

**DISEÑO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA ADMINISTRACIÓN  
DEL MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA MAQUINADOS Y  
MONTAJES LTDA.**

**JUAN PABLO CONSUEGRA TORRES  
JAVIER ALEXANDER SANTAMARÍA TÉLLEZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO – MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
BUCARAMANGA**

**2009**

**DISEÑO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA ADMINISTRACIÓN  
DEL MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA MAQUINADOS Y  
MONTAJES LTDA.**

**JUAN PABLO CONSUEGRA TORRES  
JAVIER ALEXANDER SANTAMARÍA TÉLLEZ**

**Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de  
Ingeniero Mecánico**

**Director**

**ISNARDO GONZÁLEZ JAIMES  
Ingeniero Mecánico**

**Codirector**

**ALBERTO LUÍS BALCÁRCEL ZAMBRANO  
Ingeniero Mecánico**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO – MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
BUCARAMANGA**

**2009**

## **DEDICATORIA**

A Dios, Guía Omnipresente de mis decisiones.

A mi Madre, por su amor, su fe y su apoyo incondicional.

A mi Padre, por su ejemplo.

A mi Niña, en la que he depositado todo mi amor y mis sueños.

A mis Hermanos, indiscutibles merecedores de todo mi respeto, cariño y admiración.

A mi Sobrino, líder innato y mi gran amigo.

A Isaías, promotor y mediador de este proyecto.

A Juan Pablo, por su amistad y su tolerancia.

A mis Amigos de infancia, por su comprensión y respeto.

A Fernando, por sus sabios consejos y su sincera amistad.

A todas las personas que han hecho de este proyecto una realidad.

A Edinson quien decidió adelantarse en el camino de la vida.

Javier Alexander Santamaría Téllez

## **DEDICATORIA**

A Dios, por tantas cosas que me ha dado en la vida y es el que ha hecho posible que todo esto se diera.

A mi Madre, por su amor, cariño y calor humano.

A mi Padre, por sus consejos y su buen ejemplo que me ayudaron a ser quien soy.

A mi hermana, por sus cuidados e indiscutible ejemplo.

A mi hermano, constante amigo de mi vida y apoyo indiscutible.

A mi novia, quien me ha brindado todo su amor, su cariño y su apoyo.

A Rafael Enrique, por haber creído en mí.

A mi familia, participes en mi formación personal.

A Javier Alexander, por su amistad incondicional.

A mis Amigos de infancia, por su gran amistad.

A mis compañeros de carrera, por ayudar en la realización de este grado.

Y a todas las personas que ayudaron para que de una u otra forma este proyecto se lograra.

Juan Pablo Consuegra Torres

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores expresamos nuestro más sincero agradecimiento al personal docente y a todas las personas que contribuyen con la evolución de la Universidad Industrial de Santander.

Al profesor Isnardo González, Director del proyecto, por su impecable orientación.

Al Ingeniero Alberto Luís Balcarcel, Coodirector del proyecto, por creer en nuestras ideas y permitir el fortalecimiento de las relaciones entre la Universidad y la Industria.

A nuestras familias, por el constante apoyo.

A nuestros compañeros y amigos.

Gracias...

Juan Pablo Consuegra Torres  
Javier Alexander Santamaría Téllez

## CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	1
1. DESCRIPCIÓN Y GENERALIDADES DE LA EMPRESA MAQUINADOS Y MONTAJES LTDA	3
1.1 RESEÑA HISTÓRICA	3
1.2 MISIÓN	4
1.3 VISIÓN	4
1.4 POLÍTICA DE CALIDAD	4
1.5 ACTIVIDAD ECONÓMICA	4
1.6 PRODUCTOS Y SERVICIOS	5
1.6.1 Fabricación de repuestos.	6
1.6.2 Repuestos de máquinas de embotellado.	7
1.6.3 Fabricación de equipos para la industria de alimentos.	8
1.6.4 Servicios prestados.	9
1.7 CONSTITUCIÓN DE LA EMPRESA	9
1.8 OBJETO SOCIAL DE LA EMPRESA	10
1.9 UBICACIÓN	10
1.10 GENERALIDADES DE LA EMPRESA MAQUINADOS Y MONTAJES LTDA	11
1.10.1 Recurso humano.	11
1.10.2 Estructura organizacional.	12
2. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA ESPECÍFICA DE TRABAJO	14
2.1 DESCRIPCIÓN DE LAS MÁQUINAS EN LA EMPRESA	15
3. MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA MAQUINADOS Y MONTAJES LTDA.	29
3.1 MANTENIMIENTO CORRECTIVO	29

3.1.1	Mantenimiento Correctivo no Planificado.	30
3.1.2	Mantenimiento Correctivo Planificado.	31
3.2	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	32
3.3	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	32
3.4	DESCRIPCIÓN ACTUAL DEL MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA MAQUINADOS Y MONTAJES LTDA.	33
3.5	DIAGNOSTICO DE LA GERENCIA DE MANTENIMIENTO	34
3.6	DIAGNOSTICO DEL INVENTARIO DE MÁQUINAS	35
3.7	DIAGNOSTICO DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA DE MANTENIMIENTO	37
3.8	DIAGNOSTICO EN EL TALLER DE MANTENIMIENTO	38
3.9	DIAGNOSTICO DE GESTIÓN DE REPUESTOS	40
3.10	DIAGNOSTICO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO	41
4.	PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA MAQUINADOS Y MONTAJES LTDA.	48
4.1	SISTEMA MANUAL DE INFORMACIÓN	48
4.1.1	Codificación de equipos.	48
4.1.2	Codificación de procedimientos.	52
4.1.3	Codificación de recursos.	54
4.2	ANÁLISIS DE CRITICIDAD	56
4.2.1	Modelo de criticidad de factores ponderados basado en el concepto del riesgo.	57
4.2.2	Análisis de criticidad de las máquinas de producción de la empresa MAQUINADOS Y MONTAJES Ltda.	64
5.	SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO	73
5.1	SISTEMA DE INFORMACIÓN	73
5.2	SISTEMAS COMPUTARIZADOS PARA LA ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO	74
5.3	ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN	76

5.4 SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA EL CONTROL DEL MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA MAQUINADOS Y MONTAJES LTDA.	77
6. MANUAL DEL USUARIO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA EMPRESA MAQUINADOS Y MONTAJES LTDA.	81
6.1 INGRESO AL SISTEMA	81
6.2 SESIÓN	83
6.2.1 Clases de usuarios.	83
6.3 MÁQUINAS	87
6.3.1 Ficha técnica.	87
6.3.2 Hoja de vida.	89
6.3.3 Mantenimiento preventivo.	89
6.3.4 Carta de lubricación.	90
6.4 ORDEN DE TRABAJO	91
6.4.1 Solicitud de servicio.	93
6.4.2 Orden de trabajo	94
6.4.3 Planeación.	95
6.4.4 Programación.	96
6.5 ALARMAS	99
6.6 INDICADORES	101
6.6.1 Indicadores de Gestión.	101
6.6.2 Costos.	105
6.7 ALMACÉN	108
6.7.1 Repuestos.	108
6.7.2 Materiales e insumos.	108
6.7.3 Herramientas.	109
6.8 EMPRESA	110
6.8.1 Proveedores y/o Contratistas.	112
6.8.2 Empleados.	113
6.9 AYUDA	114

6.10 REQUERIMIENTOS DE HARDWARE Y SOFTWARE	114
6.10.1 Requerimientos de hardware.	114
6.10.2 Requerimientos de software	114
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	115
BIBLIOGRAFÍA	117
ANEXOS	119

## LISTA DE FIGURAS

	<b>pág.</b>
Figura 1. Portafolio de servicios de MAQUINADOS Y MONTAJES Ltda.	5
Figura 2. Llenadora Simonazzi	6
Figura 3. Repuestos fabricados en MAQUINADOS Y MONTAJES Ltda.	7
Figura 4. Dosificador de Tapas, Coca-Cola Bogotá	8
Figura 5. Montaje línea 9 “Hot fill” Coca-Cola Bogotá	9
Figura 6. Mapa de ubicación	10
Figura 7. Mapa de procesos	11
Figura 8. Personal de producción	12
Figura 9. Organigrama de MAQUINADOS Y MONTAJES Ltda.	13
Figura 10. Área de producción de MAQUINADOS Y MONTAJES Ltda.	14
Figura 11. Materia prima	15
Figura 12. Sierra sin fin DURAKUT 9	16
Figura 13. Equipo Miller spectrum 500	17
Figura 14. Torno convencional DMTG	18
Figura 15. Torno convencional IMOTURN	19
Figura 16. Torno CNC LEADWELL	19
Figura 17. Torno CNC ROMI	20
Figura 18. Taladro de columna	21
Figura 19. Taladro fresador QW-35	22
Figura 20. Fresadora de torreta KONDOR	23
Figura 21. Centro de mecanizado HANDYMAN 1000	24
Figura 22. Centro de mecanizado OMNIS 850	25
Figura 23. Prensa Hidráulica	26
Figura 24. Rotósfera	27
Figura 25. Compresor SULLAIR	28

Figura 26. Mantenimiento Correctivo de Llenadora Meyer	29
Figura 27a. Actividades de producción y mantenimiento en área de Banco	39
Figura 27b. Fabricación de horquilla para caja principal de Torno DMTG	39
Figura 28. Formato de Plan de Mantenimiento de la empresa MAQUINADOS Y MONTAJES Ltda.	41
Figura 29. Formato de Orden de Trabajo Mantenimiento de la empresa MAQUINADOS Y MONTAJES Ltda.	43
Figura 30. Formato de Ficha técnica de la empresa MAQUINADOS Y MONTAJES Ltda.	44
Figura 31. Esquema de codificación de equipos	49
Figura 32. Ejemplo de codificación de equipo	52
Figura 33. Ejemplo de codificación del procedimiento	54
Figura 34. Ejemplo de codificación de recursos	56
Figura 35. Modelo básico del análisis de criticidad	59
Figura 36. Diagrama de zonas características de un análisis de criticidad	62
Figura 37. Matriz general de criticidad	63
Figura 38. Matriz general de criticidad	71
Figura 39. Sistema de información	73
Figura 40. Módulos del sistema de información.	78
Figura 41. Flujo de información	79
Figura 42. Ingreso al software a través del acceso directo	81
Figura 43. Pantalla Inicial	82
Figura 44. Formato para registro de datos	83
Figura 45. Inicio de sesión	84
Figura 46a. Creación de Usuario	84
Figura 46b. Modificación de cuenta de Usuario	85
Figura 46c. Borrar cuenta de Usuario	85
Figura 47. Diagrama de flujo del Módulo de Sesión	86
Figura 48. Módulo de Máquinas	87
Figura 49. Formato de Ficha Técnica	88

Figura 50. Formato de Hoja de Vida	89
Figura 51. Formato de Mantenimiento preventivo	90
Figura 52. Formato de Carta de Lubricación	91
Figura 53. Diagrama de flujo del Módulo de Máquinas	92
Figura 54. Módulo Orden de Trabajo	93
Figura 55. Formato de Solicitud de Servicio	94
Figura 56. Formato de Orden de Trabajo	95
Figura 57. Formato de Planeación	96
Figura 58. Formato de Programación	97
Figura 59. Diagrama de flujo del Módulo Orden de Trabajo	98
Figura 60. Módulo de Alarmas	99
Figura 61. Diagrama de flujo del Módulo de Alarmas	100
Figura 62. Módulo de Indicadores	101
Figura 63. Indicadores de Gestión	103
Figura 64. Formato de Registro de Tiempos	105
Figura 65. Formato de Relación de Costos	106
Figura 66. Formato de Costos por Mantenimiento	106
Figura 67. Diagrama de flujo del Módulo de Indicadores	107
Figura 68. Módulo de Almacén	108
Figura 69. Formato de Repuestos	109
Figura 70. Formato de Materiales e Insumos	109
Figura 71. Formato de Herramientas	110
Figura 72. Diagrama de flujo del Módulo de Almacén.	110
Figura 73. Módulo de Empresa	112
Figura 74. Formato de Proveedores y/o Contratistas	112
Figura 75. Formato de Empleados	113

## LISTA DE TABLAS

	<b>pág.</b>
Tabla 1. Listado de Máquinas de MAQUINADOS Y MONTAJES Ltda.	35
Tabla 2. Listado de Manuales de MAQUINADOS Y MONTAJES Ltda.	37
Tabla 3. Parámetros para la puntuación de los Elementos básicos del sistema de información	45
Tabla 4. Evaluación de los elementos básicos del sistema de información en la empresa MAQUINADOS Y MONTAJES Ltda.	45
Tabla 5. Código de área de producción	49
Tabla 6. Código de clase de equipo	50
Tabla 7. Codificación de frecuencia	53
Tabla 8. Tipo de Mantenimiento	53
Tabla 9. Tipo de Recurso	55
Tabla 10. Factores ponderados	60
Tabla 11. Evaluación de criterios en los equipos de MAQUINADOS Y MONTAJES Ltda.	66
Tabla 12. Indicadores de Gestión del Sistema de Información	102
Tabla 13. Nomenclatura para el cálculo de los indicadores	103

## LISTA DE ANEXOS

	<b>pág.</b>
Anexo A. Bosquejos previos a la realización del software.	120

## GLOSARIO

**Artículo.** Bien identificado como tal constituyéndose por este hecho en un elemento de nomenclatura o de catálogo.

**Artículo Reparable.** Artículo susceptible técnicamente y económicamente de ser regresado a su estado normal.

**Artículo No reparable.** Artículo que no es susceptible técnicamente y económicamente de ser regresado a su estado normal.

**Bien.** Producto concebido para asegurar una función dada.

**Componente.** Elemento o conjunto destinado a cumplir una función particular en un subsistema o sistema.

**Confiabilidad.** Aptitud de un bien para cumplir una función requerida en unas condiciones dadas durante un tiempo determinado.

**Conjunto.** Agrupación de subconjuntos que aseguran una o varias funciones técnicas que lo hacen apto para cumplir una función operacional.

**Control.** Verificación de la conformidad de unas condiciones preestablecidas, seguidas de un concepto.

**Constructor.** Persona física o jurídica que fabrica y/o ensambla los elementos o subconjuntos para hacer de ellos un conjunto.

**Detección.** Acción de descubrir por medio de una vigilancia cuidadosa, continúa o no, la aparición de una falla o la existencia de un elemento que está fallando.

**Diagnóstico.** Identificación de la causa probable de la falla con la ayuda de un razonamiento lógico fundado sobre un conjunto de informaciones provenientes de una inspección, de un control o de un test. El diagnóstico permite confirmar, completar o modificar las hipótesis hechas sobre el origen y la causa de las fallas y precisar las operaciones de mantenimiento correctivo necesarias.

**Dispositivos.** Mecanismo cuya función se ejerce generalmente en la unión con el funcionamiento de una máquina.

**Durabilidad.** Duración de vida o de funcionamiento potencial de un bien para cumplir la función que le ha sido asignada dentro de unas condiciones de utilización y de mantenimiento dadas. La durabilidad es considerada como la esperanza de vida de un bien.

**Duración De vida.** Duración durante la cual un bien cumple la función que le ha sido asignada.

**Duración de Vida mediana.** Duración que separa la primera puesta en servicio de una serie de bienes hasta la fecha en la cual la mitad de ellos no está ya en uso.

**Duración de Vida promedio.** Valor promedio de la duración de vida de toda una serie de bienes idénticos.

**Elemento.** Parte constitutiva de un conjunto o de un subconjunto, cualquiera que sea su naturaleza o su dimensión.

**Ensayo.** Conjunto de pruebas y controles a las cuales se somete un bien a fin de asegurarse que él pueda cumplir una función requerida.

**Equivalente.** Pieza de repuesto que responde a las mismas especificaciones de diseño de la pieza original, pero que no es suministrada por el constructor.

**Fabricante.** Persona física o jurídica que fabrica un subconjunto determinado que entra en la composición de un conjunto o que toma del todo o en parte la responsabilidad correspondiente.

**Falla.** Alteración de la aptitud de un bien para cumplir una función requerida.

**Garantía Legal.** Garantía que obliga al vendedor profesional a responder ante el comprador sobre las consecuencias de los defectos o vicios ocultos de la cosa vendida o del servicio prestado.

**Garantía Contractual.** Garantía consentida por el vendedor o el prestatario de un servicio y que forma parte del objeto del contrato.

**Inspección.** Actividad de supervisión que se ejerce dentro del objeto de una misión definida. Ella no está obligatoriamente limitada a la comparación con unas condiciones preestablecidas. Para el mantenimiento, esta actividad se ejerce especialmente por medio de recorridos a una instalación.

**Instalación.** Colocar en su sitio un bien y sus accesorios, uniéndolo a las diversas entradas y salidas de los equipos del cual es tributario.

**Intercambiable.** Pieza cuyas características de interface permiten la sustitución de una pieza original, conservando sus funciones especiales.

**Localización.** Acción que conduce a determinar con precisión los elementos por los cuales la falla se manifiesta.

**Mantenibilidad.** Es una característica de diseño que se expresa como: La aptitud para que un bien pueda ser mantenido o puesto en condiciones de cumplir sus funciones en un periodo de tiempo dado cuando el mantenimiento es efectuado de acuerdo con los procedimientos y recursos preestablecidos.

**Mantenimiento.** Conjunto de acciones necesarias para poner o restablecer un bien a un estado específico que le permita prestar un servicio determinado.

**Mantenimiento Correctivo.** Mantenimiento efectuado después de una falla.

**Mantenimiento Predictivo.** Mantenimiento efectuado según un programa establecido de acuerdo con la información suministrada por un aparato de control permanente.

**Mantenimiento Preventivo.** Mantenimiento efectuado a un bien siguiendo un criterio predeterminado con la intención de reducir sus posibilidades de falla o degradación de la prestación de un servicio.

**Máquina.** Conjunto de mecanismos combinados para recibir una forma definida de energía, transformándola y restituyéndola bajo una forma apropiada o para producir un efecto dado.

**Material.** Término que engloba todo un conjunto entregado por un productor a un cliente con la perspectiva de una duración de vida que puede depender de sucesivas puestas en estado normal.

**Mecanismo.** Conjunto de piezas u órganos ligados mecánicamente o electrónicamente, algunos de los cuales son móviles.

**Modificación.** Operación de carácter definitivo efectuada sobre un bien con el objeto de mejorar su funcionamiento, o de cambiar sus características de empleo.

**Parada.** Cesación de la aptitud de un bien para cumplir una función requerida.

**Pieza.** Elemento o subconjunto de un bien considerado que no es ni desensamblado ni dividido en el momento de una operación de mantenimiento.

**Pieza Adaptable.** Pieza que puede sustituir una pieza original, conservando sus funciones esenciales a un precio de adaptación.

**Pieza Defectuosa.** Pieza que presenta uno o varios defectos que alteran sus características funcionales.

**Pieza Degradada.** Estado de una pieza cuya durabilidad está reducida con relación a la pieza nueva.

**Pieza De repuesto.** Pieza destinada a reemplazar una pieza defectuosa o degradada en un material o una instalación.

**Pieza Indispensable.** Pieza que no puede ser desensamblada ni dividida cualquiera que sea el nivel de mantenimiento efectuado.

**Pieza Original.** Pieza que responde desde todo punto de vista a las especificaciones de diseño del constructor (características técnicas, tolerancias, controles) montada sobre un bien nuevo y suministrada por el constructor para las necesidades de mantenimiento.

**Puesta A Punto.** Conjunto de ensayos preliminares, ajustes y modificaciones necesarias para la obtención de un estado específico de un bien.

**Puesta En servicio.** Conjunto de operaciones necesarias, después de la instalación de un bien, para la verificación de las conformidades con las especificaciones contractuales.

**Reparación.** Intervención definitiva de mantenimiento correctivo después de una parada o falla de un bien.

**Revisión.** Conjunto de acciones o de exámenes, de controles y de intervenciones efectuadas con el objeto de asegurar un bien contra toda falla mayor o crítica durante un tiempo o por un número de unidades de uso dadas. Se debe distinguir entre las revisiones parciales y las revisiones generales en las cuales esta operación implica la paralización de diferentes subconjuntos.

**Sistema.** Asociación de subconjuntos constituyendo un todo orgánico complejo destinado a cumplir una función general (regulación, seguridad, transporte).

**Subconjunto.** Agrupación de elementos asociados en funcionamiento que entran en la composición de un conjunto.

**Subsistema.** Asociación de componentes destinados a cumplir una o varias funciones operacionales en el seno del sistema.

**Suministrador.** Persona física o jurídica que frente a su cliente tiene la posición de vendedor.

**Test.** Operación que permite comparar las respuestas de un dispositivo a una demanda apropiada y definida, con las de un dispositivo de referencia o con un fenómeno físico significativo de una marcha correcta.

**Uso.** Utilización de un bien con el objeto de obtener un servicio determinado.

## RESUMEN

### TÍTULO:

**DISEÑO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA MAQUINADOS Y MONTAJES LTDA. \***

### AUTORES:

Juan Pablo Consuegra Torres.

Javier Alexander Santamaría Téllez. \*\*

### PALABRAS CLAVES:

Sistema de Información, Gestión del Mantenimiento, Bases de datos, Indicadores de Gestión.

### DESCRIPCIÓN:

El objetivo de este proyecto es dotar a la empresa MAQUINADOS Y MONTAJES Ltda., de una herramienta para el fácil manejo y control de la información generada en el área de mantenimiento, que permita llevar a cabo la planeación, inspección y evaluación de la gestión del mantenimiento.

La investigación empezó con un análisis acerca de las tareas concernientes al mantenimiento de las máquinas que intervienen en los procesos derivados de las actividades de prestación del servicio. Una vez identificados y clasificados los equipos y los tipos de mantenimiento, se continuó con un estudio de criticidad de las máquinas, basado en el concepto de riesgo para determinar el tipo de mantenimiento adecuado. Con toda la investigación evaluada, se examinaron los resultados para diseñar un sistema de información computarizado, acorde con los elementos de hardware existentes en la empresa, buscando facilitar la planeación, programación, ejecución y control de las tareas de mantenimiento.

Como consecuencia del proceso investigativo, se logró establecer y comparar bases de datos que proporcionan indicadores de gestión, los cuales permiten un avance continuo de los procesos ejecutados en la empresa, garantizando la pro-actividad, eficacia, y efectividad que configuran los elementos esenciales del sistema de gestión de calidad ISO 9001-2008.

---

\* Trabajo de Grado

\*\* Facultad de Ciencias Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Ing. Isnardo González Jaimes.

## SUMMARY

**TITLE:**  
**INFORMATION SYSTEMS DESIGN FOR THE ADMINISTRATIVE MAINTENANCE FOR THE COMPANY MAQUINADOS Y MONTAJES LTDA.\***

**AUTHORS:**  
Juan Pablo Consuegra Torres.  
Javier Alexander Santamaría Téllez.\*\*

**KEY WORDS:**  
Information Systems, Maintenance Management, Database, Performance Indicators.

**DESCRIPTION:**  
The objective of this project is to equip the company MAQUINADOS Y MONTAJES LTDA with tools for straightforward management and control of generated information in the area of maintenance, which allows the planning, inspection, and evaluation of maintenance management.

The investigation started with analyzing tasks concerning machine maintenance that intervenes in the processes derived from the activities of service. Once equipment and maintenance types are identified and classified, a study was made to find faults in the machines to determine the adequate type of maintenance. After evaluating the investigation, the results were examined to design a computer information system that - according to the hardware existent elements in the company- simplifies the planning, programming, execution, and control of maintenance duties.

As consequence of the investigation process, it was possible to establish and to compare databases that provide management indicators, which allow a constant advancement of the processes executed in the company. It guarantees the pro-activity, efficiency and efficacy that form the essential elements of the ISO quality 9001-2008 management system.

---

\* Degree Work.

\*\* Physical-Mechanical Sciences Faculty, Mechanical Engineering, Eng. Isnardo González Jaimes .

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, las diferentes alianzas económicas combinadas con los avances tecnológicos e industriales, exigen del mercado de fabricación de productos y prestación de servicios, una alta respuesta en cuanto a la calidad, costos y tiempos de entrega se refiere. Siendo necesario el mejoramiento continuo de los procesos, la disminución de tiempos muertos y el incremento de la productividad de los equipos y máquinas utilizadas en esta actividad.

El continuo avance logrado en las diferentes áreas de la industria, ha sido el resultado de innumerables adelantos tecnológicos; La industria metalmeccánica es una de las grandes favorecidas por estos desarrollos. MAQUINADOS Y MONTAJES Ltda. es una empresa que ejecuta varias de las ramas de la metalmeccánica y se encuentra en el proceso de implementación de un Sistema de Gestión de la Calidad con base en la Norma Técnica Colombiana ISO 9001:2008, en aras de estar a la par con los desarrollos tecnológicos, y de generar procesos de alta calidad que influyan en el aumento de la producción, que permitan el posicionamiento de la empresa en el mercado latinoamericano.

Una de las formas de optimización de los procesos es gestionar y desarrollar un sistema de información para el mantenimiento, que se adapte a las necesidades y requerimientos de la empresa logrando de esta manera alcanzar sus metas y objetivos. Además, un Sistema de Información de Mantenimiento juega un papel importante en el aumento del ciclo de vida de los equipos, contribuyendo a reducir los costos, minimizar los tiempos muertos de las máquinas, mejorar la calidad, incrementar la productividad y contar con un equipo confiable que sea seguro, y este bien configurado para

lograr la entrega oportuna de los pedidos a los clientes. La implementación de un sistema de información para la gestión de las actividades de mantenimiento en la empresa MAQUINADOS Y MONTAJES Ltda., permitirá la planificación, programación, ejecución y control de dichas actividades. El registro y la organización de los documentos procedentes del mantenimiento, facilitará el seguimiento de los costos que genera el mismo. Además se obtendrán indicadores de gestión que relacionen la eficiencia de las máquinas con respecto a los tiempos de operación y mantenimiento; dándole a la empresa herramientas útiles frente a la toma de decisiones, garantizando la disponibilidad y vida útil de los equipos, una mejor inversión de los recursos y por ende un aumento en el rendimiento y la productividad de la planta.

Con el fin de poder desarrollar de una forma más eficiente el sistema de información para la gestión de las actividades de mantenimiento, y el comienzo del proyecto de grado se ejecutaron las siguientes actividades:

Inicialmente, la empresa vio la necesidad de llevar de una forma organizada toda la información del área de mantenimiento. Se efectuó un análisis de cómo estaba la empresa respecto al mantenimiento de sus equipos. Se realizó un inventario de las máquinas para saber con cuales y qué tipo de máquinas contaba la empresa. Se elaboró un informe donde se pudiera analizar el estado de criticidad de cada máquina, pues dependiendo de este estado se adecua para cada equipo el respectivo plan de mantenimiento.

Como resultado se diseña, desarrolla e implementa un sistema de información para la gestión de las actividades de mantenimiento que permitirá la planificación, programación, ejecución y control de las actividades concernientes al mantenimiento en la empresa MAQUINADOS Y MONTAJES Ltda.

# **1. DESCRIPCIÓN Y GENERALIDADES DE LA EMPRESA MAQUINADOS Y MONTAJES LTDA**

## **1.1 RESEÑA HISTÓRICA**

MAQUINADOS Y MONTAJES Ltda. Es una empresa Metalmecánica creada en Abril 15 de 1994 por Alberto Balcárcel y Álvaro Gutiérrez, con el objetivo de suplir una necesidad básica de los sectores de cerveza, aguas, bebidas carbonatadas, no carbonatadas y lácteos.

Inició su actividad con maquinaria convencional, sin embargo, actualmente cuenta con tecnología CNC, compuesta por: Centros de mecanizado, Tornos de mantenimiento, Fresadoras, Procesos de soldadura, MIG, TIG, ARCO, Revestida y corte con Plasma.

En el área de Diseño dispone de ayuda tridimensional en programas CAD tales como: Autocad, Solid Edge, Solid Works. Simulación virtual, Análisis de esfuerzos, colisiones y ensambles para maquinaria industrial.

De acuerdo a las necesidades de la industria se empezaron a fabricar equipos como: Grupos de manejo, transmisiones para llenadoras, transportadores de botellas en acero inoxidable, transportadores de cajas en acero inoxidable, descarbonadores de bebidas gasificadas y extractores de pitillos. Se inició el proceso de optimización en equipos existentes como: Llenadoras de líquidos y pastosos, lavadoras de botellas, máquinas empacadoras y desempacadoras, máquinas enjuagadoras y capsuladoras.

El portafolio de servicios se amplió con la fabricación de repuestos y mantenimiento y montaje de maquinaria. Estos servicios se extendieron a nivel nacional e internacional, ejecutando trabajos para las embotelladoras

con un alto grado de exigencia y compromiso, lo cual generó en MAQUINADOS Y MONTAJES Ltda. La posibilidad de desarrollar equipos con estándares de alto desempeño tecnológico.

## **1.2 MISIÓN**

Solucionar del modo más efectivo, a través del conocimiento, la tecnología, la dedicación y el ingenio, los requerimientos y exigencias de los clientes, relacionados con el diseño de equipos, partes y mejoramiento de maquinaria, preservando el bienestar de todas las personas que componen esta empresa y respetando los recursos naturales.

## **1.3 VISIÓN**

Ser reconocidos para el año 2012 como una empresa con liderazgo en el sector metalmecánico que proporciona soluciones óptimas a las necesidades de los clientes a nivel internacional.

## **1.4 POLÍTICA DE CALIDAD**

MAQUINADOS Y MONTAJES Ltda. Se compromete a diseñar, fabricar y poner en marcha los productos de nuestros clientes, siendo reconocidos en el mercado por el cumplimiento de las especificaciones y tiempos de entrega acordados, basados en la experticia de nuestro talento humano, uso de tecnología adecuada y procesos eficientes que mejoran continuamente.

## **1.5 ACTIVIDAD ECONÓMICA**

MAQUINADOS Y MONTAJES Ltda. Se dedica a la fabricación de repuestos para maquinaria de embotellado, mantenimiento y montaje de maquinaria

auxiliar, servicio de torno y fresadora, comercialización de materias primas utilizadas en la industria del embotellado, partes móviles y cadenas para la misma industria, importación y exportación de toda clase de artículos provenientes de la actividad a desarrollar.

## 1.6 PRODUCTOS Y SERVICIOS

Figura 1. Portafolio de servicios de MAQUINADOS Y MONTAJES Ltda.



Fuente: Portafolio M&M<sup>1</sup>

MAQUINADOS Y MONTAJES Ltda. Es una empresa especialista en diseño y fabricación de repuestos para la línea de embotellado, transportadores de botellas y cajas, tanques de acero inoxidable, máquinas envasadoras de líquidos en bolsa, extractoras de pitillos, ordenadores de tapas para las industrias de alimentos y bebidas.

---

<sup>1</sup> M&M: MAQUINADOS Y MONTAJES LTDA.

### 1.6.1 Fabricación de repuestos.

- ☑ Repuestos para máquinas llenadoras de botellas (Ver figura 2).
- ☑ Repuestos para máquinas empacadoras y des empacadoras.
- ☑ Repuestos para máquinas extractoras de pitillos.
- ☑ Repuestos para máquinas lavadoras de botellas.
- ☑ Repuestos para máquinas dosificadoras de: líquidos, pastosos, polvos y granulados.
- ☑ Repuestos para maquinaria herbicida e insecticida.
- ☑ Repuestos para el sector de lubricantes.
- ☑ Repuestos para Rinses de enjuague.

Figura 2. Llenadora Simonazzi



### 1.6.2 Repuestos de máquinas de embotellado.

Figura 3. Repuestos fabricados en MAQUINADOS Y MONTAJES Ltda.



- Válvulas de llenado.
- Piñones para transmisión de llenadoras.
- Repuestos de transportadores.
- Repuestos de coronadores tipo Carballo, Crown, OH y Meyer.
- Adaptación de dosificadores.
- Grupo de manejo de botellas para llenadoras de diferentes tamaños y velocidades.
- Fabricación de transportadores de botellas y cajas en acero inoxidable.
- Fabricación de transportadores de banda.
- Adaptación de llenadoras a manejo por el cuello para botellas PET.
- Ordenadores de tapa plástica y metálica.

### 1.6.3 Fabricación de equipos para la industria de alimentos.

Figura 4. Dosificador de Tapas, Coca-Cola Bogotá



Fuente: Registro fotográfico de montajes M&M

- Desaireadores.
- Enfiladores.
- Engomadoras.
- Extractores de pitillos.
- Enlaineadores.
- Dosificador de tapas (Ver figura 4).
- Ordenadores de tapas.
- Descarbonatadores.
- Tuneles de termo-pasterizado.
- Máquinas llenadoras de agua en bolsa.
- Tanques en acero inoxidable con agitador.

#### 1.6.4 Servicios prestados.

- ☑ Montaje de tubería para la industria de embotellado.
- ☑ Montaje y mantenimiento de maquinaria industrial (Ver figura 5).

