

**SISTEMA DE INFORMACION COMPUTARIZADO PARA
EL MANTENIMIENTO MECANICO DEL ACUEDUCTO
METROPOLITANO DE BUCARAMANGA S.A. E.S.P.**

**FRANCISCO JAVIER ARBOLEDA GALINDO
VICTOR FERNANDO ZABALA CELIS**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2.006

**SISTEMA DE INFORMACION COMPUTARIZADO PARA
EL MANTENIMIENTO MECANICO DEL ACUEDUCTO
METROPOLITANO DE BUCARAMANGA S.A. E.S.P.**

**FRANCISCO JAVIER ARBOLEDA GALINDO
VICTOR FERNANDO ZABALA CELIS**

**Trabajo de Grado para optar al título de
Ingeniero Mecánico**

**Director
JORGE ENRIQUE MENESES FLOREZ
Ingeniero Mecánico**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2.006

Este trabajo de grado lo dedico a quienes siempre me apoyaron:

A mi madre, por el constante apoyo en las decisiones que he tomado, por mostrarme el camino de la rectitud y por ser quien es, “Mi ejemplo de vida”; A Merceditas mi tía, por sus enseñanzas y apoyo incondicional.

A mis familiares y amigos, por permitirme formar parte de sus vidas,

Y sobre todo A DIOS, por ponerme aquí.

FRANCISCO JAVIER

Este trabajo de grado lo dedico:

A Dios, por darme la fuerza,

*A mi padre Víctor Manuel por creer en mí
hasta el último momento,*

*A mi madre Yamile por sus enseñanzas y
apoyo incondicional,*

*A mis hermanos Javier y Luís por la
confianza entregada,*

*Y a todos mis familiares y amigos por
permitirme formar parte de sus vidas.*

VICTOR FERNANDO

AGRADECIMIENTOS

Damos agradecimientos a todas aquellas personas que de una u otra forma apoyaron la realización del presente trabajo de grado.

Al Doctor William Ibáñez, Gerente de operaciones del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P., por brindarnos la oportunidad de realizar la práctica en esta empresa.

A Jorge Enrique Meneses Florez, Ingeniero Mecánico, Director del proyecto, por orientarnos en el camino a la formación profesional.

A Jolman Lozano Pico, Ingeniero Mecánico, Coordinador de Mantenimiento Mecánico Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P. y Codirector del proyecto, por brindarnos su colaboración y sus aportes técnicos de su experiencia.

A Fernando Meneses Florez, Mecánico de Mantenimiento, por la confianza ofrecida y por la constante colaboración en el desarrollo del proyecto.

A nuestros padres y familiares.

A todos nuestros amigos.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	1
1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA S.A. E.S.P.	3
1.1 HISTORIA	3
1.2 VISION	10
1.3 MISION	10
1.4 VALORES	10
1.5 POLITICA DE CALIDAD	10
1.6 PROPOSITO EMPRESARIAL	11
1.7 ESTRATEGIAS	12
1.8 ACCIONISTAS	13
1.9 NATURALEZA JURIDICA	14
1.10 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA	15
1.11 LINEA DE PRODUCCION	15
1.12 INSTALACIONES	18
2. DESCRIPCION DEL SISTEMA DE INFORMACION EN COORDINACION DE MANTENIMIENTO MECANICO DEL ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA S.A. E.S.P.	19
2.1 DIAGNÓSTICO DE LA DOCUMENTACIÓN PARA EL MANEJO DE LA INFORMACIÓN	19

2.2	ESTADO ACTUAL DE LA MAQUINARIA Y EQUIPOS	30
2.2.1	Inventario y diagnóstico del estado de la maquinaria y equipos	31
2.2.2	Codificación de equipos	37
2.3	DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE REPUESTOS	40
2.4	PROPUESTA DE MEJORA	41
3.	TEORIA DE LOS SISTEMAS DE INFORMACION PARA EL MANTENIMIENTO	44
3.1	GENERALIDADES	44
3.2	BREVE HISTORIA DE LA ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO	45
3.3	SISTEMAS DE INFORMACION PARA EL MANTENIMIENTO	46
3.4	COMPONENTES DE UN SISTEMA DE INFORMACION COMPUTARIZADO	47
3.5	CONCEPTO DE BASE DE DATOS	49
3.6	NECESIDAD DE SISTEMAS DE INFORMACION COMPUTARIZADO PARA EL MANTENIMIENTO	50
4.	DISEÑO DEL SISTEMA DE INFORMACION COMPUTARIZADO PARA MANTENIMIENTO MECANICO	54
4.1	DEFINICION DE REQUERIMIENTOS	54
4.2	ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE INFORMACION COMPUTARIZADO PARA EL MANTENIMIENTO	55
4.3	MODELO ENTIDAD RELACIÓN	62
4.4	PLATAFORMA DE DESARROLLO	64
4.5	EQUIPO Y SOPORTE	68
4.6	ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACION COMPUTARIZADO	69

4.6.1	Módulo mantenimiento	69
4.6.2	Módulo de insumos y repuestos	81
4.6.3	Módulo empresa	92
4.6.4	Indicadores y consultas	103
5.	PRUEBAS E IMPLEMENTACION	118
5.1	PRUEBA DE UNIDAD	119
5.2	PRUEBAS DE INTEGRACIÓN	119
5.3	PRUEBAS DE ACEPTACIÓN	120
5.4	IMPLEMENTACIÓN	121
5.4.1	Etapas en la Implementación del Sistema de Información Computarizado	122
5.4.2	Determinación de los archivos maestros	122
5.4.3	Preparación del personal	122
5.4.4	Revisión de la documentación del sistema	123
5.5	REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA	123
5.6	¿CÓMO MANEJAR O ACCEDER RÁPIDAMENTE A LA INFORMACIÓN EN SICMA?	124
5.7	ABRIENDO O CERRANDO SICMA	126
6.	CONCLUSIONES	128
7.	RECOMENDACIONES	130
	BIBLIOGRAFÍA	131

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Accionistas del amb S.A. E.S.P.	14
Tabla 2. Valores para calificación de equipos	31
Tabla 3. Inventario y diagnóstico de equipos	32
Tabla 4. Zonas de mantenimiento	37
Tabla 5. Zonas plantas de tratamiento	37
Tabla 6. Tipos de equipos	38
Tabla 7. Requerimientos del Sistema de Información para el mantenimiento mecánico	56
Tabla 8. Indicadores utilizados para el SICMA	108
Tabla 9. Requerimientos del sistema	123

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Las Chorreras de Don Juan	3
Figura 2. Organigrama del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.	16
Figura 3. Línea de Producción	17
Figura 4. Edificio Comercial del amb S.A. E.S.P.	18
Figura 5. Formato programa anual de mantenimiento	21
Figura 6. Formato cronograma mensual de actividades de mantenimiento	22
Figura 7. Formato identificación y ubicación de equipos	24
Figura 8. Formato orden de trabajo de mantenimiento	25
Figura 9. Formato ficha técnica de equipos	26
Figura 10. Formato historia de mantenimiento por equipo	28
Figura 11. Formato tarjeta de costos de mantenimiento	29
Figura 12. Procedimiento para calificación de equipos	31
Figura 13. Ejemplo de codificación de equipos	39
Figura 14. Orden de trabajo según el Sistema de Información Computarizado realizado con este proyecto	43
Figura 15. Evolución del mantenimiento	46
Figura 16. Componentes del sistema de información computarizado para el mantenimiento mecánico del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.	48
Figura 17. Estructura del sistema de información computarizado	59
Figura 18. Entradas del Sistema de Información Computarizado para Mantenimiento Mecánico del amb S.A. E.S.P.	60

Figura 19.	Análisis de las Salidas del Sistema de Información Computarizado para el Mantenimiento Mecánico del amb S.A. E.S.P.	61
Figura 20.	Metodología usada para el diseño de la entidad relación	62
Figura 21.	Modelo Entidad Relación de SICMA	63
Figura 22.	Módulo mantenimiento y sus componentes	70
Figura 23.	Formulario cronograma de actividades	70
Figura 24.	Formulario Alarmas	72
Figura 25.	Diagrama de flujo formulario alarmas	73
Figura 26.	Diagrama de flujo para formulario Ordenes de Trabajo	75
Figura 27.	Formulario de órdenes de trabajo, Generalidades	76
Figura 28.	Formulario Orden de trabajo, Empleados	77
Figura 29.	Formulario Orden de trabajo, Repuestos	78
Figura 30.	Formulario orden de trabajo, Actividades	79
Figura 31.	Flujo de información formulario solicitud de servicios	80
Figura 32.	Formulario solicitud de servicio	81
Figura 33.	Listado de Mantenimientos	82
Figura 34.	Módulo repuestos e insumos y sus componentes	82
Figura 35.	Formulario clasificaciones de los repuestos	83
Figura 36.	Formulario entrada de repuestos	84
Figura 37.	Formulario kardex de repuestos	85
Figura 38.	Flujo de información formulario Kardex de repuestos	86
Figura 39.	Diagrama de flujo formulario entrada de repuestos	87
Figura 40.	Formulario de Ajustes de inventarios	88
Figura 41.	Diagrama de flujo formulario Ajustes de Inventarios	89
Figura 42.	Formulario búsqueda de insumos y repuestos	90
Figura 43.	Diagrama de flujo formulario búsqueda de insumos y repuestos	91
Figura 44.	Módulo empresa y sus componentes	92
Figura 45.	Formulario datos de la empresa	93
Figura 46.	Formulario secciones	94

Figura 47.	Formulario zonas	95
Figura 48.	Formulario registro de equipos	96
Figura 49.	Formulario registro de empleados	97
Figura 50.	Diagrama de flujo para el formulario empleados	98
Figura 51.	Flujo de información formulario proveedores	99
Figura 52.	Formulario registro de proveedores	100
Figura 53.	Diagrama de caso de uso para nivel SUPERUSUARIO	102
Figura 54.	Formulario usuarios	103
Figura 55.	Diagrama de caso de uso para nivel ADMINISTRADOR	104
Figura 56.	Diagrama de caso de uso para nivel OPERARIO	105
Figura 57.	Flujo de información para el formulario usuarios	106
Figura 58.	Módulo indicadores y consultas, y sus componentes	107
Figura 59.	Formulario búsqueda de ordenes de trabajo	110
Figura 60.	Grafica de indicador Disponibilidad	111
Figura 61.	Gráfica indicador Confiabilidad	112
Figura 62.	Gráfica Indicador Mantenibilidad	113
Figura 63.	Gráfica Ordenes de trabajo realizadas, no realizadas y canceladas	114
Figura 64.	Gráfica mantenimientos programados, no programados y correctivos	115
Figura 65.	Gráfica costos de mantenimiento según períodos	116
Figura 66.	Formulario búsqueda de equipos	117
Figura 67.	Impresiones y reportes	117
Figura 68.	Navegadores para formas maestras o listas	125
Figura 69.	Botones de comando para formas básicas o fichas	125
Figura 70.	Vista de las carpetas que contiene los archivos de SICMA	126
Figura 71.	Entrada a SICMA v 1.0	127

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. ACTIVIDADES DE PRUEBAS DE SOFTWARE	134
ANEXO B. FORMATO RESULTADOS PRUEBAS SOFTWARE	135

RESUMEN

TÍTULO:
SISTEMA DE INFORMACION COMPUTARIZADO PARA EL MANTENIMIENTO MECÁNICO DEL ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA S.A. E.S.P. *

AUTORES:
Francisco Javier Arboleda Galindo
Víctor Fernando Zabala Celis **

PALABRAS CLAVES:
Sistemas Información Computarizados, empresa de acueducto, administración de mantenimiento de maquinaria y equipos, reportes de mantenimiento.

DESCRIPCION

El objetivo de este proyecto fue elaborar un programa que proporcione una herramienta eficaz en el manejo y control del sistema de gestión de mantenimiento de la empresa Acueducto Metropolitano de Bucaramanga (amb) S.A. E.S.P. diseñado para recoger, registrar, procesar, almacenar, recuperar y visualizar información acerca de la administración del mantenimiento mecánico.

El proyecto comprendió las siguientes etapas: primero una implementación manual del sistema de información, segundo un análisis y diagnóstico fue hecho para el desarrollo de la aplicación, tercero se discernió acerca de cómo quedó organizado el sistema de información manual con sus respectivos componentes, cuarto se estableció un marco teórico sobre los sistemas de información, su importancia, sus objetivos y sus principales componentes junto con una explicación breve acerca de la metodología utilizada (metodología de prototipado evolutivo) para llegar a un desarrollo final. Por último se describió el diseño y desarrollo del sistema de información computarizado para el mantenimiento, describiendo su estructura, definición de entradas y salidas, diseño del flujo de información e interrelaciones entre los componentes, diseño de los formularios y descripción de cada una de las funciones del programa. Además se dan las razones del porqué se definió como plataforma de desarrollo Microsoft Access debido a las condiciones del equipo disponible para el uso del software y las facilidades que ofrece este programa.

El producto final es un sistema que sirve como ayuda para organizar las actividades de mantenimiento, como son la simplificación de tareas de administración, y la maximización de la eficiencia y productividad de la empresa. Este sistema lleva el control de estas actividades y su historial acumulado, y le provee al usuario reportes detallados mostrándole cómo se utilizan los recursos asignados al mantenimiento.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ciencias Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Ing. Jorge Enrique Meneses Florez.

SUMARY

TITLE:

COMPUTERIZED INFORMATION SYSTEM FOR MAINTENANCE FOR BUCARAMANGA WATER SUPPLY COMPANY*

AUTHORS:

Francisco Javier Arboleda Galindo

Víctor Fernando Zabala Celis**

KEY WORDS:

Computerized information systems, water supply company, equipments and machinery administration maintenance, Indicators of management, maintenance reports

DESCRIPTION:

The objective of this project was to elaborate a program that provides an effective tool in the handling and control of the maintenance management system in the company Acueducto Metropolitano de Bucaramanga (amb) S.A. E.S.P. is designed to pick up, to register, to process, to store, to recover and visualize information in the company's mechanical maintenance administration.

The project had the following stages: first a manual implementation of the information system, second an analysis and diagnosis were made for the development of the application, third it was seen how the manual information systems were organized with their respective components, it was made a summary about information systems, their importance's, their objectives and their main components, together with a brief explanation about the methodology used (methodology of evolutionary prototyped) to arrive to a final development. Lastly it was described the design and development of the on-line information system for the maintenance, describing its structure, definition of entrances and exits, design of the information flow and interrelations among the components, design of the forms and description of each program's function. The software was developed using as platform Microsoft Access due to the conditions of the available equipment for the software use and due to the facilities that Access offers to program.

The final product is a system that serves as a help to organize the maintenance activities, to simplify administration of tasks and maximize the efficiency and company productivity. This system takes the control of these activities and its accumulated record, and it provides the user detailed reports showing how the company has used the resources assigned to the maintenance.

* Degree Work

** Physical-Mechanical Sciences Faculty, Mechanical Engineering, Eng. Jorge Enrique Meneses Florez.

INTRODUCCION

El mantenimiento es considerado hoy en día un factor estratégico cuando se busca incrementar los niveles de productividad, calidad y seguridad en una empresa. Es por ello que una empresa que aspire a ser más competitiva y eficiente debe adoptar técnicas y sistemas que le permitan garantizar la continuidad en sus procesos productivos y uniformidad en la calidad de sus productos y servicios.

Debido a la dinámica y a la cantidad de información que se necesita tener organizada para llevar a cabo una buena gestión de mantenimiento, sólo con un sistema computarizado es posible mantener accesible y al día toda esa información.

Un sistema computarizado de mantenimiento como el SICMA se encarga de informar oportunamente sobre los trabajos de mantenimiento que deben realizarse, generando historiales que permiten medir el desempeño de mantenimiento y tomar acciones para mejorarlo.

Los sistemas de información computarizados para la administración del mantenimiento permiten dejar documentada toda la información del departamento de mantenimiento. Con ello, al haber cambios en el personal de mantenimiento, la información sobre los trabajos que se deben realizar, trabajos realizados, fallas, historiales, etcétera, queda grabada en el sistema, garantizando así una continuidad en el seguimiento de los programas de mantenimiento

Los temas que fueron necesarios para el proceso e implementación del software se tratan en este documento; inicialmente este describe la organización empresarial a la que pertenece Coordinación de Mantenimiento, con sus alcances, productos, servicios e infraestructura, el segundo capítulo trata a profundidad el sistema de mantenimiento y el mantenimiento realizado a los equipos de la planta de proceso antes de la implantación del SICMA; ya conocido esto, el documento en el tercer capítulo muestra la teoría de los sistemas de información para el mantenimiento así: sus inicios, el porque del mantenimiento, las organizaciones y el mantenimiento, los costos de dar mantenimiento, las formas de gestión, las funciones de planeación, programación, ejecución y control. El cuarto numeral enfoca la temática hacia la teoría de sistemas de información aplicada en el análisis, diseño, desarrollo de SICMA. El tema del quinto numeral trata de las pruebas e implementación del software así como también de algunas pautas acerca de como manejarlo y obtener sus mejores resultados.

1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA S.A. E.S.P.¹

En el presente capítulo, se desarrollará la contextualización del problema al cual se le da solución con el proyecto realizado, para ello se comenzará con la historia de la empresa Acueducto Metropolitano de Bucaramanga (amb) S.A. E.S.P. así como también su estructura organizativa.

1.1 HISTORIA

“Los archivos de memorias y comentarios enmarcan hasta el año 1916 a Las Chorreras de Don Juan, mostradas en la figura 1, como el más importante sistema de Acueducto que tuvo Bucaramanga, donde el precio del agua variaba por las distancias, horas y cantidad, lo que no le permitía inicialmente a las personas de escasos recursos acceder a la posibilidad de contar con el preciado liquido indispensable para la subsistencia, y lo más grave aun que la Ciudad se veía estancada tanto en su desarrollo urbanístico como en la actividad empresarial por el incomodo e insuficiente sistema de abastecimiento de acueducto.

Figura 1. Las Chorreras de Don Juan



¹ www.acueductodebucaramanga.com

Luego de ingentes esfuerzos y peticiones ante autoridades departamentales y municipales, se le atribuye al Párroco de la Sagrada Familia Monseñor José de Jesús Trillos, haber promovido desde el año 1914 entre comerciantes, grandes personalidades y la clase dirigente de la ciudad, la constitución de la Compañía Anónima del Acueducto de Bucaramanga, que finalmente se da el 29 de Abril de 1916 y cuyo objeto social sería la construcción y explotación de un acueducto que suministrara agua a Bucaramanga, para un periodo de 50 años.

La escritura de constitución del Acueducto creado con un capital de seiscientos pesos oro dividido en doce acciones, fue firmada por Monseñor José de Jesús Trillos, los comerciantes Clímaco Silva, Antonio Castro Wilches, Adonías Vesga, Eleuterio A. González, Víctor M. Alarcón, Ezequiel Alarcón y José Jesús García, el Médico Francisco Pradilla G., el Dentista Néstor Peralta E., y el Contador Luís E. Gómez Pinzón.

En Asamblea General se escogió a Víctor Manuel Ogliastri como primer Gerente del Acueducto para el período 1916 - 1919, quien por su experiencia en proyectos de altas exigencias técnicas y financieras, era el apropiado para emprender la tarea de transportar agua potable, desde la Quebrada El Hoyo y por medio de un canal, hasta la entrada de la Ciudad en donde hoy se encuentran las instalaciones de la Planta de Morrорrico.

Las Quebradas: El Roble, El Brasil, El Puerto, El Volante, Los Hoyos, Campohermoso y Las Ranas, fueron las primeras fuentes que abastecieron los tanques del acueducto y a medida que se incrementaba la demanda se amplió la captación de las Quebradas Golondrinas, Arnania y el Río Tona.

En los orígenes del Acueducto los habitantes de escasos recursos, parques, escuelas, hospitales, asilos y mataderos no pagaban ninguna tarifa de

servicio porque la función social del Acueducto era la de facilitar el consumo de agua a las clases desamparadas.

Entre 1925 y 1930 se inicio el proceso de recaudo domiciliario, se instalaron los primeros medidores y se le suministraba agua a 200 viviendas con un consumo promedio de 450 litros por segundo y a partir del 16 de Mayo de 1931 la empresa se denomino Compañía del Acueducto de Bucaramanga.

El funcionamiento del Acueducto como Sociedad se controló por la Superintendencia de Sociedades Anónimas y sus libros de contabilidad se registraron en la Cámara de Comercio de Bucaramanga. La Dirección y Administración le correspondió en sus inicios a la Asamblea General, la Junta Directiva y al Gerente.

Inicialmente el agua que se distribuyó en la ciudad no necesito tratamiento alguno para el consumo humano, solo hasta 1940 se inició el tratamiento parcial del agua y en 1954 se implementó el proceso de tratamiento para obtener un agua de optima calidad. Ante la necesidad de compensar la cobertura y calidad del servicio; la ampliación del canal de conducción, la planta de tratamiento, las redes de distribución y las tuberías matrices se hicieron simultáneamente con el crecimiento de la ciudad. En 1961 se inicio la construcción de la Planta La Flora.

El Acueducto desde su constitución tuvo un capital ciento por ciento privado, hasta el 31 de diciembre de 1975 cuando se realizo la nueva reforma estatutaria que convertiría a la empresa en la Compañía del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga - CAMB, sociedad de economía mixta su capital representado por acciones del sector público y privado.

En el año 1980 se iniciaron las actividades del Proyecto Río Suratá que consistió en la construcción de la Planta de Tratamiento de Bosconia que mediante el sistema de bombeo llevaba aguas tratadas del Río Suratá a la meseta de Bucaramanga, para lo cual, el Acueducto recibió la asesoría de técnicos del Brasil.

A partir de 1994 los retos de modernidad jurídica para las empresas de servicios públicos domiciliarios se determinan a través de la Ley 142.

Desde 1995 la Empresa está llevando a cabo los estudios de factibilidad y diseños definitivos para la ampliación del Sistema General de Abastecimientos, el cual tiene como horizonte el año 2025 y que beneficiaría a una población de 1.600.000 habitantes, pertenecientes a los Municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón y Piedecuesta.

En 1997 la empresa trabaja en el programa de control de pérdidas, actividad que involucra una optimización de la micromedición y facturación, control de fugas en la red y de conexiones fraudulentas y la potenciación de todo el sistema a nivel de tanques, para garantizarle a la comunidad un mejor servicio.

