente por el personal de mantenimiento.

En la Figura 9.1 se aprecia un diagrama de flujo que indica los pasos a realizar para desarrollar el MPAC para el mantenimiento de un equipo. La Figura 9.2 indica el procedimiento a realizar para el caso de manejo de inventarios con el MPAC.

5. La esencia misma del MPAC, es la generación automática de Ordenes de Trabajo y de Solicitudes Compra al elaborar un análisis de tareas repetitivas por realizar y revisar los niveles de lote en bodega.

Al tener en su memoria un historial de movimiento de inventario, antecedentes de órdenes de trabajo, solicitudes de servicio y de órdenes de trabajo, provee al ingeniero de mantenimiento con información para proyectar cada vez un programa de mantenimiento más realístico acorde con las necesidades de la planta.

6. La instalación del mismo abarca una cuidadosa planeación en lo que se refiere a ingreso de información, el ingeniero de mantenimiento debe procurar que los requerimientos de mantenimiento hayan sido considerados extensamente antes de iniciar el ingreso de datos.

La planeación anterior a la implementación del MPAC es fundamental, no se inicia ingresando datos a ciegas. El ingeniero de mantenimiento debe determinar métodos de numeración de fácil interpretación y que se ajusten a su instalación. Debe considerar el ingreso de equipos y sus componentes, así como los repuestos que van a inventario.

La frecuencia de realización de tareas es la base misma del MPAC y esta es la información que más debe ser estudiada antes de ingresarla. Su elaboración se basa en la experiencia y en el historial de la planta.

7. Ciertas guías para formar grupos de seguridad deben ser consideradas. A continuación una selección de posibles grupos de seguridad:

- Administración
- Inventario
- Ordenes de Trabajo
- Solicitudes de Orden de Trabajo
- Mantenimiento
- Supervisor

Cada grupo tiene acceso a distintas áreas del programa. Este acceso puede ser de consulta, como modalidad de solo lectura; ciertas áreas, inclusive deberán ser de acceso restringido; habrá potestad de edición y un grupo otorgará la autorización.

Por ejemplo:

El grupo de **Administración** permite a sus usuarios tener:

- Derechos de edición en mano de obra.
- Derechos de lectura para el resto del sistema.

El grupo de **Inventario** permite a sus usuarios tener:

- Derechos de edición en entrega y devolución de artículos de inventario, y solicitudes de compra.
- Derechos de lectura para órdenes de trabajo.
- Sin derechos para acceso a información empleados.

El grupo de **Mantenimiento** permite a sus usuarios tener:

- Derechos de edición en información de equipos, tareas, órdenes de trabajo y solicitudes de compra.
- Derechos de lectura para inventario.

Dependiendo si al MPAC se lo usa solo para el departamento de Mantenimiento, entonces ellos tendrán derecho de edición en inventario y mano de obra. El Apéndice D indica el mecanismo a seguir para poner los parámetros de seguridad en el MPAC.

8. Una vez instalado el MPAC se debe entender que los beneficios completos del mismo no vendrán rápidamente. Algo de progreso se verá después de algunos meses; pero se necesita un par de años para verdaderamente apreciar la magnitud del mismo. No solo en cuanto a su ahorro para la empresa, sino como herramienta misma para el departamento de mantenimiento.

Adicionalmente se presenta un cronograma tentativo (Figura 9.3) de la implementación del MPAC en la Empresa X, el cronograma se basa en una compañía de aproximadamente 35 máquinas, donde ya se lleva un programa de mantenimiento sistemático. La codificación de los equipos ya está determinada. Si al querer instalar el MPAC desde cero en una compañía donde no se lleve programa alguno de mantenimiento preventivo y donde las máquinas no tengan codificación. La implementación del MPAC toma un tiempo mucho mayor.

APENDICE A

“Ingreso de Datos”

El Mantenimiento Preventivo Asistido por Computador, tiene distintos formularios para facilitar el ingreso de información en la base de datos. Una vez planeada la manera de ingresar los datos, se procede a realizarlo movilizándose por los menús, se ingresa a los formularios yendo desde el Menú Principal a los diferentes menús secundarios y presionando los botones correspondientes.