Figura 5. Montaje línea 9 “Hot fill” Coca-Cola Bogotá



Fuente: Registro fotográfico de montajes M&M

### 1.7 CONSTITUCIÓN DE LA EMPRESA

MAQUINADOS Y MONTAJES Ltda. Fue constituida por escritura pública No 1241 del 15 de Abril de 1994 de la notaría 6 del círculo de Bucaramanga, inscrita en la cámara de comercio el 21 de Abril de 1994 bajo el No 22408 del libro 9, nombrando como representante legal a Álvaro Gutiérrez Vega con cedula de ciudadanía N° 91'244.375; y como subgerente al señor Alberto Luis Balcárcel Zambrano con cedula de ciudadanía N° 13'835.833.

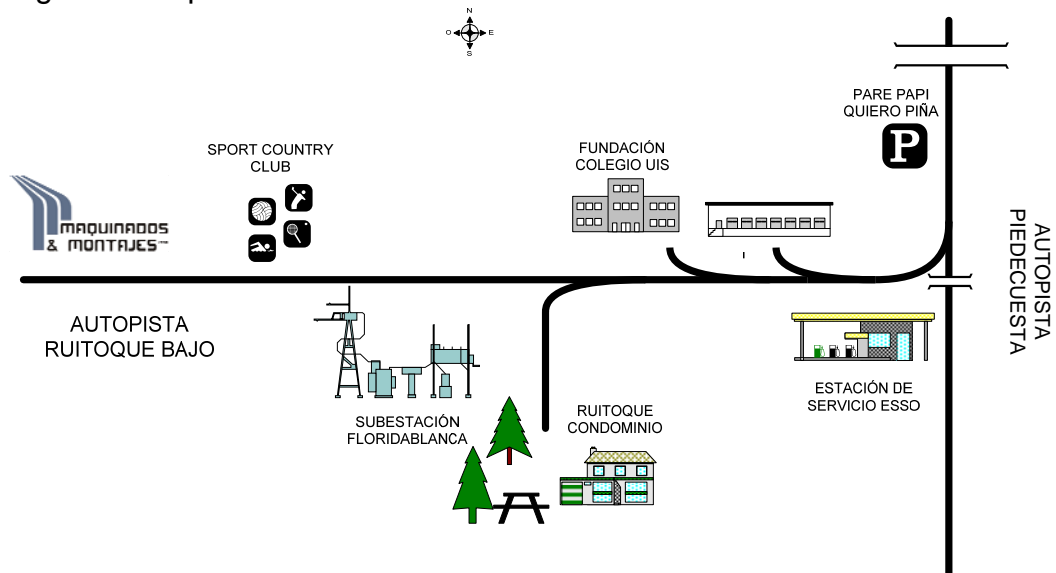
## 1.8 OBJETO SOCIAL DE LA EMPRESA

MAQUINADOS Y MONTAJES Ltda. Tiene como objeto social la fabricación de repuestos para maquinaria de embotellado, mantenimiento y montaje de maquinaria auxiliar, servicio de torno, fresadora, comercialización de materias primas tales como: platinas en acero, tuberías en hierro y acero inoxidable, tornillería en general, materiales plásticos utilizados en la industria del embotellado, partes móviles y cadenas para la misma industria, importación y exportación de toda clase de artículos provenientes de la actividad a desarrollar, maquinado de piezas, servicio de soldadura, etc. Y la ejecución de todos aquellos actos conexos o complementarios del mismo nexo social.

## 1.9 UBICACIÓN

La empresa se encuentra ubicada en el Km 3 vía a Ruitoque bajo (ver figura 6)

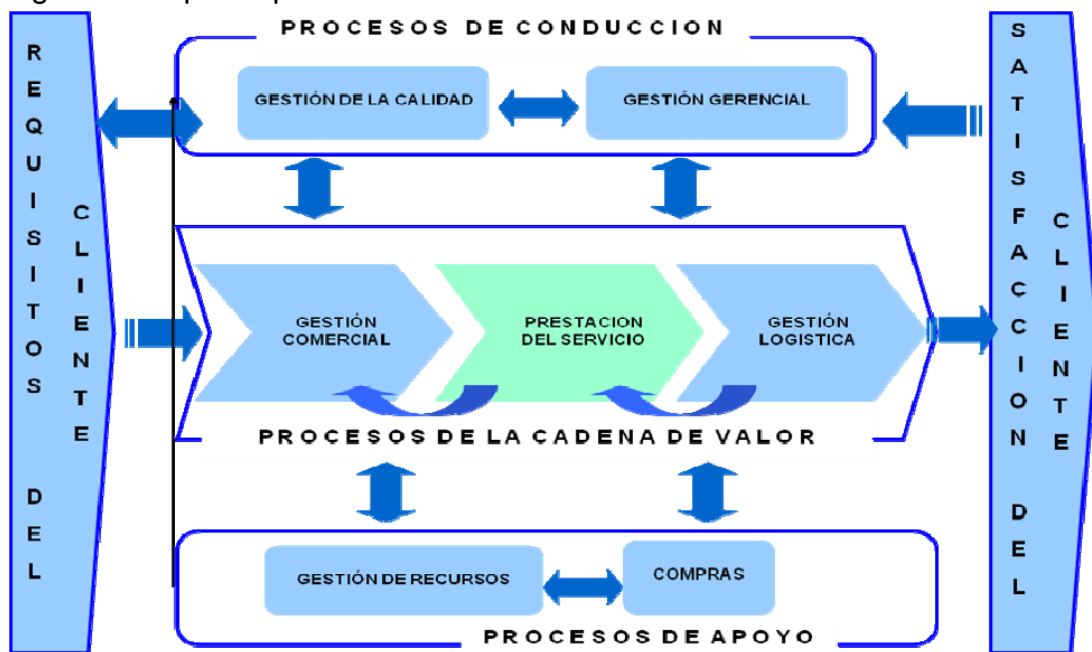
Figura 6. Mapa de ubicación



## 1.10 GENERALIDADES DE LA EMPRESA MAQUINADOS Y MONTAJES LTDA

La empresa ha desarrollado un diagrama de procesos (Ver figura 7), donde evidencia el trabajo en conjunto, mostrando las diferentes etapas que conllevan a la satisfacción del cliente por medio del cumplimiento de la política de calidad.

Figura 7. Mapa de procesos



Fuente: Manual de Calidad M&M

Se cuenta con un personal idóneo y capacitado para cumplir a cabalidad con todos y cada uno de los requerimientos que el cliente necesite.

**1.10.1 Recurso humano.** El área administrativa está dirigida por la Dirección administrativa y de Finanzas y la constituyen 5 personas.

El área de producción está formada por la Dirección de ingeniería y producción y la constituyen 23 personas.

Figura 8. Personal de producción



Fuente: Adaptada de <http://www.maqymon.com>

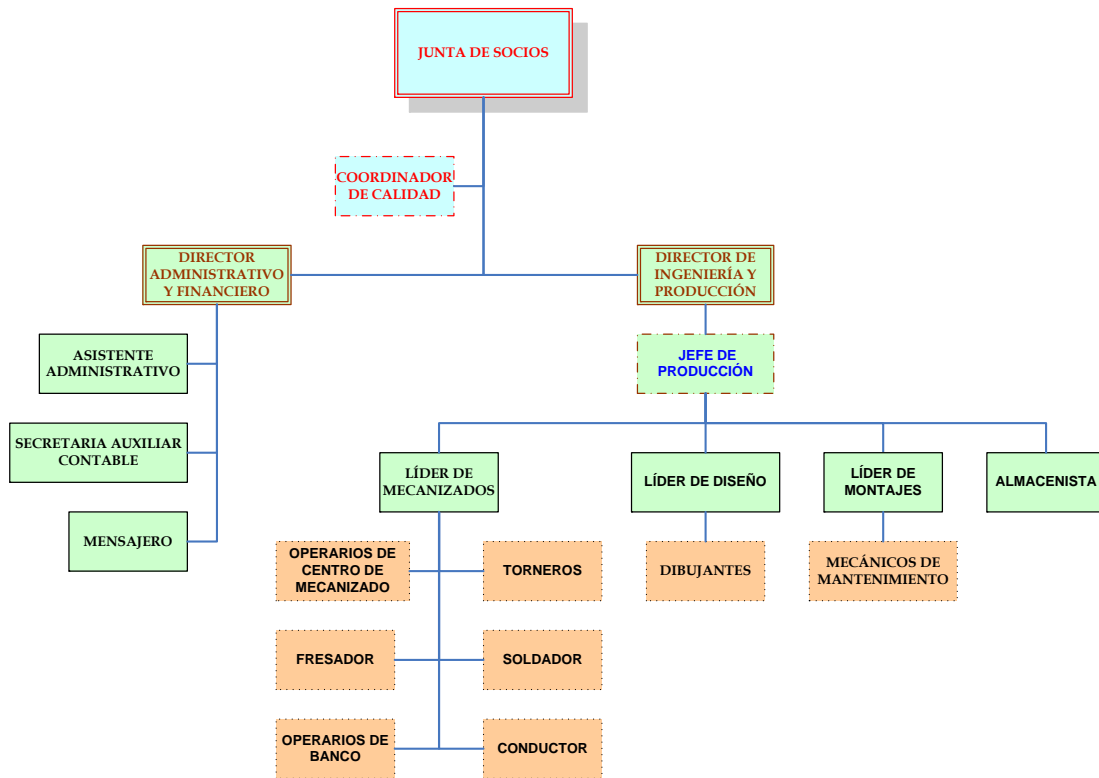
**1.10.2 Estructura organizacional.** Como muestra la figura 9, el primer nivel o también llamado nivel estratégico, está constituido por la junta de socios.

El segundo nivel o nivel funcional de la empresa está organizado en Dirección de administración y finanzas, Dirección de ingeniería y producción.

La Dirección de Administración y Finanzas se divide en: Asistente administrativo, auxiliar contable y mensajero. Estas dependencias se encargan de la gestión de compras, contabilidad, gestión de personal y finanzas en general.

La Dirección de ingeniería y producción se divide a través del jefe de producción en líder de mecanizados, líder de diseño, líder de montajes y almacén. Este equipo es responsable de captar las especificaciones del cliente, diseñar, elaborar planos, planificar y ejecutar la producción, fabricar, planificar y llevar a cabo la puesta en marcha de los productos.

Figura 9. Organigrama de MAQUINADOS Y MONTAJES Ltda.



Fuente: Manual de Calidad M&M

## 2. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA ESPECÍFICA DE TRABAJO

Figura 10. Área de producción de MAQUINADOS Y MONTAJES Ltda.



MAQUINADOS Y MONTAJES Ltda. Cuenta con dos áreas generales: el área de producción y el área administrativa.

El área de producción (Ver figura 10), es la más amplia y se divide en cinco secciones, sección de mecanizado, sección de diseño, sección de soldadura, sección de almacén y sección de banco y acabados. En la sección de mecanizado se localizan máquinas industriales tales como centros de mecanizado, tornos, fresadoras, taladros, compresores, prensa hidráulica, sierra sin fin, esmeriles, y herramientas manuales. En la sección de diseño se encuentran los equipos de cómputo destinados al Diseño. Además de la información digitalizada, cuentan con una base de datos física de los

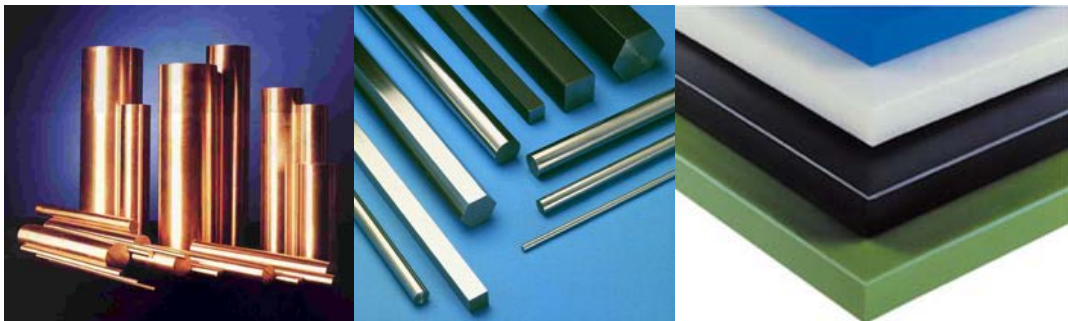
diferentes proyectos que se han desarrollado. La sección de soldadura cuenta con equipos de soldadura, equipo de oxicorte y equipos de corte por plasma. La sección de almacén se subdivide en dos, una sala dedicada al almacenamiento de muestras, repuestos y productos terminados y otra dedicada a las herramientas manuales de uso frecuente en producción y montajes. La sección de banco y acabados se encuentra dotada de pulidora de bandas, rotósfera, máquina para samblasting y herramientas manuales.

El área administrativa, está localizada en el segundo piso de la empresa, cuenta con equipos de computación y archivadores destinados a la contabilidad y administración de recurso humano.

Actualmente la empresa está adelantando un proyecto para la elaboración de una nueva planta en inmediaciones de Girón.

## 2.1 DESCRIPCIÓN DE LAS MÁQUINAS EN LA EMPRESA

Figura 11. Materia prima



Fuente: Adaptada de <http://www.cga.com.co>

Los procesos de fabricación de productos son realizados dependiendo de la forma de la materia prima (Ver figura 11) y de la forma final del producto solicitado.

Dicho proceso de fabricación del producto inicia con el corte de la materia prima que puede ser de diferentes formas, las más usuales son: corte con plasma y corte con sierra mecánica.

Sierra sin fin DURAKUT DK9, 1[HP], Largo 1.55 [m], Ancho 1[m], Alto 1.03 [m], (Ver figura 12). Usada para cumplir tareas de corte en piezas de tamaño medio<sup>2</sup>.

Figura 12. Sierra sin fin DURAKUT 9



Equipo de corte por plasma Miller Spectrum 500 (Ver figura 13). Usado en la realización de cortes en láminas de espesores hasta ½”.

---

<sup>2</sup> Tamaño medio: elementos que poseen sección transversal en un rango entre 32 [mm<sup>2</sup>] y 50000 [mm<sup>2</sup>]

Figura 13. Equipo Miller spectrum 500



Una vez se han aproximado las piezas con los cortes, se procede al mecanizado por arranque de viruta, este proceso se puede llevar a cabo en diferentes máquinas dependiendo de varios factores: tipo de mecanizado de la pieza, tamaño, material, complejidad, cantidad, disponibilidad del equipo.

Para procesos de torneado se cuenta con tornos convencionales y de control numérico computarizado. Descritos a continuación:

- Torno Horizontal DMTG CDL6251, Longitud: 1000 [mm], Volteo: 500 [mm], Husillo: 63 [mm], adquirido en noviembre de 2008 (Ver figura 14). Aquí se realizan procesos con piezas de dificultad media, tamaños pequeños de acuerdo al volteo y fabricación de piezas con número limitado de unidades.

Figura 14. Torno convencional DMTG



- ☑ Torno Horizontal IMOTURN YUNAN, Longitud: 2000 [mm], Volteo: 650 [mm], Husillo: 63 [mm], adquirido en el 2006 (Ver figura 15). Con relación al anterior torno, en este se realizan procesos con piezas de mayor tamaño de acuerdo al volteo.
  
- ☑ Torno de Control Numérico Computarizado LEADWELL LTC-20B, adquirido en el 2007 (Ver figura 16). En esta máquina se ejecutan trabajos de piezas con alto número de unidades por proceso y de gran precisión en las medidas finales.

Figura 15. Torno convencional IMOTURN



Figura 16. Torno CNC LEADWELL



- ☑ Torno Control Numérico Tipo Mantenimiento ROMI 420 de 1000 [mm] de bancada, adquirido en el 2004 (Ver figura 17). En este equipo se realizan piezas con alto grado de dificultad y de tamaño medio.

Figura 17. Torno CNC ROMI



Muchos de los productos fabricados requieren de procesos de mecanizado adicionales, diferentes al torneado. Para estos trabajos se emplean las siguientes máquinas:

Figura 18. Taladro de columna



- ☑ Taladro de columna (Ver figura 18). Es usado para operaciones de avellanado, perforaciones sencillas, pulido de piezas cilíndricas.

Figura 19. Taladro fresador QW-35



- ☑ Taladro fresador QW-35 con motor de 0.75 [KW] (Ver figura 19). Permite realizar perforaciones con diferentes grados de inclinación gracias al cabezal móvil.

Figura 20. Fresadora de torreta KONDOR



- ☑ Fresadora de torreta KONDOR, 3[HP] (Ver figura 20). En ella se realizan operaciones de mecanizado como: tallado de dientes en piñones, cuñeros, perforaciones, ranuras, operaciones de cepillado y planeado.

Figura 21. Centro de mecanizado HANDYMAN 1000



- ☑ Centro de mecanizado HANDYMAN 1000, de tres ejes. Recorrido en X: 1100 [mm], Recorrido en Y: 520 [mm], Recorrido en Z [510], Velocidad de husillo: 10000 [rpm] (Ver figura 21). En esta máquina se hacen procesos con un alto grado de dificultad. Permite la fácil ejecución de tareas complejas gracias a un control amigable que contiene Macros de procesos guiados.
  
- ☑ Centro de mecanizado vertical HARTFORD OMNIS 850 de cuatro ejes. Recorrido en X: 1000 [mm], Recorrido en Y: 510 [mm], Recorrido en Z: 510 [mm] (Ver figura 22). Se usa en trabajos de gran complejidad como moldes y matrices; gracias a su cuarto eje se realizan tareas de mecanizado de sin fines para grupos de manejo.

Figura 22. Centro de mecanizado OMNIS 850



En diversas ocasiones las piezas han sido concebidas para que hagan parte de ensambles o para que formen nuevas piezas mediante uniones. Para lograrlo la empresa MAQUINADOS Y MONTAJES Ltda., cuenta con los siguientes equipos:

- ☑ Prensa Hidráulica 10 [Ton] (Ver figura 23).
- ☑ Equipo de soldadura eléctrica Lincoln Idealar, con Boquillas TIG.
- ☑ Equipo de soldadura Mig L-Tec -250.
- ☑ 2 Equipos de soldadura TIG Miller 5-100 [Amp].
- ☑ Equipo de soldadura eléctrica Lincoln 75.
- ☑ Equipo de soldadura Autógena.

Figura 23. Prensa Hidráulica



Luego de realizada la transformación de la materia prima en el producto deseado, mediante los procesos de mecanizado, se procede a dar un acabado que depende del material y de la funcionalidad de la pieza. Para estas actividades, la empresa posee los siguientes equipos:

- Rotósfera de tres velocidades (Ver figura 24).
- Pulidora de Bandas.

- ☑ Cabina de Samblasting.
- ☑ Estufa para pavonado.
- ☑ Compresor FIAC, de pistones.

Figura 24. Rotósfera



La empresa MAQUINADOS Y MONTAJES Ltda., además de tener en su haber las máquinas y equipos descritos anteriormente, también posee equipos que ayudan al desarrollo de la actividad comercial, a la ejecución de las tareas de mecanizado y a la transformación de materias primas por métodos diferentes al arranque de viruta. Estos equipos son:

- ☑ Compresor SULLAIR de 7.5 [HP], tipo tornillo (Ver figura 25).
- ☑ Camioneta Chevrolet Iuv D-MAX 2500.

- ☑ Monta carga YALE con capacidad de 2.5 [Ton].
- ☑ Cilindradora.
- ☑ Cizalla.
- ☑ Afilador de herramientas.
- ☑ 2 esmeriles para procesos de afilado y pulido.
- ☑ Equipos manuales de corte, pulido y acabado.

Figura 25. Compresor SULLAIR



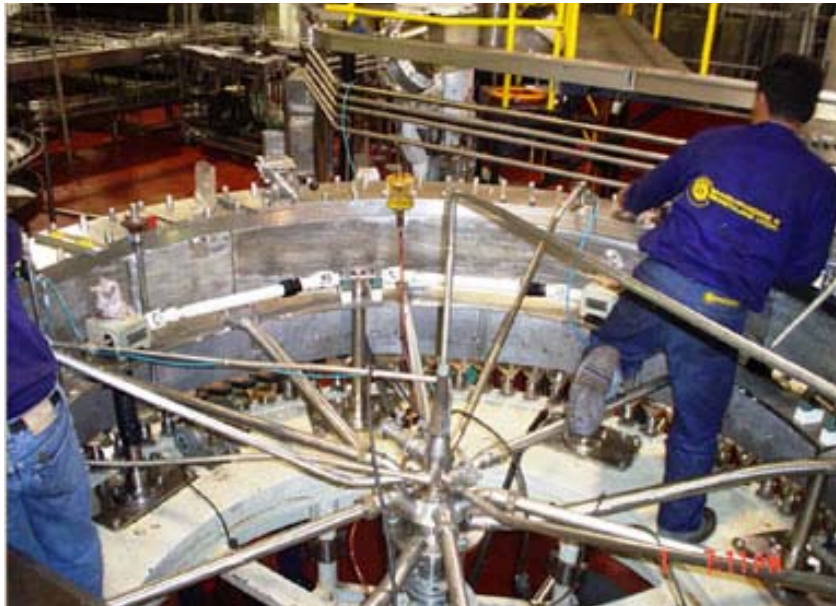
### 3. MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA MAQUINADOS Y MONTAJES LTDA

A continuación se hará una breve descripción de los tipos de mantenimiento afines con las necesidades de la empresa.

#### 3.1 MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Se entiende por mantenimiento correctivo las actividades que tienen como fin reparar o corregir una falla; esta falla debe afectar la funcionalidad del equipo en cuestión.

Figura 26. Mantenimiento Correctivo de Llenadora Meyer



Fuente: Adaptada de <http://www.maqymon.com>

Este tipo de mantenimiento es el más común, y el más usado por el personal encargado de las actividades de mantenimiento.

Para realizar adecuadamente un mantenimiento correctivo, es necesario tener conocimiento de la máquina, de las partes susceptibles a falla, y así garantizar un diagnóstico acertado que permita agilizar el proceso correctivo.

El mantenimiento correctivo en los equipos se justifica cuando se cumplen las siguientes condiciones:

- Que el equipo no se encuentre en una línea de trabajo o en un punto crítico del proceso productivo.
- Que la falla en el equipo no ocasione serios trastornos a la producción o al mantenimiento.
- Que el equipo se halle en estado obsoleto o en desuso.
- Que el equipo tenga un gemelo.
- Que sea fácilmente costeable un nuevo equipo.

Sin embargo, la aplicación del mantenimiento correctivo no implica esperar que un equipo tenga una falla para proceder a repararlo, él tiene una connotación mucho más importante en el proceso operativo del sistema de mantenimiento, inclusive, el mantenimiento, cualquiera sea el tipo de gestión siempre termina en el mantenimiento correctivo.

El mantenimiento correctivo se clasifica en: No planificado y Planificado.

**3.1.1 Mantenimiento Correctivo no Planificado.** El mantenimiento correctivo no planificado, hace referencia a la intervención inmediata de los equipos que sufren averías, con el fin de evitar sobrecostos, daños materiales, perjuicios en la salud del recurso humano, problemas de seguridad, contaminación, o aplicación de normas legales.

Este tipo de mantenimiento se aplica por lo general en equipos complejos donde la falla es difícil de predecir.

Tiene como inconvenientes:

- Que la falla puede repetirse en cualquier momento.
- La existencia de un capital pasivo destinado a la adquisición de repuestos con una larga gestión de compra que puede ocasionar un producto no conforme.
- Un diagnóstico no fiable de las causas que generan las fallas, ignorando el origen de las mismas.

Con referencia al personal que ejecuta el servicio de mantenimiento, debe ser altamente calificado y sobredimensionado en cantidad pues las fallas deben ser corregidas de inmediato.

**3.1.2 Mantenimiento Correctivo Planificado.** En el mantenimiento correctivo planificado se conoce con anticipación cual es la tarea a realizar, de modo que cuando se detenga el equipo para efectuar la reparación, se dispongan del personal, repuestos y documentos técnicos necesarios para ejecutar correctamente la labor.

A diferencia del mantenimiento correctivo no planificado en este los trabajos pueden ser programados para efectuarse en un futuro, debido a que no existe premura en la realización de la actividad y no ocasiona interferencia con la producción.

En el momento de la intervención del equipo se realizan otras actividades de mantenimiento, previamente identificadas, que no podrían efectuarse con el equipo en funcionamiento; por esta razón se sirven de las paradas, horas en contra turno, períodos de baja demanda, fines de semana o períodos de vacaciones que están programadas por la empresa.

### **3.2 MANTENIMIENTO AUTÓNOMO**

Hace referencia a las actividades que los operarios de una fábrica realizan para cuidar correctamente su área de trabajo, maquinaria, calidad de los procesos y seguridad, gracias a su experticia.

Es un pilar o proceso fundamental del TPM<sup>3</sup>. Este pilar es asignado al equipo de jefes de los departamentos de producción y está coordinado con otros pilares del TPM, como el mantenimiento Planificado, mejoras enfocadas, mantenimiento de calidad.

### **3.3 MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

Consiste en la inspección, periódica, armónica y coordinada, de los elementos propensos a fallas y la corrección anticipada de las mismas.

Los elementos básicos del mantenimiento preventivo son:

- Parte a inspeccionar.
- Instante en que debe inspeccionarse.
- Control sobre el cumplimiento de la inspección.

El ingeniero Carlos Ramón González Bohórquez presenta la siguiente definición de mantenimiento preventivo: “El mantenimiento que se ejecuta a los equipos de una planta en forma planificada y programada de manera previa, con base en inspecciones periódicas debidamente establecidas según la naturaleza de cada máquina y encaminadas a descubrir posibles defectos que puedan ocasionar paradas intempestivas de los equipos o daños mayores que afecten la vida útil de las máquinas

---

<sup>3</sup> TPM: Siglas en inglés Total Productive Maintenance, (Mantenimiento Productivo Total)

El Mantenimiento Preventivo más que técnica específica de mantenimiento es una “Filosofía” o Estado de ánimo que principia desde el momento del diseño del equipo y que determina su confiabilidad y mantenibilidad hasta su reemplazo que se establece cuando sus altos costos de mantenimiento lo justifiquen económicamente”<sup>4</sup>.

Los planes que se trazan en este tipo de mantenimiento buscan en primera instancia la atención de los equipos básicos del proceso de producción, los que requieren reparaciones de emergencia y las máquinas cuyas consecuencias puedan resultar fatales para los seres humanos.

### **3.4 DESCRIPCIÓN ACTUAL DEL MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA MAQUINADOS Y MONTAJES LTDA.**

Dentro de la producción de la empresa MAQUINADOS Y MONTAJES Ltda. Se elaboran piezas con un alto grado de precisión. Para obtener dicho grado de precisión las máquinas con las que cuenta la empresa deben estar calibradas, niveladas y en correcto funcionamiento de lo contrario se generan productos no conformes que ocasionan reprocesos. Para verificar la correcta funcionalidad de las máquinas, la empresa practica dos tipos de mantenimiento: Mantenimiento correctivo no planificado y mantenimiento autónomo.

La empresa no dispone de un sistema de información para la administración del mantenimiento de los equipos y máquinas que posee. El proceso para la ejecución de tareas de mantenimiento es de manera verbal, y no tienen un

---

<sup>4</sup> GONZÁLEZ BOHÓRQUEZ, Carlos Ramón. Mantenimiento y montajes. En: Asignatura de mantenimiento y montajes. (2007: Bucaramanga). Lecturas y diapositivas de la asignatura mantenimiento y montajes. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2007.

formato establecido para las hojas de vida de los equipos. Una vez se genera una falla en alguno de los equipos se informa al jefe de producción, quien toma la decisión de realizar o no, acciones de primera mano dependiendo de la magnitud y posible costo del mantenimiento; en algunos casos debido a la complejidad e inadecuada capacitación de los operarios se ven obligados a efectuar contrataciones externas con empresas dedicadas a la comercialización y asistencia técnica. Generalmente recurren a la empresa IMOCOM<sup>5</sup>, quienes son sus mayores proveedores de máquinas herramientas.

Se puede concluir que el mantenimiento en la empresa tiene las siguientes características:

- La mayor parte de las actividades de mantenimiento son de tipo correctivo.
- No se realiza mantenimiento preventivo en los equipos.
- Falta de capacitación del personal de la empresa para la realización de trabajos de mantenimiento.

### **3.5 DIAGNOSTICO DE LA GERENCIA DE MANTENIMIENTO**

La administración del mantenimiento no posee una figura específica dentro de la empresa que vele por la planeación, verificación y control de las labores de mantenimiento.

En vista de que las actividades de mantenimiento no son controladas, y que el único registro es el informe de servicios prestados por técnicos

---

<sup>5</sup> IMOCOM S.A.: es una compañía de servicio, líder en la comercialización de bienes de capital, la cual ofrece a sus clientes un mayor valor agregado mediante productos de alta tecnología y calidad.

contratados, o el documento de orden de trabajo diligenciado por el operario del equipo; no se puede establecer con exactitud un presupuesto para el mantenimiento. Dejando estos gastos como egresos generales sin tener en cuenta las pérdidas por horas/máquina y por horas/hombre. Tampoco es posible la medida de indicadores para la gestión de calidad en los procesos.

### 3.6 DIAGNOSTICO DEL INVENTARIO DE MÁQUINAS

En el proceso de implementación de un sistema de información para la administración del mantenimiento, el primer paso después de identificar la necesidad de la empresa, es realizar un inventario de las máquinas que posee la empresa, con el fin de establecer la cantidad, el tipo de equipos y efectuar un análisis preliminar acerca de los posibles tipos de mantenimiento que se pueden aplicar.

En la tabla 1 presentada a continuación se muestra un listado de las máquinas y equipos que existen en la empresa MAQUINADOS Y MONTAJES Ltda.

Tabla 1. Listado de Máquinas de MAQUINADOS Y MONTAJES Ltda.

ÍTEM	MÁQUINA	CANTIDAD
1	Centro de Mecanizado Hartford OMNIS 850	1
2	Centro de Mecanizado Handyman 1000	1
3	Torno CNC LEADWELL	1
4	Torno CNC ROMI	1
5	Torno Horizontal DMTG CDL6251	1
6	Torno Horizontal IMOTURN YUNAN	1

ÍTEM	MÁQUINA	CANTIDAD
7	Fresadora de Torreta KONDOR	1
8	Taladro Fresador QW	1
9	Taladro de columna	1
10	Camioneta CHEVROLET LUV D-MAX 2500	1
11	Compresor de Tornillo SULLAIR	1
12	Compresor de pistones FIAC	1
13	Sierra sin fin DURAKUT 9	1
14	Prensa Hidráulica de 10 [Ton]	1
15	Cizalla	1
16	Cilindradora	1
17	Rotósfera	1
18	Monta carga YALE de 2.5 [Ton]	1
19	Afilador de herramientas PROSOL	1
20	Cabina para Samblasting	1
21	Equipo Miller spectrum 500	1
22	Equipo de soldadura eléctrica Lincoln Idealar, con Boquillas TIG	1
23	Equipo de soldadura Mig L-Tec -250	1
24	Equipo de soldadura TIG Miller 5-100 [Amp]	2
25	Equipo de soldadura Autógena.	1
26	Equipo de soldadura eléctrica Lincoln 75	1
27	Pulidora de Bandas	1
28	Esmeril para afilado de herramientas	2

### 3.7 DIAGNOSTICO DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA DE MANTENIMIENTO

Para programar y efectuar tareas de mantenimiento es necesario conocer las máquinas y los elementos o sistemas susceptibles de falla.

Los fabricantes de maquinaria suministran catálogos de partes donde se pueden apreciar los diferentes componentes de los equipos, clasificados y referenciados para su fácil adquisición en el mercado. También proveen manuales de usuario donde se indican las acciones a seguir para la correcta operación y óptimo funcionamiento de las máquinas. Estas indicaciones involucran prácticas de mantenimiento, procedimientos de montaje y puesta a punto, procedimientos de desmontaje, recomendaciones de lubricantes, duración de vida media de los componentes, y en algunos casos están especificadas las implicaciones para el cumplimiento de la garantía legal y garantía contractual.

En la empresa MAQUINADOS Y MONTAJES Ltda. Dichos catálogos y manuales se encuentran desorganizados y ubicados en el almacén de repuestos.

A continuación se presenta la tabla 2, donde se muestra el listado de los catálogos y manuales encontrados en la empresa MAQUINADOS Y MONTAJES Ltda.

Tabla 2. Listado de Manuales de MAQUINADOS Y MONYAJES Ltda.

ÍTEM	NOMBRE DEL CATÁLOGO O MANUAL
1	Manual de operario Hartford OMNIS 850 VMC-8505
2	CONTROL NUMERICO FANUC OI MATE TC INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN

ÍTEM	NOMBRE DEL CATÁLOGO O MANUAL
3	Manual de control ITRI para Handyman 1000
4	OPERATION INSTRUCTIONS Handyman 1000
5	LEADWELL instruction Manual LTC-20 (BM)
6	Manual de Operario ROMI
7	Manual y catálogo de partes DMTG CDL6251
8	MACHINE OPERATION IMOTURN
9	Operation, Maintenance and Parts Manual Vertical Turret Milling Machine KONDOR
10	Manual de garantía y mantenimiento CHEVROLET LUV D-MAX 2500
11	Manual de usuario CHEVROLET
12	Recomendaciones de mantenimiento SULLAIR
13	Manual de garantía HERRATEC DURAKUT DK 9

### 3.8 DIAGNOSTICO EN EL TALLER DE MANTENIMIENTO

Debido al tamaño de los equipos y a la distribución de planta de MAQUINADOS Y MONTAJES Ltda. No existe un lugar específico para la ejecución de las tareas de mantenimiento, por esta razón son realizadas en lugares comunes a donde se desarrolla la producción. (Ver figura 27)

De esta manera se concluye que la empresa carece de un taller de mantenimiento, ocasionando una dificultad en las tareas de reparación de equipos y una disminución en el desarrollo de la producción.