Todo el sistema actual garantiza el abastecimiento del Agua demandada en el Área Metropolitana de Bucaramanga hasta el año 2025, para lo cual el Acueducto cuenta con dos conducciones en canal, primero captando a filo de agua los Ríos Tona y Frío mediante la utilización de las Plantas de La Flora, Morrorríco y Floridablanca, y segundo con un sistema de bombeo del Río Suratá que suministra a la Planta de Bosconia.

Actuando con responsabilidad y previendo el futuro, el Acueducto contrató un estudio de prefactibilidad para la ampliación del sistema de abastecimiento,

que arrojó como recomendación el aprovechamiento de los Ríos Manco, Oro y Hato, pertenecientes a la cuenca del Río Magdalena y las Quebradas Piedras Blancas, Umpalá y Guayabales en el Altiplano de Berlín, pertenecientes a la cuenca del Río Arauca.

Desde sus comienzos el Acueducto ha ofrecido un panorama económico en ascenso y por lo cual es considerada en la actualidad como una de las más grandes y estables de Santander, gracias a un patrimonio de \$59.628 millones, activos por \$88.503 millones y un superávit de \$5.018 millones. El año 2001 rompió la historia del Acueducto porque es a partir de, cuando se implementó un ambicioso Plan Estratégico hacia la Competitividad, basado en la modernización organizacional, el fortalecimiento del potencial de negociación, la consolidación de nuevos abastecimientos de agua, el mantenimiento y desarrollo del actual sistema, un mayor servicio al cliente y más atención a los recursos naturales.

De igual forma, se inició en este año la construcción de la nueva sede administrativa y del Parque del Agua un proyecto para el servicio de la comunidad, con una inversión de \$2.000 millones, ubicado en la Planta de Morrórico. La modernización abarcó también el programa de diseño e implementación del sistema de información corporativo que se pone en marcha a través de los proyectos de desarrollo del subsistema comercial, humano, contable, gerencial, costos y equipamiento informativo.

El 2004, es un año trascendental para el Acueducto, primero traslada su sede administrativa y comercial, al Parque del Agua, donde trabajadores y usuarios comparten unas instalaciones sencillamente espectaculares con un entorno paisajístico, natural y rodeado de espejos, cascadas, naturaleza y tanques de agua. Además se implementa la nueva Imagen Corporativa con un cambio sustancial en su identidad visual como razón social, marca,

logotipo y simbología donde la Compañía del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga CAMB pasa a denominarse amb, con una misión, visión y objetivo social más amplio en la prestación de los diferentes Servicios Públicos Domiciliarios y actividades conexas.

Segundo, este mismo año se inaugura el Parque del Agua, una obra creada pensando en el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes del área metropolitana de Bucaramanga y dentro de la política de Responsabilidad Social Empresarial del amb. Ese mismo año el Parque del Agua recibe dos reconocimientos los Premios Nacional y Panamericano de Arquitectura, en la modalidad de diseño paisajístico.

Por último en el 2004 la Empresa recibe la Acreditación de la Superintendencia de Industria y Comercio bajo la norma NTC – ISO 17025 al Laboratorio de Control de Calidad de Agua, ratificando que el líquido es apto para el consumo humano y que cumple con las mejores propiedades de pureza conforme lo dispone la Ley.

En el 2005, el amb a través de la Gerencia de Operaciones inicia los trámites para la Certificación de Calidad ICONTEC ISO 9001:2000 en nuestros Procesos de tratamiento en la modalidad Sistemas de Gestión de la Calidad.

En el 2006 el amb conmemora sus “90 años Trabajando por la Vida”, recibe la Certificación NTC ISO 9001:2000 en la modalidad Sistemas de Gestión de la Calidad al Proceso de Tratamiento para el Servicio de Suministro de Agua Potable, por otra parte entra en funcionamiento la Planta de Agua envasada amb Agua Viva en las modalidades de Botella, Bolsa, garrafa y Granel.

En sus 90 años la Empresa ha contado sólo con 15 Gerentes que en su orden han sido:

1. Víctor Manuel Ogliastri F. (1916 - 1919),
2. Clímaco Silva Silva (1919 - 1921),
3. Antonio Castro Wilches (1921 -1924),
4. Alfredo García Cadena (1925 - 1935),
5. Ernesto Sanmiguel Navas (1935 - 1938),
6. Luis Aurelio Díaz O. (1938 - 1948),
7. Antonio Maria Sarmiento (1948 - 1956),
8. Mario Acevedo Díaz (1956 - 1972),
9. Eduardo Rueda Clausen (1972 - 1975),
10. Reinaldo Orduz Arenas (1975 - 1988),
11. Enrique Forero (1988 - 1995),
12. Julio Cesar Hernández Camacho (1995 - 1999),
13. Sergio Augusto Acevedo Penagos (1999 - 2001),
14. Víctor Julio Azuero Díaz (2001- 2003),
15. Mauricio Mejía Abello (2003-Hasta la fecha).

1.2 VISION

“El Acueducto Metropolitano de Bucaramanga (amb) S.A. E.S.P. como empresa de carácter mixto será una organización líder a nivel nacional en la prestación de servicios públicos domiciliarios, comprometida con el desarrollo socioeconómico de su entorno, logrando el reconocimiento de la comunidad y generando valor para sus accionistas.”

1.3 MISION

“El Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P. es una empresa de servicios públicos domiciliarios que satisface las necesidades de sus clientes con productos y servicios de calidad, generando rendimientos económicos suficientes para asegurar su crecimiento y contribuir al desarrollo y bienestar de la comunidad.”

1.4 VALORES

- Calidad.
- Honestidad.
- Disciplina.
- Cumplimiento.
- Eficiencia.
- Compromiso Ambiental.
- Responsabilidad Social.

1.5 POLITICA DE CALIDAD

“El Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P. al reconocer la gran responsabilidad social y empresarial que tiene como organización

LÍDER en la prestación de servicios públicos domiciliarios y bajo el compromiso de mejoramiento continuo, ofrece productos y servicios de CALIDAD, mediante una efectiva Gestión Integral, cumpliendo la legislación y la normatividad.

La satisfacción de nuestros clientes se garantiza con personal comprometido y capacitado, tecnología apropiada, control efectivo de los procesos, relaciones de mutuo beneficio con los proveedores y el desarrollo de un Sistema para la Gestión Humana, Técnica, Administrativa, Financiera y Comercial.”

1.6 PROPOSITO EMPRESARIAL

“Prestación de los servicios domiciliarios de acueducto y saneamiento básico, así como las actividades complementarias al mismo en las localidades que integran el área Metropolitana de Bucaramanga y demás municipios vecinos a los cuales se extienda la prestación de estos servicios, y, en general, en cualquier lugar del país o del exterior, que, por vía contractual, se convenga en esta gestión.

Producir y distribuir aguas con valor agregado en forma complementaria y venta de energía en la medida en que su infraestructura genere este producto.

Prestar servicios de asesoría y asistencia de carácter técnico, operativo, comercial, administrativo e institucional a sistemas de acueducto y saneamiento básico.

Participar como socia de otras Empresas de Servicios Públicos.

Asociarse con personas nacionales o extranjeras, formar consorcios, uniones temporales o cualquier tipo de asociación que la Ley permita.”

1.7 ESTRATEGIAS

“Para lograr que el objetivo de la empresa se traduzca en verdaderos beneficios para todos los interesados en su permanencia y legitimidad, se requiere de una toma de conciencia de la realidad política, económica, legal, cultural, social y tecnológica de su entorno. Los mayores esfuerzos deben concentrarse en la construcción y preservación de una organización acorde con su responsabilidad empresarial y social como ente productor y distribuidor de un producto de consumo masivo.

El Acueducto se manifiesta contra todos los mecanismos y procedimientos que atenten contra los intereses de sus accionistas, sus clientes y de la calidad del servicio.

Es clara la responsabilidad que le asiste a toda la Organización sobre la creación de una mayor conciencia comunitaria sobre la condición de agotable de su materia prima y sobre el uso del producto.

El Acueducto orientará el desarrollo de las actividades propias de sus sistemas productivos, operativos, administrativos y de información, dentro de un ambiente de interdisciplinariedad y creatividad centrado en la satisfacción de las expectativas del suscriptor y de la comunidad.

Para garantizar los niveles de eficiencia exigidos a las empresas de servicios públicos domiciliarios, el Acueducto mantendrá, desarrollará y perfeccionará sistemas y procedimientos de planeación, ejecución y evaluación de todas y cada una de sus actividades, de tal manera que permitan conocer en forma

permanente los resultados de la gestión de sus áreas estratégicas.

La estructura organizacional, los sistemas y los procedimientos de administración, producción, operación y de información, se dispondrán favorablemente al servicio de la construcción de un sistema operacional centrado en el cliente, con base en los preceptos de flexibilidad, agilidad y adaptabilidad al cambio.

Orientar la acción de los administradores del Acueducto en búsqueda de los objetivos de eficiencia y eficacia, ya no como predicados ambiguos, sino como resultado de una gestión humana persistente y ambiciosa que se mueve armónicamente en todos los niveles, el estratégico, el de las operaciones, el del conocimiento, el de los sistemas y en el del control.

Reconocer que la estructura monopolística tiene grandes responsabilidades con la sociedad que requieren de la asimilación de la filosofía de la calidad total, como fundamento de todas sus actividades.”

1.8 ACCIONISTAS

En la tabla 1 hay un listado completo de los accionistas del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P. con el respectivo porcentaje del capital suscrito y pagado de cada uno de estos accionistas actualizado a septiembre de 2006.

Tabla 1. Accionistas del amb S.A. E.S.P.

ACCIONISTAS	PORCENTAJE
Municipio de Bucaramanga	79.03 %
República de Colombia-Ministerio de Hacienda	15.21 %
Municipio de Girón	0.91 %
Municipio de Floridablanca	0.60 %
Hospital Ramón González Valencia	0.15 %
Compañía Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga - CDMB	0.0006 %
Particulares varios	0.13 %
Acciones propias readquiridas	3.97 %
Total capital suscrito y pagado	100 %

1.9 NATURALEZA JURIDICA¹

“EI ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA E.S.P. S.A., es una Empresa de Servicios Públicos Domiciliarios, de nacionalidad colombiana, de carácter mixto, estructurada bajo el esquema de sociedad por acciones.

El Acueducto se encuentra regulado por la ley 142 de 1994, por las disposiciones que la sustituyan, modifiquen o reglamenten; por los estatutos

¹ Artículos 1º y 2º, Estatuto General del Acueducto

del Acueducto y por las normas del Código de Comercio en lo pertinente a las sociedades anónimas.

Su nombre está seguido por las letras "E.S.P.", que significan Empresa de Servicios Públicos.

Su duración será de carácter indefinido, pero podrá disolverse y liquidarse en los casos y bajo los procedimientos establecidos por la Ley y en los estatutos del Acueducto.”

1.10 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA

En la figura 2 se observa la organización administrativa de la empresa amb S.A. E.S.P., y el lugar que ocupa la sección de Coordinación de Mantenimiento Mecánico en la misma.

1.11 LINEA DE PRODUCCION

En la figura 3 se detalla de manera completa el proceso de producción de agua potable que hace la empresa amb S.A. E.S.P.

Figura 2. Organigrama del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.

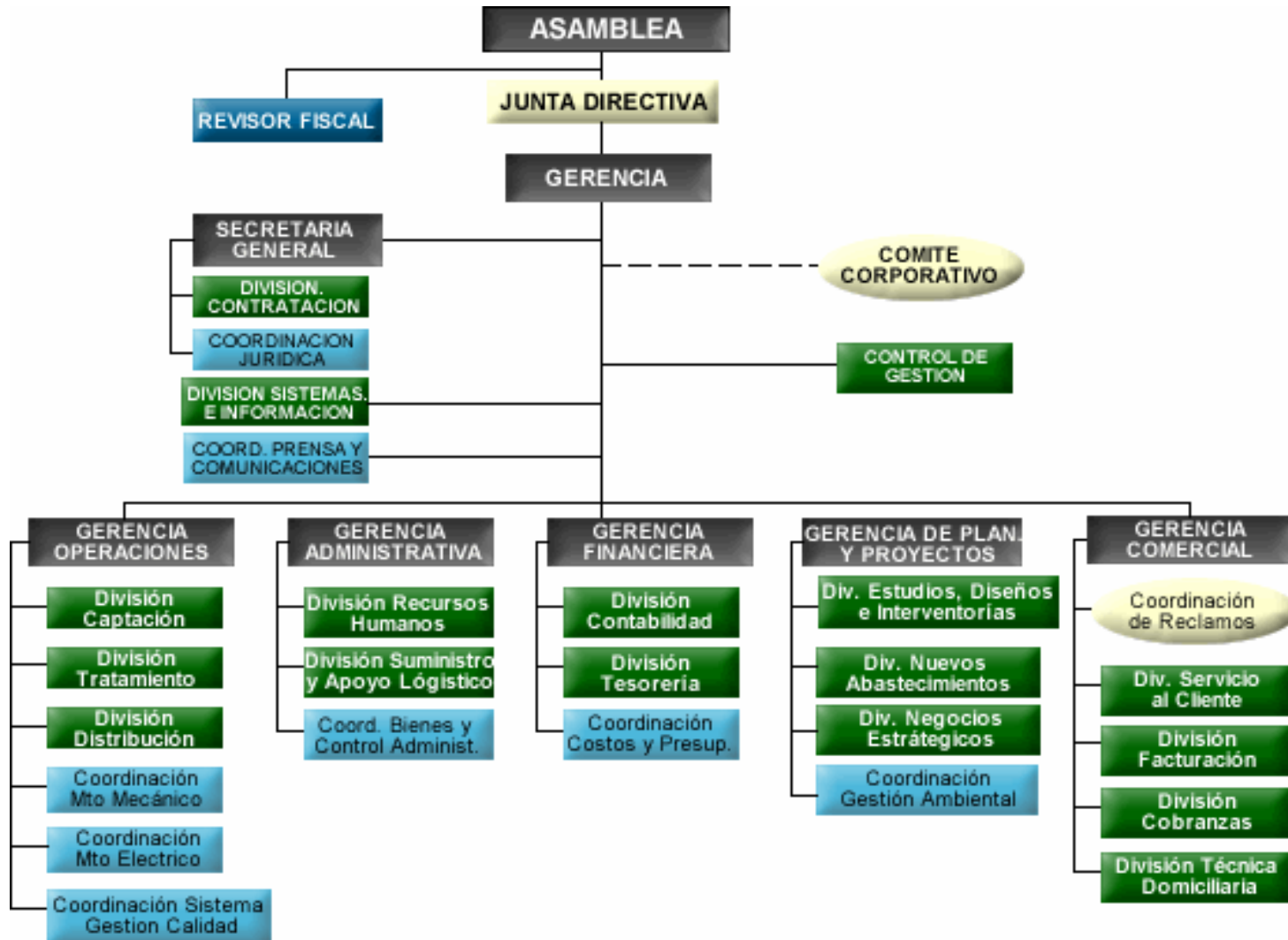
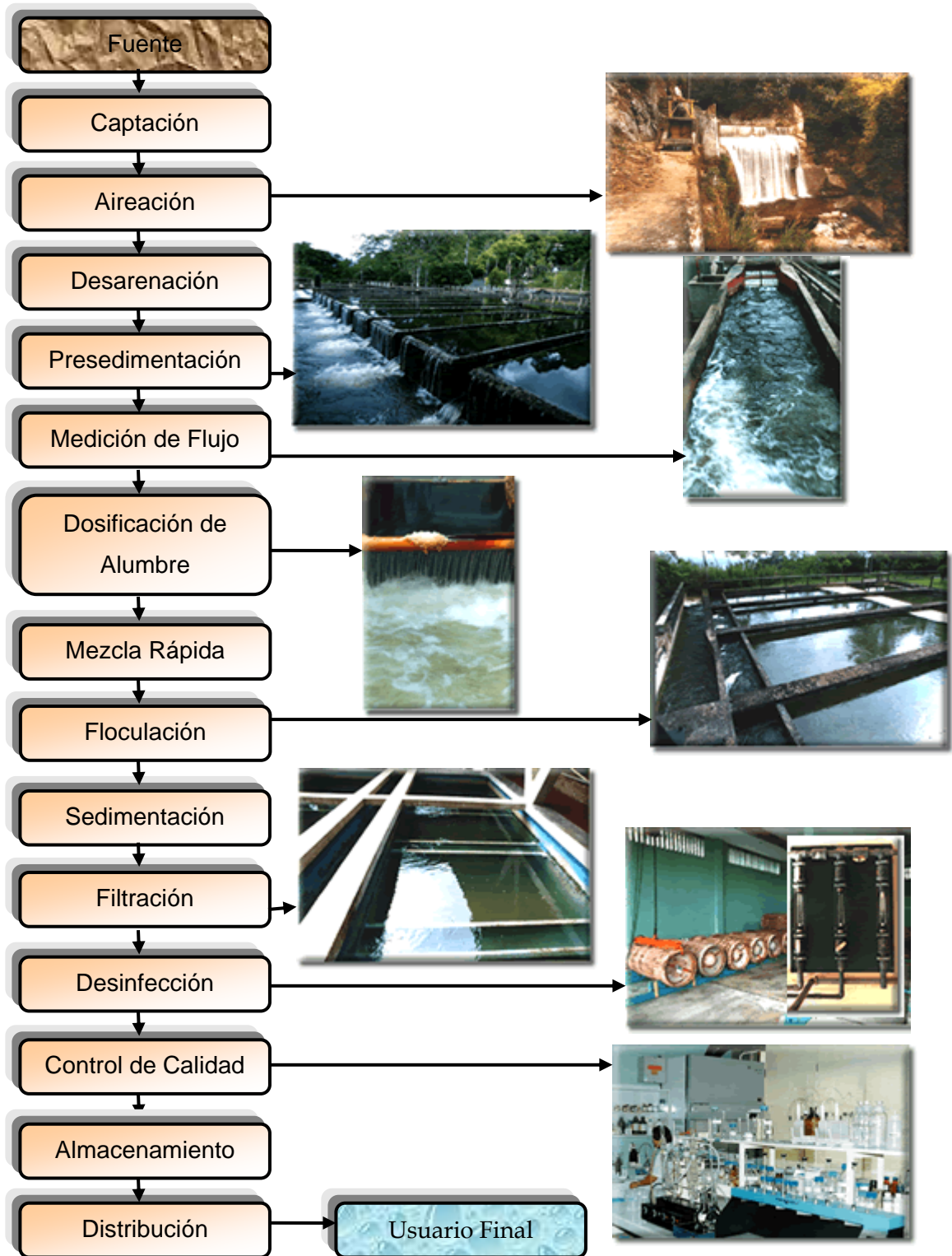


Figura 3. Línea de Producción



1.12 INSTALACIONES

Es prioridad de la Gerencia General brindarle a los suscriptores y usuarios, así como al personal de empleados y trabajadores unas modernas instalaciones dignas y acordes a las políticas de calidad, eficiencia y eficacia del servicio que presta el Acueducto a la comunidad de Bucaramanga, Floridablanca y Girón.

En el Edificio Comercial, ubicado en la diagonal 32 No 30 A - 51 - PARQUE DEL AGUA, se encuentra funcionando todo lo relacionado con Servicio al Cliente: Peticiones, Quejas y Reclamos, Registro y Control de Suscriptores, Solicitud de Matriculas; Facturación: Lecturas, Liquidación, Impresión y Reparto; Cobranzas: Recaudo y Cartera y la Atención Técnica Domiciliaria: Medidores, Suspensiones y Reconexiones y Revisiones, ver figura 4.

Figura 4. Edificio Comercial del amb S.A. E.S.P.



En la actualidad el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga cuenta con cuatro plantas de tratamiento que son la Planta de Tratamiento Bosconia, Planta de Tratamiento Floridablanca, Planta de Tratamiento La Flora y la Planta de Tratamiento La Flora. Además con una planta envasadora de agua que queda dentro de la Planta de Tratamiento La Flora.

2. DESCRIPCION DEL SISTEMA DE INFORMACION EN COORDINACION DE MANTENIMIENTO MECANICO DEL ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA S.A. E.S.P.

El sistema de Información de coordinación de mantenimiento mecánico del acueducto metropolitano de Bucaramanga se inició con el proyecto “SISTEMA DE GESTION DE MANTENIMIENTO PARA EL ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA S.A. E.S.P.” en el cual se elaboró un diagnóstico de la función del mantenimiento mecánico y en base a ese diagnostico se implementó en forma manual el sistema de información para mantenimiento mecánico que consistió en inventariar y codificar la maquinaria y equipos de las plantas de tratamiento, diseño y diligenciamiento de las fichas técnicas, análisis de criticidad y finalmente la elaboración de los formatos que permitan ejecutar y controlar las actividades programadas del mantenimiento para la maquinaria y equipos de las plantas de tratamiento de esta empresa.

2.1 DIAGNÓSTICO DE LA DOCUMENTACIÓN PARA EL MANEJO DE LA INFORMACIÓN

Este diagnóstico sirve para establecer los problemas presentes en el modelo de gestión y de tratamiento de la información que se maneja y así determinar las medidas correctivas en aras de optimizar todos sus aspectos, tanto técnicos, como económicos y de calidad.

En el anterior proyecto se diseñaron una serie de formatos los cuales se mencionan a continuación y se describe uno a uno su función dentro del

sistema de información manual:

Formato programa anual de mantenimiento. Los formatos de programación anual de mantenimiento se llenaban en hojas de Excel de acuerdo a la disponibilidad de tiempo de las personas encargadas del mantenimiento y de la criticidad de equipos. Los mantenimientos podían ser: mantenimiento trimestral el cual es un mantenimiento de inspección y se diligencia en el formato con un 3, mantenimiento semestral el cual es un mantenimiento de inspección y lubricación, se representa en el formato con un 6 y mantenimiento anual que es un mantenimiento de desarme, inspección, limpieza, cambio, lubricación, arme y pintura del equipo; se representa con un 12 en el cronograma.

A pesar de existir el formato de programación anual de mantenimiento el cual era diligenciado manualmente para programar las actividades anuales por máquina no se llevaba un control riguroso de cuáles mantenimientos eran realizados, cuáles estaban en ejecución y cuáles eran los programados y no realizados; sencillamente es una guía para el personal de mantenimiento para establecer que equipos serán intervenidos en determinada semana. A principio de año este formato debía ser de nuevo diligenciado por el programador de mantenimiento para establecer los mantenimientos que se llevarían a cabo durante un nuevo año de labores. Es importante señalar que este formato sigue vigente para los fines de este proyecto pero es utilizado de manera diferente, ver figura 5.