RECORD UNICO:

- **TABLA MULTIPLE**

Al momento de ingresar a un formulario, se puede observar que hay dos tipos de ellos, los de varios récords y los de un solo récord. Por ejemplo tenemos al formulario de Equipos se encuentra compuesto por páginas de nombre: Principal, Componentes, Repuestos y Seguridad. Se puede ver solamente una tabla a la vez por cada página, y un solo récord a la vez,

La siguiente lista contiene aquellos formularios compuestos por varias páginas:

- Equipos
- Inventario
- Solicitud de Servicio
- Antecedente de Solicitud de Servicio
- Tareas
- Mano de Obra
- Orden de Trabajo
- Antecedente de OT

- Solicitud de OT
- Antecedente de Solicitud de OT

PASOS PARA EL INGRESO DE DATOS

1. Seleccione el formulario en el que desea ingresar los datos abriendo el menú correspondiente, mediante clics en los botones adecuados. El formulario aparece de manera que se ve primeramente la hoja Principal.

2. Ingrese los datos en los campos, usando el ratón o la tecla TAB para moverse entre campos.

- Para ingresar un nuevo récord se debe hacer clic en el botón:



- Para eliminar un récord se debe hacer clic en el botón:



- Para ingresar datos en las siguientes páginas, se debe presionar el nombre de la página. Por ejemplo en la página de Componentes:



- Para cerrar la tabla:



▪ TABLA UNICA

Este formulario contiene una sola tabla y se puede observar un solo récord a la vez.

La siguiente lista contiene aquellos formularios compuestos por una sola tabla:

- Inventario: Sacar Artículo
- Inventario: Devolver Artículo
- Inventario: Ajustar Existencias
- Inventario: Nivel de Existencias
- Inventario: Requisición

- Solicitud de Servicio: Arrendatario
- Tarea: Instrucciones

PASOS PARA EL INGRESO DE DATOS

1. Seleccione el formulario en el que desea ingresar los datos abriendo el menú correspondiente, mediante clics en los botones adecuados.
2. Ingrese la información en los campos. Utilice el ratón o la tecla TAB para moverse de un campo a otro.

RECORD MULTIPLE:

- **TABLA UNICA**

Este tipo de formulario contiene una sola tabla con una todos los récords posibles de ver en la pantalla, para ver más récords, si existen, se debe usar la barra de desplazamiento. A continuación los formularios que trabajan de esta manera:

- Equipo: Lista de Equipos
- Equipo: Centro de Costos
- Equipo: Placas de Identificación
- Equipo: Departamentos
- Inventario: Inventario Físico
- Inventario: Tipos de Inventario
- Mano de Obra: Código de Oficio
- Mano de Obra: Código de Asistencia
- Mano de Obra: Semana Laboral
- Mano de Obra: Control de Tiempo

- Orden de Trabajo: Tipos de OT
- Orden de Trabajo: Razones de Interrupción

PASOS PARA EL INGRESO DE DATOS

1. Seleccione el formulario en el que desea ingresar los datos abriendo el menú correspondiente.
2. Ingrese los datos en los campos. Para movilizarse entre campos use la tecla TAB o el ratón.

APENDICE B

“Costos de Mantenimiento”

Los costos de mantenimiento de varias compañías dentro de una categoría industrial varían enormemente de acuerdo a prácticas contables, métodos administrativos y sistemas de colocación de costos. Sin embargo, se ha podido conseguir las siguientes cifras que dan una guía general de los distintos grupos.^(ix)

Industria Textil	%
<i>Personal de mantenimiento como porcentaje del total directo de mano de obra</i>	10
<i>Distribución de mano de obra de mantenimiento</i>	
Mantenimiento de planta	68
Mantenimiento de edificios	17
Proyectos de mantenimiento	5
Servicios	9
<i>Distribución de costos de mantenimiento</i>	
Costos internos del departamento de mantenimiento	99.6
Costos externos de mano de obra y subcontratos	0
Mantenimiento del personal de producción	0.4
<i>Distribución de costos internos del departamento de mantenimiento</i>	
Mano de obra	40
Materiales	35.5
Gastos administrativos	24.5
<i>Distribución de gastos de mantenimiento</i>	
Trabajo programado	26
Trabajo de emergencia	34
Reparaciones menores	40
<i>Costos de mantenimiento como porcentaje de ventas</i>	3.16