Figura 27a. Actividades de producción y mantenimiento en área de Banco



Figura 27b. Fabricación de horquilla para caja principal de Torno DMTG



### **3.9 DIAGNOSTICO DE GESTIÓN DE REPUESTOS**

La empresa posee un listado de proveedores de los repuestos reemplazados con frecuencia. Cuando se trata de piezas originales, se recurre al representante o distribuidor del equipo.

El almacenamiento de los repuestos se realiza de forma desorganizada, sin efectuar control alguno o llevar un inventario de las partes.

El consumo de combustibles, grasas o aceites, no posee control alguno.

Asimismo se puede concluir que:

- La empresa no cuenta con un stock en el taller para casos de emergencia en relación del mantenimiento.
- No se tienen establecidos los niveles máximos ni mínimos de los repuestos, por esta razón se pueden consumir sin realizar reposiciones.
- No se lleva un inventario de materiales consumibles y suministros, tales como aceites, grasas, gasolina, ACPM, refrigerantes; ocasionando largas esperas por la llegada de los suministros.
- No se conocen costos de repuestos, materiales consumibles y suministros; y no se lleva un control de las compras, desconociendo así que tan eficiente y rentable es mantener estos inventarios.

### 3.10 DIAGNOSTICO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO

La empresa MAQUINADOS Y MONTAJES Ltda. Debido al desarrollo de la implementación del sistema de gestión de calidad ha establecido tres formatos generales para la programación, control e información de las actividades de mantenimiento.

Figura 28. Formato de Plan de Mantenimiento de la empresa MAQUINADOS Y MONTAJES Ltda.

	PLAN DE MANTENIMIENTO												Codigo: GR-RG-07	
													Fecha: Marzo de 2009	
													Versión: 01	
													Pagina 1 de 1	
Maquina	Descripción	Enero	Feb	Marz	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agost	Sep	Oct	Nov	Dic	

Fuente: Manual de Calidad M&M

- Formato de Plan de Mantenimiento: En este formato (Ver figura 28) se consignan de manera general las actividades de mantenimiento. Se realiza una breve descripción de las tareas programadas con frecuencias mensuales, sin tener en cuenta la naturaleza de las mismas.

- ☑ Formato de Orden de Trabajo de Mantenimiento: En la figura 29 se aprecia el formato de Orden de Trabajo, este formato está estructurado adecuadamente. Proporciona la información suficiente acerca de una actividad de mantenimiento, teniendo en cuenta la descripción de los trabajos realizados y los elementos utilizados durante su ejecución. A pesar de contener información relevante sobre los trabajos de mantenimiento y de ser diligenciado de manera adecuada; no se le efectúa seguimiento alguno. Debido a esto no es posible establecer parámetros o indicadores que permitan realizar programaciones de inspecciones futuras de tipo preventivo.
  
- ☑ Formato Ficha técnica de Equipo o Máquina: Es un formato muy sencillo que contiene información general de los aspectos técnicos de un equipo o máquina (Ver figura 30). No suministra información acerca de subsistemas o elementos necesarios para el funcionamiento de los equipos y tampoco identifica parámetros particulares de operación.

Estos documentos aunque no ofrezcan un sistema de información completo, son la base para el desarrollo del presente proyecto. Después de realizar un análisis de los formatos, se establecen los parámetros básicos para la estructuración de un sistema de información confiable y coherente. Una vez establecidos estos parámetros se analiza su existencia y ejecución dentro de la empresa, arrojando los resultados que se observan en la tabla 4.

Figura 29. Formato de Orden de Trabajo Mantenimiento de la empresa MAQUINADOS Y MONTAJES Ltda.

	<b>ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO</b>	<b>Código: GR-RG-05</b>
		<b>Fecha: Marzo de 2009</b>
		<b>Versión 02</b>
		<b>Página 1 de 1</b>

Fecha	Solicitado por	Orden #
Maquina		Serie
Tipo de Mantenimiento		
Preventivo	Correctivo	Lubricación

Daños encontrados:

Descripción de los Trabajos Realizados:

Materiales y Repuestos Instalados		
Cant	Descripción	Valor

Recomendaciones y Observaciones:

Personal Encargado del Mantenimiento		
Nombre	Tiempo utilizado	Firma

Fuente: Manual de Calidad M&M



Tabla 3. Parámetros para la puntuación de los Elementos básicos del sistema de información

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	PUNTUACIÓN
A	No existe un formato establecido y no se aplica	1
B	No existe un formato establecido; pero se aplica	2
C	Existe un formato establecido; pero no se aplica	3
D	Existe un formato establecido y se aplica	4

Tabla 4. Evaluación de los elementos básicos del sistema de información en la empresa MAQUINADOS Y MONTAJES Ltda.

ÍTEM	ELEMENTOS BÁSICOS DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN	PUNTUACIÓN				TOTAL
		A	B	C	D	
1	INFORMACIÓN DE EQUIPOS					6
1.1	Inventario de los equipos	<input checked="" type="checkbox"/>				
1.2	Codificación de los equipos	<input checked="" type="checkbox"/>				
1.3	Ficha técnica de los equipos				<input checked="" type="checkbox"/>	
2	PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO					5
2.1	Procedimientos estandarizados de mantenimiento		<input checked="" type="checkbox"/>			
2.2	Plan de mantenimiento para cada equipo			<input checked="" type="checkbox"/>		

ÍTEM	ELEMENTOS BÁSICOS DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN	PUNTUACIÓN				TOTAL
		A	B	C	D	
3	ADMINISTRACIÓN DE ORDENES DE TRABAJO					6
3.1	Formato de solicitud de ordene de trabajo		<input checked="" type="checkbox"/>			
3.2	Formato de orden de trabajo				<input checked="" type="checkbox"/>	
4	GESTIÓN DE REPUESTOS					3
4.1	Inventario de repuestos	<input checked="" type="checkbox"/>				
4.2	Codificación de repuestos	<input checked="" type="checkbox"/>				
4.3	Integración de la gestión de repuestos con el plan de mantenimiento	<input checked="" type="checkbox"/>				
5	GESTIÓN DE COMPRAS					4
5.1	Procedimiento de compras		<input checked="" type="checkbox"/>			
5.2	Niveles de autorización		<input checked="" type="checkbox"/>			
6	DOCUMENTACIÓN TÉCNICA DE MANTENIMIENTO					5
6.1	Biblioteca de catálogos y manuales técnicos		<input checked="" type="checkbox"/>			
6.2	Consulta de catálogos por parte del personal técnico			<input checked="" type="checkbox"/>		

ÍTEM	ELEMENTOS BÁSICOS DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN	PUNTUACIÓN				TOTAL
		A	B	C	D	
7	INSPECCIÓN, ANÁLISIS Y RETROALIMENTACIÓN					3
7.1	Índices de Inspección	<input checked="" type="checkbox"/>				
7.2	Mecanismos de Análisis	<input checked="" type="checkbox"/>				
7.3	Mecanismos de Retroalimentación	<input checked="" type="checkbox"/>				
8	ALARMAS					3
8.1	Preavisos de ordenes de trabajo		<input checked="" type="checkbox"/>			
8.2	Integración de preavisos a la gestión de recursos	<input checked="" type="checkbox"/>				
9	INDICADORES DE GESTIÓN					7
9.1	Registro de tiempos			<input checked="" type="checkbox"/>		
9.2	Registro de Costos			<input checked="" type="checkbox"/>		
9.3	indicadores de gestión establecidos	<input checked="" type="checkbox"/>				

En base a la tabla anterior se toman las medidas indicadas para el desarrollo inicial del sistema de información. Prestando especial atención a los Ítems con baja puntuación.

## **4. PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA MAQUINADOS Y MONTAJES LTDA.**

Actualmente las actividades de mantenimiento en la empresa MAQUINADOS Y MONTAJES Ltda. Son de carácter correctivo, impidiendo la inspección de los equipos, el seguimiento de los problemas y el planteamiento de planes para la prevención de fallas.

A continuación se describen las propuestas de mejoramiento del modelo de gestión de mantenimiento, procurando que este se elabore y ejecute de una manera eficiente, técnica y económica.

### **4.1 SISTEMA MANUAL DE INFORMACIÓN**

Cuando se implementa un sistema de información, se tiene en cuenta la creación de un registro organizado de toda la documentación. Uno de los primeros pasos es realizar un sistema que permita identificarlos de manera rápida y confiable, esto se logra mediante la codificación de los diferentes procesos.

**4.1.1 Codificación de equipos.** La codificación tiene como objetivo establecer un código para las máquinas y equipos de la planta de producción que permita identificar a cada uno de los equipos de acuerdo a las diferentes áreas y características de los mismos.

El código correspondiente de cada equipo está constituido por un sistema alfanumérico, el cual está compuesto por el código del área de trabajo y la clase de la máquina o equipo, con su correspondiente consecutivo.

Se comenzó la aplicación de una codificación a los equipos que fuera clara y sencilla, basada en codificaciones ya existentes, siendo aprobadas por el gerente de la empresa. La figura 31 muestra un esquema que representa la forma de codificación de los equipos en la planta.

Figura 31. Esquema de codificación de equipos



A continuación se definen los aspectos que integran la codificación de los equipos:

- Código de área de producción: El código de área de producción está conformado por tres letras, que son: la primera letra y las dos letras más significativas del nombre del área.

La tabla 5 muestra las diferentes áreas que se encuentran en la empresa MAQUINADOS Y MONTAJES Ltda. Con su respectiva codificación.

Tabla 5. Código de área de producción

ÁREA DE PRODUCCIÓN	CÓDIGO
Almacén de herramientas e insumos	AHI
Almacén de materia prima	AMP

ÁREA DE PRODUCCIÓN	CÓDIGO
Almacén de muestras y producto terminado	APT
Banco	BAN
Cargue y descargue	CAR
Ensamble y montaje	ENS
Mecanizado	MEC
Mantenimiento	MTO
Pavonado	PAV
Pintura y acabado	PIN

- Clase de equipo: El código de la clase de equipo está conformado por la primera letra del nombre de la máquina o equipo y seguido por la primera consonante. En el caso de que dos nombres de equipos coincidan con la codificación mencionada, se cambia la segunda letra del código de uno de los equipos, por la siguiente consonante del mismo nombre. Para las máquinas o equipos que estén conformados por dos palabras, el código se forma por la primera letra de cada palabra.

La tabla 6 muestra los diferentes equipos que se tienen en la empresa MAQUINADOS Y MONTAJES Ltda. Con su respectiva codificación.

Tabla 6. Código de clase de equipo

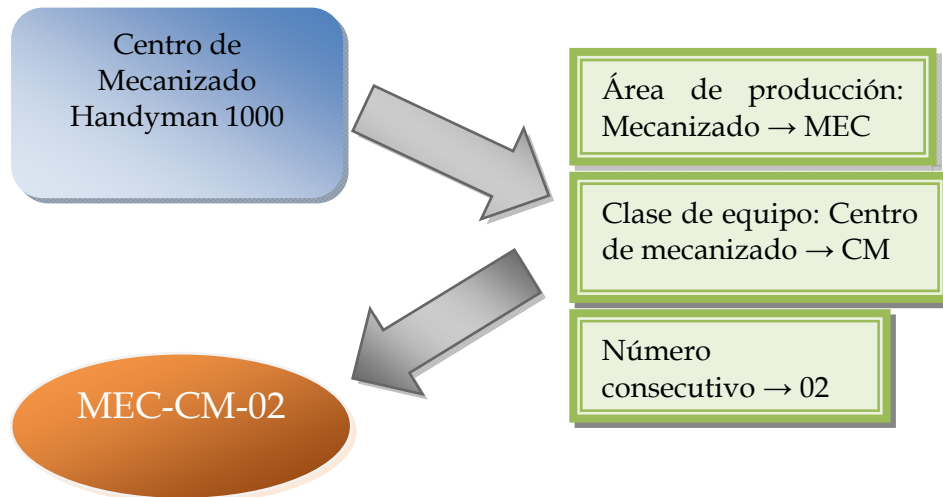
EQUIPOS	CÓDIGO
Aire acondicionado	AA
Caladora	CL
Centro de mecanizado	CM

EQUIPOS	CÓDIGO
Cilindradora	CD
Compresor de aire	CA
Cortador de plasma	CP
Esmeril	ES
Fresadora de torreta	FT
Monta carga	MC
Motor eléctrico	ME
Motor tool	MT
Prensa hidráulica	PH
Prensa manual	PM
Pulidora	PL
Sierra mecánica	SM
Soldador de Arco	SA
Soldador MIG	MG
Taladro de árbol	TA
Taladro fresador	TF
Torno paralelo	TP
Torno CNC	TC
Vehículo de transporte	VT

- Número Consecutivo: Es el número consecutivo para una misma clase de máquinas o equipos.

La figura 32 muestra un ejemplo de la codificación de un equipo:

Figura 32. Ejemplo de codificación de equipo



**4.1.2 Codificación de procedimientos.** Es un código de tipo alfanumérico, con 11 caracteres repartidos así: las 3 primeras letras hacen referencia al área, las 2 siguientes letras identifican el equipo asociado al procedimiento, después dos letras para la frecuencia con que se debe realizar el procedimiento, a continuación se encuentran las 2 letras que indican el tipo de mantenimiento, y los 2 últimos números corresponden a una cifra consecutiva que identifique el número del procedimiento.

Para lograr coherencia y orden en la codificación, se mantienen las mismas definiciones de área de producción clase de equipo y número consecutivo descritas anteriormente. A continuación se definen los aspectos que integran la codificación de los procedimientos:

- ☑ Frecuencia de la realización del procedimiento: Este código está conformado por las primeras letras del nombre de la frecuencia con que se

realiza el procedimiento; si existe una frecuencia que concuerde con otra, esta toma las dos primeras consonantes de la frecuencia.

La tabla 7 muestra las diferentes frecuencias y su codificación

Tabla 7. Codificación de frecuencia

FRECUENCIA	CÓDIGO
Diaria	DI
Semanal	SE
Mensual	ME
Trimestral	TR
Semestral	SM
Anual	AN
Otro	-----

- Tipo de mantenimiento: Este código está constituido por las dos primeras letras de la actividad de mantenimiento.

La tabla 8 muestra los tipos de mantenimientos con su respectiva codificación.

Tabla 8. Tipo de Mantenimiento

TIPO DE MANTENIMIENTO	CÓDIGO
Correctivo	CO
Eléctrico	EL
Electrónico	EC

TIPO DE MANTENIMIENTO	CÓDIGO
General	GE
Hidráulico	HI
Inspección	IN
Limpieza	LI
Lubricación	LU
Mecánico	ME
Neumático	NE
Predictivo	PR
Otro	-----

Figura 33. Ejemplo de codificación del procedimiento



En la figura 33 se muestra un ejemplo para la codificación de un procedimiento de mantenimiento. El procedimiento consiste en la lubricación de rodamientos de la cilindradora que se encuentra en el área de Banco.

**4.1.3 Codificación de recursos.** La identificación de los recursos empleados en la ejecución del mantenimiento se codifica mediante un

sistema alfanumérico de 9 caracteres. Los tres primeros son letras que suministran información sobre la ubicación del recurso (Área de producción), los dos siguientes son dos letras que identifican el tipo de recurso (repuesto, material, insumo o herramienta), los dos siguientes son letras que identifican el nombre del recurso, los 2 últimos caracteres son números que representan el consecutivo.

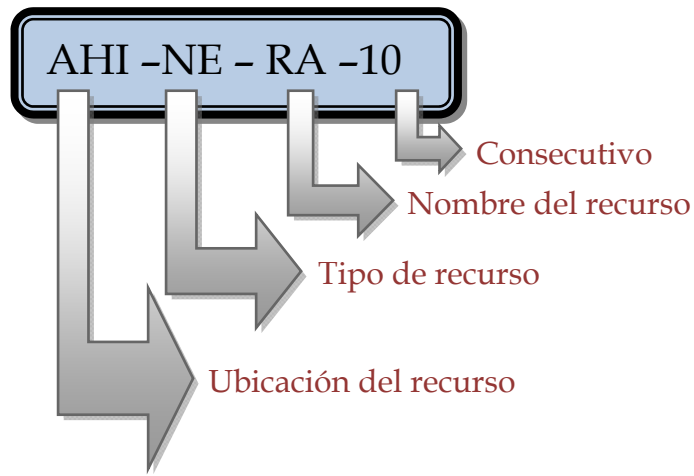
La tabla 9 muestra los códigos para el tipo de recurso.

Tabla 9. Tipo de Recurso

REPUESTO	CÓDIGO
Mecánico	ME
Eléctrico	EL
Electrónico	EC
Hidráulico	HI
Neumático	NE
HERRAMIENTA	CÓDIGO
Máquina	MA
Almacén	AL
MATERIAL	CÓDIGO
Consumible	CO
Fungible	FU
Insumo	IN
Implemento de seguridad	IS

El ejemplo mostrado en la figura 34, representa la codificación de un Racor FESTO QS - ½ - 10.

Figura 34. Ejemplo de codificación de recursos



## 4.2 ANÁLISIS DE CRITICIDAD

El análisis de criticidad es una metodología que permite jerarquizar sistemas, instalaciones y equipos, en función de su impacto global, con el fin de facilitar la toma de decisiones.

Para realizar un análisis de criticidad se debe: definir un alcance y propósito para el análisis, establecer los criterios de evaluación y seleccionar un método de evaluación para jerarquizar la selección de los sistemas objeto del análisis.

El análisis de criticidades genera una lista ponderada desde el elemento más crítico hasta el menos crítico del total de elementos analizados, diferenciando tres zonas de clasificación: alta criticidad, mediana criticidad y baja criticidad.

Una vez identificadas estas zonas, es más fácil diseñar una estrategia, para realizar estudios o proyectos que mejoren la confiabilidad operacional,

iniciando las aplicaciones en el conjunto de procesos ó elementos que formen parte de la zona de alta criticidad.

Los criterios para realizar un análisis de criticidad están asociados con: seguridad, ambiente, producción, costos de operación y mantenimiento, rata de fallas y tiempo de reparación. Estos criterios se relacionan con una ecuación matemática, que genera puntuación para cada elemento evaluado. La lista generada, resultado de un trabajo de equipo, permite nivelar y homologar criterios para establecer prioridades, y focalizar el esfuerzo que garantice el éxito maximizando la rentabilidad.

El análisis cuantitativo de la criticidad depende del objetivo que se jerarquice. Desde esta óptica existe una gran diversidad de herramientas de criticidad, según las oportunidades y las necesidades de la organización:

- Flexibilidad operacional (Disponibilidad de función alterna o de respaldo).
- Efecto en la continuidad operacional (Capacidad de producción).
- Efecto en la calidad del producto.
- Efecto en la seguridad, ambiente e higiene.
- Costos de paradas y del mantenimiento.
- Frecuencia de fallas (Confiabilidad).
- Condiciones de operación (Temperatura, presión, fluido, caudal, velocidad).
- Flexibilidad (Accesibilidad para inspección y mantenimiento).
- Requerimientos (Disponibilidad de recursos para inspección y mantenimiento).
- Disponibilidad de repuestos.

**4.2.1 Modelo de criticidad de factores ponderados basado en el concepto del riesgo.** El objetivo de un análisis de criticidad es establecer un

método que sirva de instrumento de ayuda en la determinación de la jerarquía de procesos, sistemas y equipos de una planta, permitiendo subdividir los elementos en secciones que puedan ser manejadas de manera controlada y auditable.

Desde el punto de vista matemático la criticidad se puede expresar como:

$$\text{Criticidad} = \text{Frecuencia} \times \text{Consecuencia} \quad (1)$$

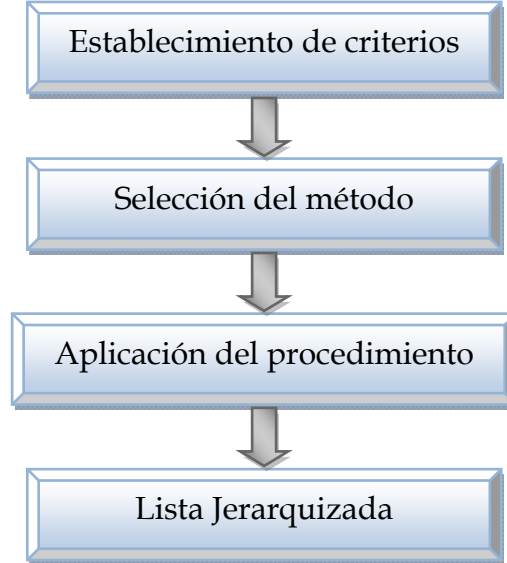
$$\text{Frecuencia} = \text{Rango de fallas en un tiempo determinado} \left[ \frac{\text{fallas}}{\text{mes}} \right] \quad (2)$$

$$\text{Consecuencia} = \left( \begin{array}{l} [\text{impacto operacional} \times \text{Flexibilidad}] \\ + [\text{Costos de mantenimiento}] \\ + [\text{Efecto de seguridad, ambiente e higiene}] \end{array} \right) \quad (3)$$

Donde la frecuencia está asociada al número de eventos o fallas que presenta el sistema o proceso evaluado y la consecuencia se refiere al impacto y flexibilidad operacional, los costos de reparación y los impactos en seguridad y ambiente. En función de lo antes expuesto se establecen como criterios fundamentales para realizar un análisis de criticidad los siguientes:

- Seguridad.
- Ambiente.
- Producción.
- Costos (operacionales y de mantenimiento).
- Tiempo promedio para reparar.
- Frecuencia de falla.

Figura 35. Modelo básico del análisis de criticidad



Un modelo básico de análisis de criticidad, es equivalente al mostrado en la figura 35. El establecimiento de criterios se basa en los seis criterios fundamentales nombrados en el párrafo anterior. La definición de cada criterio es:

- ☑ Frecuencia de fallas: Es el número de veces que se repite un evento considerado como falla dentro de un período de tiempo<sup>6</sup>.
- ☑ Impacto operacional: Se entiende como los efectos causados en la producción.
- ☑ Flexibilidad operacional: Definida como la posibilidad de realizar un cambio rápido para continuar con la producción sin incurrir en costos o pérdidas considerables.
- ☑ Costo del mantenimiento: Se calcula teniendo en cuenta todos los costos que implica la labor de mantenimiento; dejando por fuera los costos inherentes a la producción sufridos por la falla.

---

<sup>6</sup> Para la realización del análisis de criticidad, el periodo de tiempo utilizado es de un año.

- ☑ Impacto de seguridad y medio ambiente: Enfocado a evaluar los posibles inconvenientes que puede causar sobre las personas o el medio ambiente.

Para la selección del método de evaluación se toman criterios de ingeniería, factores de ponderación y cuantificación. La aplicación de un procedimiento definido se trata del cumplimiento de la guía de aplicación que se haya diseñado. Por último, la lista jerarquizada es el producto que se obtiene del análisis.

Emprender un análisis de criticidad tiene su máxima aplicabilidad cuando se han identificado al menos una de las siguientes necesidades:

- Fijar prioridades en sistemas complejos.
- Administrar recursos escasos.
- Crear valor.
- Determinar impacto en el negocio.
- Aplicar metodologías de confiabilidad.

Los factores ponderados de cada uno de los criterios a ser evaluados por la encuesta se presentan a continuación:

Tabla 10. Factores ponderados

FRECUENCIA DE FALLAS	CONSIDERACIÓN	VALOR
	Alta (mayor a 5 fallas/año)	4
	Promedio (2-4 fallas/año)	3
	Baja (1-2 fallas/año)	2
	Excelente (menos de 1 falla/año)	1

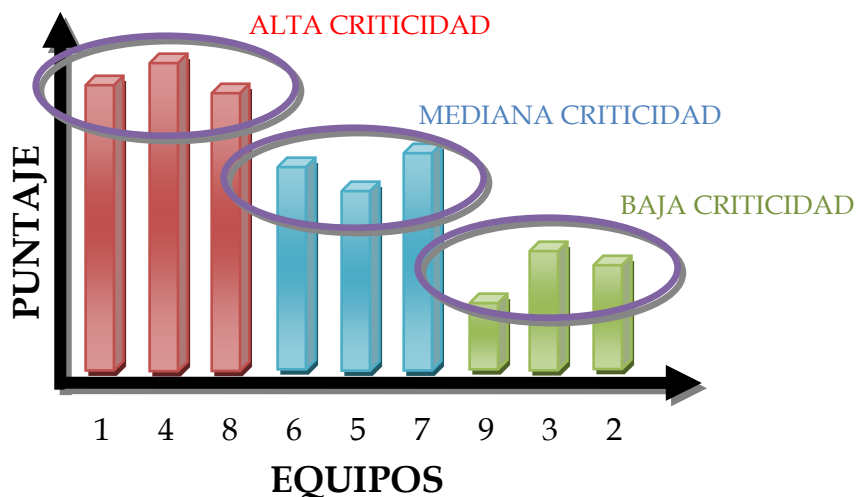
	CONSIDERACIÓN	VALOR
IMPACTO OPERACIONAL	Pérdida de toda la producción	10
	Parada del equipo o de alguno de sus sistemas con repercusión en otros equipos	6
	Impacta los niveles de Producción o calidad	4
	Repercute en costos operativos adicionales asociados a la disponibilidad del equipo	2
	No genera ningún efecto significativo sobre la producción, las operaciones o la calidad	1
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	No existe opción de producción y no hay función de repuesto	4
	Hay opción de repuesto compartido/almacén	2
	Función de repuesto disponible	1
COSTOS DE MANTENIMIENTO	De 20.000.000 a 25.000.000 de pesos	20
	De 10.000.000 a 20.000.000 de pesos	10
	De 2.000.000 a 10.000.000 de pesos	5
	De 0 a 2.000.000 de pesos	1
IMPACTO DE SEGURIDAD AMBIENTE E HIGIENE	Afecta la seguridad humana interna o externa a la planta y requiere la notificación a entes externos de la empresa	40
	Afecta el medio ambiente produciendo daños severos	32
	Afecta las instalaciones causando daños severos	24
	Provoca accidentes menores al personal interno	16
	Provoca un efecto ambiental pero no infringe las normas	8
	No provoca ningún daño a las personas o el medio ambiente:	0

La ecuación de criticidad permite definir una puntuación para cada equipo de acuerdo con los factores ponderados. Los valores de criticidad obtenidos pueden ser representados de dos formas:

- ☑ La primera consiste en ordenarlos de mayor a menor, y serán graficados utilizando diagramas de barra, lo cual permitirá de forma fácil visualizar la distribución descendente de los equipos evaluados. La distribución de barras, en la mayoría de los casos, permitirá establecer de forma fácil tres zonas específicas: alta criticidad, mediana criticidad y baja criticidad.

La figura 36 muestra un ejemplo de un diagrama de barra, para indicar las tres zonas que caracterizan un análisis de criticidad.

Figura 36. Diagrama de zonas características de un análisis de criticidad



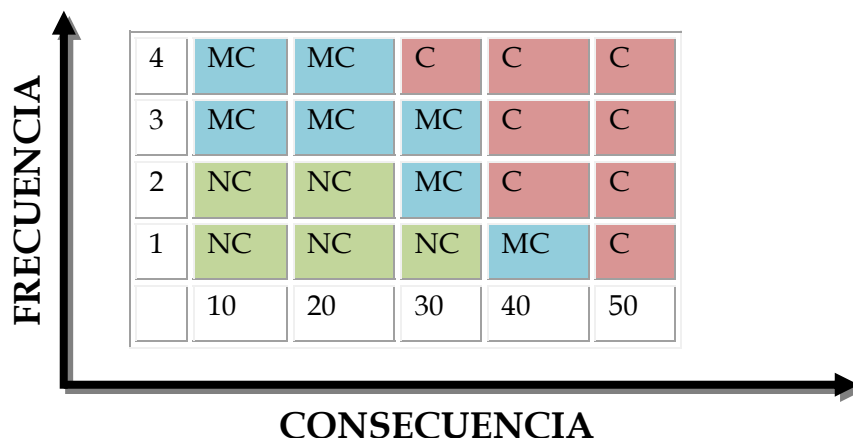
- ☑ La segunda consiste en elaborar una matriz de riesgo (Ver Figura 37) donde se toman los valores totales individuales de cada uno de los factores principales: frecuencia y consecuencias y se ubican en la matriz de criticidad. El valor de consecuencias en el eje X y el valor de frecuencia en el eje Y.

Es una matriz sencilla que de forma inmediata muestra el grado de criticidad en que se encuentran los equipos evaluados. Para la correcta construcción se debe contar con información histórica confiable, un conocimiento de planta y de procesos muy bien sustentado, de lo contrario se puede incurrir en errores.

La matriz de criticidad mostrada en la siguiente figura permite jerarquizar los equipos en tres áreas:

- Área de Equipos No Críticos (NC)
- Área de Equipos de Media Criticidad (MC)
- Área de Equipos Críticos (C)

Figura 37. Matriz general de criticidad



**4.2.2 Análisis de criticidad de las máquinas de producción de la empresa MAQUINADOS Y MONTAJES Ltda.** Para determinar el programa de mantenimiento que se debe implementar en las máquinas de la empresa MAQUINADOS Y MONTAJES Ltda., es necesario evaluar la criticidad de cada uno de ellos con respecto a los diferentes factores que se puedan presentar.

En la empresa MAQUINADOS Y MONTAJES Ltda. Se realizó el análisis de criticidad basado en el concepto de riesgo, y se ponderó el proceso por medio de las ecuaciones (1), (2), (3)<sup>7</sup>.

Los criterios de evaluación con su respectiva calificación se calcularon con la información proporcionada por el jefe de producción; además se realizaron consultas en las hojas de vida de los equipos, los catálogos y manuales suministrados por el fabricante y se analizaron las observaciones presentadas por los operarios.

Los equipos a los que se les realizó el estudio de criticidad fueron los siguientes:

- Sierra sin fin DURAKUT.
- Equipo de corte con plasma Miller Spectrum 500.
- Torno Horizontal DMTG.
- Torno Horizontal IMOTURN.
- Torno CNC LEADWELL LTC-20B.
- Torno CNC ROMI 420.
- Taladro de columna.
- Taladro fresador QW-35.
- Fresadora de torreta KONDOR.
- Centro de mecanizado HANDYMAN 1000.
- Centro de mecanizado vertical HARTFORD OMNIS 850.
- Prensa Hidráulica.

---

<sup>7</sup> Hace referencia al punto “Modelo de criticidad de factores ponderados basado en el concepto del riesgo”, página 58.

- Cilindrador.
- Cizalla.
- Afilador de herramientas.
- Esmeril.
- Equipo de soldadura Autógena.
- Rotósfera.
- Pulidora de Bandas.
- Cabina de Samblasting.
- Estufa para pavonado.
- Compresor FIAC.
- Compresor SULLAIR.
- Camioneta Chevrolet Iuv D-MAX 2500.
- Monta carga YALE con capacidad de 2.5 [Ton].
- Equipo de soldadura eléctrica Lincoln Idealar.
- Equipo de soldadura Mig L-Tec -250.
- Equipos de soldadura TIG Miller 5-100 [Amp].
- Equipo de soldadura eléctrica Lincoln 75.

En la tabla 11 se aprecian los resultados obtenidos tras la adjudicación de valores para cada parámetro de evaluación.

Una vez realizada la evaluación de los criterios se procede a ubicar cada uno de los equipos en la matriz general de criticidad.

Para obtener el nivel de criticidad de cada sistema se toman los valores totales individuales de cada uno de los factores principales: frecuencia y consecuencias y se ubican en la matriz de criticidad (Ver figura 38).

Tabla 11. Evaluación de criterios en los equipos de MAQUINADOS Y MONTAJES Ltda.

#	EQUIPO	CRITERIO					CONSECUENCIA	CRITICIDAD TOTAL
		Frecuencia de fallas	Impacto operacional	Flexibilidad operacional	Costo de Mto <sup>8</sup>	SAH <sup>9</sup>		
1	Sierra sin fin DURAKUT	2	2	2	1	16	21	42
2	Equipo de corte con plasma	1	2	2	1	16	21	21
3	Torno Horizontal DMTG	4	4	4	1	16	33	132
4	Torno Horizontal IMOTURN	3	4	2	1	16	25	75

Continúa...

<sup>8</sup> Mto: Mantenimiento.

<sup>9</sup> SAH: Impacto de Seguridad, Ambiente e Higiene

Continuación.