Formato Cronograma mensual de actividades de mantenimiento. Este formato fue reemplazado por el formato de programa anual de mantenimiento, debido a que es más útil manejar un cronograma con mantenimientos mayores como el trimestral, semestral y anual.

Formato Identificación y ubicación de equipos. El formato de identificación y ubicación de equipos quedó obsoleto debido a que esta ubicación es mencionada en una casilla denominada “ubicación” dentro de la ficha técnica de equipos, ver figura 7.

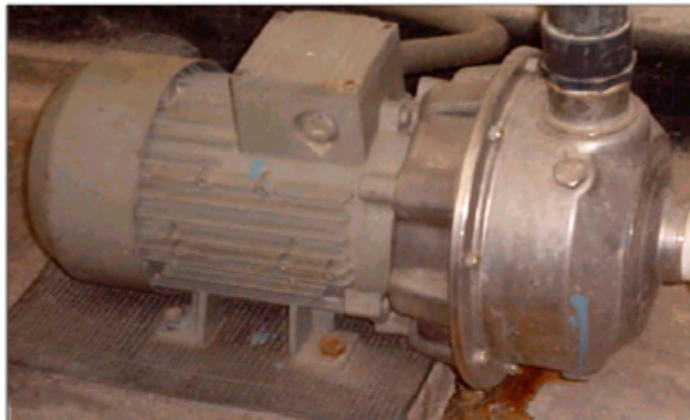
Formato Orden de Trabajo. Los formatos de orden de trabajo eran impresos en blanco y luego diligenciados a mano por el mecánico de cada planta, lo que no generaba datos confiables de la información suministrada en éstos. No se anotaban con claridad los insumos y repuestos utilizados en cada mantenimiento; se anotaban datos inconsistentes relacionados con las actividades realizadas, ya que no solo se anotaban las actividades del programa anual de mantenimiento sino que también otras actividades que no tenían relación alguna con el mantenimiento de alguna máquina; muchas veces se confundían lo que son actividades de mantenimiento con lo que son observaciones, además, el encargado no diferenciaba muy bien lo que es un mantenimiento correctivo ó lo que es un mantenimiento preventivo, por ende en ocasiones una orden de trabajo no era bien diligenciada del todo, eso sin tener en cuenta los errores de ortografía, tachones, borrones, etcétera, ver figura 8.

Formato Ficha Técnica de equipo. El formato de ficha técnica es un formato en el cual describe de manera general los equipos de las plantas de tratamiento, sin embargo la mayoría de las fichas técnicas que se encontraron en el momento de iniciar con éste proyecto estaban desactualizadas por el hecho de que se necesita de alguien que esté actualizando estos formatos, ya que el sistema manual no es capaz de actualizarlos por si solo a diferencia de un sistema de información computarizado. La ficha técnica se debe actualizar cuando se realiza un mantenimiento general al equipo y por ende se pueda obtener más

Figura 9. Formato ficha técnica de equipos.

Pág. 1 de 1	FICHA TECNICA DE EQUIPOS	
F 706-001		
Rev.:0		
COORDINACION DE MANTENIMIENTO MECANICO		

NOMBRE	Bomba centrifuga	No. SERIE	
CODIGO	BDDF-C2	PROVEEDOR	
UBICACION	1 piso Ed. Quimicos Sala Cloro	FABRICANTE	
MARCA	Goulds Pump inc	TIPO	NP5 241



ELEMENTOS	ELEMENTOS ASOCIADOS	ASOCIADOS
CARACTERISTICAS		
	modelo NP5 241, Tamaño 1 1/4" x 1 1/2" x 8, Diametro del Inpocer 4 7/8"	
Motor Eléctrico	Siemens	

LISTADO DE PARTES				
DESCRIPCION	REFERENCIA	CANTIDAD	MARCA	OBSERVACIONES

LISTADO DE PROVEEDORES DE REPUESTOS		
PROVEEDOR	DATOS GENERALES	REPUESTOS SUMINISTRADOS

información tal como las partes del equipo, proveedores de estas partes, etcétera. Ver figura 9.

Formato Historia de Mantenimiento por Equipo. Como se dijo anteriormente una orden de trabajo era diligenciada por el mecánico de mantenimiento, para después ser transcrita a tablas de Excel para tener un registro en medio magnético. Después de dicha labor se tenían que filtrar las órdenes de trabajo para llenar el Formato de Historia de Mantenimiento por equipo.

Formato Tarjeta de Costos de Mantenimiento. El Mantenimiento nunca se ha involucrado con el control de costos y mucho menos ha manejado índices que midan su desempeño. El manejo de registros adecuados, como lo es la Orden de Trabajo, donde se detallan los costos por mano de obra, los costos por materiales y repuestos y el tiempo que involucra una actividad nunca había sido llevado.

De la antigua gestión de mantenimiento también quedaron 28 instructivos de mantenimiento de los cuales solo cuatro están vigentes (los de las máquinas de mayor importancia para el tratamiento de agua, éstos son: cloradores, mezcladores mecánicos, dosificadores y floculadores) después de rigurosas revisiones por parte de los integrantes de este proyecto, con ayuda de todo el personal de Coordinación de Mantenimiento Mecánico del amb S.A. E.S.P. y del personal del Sistema de Gestión de Calidad de la empresa en mención.

Esta revisión resultó debido a que se observó información redundante que hacía poco prácticos dichos instructivos y además de que causasen “no conformidades” según las auditorias de Gestión de la Calidad tanto internas como externas que se haga a la parte del área de Mantenimiento Mecánico.

Los demás instructivos son para máquinas del área de Mantenimiento Eléctrico de la empresa y otros no son considerados como equipos altamente críticos y no están en el programa de mantenimiento preventivo, por ende no siguen vigentes.

Para hacer más práctica la información de los instructivos de las máquinas faltantes se optó hacerle unas modificaciones al formato de Orden de Trabajo el cual se describirá más adelante, ver figura 14.

2.2 ESTADO ACTUAL DE LA MAQUINARIA Y EQUIPOS

La presente disertación tiene como fin analizar las condiciones actuales de la maquinaria y equipos, con el propósito de evaluar a los equipos sometidos a mantenimiento; comprende un enfoque gerencial encaminado a determinar las acciones, rutas y jornadas que permitan sostener la producción a partir de un parque de maquinaria confiable y disponible en la mayor parte del tiempo de proceso. La información fue recibida de los encargados de mantenimiento en cada planta y el coordinador de mantenimiento. En la figura 12 se puede observar los factores tenidos en cuenta para la calificación de los equipos y en la tabla 2 se puede apreciar el método de calificación utilizado para estos.

La calificación se hizo por planta de tratamiento debido a que para cada planta de tratamiento existe un encargado del mantenimiento mecánico. A su vez en cada planta hay unas secciones donde se encuentran ubicados la maquinaria y equipos.

Figura 12. Procedimiento para calificación de equipos

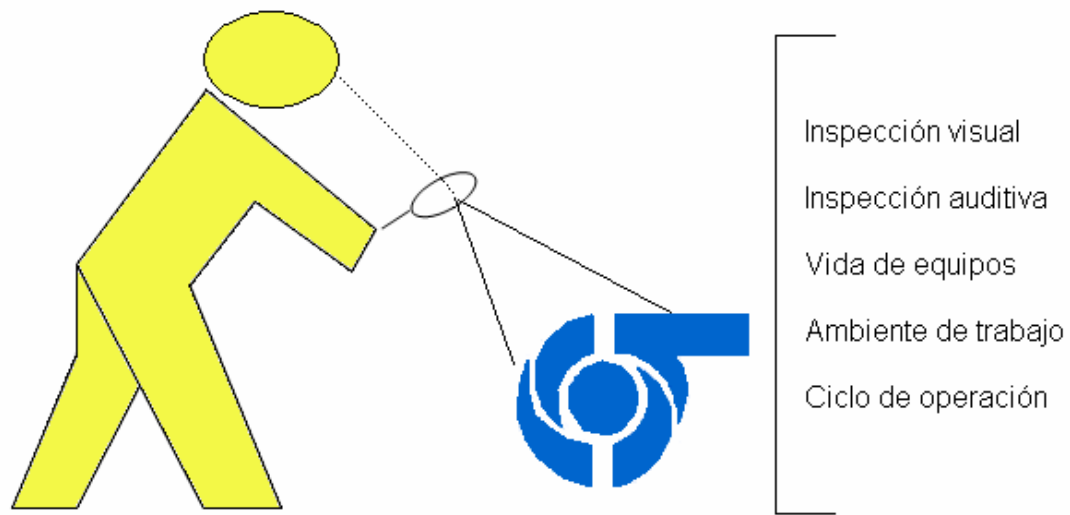


Tabla 2. Valores para calificación de equipos

ESTADO		CALIFICACION
Bueno:	Mantenimiento adecuado	2
Aceptable:	Aumentar revisión, mantener en observación	1
Malo:	Cambiar pieza	0

2.2.1 Inventario y diagnóstico del estado de la maquinaria y equipos. En la tabla 3 se encuentra una descripción detallada del inventario general de equipos incluidos dentro del programa de mantenimiento preventivo para mantenimiento mecánico.

Para llevar a cabo el inventario de equipos se realizó una subdivisión de cada planta de tratamiento en secciones, de acuerdo al orden en que se realiza el proceso productivo.

Tabla 3. Inventario y diagnóstico de equipos

PLANTA DE TRATAMIENTO		BOSCONIA			
EQUIPO	MARCA	SECCIÓN	CODIGO	NOTA	DIAGNOSTICO
BOMBA REFRIGERACION 1	CCM SULZER	BOMBEO	BOBM-C12	2	
BOMBA REFRIGERACION 2	CCM SULZER	BOMBEO	BOBM-C13	2	
BOMBA PRINCIPAL 1	CCM SULZER	BOMBEO	BOBM-D1	2	
BOMBA PRINCIPAL 2	CCM SULZER	BOMBEO	BOBM-D2	2	
BOMBA PRINCIPAL 3	CCM SULZER	BOMBEO	BOBM-D3	2	
BOMBA PRINCIPAL 4	CCM SULZER	BOMBEO	BOBM-D4	2	
BOMBA PRELENADO	CCM SULZER	BOMBEO	BOBM-D5	2	
PLANTA ELECTRICA DE BOMBEO	CUMMINS	BOMBEO	BOBM-K3	2	
PUENTE GRUA	SNEPA	BOMBEO	BOBM-Z"1	2	
COMPRESOR 3	ERVOR	BOMBEO	BOBM-Z3	2	
COMPRESOR 4	INGERSOLL RAND	BOMBEO	BOBM-Z4	2	
COMPRESOR 5	ERVOR	BOMBEO	BOBM-Z5	2	
COMPRESOR STAND-BY	ERVOR	BOMBEO	BOBM-Z6	2	
BOMBA DOSIFICADORA 1	DOSAPRO MILTON ROY	CLARIFICACION	BOCL-B1	2	
BOMBA DOSIFICADORA 2	PROMINENT SIGMA	CLARIFICACION	BOCL-B2	2	
BOMBA DOSIFICADORA 3	PROMINENT CONCEPT	CLARIFICACION	BOCL-B3	2	
BOMBA DOSIFICADORA 4	PROMINENT BETA/5	CLARIFICACION	BOCL-B4	2	
BOMBA DOSIFICADORA 5	PROMINENT BETA/5	CLARIFICACION	BOCL-B5	2	
BOMBA DOSIFICADORA 6	OBL	CLARIFICACION	BOCL-B6	2	
BOMBA DOSIFICADORA 7	OBL	CLARIFICACION	BOCL-B7	2	
BOMBA DE MUESTRAS 2	PEDROLLO	CLARIFICACION	BOCL-C10	2	
BOMBA DE MUESTRAS 3	PEDROLLO	CLARIFICACION	BOCL-C11	2	
BOMBA DE MUESTRAS 1	PEDROLLO	CLARIFICACION	BOCL-C9	2	
HIDROLAVADORA	HIDROLAVAD	CLARIFICACION	BOCL-G1	1	Estos equipos en general deben someterse a revisión periódica de alta frecuencia pues al estar bajo ambientes nocivos su rendimiento se ve afectado prontamente y se hace necesario el incremento en las revisiones.
MOTOBOMBA DE LAVADO 1	BARNES	CLARIFICACION	BOCL-G2	1	
MOTOBOMBA DE LAVADO 2	BARNES	CLARIFICACION	BOCL-G3	1	
SECADOR DE AIRE 1	HANKISON	CLARIFICACION	BOCL-J1	1	
SECADOR DE AIRE 2	HANKISON	CLARIFICACION	BOCL-J2	1	
PLANTA ELECTRICA DE TRATAMIENTO	CUMMINS	CLARIFICACION	BOCL-K2	2	
DOSIFICADOR DE SULFATO 1	WALLACE & TIERNAN	CLARIFICACION	BOCL-R1	2	
DOSIFICADOR DE CAL 1	DEGREMONT	CLARIFICACION	BOCL-R'1	2	
DOSIFICADOR DE SULFATO 2	WALLACE & TIERNAN	CLARIFICACION	BOCL-R2	2	

PLANTA DE TRATAMIENTO		BOSCONIA			
EQUIPO	MARCA	SECCIÓN	CODIGO	NOTA	DIAGNOSTICO
DOSIFICADOR DE CAL 2	DEGREMONT	CLARIFICACION	BOCL-R'2	2	Debido al trabajo continuo de estas máquinas se recomienda de más alta frecuencia de mantenimiento a estos equipos en aras de no dejar acumular sedimentos y así evitar fractura en algunos de sus componentes.
DOSIFICADOR DE SULFATO 3	BIFF LEED	CLARIFICACION	BOCL-R3	2	
DOSIFICADOR DE SULFATO 4	BIFF LEED	CLARIFICACION	BOCL-R4	2	
MEZCLADOR DE SULFATO 1		CLARIFICACION	BOCL-S1	1	
MEZCLADOR DE CAL	DEGREMONT	CLARIFICACION	BOCL-S'1	1	
MEZCLADOR DE SULFATO 2		CLARIFICACION	BOCL-S2	1	
MEZCLADOR DE SULFATO 3		CLARIFICACION	BOCL-S3	1	
MEZCLADOR DE SULFATO 4		CLARIFICACION	BOCL-S4	1	
MEZCLADOR DE SULFATO 5		CLARIFICACION	BOCL-S5	1	
MEZCLADOR DE SULFATO 6		CLARIFICACION	BOCL-S6	1	
MEZCLADOR DE SULFATO 7		CLARIFICACION	BOCL-S7	1	
FLOCULADOR 11		CLARIFICACION	BOCL-T1	2	
FLOCULADOR 12		CLARIFICACION	BOCL-T10	2	
FLOCULADOR 13		CLARIFICACION	BOCL-T11	2	
FLOCULADOR 14		CLARIFICACION	BOCL-T12	2	
FLOCULADOR 15		CLARIFICACION	BOCL-T13	2	
FLOCULADOR 16		CLARIFICACION	BOCL-T14	2	
FLOCULADOR 2	D'ALSAR	CLARIFICACION	BOCL-T15	2	
FLOCULADOR 3	D'ALSAR	CLARIFICACION	BOCL-T16	2	
FLOCULADOR 4	D'ALSAR	CLARIFICACION	BOCL-T2	2	
FLOCULADOR 5		CLARIFICACION	BOCL-T3	2	
FLOCULADOR 6		CLARIFICACION	BOCL-T4	2	
FLOCULADOR 7		CLARIFICACION	BOCL-T5	2	
FLOCULADOR 8		CLARIFICACION	BOCL-T6	2	
FLOCULADOR 9		CLARIFICACION	BOCL-T7	2	
MONTACARGA DE SULFATO		CLARIFICACION	BOCL-T8	2	
MONTACARGA DE CAL		CLARIFICACION	BOCL-T9	2	
COMPRESOR 1	INGERSOLL RAND	CLARIFICACION	BOCL-Y'1	2	
BANDA TRANSPORTADORA	RAPISTAN	CLARIFICACION	BOCL-Y'2	2	
COMPRESOR 2	INGERSOLL RAND	CLARIFICACION	BOCL-Z1	2	
COMPUERTA DE CAPTACION 1		CAPTACIÓN	BOCL-Z'1	2	
COMPUERTA DE CAPTACION 2		CAPTACIÓN	BOCL-Z2	2	
COMPUERTA DE CAPTACION 3		CAPTACIÓN	BOCT-A1	2	
PLANTA ELECTRICA DE CAPTACION	CUMMINS	CAPTACIÓN	BOCT-A2	2	
BOMBA PRESEDIMENTADORES	HIDROMAC	DOSIFICACION	BOCT-A3	2	

PLANTA DE TRATAMIENTO		BOSCONIA			
EQUIPO	MARCA	SECCIÓN	CODIGO	NOTA	DIAGNOSTICO
BOMBA SUMINISTRO 1	GOULDS PUMP INC	DOSIFICACION	BODF-C2	2	
BOMBA SUMINISTRO 2	HIDROMAC	DOSIFICACION	BODF-C3	2	
BOMBA SUMINISTRO 3	HIDROMAC	DOSIFICACION	BODF-C4	2	
BOMBA SUMINSTRO 4	IHM	DOSIFICACION	BODF-C5	2	
BOMBA SUMINISTRO 5	IHM	DOSIFICACION	BODF-C6	2	
BOMBA STAND-BY 1	BARNES DE COLOMBIA	DOSIFICACION	BODF-C7	2	
BOMBA DE MUESTRAS 1	PEDROLLO	DOSIFICACION	BODF-C8	2	
DOSIFICADOR DE CAL 1	DEGREMONT	DOSIFICACION	BODF-R'1	2	
CLORADOR 1	WALLACE & TIERNAN	DOSIFICACION	BODF-X1	2	
CLORADOR 2	WALLACE & TIERNAN	DOSIFICACION	BODF-X2	2	
POLIPASTO CLORO 1	KITO	DOSIFICACION	BODF-Y1	2	
POLIPASTO CLORO 2		DOSIFICACION	BODF-Y2	2	
PLANTA DE TRATAMIENTO		FLORIDABLANCA			
EQUIPO	MARCA	SECCIÓN	CODIGO	NOTA	DIAGNOSTICO
BOMBA 1	WORTHINGTON	BOMBEO	FDBM-C1	2	
BOMBA 2	HIDROMAC	BOMBEO	FDBM-C2	2	
BOMBA 3	HIDROMAC	BOMBEO	FDBM-C3	2	
POLIPASTO BOMBAS	BRAND	BOMBEO	FDBM-Y1	2	
BOMBA DOSIFICADORA 1	PROMINENT CONCEPT	CLARIFICACION	FDCL-B1	2	
BOMBA DOSIFICADORA 2	PROMINENT	CLARIFICACION	FDCL-B2	2	
BOMBA LAVADO SEDIMENTADORES	BARNES	CLARIFICACION	FDCL-C4	2	
BOMBA DE MUESTRAS 1	PEDROLLO	CLARIFICACION	FDCL-C5	2	
BOMBA DE MUESTRAS 2	PEDROLLO	CLARIFICACION	FDCL-C6	2	
EXTRACTOR DE CAL		CLARIFICACION	FDCL-E1	2	
MOTOBOMBA DE LAVADO	BARNES	CLARIFICACION	FDCL-G1	2	
HIDROLAVADORA	INTER PUMP	CLARIFICACION	FDCL-G2	2	
SECADOR DE AIRE 1	INGERSOLL	CLARIFICACION	FDCL-J1	1	Falta capacitación del personal encargado para hacer mantenimiento a secadores y así evitar mantenimientos correctivos en estos equipos.
SECADOR DE AIRE 2	HANKISON	CLARIFICACION	FDCL-J2	1	
SECADOR DE AIRE 3	COLOMBIANA	CLARIFICACION	FDCL-J3	1	
PLANTA ELECTRICA	CUMMINS	CLARIFICACION	FDCL-K1	2	
DOSIFICADOR DE SULFATO 1	JORTRIANA	CLARIFICACION	FDCL-R1	2	
DOSIFICADOR DE CAL		CLARIFICACION	FDCL-R'1	2	
DOSIFICADOR DE SULFATO 2	WALLACE & TIERNAN	CLARIFICACION	FDCL-R2	2	
DOSIFICADOR DE SULFATO 3	WALLACE & TIERNAN	CLARIFICACION	FDCL-R3	2	
DOSIFICADOR DE SULFATO 4		CLARIFICACION	FDCL-R4	2	