Ingeniería General	%
<i>Personal de mantenimiento como porcentaje del total directo de mano de obra</i>	11
<i>Distribución de mano de obra de mantenimiento</i>	
Mantenimiento de planta	52
Mantenimiento de edificios	19
Proyectos de mantenimiento	13
Servicios	12
<i>Distribución de costos de mantenimiento</i>	
Costos internos del departamento de mantenimiento	89
Costos externos de mano de obra y subcontratos	10.8
Mantenimiento del personal de producción	0.15
<i>Distribución de costos internos del departamento de mantenimiento</i>	
Mano de obra	39
Materiales	21
Gastos administrativos	40
<i>Distribución de gastos de mantenimiento</i>	
Trabajo programado	16
Trabajo de emergencia	46
Reparaciones menores	38
<i>Costos de mantenimiento como porcentaje de ventas</i>	3.54

Papel e Imprentas	%
<i>Personal de mantenimiento como porcentaje del total directo de mano de obra</i>	9
<i>Distribución de mano de obra de mantenimiento</i>	
Mantenimiento de planta	62
Mantenimiento de edificios	12
Proyectos de mantenimiento	7
Servicios	17
<i>Distribución de costos de mantenimiento</i>	
Costos internos del departamento de mantenimiento	92.3
Costos externos de mano de obra y subcontratos	7.4
Mantenimiento del personal de producción	0.3
<i>Distribución de costos internos del departamento de mantenimiento</i>	
Mano de obra	51.2
Materiales	24.4
Gastos administrativos	24.4
<i>Distribución de gastos de mantenimiento</i>	
Trabajo programado	49
Trabajo de emergencia	11
Reparaciones menores	40
<i>Costos de mantenimiento como porcentaje de ventas</i>	3.87

Ingeniería Eléctrica	%
<i>Personal de mantenimiento como porcentaje del total directo de mano de obra</i>	10
<i>Distribución de mano de obra de mantenimiento</i>	
Mantenimiento de planta	73
Mantenimiento de edificios	11
Proyectos de mantenimiento	5
Servicios	6
<i>Distribución de costos de mantenimiento</i>	
Costos internos del departamento de mantenimiento	90
Costos externos de mano de obra y subcontratos	9.8
Mantenimiento del personal de producción	0.2
<i>Distribución de costos internos del departamento de mantenimiento</i>	
Mano de obra	31
Materiales	20
Gastos administrativos	49
<i>Distribución de gastos de mantenimiento</i>	
Trabajo programado	29
Trabajo de emergencia	39
Reparaciones menores	32
<i>Costos de mantenimiento como porcentaje de ventas</i>	2.36

Ropa y Calzado	%
<i>Personal de mantenimiento como porcentaje del total directo de mano de obra</i>	4
<i>Distribución de mano de obra de mantenimiento</i>	
Mantenimiento de planta	68
Mantenimiento de edificios	15
Proyectos de mantenimiento	6
Servicios	10
<i>Distribución de costos de mantenimiento</i>	
Costos internos del departamento de mantenimiento	100
Costos externos de mano de obra y subcontratos	0
Mantenimiento del personal de producción	0
<i>Distribución de costos internos del departamento de mantenimiento</i>	
Mano de obra	34
Materiales	36
Gastos administrativos	30
<i>Distribución de gastos de mantenimiento</i>	
Trabajo programado	23
Trabajo de emergencia	35
Reparaciones menores	42
<i>Costos de mantenimiento como porcentaje de ventas</i>	2.44

APENDICE C

“Ahorros al aplicar Mantenimiento Preventivo Asistido por Computador”

Posibles ahorros de costos para una organización que comprenda un departamento de mantenimiento formado por 30 empleados, en el primer año de haber usado Mantenimiento Asistido por Computador.

Un programa de Mantenimiento Asistido por Computador eficaz conserva el equipo en buenas condiciones. Y la maquinaria bien mantenida ahorra dinero en muchas formas:

Ahorros por un Mantenimiento Preventivo Mejorado	
(US\$)	
Reducción de reparaciones	15.000
Vida útil más larga para el equipo	150.000
Mejores rendimientos	180.000
Reducción de tiempo de paro	250.000

Un sistema de órdenes de trabajo, potente, fácil de emplear permite usar al personal de una forma más eficaz. Esto reduce horas extras y tiempo perdido.

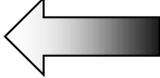
Ahorros por una Programación Eficaz de Ordenes de Trabajo	
(US\$)	
Mejores utilización de personal	105.000

Las funciones de control de inventario y administración de compra ayudan a reducir los niveles de inventario, reducir pedidos urgentes, y conseguir mejores precios de parte de los vendedores.