5	Torno CNC LEADWELL LTC-20B	3	4	2	5	16	29	87
6	Torno CNC ROMI 420	2	4	2	5	16	29	58
7	Taladro de columna	1	1	1	1	16	18	18
8	Taladro fresador QW-35	1	1	2	1	16	19	19
9	Fresadora de torreta KONDOR	2	2	2	1	16	21	42
10	Centro de mecanizado HANDYMAN	4	4	2	5	16	29	116

Continúa...

Continuación.

11	Centro de mecanizado vertical HARTFORD	2	4	2	5	16	29	58
12	Prensa Hidráulica	3	2	1	1	16	19	57
13	Compresor FIAC	1	1	1	1	8	10	10
14	Compresor SULLAIR	1	6	2	1	16	29	29
15	Rotósfera	1	1	2	1	0	3	3
16	Pulidora de Bandas	1	1	2	1	0	3	3
17	Equipo de soldadura eléctrica	1	1	2	1	16	19	19

Continúa...

Continuación.

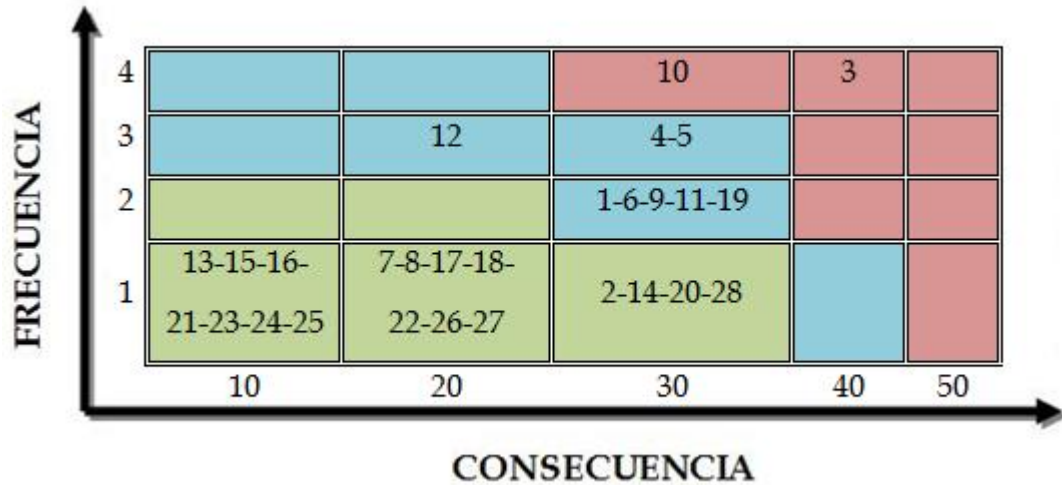
18	Equipo de soldadura Autógena	1	1	2	1	16	19	19
19	Equipo de soldadura TIG	2	2	2	1	16	21	42
20	Equipo de soldadura MIG	1	2	2	1	16	21	21
21	Cabina de Samblasting	2	2	1	1	0	3	6
22	Estufa para pavonado	1	1	1	1	16	18	18
23	Esmeril	1	1	1	1	0	2	2
24	Cilindradora	1	1	1	1	0	2	2

Continúa...

Continuación.

25	Monta carga YALE	1	1	1	1	0	2	2
26	Cizalla	1	1	1	1	16	18	18
27	Afilador de herramientas	1	1	2	1	16	19	19
28	Camioneta Chevrolet luv D-MAX 2500	1	2	2	5	16	25	25

Figura 38. Matriz general de criticidad



En conclusión, los equipos de acuerdo al grado de criticidad se sitúan de la siguiente manera:

Equipos No Críticos:

- Equipo de corte con plasma
- Taladro de columna
- Taladro fresador QW-35
- Compresor FIAC
- Compresor SULLAIR
- Rotósfera
- Pulidora de Bandas
- Equipo de soldadura eléctrica
- Equipo de soldadura Autógena
- Equipos de soldadura MIG
- Cabina de Samblasting
- Estufa para pavonado
- Esmeril
- Cilindradora

- Monta carga YALE
- Cizalla
- Afilador de herramientas
- Camioneta Chevrolet Iuv D-MAX 2500

Equipos de Media Criticidad:

- Sierra sin fin DURAKUT
- Torno Horizontal IMOTURN
- Torno CNC LEADWELL LTC-20B
- Torno CNC ROMI 420
- Centro de mecanizado vertical HARTFORD
- Prensa Hidráulica
- Equipo de soldadura TIG
- Fresadora de torreta KONDOR

Equipos Críticos:

- Torno Horizontal DMTG
- Centro de mecanizado HANDYMAN

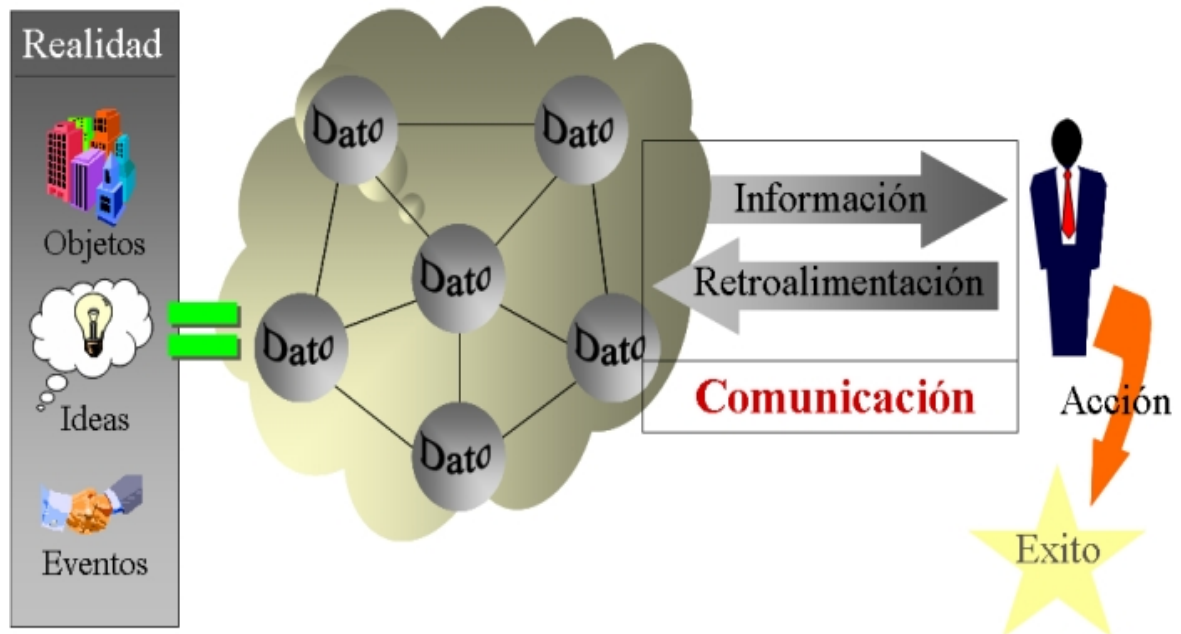
El desarrollo del plan de mantenimiento autónomo y preventivo para cada uno de los equipos se realiza en base al anterior análisis y con el apoyo de la técnica del jefe de taller, la experiencia de los operarios y las recomendaciones de los manuales y catálogos de los fabricantes.

## 5. SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO

### 5.1 SISTEMA DE INFORMACIÓN

Todo sistema organizacional depende, en mayor o menor medida de una entidad genérica denominada sistema de información. Este sistema es el medio por el cual los datos o información fluyen entre las distintas secciones y personas de la organización. Las finalidades de los sistemas de información, son procesar entradas, mantener archivos de datos relacionados con la organización, y producir las salidas de información correspondientes (Ver figura 39).

Figura 39. Sistema de información



Fuente: <http://www.unap.cl/~setcheve/siiqq/Page3.html>

El sistema de información es un primer paso en el camino hacia la excelencia en una empresa, permite llevar con eficiencia las actividades de mantenimiento y asegura el registro único de la historia de los equipos de la empresa.

Las ventajas de un buen sistema de información son, el tener un historial en el instante oportuno, y una fuente de información que permite enlazar todos los departamentos de una empresa.

Estos registros permiten llevar un control general de la gestión de mantenimiento, así como de los costos, también facilita y agiliza la presentación de informes y contribuye en el control de las políticas gerenciales de la empresa y del departamento de mantenimiento.

## **5.2 SISTEMAS COMPUTARIZADOS PARA LA ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO**

El objetivo de las organizaciones del mantenimiento es maximizar el tiempo de operación en la forma más eficiente en términos monetarios y vida útil de la máquina. Para lograr este objetivo, se deben especificar con claridad las siguientes estrategias:

- Técnicas de mantenimiento acordes con las condiciones e historia del equipo.
- Métodos adecuados para planear y programar las órdenes de trabajo y la utilización de los recursos existentes.
- Supervisión de las actividades de mantenimiento, recopilación de datos e informes del desempeño para apoyar la mejora continua.

Estas tres actividades necesitan datos acerca de los equipos, los trabajadores, las órdenes de trabajo, los trabajos, los estándares de trabajo, los programas de producción.

La cantidad de información que se recopila, procesa y utiliza para toma de decisiones es demasiada, por lo que se requiere un enfoque organizacional para la gestión de la información obtenida.

Por lo tanto la complejidad, incertidumbres presentes en el proceso del mantenimiento, ingeniería y la cantidad de información manejada en un sistema típico de mantenimiento requieren el apoyo de un sistema computacional. Un soporte apropiado sistematizado proporciona los medios para una respuesta eficiente tanto rápida y oportuna.

Un SCAM<sup>10</sup> es básicamente un sistema de información adaptado para dar servicio al mantenimiento, ayuda al proceso de recopilación de datos, registro, almacenamiento, actualización, procesamiento, comunicación y pronósticos. Es efectivo para la planeación, programación y control de las actividades de mantenimiento.

Hay ciertos puntos importantes en el desarrollo de un sistema de información en una empresa en crecimiento, como:

- El sistema debe satisfacer los requerimientos del mantenimiento.
- El sistema debe ser amigable con el usuario.
- Los planificadores y los Ingenieros de Mantenimiento deben estar capacitados para el manejo del Sistema Computarizado para la Administración del Mantenimiento.

---

<sup>10</sup> SCAM: Sistema Computarizado para la Administración del Mantenimiento.

- Los informes del Sistema Computarizado para la Administración del Mantenimiento, deben ser utilizados para mejorar el mantenimiento.

El éxito de un SCAM, puede medirse por su capacidad para apoyar el proceso de mantenimiento, de configuración del software y el hardware, lo que se traduce en unos términos de alta confiabilidad de uso, calidad de la información y procesamiento oportuno.

En términos de apoyo al proceso del mantenimiento, un SCAM, generalmente incluye las siguientes funciones:

- Identificación del equipo y lista de materiales.
- Mantenimiento Preventivo.
- Administración de las órdenes de trabajo.
- Planeación y programación.
- Control de inventarios y compras.
- Mano de obra y estándares de trabajo.
- Historia del equipo.
- Costos y presupuestos.
- Informes de desempeño.
- Informes de calidad.

### **5.3 ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN**

El sistema de información es una herramienta poderosa para la gestión de grandes volúmenes de datos de uso recurrente, estándar y organizado, para un propósito particular, que por medio del software y hardware permite:

- Reducir costos de gestión (papeleo, burocracia, tiempo)

- Que la información requerida aparezca en tantos lugares como sea necesario en tiempo real.
- Manejo de información centralizada pero compartida por distintos usuarios y aplicaciones.
- Captura, manejo e interpretación amigable.

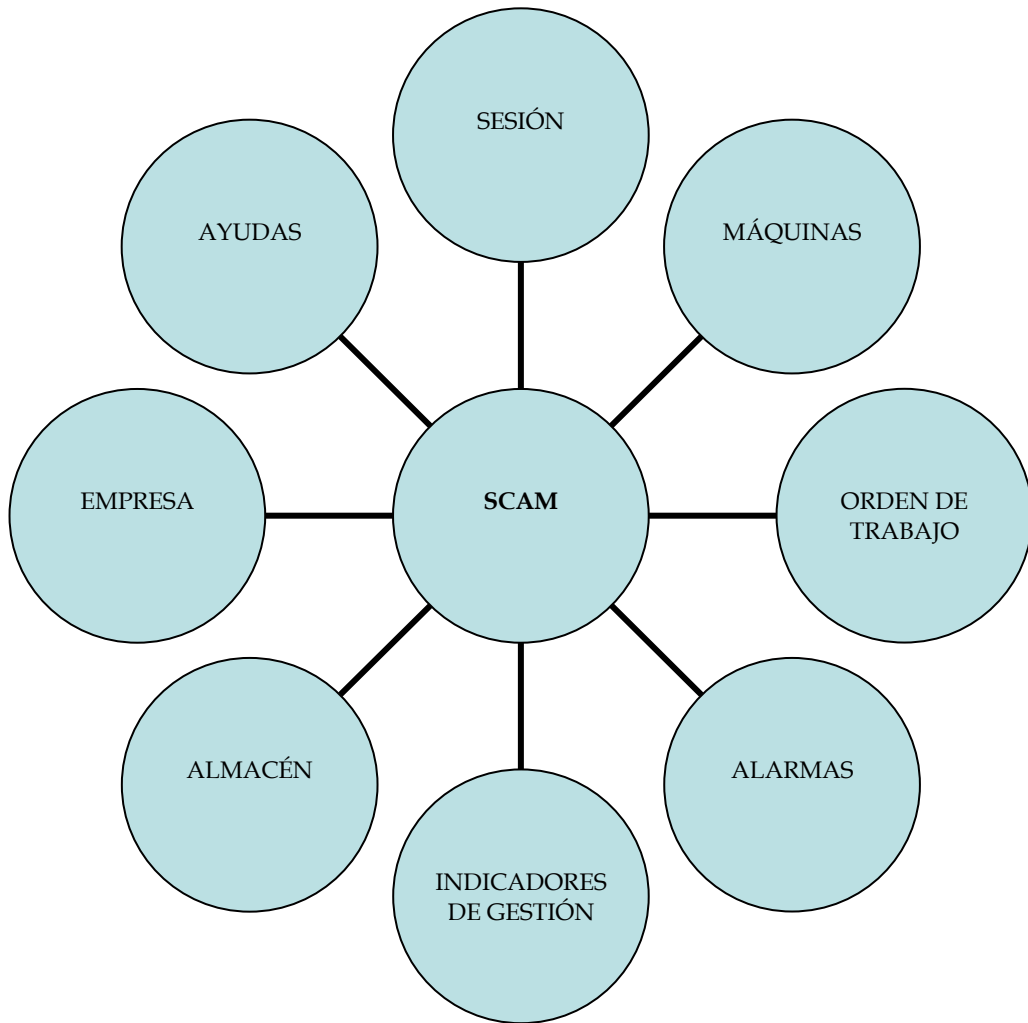
La estructura de un sistema de información está concebida para que de una manera ágil, eficiente y ordenada se maneje toda la información pertinente y necesaria para el desempeño eficaz del área de mantenimiento. Esta estructura está compuesta por módulos los cuales almacenan la información y a través de su interrelación permite la obtención de indicadores de gestión y reportes que facilitan el análisis del comportamiento de los equipos y del mantenimiento, así como la administración adecuada de los recursos.

#### **5.4 SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA EL CONTROL DEL MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA MAQUINADOS Y MONTAJES LTDA.**

Este trabajo de grado es ejecutado en la empresa MAQUINADOS Y MONTAJES Ltda. y busca dotarla de una herramienta para el buen desarrollo de las actividades de mantenimiento. Teniendo en cuenta los diferentes parámetros y módulos con los que puede contar un sistema de este tipo (Ver figura 40).

Esta contribución desea complementar y reforzar las tareas de mantenimiento que actualmente se llevan a cabo y con ello facilitar la comunicación entre las diferentes dependencias para incrementar el control y análisis de los objetivos que se ha trazado la empresa.

Figura 40. Módulos del sistema de información.

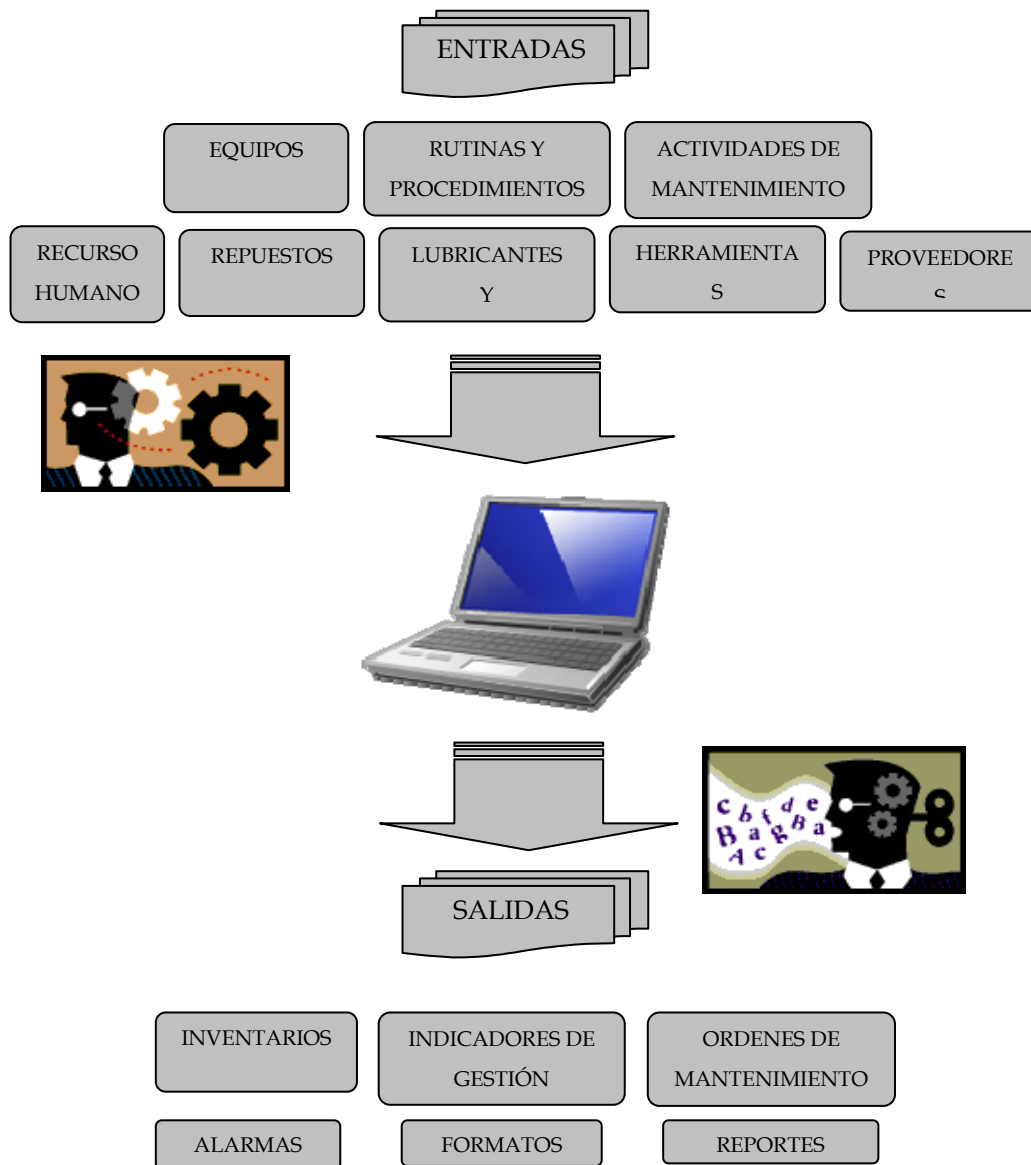


La información en una empresa puede suministrarse y manejarse de forma manual (escrita) o usando un SCAM. En ambos casos la influencia sobre la gestión de las actividades del mantenimiento es magna; ya que una compañía por pequeña que sea posee una cantidad moderada de información sobre sus equipos, como: manuales, catálogos de operación y servicio suministrados por los proveedores o vendedores. La discrepancia en el método del manejo de la información radica en la rapidez con la que se pueden operar grandes volúmenes de información a cambio de niveles

mínimos de esfuerzo, además de la eficiencia y exactitud con la que se logran calcular y controlar los diferentes índices de gestión de la empresa.

El objetivo fundamental del sistema de información para el mantenimiento es presentar continuamente la base de datos esencial para la correcta y oportuna planificación del mantenimiento y la evaluación de su gestión.

Figura 41. Flujo de información



Partiendo de las necesidades establecidas se pueden generar los parámetros y secuencias de alimentación del SCAM. Dando como resultado un flujo relacionado de la información, mostrado en la figura 41.

## 6. MANUAL DEL USUARIO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA EMPRESA MAQUINADOS Y MONTAJES LTDA.

Este sistema de información para el mantenimiento cuenta con 8 módulos principales y estos a su vez se subdividen en diferentes secciones, que agrupan la información, la procesan y generan las diferentes salidas para garantizar una eficiente gestión en el mantenimiento.

### 6.1 INGRESO AL SISTEMA

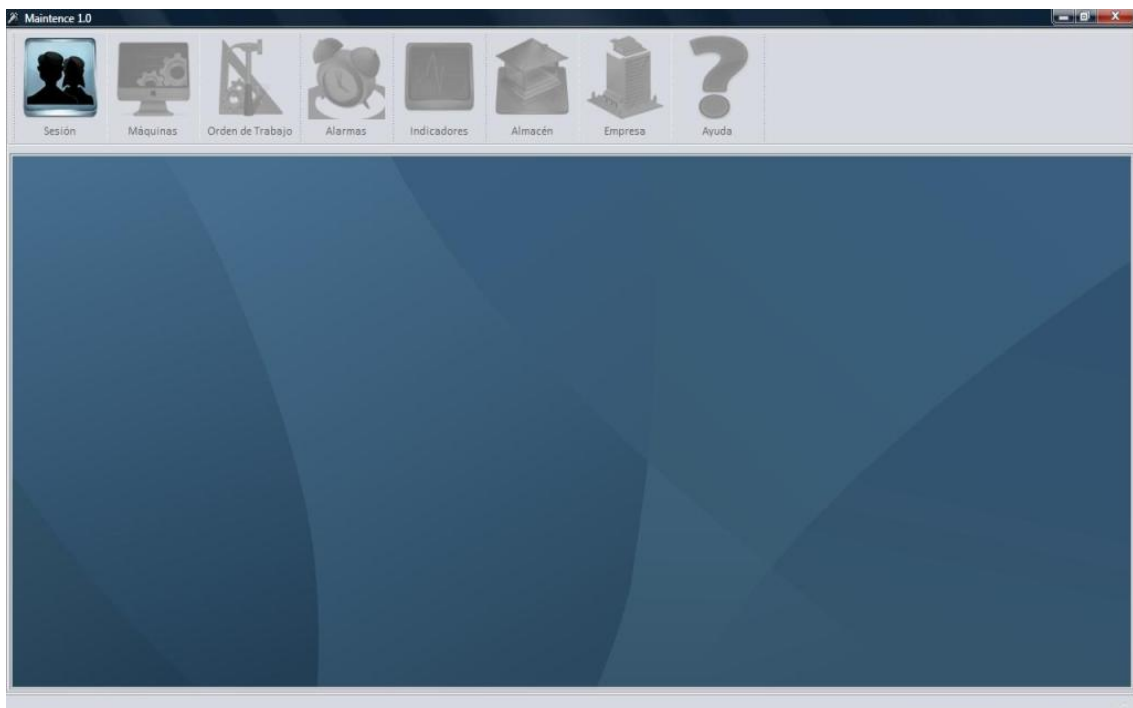
El ingreso al programa se puede realizar por medio del acceso directo que se crea automáticamente en el escritorio cuando se instala el Software, como lo muestra la figura 42.

Figura 42. Ingreso al software a través del acceso directo



Después de haber ingresado al programa, aparece en pantalla el inicio del programa (Ver figura 43). Para iniciar la ejecución de los módulos del software es necesario abrir la pestaña de SESIÓN, en donde aparecen los datos de la cuenta<sup>11</sup>. Se ingresan los siguientes datos: Nombre de la cuenta y contraseña. Después se procede a dar clic en iniciar sesión. La figura 44 muestra el formato de registro de datos para ingresar al programa.

Figura 43. Pantalla Inicial

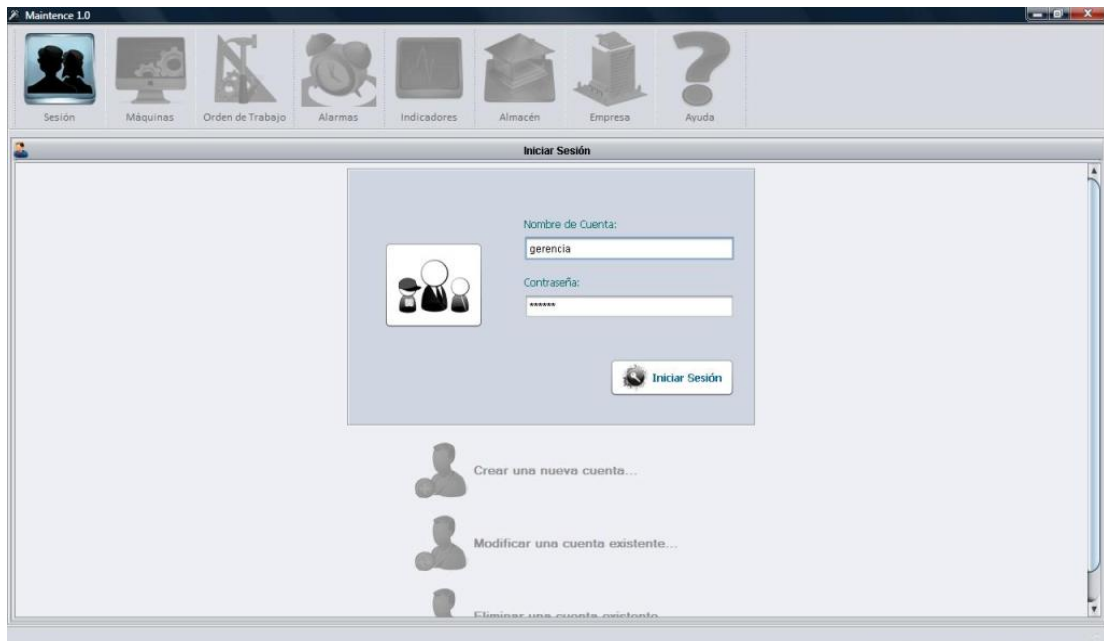


A continuación se definirán detalladamente los módulos y la información que procesan, teniendo en cuenta las diferentes pestañas, elementos de acceso rápido, vistas previas, formatos, registros, gráficos y opciones de impresión.

---

<sup>11</sup> La cuenta de administrador es creada por el programador y a través de ella se generan los permisos para los siguientes usuarios.

Figura 44. Formato para registro de datos



## 6.2 SESIÓN

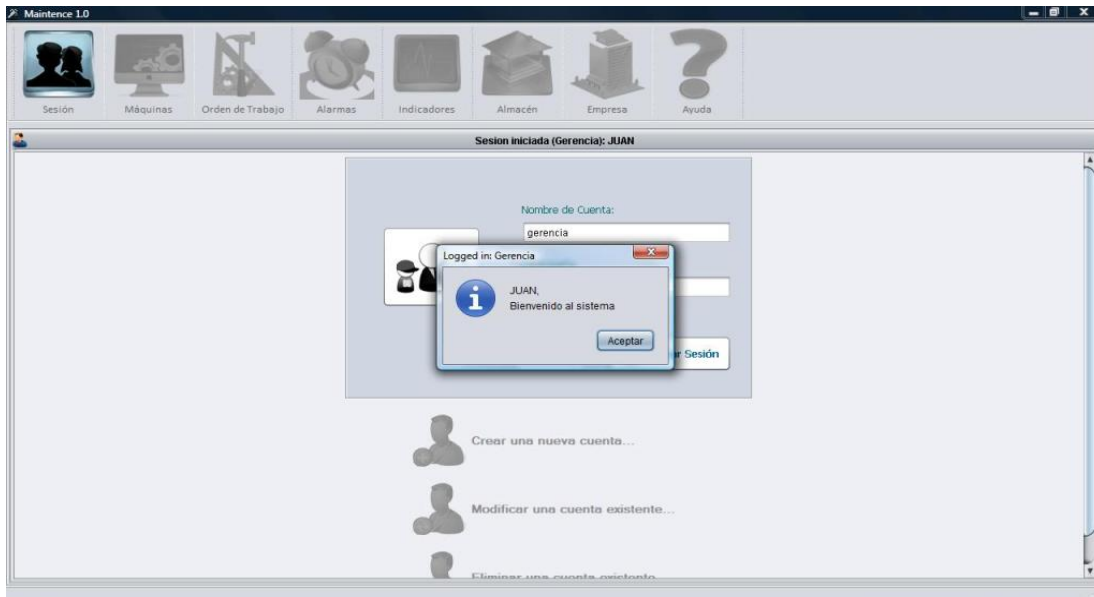
Es el primer módulo y da inicio al programa. Se puede ingresar a este como administrador, gerencia o mantenimiento, dependiendo de la jerarquía establecida por el administrador (Ver figura 45).

Este módulo permite la creación, modificación y eliminación de usuarios. La figura 46 muestra los formatos para crear, editar y eliminar usuario

**6.2.1 Clases de usuarios.** Existen tres clases de usuarios los cuales tienen diferentes privilegios dentro del programa. Cada usuario debe tener un nombre de cuenta con su respectiva contraseña.

Los usuarios de administrador y de gerencia pueden ver toda la información y tienen la posibilidad de crear nuevos registros y editar la información.

Figura 45. Inicio de sesión



El usuario de mantenimiento solo puede ver la información sin tener la opción de crear nuevos registros o editarlos.