PLANTA DE TRATAMIENTO		FLORIDABLANCA			
EQUIPO	MARCA	SECCIÓN	CODIGO	NOTA	DIAGNOSTICO
MEZCLADOR DE CAL		CLARIFICACION	FDCL-S'1	1	Lo mismo que en la Planta de Bosconia.
FLOCULADOR 1	D'ALSAR	CLARIFICACION	FDCL-T1	2	
FLOCULADOR 2	D'ALSAR	CLARIFICACION	FDCL-T2	2	
FLOCULADOR 3	D'ALSAR	CLARIFICACION	FDCL-T3	2	
FLOCULADOR 4	D'ALSAR	CLARIFICACION	FDCL-T4	2	
MONTACARGA	RAMFE	CLARIFICACION	FDCL-Y'1	2	
MONTACARGA	RAMFE	CLARIFICACION	FDCL-Y'2	2	
COMPRESOR 1	INGERSOLL	CLARIFICACION	FDCL-Z1	2	
COMPRESOR 2	PUSKA	CLARIFICACION	FDCL-Z2	2	
BASCULA DE CLORO	CHLOR SCALE	DOSIFICACION	FDDF-E'1	1	Hace falta calibración con patrones de medida.
CLORADOR 1	WALLACE & TIERNAN	DOSIFICACION	FDDF-X1	2	
CLORADOR 2	WALLACE & TIERNAN	DOSIFICACION	FDDF-X2	2	
CLORADOR 3	WALLACE & TIERNAN	DOSIFICACION	FDDF-X3	2	
POLIPASTO CLORO		DOSIFICACION	FDDF-Y2	2	
PLANTA DE TRATAMIENTO		LA FLORA			
EQUIPO	MARCA	SECCIÓN	CODIGO	NOTA	DIAGNOSTICO
BOMBA 1 MIRAFLORES	SIHI-HALBE	BOMBEO	FLBM-C1	2	
BOMBA 2 MIRAFLORES	SIHI-HALBE	BOMBEO	FLBM-C2	2	
BOMBA 3 LAVADO	KSB	BOMBEO	FLBM-C3	2	
BOMBA 4 LAVADO	KSB	BOMBEO	FLBM-C4	2	
BOMBA 5 SAN LUIS	KSB	BOMBEO	FLBM-C5	2	
BOMBA 6 SAN LUIS	WORTHINGTON	BOMBEO	FLBM-C6	2	
BOMBA DOSIFICADORA 1	PROMINENT	CLARIFICACION	FLCL-B1	2	
BOMBA DOSIFICADORA 2	BLUE WHITE	CLARIFICACION	FLCL-B2	2	
BOMBA DE MUESTRAS	PEDROLLO	CLARIFICACION	FLCL-C7	2	
EXTRACTOR	AJOVER LTD	CLARIFICACION	FLCL-E1	2	
BASCULA DE CAL	TOLEDO SCA	CLARIFICACION	FLCL-E'3	1	Falta calibración.
MOTOBOMBA FILTROS	BARNES	CLARIFICACION	FLCL-G1	1	Es necesario revisión periódica de alta frecuencia para estos equipos.
HIDROLAVADORA	HAWK	CLARIFICACION	FLCL-G2	1	
MOTOR STANDBY COMP	STROMBERG	CLARIFICACION	FLCL-H1	2	
CONSOLA FILTROS 1-2		CLARIFICACION	FLCL-I'1	1	Falta calibración.
CONSOLA FILTROS 3-4		CLARIFICACION	FLCL-I'2	1	
CONSOLA FILTROS 5-6		CLARIFICACION	FLCL-I'3	1	
CONSOLA FILTROS 7-8		CLARIFICACION	FLCL-I'4	1	
CONSOLA FILTRO 9		CLARIFICACION	FLCL-I'5	1	

PLANTA DE TRATAMIENTO		LA FLORA			
EQUIPO	MARCA	SECCIÓN	CODIGO	NOTA	DIAGNOSTICO
SECADOR 1	HANKISON	CLARIFICACION	FLCL-J1	1	Falta capacitación del personal encargado para hacer mantenimiento a secadores y así evitar mantenimientos correctivos en estos equipos.
SECADOR 2	HANKISON	CLARIFICACION	FLCL-J2	1	
SECADOR 3		CLARIFICACION	FLCL-J3	1	
PLANTA ELECTRICA	CUMMINS	CLARIFICACION	FLCL-K1	2	
DOSIFICADOR DE SULFATO 1	WALLACE & TIERNAN	CLARIFICACION	FLCL-R1	2	
DOSIFICADOR DE CAL 1		CLARIFICACION	FLCL-R'1	2	
DOSIFICADOR DE SULFATO 2	WALLACE & TIERNAN	CLARIFICACION	FLCL-R2	2	
DOSIFICADOR DE CAL 2	DEGREMONT	CLARIFICACION	FLCL-R'2	2	
MEZCLADOR DE CAL	DEGREMONT	CLARIFICACION	FLCL-S'1	2	
FLOCULADOR 1	FORTIS	CLARIFICACION	FLCL-T1	2	
FLOCULADOR 2	FORTIS	CLARIFICACION	FLCL-T2	2	
FLOCULADOR STANDBY RED	FORTIS	CLARIFICACION	FLCL-T3	2	
MONTACARGAS DE CAL		CLARIFICACION	FLCL-Y'1	2	
MONTACARGA DE SULFATO		CLARIFICACION	FLCL-Y'2	2	
COMPRESOR 1	INGERSOLL RAND	CLARIFICACION	FLCL-Z1	2	
COMPRESOR 2	INGERSOLL RAND	CLARIFICACION	FLCL-Z2	2	
COMPRESOR 3	INGERSOLL RAND	CLARIFICACION	FLCL-Z3	2	
BOMBA CLORADORES	BARNES	DOSIFICACION	FLDF-C8	2	
BASCULA 1 DE CLORO	CHLOR SCAL	DOSIFICACION	FLDF-E'1	1	Falta calibración.
BASCULA 2 DE CLORO	CHLOR SCAL	DOSIFICACION	FLDF-E'2	1	
CLORADOR 1	WALLACE & TIERNAN	DOSIFICACION	FLDF-X1	2	
CLORADOR 2	WALLACE & TIERNAN	DOSIFICACION	FLDF-X2	2	
CLORADOR 3	WALLACE & TIERNAN	DOSIFICACION	FLDF-X3	2	
ELEVADOR CLORO		DOSIFICACION	FLDF-Y1	2	

2.2.2 Codificación de equipos. En el acueducto metropolitano de Bucaramanga actualmente hay 4 plantas de tratamiento de agua y dos departamentos los cuáles pertenecen a la coordinación de mantenimiento mecánico y se detallan en la tabla 4 junto con la denominación que para efectos de la codificación de equipos tienen.

Tabla 4. Zonas de mantenimiento

ZONA	DENOMINACIÓN
Planta de tratamiento Bosconia	BO
Planta de tratamiento Floridablanca	FD
Planta de tratamiento La Flora	FL
Planta de tratamiento Morrónico	MO
Redes	RD
Taller	TL

Las diferentes etapas por las que tiene que pasar el agua para ser tratada en una planta de tratamiento quedaron codificadas de la siguiente manera: Ver tabla 5.

Tabla 5. Zonas plantas de tratamiento

ZONA	DENOMINACIÓN
Captación	CT
Clarificación	CL
Desinfección	DF
Bombeo	BM
Regulación de Presión	RP
Tanques	TK

Y para los equipos de las plantas de tratamiento se estableció la nomenclatura que se puede apreciar en la tabla 6, además hay una noción de cual fue el criterio de dicha nomenclatura al observarse con detenimiento la figura 7:

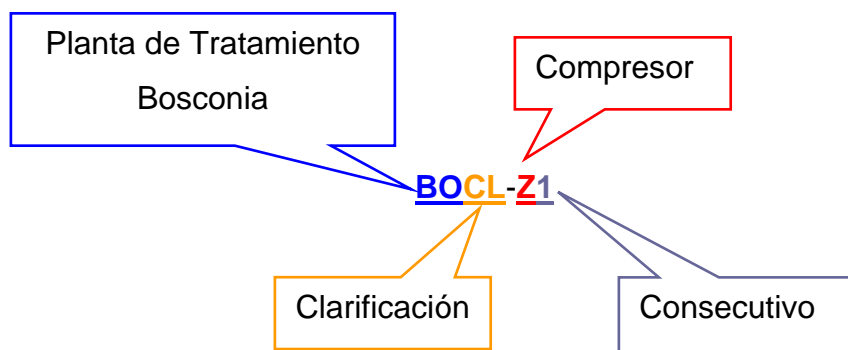
Tabla 6. Tipos de equipos

CARACTER EQUIPO	
CODIGO	EQUIPO
A	Compuerta Radial
B	Bomba de diafragma
C	Bomba centrífuga
D	Bomba multietapa
D'	Bomba de engranajes
E	Extractor
E'	Báscula
F	Válvulas
G	Motobomba
H	Motor eléctrico
I	Instrumentación
I'	Consola neumática
J	Secador
K	Planta eléctrica
L	Compuertas
M	Unidad de arranque
N	Subestación eléctrica
O	Medidor de caudal
P	Tanque concreto
Q	Tanque metal
R	Dosificador de sulfato

R'	Dosificador de cal
S	Mezclador de sulfato
S'	Mezclador de cal
T	Floculador
U	Sedimentador
V	Filtro
W	Hipoclorador
X	Clorador
Y	Polipasto
Y'	Montacargas
Z	Compresor
Z'	Banda transportadora
Z''	Puente grúa

Un ejemplo de codificación se presenta en la figura 13 a continuación:

Figura 13. Ejemplo de codificación de equipos



En el actual sistema de información manual también se establecieron los equipos críticos de las plantas de tratamiento usando la metodología vista en la materia de Mantenimiento y Montajes la cual se basa en los siguientes criterios:

Criterio de la producción

- Tasa de utilización del equipo
- Existencia de un equipo auxiliar para sustituir el equipo averiado
- Repercusión del equipo en la cadena productiva

Criterio de la calidad

- Perdidas en la producción
- Repercusión del equipo en la seguridad industrial y medio ambiente
- Repercusión del equipo en la calidad del producto

Criterio del mantenimiento

- Tasa de marcha
- Grado de complejidad tecnológica del equipo

Con base a los criterios mencionados anteriormente se establece la matriz de criticidad de los equipos de las plantas de tratamiento.

2.3 DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN DE REPUESTOS

La empresa no poseía un listado de proveedores para el área de mantenimiento mecánico clasificados por el tipo de producto, con información sobre teléfonos, direcciones, ciudad, contacto, etcétera.

No se conocían los niveles de almacenamiento máximos y mínimos de los insumos y repuestos por lo que muchas veces se consumen y no se reponen, cuando se necesitan algunas veces algún repuesto de carácter urgente no se encuentran disponible.

No se lleva un control de inventario de materiales consumibles y suministros tales como aceites, gasolinas, ACPM, rodamientos, entre otros sólo por mencionar algunos

Como se ha venido describiendo en los anteriores numerales, el sistema manual de información acarrea pérdidas de tiempo, desorden, y trabajo extra el cual puede ser empleado en realizar otras actividades, por ende la coordinación de mantenimiento mecánico que empezó su sistema de información manual, para luego crear una base de datos que administrase las órdenes de trabajo, las fichas técnicas y las hojas de vida de los equipos, quiere volver más robusto su sistema de información mediante el desarrollo de un sistema de información computarizado capaz de gerenciar de manera eficiente los recursos de éste departamento, pero conservando y mejorando su flujo de información que lleva en la actualidad de manera manual.

2.4 PROPUESTA DE MEJORA

Del análisis efectuado sobre Coordinación de Mantenimiento Mecánico del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P. se llegó a una conclusión clara; el departamento funciona, no con toda su capacidad ni brindando todas las posibilidades de servicio que puede prestar el área de mantenimiento mecánico a una empresa prestadora de servicios públicos; pero por lo menos está encaminado en la búsqueda de actualización y puesta en marcha de planes preventivos, rutas y jornadas que propendan por la mejoría en los turnos de servicio y como producto de esta necesidad de

organización, se hace urgente la elaboración de un sistema de información computarizado para la administración del mantenimiento que brinde la facilidad y agilidad de tener todo el material documentado siempre disponible y contribuya en el propósito de mejorar el servicio del área de mantenimiento mecánico por el bien de la producción de la producción de la empresa.

En base a lo anterior se propone lo siguiente:

Usando como base de datos Microsoft Access y con Visual Basic de Access, hacer el programa computarizado que permita a través de módulos manejar información pertinente al área de mantenimiento mecánico, es decir:

Información de los equipos (ficha técnica, hoja de vida y rutinas de mantenimiento).

Ordenes de Trabajo.

Alarmas sobre el cumplimiento de la programación de labores de inspección.

Información sobre los inventarios de repuestos.

Poblar la base de datos con la información antes mencionada. El motor de este sistema de información computarizado lo conforman principalmente las órdenes de trabajo por ende se rediseñó el formato de orden de trabajo para poder dejar en estos los procedimientos e insumos y repuestos que se lleguen a necesitar en el momento de realizar determinado mantenimiento, para más claridad ver detalle en la figura 14.

Los formatos que seguirán vigentes inicialmente con la aplicación informática son los que se pueden apreciar en la figura 5, figura 9, figura 10 y figura 11.

Figura 14. Orden de trabajo según el Sistema de Información Computarizado realizado con este proyecto

Pág. 1 de 1		ORDEN DE TRABAJO			
F 706-001					
Rev.:0					
COORDINACIÓN DE MANTENIMIENTO MECANICO					
No. ORDEN	FECHA DE EMISION	ZONA	EQUIPO	CÓDIGO EQUIPO	
20060110	11-Ago-06	Bosconia	COMPRESOR 31	BOBM-Z3	
FECHA INICI	01-Ene-06	HORA INICIO	08:00:00 a.m.	FECHA FIN	08-Ene-06
		HORA FIN	06:00:00 p.m.		
TIPO MTO	ANUAL	SECCION	Coordinacion de Mantenimiento Mecánico		
ACTIVIDADES					
DESCRIPCION					
Limpia aletas de refrigeración.					
Revisar correas y sus elementos de protección.					
Drenar agua de compensación del tanque.					
Comprobar hermeticidad de ductos de aire.					
Ajustar uniones, abrazaderas y manguitos.					
Realizar limpieza exterior.					
Revisar válvulas de operación y de purga.					
Cambiar aceite de lubricación.					
Revisar tensión de correas y alineamiento entre poleas.					
Observar estados de pistones, anillos, casquetes y válvulas.					
Desmontar y revisar correas, poleas. Hacer limpieza.					
Observar presencia de cinturas en ejes.					
Cambiar lubricante y empaquetadura de la tapa del carter.					
INSUMOS Y REPUESTOS					
DESCRIPCION				UNIDAD	CANTIDAD
Lija No 80				Pliego	
Lija No 150				Pliego	
Gasolina				Galón	
Aceite ESSTIC 150				Galón	
O ring PXA 26462				Unidad	
Empaquetadura de 1/32" style 270				metros	
OBSERVACIONES					
RECIBIDO		FIRMA			
EMPLEADOS					
NOMBRE	FIRMA(S)	FECHA DE EJECUCION	HO/ED/EN	# DE HORAS	
Luis Orlando Salcedo Diaz					
ESTADO	Abierta	APROBADO			

3. TEORIA DE LOS SISTEMAS DE INFORMACION PARA EL MANTENIMIENTO

3.1 GENERALIDADES

Puede definirse un sistema como una serie de componentes que relacionados entre sí ordenadamente contribuyen a un determinado fin. Un sistema de mantenimiento tiene como fin conservar operable y con un apropiado grado de eficiencia y eficacia¹ sus equipos. Este sistema opera mediante unas entradas de información y de recursos necesarios con los cuales se pueda desarrollar un proceso de mantenimiento y así lograr unos resultados tales como reportes, disponibilidad y conservación de los equipos así como también incidencia en la producción.

El diseño e implementación de cualquier sistema de mantenimiento y su posterior informatización debe estar encaminado a los siguientes objetivos:

Mejoramiento de la disponibilidad del equipo productivo.

Reducción de los costos de mantenimiento.

Incrementar el aprovechamiento de los recursos humanos.

Maximización de la vida útil de los equipos.

¹ La eficacia y la eficiencia son los parámetros fundamentales para evaluar un sistema de información porque con la eficacia se mide el grado en que se cumplen los objetivos del sistema y la eficiencia está más enfocada hacia las operaciones y relaciones internas del sistema es decir mide el grado de optimización en el uso de los recursos disponibles.

3.2 BREVE HISTORIA DE LA ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO

La necesidad de organizar adecuadamente el servicio de mantenimiento con la introducción de programas de mantenimiento preventivo y el control del mantenimiento correctivo nace hace ya varias décadas en base, fundamentalmente, al objetivo de optimizar la disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad de los equipos productores, ver figura 15.

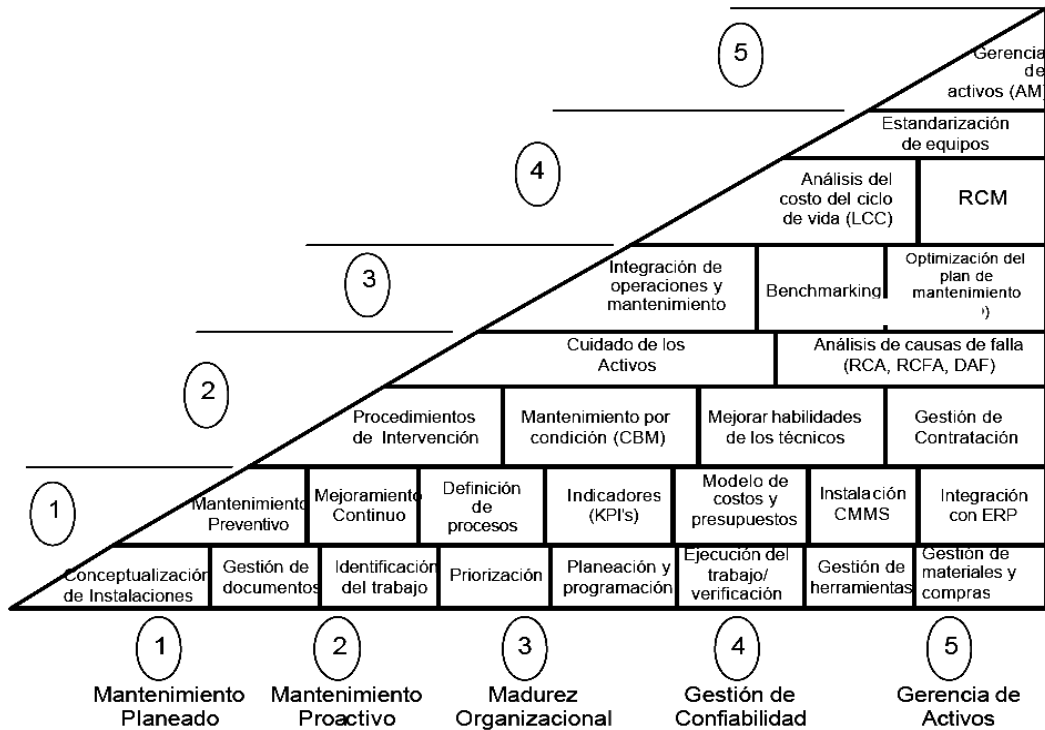
Posteriormente, la necesidad de minimizar los costos propios de mantenimiento realza esta necesidad de organización mediante la introducción de controles adecuados de costos.

Más recientemente, la exigencia a que la industria está sometida a optimizar todos sus aspectos, tanto de costos, como de calidad, como de cambio rápido de producto, conduce a la necesidad de analizar de forma sistemática las mejoras que puedan ser introducidas en la gestión, tanto técnica como económica del mantenimiento. Todo ello ha llevado a la necesidad de manejar desde el mantenimiento una gran cantidad de información.

Sin embargo la introducción de la informática en este ámbito se ha producido con cierto retraso en comparación con otros ámbitos de la empresa, en parte por la existencia de otras prioridades y en parte quizás por la lejanía del mantenimiento con respecto de los "propietarios" de los recursos informáticos.

Desde hace unos años, la gran expansión de los recursos informáticos y la mayor facilidad de su uso han incrementado enormemente la presión para la informatización del mantenimiento, tanto desde los servicios informáticos como desde el propio servicio de mantenimiento.

Figura 15. Evolución del mantenimiento¹



3.3 SISTEMAS DE INFORMACION PARA EL MANTENIMIENTO

Un sistema de información puede ser definido como una colección de personas, procedimientos y equipos diseñados, construidos, operados y mantenidos para recoger, registrar, procesar, almacenar, recuperar y visualizar información.

De tal manera que en una organización el sistema de información es el conjunto de elementos ordenadamente relacionados entre sí de acuerdo con unas ciertas reglas que aporta al sistema objeto (es decir, a la organización

¹ FUENTE: PEREZ JARAMILLO, Carlos Mario. Artículo: Tendencias en el desarrollo de CMMS. Página 4. www.soporteycia.com.co.

a la cual sirve y que le marca las directrices de funcionamiento) la información necesaria para el cumplimiento de sus fines, para lo cual tendrá que recoger, procesar y almacenar datos, procedentes tanto de la misma organización como de fuentes externas, facilitando la recuperación, elaboración y presentación de los mismos datos para su gestión y toma de decisiones.

Existen dos tipos de sistemas de información para el mantenimiento a saber. Los sistemas de información manual, los cuales manejan la información única y exclusivamente de manera manual; y, los sistemas de información automatizados los cuales utilizan medios informáticos (hardware, software) y se hacen necesarios cuando se requiere recopilar, procesar y utilizar demasiada información y a la vez poder acceder a esta información con un mínimo de esfuerzo.

3.4 COMPONENTES DE UN SISTEMA DE INFORMACION COMPUTARIZADO

En un sistema de información computarizado para el mantenimiento los datos se manejan en los siguientes módulos, ver Figura 16:

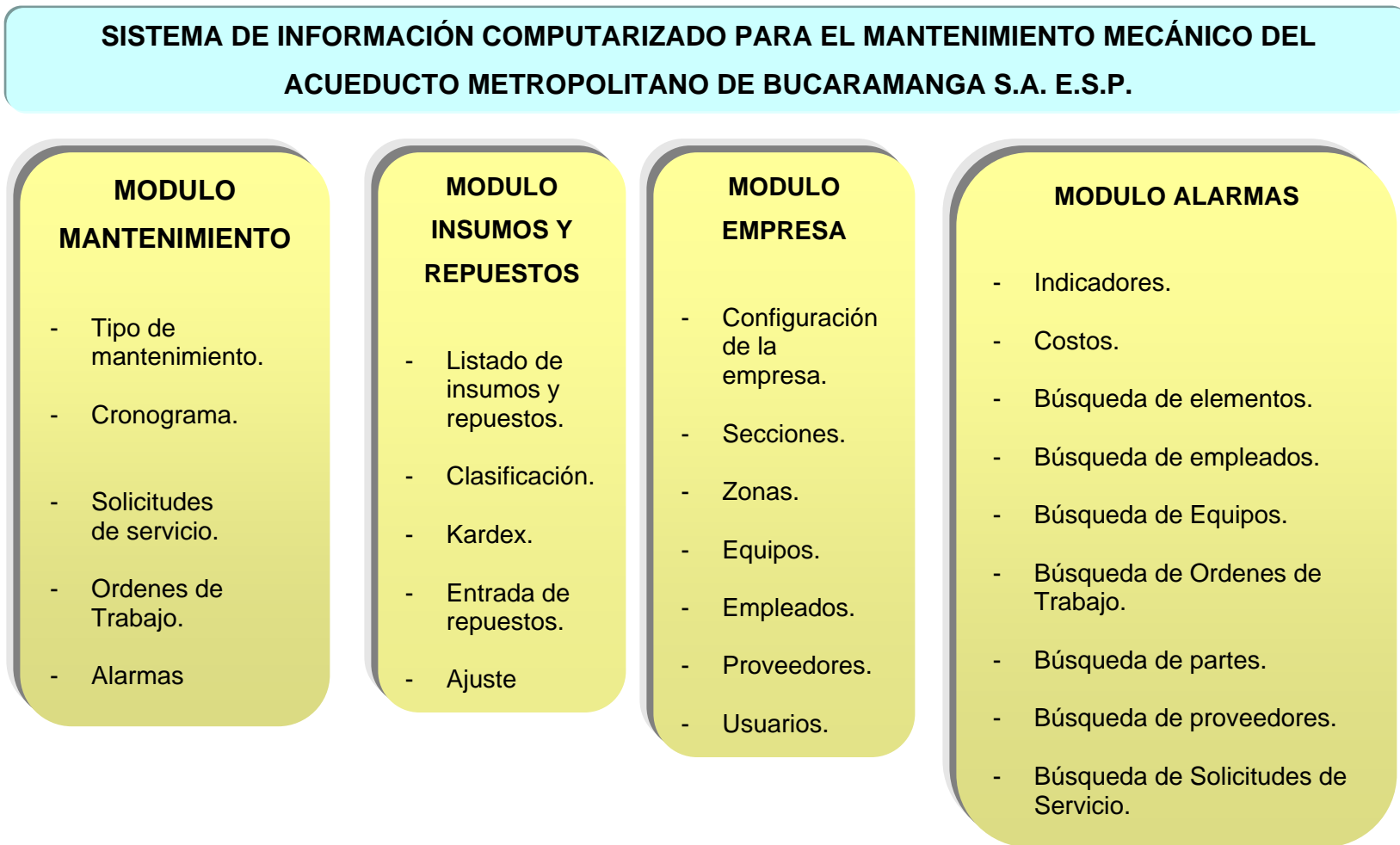
Módulo para el control de órdenes de trabajo.