Ahorros por Control de Adquisiciones e Inventario (US\$)	
Mejores precios de vendedores	15.000
Menos pedidos urgentes	12.500
Reducción en el inventario	25.000

Al sumar todos los ahorros producidos por las distintas herramientas que puede brindar un programa de Mantenimiento Preventivo Asistido por Computador, es posible percibir la ventaja en cuanto a ahorro de capital que un programa de esta naturaleza ofrece a las empresas.

Ahorros por aplicación del Mantenimiento Preventivo	
Asistido por Computador(US\$)	
Mejores precios de vendedores	15.000
Menos pedidos urgentes	12.500
Reducción en el inventario	25.000
Mejor Utilización de personal	105.000
Reducción de reparaciones	15.000
Vida útil más larga para el equipo	150.000
Mejores rendimientos	180.000
Reducción de tiempo de paro	250.000
TOTAL	725.500



Este valor de ahorro total es para la empresa a consideración, para aplicarlo a una distinta empresa, se debe realizar un análisis separado.

APENDICE D

“Seguridad para la Base de Datos de Microsoft Access 97”

Solo la persona que ha sido determinada como administrador de la base de datos puede definir o modificar los grupos o usuarios permitidos a usar el MPAC. La tabla a continuación indica los distintos permisos que se pueden asignar a la base de datos u objetos dentro de la base de datos.

Permiso	Aplicable a	Descripción
Abrir/Ejecutar	Base de datos, Formulario, Reporte, Macro	Permiso para abrir o ejecutar el objeto. (Todos los usuarios tiene permiso para ejecutar procedimientos en los módulos VBA)
Abrir Exclusivo	Base de datos	Permiso para que el usuario abra la base de datos e impida que otros la abran en ese momento.
Leer Diseño	Tabla, Consulta, Formulario, Reporte, Macro, Módulo	Permiso para abrir el objeto en vista de diseño. Para tablas y consultas, permitir el acceso para tablas y consultas implica permiso para leer el diseño porque el diseño debe estar disponible para abrirlas correctamente.
Modificar Diseño	Tabla, Consulta, Formulario, Reporte, Macro, Módulo	Permiso para cambiar el diseño de un objeto. Si los módulos de VBA cambian la definición de las consultas al ejecutar, se debe dar este permiso a todos los usuarios de esas consultas.
Administrar	Base de datos, Tabla, Consulta, Formulario, Reporte, Macro, Módulo	Autoridad para asignar permisos al objeto.
Leer Data	Tabla, Consulta	Permite leer la información de la tabla, implica leer diseño. Para una consulta, el usuario debe tener permisos de lectura en todas las tablas relacionadas con ella.
Editar Data	Tabla, Consulta	Permite editar información en un atabla o consulta. Implica permisos de Leer Data y Leer Diseño. Para una consulta, el usuario debe tener permisos de edición en todas las tablas relacionadas con ella.
Insertar Data	Tabla, Consulta	Permiso para insertar data en la tabla o

		consulta. Implica permiso de Leer Data y Leer Diseño. Para una consulta, el usuario debe tener permisos de insertar data en todas las tablas relacionadas con ella.
Eliminar Data	Tabla, Consulta	Permiso para eliminar data en una tabla o consulta. Implica permiso de Leer Data y Leer Diseño. Para una consulta, el usuario debe tener permisos de eliminación de data en todas las tablas relacionadas con ella.

Para adicionar más grupos de usuarios o usuarios solos, se escoge Seguridad del menú de Herramientas y se escoge del submenú Cuentas de usuario y de grupo.

Para adicionar un usuario se va a la pestaña de Usuarios y se presiona el botón que dice Nuevo. Se ingresa el nombre del usuario nuevo el cual no es sensible a las mayúsculas o minúsculas. Sin embargo el Id. Personal silo es y debe contener no menos de 4 y no mas de 20 entre caracteres y números.

Es recomendable crear grupos primero, para posteriormente a usuarios asignarles el grupo al cual pertenecen. Se procede a realizar los mismo pasos descritos en el anterior párrafo, sin embargo para los grupos el nombre si es sensible a las mayúsculas o minúsculas.

A continuación se debe dar los permisos correspondientes a los grupos. Cierre el cuadro de diálogo de Cuentas de usuario y grupo. En el menú de Herramientas, escoja Seguridad, y del submenú escoja Permisos de Usuario y Grupo.

Escoja la lista de Grupos para iniciar la asignación de premisos. Escoja el grupo y el tipo de objeto para otorgar el permiso correspondiente. Se debe presionar el botón Aplicar antes de cambiar de tipo de objeto.