Figura 46a. Creación de Usuario

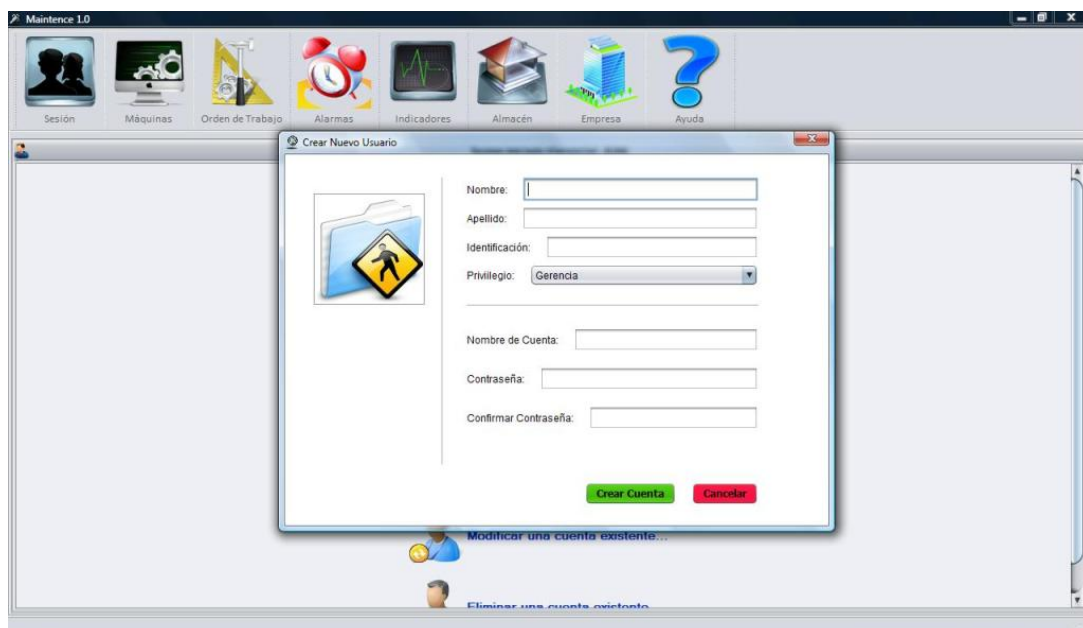


Figura 46b. Modificación de cuenta de Usuario

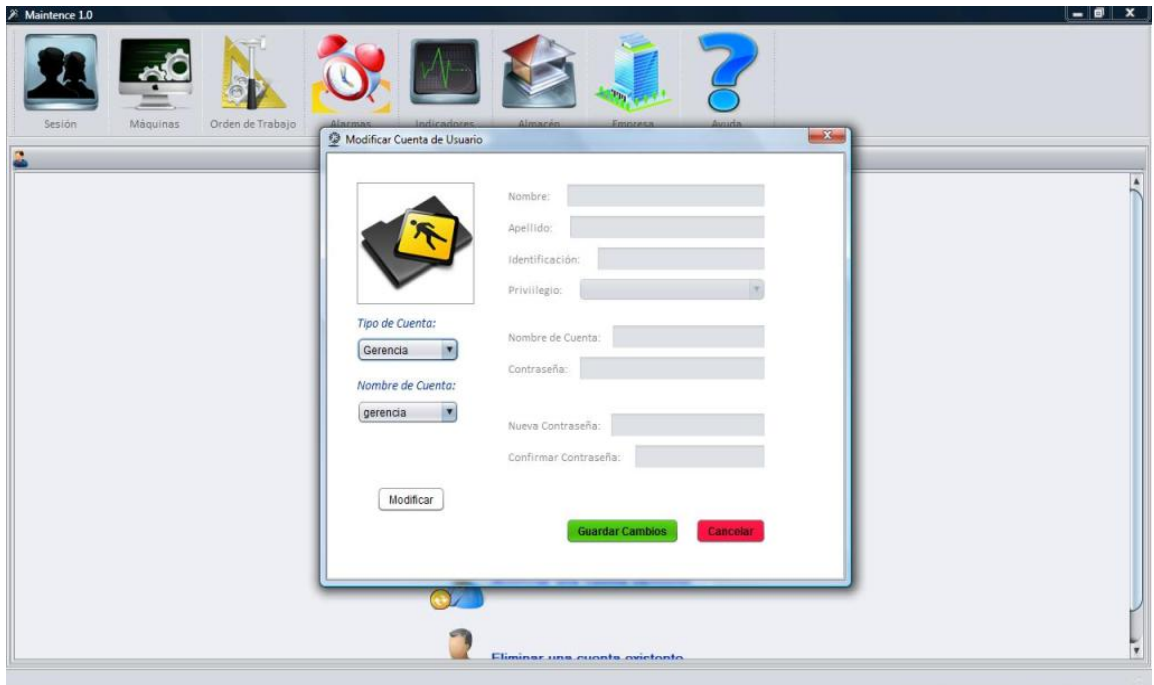
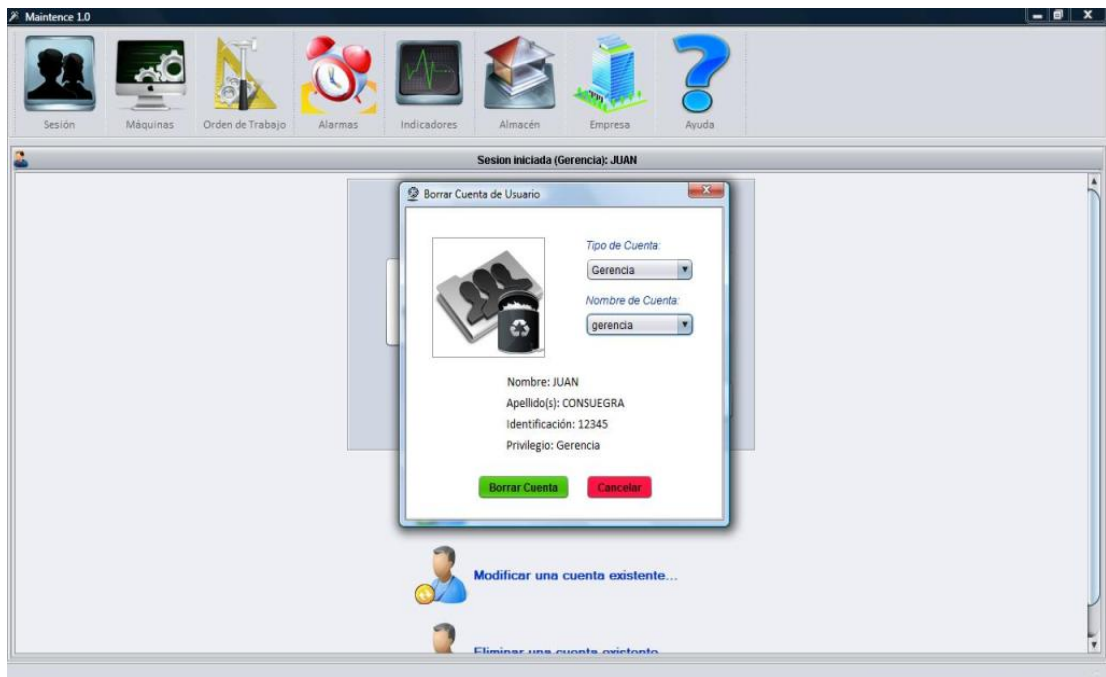
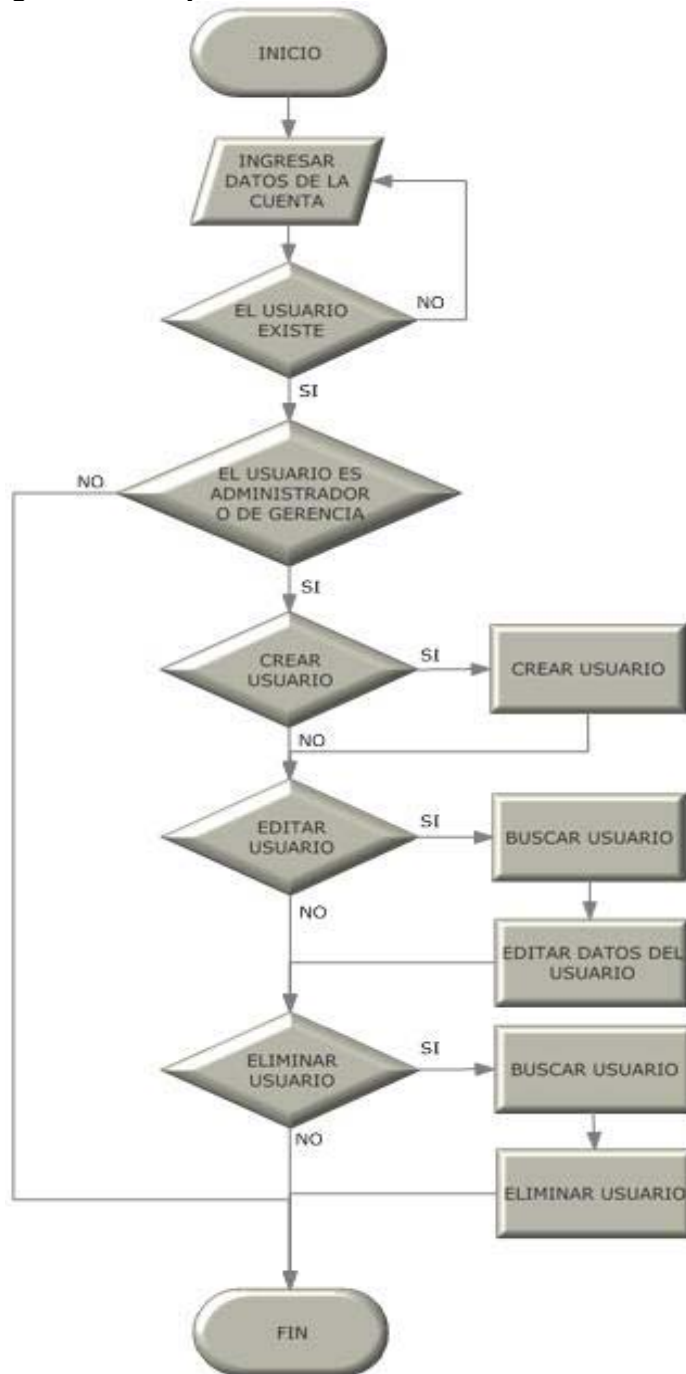


Figura 46c. Borrar cuenta de Usuario



La figura 47 muestra el diagrama de flujo correspondiente al módulo de sesión.

Figura 47. Diagrama de flujo del Módulo de Sesión

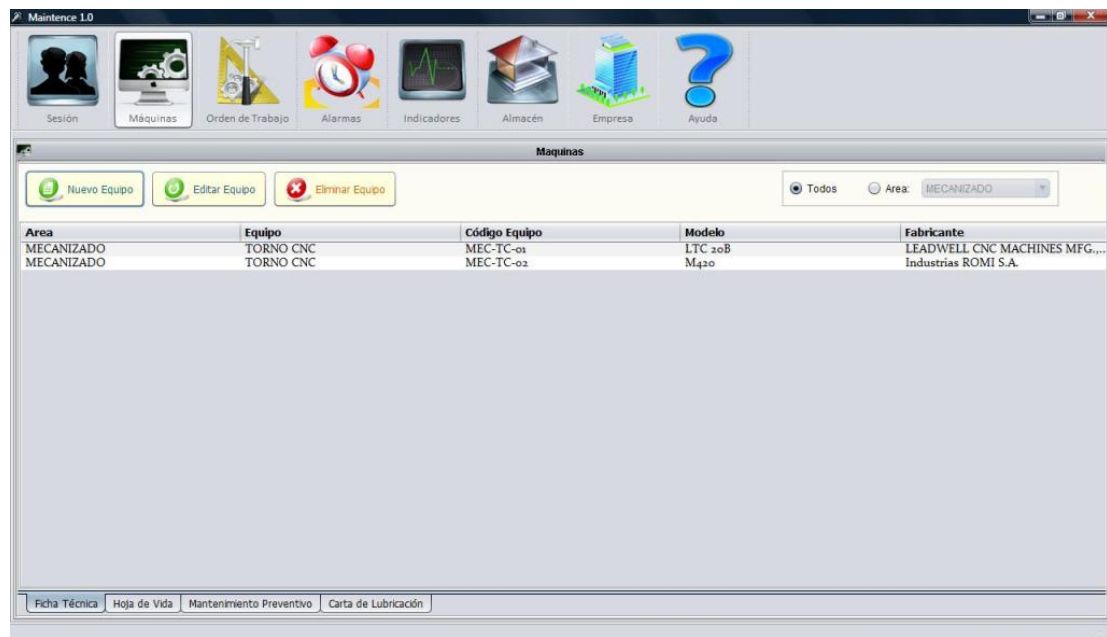


## 6.3 MÁQUINAS

Este módulo contiene toda la información correspondiente a fichas técnicas, hojas de vida, rutinas, procedimientos de mantenimiento y fotos de los diferentes equipos de la planta.

En la pantalla inicial del módulo de máquinas se puede obtener información rápida de las máquinas y equipos de la empresa (Ver figura 48).


Figura 48. Módulo de Máquinas



**6.3.1 Ficha técnica.** En esta pestaña se encuentra la información técnica referente a los equipos de la empresa (Ver figura 49). La información se recopila de los catálogos y manuales suministrados por los proveedores y se distribuye en cinco secciones: Ficha de registro, Datos Generales, Datos Mecánicos, Datos eléctricos y Electrónicos y Otros

Figura 49. Formato de Ficha Técnica

The screenshot shows the 'Máquinas' form in the 'Maintenance 1.0' application. The form is titled 'Máquinas' and has a header with navigation icons for 'Sesión', 'Máquinas', 'Orden de Trabajo', 'Alarmas', 'Indicadores', 'Almacén', 'Empresa', and 'Ayuda'. Below the header, there are dropdown menus for 'Area: MECANIZADO', '\*Nombre: TORNO CNC', and '\*Código: MEC-TC-01'. There are also buttons for 'Guardar Cambios' and 'Salir'. The form has several tabs: 'Ficha de Registro', 'Datos Generales', 'Datos Mecánicos', 'Datos Eléctricos y Electrónicos', and 'Otros'. The 'Ficha de Registro' tab is active, showing the following fields:

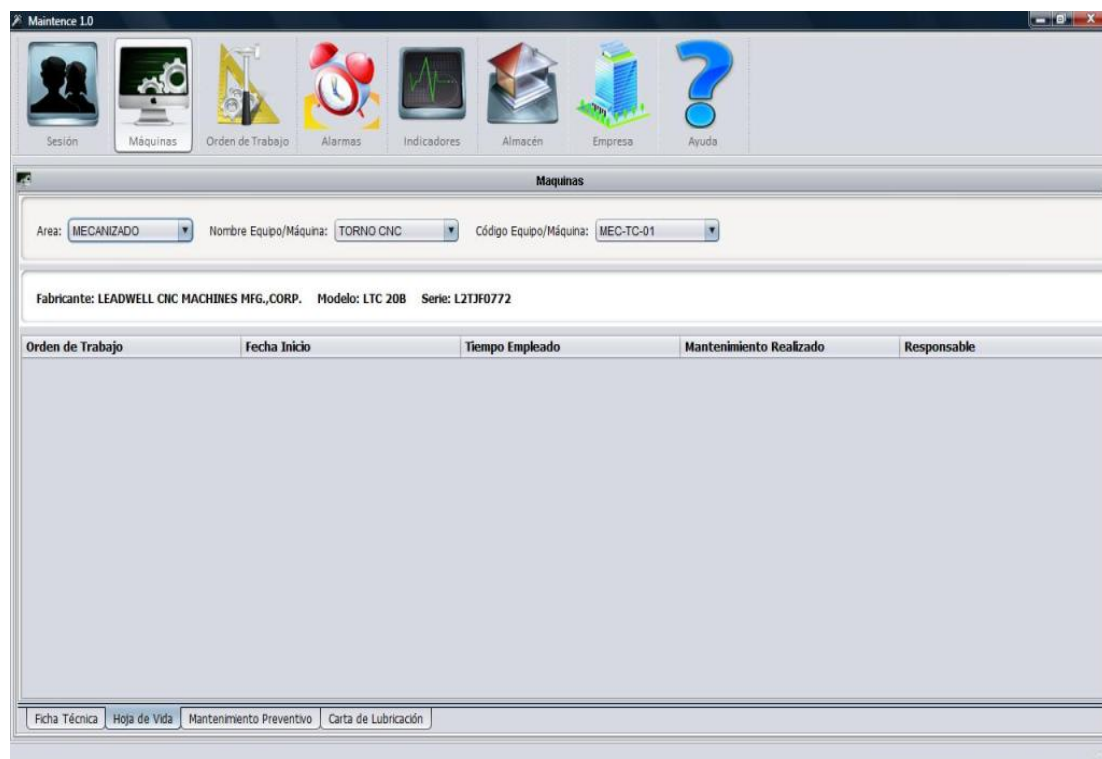
*Modelo:	LTC 20B	Año de Fabricación:	2.006
*Referencia:	MEC-TC-01	Número de Inventario:	
Número de Serie:	L2TJF0772	Fecha de Recepción:	17/07/07 09:38 AM
		Fecha de Instalación:	18/07/07 09:38 AM
<a href="#">Añadir Foto</a>		Tipo:	
Requerimiento Especiales:		*Fabricante:	LEADWELL CNC MACHINES MFG. CORP. <span>Nuevo</span>
		País/Ciudad:	BUCARAMANGA
		*Proveedor:	IMOCOM <span>Nuevo</span>
		Precio de Compra:	0 Pesos
		Precio de Instalación:	0 Pesos

- ☑ Ficha de registro: Hace referencia a datos explícitos del equipo, se puede ver una foto del equipo para tener una referencia visual del mismo.
- ☑ Datos generales: Contiene información sobre las dimensiones y los servicios requeridos por el equipo.
- ☑ Datos mecánicos: Esta pestaña tiene información acerca de elementos mecánicos importantes que usa el equipo y repuestos críticos de este.
- ☑ Datos eléctricos y electrónicos: Suministra información sobre motores eléctricos, componentes eléctricos y electrónicos que el equipo necesita o utiliza.
- ☑ Otros: En esta pestaña se puede obtener información sobre otros componentes del equipo, que no se pudieron incluir en ninguna de las pestañas anteriores debido a su naturaleza.

**6.3.2 Hoja de vida.** Aquí se encuentra toda la información de los mantenimientos realizados a los equipos (Ver figura 50).

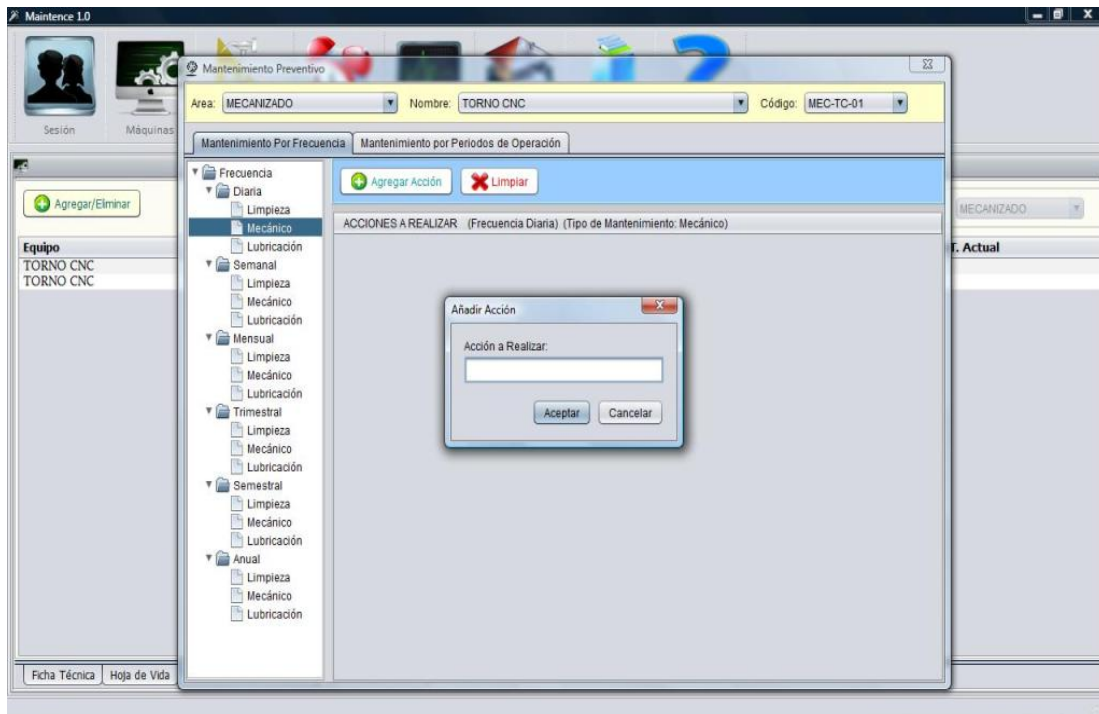
La información se suministra automáticamente por medio de la retroalimentación de las órdenes de trabajo ejecutadas en cada equipo.

Figura 50. Formato de Hoja de Vida



**6.3.3 Mantenimiento preventivo.** Contiene las actividades de mantenimiento preventivo que se debe realizar a cada equipo (Ver figura 51). Describe actividades de limpieza, de tipo mecánico o de lubricación y las clasifica por periodos de tiempo o periodos de operación.

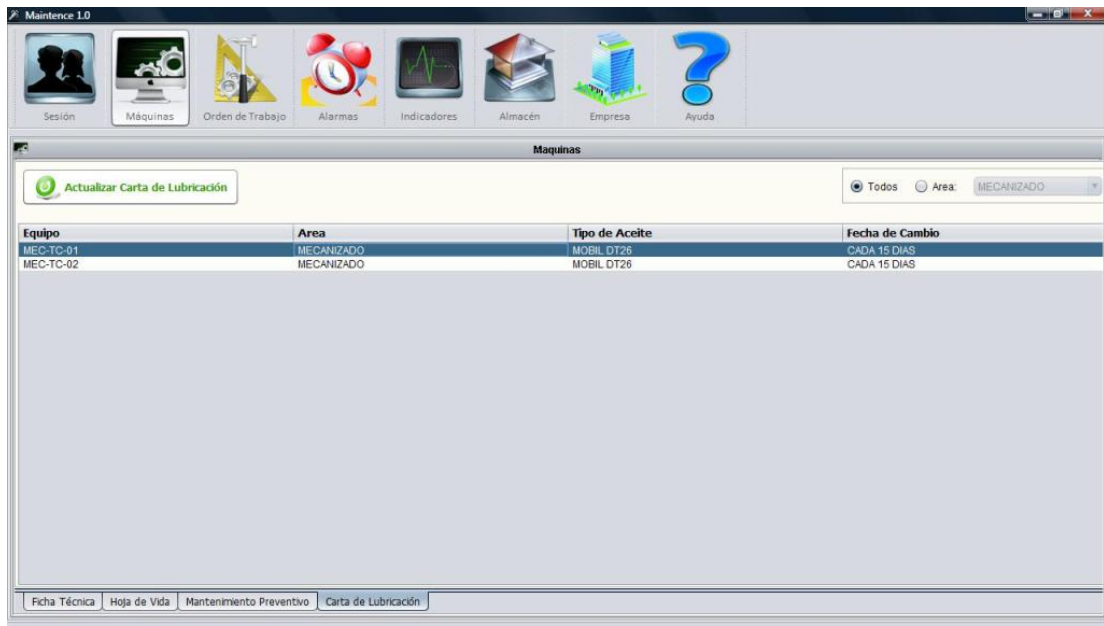
Figura 51. Formato de Mantenimiento preventivo



**6.3.4 Carta de lubricación.** Tiene información acerca de la lubricación del equipo, la clase de lubricante que usa y para que elementos del equipo los requiere. Además genera un control de las fechas de cambio del lubricante con el fin de verificar posibles fugas por desgaste mecánico y de garantizar la cantidad necesaria del suministro en el almacén (Ver figura 52).

Los tipos de lubricantes ingresados en la carta de lubricación son copiados de los catálogos de las máquinas y en algunos casos adaptados por recomendación del proveedor de la máquina en conjunto con el proveedor de lubricantes y refrigerantes.

Figura 52. Formato de Carta de Lubricación

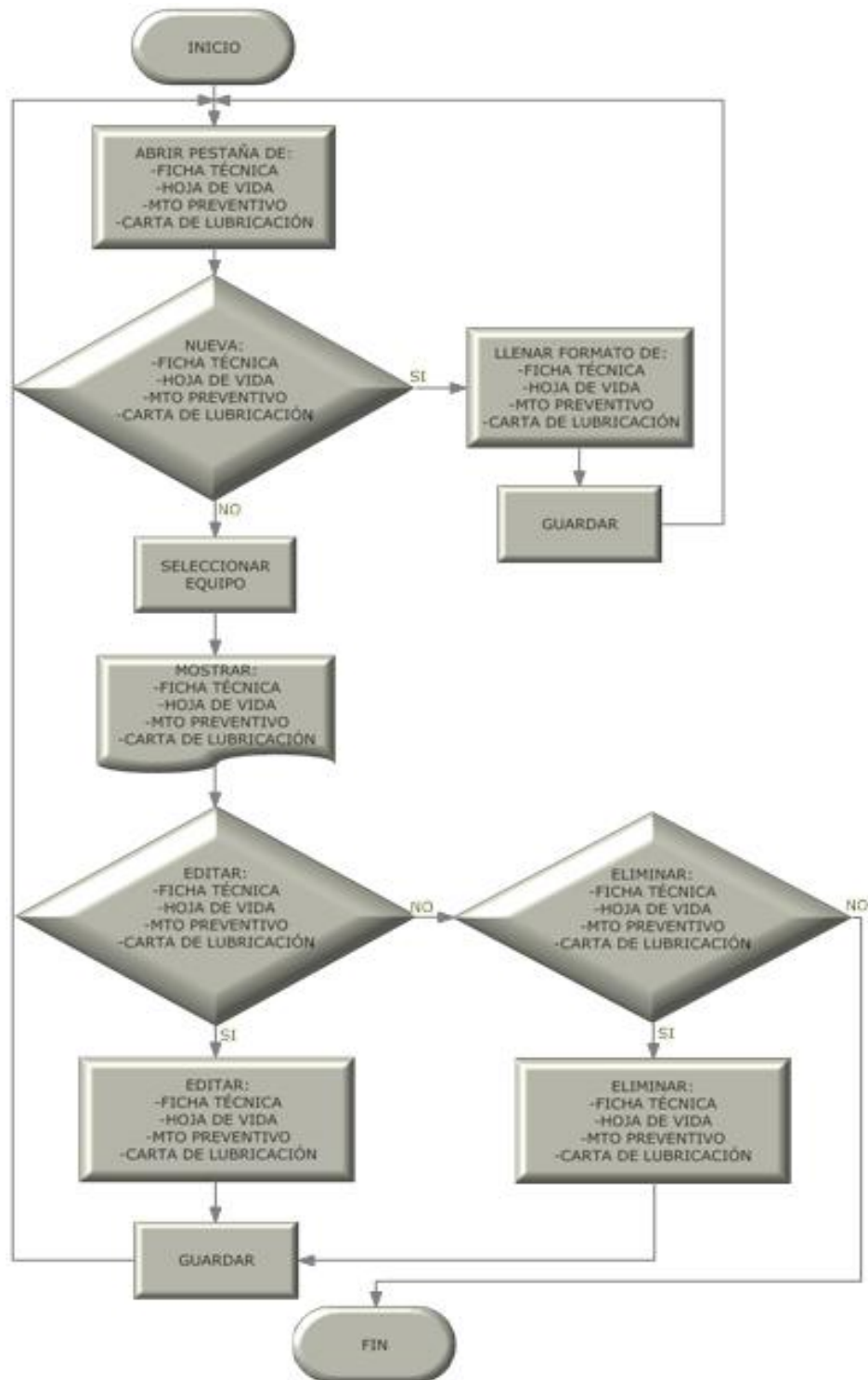


La figura 53 muestra el diagrama de flujo para la información en el módulo de máquinas.

#### 6.4 ORDEN DE TRABAJO

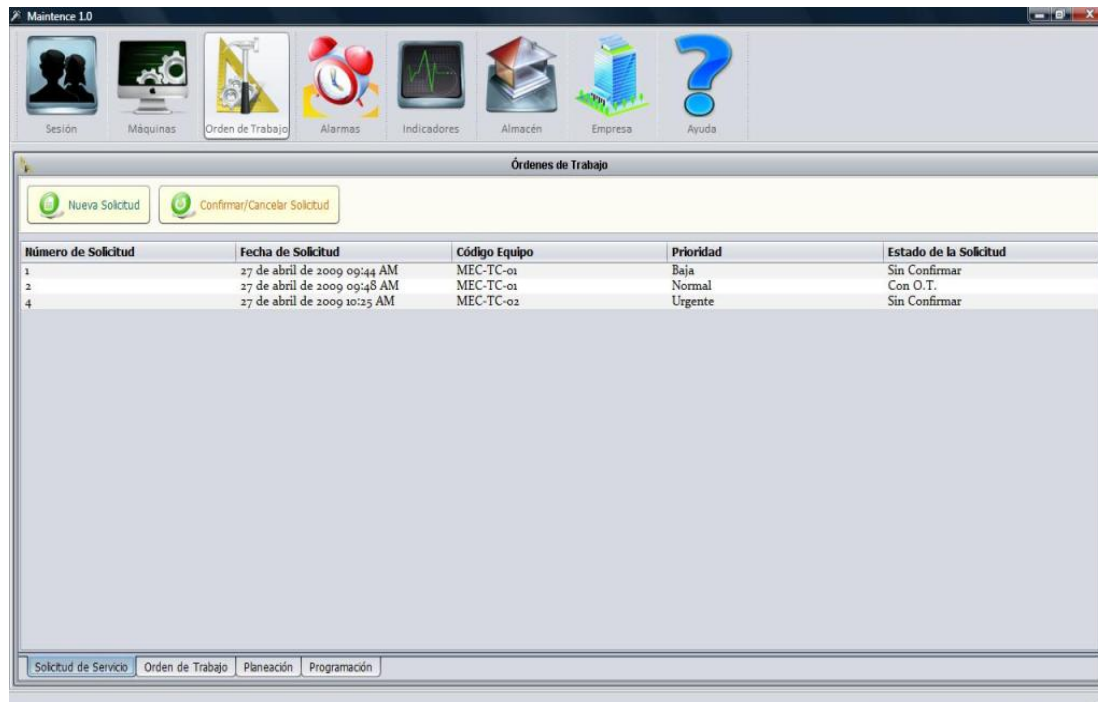
En este módulo se generan las órdenes de trabajo provenientes de la programación sistemática del mantenimiento dentro de la planta, además de las órdenes de trabajo emanadas de situaciones imprevistas que requieran atención urgente. Tiene la capacidad de alimentar información a las hojas de vida de los equipos, sobre las actividades efectuadas, fechas de solicitud y realización de la labor, aprobación, repuestos, costos de mano de obra y materiales.

Figura 53. Diagrama de flujo del Módulo de Máquinas



La figura 54 muestra la pantalla inicial del módulo orden de trabajo.

Figura 54. Módulo Orden de Trabajo



El Módulo de Orden de trabajo relaciona la información a través de las secciones: Solicitudes de Servicio, Orden de trabajo, Planeación y Programación.

**6.4.1 Solicitud de servicio.** Este formato se utiliza en el trámite de algún requerimiento ya sea programado o por algún imprevisto que genere atención oportuna.

Después de realizada la solicitud de servicio, debe verificarse para diligenciar la ordene de trabajo correspondiente. El formulario de Solicitud de Servicio se observa en la figura 55.

Figura 55. Formato de Solicitud de Servicio

The screenshot shows the 'Nueva Solicitud de Servicio' form in the 'Maintenance 1.0' application. The form is a modal dialog box with a title bar and standard window controls. It contains several input fields and dropdown menus. The fields are: 'Número de Solicitud' (3), 'Solicitante' (JAVIER), 'Fecha de Solicitud' (27/04/09 12:15 PM), 'Estado de la Solicitud' (Sin O.T.), and 'Prioridad de la Solicitud' (Normal). Below these is a section titled 'Datos del Equipo' with 'Area' (MECANIZADO), 'Nombre' (TORNO CNC), and 'Código' (MEC-TC-01). A text area for '\*Descripción de la Solicitud de Servicio:' contains the text 'HAY UNA FUGA DE ACEITE POR EL HUSILLO'. At the bottom, there are fields for 'Fecha de Confirmación/Cancelación:' (27/04/09 12:15 PM) and '\*Confirmó/Canceló:', followed by an 'Observaciones de la Confirmación/Cancelación:' text area. The form has 'Aceptar' and 'Cancelar' buttons at the bottom right.

**6.4.2 Orden de trabajo.** La orden de trabajo contiene la información que especifica el tipo de actividad y describe el procedimiento que se llevará a cabo (Ver figura 56). La Orden de Trabajo permite estimar y consignar los tiempos de ejecución de las labores, los costos y los recursos empleados en el mantenimiento. Después de ejecutarse una orden de trabajo, la información contenida en ella alimentará automáticamente la hoja de vida y el módulo de indicadores.

El formato de Orden de Trabajo organiza la información de la siguiente forma:

- Datos generales:** Se encuentran los datos más consultados de la Orden de Trabajo como: Datos del equipo al que se le realizara la actividad, estado de la orden y las respectivas fechas.

- ☑ Descripción de la actividad: Hace referencia a la descripción de la actividad de la Orden de Trabajo en donde se plasma cual es el tipo de mantenimiento, cuales son la condiciones y que alcance tendrá esta Orden.
- ☑ Recursos estimados: Registra la posible cantidad de recursos que se van a utilizar por las Órdenes de Trabajo para cada equipo.

Recursos empleados: Registra los recursos reales que se emplean para la realización de la actividad de mantenimiento.

Figura 56. Formato de Orden de Trabajo

**6.4.3 Planeación.** En este formato se realiza la planeación de los procedimientos de mantenimiento necesarios para garantizar la disponibilidad del equipo, su funcionamiento óptimo y aumentar la vida útil del mismo (Ver figura 57).

Figura 57. Formato de Planeación

The screenshot shows the 'Planeación' window in the 'Maintenance 1.0' application. The window has a title bar with 'Planeación' and standard window controls. Inside, there are dropdown menus for 'Código Plan' (value: 1) and 'Nombre del Plan' (value: LIMPIAR). Below these are text boxes for 'Planeó: JAVIER' and 'Aprobó: JAVIER'. A table with four columns: 'Tarea', 'Herramientas', 'Materiales', and 'Observaciones' is visible, with several empty rows. At the bottom of the window, there are two tabs: 'Descripción del Procedimiento' and 'Descripción de la Actividad'. The 'Guardar' (Save) and 'Cancelar' (Cancel) buttons are located at the bottom right. The background shows the main interface of the software with various icons and a sidebar.

Este formato posee dos entradas, Descripción del procedimiento y descripción de la actividad.

- Descripción del procedimiento: Explica de manera detallada cuales aspectos se deben tener en cuenta para la realización de la planeación como: herramientas materiales e insumos.
- Descripción de la actividad: Informa sobre la actividad de mantenimiento, las condiciones y el alcance que tendrá la planeación.