Módulo para la administración de equipo. Donde se encuentran la historia de mantenimiento por equipo, informe de mantenimientos preventivos y paros.

Módulo para control de materiales y compras.

Módulo de informes de desempeño.

Figura 16. Componentes del sistema de información computarizado para el mantenimiento mecánico del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.



Otros que se requieran según la organización.

3.5 CONCEPTO DE BASE DE DATOS

La expresión base de datos aparece a comienzos de los años setenta y actualmente se puede definir como “un conjunto, colección o depósito de datos almacenados en un soporte informático de acceso directo. Los datos deben estar interrelacionados y estructurados de acuerdo con un modelo capaz de recoger el máximo contenido semántico”¹

En cuanto a la organización de las bases de datos se puede decir que ésta comienza con unos datos recogidos para luego hacérseles una depuración, actualización y mantenimiento después de esto ya se tiene una base de datos para su posterior recuperación y tratamiento y poder así entregar unos reportes o resultados.

Se pueden resumir unas ventajas y unas desventajas con relación a las bases de datos. Entre las ventajas se encuentran:

Independencia de los datos respecto a los programas informáticos y viceversa.

Coherencia de los resultados. Es decir no hay divergencias en los reportes.

Amplia disponibilidad de los datos para el conjunto de los usuarios.

Mayor valor informativo.

¹ Fuente: DE MIGUEL, Adoración y PIATTINI, Mario. Concepción y diseño de bases de datos del modelo E/R al modelo relacional. RA-MA Editorial. 1993 Página 43.

Mejor y más normalizada documentación de la información, la cual esta compuesta por los datos.

Mayor eficiencia en la recolección, admisión y entrada de los datos al sistema.

Reducción considerable del espacio de almacenamiento.

Y entre las desventajas se encuentran:

Requieren de una instalación costosa. En caso de requerirse nuevo hardware y software para el normal funcionamiento de ésta.

Personal especializado para su diseño y desarrollo y también para las actualizaciones informáticas necesarias.

Implantación larga y difícil.

Falta de rentabilidad a corto plazo.

Ausencia real de normas.

3.6 NECESIDAD DE SISTEMAS DE INFORMACION COMPUTARIZADO PARA EL MANTENIMIENTO

Hasta la década de los 80, las industrias de la mayoría de los países occidentales tenían sus objetivos basados en obtener el máximo de rentabilidad para una inversión efectuada. Posteriormente, con la penetración de la industria oriental en el mercado occidental, el consumidor pasó a

considerar un complemento importante en los productos a adquirir, o sea, la calidad de los productos o servicios provistos y esta exigencia hizo que las empresas consideradas en este factor, calidad, como una necesidad para mantenerse competitivas, particularmente en el mercado internacional, transfiriendo a los gerentes de operación y mantenimiento, el mejor resultado posible en sus funciones para lograr obtener contabilidad, disponibilidad y reducción de plazos de fabricación con bajos costos. Además, la exigencia de la confiabilidad y disponibilidad es de tal orden que se impone al gerente de mantenimiento, responsabilidades que sólo pueden ser ejecutadas con herramientas adecuadas de gestión.

Características que deben ser observadas en el diseño y desarrollo de software de mantenimiento:

El sistema debe operar en el ambiente o plataforma utilizado por la empresa así como tenga las características de un mono o multiusuario, de acuerdo con la necesidad;

El proyectista debe ser un experto en mantenimiento y que continúe produciendo nuevas versiones;

El sistema sea de fácil operación no exigiendo, en consecuencia, la participación de ingenieros o técnicos especializados para la ejecución de sus tareas cotidianas.

Los códigos deben ser compuestos por células para permitir selecciones o filtros en los reportes y listados y además que el contenido de esas células sean establecidas por el propio usuario, a partir de las tablas patrones para sus necesidades;

La recolección de datos de mano de obra debe ser independiente de las órdenes de trabajo de forma que permita su implementación en cualquier momento;

Deben existir niveles de acceso para restringir algunas operaciones sólo a usuarios acreditados como, por ejemplo, recuperación de datos de back-up, operación con sueldos, acceso a reportes confidenciales, exclusión de informaciones de los archivos, etcétera.

Capacidad de memoria (RAM) necesaria para el procesamiento del sistema, sea compatible con la disponible en los equipos de la empresa así como la capacidad del almacenaje de datos por períodos de consulta definidos por el usuario y la creación de archivos “muertos” a partir de plazos también definidos por el usuario;

Contestación rápida a consultas cuando los archivos están muy cargados de informaciones. En este caso es recomendable analizar el tiempo de procesamiento cuando los archivos más usuales llegan a ocupar más de 1 Mbyte de capacidad.

Garantía de ejecución de back-up automáticamente, de forma eficiente, rápida y compactada;

Permisos para cambiar títulos y leyendas para personalizar las informaciones de la empresa (así como cambios de idioma);

Permisos para crear nuevos reportes de acuerdo con la necesidad del usuario a partir de los datos existentes en los archivos.

Atender la gestión de costos, de material (en el nivel de mantenimiento) y de mano de obra de acuerdo con las reales necesidades del usuario;

Posibilidad de implementación de recursos de sistema experto con módulo de mantenimiento predictivo, alertas a la gerencia de mantenimiento y nivelación de recursos de mano de obra.

Un hecho importante es que los gerentes deben estar conscientes de que la obtención del software no cierra la tarea de informatizar el proceso de planificación y control del mantenimiento, una vez que la formación de los archivos iniciales (inventarios de equipos y correlación con repuestos, programación, instrucciones, recomendaciones y valores estándares de medición) vayan a necesitar de gran inversión de tiempo de personal técnico para lograr que el sistema esté en condiciones de operar.

Finalmente cabe destacar las dificultades que serán encontradas para iniciar la operación del sistema después de instalar y procesar los archivos básicos. Esas dificultades están muy relacionadas a reacciones del personal en llenar correctamente los documentos para realimentación del sistema (historia de ocurrencias, consumo de hombres-hora y material, cambios de localización, etc.) así como de los solicitantes de servicios en la solicitud a través del órgano competente, la atribución correcta del grado de prioridad y en la evaluación de los servicios (calidad del mantenimiento). Normalmente estas dificultades (o cambio de actitudes) son superadas entre el 1 y 2 años a partir del momento de implementación del sistema.

4. DISEÑO DEL SISTEMA DE INFORMACION COMPUTARIZADO PARA MANTENIMIENTO MECANICO

En el presente capitulo se describirá el diseño y funcionamiento del sistema de información computarizado para el mantenimiento mecánico del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P., se hará especial énfasis al diseño del flujo de la información y los formularios, se explicará detalladamente el contenido de cada módulo y las diferentes aplicaciones que presenta el software, se darán algunas especificaciones y requerimientos para el manejo del mismo.

4.1 DEFINICION DE REQUERIMIENTOS

Un requerimiento es una característica que debe incluirse en un nuevo sistema de información computarizado. En esta fase se estudió detalladamente el sistema de mantenimiento de la empresa para conocer la forma de trabajo e identificar donde era necesario efectuar mejoras.

Los requerimientos principalmente incluyen la forma de captura de la información (las entradas), la forma de procesarla, la forma de producir la información (las salidas), la forma de realizar el control sobre las actividades de mantenimiento y brindar soporte de decisión a la administración de la empresa.

En la determinación de requerimientos se realizaron tres actividades que son:

Anticipación de requerimientos. Se basa en el estudio de otros sistemas ya desarrollados de ambiente similar al que se va a desarrollar, lo que permite anticipar ciertos problemas o características y requerimientos para el nuevo

sistema. Esta actividad se llevó a cabo con la consulta de distintos demos versión comercial encontrados por Internet tales como AM de Winsoftware, Infomante, MS 2000, CWorks, MP8, y estableciendo que sería bueno que tuviera el sistema de información a desarrollar.

Investigación de requerimientos. Esta es la actividad más importante del análisis del sistema, a través de la cual se estudio el sistema actual con ayuda de algunas herramientas y habilidades, documentando sus características, para posteriormente emprender el análisis.

Especificación de requerimientos. Los datos que se obtuvieron durante la recopilación de información se analizan para determinar las especificaciones de los requerimientos. Esta actividad tiene tres partes relacionadas entre sí:

Análisis de los datos basado en hechos reales.

Identificación de requerimientos esenciales.

Selección de estrategias para satisfacer los requerimientos.

Del anterior estudio se presenta la tabla 7 que muestra las características del sistema de información para mantenimiento mecánico.

4.2 ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE INFORMACION COMPUTARIZADO PARA EL MANTENIMIENTO

Para fines de éste proyecto se tuvieron en cuenta los equipos que Coordinación de mantenimiento mecánico tiene a su cargo ubicados en las plantas de tratamiento de agua ó zonas, las cuáles son Bosconia (BO), La flora (FL), Florida (FD). Cada zona a su vez tiene un personal encargado de

las labores de mantenimiento mecánico, y estos a su vez tienen bajo su responsabilidad los equipos de la zona a la cual pertenecen.

Tabla 7. Requerimientos del Sistema de Información para el Mantenimiento Mecánico

REQUERIMIENTO	DESCRIPCIÓN DEL REQUERIMIENTO
Información de Mantenimiento por Equipo.	Acceso a los costos totales para cada uno de los mantenimientos preventivos para todos los equipos, la frecuencia de mantenimiento, características generales del equipo, Historia de mantenimiento de equipo, elementos asociados, partes de equipo, sección y ubicación del equipo, características, etc.
Programas de Mantenimiento	El sistema de Información debe permitir la planeación y programación de las actividades de mantenimiento preventivo de la manera como se ha venido ejecutando en el acueducto actualmente.
Órdenes de Trabajo.	Elaboración a partir de mantenimientos programados y Solicitudes de Servicio. Deben incluir el tipo de Orden de Trabajo, insumos y repuestos que puedan utilizarse para realizar el trabajo, equipo a reparar, código del equipo, la descripción de las actividades a realizar.
Acceso a Inventario de Insumos y Repuestos	Tener acceso a los inventarios de recursos de mantenimiento con datos como: nombre del recurso, cantidades existentes, costos, proveedores.

Órdenes de Trabajo Ejecutadas.	Alimentación de hoja de vida, tarjeta de costos, actualización de inventarios, generación de información para reportes de: inventarios, tiempos de mantenimiento para calcular indicadores de gestión y costos. Lo anterior al cierre de la Orden de Trabajo Ejecutada.
Datos de proveedores de servicios de mantenimiento o servicios técnicos	En el momento de no contar con suficiente personal Para una Orden de Trabajo, el sistema debe proporcionar información acerca de proveedores de servicio de mantenimiento o servicios técnicos. La información debe contar nombre de proveedor o contratista, tipo de servicio, datos de ubicación.
Orden de Trabajo	Ingreso de datos para el cierre de las orden de trabajo correspondiente, desde el área de mantenimiento. Todas las Órdenes de Trabajo deben contener tiempo que se tardó el mantenimiento, tipo de paro, código del equipo, la explicación y comentarios de la razón del paro, comentarios del operario de mantenimiento acerca de la reparación, nombre de los operarios de mantenimiento que ejecutaron la orden de trabajo.
Informe de costos	Informe de los costos incurridos durante el proceso de mantenimiento. Costos como la mano de obra, los insumos y repuestos utilizados.
Informes de gestión	Disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad

Un equipo está dentro de un subgrupo de equipos y estos a su vez pertenecen a un grupo. Por ejemplo la bomba principal 1 ubicada en la planta de Bosconia cuyo código es BOBM-D1 pertenece al grupo de bombas, y esta dentro del subgrupo bombas centrifugas, ya que pueden haber bombas de tornillo, de engranajes, de pistones, etc. Este modo de agrupar los equipos es con el fin de organizar las actividades y los repuestos que posiblemente puedan ser utilizados al hacer los distintos tipos de mantenimientos, ver figura 17.

Las intervenciones que se les hacen a los equipos, se hacen a través de órdenes de trabajo o mediante solicitudes de servicio. Dependiendo del tipo de mantenimiento, nacen estas órdenes para realizar la respectiva tarea al equipo en aras de mantenerlo con la más alta disponibilidad.

Una vez terminadas las órdenes de trabajo se registra en el sistema todo aquello que es necesario para el cálculo de indicadores que midan la efectividad del mantenimiento, por ejemplo tiempos, materiales, horas hombre, etcétera.

Por último cada zona tiene una bodega en las cuáles es posible encontrar los recursos físicos para llevar a cabo un mantenimiento y a su vez cada sección o departamento tiene sus proveedores que suministran estos recursos.

Una vez se ha establecido la estructura del sistema de información se establecieron las entradas y salidas más acordes a las necesidades de la Coordinación del Mantenimiento Mecánico del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga basados en la experiencia que se había tenido con el sistema manual, ver figuras 18 y 19.

Figura 17. Estructura del sistema de información computarizado

SISTEMA DE INFORMACION COMPUTARIZADO PARA EL MANTENIMIENTO MECANICO DEL ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA S.A. E.S.P.



Figura 18. Entradas del Sistema de Información Computarizado para Mantenimiento Mecánico del amb S.A. E.S.P.

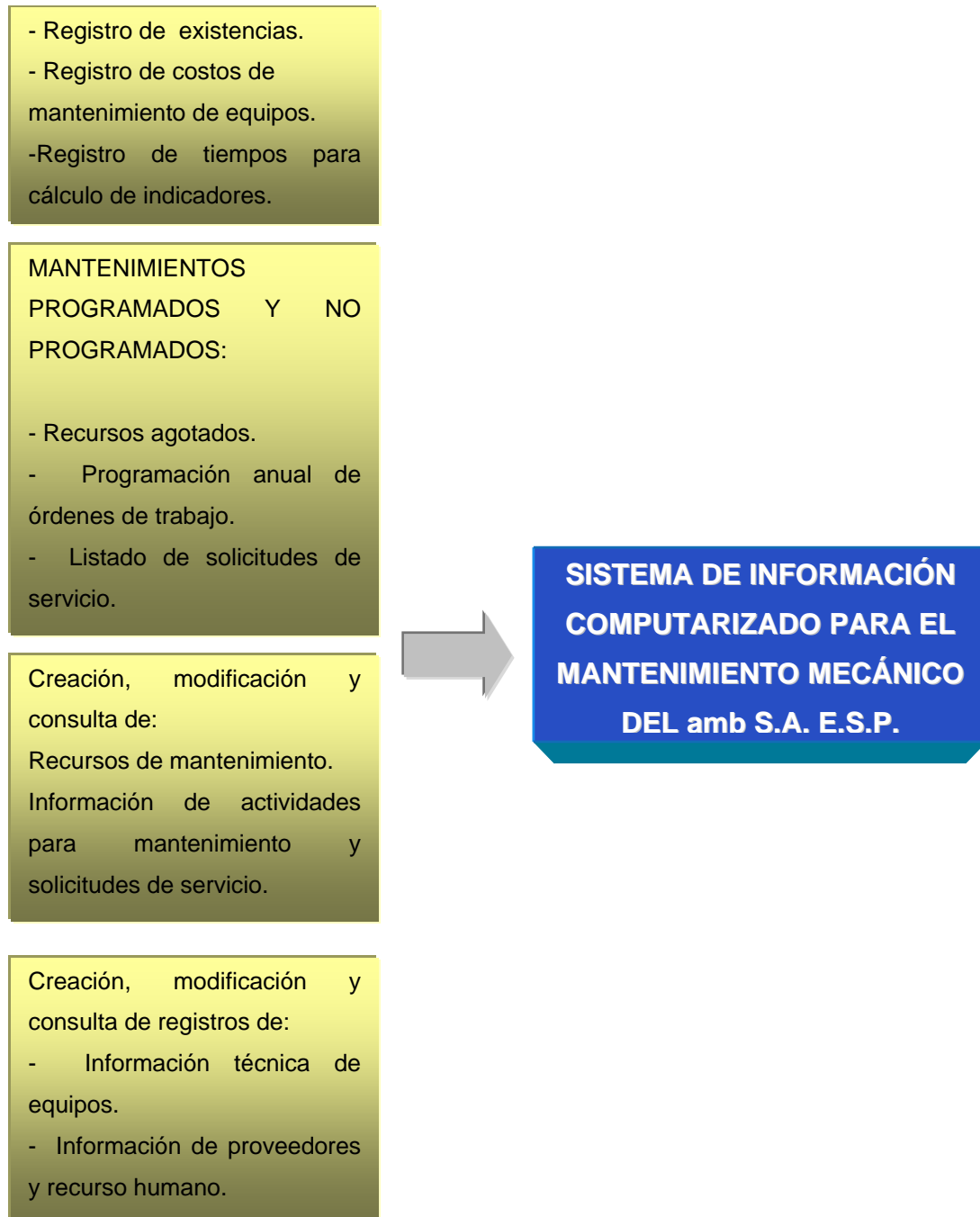
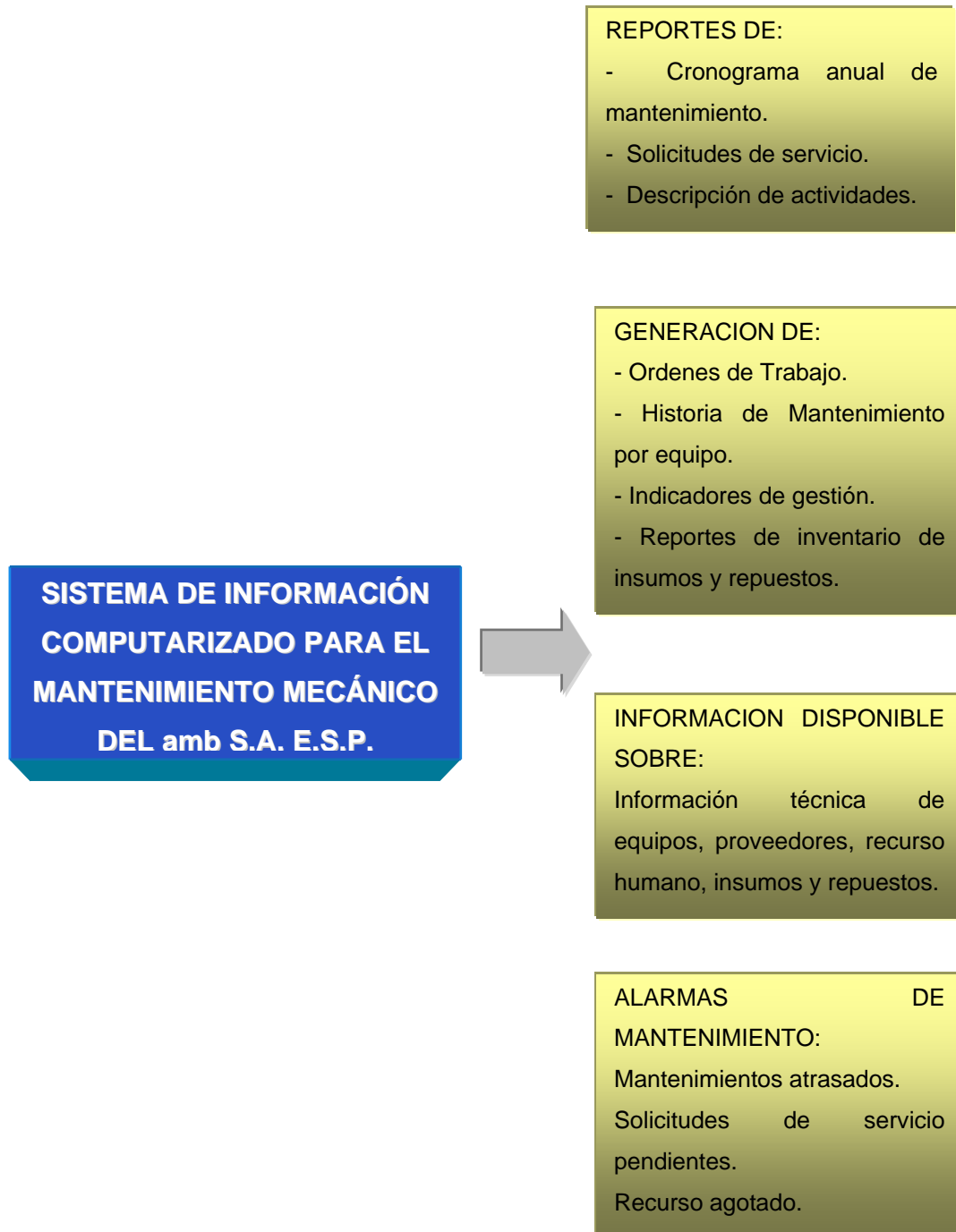


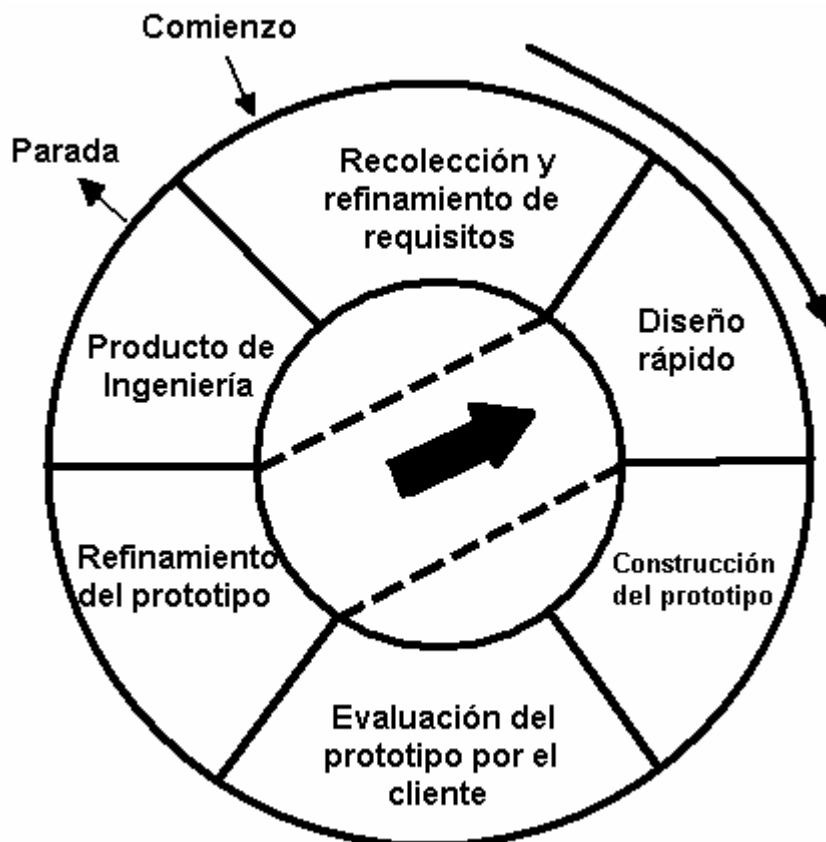
Figura 19. Análisis de las Salidas del Sistema de Información Computarizado para el Mantenimiento Mecánico del amb S.A. E.S.P.