BIBLIOGRAFIA

1. Berger, David, *“Presenting your Case to Top Management: Guidelines for Cost-Justifying CMMSs and Other Systems”*, Plant Service. Octubre, 1993.
2. White, E.N., *“Maintenance Planning Control and Documentation”*, 2nd Edition, Gower Press, 1979
3. Rudman, Jack, *“Preventive Maintenance Supervisor”*, National Learning Corporation, 1994
4. Viescas, John L., *“Running Microsoft Acces 97”*, Microsoft Press, 1997
5. Blank, Leland T., Tarquim, Anthony J., *“Ingeniería Económica”*, 3^{era} Edición, Mc Graw Hill, 1992
6. Higgins, Lindley R., Morrow, L.C., *“Maintenance Engineering Handbook”*, 3rd Edition, Mc Graw Hill, 1977
7. Brealey, Richard A., Myers, Stewart C., *“Principios de Finanzas Corporativas”*, 4^{ta} Edición, Mc Graw Hill
8. Milacic, V.P., McWaters, J.F., *“Diagnostic and Preventive Maintenance Strategies in Manufacturing Systems”*, Wlsevier Science, Jan 1998
9. *“MP2”*, Datastream

ⁱ Tomado de “*Maintenance Engineering Handbook*”, Higgins and Morrow, Tercera Edición, Editorial McGrawHill, pg.63

ii **REGLAS PARA LOS CODIGOS:**

No ingresar comillas (“), signos de interrogación (?), rayas diagonales (\) (/) en los códigos. Es altamente recomendado que se usen combinaciones de caracteres simples como caracteres alfanuméricos junto con rayas (-). El uso de otros caracteres puede ocasionar problemas al momento de realizar búsquedas o consultas.

Es **altamente** recomendado no usar espacios en blancos, rayas del tipo (_) o (-) como primer carácter de un código.

iii Para visualizar lo que implica el mantenimiento de un edificio, a continuación una lista de actividades de mantenimiento que se realizan:

- Decoración externa.
- Decoración interna.
- Estructura principal (incluye ventas y desagües)
- Construcción interna (incluye puertas y paredes modulares)
- Carpintería (armarios, libreros, etc.)
- Plomería y servicios sanitarios.
- Servicios de aire acondicionado, eléctrico y de gas.
- Trabajos externos y de ingeniería civil.
- Limpieza de rutina.

-
- ^{iv} El MPAC, no realiza órdenes de compra, pues el objetivo del mismo es el Mantenimiento Preventivo. De lo contrario, abarcaría ítems extensos poco relacionados con el Mantenimiento. Lo que sí realiza son solicitudes de compra las cuales se las puede entregar al Personal de Compra; para a continuación seguir con el proceso normal de compra de artículos.
- ^v Si se desea información más específica sobre los distintos métodos de reorden, leer “*Administración de Operaciones*”, Roger G. Schroeder, Capitulo 14, Editorial McGrawHill.
- ^{vi} Tomado de “*Maintenance Planning Control and Documentation*” *Second Edition*, E.N. White, Gower Press, pg. 81
- ^{vii} Como referencia de consulta, es posible encontrar tablas específicas del Factor de Interés Compuesto Discreto en el Anexo A, “*Ingeniería Económica*” *Tercera Edición*, Leland T. Blank, Anthony J. Tarquin, McGraw – Hill
- ^{viii} La Escuela Superior Politécnica del Litoral ha sabido entender esta necesidad tecnológica, por lo que ha permitido la investigación en varias ocasiones para el desarrollo de programas de Mantenimiento Preventivo usando la informática.

La primera investigación de este tipo fue en el año 1988 donde se diseñó un sistema de mantenimiento computarizado usando la base de datos dBase III para su aplicación en un taller mecánico. Posteriormente en 1993 se realizó un informe técnico donde se aplicaba un programa de mantenimiento y control de servicios Filemaker Pro V.2.0 a una fábrica embotelladora de refrescos. En 1997 se desarrolló un software de Mantenimiento Preventivo en el lenguaje Foxpro para una fábrica cartonera.

La más reciente investigación es la presente desarrollada entre 1998 – 1999, donde se usa una base de datos Microsoft Access 97 para desarrollar un programa de Mantenimiento Preventivo aplicable a cualquier industria, la cual se encuentra abierta para adiciones que se consideren necesarias para la compañía que la implemente.

^{ix} *“Maintenance Planning Control and Documentation” Second Edition*, E.N. White,
Gower Press