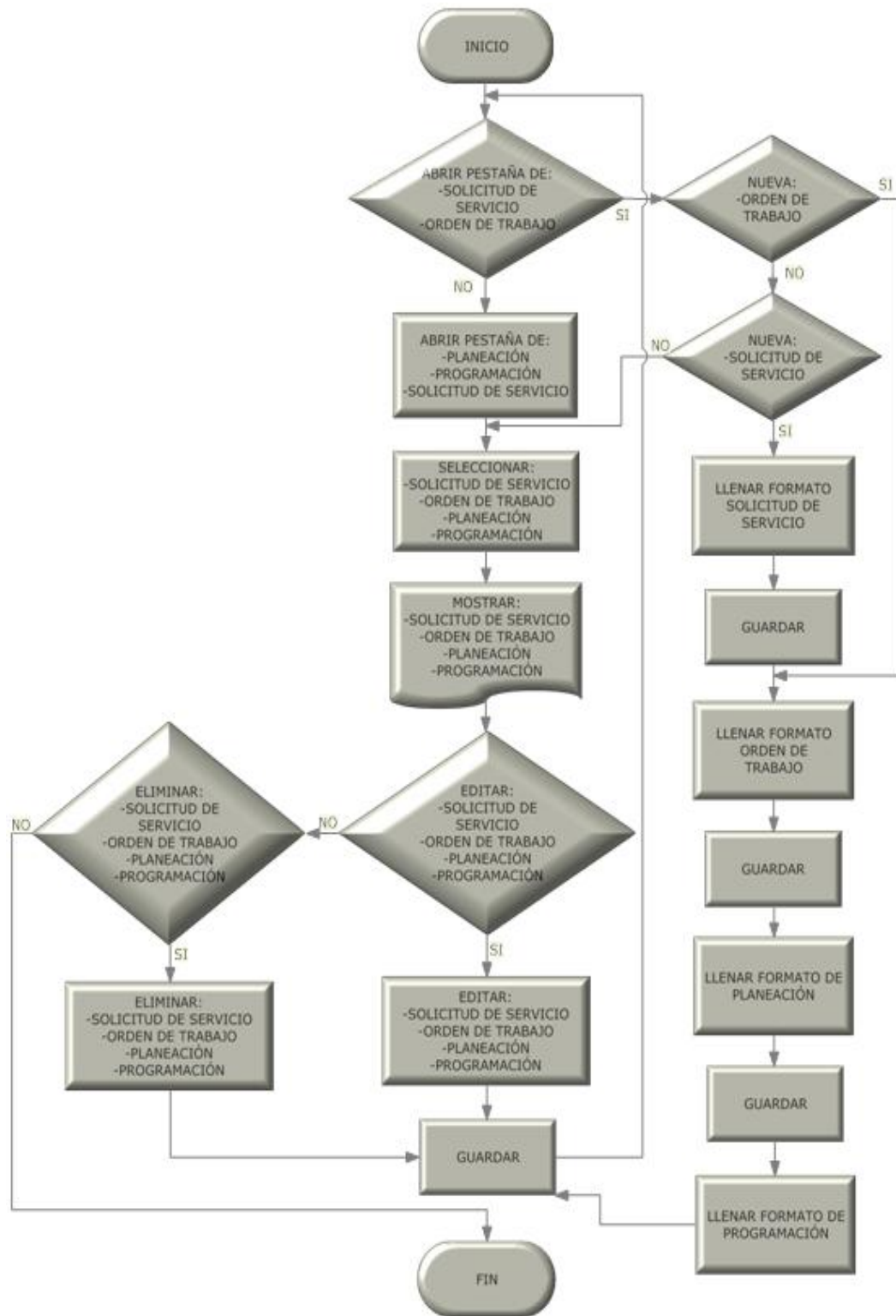
**6.4.4 Programación.** La programación define las fechas en las que se realizara el mantenimiento. En este formato se puede establecer un periodo de tolerancia para el procedimiento, el cual determina el momento de visualización de una alarma para recordar la orden de trabajo. El formulario de Programación se aprecia en la figura 58.

Figura 58. Formato de Programación

The screenshot shows a software window titled 'Maintenance 1.0' with a taskbar at the top. A dialog box titled 'Programación de Procedimientos' is open in the center. The dialog has a 'Orden de Trabajo' dropdown set to '1'. It is divided into two main sections: 'Datos del Equipo' and 'Datos del Procedimiento'.  
**Datos del Equipo:** Area: MECANIZADO, Nombre: TORNO CNC, Código: MEC-TC-01.  
**Datos del Procedimiento:** Nombre: LIMPIAR, Código: 1, Fecha de Inicio: 30/04/09 09:50 AM. Tipo de Frecuencia: Semanal. Margen para Alarma: 1 (Día(s)). \*Programó: JAVIER.  
At the bottom of the dialog are 'Aceptar' and 'Cancelar' buttons. The background application window shows a sidebar with 'Ver/Editar' buttons and a list of equipment names: 'Nombre del Equipo', 'TORNO CNC', 'TORNO CNC'. A bottom navigation bar includes 'Solicitud de Servicio', 'Orden de Trabajo', 'Planeación', and 'Programación'.

La figura 59 muestra el diagrama de flujo para la realización de las Órdenes de Trabajo.

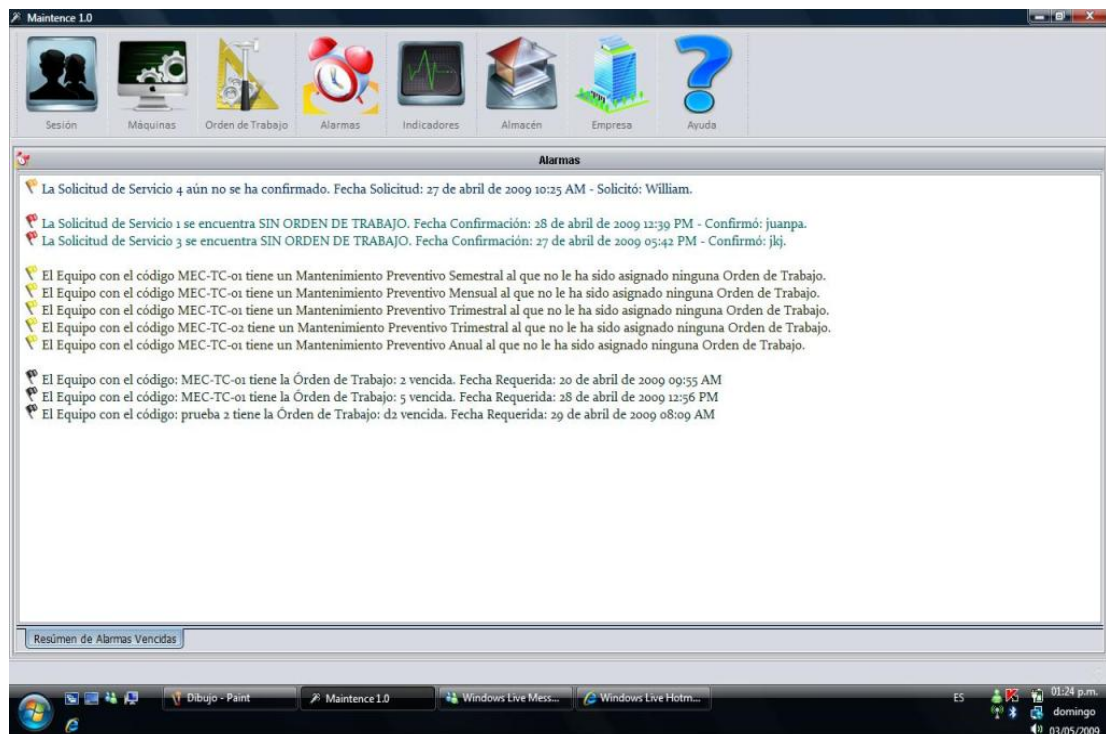
Figura 59. Diagrama de flujo del Módulo Orden de Trabajo



## 6.5 ALARMAS

Permite recordar al personal de mantenimiento la programación de labores de inspección, lubricación y limpieza de los equipos. Además de indicar el vencimiento de pólizas y seguros de los equipos (Ver figura 60).

Figura 60. Módulo de Alarmas



El programa informa a través de diferentes tipos de alarmas: Actividades Vencidas, Órdenes de Trabajo, Solicitud de Servicio y las alarmas provenientes de las Pólizas.

La figura 61 muestra el diagrama de flujo correspondiente al manejo de la información para el módulo de Alarmas.

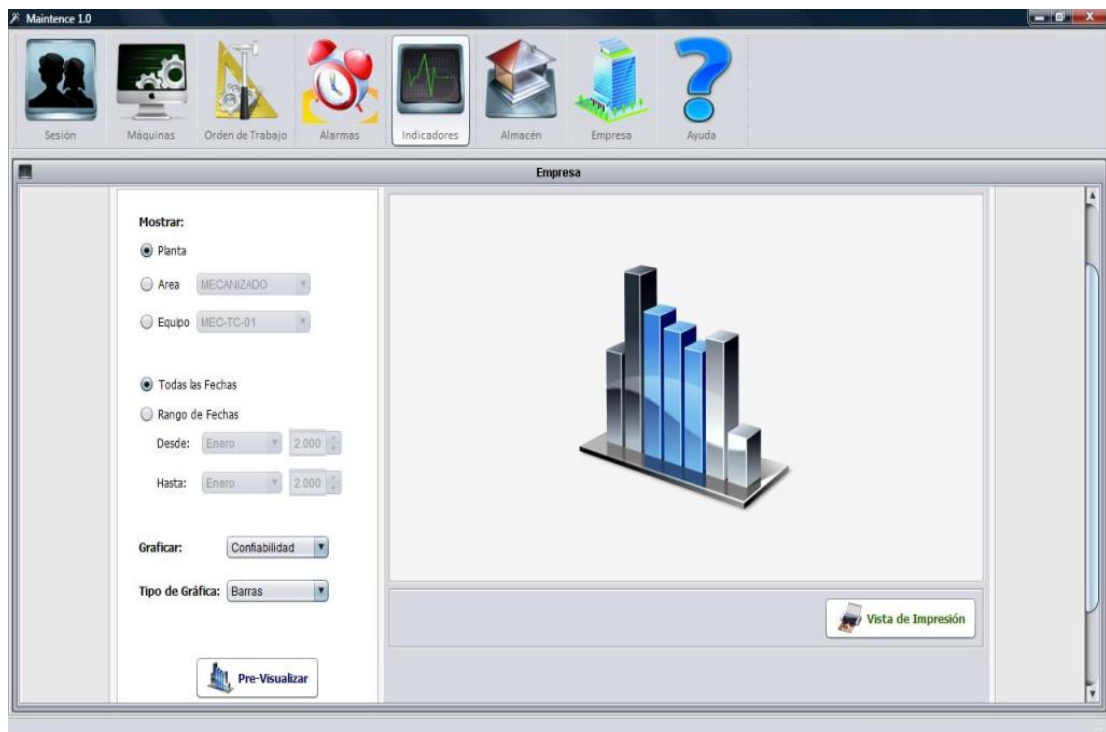
Figura 61. Diagrama de flujo del Módulo de Alarmas



## 6.6 INDICADORES

El módulo de Indicadores presenta la información sobre el comportamiento del mantenimiento, a través de variables como la disponibilidad, mantenibilidad y confiabilidad, además de estadísticas útiles para la gestión y administración del mantenimiento como las gráficas de costos (Ver figura 62).

Figura 62. Módulo de Indicadores



**6.6.1 Indicadores de Gestión.** En esta pestaña se tiene una vista previa de los indicadores de gestión expuestos en la tabla 12.

Tabla 12. Indicadores de Gestión del Sistema de Información

INDICADOR	FUNCIÓN
DISPONIBILIDAD	Tiempo total durante el cual el equipo está operando satisfactoriamente, mas el tiempo que está en receso.
MANTENIBILIDAD	Indica el tiempo promedio requerido para reparar un equipo
CONFIABILIDAD	Presenta estadísticamente el tiempo promedio entre fallas de un equipo

Matemáticamente los indicadores de gestión se pueden expresar como:

$$\text{Indicador de Disponibilidad} \rightarrow ID = \frac{TPEF}{TPEF + TPPR} \quad (4)$$

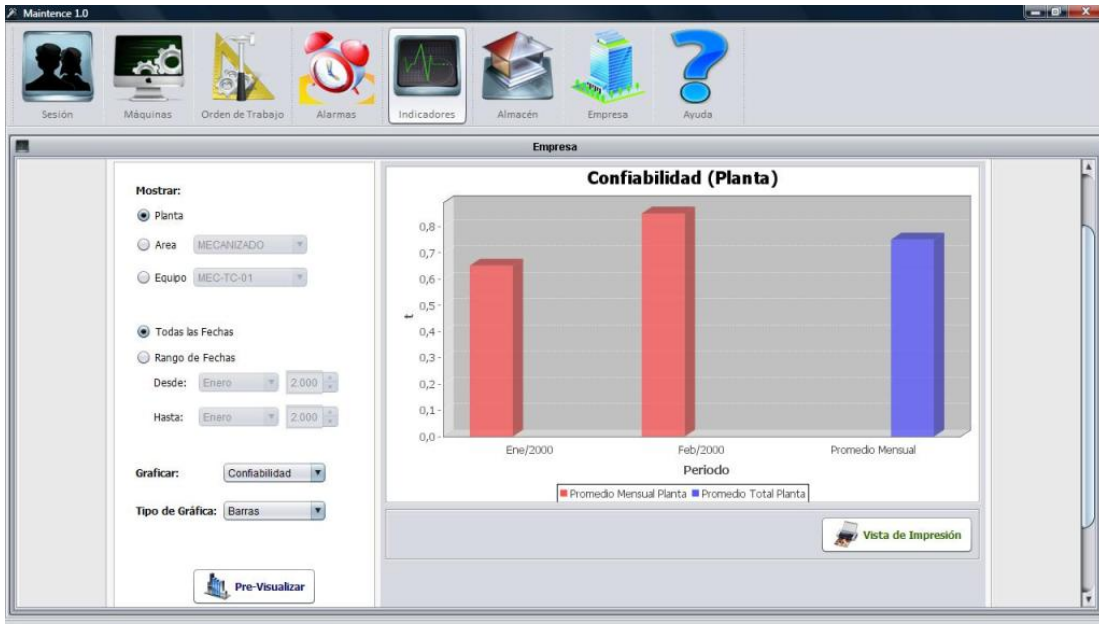
$$\text{Indicador de Mantenibilidad} \rightarrow TPPR = \frac{\sum_1^{NO} TFS}{NP} \quad (5)$$

$$\text{Indicador de Confiabilidad} \rightarrow TPEF = \frac{\sum_1^{NO} TEO}{NO} \quad (6)$$

La tabla 13 muestra la nomenclatura de las variables usada en los cálculos de los indicadores.

La figura 63 muestra una vista preliminar de la impresión de un reporte gráfico de los indicadores de gestión.

Figura 63. Indicadores de Gestión



- Registro de tiempos: Para poder efectuar el cálculo de los indicadores es necesario ingresar el valor de algunas variables temporales mostradas en la tabla 13.

Tabla 13. Nomenclatura para el cálculo de los indicadores

SIGLA	SIGNIFICADO
TBD	Tiempo Bruto Disponible. Tiempo total del período de evaluación
TPP	Tiempo de Paradas Programadas
TOP	Tiempo de Operación Programado Es el Tiempo Requerido = TBD – TPP

SIGLA	SIGNIFICADO
TFS	Tiempo Fuera de Servicio por paradas no programadas
TEO	Tiempo del Equipo en Operación. Tiempo en funcionamiento. = TOP – TFS
TEA	Tiempo que el Equipo está Apagado pero listo para operar. TEA= TDE – TEO
TDE	Tiempo disponible del equipo. = TBD – TFS
NO	Número de veces que el equipo estuvo operando
NP	Número de veces que el equipo estuvo en paradas no programadas
TPEF	Tiempo promedio entre fallas
TPPR	Tiempo promedio para reparar
ID	Índice de disponibilidad

Fuente: Adaptado de GONZÁLEZ BOHÓRQUEZ, Carlos Ramón. Mantenimiento y montajes.  
En: Asignatura de mantenimiento y montajes.

En la figura 64 se observa el formato para realizar el registro de tiempos, necesario para la evaluación de los indicadores de gestión.

Figura 64. Formato de Registro de Tiempos

Area: MECANIZADO Nombre: TORNO CNC Código: MEC-TC-01

Año: 2.000 Mes: Enero Nomenclatura Guardar

	TBD	TFS	TPP	NO	NP	TOP	TEO
Semana 1	0	0	0	0	0	0	0
Semana 2	0	0	0	0	0	0	0
Semana 3	0	0	0	0	0	0	0
Semana 4	0	0	0	0	0	0	0
PROMEDIO	0	0	0	0	0	0	0

- ☑ Indicadores de gestión: Desde aquí se puede obtener una vista preliminar de los Indicadores de Gestión, es posible imprimir la información clasificada, bien sea por planta, áreas o para un equipo específico.

**6.6.2 Costos.** A través de esta pestaña, se puede observar el comportamiento de los costos del mantenimiento en la empresa, esto permite analizar las variables que influyen en el incremento de los gastos durante el mantenimiento para corregirlos y reducirlos.

- ☑ Relación de costos: Aquí se muestran las posibles relaciones entre los costos estimados Vs costos reales y los costos reales de mano de obra interna Vs mano de obra contratada (Ver figura 65).

Figura 65. Formato de Relación de Costos

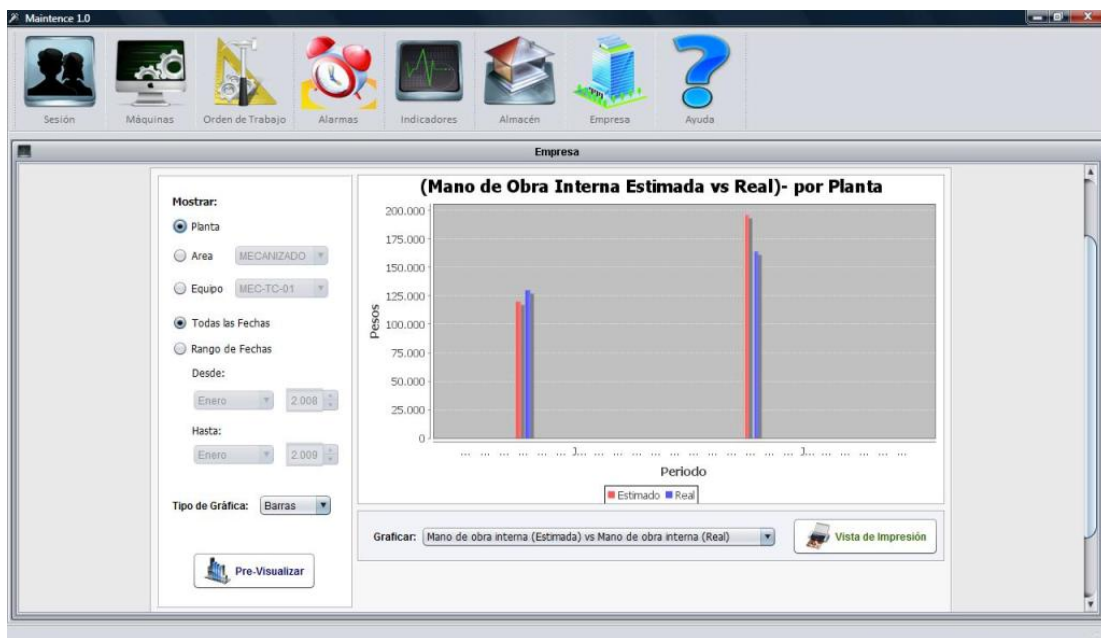
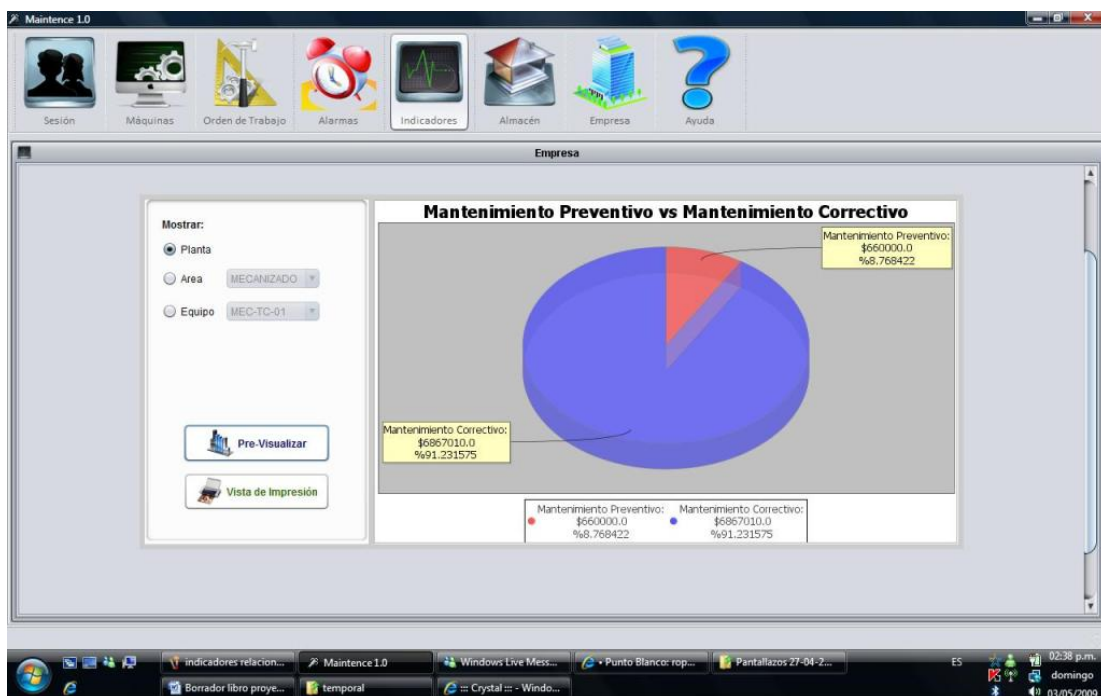


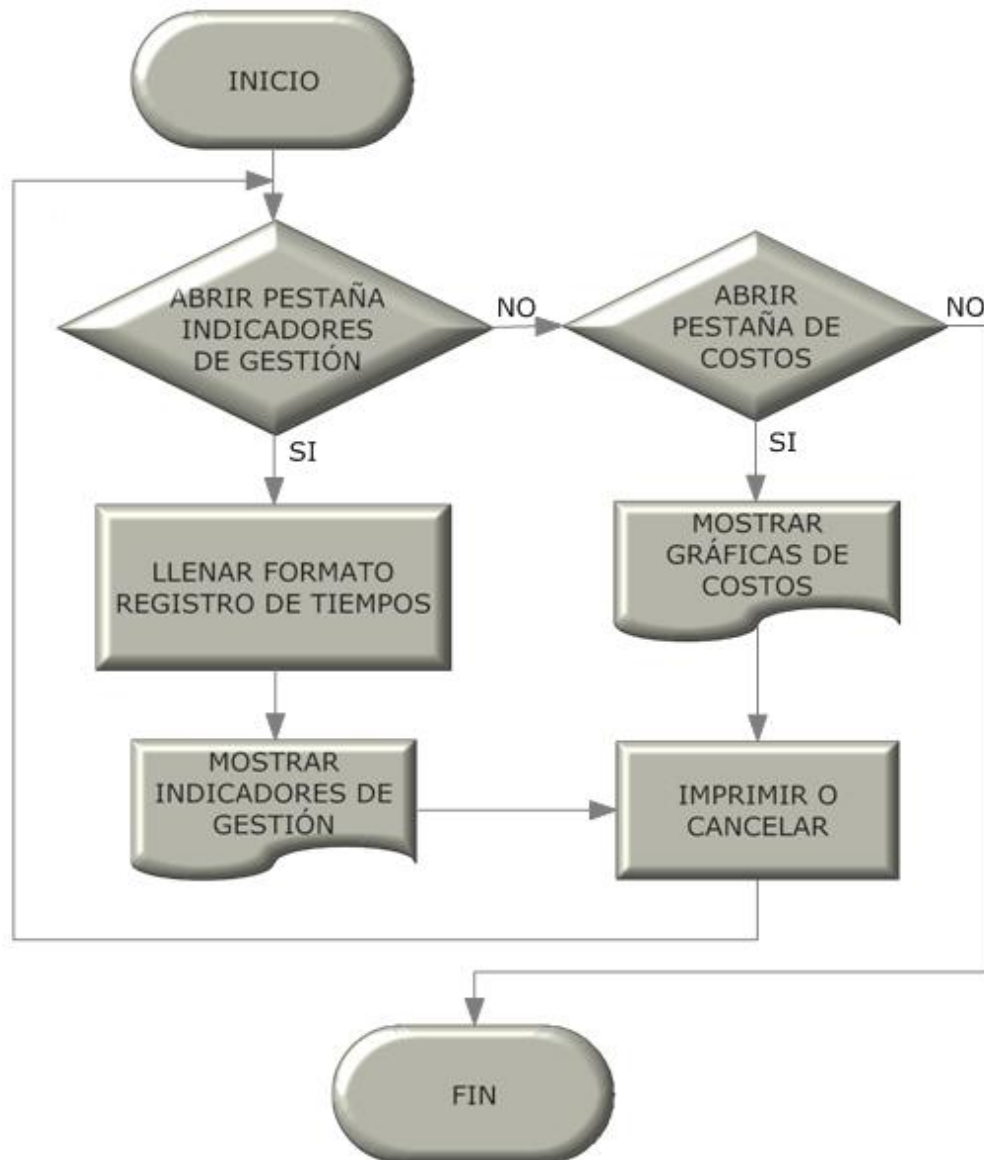
Figura 66. Formato de Costos por Mantenimiento



- ☑ Costos por mantenimiento: Se pueden observar el comportamiento de los costos por los diferentes mantenimientos, sean correctivos o preventivos (Ver figura 66).

El diagrama de flujo del módulo de Indicadores se observa en la figura 67.

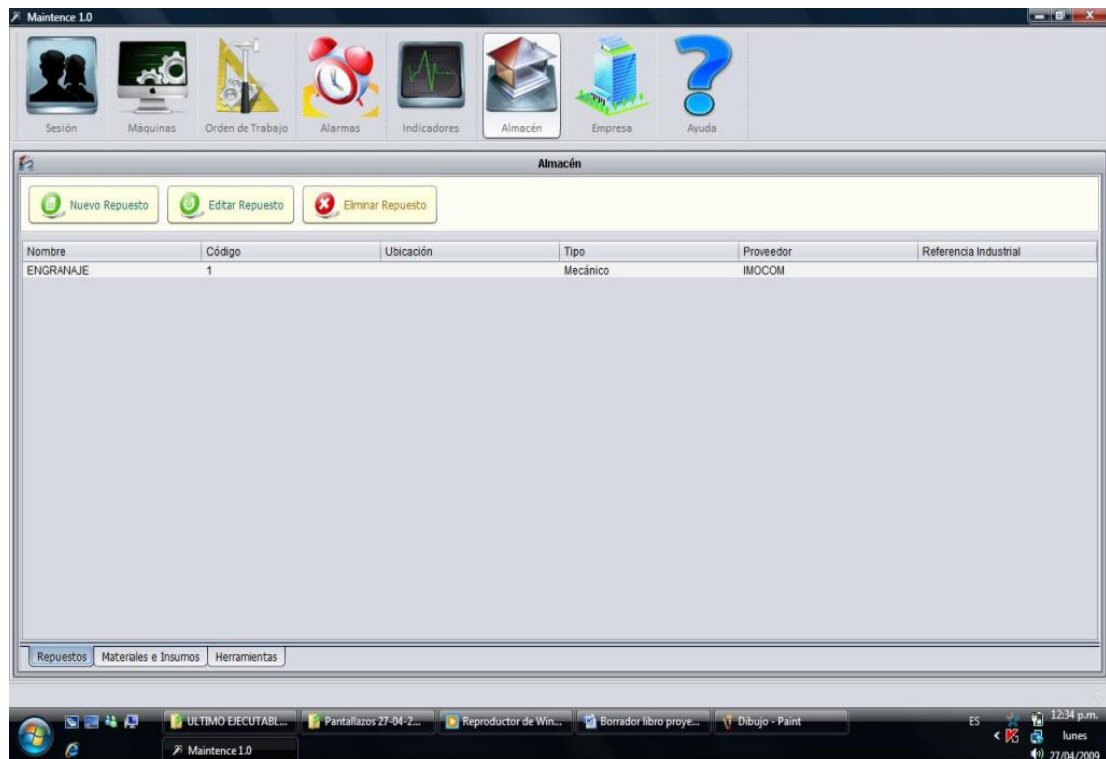
Figura 67. Diagrama de flujo del Módulo de Indicadores



## 6.7 ALMACÉN

Contiene la información sobre los inventarios de repuestos, suministros, combustibles y lubricantes del área de mantenimiento, así como la opción de manejo y control de estos inventarios (Ver figura 68).

Figura 68. Módulo de Almacén



**6.7.1 Repuestos.** Este formato incluye información detallada sobre cada uno de los elementos existentes en el almacén de repuestos (Ver figura 69).

**6.7.2 Materiales e insumos.** El formato de materiales e insumos contiene información sobre los componentes necesarios para llevar a cabo las labores de mantenimiento (Ver figura 70).

Figura 69. Formato de Repuestos

The screenshot shows the 'Nuevo Repuesto' form in the Maintenance 1.0 application. The form is titled 'Nuevo Repuesto' and has 'Guardar' and 'Cancelar' buttons at the top. The form contains the following fields:

- \*Nombre: RODAMIENTOS
- Tipo: Mecánico
- Proveedor: IMOCOM
- Referencia Industrial:
- Fecha de Compra: 27/04/09 12:36 PM
- Stock Mínimo: 0
- \*Código: 2
- Cantidad: 1
- Ubicación:
- Fabricante: Industrias ROMI S.A.
- Costo por Unidad (pesos): 0
- Fecha de Instalación: 27/04/09 12:36 PM
- Stock Máximo: 0

There are also two text areas: 'Características de Uso, aplicaciones, recomendaciones y otros:' and 'Observaciones'. A small image of bearings is shown in the bottom right of the form area.

**6.7.3 Herramientas.** Este formato fue creado con el fin de registrar las herramientas existentes en el taller de mantenimiento, el formato se observa en la figura 71.

Figura 70. Formato de Materiales e Insumos

The screenshot shows the 'Nuevo Material/Insumo' form in the Maintenance 1.0 application. The form is titled 'Nuevo Material/Insumo' and has 'Guardar' and 'Cancelar' buttons at the top. The form contains the following fields:

- \*Nombre: ACERO
- Tipo: Mecánico
- Proveedor: IMOCOM
- Referencia Industrial:
- Fecha de Compra: 27/04/09 12:38 PM
- Stock Mínimo: 0
- \*Código: 2
- Cantidad: 0
- Ubicación:
- Fabricante: Industrias ROMI S.A.
- Costo por Unidad (pesos): 0
- Presentación:
- Stock Máximo: 0

There are also two text areas: 'Características de Uso, aplicaciones, recomendaciones y otros:' and 'Observaciones'.

Figura 71. Formato de Herramientas

\*Nombre: LLAVE

\*Código: 1

Tipo: Mecánico

Cantidad: 0

Proveedor: IMOCOM

Ubicación:

Referencia:

Fabricante: LEADWELL CNC MACHINE...

Fecha de Compra: 27/04/09 10:04 AM

Costo por Unidad (pesos): 0

Modelo:

Catálogo:

Ubicación del Catálogo:

Características de Uso, aplicaciones, recomendaciones y otros:

Observaciones:

La figura 72 muestra el diagrama de flujo del Módulo de Almacén.

## 6.8 EMPRESA

En este módulo se encuentra la información sobre los empleados, proveedores y datos generales de la empresa (Ver figura 73)

Figura 72. Diagrama de flujo del Módulo de Almacén.