4.3 MODELO ENTIDAD RELACIÓN

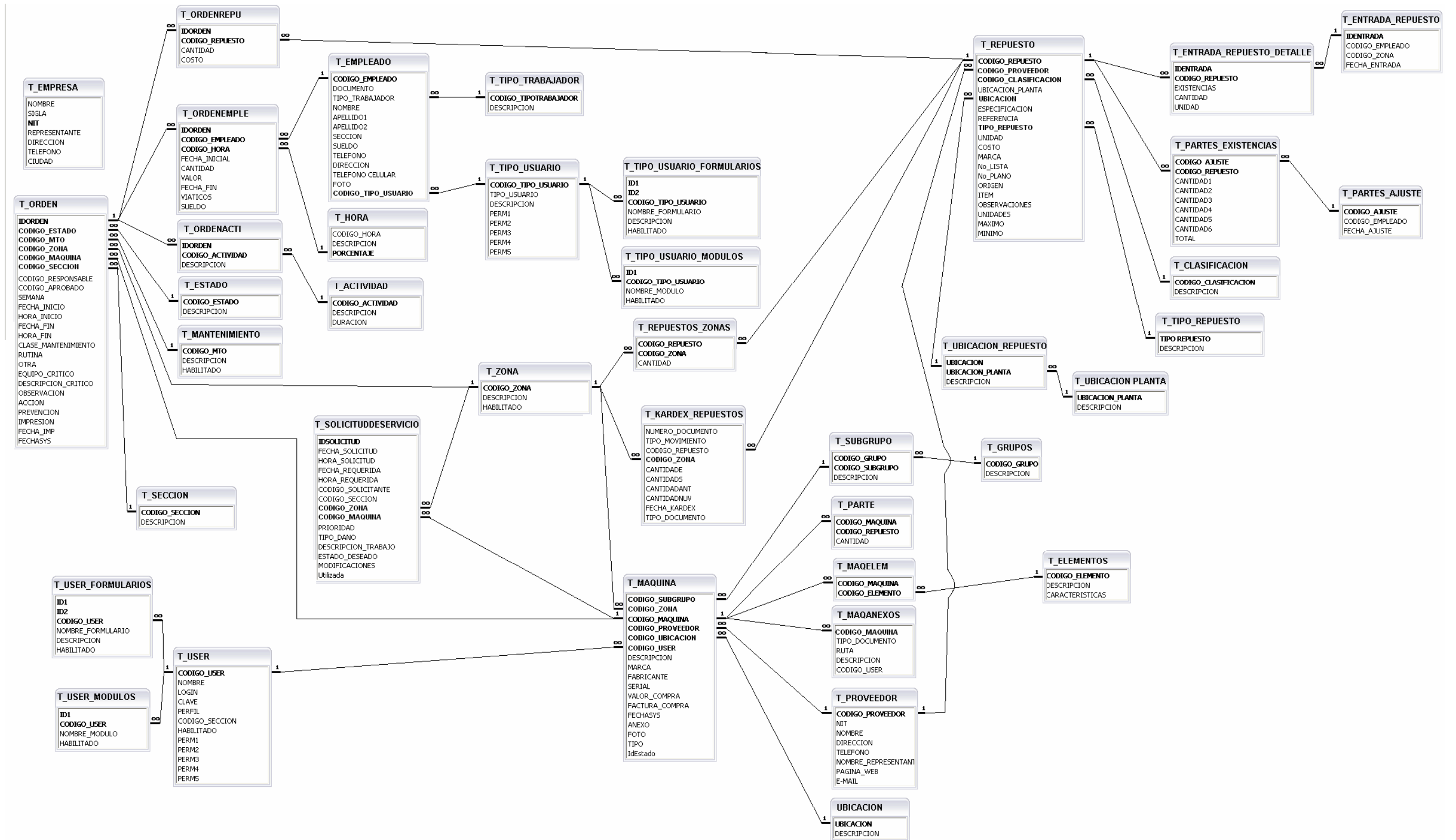
Una vez se han establecido las entradas y salidas del sistema computarizado la estructura general del software, así como los requerimientos, es posible diseñar el modelo entidad relación. Es importante decir que para los campos de las tablas establecidos en este modelo se tuvo que consultar a los formatos del sistema manual de información y que para las llaves de relación se tuvo que hacer varios modelos de prototipos siguiendo la metodología mostrada en la figura 20.

Figura 20. Metodología usada para el diseño de la entidad relación



En la figura 21 se puede apreciar el flujo de información mediante el modelo entidad relación.

Figura 21. Modelo Entidad Relación de SICMA



4.4 PLATAFORMA DE DESARROLLO

Todo diseño organizativo así como su informatización deben constituir un sistema coherente de información que permita la toma, en el momento adecuado, de las decisiones convenientes que permitan alcanzar el objetivo pretendido.

Se pueden identificar las siguientes modalidades de informatización:

Adquisición de un paquete comercial.

Desarrollo de un sistema propio:

Con ayuda externa.

Sin ayuda externa.

Adicionalmente se puede considerar la utilización de los recursos centrales de la empresa o de recursos exclusivamente ubicados en el Servicio de Mantenimiento y dedicados a este tema.

Se optó por la informatización de la información de la gestión de mantenimiento sin ayuda externa teniéndose en cuenta los siguientes factores:

Nivel de cultura informática preexistente en el Servicio de Mantenimiento.

Duración y costo de la implantación propia frente a tutela o desarrollo pleno externo.

Nivel de organización preexistente.

Definición de los objetivos a alcanzar.

Documentación del sistema a desarrollar.

Costo del hardware en el caso de optar por una configuración dedicada.

Para este sistema de información computarizado se ha seleccionado como plataforma de desarrollo Microsoft Access y para la automatización completa de todas las tareas que se identifiquen en el diseño se utiliza el editor de Visual Basic que viene incluido en esta herramienta. La anterior selección se debe a dos hechos: el primero que en Coordinación de Mantenimiento Mecánico del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P. el equipo de trabajo (computador) cuenta con ambiente de trabajo Windows 98 y Microsoft Office 2000 y segundo que la empresa no cuenta con licencia para usar el lenguaje de programación Visual Basic directamente.

De Microsoft Access se pueden destacar las siguientes ventajas:

Se puede crear una red multiusuario para la organización:

Access permite fácilmente ampliarse a un nivel empresarial mediante SQL Server 7/2000, etcétera.

Access puede ser más amigable para el usuario en comparación con Oracle y otras bases de datos.

Se puede integrar fácilmente Microsoft Access con Microsoft Office: Excel, Word, Outlook, etc.

Es mucho más económico en términos de desarrollo y costos de mano de obra:

Miles de desarrolladores de software calificados pueden poner código a Microsoft Access.

La mayoría de los analistas están familiarizados con el interfaz de Microsoft Access.

Se pueden crear complejas consultas:

Pueden crearse tablas para recuperar información:

Calcular cuentas, funciones definidas por el usuario por ejemplo: hacer cuentas según algún criterio.

Agregar funciones: Por grupos, Expresiones, etcétera.

Pedidos de recuperación de la información por parámetros.

Encontrar copias, grabaciones sin par.

Recuperación de la información por datos.

Se pueden compartir datos entre múltiples plataformas:

Access puede importar o exportar datos (ASCII, CSV, txt, etc.)

Access puede enlazarse con Tablas de Access externas, Hojas de Excel (actualizable), Tablas HTML, tablas de Texto, FoxPro (ver 2.x & 3.0), Paradox (3.0, 4.x, 5.0), Sybase, Oracle, etc.

Se pueden tomar copias de reportes de Access 2000 que pueden ser distribuidas a Disquetes, impresoras, Páginas Web, e-mail.

Se pueden crear interfaces que se conecten a alguna especie de archivo: Página Web, hoja de cálculo, imagen, documento, etcétera.

Se pueden hacer representaciones gráficas o complejas de cambio de datos de los en las tablas fuentes y simultáneamente con cambios de gráficas.

Se pueden diseñar reportes complejos como por ejemplo impresión de costos:

Crear impresiones de facturas, recibos, etcétera.

Campos de suma, secciones de subtotales, sumas totales.

Entrada de campos que pueden crecer o disminuir.

Insertar imágenes y objetos OLE (Object Linking and Embedding, Incrustación y vinculación de objetos).

Escoger y agrupar lo reportes por nivel para múltiples secciones.

Se puede usar Access con un simple programa de respaldo de base de datos rápida.

Se puede integrar con la Web usando un servidor activo de programación.

4.5 EQUIPO Y SOPORTE

El equipo disponible en Coordinación de Mantenimiento Mecánico del amb S.A. E.S.P tiene las siguientes especificaciones:

Un procesador de 500Mhz recomendado.

64 Mb en RAM .

Un espacio libre de disco duro superior a 200 Mb para instalación completa.

Tarjeta de video de 4 Mb.

Unidad copiadora de CD ROM de 4 x.

Monitor SGVA.

Teclado y Mouse.

Equipo de impresión.

De igual manera el equipo dispone de memoria suficiente para albergar la base de datos que del sistema se desprenda. La versatilidad de SICMA estará directamente relacionada con el equipo que lo soporte.

4.6 ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACION COMPUTARIZADO

Después de haber agrupado las tareas y de haber analizado los requerimientos, en este capítulo se explicará más detalladamente los 4 módulos que conforman el Sistema de Información Computarizado para el Mantenimiento Mecánico del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P., así como los diagramas de flujo y las diferentes salidas que arroja el software como son los indicadores de gestión, indicadores de costos, reporte de inventarios, entre otros.

Este sistema ha sido nombrado SICMA por las iniciales Sistema de Información Computarizado para el Mantenimiento para el Acueducto.

4.6.1 Módulo mantenimiento. Por medio de éste modulo el usuario puede acceder a la información en lo que concierne a alarmas, planeación y programación de mantenimientos; mantenimientos programados, no programados y solicitudes de servicio. Este módulo también se encarga de administrar las órdenes de trabajo y en él se pueden crear, modificar, consultar, guardar, cerrar, así como cargar actividades a un mantenimiento. Este modulo está dividido en alarmas, Cronograma Anual, orden de trabajo, Solicitud de Servicio, y tipos de Mantenimiento, ver figura 22.


➤ Cronograma anual de actividades. Por medio de éste formulario el usuario puede detallar todas las órdenes de trabajo de cualquier tipo, sean programadas o no programadas para determinado año. Para ello se cuenta con una matriz, mes versus tipo de mantenimiento, en el cual están la cantidad de órdenes de trabajo, así como el total de éstas, ver figura 23.

Figura 22. Módulo mantenimiento y sus componentes

MODULOS	DESCRIPCION
Mantenimiento	Alarmas
Repuestos e Insumos	Cronograma Anual
Empresa	Orden de Trabajo
Indicadores y Consultas	Solicitud de Servicio
	Tipo de Mantenimiento

Figura 23. Formulario cronograma de actividades

Cronograma Anual de Actividades - SICMA

 **CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES**

Seleccione el Año: 2006

Mes	Trimestral	Semestral	Anual	Correctivo	S.S.	Otros	
Enero	3	3	1	0	2	0	9
Febrero	1	1	0	1	0	0	3
Marzo	1	2	0	0	1	0	4
Abril	3	2	0	0	1	0	6
Mayo	1	0	0	0	2	0	3
Junio	1	0	0	0	0	0	1
Julio	3	2	0	0	1	0	6
Agosto	1	1	1	0	0	0	3
Septiembre	1	1	0	0	0	0	2
Octubre	3	1	0	2	1	0	7
Noviembre	1	0	0	0	0	0	1
Diciembre	2	0	0	1	1	0	4
TOTALES	21	13	2	4	9	0	

Cerrar

➤ Alarmas. El usuario puede conocer el estado de las órdenes de trabajo de una sección a través de éste formulario, para ello utiliza colores que identifican las órdenes de trabajo abiertas, cerradas y las órdenes de trabajo que se encuentran en ejecución. Este formulario es una herramienta útil para un programador de mantenimiento ya que tiene un riguroso control de la ejecución de un programa de mantenimiento programado. Este formulario se puede observar en la figura 24 y el respectivo diagrama de flujo en la figura 25.

➤ Orden de trabajo. Este es uno de los formularios más importantes del sistema de información para mantenimiento mecánico del acueducto metropolitano del acueducto de Bucaramanga ya que por medio de él se pueden programar las órdenes de trabajo, sean rutinas trimestrales; rutinas semestrales, ó rutinas anuales; una vez programadas el sistema genera automáticamente las ordenes de trabajo de acuerdo a la frecuencia que se haya escogido. Por defecto este formulario crea las órdenes de trabajo en estado “abierta” y una vez ejecutadas dichas tareas es posibles cerrarlas haciendo click en “modificación” para posteriormente “cerrarlas”. Este formulario cuenta con unas pestañas en las cuáles es posible cargar recursos a una orden de trabajo, es así como encontramos el formulario empleados, los cuáles son el ente humano encargado de llevar a cabo los mantenimiento, el formulario de insumos y repuestos que son los recursos físicos para realizar las tareas, y el formulario de costos que es la cuantificación del valor de los recursos mencionados anteriormente. También hay una pestaña para hacer referencia a las actividades que fueron realizadas, así como un formulario de observaciones en caso tal que existan.

Figura 24. Formulario Alarmas

Alarmas - SICMA

ALARMAS
SICMA V 1.0

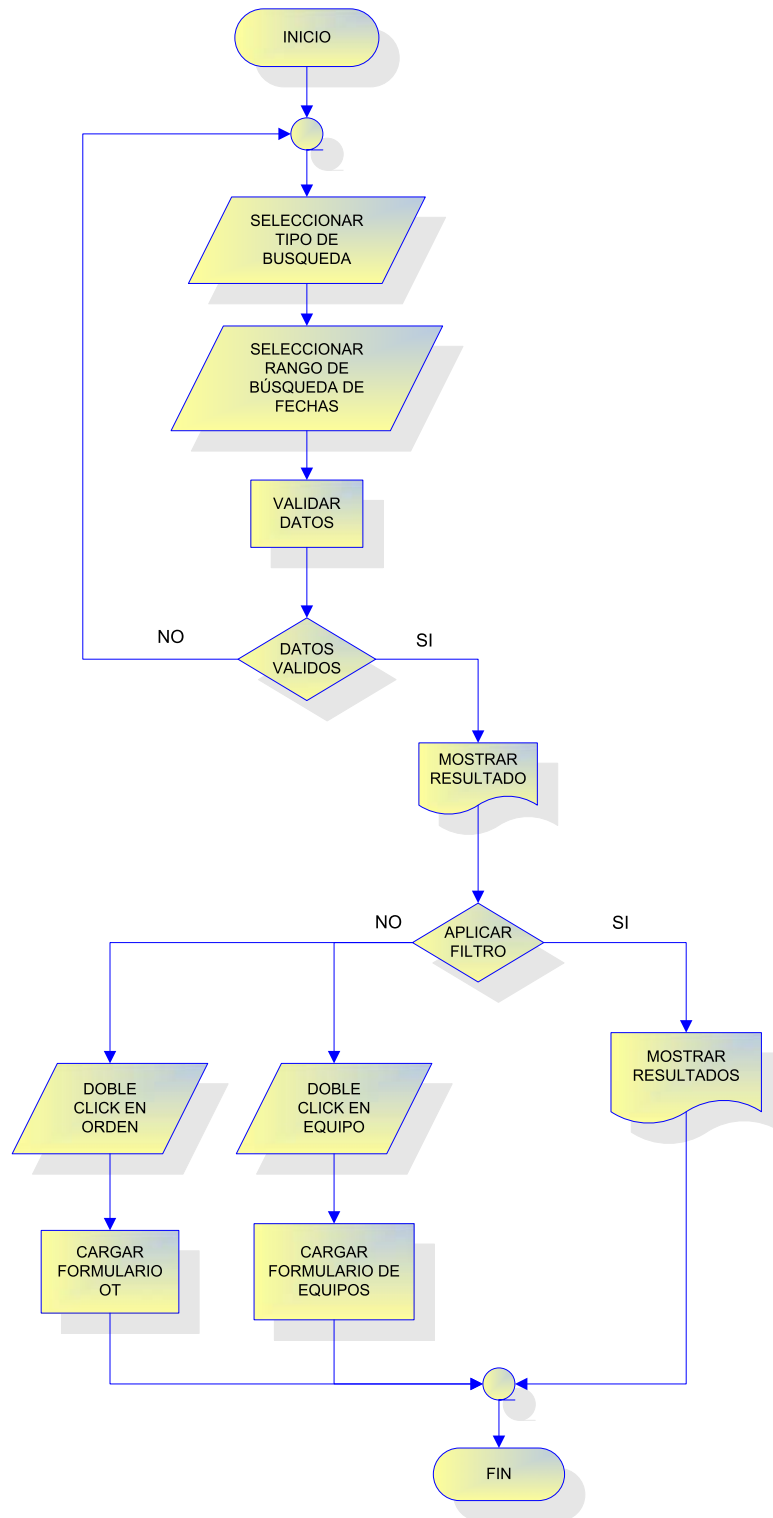
Seleccione el Rango: Opciones: Prioridad:

Orden	Estado	Tipo Mant.	MAQUINA	Zona	Responsable	Fecha Inicio	Hora Inicio	Fecha Fin	Hora Fin	Critico	Impreso	Fecha Imp
61	Cerrada	Trimestral	BOCT-A1	Bosconia	Jose Arias Caballero	15/01/2006	05:00:00 a.m.	15/02/2006	05:00:00 a.m.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
78	En Ejecucion	Correctivo	FLDF-X3	Morrnico	Margarita Botello Garavito	01/02/2006	11:00:00 a.m.	02/02/2006	12:00:00 p.m.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
53	Cerrada	Semestral	FLDF-X2	Bosconia	Jose Arias Caballero	02/02/2006	10:50:00 a.m.	12/05/2006	05:20:00 a.m.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
81	Cerrada	Trimestral	2	Florida	Jose Arias Caballero	02/02/2006	08:00:00 a.m.	09/02/2006	06:00:00 p.m.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
1	Cancelado	Semestral	BOBM-K3	Morrnico	Carmensa Florez Rodrigue;	03/03/2006	11:00:00 a.m.	04/04/2006	12:00:00 p.m.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
48	Cerrada	Trimestral	BOBM-D3	Bosconia	Jose Arias Caballero	03/03/2006	11:00:00 a.m.	03/03/2006	12:00:00 p.m.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
79	En Ejecucion	Sol. Servicio	FDCLJ3	Morrnico	Jose Arias Caballero	03/03/2006	11:00:00 a.m.	05/03/2006	12:00:00 p.m.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
20060086	Cerrada	Semestral	BOCT-A1	Florida	Jose Arias Caballero	03/03/2006	08:00:00 a.m.	10/03/2006	06:00:00 p.m.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
20060100	Cerrada	Trimestral	FLCL-E1	Bosconia	Margarita Botello Garavito	01/04/2006	08:00:00 a.m.	08/04/2006	06:00:00 p.m.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
20060089	Cerrada	Sol. Servicio	11	Bosconia	Margarita Botello Garavito	03/04/2006	08:00:00 a.m.	10/04/2006	06:00:00 p.m.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
58	Abierta	Semestral	FDCL-Z1	Bosconia		04/04/2006				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
66	Cerrada	Semestral	BOBM-D2	Morrnico	Margarita Botello Garavito	04/04/2006				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
62	Cerrada	Trimestral	BOCT-A1	Bosconia	Jose Arias Caballero	15/04/2006	08:00:00 a.m.	22/04/2006	06:00:00 p.m.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
20060092	Abierta	Trimestral	BOCL-C10	Florida	Carmensa Florez Rodrigue;	15/04/2006	08:00:00 a.m.	22/04/2006	06:00:00 p.m.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
82	Cerrada	Trimestral	2	Florida	Jose Arias Caballero	02/05/2006	08:00:00 a.m.	09/02/2006	06:00:00 p.m.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Prioridad ALTA: Ordenes de Trabajo Con Fecha Vencida y que no han sido Canceladas o Cerradas
 Prioridad MEDIA: Ordenes de Trabajo Con Fecha Vencida y que estan en Ejecución.
 Prioridad BAJA: Ordenes de Trabajo Programadas para el Siguiente Mes.

Ver Cerrar

Figura 25. Diagrama de flujo formulario alarmas



Entre las figuras 26 a la figura 30 es posible ver en detalle el formulario que se ha venido describiendo, este formulario contiene las generalidades de una orden de trabajo las cuáles son los mantenimientos, secciones, zonas, responsable y los tiempos de parada del equipo con los cuáles es posible calcular los indicadores de gestión.

- ❖ Generalidades. Por medio de esta propiedad el usuario conoce el estado general de una orden trabajo, sección a la que va dirigida la orden, responsable, tiempo estimado, etcétera.

- ❖ Empleados. Por medio de esta propiedad el usuario puede cargar los datos de los que realizaron determinada orden de trabajo, así como el costo de las horas recurso humano para dicha orden de trabajo.

- ❖ Repuestos. En esta propiedad se cargan los insumos y repuestos a determinada orden de trabajo y los costos de cada uno de éstos.

- ❖ Actividades. Por medio de este formulario el usuario cargar las diferentes actividades a una orden de trabajo y especifica el tipo de mantenimiento.

- Formulario solicitudes de servicio. Por medio de éste formulario el usuario puede ver el estado de las solicitudes de servicio así como crearlas y cargarlas para llevar a cabo un mantenimiento. Este formulario se puede apreciar en la figura 32 y su diagrama de flujo en la figura 31.

Figura 26. Diagrama de flujo para formulario Órdenes de Trabajo

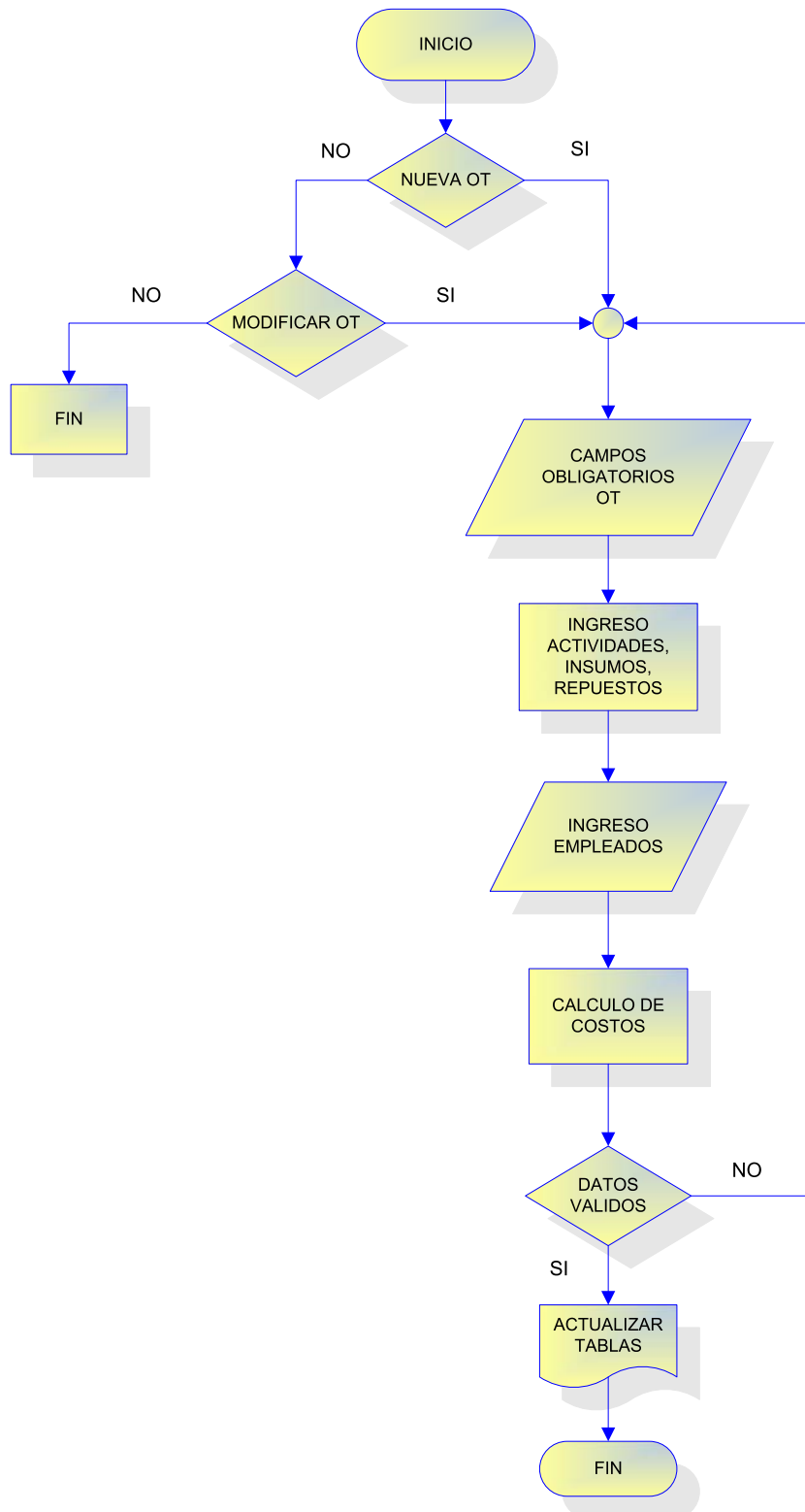


Figura 27. Formulario de órdenes de trabajo, Generalidades

Mantenimiento Ordenes de Trabajo

ORDENES DE TRABAJO ORDEN DE TRABAJO NÚMERO 0000050

SICMA v 1.0

Generalidades | Empleados | Insumos y Repuestos | Costos | Actividades | Observaciones

Tipo Mantenimiento	TRIMESTRAL	
Sección	Coordinación Mantenimiento Electrico	
Zona	Bosconia	
Responsable	Jose Arias Caballero	
Aprobado		
Estado	Cerrada	Fecha Generación 25/07/2006
Equipo	BOBM-D3	BOMBA PRINCIPAL 3


Tiempos de Parada Equipo		
	dd/mm/aaa	Hora
Fecha Inicio	03/09/2006	05:00
Fecha Termino	05/09/2006	05:00

Adicionar Modificar Guardar Buscar Cancelar Solicitudes Cerrar

1/64

Figura 28. Formulario Orden de trabajo, Empleados

Mantenimiento Ordenes de Trabajo

 **ORDENES DE TRABAJO** **ORDEN DE TRABAJO NÚMERO** 0000050

Generalidades Empleados Insumos y Repuestos Costos Actividades Observaciones

Código	Nombre	Total Horas Trab.	Costo
2	Jose Arias Caballero	8	\$ 50.000,00
3	Margarita Botello Garavito	7	\$ 82.250,00
4	CARMENSA FLOREZ RODRIGUEZ	3	\$ 28.125,00

Registro: 1 de 3

COSTO TOTAL EMPLEADOS \$ 160.375,00

Adicionar

Adicionar Modificar Guardar Buscar Cancelar Solicitudes Cerrar

1/64

Figura 29. Formulario Orden de trabajo, Repuestos

Mantenimiento Ordenes de Trabajo

ORDENES DE TRABAJO **ORDEN DE TRABAJO NÚMERO** 0000050

SICMA v 1.0

Generalidades Empleados **Insumos y Repuestos** Costos Actividades Observaciones

REPUESTOS UTILIZADOS							
Codigo	Especificación	Referencia	Cantidad	Unidad	Costo	Total	
▶ REPBO297	Anillo acanalado repuesto de Valvula embc		9	UND	\$ 78.888,00	\$ 709.992,00	
REPBO481	Impulsor de 6 alabes; Diam ext 6"; Espes		7	UND	\$ 45.888,00	\$ 321.216,00	
REPBO538	Piñon Z 34; Dext 150mm; Grosor 13mm.	3A-34-14	6	UND	\$ 45.896,00	\$ 275.376,00	
REPBO600	Piñon de cadena	P 314 N° 19	3	UND	\$ 12.255,00	\$ 36.765,00	

Registro: 1 de 4

COSTO TOTAL DE INSUMOS Y REPUESTOS \$ 1.343.349,00

Adicionar Modificar Guardar Buscar Cancelar Solicitudes Cerrar

1/64

Figura 30. Formulario orden de trabajo, Actividades

Mantenimiento Ordenes de Trabajo

 **ORDENES DE TRABAJO** ORDEN DE TRABAJO NÚMERO 0000050

SICMA V 1.0

Generalidades Empleados Insumos y Repuestos Costos **Actividades** Observaciones

Critico **Descripcion Critico**

CLASE DE MANTENIMIENTO

Mantenimiento Preventivo Programado

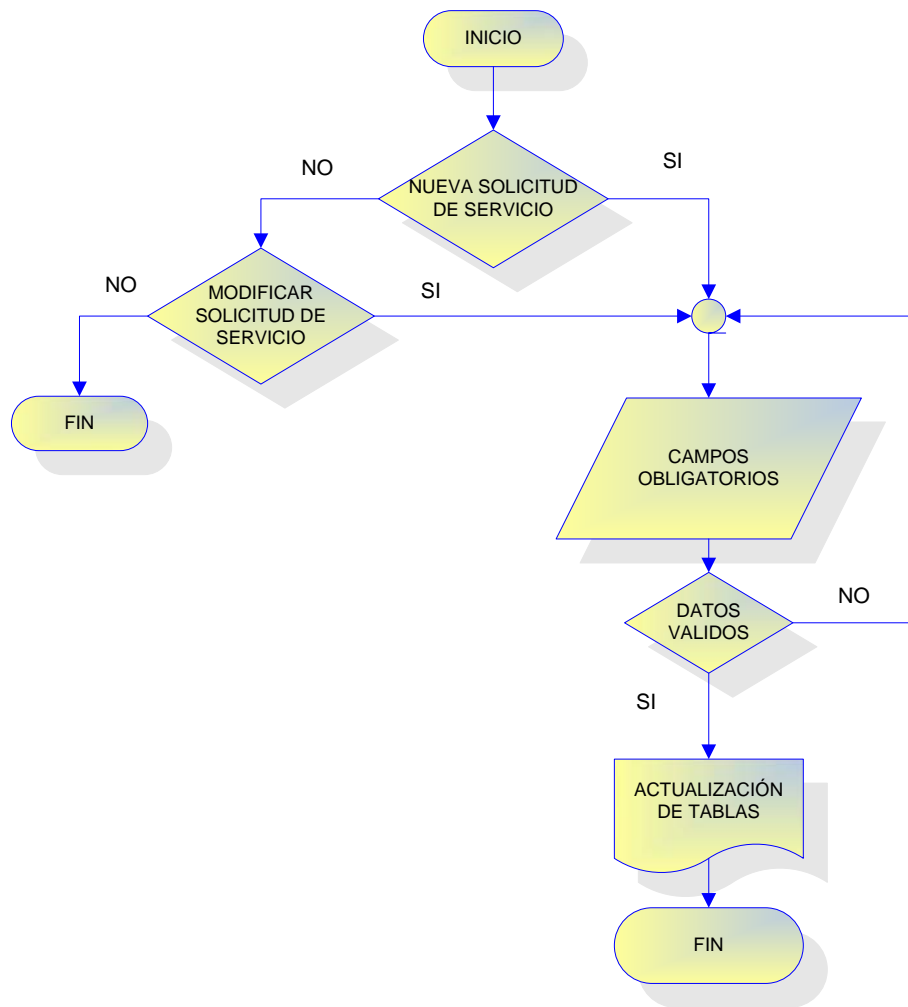
Otra

ACTIVIDADES

Código	Descripción
▶ 121	Ajustar o cambiar elementos de sujeccion del reductor.
125	Verificar operación normal de valvulas.
129	Revisar presiones de agua y de vacio, sistema de tuberias.
150	Ajustar tornillos del acople y observar cabecera y velocidad del giro del eje conjunto agitador.

Registro: de 4

Figura 31. Flujo de información formulario solicitud de servicios



➤ Tipos de Mantenimiento. Del sistema de información manual se establecieron 6 tipos de mantenimientos los cuáles son, mantenimiento trimestral, el cual es un mantenimiento de inspección y ajuste; mantenimiento semestral, el cual es un mantenimiento de inspección, lubricación y ajuste; y mantenimientos anuales, los cuáles son mantenimientos de desarme, inspección, reparación, arme y lubricación de equipos. Los mantenimientos mencionados anteriormente conforman el grupo de mantenimientos preventivos programados. Aparte de los mencionados anteriormente están los mantenimientos no programados los cuáles pueden ser preventivos no

programados, correctivos, predictivos, proactivos y los provenientes de las solicitudes de servicio. En la figura 33 se puede observar el formulario que muestra el listado de estos mantenimientos.

Figura 32. Formulario solicitud de servicio

SOLICITUD DE SERVICIO - SICMA	
SOLICITUD DE SERVICIO	
Solicitud No.	0000001
Fecha Solicitud	01/01/2006
Hora Solicitud	11:00
Fecha Requerida	08/01/2006
Hora Requerida	11:00
Solicitante	0008
Sección	S1
Zona	BO
Maquina	BOCL-S'1
Prioridad	ALTA
Tipo Daño	PARCIAL
OBSERVACION	
ESTADO DESEADO	
MODIFICACIONES	
Adicionar Modificar Guardar Cancelar Buscar Cerrar 1/1	

4.6.2 Módulo de insumos y repuestos. Por medio de este modulo un programador de mantenimiento tendrá las posibilidad de tener un control de sus existencias, movimientos de entradas y salidas de insumos y repuestos, ajuste de inventarios, ficha técnica de repuestos, entre otros. En general este modulo administra lo concerniente a los materiales que son necesarios para llevar a cabo un mantenimiento mecánico en una planta de tratamiento. En la figura 34 se observan los distintos componentes del módulo repuestos.

Figura 33. Listado de Mantenimientos

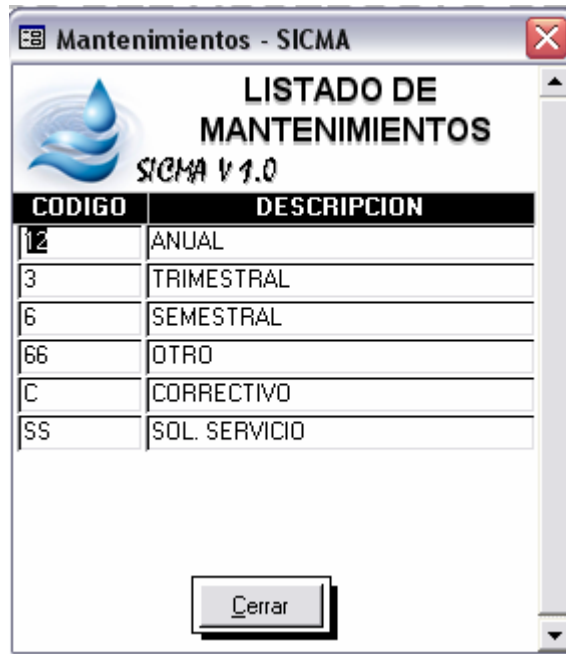
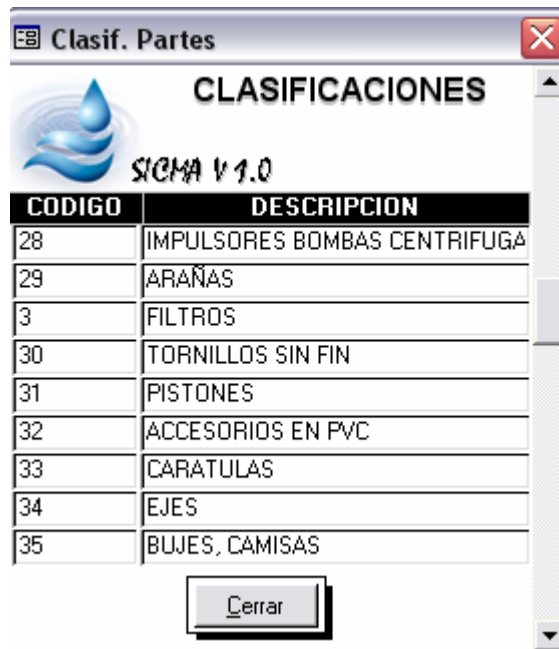


Figura 34. Módulo repuestos e insumos y sus componentes



➤ Clasificación de partes. En este formulario el programador de mantenimiento establece ciertos grupos los cuáles hacen más fáciles la búsqueda de un repuesto, esto con el fin de de mantener más organizado el sistema de información y hacer más funcional el sistema de información. Por ejemplo un impulsor $\frac{3}{4}$ de una bomba centrífuga pertenece dentro del grupo Impulsores. Ver figura 35.

Figura 35. Formulario clasificaciones de los repuestos



CODIGO	DESCRIPCION
28	IMPULSORES BOMBAS CENTRIFUGA
29	ARAÑAS
3	FILTROS
30	TORNILLOS SIN FIN
31	PISTONES
32	ACCESORIOS EN PVC
33	CARATULAS
34	EJES
35	BUJES, CAMISAS

Aquí el usuario puede observar que grupos hay para cargar determinado repuesto a cualquiera de éstos grupo.

➤ Kardex de repuestos. Por medio de este formulario el usuario puede saber los movimientos de los repuestos juntos con las órdenes de trabajo en las que éstos fueron gastados, y saber la cantidad real existente en cada zona o planta de tratamiento del acueducto metropolitano de Bucaramanga. La Persona encargada de administrar el software puede hacer consulta de movimientos de materiales conociendo el código de materiales, estableciendo un intervalo entre fechas, o sencillamente conociendo la zona. En la figura 37 se puede observar el formulario para kardex de repuestos y en la figura 38 el respectivo diagrama de flujo.

➤ Entrada de repuestos. Cada vez que haya entrada de materiales a las bodegas de las zonas, el usuario deberá registrar en el sistema de información la entrada de dichos materiales, para poder conocer sus

movimientos en el transcurso del tiempo. En la figura 36 y en la figura 39 se pueden observar el formulario de insumos y repuestos y su respectivo diagrama de flujo.

Figura 36. Formulario entrada de repuestos

CODIGO	DESCRIPCION	EXISTENCIAS	CANTIDAD	UND
REPBO132	Rodamiento de bola	50	50	
REPBO11	Retenedor (OIL SEALS)	50	0	
REPBO106	Rodamiento de bola	50	0	

Por medio del formulario entrada de repuestos el programador registra entrada de materiales y se los carga a una zona. Una vez ingresada la cantidad de materiales al sistema, el software se encarga de administrarlos.

Figura 37. Formulario kardex de repuestos

Kardex de Repuestos - SICMA

KARDEX DE REPUESTOS

SICMA V 1.0

Codigo Repuesto
Zona

Nombre Repuesto
Fecha -

No. DOC	TIPO	COD REPUESTO	DESCRIPCION	REFERENCIA	ZONA	CANT ANT	CANT ACT	CANT E	CANT S	FECHA
0000026	2	REPBO101	Rodamiento de bola	6303.zzr	Flora			4	0	27-Jul-06
0000026	2	REPBO14	Retenedor (OIL SEALS)	11004	Flora			5	0	27-Jul-06
0000026	2	REPBO174	Válvula reductora de presión de cloro	50-165a	Flora			6	0	27-Jul-06
0000026	2	REPBO186	Grasa Cada unidad 18 kilos	10-a-0	Flora			9	0	27-Jul-06
0000040	1	REPBO238	Embolo repuesto de Valvula cheque grande		Morrorico			0	2	27-Jul-06
0000040	1	REPBO105	Rodamiento de bola	6203.2z	Morrorico			0	25	27-Jul-06
0000040	1	REPBO277	Valvula reguladora de caud. repuesto de Valvula de c		Morrorico			0	5	27-Jul-06
0000040	1	REPBO244	Pasador roscado repuesto de Valvula cheque grande		Morrorico			0	30	27-Jul-06
0000027	2	1	Parte nueva	Asdfadf-65	Flora	50	65	15	0	28-Jul-06
0000029	2	3	Otra Nueva Parte		Bosconia	50	56	6	0	28-Jul-06
0000041	1	6	Parte no 6	A27	Morrorico	10	5	0	5	28-Jul-06
0000041	1	REPBO102	Rodamiento de bola	6202.c3	Morrorico	100	91	0	9	28-Jul-06
0000041	1	REPBO239	Caperuza repuesto de Valvula cheque grande		Morrorico	100	86	0	14	28-Jul-06
0000043	1	REPBO206	Guía de vástago para cilindros neumáticos o compuerl		Morrorico	200	186	0	14	31-Jul-06
20060092	1	REPBO232	Gorrón cojinete repuesto de Valvula de bola Erhard		Florida	0	0	0	45	31-Jul-06
20060092	1	REPBO232	Gorrón cojinete repuesto de Valvula de bola Erhard		Florida	0	0	0	45	31-Jul-06
20060092	1	REPBO232	Gorrón cojinete repuesto de Valvula de bola Erhard		Florida	0	0	0	45	31-Jul-06
20060092	1	REPBO232	Gorrón cojinete repuesto de Valvula de bola Erhard		Florida	0	0	0	45	31-Jul-06
20060092	1	REPBO232	Gorrón cojinete repuesto de Valvula de bola Erhard		Florida	0	0	0	45	31-Jul-06
0000048	1	15	Nueva Parte		Bosconia	200	199	0	1	04-Ago-06
0000050	1	REPBO481	Impulsor de 6 alabes; Diam ext 6"; Espesor 3/4"; tip		Bosconia	200	193	0	7	04-Ago-06
0000050	1	REPBO297	Anillo acanalado repuesto de Valvula embolo pequeñe		Bosconia	200	191	0	9	04-Ago-06
0000050	1	REPBO538	Piñon Z 34; Dext 150mm; Grosor 13mm.	3a-34-14	Bosconia	200	194	0	6	04-Ago-06
0000050	1	REPBO600	Piñon de cadena	P 314 N° 19	Bosconia	200	197	0	3	04-Ago-06
0000061	1	REPBO234	Anillo de junta redondo repuesto de Valvula cheque g		Bosconia	200	193	0	7	04-Ago-06
0000061	1	REPBO362	Collar del tope de retención repuesto de Bomba Sulze		Bosconia	200	192	0	8	04-Ago-06
0000061	1	REPBO303	Cordón redondo repuesto de Valvula mariposa Erharc		Bosconia	200	191	0	9	04-Ago-06

TIPOS DE MOVIMIENTOS:
 1 - Entradas de Existencias
 2 - Salida de Existencias
 3 - Ajustes de Inventarios