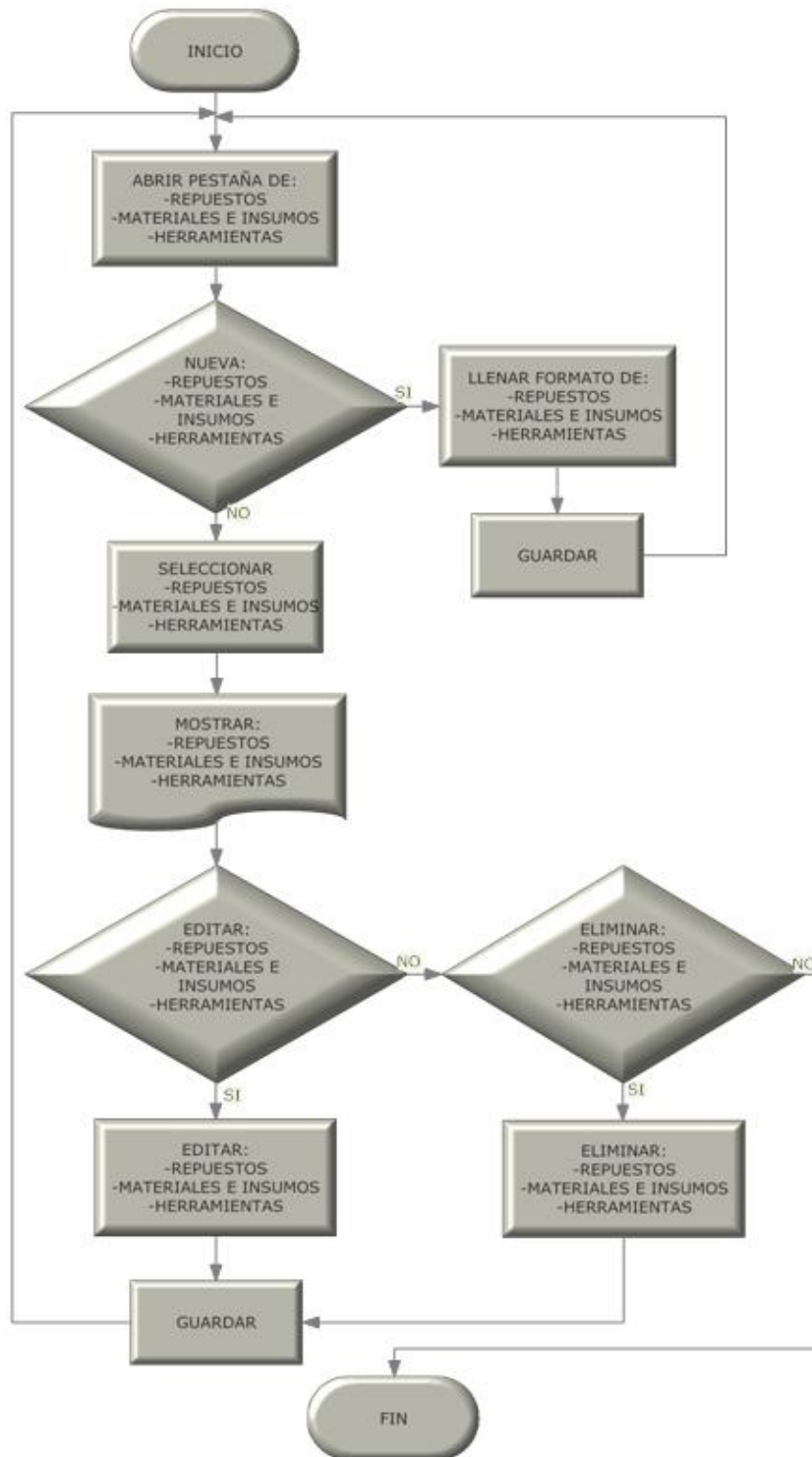
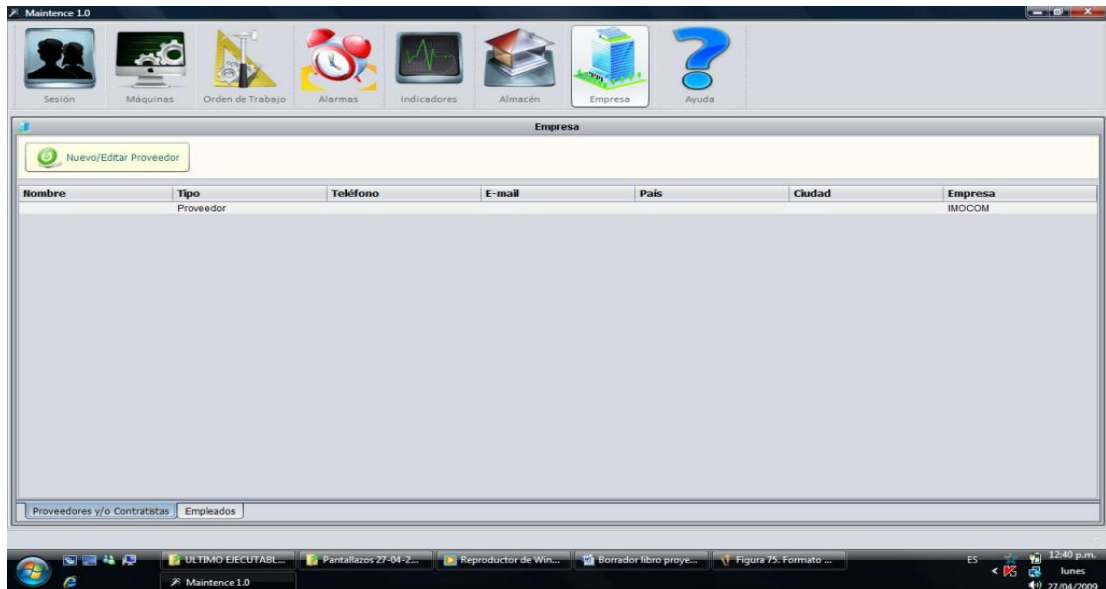
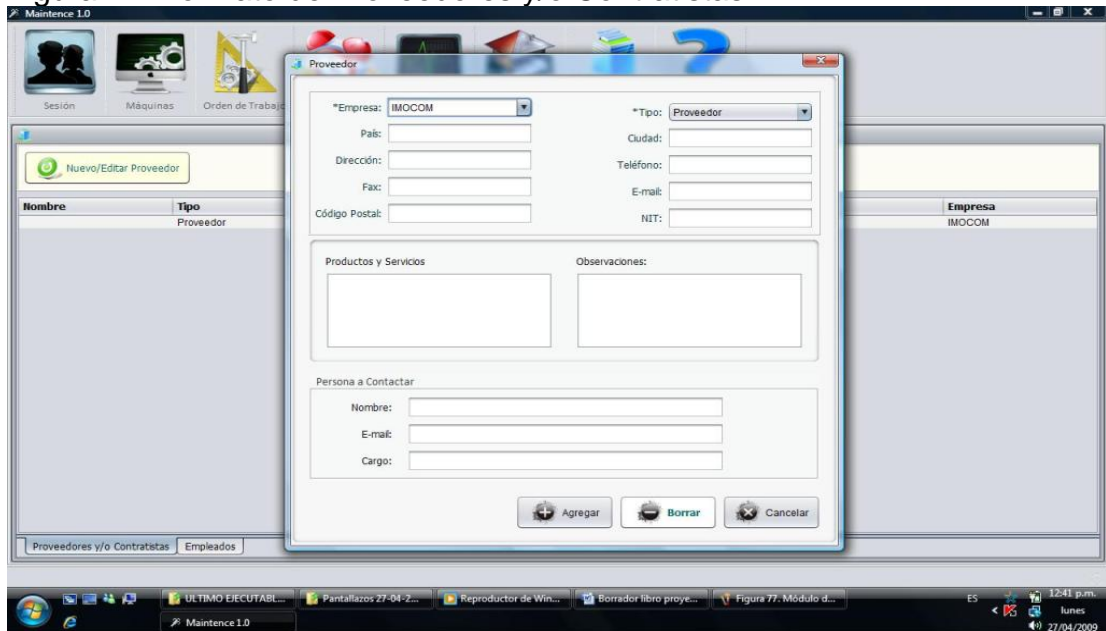


Figura 73. Módulo de Empresa



**6.8.1 Proveedores y/o Contratistas.** En el formato de Proveedores se puede disponer de la información sobre proveedores, distribuidores y contratistas, de una manera ágil y sencilla. Este formato se observa en la figura 74.

Figura 74. Formato de Proveedores y/o Contratistas



**6.8.2 Empleados.** En esta sección se almacena la información correspondiente al personal del área de mantenimiento, o personal que pueda servir de soporte a la misma (Ver figura 75).

Dentro del formato de empleados se encuentra la información dispuesta en dos secciones: Datos Básicos y Datos Generales.

- ☑ Datos básicos: Agrupa la información primordial del empleado como: nombre completo, documento de identidad, fecha de nacimiento, edad, cargo, estado civil, ciudad, teléfono, dirección de residencia, una referencia de tipo personal o laboral, y adicionalmente es posible cargar una foto para la identificación de la persona.
- ☑ Datos generales: Contiene datos correspondientes a la seguridad social y la escolaridad, capacitación, habilidades y experiencia del empleado.

Figura 75. Formato de Empleados

The screenshot displays the 'Empleados' form in the 'Maintenance 1.0' application. The form is divided into two tabs: 'Datos Básicos' and 'Datos Generales'. The 'Datos Básicos' tab is active, showing the following fields:

- Edad: 26
- Cargo: JEFE DE PRODUCCION
- Estado Civil: Soltero
- Ciudad: (empty)
- Teléfono: (empty)
- Dirección de Residencia: (empty)
- E-mail: (empty)
- \*Nombres: JAVIER
- \*Apellidos: SANTAMARIA
- \*C.C.: 654321
- Genero:  Masculino  Femenino
- Fecha de Nacimiento: 20/03/80 12:00 AM

The 'Datos Generales' tab is also visible, showing the following fields:

- Tipo de Referencia: Laboral

The form includes a photo upload area with a green plus sign and the text 'Click aquí para añadir foto'. At the bottom of the form, there are 'Guardar' and 'Cancelar' buttons.

## **6.9 AYUDA**

En este módulo se evidencia el manual descrito en el sistema de información, para hacer fácil su manejo, además tendrá datos acerca de los creadores del programa y de la empresa.

## **6.10 REQUERIMIENTOS DE HARDWARE Y SOFTWARE**

Para garantizar un desempeño eficiente del Sistema de Información Para La Administración Del Mantenimiento En La Empresa MAQUINADOS Y MONTAJES Ltda., se debe cumplir con las siguientes especificaciones:

### **6.10.1 Requerimientos de hardware.**

- Procesador: Intel Pentium II 450 MHz o superior.
- 128MB de memoria RAM o superior.
- 12MB de espacio libre en disco duro (mas el espacio ocupado por la información que se ingrese a la base de datos).
- Resolución de pantalla de 800 x 600 pixels o superior.
- Unidad lectora de CD-ROM (para la instalación).
- Monitor, Mouse y Teclado.

### **6.10.2 Requerimientos de software**

- Sistema operativo: Windows 98 SE; Windows 2000 SP3; Windows Server 2003; Windows XP Service Pack 2 o superior.
- Adobe Acrobat Reader 6.0.
- Windows Installer 3.1
- MySQL 5.1
- iReports
- JRE (Java Runtime Environment)

## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ✓ Se realizó un análisis del mantenimiento en la empresa Maquinados y Montajes Ltda., con el fin de determinar el estado de la gestión del mantenimiento en dicha empresa.
- ✓ Se efectuó un análisis de criticidad con el fin de tener una base y un estudio para la gestión en el mantenimiento y de esta forma poder saber cuál es el mejor método del mantenimiento para cada equipo.
- ✓ Se desarrolló un inventario y codificación sobre los equipos existentes en la empresa MAQUINADOS Y MONTAJES Ltda.
- ✓ Se diseñó, desarrolló e implementó un sistema de información para la administración del mantenimiento en la empresa MAQUINADOS Y MONTAJES Ltda., esto como ayuda en la evaluación y análisis del mantenimiento y la disposición de manera ágil y oportuna de información para la toma de decisiones relativas a la inversión de recursos y definición de políticas para el área de mantenimiento.
- ✓ Se llevaron a cabo las respectivas pruebas al sistema de información, consistentes en: pruebas de requisitos de sistema, pruebas de Validación e integración del Sistema; se encontraron algunos errores, los cuales fueron corregidos y verificados.
- ✓ Se desarrolló una capacitación para todo el personal de la empresa con el fin de poder conocer el funcionamiento del programa y de esta forma facilitar el correcto uso de este en las labores del mantenimiento.

- ✓ Para el adecuado manejo y ejecución del sistema de información computarizado, se requiere de una persona calificada en la planeación y ejecución de actividades de mantenimiento.
  
- ✓ Se sugiere la realización de un Backup de manera periódica, con intervalos de tiempo apropiados, con el objeto de proteger las bases de datos del SCAM.
  
- ✓ Para evitar el deterioro por la contaminación y manipulación de los manuales y catálogos de las máquinas, se recomienda archivarlos en un lugar con condiciones óptimas.
  
- ✓ Durante el desarrollo del presente proyecto se observaron falencias en el área de almacén de insumos y herramientas, para lo cual se propone la implementación de un sistema que permita la adecuada administración de este. Esto facilitaría el flujo de información con el sistema de administración de mantenimiento.

## BIBLIOGRAFÍA

BERNAL FINO, Juan Andrés y SAAVEDRA MEJÍA, Yolima Mercedes. Análisis, diseño y desarrollo de un software de información para el gerenciamiento de herramientas y máquinas móviles en el área de alistamiento de industrias AVM S.A. "SAVMHER". Bucaramanga, 2007, 331 p. Trabajo de grado (Ingeniero mecánico). Universidad Industrial de Santander. Facultad de ingenierías físico mecánicas.

COMITÉ EUROPEO DE NORMALIZACIÓN. Sistemas de gestión de la calidad: Requisitos (ISO 9001:2000). Bruselas, 2000. 58 p.

CONFIABILIDAD.NET, La cultura de confiabilidad. <[www.confiabilidad.net](http://www.confiabilidad.net)>

CORREA SANDINO, Julie Esperanza y BAUTISTA NAGLES, José Andrés. Sistema de información para el mantenimiento de la empresa ladrillera Bautista Cáceres Ltda. Bucaramanga, 2007, 226 p. Trabajo de grado (Ingeniero mecánico). Universidad Industrial de Santander. Facultad de ingenierías físico mecánicas.

DUFFUAA, Salih O.; RAOUF, A. y CAMPBELL, Jhon Dixon. Sistemas de Mantenimiento: Planeación y Control. México: Limusa Wiley, 2000. 419 p.

GONZÁLEZ BOHÓRQUEZ, Carlos Ramón. Mantenimiento y montajes. En: Asignatura de mantenimiento y montajes. (2007: Bucaramanga). Lecturas y diapositivas de la asignatura mantenimiento y montajes. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2007.

HUERTA MENDOZA, Rosendo. El análisis de criticidad, una metodología para mejorar la confiabilidad operacional.

<[www.confiabilidad.net/art\\_05/RCM/rcm\\_8.pdf](http://www.confiabilidad.net/art_05/RCM/rcm_8.pdf)>

MAINTENANCE MANAGEMENT SOFTWARE. Programa para mantenimiento industrial. <[www.attr.com/mantenimiento](http://www.attr.com/mantenimiento)>

MICRO MAIN CORPORATION. Sistema de administración de mantenimiento por computadora. <[www.rqct.com/Ms2000P.htm](http://www.rqct.com/Ms2000P.htm)>

SENN, James A.. Análisis y diseño de sistemas de información. 2 ed. México: Mc Graw Hill, 2001. 942 p.

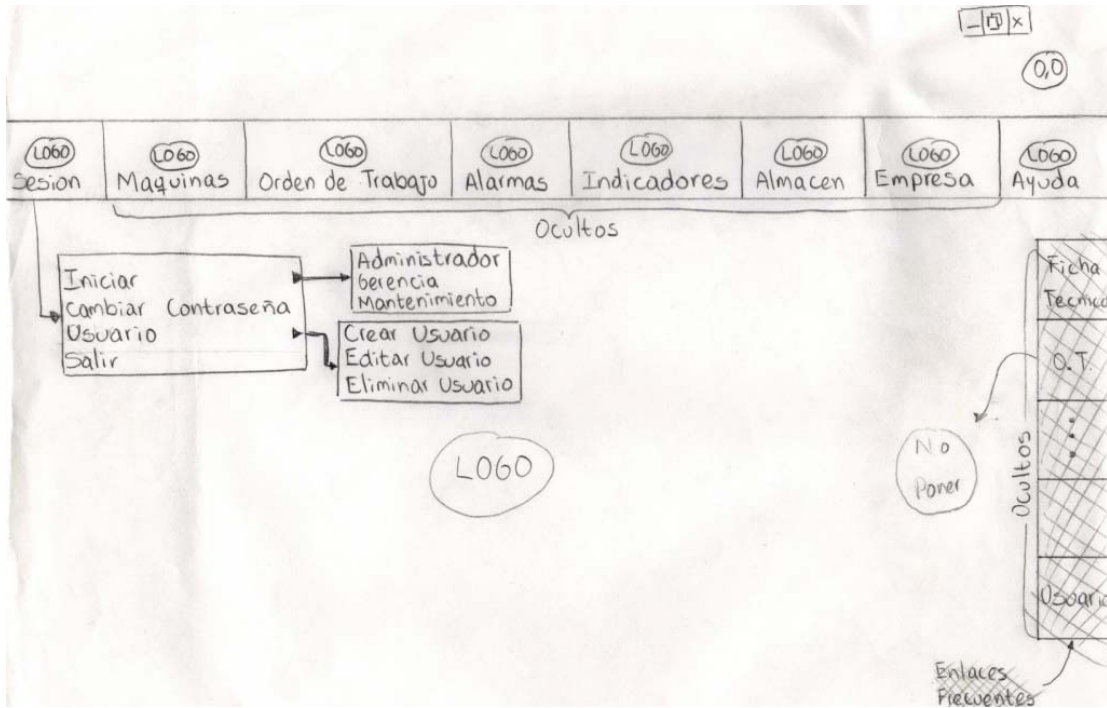
SIERRA ÁLVAREZ, Gabriel Antuán. Programa de mantenimiento preventivo para la empresa metalmecánica industrias AVM S.A. Bucaramanga, 2004, 196 p. Trabajo de grado (Ingeniero mecánico). Universidad Industrial de Santander. Facultad de ingenierías físico mecánicas.

SUN MICROSYSTEMS. <[www.java.sun.com/docs/books/tutorial](http://www.java.sun.com/docs/books/tutorial)>

# **ANEXOS**

**ANEXO A**  
**BOSQUEJOS PREVIOS A LA REALIZACIÓN DEL SOFTWARE**

# MÓDULO DE SESIÓN



SESION (L060) 0.1

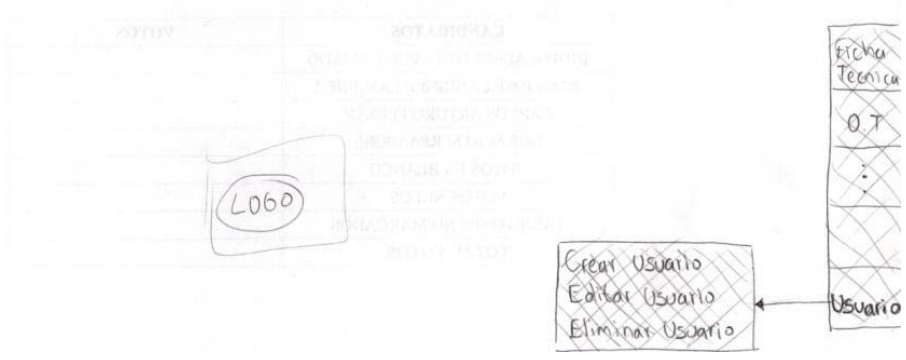
Dirección: Sesión: Iniciar → No poner esta parte de Dirección



L060 0.2

Dirección: Cerrar Sesión

(L060) Sesión	(L060) Maquinas	(L060) Orden de Trabajo	(L060) Alarmas	(L060) Indicadores	(L060) Almacen	(L060) Empresa	(L060) Ayuda
---------------	-----------------	-------------------------	----------------	--------------------	----------------	----------------	--------------



Nombre:

Identificación:

Nivel:  Administrador  
 Operencia  
 Mantenimiento

Login:

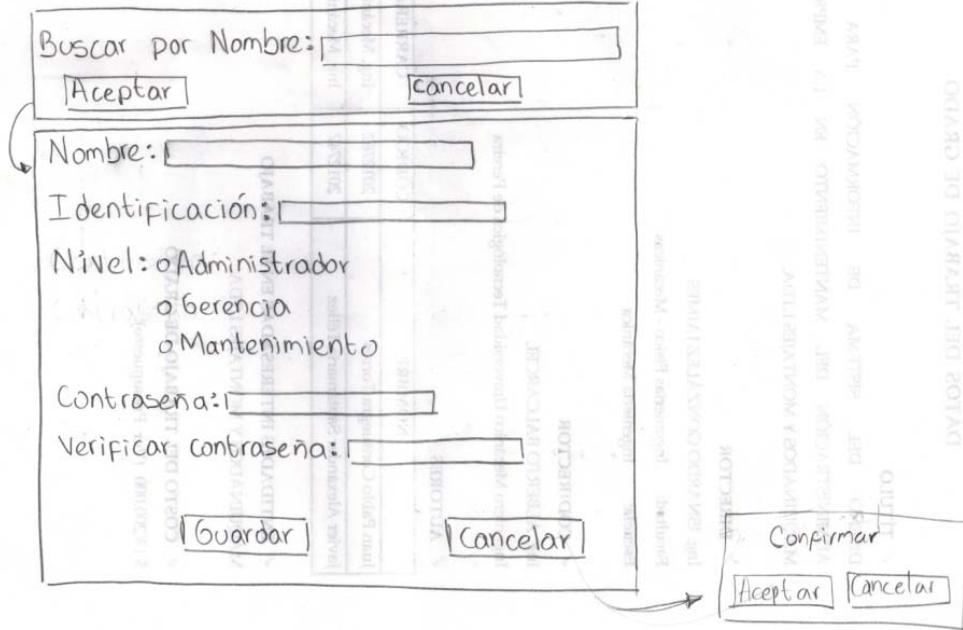
Contraseña:

Verificar Contraseña:

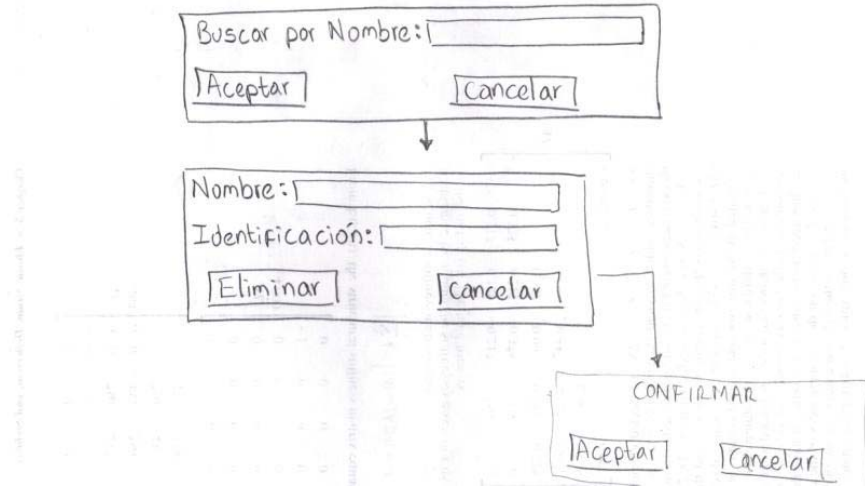
Confirmar

Dirección: Sesión: Iniciar \ Administrador \ Editar \ Usuario

Cerrar Sesión



Dirección: Sesión: Iniciar \ Administrador \ Eliminar usuario

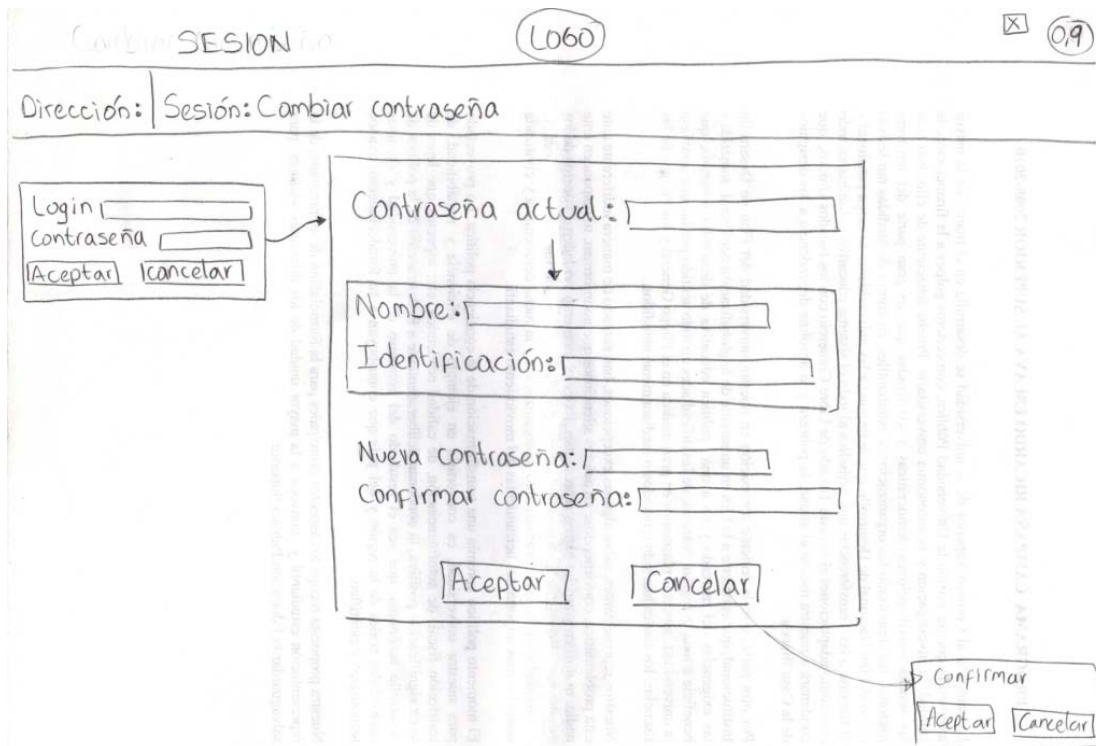
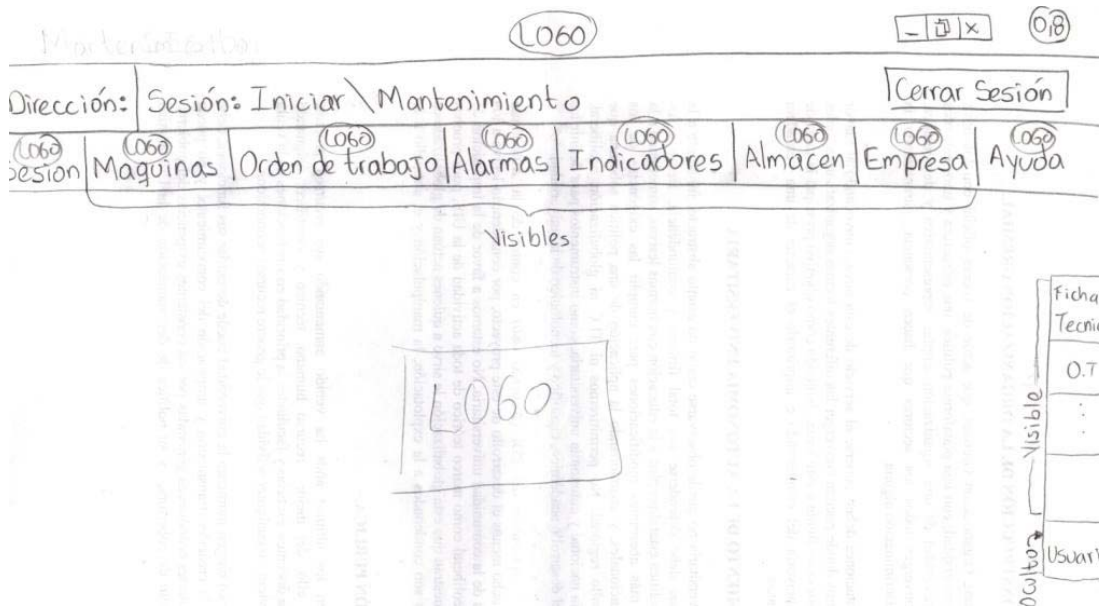


(L060) [ \_ | □ | X ] (0,6)

Dirección: Sesión: Iniciar \ Administrador						Cerrar Sesión	
(L060) Sesión	(L060) Maquinas	(L060) Orden de Trabajo	(L060) Alarmas	(L060) Indicadores	(L060) Almacen	(L060) Empresa	(L060) Ayuda
Visible todo							Visible todo Ficha Técnica O.T. : Usuario
(L060)							

(L060) [ \_ | □ | X ] (0,7)

Dirección: Sesión: Iniciar \ gerencia						Cerrar Sesión	
(L060) Sesión	(L060) Maquinas	(L060) Orden de trabajo	(L060) Alarmas	(L060) Indicadores	(L060) Almacen	(L060) Empresa	(L060) Ayuda
Visibles							Visible todo Ficha Técnica O.T. : Usuario
(L060)							



## MÓDULO DE MÁQUINAS

MAQUINAS (Logo) [Iconos]

Dirección: Cerrar Sesión

(Logo) Sesión
(Logo) Maquinas
(Logo) Orden de Trabajo
(Logo) Alarmas
(Logo) Indicadores
(Logo) Almacén
(Logo) Empresa
(Logo) Ayuda

[Nuevo] [Editar] [Eliminar]

Equipo	Area	Modelo	Numero de Inventario	Fabricante
Equipo 1	▼			
Equipo 2	▼			
⋮	▼			
	▼			

Todos  
 Area:

Ficha Técnica

Equipo:

Código:

⋮

Formato?

[Guardar] [Cancelar] [Imprimir]

→ (Sería mostrar el formato de la ficha técnica del equipo seleccionado con todos sus datos)

→ [confirmar]

<input checked="" type="checkbox"/> General	Ficha Técnica	Hoja de Vida	Mto Prev.	Mto Correc.	Carta Lubricación
---	---------------	--------------	-----------	-------------	-------------------

MAQUINAS (Logo) [X] (11)

---

Dirección Cerrar sesión

---

(Logo) Sesión (Logo) Maquinas (Logo) Orden de Trabajo (Logo) Alarmas (Logo) Indicadores (Logo) Almacen (Logo) Empresa (Logo) Ayuda

---

**Nuevo** | **Editar** | **Eliminar**

Nombre:  Código:

Area:

Ficha de registro	Datos generales	Datos Mecanicos	Datos electricos y electronicos	Otras	<del>Documentación y Seguros</del>
-------------------	-----------------	-----------------	---------------------------------	-------	------------------------------------

Modelo

Referencia

Numero de Serie

Año de Fabricación:

Numero de Inventario:

Fecha de recepción:

Fecha de Instalación:

Requerimientos especiales:

Información Complementaria

Tipo

Fabricante:

País/ciudad:

Proveedor:

Precio de compra:

Precio de Instalación:

Estado:

Fotografía

---

General Ficha Tecnica Hoja de Vida Mto Preventivo Mto Correc Carta de Lubricación

MAQUINAS (Logo) [X] (12)

---

Dirección Cerrar sesión

---

(Logo) Sesión (Logo) Maquinas (Logo) Orden de Trabajo (Logo) Alarmas (Logo) Indicadores (Logo) Almacen (Logo) Empresa (Logo) Ayuda

---

**Nuevo** | **Editar** | **Eliminar**

Nombre:  Código:

Area:

Ficha de registro	Datos generales	Datos Mecanicos	Datos electricos y electronicos	Otras	<del>Documentación y Seguros</del>
-------------------	-----------------	-----------------	---------------------------------	-------	------------------------------------

**Datos Dimensionales**

Ancho:  Metro

Alto:  Metro

Largo:  Metro

Peso:  Kilogramo

**Servicios requeridos**

Aire  Presion:  Bar

Temp  Celsius

Electricidad  Voltaje

Vapor  Presion  Bar

Temp  Celsius

Agua  Presion  Bar

Temp  Celsius

Gas  Presion  Bar

Temp  Celsius

Caudal  Lt/min

Humedad

Amperaje

Caudal  Lt/min

Caudal  Lt/min

Tratamiento

Caudal  Lt/min

Tratamiento

Intensidad de Trabajo

Un turno

Un turno

Un turno

Un turno

Un turno

---

General Ficha Tecnica Hoja de Vida Mto Preventivo Mto Correc Carta de Lubricación

Dirección						Cerrar Sesión	
LO60	LO60	LO60	LO60	LO60	LO60	LO60	LO60
Sesión	Maquinas	Orden de Trabajo	Alarmas	Indicadores	Almacen	Empresa	Ayuda

Nombre: _____		Codigo: _____			
Area: _____					
Ficha de Registro	Datos Generales	Datos Mecanicos	Datos electricos y OTROS	Documentación y Seguros	
CAPACIDAD:					
Altura entre centros Distancia entre centros Numero de mordazas Diametro admisible sobre la bancada Diametro admisible sobre el carro transversal		_____ (mm) ☒ _____ (mm) ☒ _____ (mm) ☒ _____ (mm) ☒		Maximo diametro de volteo Maxima longitud de pieza Maxima oscilacion Maxima longitud de giro	
Recorrido: Eje x _____ (mm) ☒ Eje z _____ (mm) ☒		Avance rapido _____ (mm/min) ☒ Avance rapido _____ (mm/min) ☒		Torreta: Numero de herramientas Dimensiones porta herramientas	
Transformador Modelo _____ Serial _____ Fabricante _____ Frecuencia _____		Potencia _____ (kW) ☒ Voltaje _____ (V) ☒ Fases _____ ☒ Peso _____ (kg) ☒		Husillo Velocidad del husillo _____ (rpm) ☒ Tamano porta broca _____ (mm) ☒ Marca del husillo _____ ☒ Potencia del motor _____ (kW) ☒	
Repuestos Criticos:					
cantidad	Nombre	Referencia	Fabricante	Comentario	Observaciones

General	Ficha Tecnica	Hoja de Vida	Mto Preventivo	<del>Mto Correct</del>	Carta de lubricación
---------	---------------	--------------	----------------	------------------------	----------------------

MAQUINAS (Logo) [X] 1.5

Dirección Cerrar Sesión

(Logo) Sesión (Logo) Maquinas (Logo) Orden de Trabajo (Logo) Alarmas (Logo) Indicadores (Logo) Almacen (Logo) Empresa (Logo) Ayuda

Nuevo | Editar | Eliminar

Nombre:  Código:

Area:

Ficha de Registro	Datos generales	Datos Mecánicos	Datos electricos y electronicos	Otras	Documentación y Seguros
-------------------	-----------------	-----------------	---------------------------------	-------	-------------------------

Otros Componentes:

Cantidad	Nombre	Tipo	Referencia	Fabricante	Comentario	Observaciones

Seguros y pólizas:

Compañía	Vendedor	Precio	Cobrimiento	Expira
----------	----------	--------	-------------	--------

Revisión crítica:

Documentación:	Nombre	Referencia	Fabricante	Comentario	Observaciones

General	Ficha Técnica	Hoja de Vida	Mto Preventivo	Mto Correct	Carta de lubricación
---------	---------------	--------------	----------------	-------------	----------------------

MAQUINAS

(L060)

X 1,6

Dirección						Cerrar Sesión	
(L060) Sesión	(L060) Maquinas	(L060) Orden de Trabajo	(L060) Alarmas	(L060) Indicadores	(L060) Almacen	(L060) Empresa	(L060) Ayuda
Ficha Técnica		Hoja de Vida		Mto Prevent	Mto Correc	Carta de lubricación	

MAQUINAS

(L060)

X 1,65

Dirección						Cerrar Sesión	
(L060) Sesión	(L060) Maquinas	(L060) Orden de Trabajo	(L060) Alarmas	(L060) Indicadores	(L060) Almacen	(L060) Empresa	(L060) Ayuda
Ficha Técnica		Hoja de Vida		Mto Preventivo	Mto Correctivo	Carta de lubricación	

PANORAMA EN ENUN																			
<p>La lubricación es uno de los factores más importantes para el correcto funcionamiento de una máquina. Una mala lubricación puede causar graves daños y aumentar los costos de mantenimiento. Es importante seguir las recomendaciones del fabricante y utilizar los aceites y grasas adecuados para cada tipo de máquina y condiciones de trabajo.</p>	<table border="1"> <tr> <td>aceite de diesel</td> <td>1.0</td> </tr> <tr> <td>aceite para turbinas</td> <td>3.8</td> </tr> <tr> <td>aceite para motores</td> <td>2.8</td> </tr> <tr> <td>aceite para engranes</td> <td>0.2</td> </tr> <tr> <td>aceite para cajas</td> <td>0.1</td> </tr> <tr> <td>aceite para frenos</td> <td>13.2</td> </tr> <tr> <td>aceite para ejes</td> <td>14.3</td> </tr> <tr> <td>aceite para bujes</td> <td>50.3</td> </tr> <tr> <td>aceite para pistones</td> <td>54.1</td> </tr> </table>	aceite de diesel	1.0	aceite para turbinas	3.8	aceite para motores	2.8	aceite para engranes	0.2	aceite para cajas	0.1	aceite para frenos	13.2	aceite para ejes	14.3	aceite para bujes	50.3	aceite para pistones	54.1
aceite de diesel	1.0																		
aceite para turbinas	3.8																		
aceite para motores	2.8																		
aceite para engranes	0.2																		
aceite para cajas	0.1																		
aceite para frenos	13.2																		
aceite para ejes	14.3																		
aceite para bujes	50.3																		
aceite para pistones	54.1																		

MAQUINAS							(L060)	_x	(17)
Dirección:								Cerrar Sesión	
(L060) Sesión	(L060) Maquinas	(L060) Orden de Trabajo	(L060) Alarmas	(L060) Indicadores	(L060) Almacen	(L060) Empresa	(L060) Ayuda		
Nuevo		Editar		Eliminar					
Equipo	Area	Ultimo Mantenimiento	Proximo Mantenimiento	Atraso (en Dias)	O.T. Actual				
Equipo 1	▼								
Equipo 2	▼								
⋮	▼								
<input checked="" type="radio"/> Todas <input type="radio"/> Area: <input type="text"/>		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Equipo <input type="text"/></p> <p>Plan del proximo Mto Preventivo</p> <p style="color: red; text-align: center;">Formato Instructivo</p> <p>Frecuencia <input type="text"/></p> <p>Guardar   Cerrar   Imprimir</p> </div>							
		Confirmar							
General	Ficha Tecnica	Hoja de Vida	Mto Preventiv.	Mto Correct.	Carta de Lubricación				

MAQUINAS

(L060)

- [X] (1,8)

Dirección		Cerrar Sesión					
(L060) Sesión	(L060) Maquinas	(L060) Orden de Trabajo	(L060) Alarmas	(L060) Indicadores	(L060) Almacen	(L060) Empresa	(L060) Ayuda

Nombre: <input type="text"/>		Codigo: <input type="text"/>	
Area: <input type="text"/>			
Frecuencia	Tipo de Mantenimiento	Acción a realizar	
DIARIA	Limpieza		
	Mecanico		
	Lubricación		
SEMANTAL	Limpieza		
	Mecanico		
	Lubricación		
MENSUAL	Limpieza		
	Mecanico		
Mto por Frecuencia	Mto por periodos de operacion		

Ficha Tecnica	Hoja de Vida	Manten. Preventivo	Mto Correctivo	Carta de lubricación
---------------	--------------	--------------------	----------------	----------------------

MAQUINAS

(L060)

X (1,85)

Dirección: Cerrar Sesión

Sesión   
  Maquinas   
  Orden de Trabajo   
  Alarmas   
  Indicadores   
  Almacén   
  Empresa   
  Ayuda

Nombre:       Código:   
 Área:

PERIODO	DESCRIPCION	METODO
Cada 500 horas		
Cada 1000 horas		
Cada 1500 horas		
Cada 2000 horas		
Cada 3000 horas		

Mto por frecuencia      Mto por periodos de Operación

Ficha Técnica   
  Hoja de Vida   
  Manten. Preventivo   
  Mto. Correctivo   
  Carta de lubricación

MAQUINAS

(L060)

X (1,9)

Dirección: Cerrar Sesión

Sesión   
  Maquinas   
  Orden de Trabajo   
  Alarmas   
  Indicadores   
  Almacén   
  Empresa   
  Ayuda

Equipo	Tipo de Aceite	Fecha de Cambio		
Equipo 1	▼			
Equipo 2	▼			
⋮	▼			

Todas

Área:

General   
  Ficha Técnica   
  Hoja de Vida   
  Mto Preventivo   
  Mto Correctivo   
  Carta de lubricación

MAQUINAS

(1060)

- 10 X (1,95)

<p>Direccion</p>	
<p>1. Definición de un sistema de coordenadas cartesianas en el espacio de tres dimensiones. El sistema de coordenadas cartesianas en el espacio de tres dimensiones se define como un sistema de tres ejes rectos y mutuamente perpendiculares que se originan en un punto O, llamado origen de coordenadas. Los ejes se denominan eje de las abscisas (eje X), eje de las ordenadas (eje Y) y eje de las alturas (eje Z). Los puntos del espacio se representan por sus coordenadas cartesianas (x, y, z).</p>	<p>2. Definición de un sistema de coordenadas cilíndricas. El sistema de coordenadas cilíndricas se define como un sistema de tres ejes rectos y mutuamente perpendiculares que se originan en un punto O, llamado origen de coordenadas. Los ejes se denominan eje de las abscisas (eje X), eje de las ordenadas (eje Y) y eje de las alturas (eje Z). Los puntos del espacio se representan por sus coordenadas cilíndricas (ρ, φ, z), donde ρ es la distancia radial desde el eje Z, φ es el ángulo que forma la proyección del punto sobre el plano XY con el eje X, y z es la altura del punto sobre el plano XY.</p>

## MÓDULO DE ORDEN DE TRABAJO

ORDEN DE TRABAJO
LOGO (2P)

Dirección
Cerrar Sesión

LOGO Sesión
LOGO Maquinas
LOGO Orden de trabajo
LOGO Alarmas
LOGO Indicadores
LOGO Almacen
LOGO Empresa
LOGO Ayuda

Nuevo
Editar
Eliminar

Codigo OT	Fecha de Solicitud	Codigo del equipo	Nombre del Equip	Prioridad	Estado

Todas

O Periodo especifico  
 desde:  hasta:

Orden de Trabajo

Planeación

Programación

Solicitud de Servicio

ORDEN DE TRABAJO (LOGO) [X] (2/1)

Dirección: Cerrar sesión

(LOGO) Sesión
(LOGO) Maquinas
(LOGO) Orden de Trabajo
(LOGO) Alarmas
(LOGO) Indicadores
(LOGO) Almacen
(LOGO) Empresa
(LOGO) Ayuda

Numero: 
 Aprobada por: 
 Responsable:

Datos del equipo:

Area: 
 Nombre: 
 Codigo:

Estado de la Orden: 
 Prioridad:

Procedencia:  
 Mantenimiento programado  
 Solicitud de Servicio

Datos de la Solicitud de Servicio:

Numero S.S.: 
 solicitante:

Motivo:

Fechas:  
 solicitud     hora:

Requerida     hora:

Iniciación del trabajo     hora:

Finalización del trabajo     hora:

Cancelación de la O.T.     hora:

Tiempo estimado de ejecución (horas)  (Días)  (horas)  (minutos)

Tiempo real de ejecución (horas)  (Días)  (horas)  (minutos)

Datos generales | Descripción de la Actividad | Recursos estimados | Recursos empleados

Orden de Trabajo | Planeación | Programación | Solicitud de Servicio

ORDEN DE TRABAJO (LOGO) [X] (2/2)

Dirección: Cerrar Sesión

(LOGO) Sesión
(LOGO) Maquinas
(LOGO) Orden de Trabajo
(LOGO) Alarmas
(LOGO) Indicadores
(LOGO) Almacen
(LOGO) Empresa
(LOGO) Ayuda

Nombre	Codigo	Fecha	Equipo	Codigo del Equip.	Tarea
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Orden de Trabajo | Planeación | Programación | Solicitud de Servicio

ORDEN DE TRABAJO

L060

[-] [X]

23

Dirección: Sesión

Cerrar Sesión

- Sesión
- Maquinas
- Orden de Trabajo
- Alarmas
- Indicadores
- Almacen
- Empresa
- Ayuda

Nuevo | Editar | Eliminar

Nombre:       Código:       Fecha:

Datos del Equipo:

Area:       Nombre:       Código:

Planeó:       Aprobó:

Tarea	<del>Factor de Seguridad</del>	Herramientas	Materiales	Observaciones

Descripción del Procedimiento      Descripción de la actividad

Guardar      Cancelar

Orden de Trabajo

Planeación

Programación

Solicitud de Servicio

ORDEN DE TRABAJO (L060) - [X] 2.1A

Dirección: Cerrar Sesión

(L060) Sesión (L060) Maquinas (L060) Orden de Trabajo (L060) Alarmas (L060) Indicadores (L060) Almacen (L060) Empresa (L060) Ayuda

Nombre:     Código:     Fecha:

Datos del Equipo:  
 Area:     Nombre:     código:

Tipo de Mantenimiento:     Tipo de Actividad:

Condiciones de Operacion:     Tipo de Trabajo:

Forma de realizar el Mantenimiento:    
Contratada

Observaciones:

Descripción del Procedimiento:     Descripción de la actividad:

Orden de Trabajo Planeación Programación Solicitud de Servicio

ORDEN DE TRABAJO (L060) - [X] 2.1B

Dirección: Cerrar Sesión

(L060) Sesión (L060) Maquinas (L060) Orden de Trabajo (L060) Alarmas (L060) Indicadores (L060) Almacen (L060) Empresa (L060) Ayuda

Nombre del Equipo	Codigo del Equipo	Nombre del Procedimiento	Codigo del Proc.	Fecha de Inicio de la Programacion	Frecuencia
▼					
▼					
▼					
▼					

Orango de:  Por Frecuencia     Por Fechas

Desde:     hasta:

Diaria     Semanal     Quincenal     Mensual     Trimestral     Semestral     Anual

Planta     Area     Equipo

Código:     Nombre:

Orden de Trabajo Planeación Programación Solicitud de Servicio

ORDEN DE TRABAJO

LOGO

LOGO

26

Dirección:

Cerrar Sesión

LOGO	LOGO	LOGO	LOGO	LOGO	LOGO	LOGO	LOGO
Sesión	Maquinas	Orden de Trabajo	Alarmas	Indicadores	Almacen	Empresa	Ayuda

Nuevo | Editar | Eliminar

Datos del Equipo:

Area  Nombre  Código

Datos del Procedimiento:

Nombre  código

Fecha de Inicio:

Tipo de frecuencia:

Margen  1 dia  Días

Programa

Observaciones

Aceptar | Cancelar

Orden de Trabajo

Planeación

Programación

Solicitud de Servicio

ORDEN DE TRABAJO (LOGO) [X] 27

Dirección: Cerrar Sesión

(LOGO) Sesión (LOGO) Maquinas (LOGO) Orden de Trabajo (LOGO) Alarmas (LOGO) Indicadores (LOGO) Almacen (LOGO) Empresa (LOGO) Ayuda

Nuevo | Editar | Eliminar

Numero S.S.	Fecha de Solicitud	Codigo Equipo	Nombre del Equipo	Prioridad	Estado
▼					
▼					
▼					
▼					

Orden de Trabajo	Planeación	Programación	Solicitud de Servicio
------------------	------------	--------------	-----------------------

ORDEN DE TRABAJO (LOGO) [X] 28

Dirección: Cerrar Sesión

(LOGO) Sesión (LOGO) Maquinas (LOGO) Orden de trabajo (LOGO) Alarmas (LOGO) Indicadores (LOGO) Almacen (LOGO) Empresa (LOGO) Ayuda

Nuevo | Editar | Eliminar

Numero de S.S.  Solicitante

Fecha de Solicitud  Hora

Estado de la S.S.:  Sin O.T.  O.T. Prioridad  Baja  Alta

Datos del Equipo

Area  Nombre  Codigo

Descripcion de la S.S.

Fecha de Confirmación  Hora  Confirmó

Observaciones de la confirmación

Aceptar | Cancelar

Orden de trabajo	Planeación	Programación	Solicitud de Servicio
------------------	------------	--------------	-----------------------

# MÓDULO DE ALARMAS

ALARMAS L060 [-] [X] [3]

Dirección: Sesión: Iniciar \ Administrador \ Editar \ Información Cerrar Sesión

sesión | Maquinas | Orden de trabajo | **Alarmas** | Indicadores | Almacen | Empresa | Ayuda

Todas  
 Periodo específico

Desde:

Hasta:

Equipo	Descripcion	Fecha
▼		
▼		
▼		
▼		

Visible Tools

- Ficha Técnica
- O.T.
- ⋮
- Usuario

Actividades Vencidas	O.T.	Solicitud de Servicio	Poliza
----------------------	------	-----------------------	--------

ALARMAS

(L060)

- [ ] x (3,1)

Dirección:

Cerrar Sesión

(L060) Sesión	(L060) Maquinas	(L060) Orden de Trabajo	(L060) Alarmas	(L060) Indicadores	(L060) Almacen	(L060) Empresa	(L060) Ayuda
---------------	-----------------	-------------------------	----------------	--------------------	----------------	----------------	--------------

Codigo O.T.	Codigo del Equipo	Nombre del Equip.	Prioridad	Fecha de Solicitud	Fecha en que se vencio
▼					
▼					
▼					
▼					
O.T. Vencidas			O.T. Proximas a Vencer		

Actividades Vencidas	O.T.	Solicitud de Servicio	Poliza
----------------------	------	-----------------------	--------

ALARMAS

(L060)

- [ ] x (3,2)

Dirección:

Cerra Sesión

(L060) Sesión	(L060) Maquinas	(L060) Orden de Trabajo	(L060) Alarmas	(L060) Indicadores	(L060) Almacen	(L060) Empresa	(L060) Ayuda
---------------	-----------------	-------------------------	----------------	--------------------	----------------	----------------	--------------

Codigo O.T.	Codigo del Equipo	Nombre del Equipo	Prioridad	Fecha de Solicitud	Fecha en que se vencio
▼					
▼					
▼					
▼					
O.T. Vencidas			O.T. Proximas a Vencer		

Actividades Vencidas	O.T.	Solicitud de Servicio	Poliza
----------------------	------	-----------------------	--------

ALARMAS

(060)

- [ ] X

(33)

Dirección: Sesión: Inicial \ Administrador \ Editar \ Información \ Alarmas \ Materiales								Cerrar Sesión
(060) Sesión	(060) Maquinas	(060) Orden de Trabajo	(060) Alarmas	(060) Indicadores	(060) Almacen	(060) Empresa	(060) Ayuda	

Numero SS	Fecha de Solicitud	Codigo del equipo	Nombre del equipo	Prioridad	Fecha en que se vencio
	▼				
	▼				
	▼				

S.S. Vencidas	S.S. Proximas a vencer.
---------------	-------------------------

Actividades Vencidas	O. T. Material	Solicitud de Servicio	Poliza
----------------------	----------------	-----------------------	--------

ALARMAS

LO60

3,4

Dirección:

Cerrar Sesión

- (LO60)  
Sesión
- (LO60)  
Maquinas
- (LO60)  
Orden de trabajo
- (LO60)  
Alarmas
- (LO60)  
Indicadores
- (LO60)  
Almacen
- (LO60)  
Empresa
- (LO60)  
Ayuda

Numero S.S.	Fecha de Solici.	Codigo del equipo	Nombre del equipo	Prioridad	Fecha en que se vence
▼					
▼					
▼					
S.S. Vencidas			S.S. Proximas a Vencer		

Generar Orden de compra. ?

Actividades Vencidas	O.T.	Solicitud de Servicio	Poliza
----------------------	------	-----------------------	--------

ALARMAS

(L060)

☐☐X (35)

Direccion

(L060) Sesion	(L060) Maquinas	(L060) Orden de Trabajo	(L060) Alarmas	(L060) Indicadores	(L060) Almacen	(L060) Empresa	(L060) Ayuda
------------------	--------------------	----------------------------	-------------------	-----------------------	-------------------	-------------------	-----------------

<input type="radio"/> Todos <input type="radio"/> Periodo especifico				Desde	dd MM aaaa	#	▼
				Hasta	dd MM aaaa	#	▼
Empresa	Servicio	Equipo	Fecha en que se vencio				
▼							
▼							
Polizas Vencidos				Polizas Proximos a Vencer			

Actividades Vencidas	O. T.	Solicitud de Servicio	Poliza
----------------------	-------	-----------------------	--------

# MÓDULO DE INDICADORES

(L060)
(40)

---

Dirección
Cerrar Sesión

---

(L060) Sesión
(L060) Maquinas
(L060) Orden de Trabajo
(L060) Alarmas
(L060) Indicadores
(L060) Almacen
(L060) Empresa
(L060) Ayuda

---

Area 
Equipo 
Codigo

fecha 
Nomenclatura 

Despliega el significado de cada abreviatura

TBD
TFS
TPP
NO
NP
TOP
TEO

	TBD	TFS	TPP	NO	NP	TOP	TEO
Semana 1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Semana 2	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Semana 3	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Semana 4	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Promedio	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Guardar
Cancelar

---

Registro de tiempos
Indicadores de Gestion

---

Indicadores de Gestion

Costos

INDICADORES

(L060)

(4,1)

Dirección Cerrar Sesión

Sesion (L060) Maquinas (L060) Orden de trabajo (L060) Alarmas (L060) **Indicadores** (L060) Almacen (L060) Empresa (L060) Ayuda (L060)

Mostrar:  Planta  
 Area  
 Equipo: Nombre:  Codigo:

Todas las fechas  
 Rango de Fechas: Desde:  Hasta:

Graficar  Confiabilidad  Disponibilidad  Mantenibilidad

Forma de la grafica:  Barras  Tabla

Area.	Tiempo			
	Enero/09	Febrero/09	...	Periodo(Enero...
Area 1				
Area 2				
Area 3				
Area 4				
...				
Planta				

Registro de tiempos Indicadores de Gestion

---

Indicadores de Gestion Costos

(L060)

(4,2)

Dirección Cerrar Sesión

Sesion (L060) Maquinas (L060) Orden de Trabajo (L060) Alarmas (L060) **Indicadores** (L060) Almacen (L060) Empresa (L060) Ayuda (L060)

Mostrar:  Planta  
 Area  
 Equipo: Nombre:  Codigo:

Todas las fechas  
 Rango de Fechas: Desde:  Hasta:

Graficar  Mano de obra Interna Vs Mano de Obra

Forma de la grafica:  Barras  Circular

Costos (en millones de pesos)

6  
5  
4  
3  
2  
1

Enero/09 Febrero/09

Mano de Obra Interna (Estimado)  
 Mano de Obra Interna (Real)

Relación de Costos Costos Reales Costos Por Mto

---

Indicadores de Gestion Costos

L060

4,3

Dirección						Cerrar Sesión	
<input type="radio"/> Sesión	<input type="radio"/> Maquinas	<input type="radio"/> Orden de Trabajo	<input type="radio"/> Alarmas	<input type="radio"/> Indicadores	<input type="radio"/> Almacen	<input type="radio"/> Empresa	<input type="radio"/> Ayuda
Mastrar: <input checked="" type="radio"/> Planta <input type="radio"/> Area <input type="radio"/> Equipo: Nombre: <input type="text"/> Codigo: <input type="text"/> <input checked="" type="radio"/> Todas las fechas <input type="radio"/> Rango de fechas: Desde: <input type="text"/> Hasta: <input type="text"/> Graficar: <input type="checkbox"/> Mto correctivo Vs Mto Preventivo Forma de la grafica: <input type="checkbox"/> Circular <input checked="" type="checkbox"/> Barras <input type="button" value="Previsualizar"/>				<div style="text-align: right;"> <input checked="" type="checkbox"/> Mto Preventivo  <input checked="" type="checkbox"/> Mto Correctivo          Costo total: \$149.263.930       </div> <div style="text-align: center;"> </div> <div style="text-align: center;"> <input type="button" value="Imprimir"/> <input type="button" value="Cancelar"/> </div>			
Costos estimados Vs Costos Reales				Costos Reales		Costos por Mto	
Indicadores de Gestion				Costos			



ALMACEN

LO60

5/1

Dirección: Cerrar Sesión

LO60 LO60 LO60 LO60 LO60 LO60 LO60 LO60  
 Sesión Maquinas Orden de Trabajo Alarmas Indicadores Almacen Empresa Ayuda

Nuevo | Editar | Eliminar

Añadir al inventario

Nombre  Código

Tipo   Compra

Cantidad

Valor unitario  Fecha

Observaciones

Aceptar Cancelar

Confirmar

Inventario Repuestos Materiales e insumos Herramientas

ALMACEN

LO60

5/2

Dirección: Cerrar Sesión

LO60 LO60 LO60 LO60 LO60 LO60 LO60 LO60  
 Sesión Maquinas Orden de Trabajo Alarmas Indicadores Almacen Empresa Ayuda

Nuevo | Editar | Eliminar

Nombre	Código	Ubicación	Tipo	Proveedor	Referencia Industrial
▼					
▼					
▼					
▼					
▼					
▼					

Inventario Repuestos Materiales e insumos Herramientas

ALMACEN (L060) (5,3)

---

Dirección: Cerrar Sesión

---

(L060) Sesión
(L060) Maquinas
(L060) Orden de Trabajo
(L060) Alarmas
(L060) Indicadores
(L060) Almacen
(L060) Empresa
(L060) Ayuda

---

Nuevo
Editar
Eliminar

Nombre:

Tipo:

Proveedor:

Referencia Industrial:

Fecha de Compra:

stock minimo:

Características de uso, aplicaciones, recomendaciones y otros:

Observaciones

codigo:

Ubicacion:

Fabricante:

Costo por Unidad:

Fecha de Instalación:

stock maximo:

Fotografía

Confirmar

---

Inventario

Repuestos

Materiales e Insumos

Herramientas

ALMACEN

(L060)

(5/4)

Dirección

Cerrar Sesión

(L060) Sesion	(L060) Maquinas	(L060) Orden de Trabajo	(L060) Alarmas	(L060) Indicadores	(L060) Almacen	(L060) Empresa	(L060) Ayuda
------------------	--------------------	----------------------------	-------------------	-----------------------	-------------------	-------------------	-----------------

Nuevo | Editar | Eliminar

Nombre	Codigo	Ubicación	Tipo	Proveedor	Referencia Indus.
	▼				
	▼				
	▼				
	▼				
	▼				

Inventario	Repuestos	Materiales e insumos	Herramientas
------------	-----------	----------------------	--------------

ALMACEN

(L060)

(5,5)

Nombre: <input type="text"/> Tipo: <input type="text" value="v"/> Proveedor: <input type="text"/> Referencia Industrial: <input type="text"/> Fecha de Compra: <input type="text" value="dd mm aaaa"/> <input type="text" value="v"/> Stock mínimo: <input type="text"/> Características de uso, aplicaciones, recomendaciones y otros: <div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%;"></div>	Código: <input type="text"/> Ubicación: <input type="text"/> Fabricante: <input type="text" value="v"/> Costo por unidad: <input type="text" value="v"/> Presentación: <input type="text"/> Stock máximo: <input type="text"/> observaciones: <div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%;"></div>
--	--

ALMACEN

(L060)

(5,6)

Nombre	Código	Ubicación	Tipo	Proveedor	Referencia Indus.
▼					
▼					
▼					
▼					
▼					
▼					

ALMACEN		(L060)	(5,7)		
Dirección:			Cerrar Sesión		
(L060) Sesion	(L060) Maquinas	(L060) Orden de Trabajo	(L060) Alarmas		
(L060) Indicadores		(L060) Almacen	(L060) Empresa		
(L060) Ayuda					
<span>Nuevo</span> / <span>Editar</span> / <span>Eliminar</span>					
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none;"> Nombre: <input style="width: 90%;" type="text"/>  Tipo: <input style="width: 80%;" type="text"/>  Proveedor: <input style="width: 90%;" type="text"/>  Fecha de compra: <input style="width: 80%;" type="text" value="dd mm aaaa"/> <input style="width: 20px;" type="button" value="▼"/>  Modelo: <input style="width: 80%;" type="text"/>  catalogos <input type="checkbox"/>  Características de uso, aplicaciones,  recomendaciones y otros:  <input style="width: 95%; height: 20px;" type="text"/>  Observaciones  <input style="width: 95%; height: 20px;" type="text"/> </td> <td style="width: 50%; border: none;"> Codigo: <input style="width: 90%;" type="text"/>  Ubicación: <input style="width: 90%;" type="text"/>  Fabricante: <input style="width: 95%;" type="text"/>  Costo por unidad: <input style="width: 90%;" type="text"/>  Referencia <input style="width: 90%;" type="text"/>  ubicacion del catalogo: <input style="width: 95%;" type="text"/>   Fotografia  <input style="width: 95%; height: 60px;" type="text"/> </td> </tr> </table>				Nombre: <input style="width: 90%;" type="text"/> Tipo: <input style="width: 80%;" type="text"/> Proveedor: <input style="width: 90%;" type="text"/> Fecha de compra: <input style="width: 80%;" type="text" value="dd mm aaaa"/> <input style="width: 20px;" type="button" value="▼"/> Modelo: <input style="width: 80%;" type="text"/> catalogos <input type="checkbox"/> Características de uso, aplicaciones, recomendaciones y otros: <input style="width: 95%; height: 20px;" type="text"/> Observaciones <input style="width: 95%; height: 20px;" type="text"/>	Codigo: <input style="width: 90%;" type="text"/> Ubicación: <input style="width: 90%;" type="text"/> Fabricante: <input style="width: 95%;" type="text"/> Costo por unidad: <input style="width: 90%;" type="text"/> Referencia <input style="width: 90%;" type="text"/> ubicacion del catalogo: <input style="width: 95%;" type="text"/>  Fotografia <input style="width: 95%; height: 60px;" type="text"/>
Nombre: <input style="width: 90%;" type="text"/> Tipo: <input style="width: 80%;" type="text"/> Proveedor: <input style="width: 90%;" type="text"/> Fecha de compra: <input style="width: 80%;" type="text" value="dd mm aaaa"/> <input style="width: 20px;" type="button" value="▼"/> Modelo: <input style="width: 80%;" type="text"/> catalogos <input type="checkbox"/> Características de uso, aplicaciones, recomendaciones y otros: <input style="width: 95%; height: 20px;" type="text"/> Observaciones <input style="width: 95%; height: 20px;" type="text"/>	Codigo: <input style="width: 90%;" type="text"/> Ubicación: <input style="width: 90%;" type="text"/> Fabricante: <input style="width: 95%;" type="text"/> Costo por unidad: <input style="width: 90%;" type="text"/> Referencia <input style="width: 90%;" type="text"/> ubicacion del catalogo: <input style="width: 95%;" type="text"/>  Fotografia <input style="width: 95%; height: 60px;" type="text"/>				
<input style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px;" type="button" value="Confirmar"/>					
Inventario	Repuestos	Materiales e insumos	Herramientas		

# MÓDULO DE EMPRESA

(5,0)

EMPRESA (L060)

---

Dirección Cerrar Sesión

(L060) Sesión | 
 (L060) Maquinas | 
 (L060) Orden de Trabajo | 
 (L060) Alarmas | 
 (L060) Indicadores | 
 (L060) Almacen | 
 (L060) Empresa | 
 (L060) Ayuda

Nuevo | Editar | Eliminar

Nombre	Tipo	Telefono	E-mail	Pais	Ciudad	Empresa
Nombre 1	▼ Proveedor					
Nombre 2	▼ Contratista					
⋮	▼ ⋮					
	▼					
	▼					

Proveedores y/o Contratistas	Empleados	Empresas con Proyectos	Empresas para el Mantenimiento

EMPRESA (61)

---

Dirección: Cerrar Sesión

(Logo) Sesión (Logo) Maquinas (Logo) Orden de Trabajo (Logo) Alarmas (Logo) Indicadores (Logo) Almacen (Logo) Empresa (Logo) Ayuda

Nuevo | Editar | Eliminar

Nombre  Tipo

Pais  Ciudad

Dirección  Telefono

Email  Empresa

Código Postal  NIT

Productos y Servicios  Observaciones

Persona de Contacto en la empresa:

Nombre  Cargo

Email

Aceptar | Cancelar

Confirmar

Proveedores y/o Contratistas	Empleados	Empresas con Proyectos	Empresas Para el Mantenimiento
------------------------------	-----------	------------------------	--------------------------------

EMPRESA (62)

---

Dirección: Cerrar Sesión

(Logo) Sesión (Logo) Maquinas (Logo) Orden de Trabajo (Logo) Alarmas (Logo) Indicadores (Logo) Almacen (Logo) Empresa (Logo) Ayuda

Nuevo | Editar | Eliminar

Nombres	Apellidos	Documento de Identidad	Cargo	Telefono	E-mail	Tipo de Referencia
	▼					
	▼					
	▼					
	▼					
	▼					

Proveedores y/o Contratistas	Empleados	Empresas con Proyectos	Empresas para el Mantenimiento
------------------------------	-----------	------------------------	--------------------------------

EMPRESA (63)

Dirección: Cerrar sesión

(Lobo) Sesión
(Lobo) Maquinas
(Lobo) Orden de Trabajo
(Lobo) Alarmas
(Lobo) Indicadores
(Lobo) Almacen
(Lobo) Empresa
(Lobo) Ayuda

**Nuevo** | **Editar** | **Eliminar**

<p>Nombres: <input type="text"/></p> <p>Apellidos: <input type="text"/></p> <p>Documento de Identidad: <input type="text"/></p> <p>Genero <input checked="" type="radio"/> Masculino <input type="radio"/> Femenino</p> <p>Fecha de nacimiento: <input type="text"/> dd mm aaaa</p> <p>Edad: <input type="text"/></p> <p>Cargo: <input type="text"/></p> <p>Estado civil: <input type="text"/></p> <p>Ciudad: <input type="text"/></p> <p>Telefono: <input type="text"/></p> <p>Direccion de Residencia: <input type="text"/></p> <p>E-mail: <input type="text"/></p>	<p>Datos de Referencia:</p> <p>Nombre: <input type="text"/></p> <p>Telefono: <input type="text"/></p> <p>Tipo de referencia: <input type="text" value="Laboral"/></p> <p>Fotografia</p> <div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100px;"></div>
---	--

Datos BasicosDatos generales

Proveedores y/o Contratistas
Empleados
Empresas con Proyectos
Empresas para el Mantenimiento

EMPRESA (64)

Dirección: Cerrar sesión

(Lobo) Sesión
(Lobo) Maquinas
(Lobo) Orden de Trabajo
(Lobo) Alarmas
(Lobo) Indicadores
(Lobo) Almacen
(Lobo) Empresa
(Lobo) Ayuda

**Nuevo** | **Editar** | **Eliminar**

<p>Seguridad Social:</p> <p>Fecha de Ingreso: <input type="text"/> dd mm aaaa</p> <p>Fecha de retiro: <input type="text"/> dd mm aaaa</p> <p>Tipo de contrato: <input type="text" value="Servicios"/></p> <p>Sueldo: <input type="text"/></p> <p>EPS: <input type="text"/></p> <p>ARP: <input type="text"/></p> <p>Observaciones</p> <div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 40px;"></div>	<p>Habilidades:</p> <p>Nivel de Escolaridad: <input type="text" value="Primaria"/></p> <p>Especialidad:</p> <p>Estudios realizados:</p> <div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 40px;"></div> <p>Experiencia laboral:</p> <div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 40px;"></div>
--	---

Datos BasicosDatos generales

Proveedores y/o Contratistas
Empleados
Empresas con Proyectos
Empresas para el Mantenimiento