Odenes de Trabajo
 Entrada de Repuestos
 Ajustes de Inventario

Consultar

Cerrar

Figura 38. Flujo de información formulario Kardex de repuestos

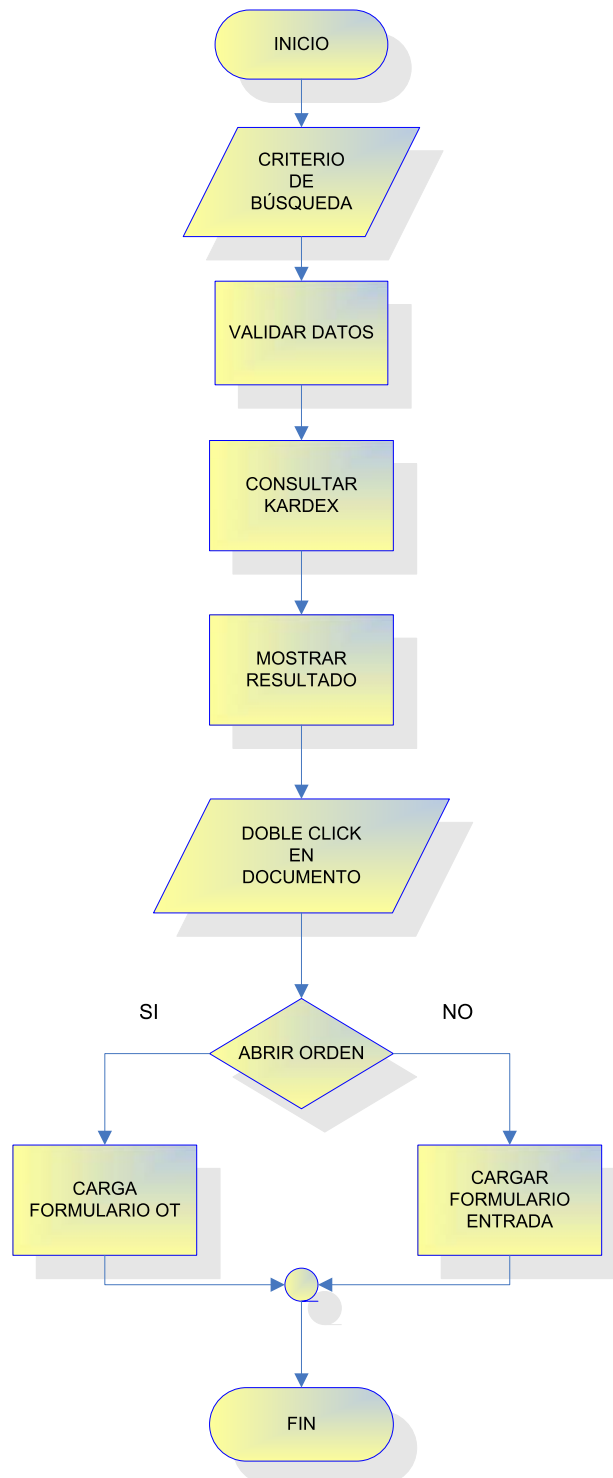
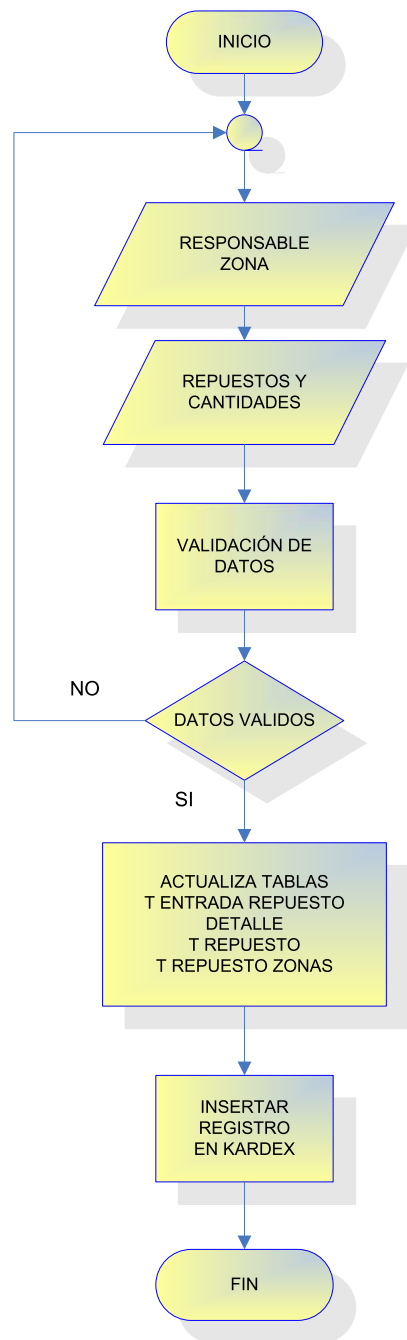


Figura 39. Diagrama de flujo formulario entrada de repuestos



➤ Ajustes de Inventarios. Con este formulario el usuario puede actualizar las existencias de los materiales en las diferentes zonas existentes en el acueducto metropolitano de Bucaramanga, también es posible consultar, adicionar, crear, buscar fichas técnicas de materiales. Este formulario es de gran ayuda para el programador de mantenimiento porque con él se puede conocer el estado de stocks de los diferentes materiales avisando cuando hay máximo o mínimos en la cantidad de materiales, por medio de colores. Ver figura 40 y 41.

Figura 40. Formulario de Ajustes de inventarios

Modificación de Existencias de Partes - SICMA

AJUSTES DE INVENTARIO

SICMA V 1.0

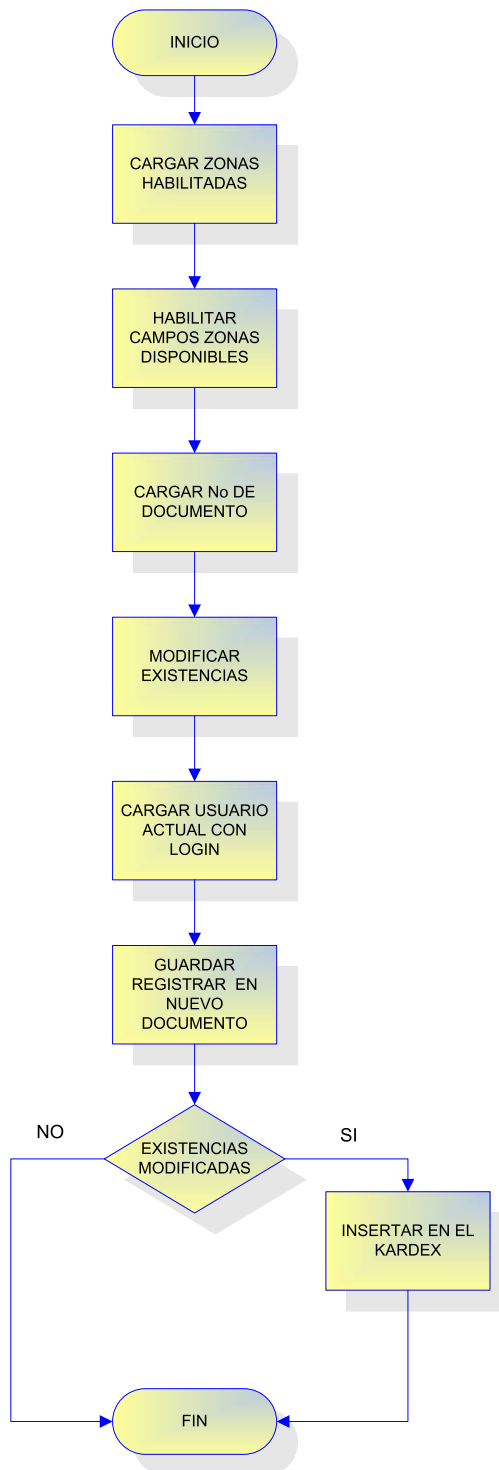
No de Documento: 0

Codigo	Descripcion	Zona1	Zona2	Zona3	Zona4	Zona5	Zona6	TOTAL
▶ Rod 0001	Rodamiento 6302-2Z	20	5	10	0	0	0	35
TOTALES		20	5	10				35

Nuevo Limpiar Buscar Guardar Cerrar

Registro: 1 de 1

Figura 41. Diagrama de flujo formulario Ajustes de Inventarios



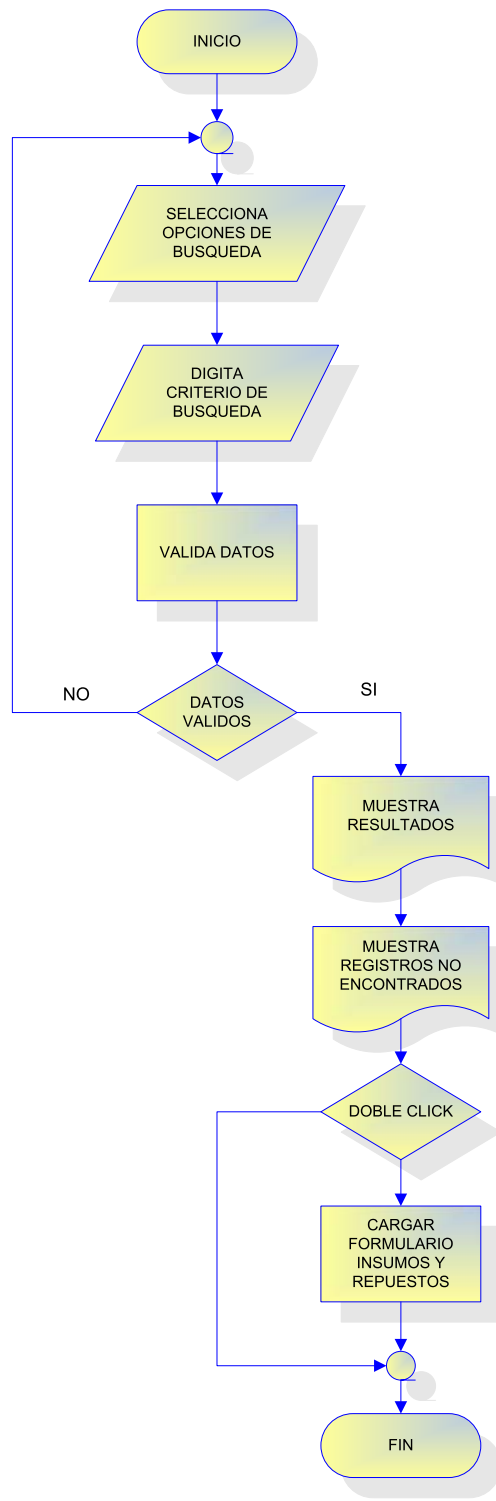
➤ Búsqueda de Insumos y repuestos. En este formulario se conoce todo lo concerniente a insumos y repuestos de una planta de tratamiento. El usuario puede crear, consultar, modificar, hacer búsquedas, así como saber el estado mínimo de los insumos repuestos existentes, para ello el sistema usa colores que identifican éste estado y ayudan a establecer las cantidades máximas y mínimas en una bodega de una planta.

Este formulario administra el estado de las existencias de un insumo o repuesto en una bodega de una planta de tratamiento. Ver figura 42 y figura 43.

Figura 42. Formulario búsqueda de insumos y repuestos

CODIGO	ESPECIFICACION	CLASIFICACION	REFERENCIA	MARCA	ORIGEN	UNIDADES
REPBO1	Retenedor (OIL SEALS)	Clasificacion 58	46348	VDC	NACIONAL	2
REPBO10	Retenedor (OIL SEALS)	Clasificacion 58	8468	DBH	NACIONAL	200
REPBO100	Rodamiento de bola	RODAMIENTOS	22211E1	FAG	NACIONAL	200
REPBO101	Rodamiento de bola	RODAMIENTOS	6303.ZZR	FAG	NACIONAL	204
REPBO102	Rodamiento de bola	RODAMIENTOS	6202.C3	FAG	NACIONAL	3
REPBO103	Rodamiento de bola	RODAMIENTOS	6302	FAG	NACIONAL	200
REPBO104	Rodamiento de bola	RODAMIENTOS	7204B.TUBP	FAG	NACIONAL	200
REPBO105	Rodamiento de bola	RODAMIENTOS	6203.ZZ	FAG	NACIONAL	6
REPBO106	Rodamiento de bola	RODAMIENTOS	6302.C3	FAG	NACIONAL	200
REPBO107	Rodamiento de bola	RODAMIENTOS	6204.2RSR.C3.J22.C	FAG	NACIONAL	200
REPBO108	Rodamiento de bola	RODAMIENTOS	7204B	NTN	NACIONAL	200
REPBO109	Rodamiento de bola	RODAMIENTOS	62062Z	ROLWAY	NACIONAL	167
REPBO11	Retenedor (OIL SEALS)	Clasificacion 58	9369	DBH	NACIONAL	200
REPBO110	Rodamiento de bola	RODAMIENTOS	6204.ZZ/QE6	SKF	NACIONAL	3
REPBO111	Rodamiento de bola	RODAMIENTOS	6206.ZZR	FAG	NACIONAL	200
REPBO112	Rodamiento de bola	RODAMIENTOS	6208.ZZR	FAG	NACIONAL	200

Figura 43. Diagrama de flujo formulario búsqueda de insumos y repuestos



4.6.3 Módulo empresa. En SICMA se destaca la información de la administración de la empresa en el módulo empresa permitiendo a los usuarios tener acceso a los datos de la configuración de la empresa, sus secciones (en mantenimiento), las zonas en dónde interviene cada sección así como también información general de los empleados o contratistas, proveedores, equipos que maneja cada sección e información sobre los usuarios de SICMA. Los componentes del módulo empresa se muestran en la figura 44.

Figura 44. Módulo empresa y sus componentes

MODULOS	DESCRIPCION
Mantenimiento	Configuración de la empresa
Repuestos e Insumos	Secciones
Empresa	Zonas
Indicadores y Consultas	Equipos
	Empleados
	Proveedores
	Usuarios

➤ Configuración de la empresa. En la parte correspondiente a la configuración de la empresa se encuentra la información relacionada con la información general de la empresa tal como el nombre, la sigla, el NIT, el representante legal (para este caso el Gerente General del amb S.A. E.S.P.), la dirección de la sede administrativa, la página Web donde se puede encontrar la mayoría de la información relacionada con la empresa, el teléfono PBX o conmutador y la ciudad donde se encuentra ubicada la empresa. Sirve como visor no tiene relación con otros formularios. El formulario donde se muestran los datos de la empresa se encuentra en la figura 45.

Figura 45. Formulario datos de la empresa

The screenshot shows a web application window titled "Datos Generales de la Empresa - SICMA". The header features the logo of "ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA S.A E.S.P" and "amb". The main heading is "DATOS DE LA EMPRESA". Below this is a form with the following fields:

NOMBRE:	ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA	
SIGLA:	AMB S.A. E.S.P	NIT: 890,200,162-2
REPRESENTANTE LEGAL:	Mauricio Mejia Abello	
DIRECCIÓN:	Parque del Agua Dg 32 30ª- 51	
PAGINA WEB:	www.acueductodebucaramanga.com	
TELEFONO:	6320220	CIUDAD: Bucaramanga

At the bottom of the form are three buttons: "Modificar", "Guardar", and "Cerrar".

➤ Secciones. En secciones se pueden ver las distintas secciones en las que puede ser utilizado el software SICMA es decir las secciones que tienen que ver con el mantenimiento de maquinaria y equipos. Estas secciones son la Coordinación de Mantenimiento Mecánico, la Coordinación de Mantenimiento Eléctrico y servicios generales. Ver figura 46.

La Coordinación de Mantenimiento Mecánico tiene bajo su responsabilidad toda la maquinaria y equipos de las Plantas de Tratamiento, exceptuando el sistema eléctrico y automotores, es su trabajo garantizar la disponibilidad de todos los equipos para llevar a cabo una producción eficiente y en el tiempo programado; además de estos equipos, la Coordinación de Mantenimiento Mecánico también está encargada de la revisión y reparación de los tanques, bombes y válvulas reguladoras de presión distribuidas en el área metropolitana de Bucaramanga.

La Coordinación de Mantenimiento Eléctrico es la encargada del buen funcionamiento de los equipos del sistema eléctrico y además del Sistema de Monitoreo SCADA, con el fin de garantizar una continua disponibilidad de energía eléctrica y el buen funcionamiento de éstos dentro de las diferentes Plantas de Tratamiento.

La sección de servicios generales se encarga del buen funcionamiento de automotores y en los edificios del área administrativa del buen funcionamiento del sistema de aire acondicionado eso en lo que respecta al área del mantenimiento de maquinaria y equipos.

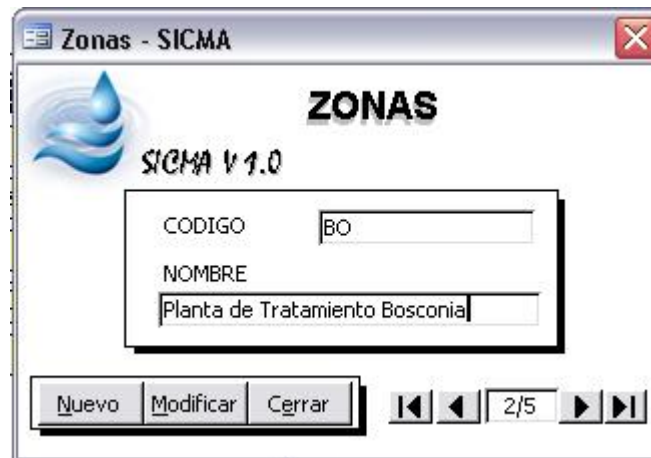
Figura 46. Formulario secciones



➤ Zonas. Las zonas son aquellas en las que se encuentran ubicadas la maquinaria y equipos a los que se les hace mantenimiento, por decir algo Coordinación de Mantenimiento Mecánico hace mantenimiento a la maquinaria y equipos que se encuentran ubicados en las plantas de tratamiento, entonces las zonas de la sección de Coordinación Mantenimiento Mecánico son la Planta de Tratamiento Bosconia, la Planta de

Tratamiento Floridablanca, la Planta de Tratamiento La Flora entre otras zonas. Ver figura 47.

Figura 47. Formulario zonas



The image shows a screenshot of a software window titled "Zonas - SICMA". The window contains a logo of a water drop and the text "SICMA V 1.0". The main heading is "ZONAS". Below this, there are two input fields: "CODIGO" with the value "BO" and "NOMBRE" with the value "Planta de Tratamiento Bosconia". At the bottom, there are three buttons: "Nuevo", "Modificar", and "Cerrar". To the right of these buttons are navigation icons and a page indicator "2/5".

➤ Equipos. Para el sistema la propiedad equipos representa la información que identifica los equipos, técnica y operacionalmente (en el área de mantenimiento y en el de su función).

En este formulario se encuentra un encabezado que contiene los datos de la ficha de registro del equipo como son código del equipo, estado, nombre del equipo o descripción, la zona y ubicación dentro de la zona, usuario, subgrupo, proveedor, fabricante, marca, tipo, fecha de ingreso y valor de compra. Además un espacio de la foto la cual también se puede ver ampliada.

Bajo el anterior encabezado se encuentran la información acerca de los aspectos técnicos de la máquina contenido dentro de la pestaña elementos asociados y partes. Se puede ver la información acerca de la historia del mantenimiento del equipo en la pestaña hoja de vida y los enlaces a documentos de interés tales como planos, manuales, etcétera en la pestaña anexos. Ver figura 48.

Figura 48. Formulario registro de equipos

REGISTRO DE EQUIPOS

SICMA v 1.0

CODIGO: BOCL-21 **DESCRIPCION:** COMPRESOR L

Estado: Activo

ZONA: Planta Boscoria **PROVEEDOR:** EL AGRARIO NUEVO LTDA.

UBICACION: Clarificacion **FABRICANTE:** WESTINGHOUSE

USUARIO: Freddy Ernesto Archia Nardes **MARCA:** INGERSOLL

SUB GRUPO: Compresores de piston **TIPO:** 1175 **SERIAL:** 80T 512078

FECHA INGRESO: **VLR COMPRA:** **FACTURA:**

Elementos Partes Hoja de Vida Anexos

CODIGO	DESCRIPCION	CARACTERISTICAS
65	Motor electrico	Siemens ,model SCDP ,atvxl 8006 ,Eabto del motor 5608640668X ,Drive or lower Bf
66	Tanque	The Buckeye boiler company ,NAT'L BOND ,No 375179 ,Heads 168 ,Aceite Shell
*		

Registrar: 1 de 2

Actualizar Modificar Guardar Cancelar Buscar Reportes Cerrar

➤ Empleados. Sobre esta propiedad se puede manejar información general acerca de los empleados o contratistas que intervengan en el mantenimiento de los equipos a cargo de la sección. Estos datos corresponden al código del empleado/contratista dentro del sistema, documento de identidad (generalmente cédula de ciudadanía), nombre y apellidos, dirección y teléfono del domicilio, teléfono celular, sección y sueldo. Ver figuras 49 y 50.

Figura 49. Formulario registro de empleados

REGISTRO DE EMPLEADOS	
CODIGO:	0005
DOCUMENTO:	91264007
NOMBRE	FREDDY ERNESTO
PRIMER APELLIDO:	ARCHILA
SEGUNDO APELLIDO:	NARDEZ
DIRECCION:	Calle 44B 14AN-19
TELEFONO:	6339262
TELEFONO CELULAR:	3187799208
SECCION	Coordinacion Mantenimiento Mecánico
SUELDO:	\$ 1.307.400,00

FOTO

Cambiar Ampliar!

TIPO TRABAJADOR

EMPLEADO

PERFIL

OPERADOR

Añadir Modificar Guardar Cancelar Buscar Cerrar 1/1

➤ Proveedores. Aquí el usuario tiene la opción de visualizar los datos de los proveedores de los equipos, insumos y repuestos de la sección correspondiente. Los datos que componen el formulario para registro de proveedores son código, NIT, nombre del proveedor, dirección, teléfono, nombre del representante legal, pagina Web y correo electrónico o E-mail. Ver figuras 51 y 52.

Figura 49. Formulario registro de empleados

REGISTRO DE EMPLEADOS	
CODIGO:	0005
DOCUMENTO:	91264007
NOMBRE	FREDDY ERNESTO
PRIMER APELLIDO:	ARCHILA
SEGUNDO APELLIDO:	NARDEZ
DIRECCION:	Calle 44B 14AN-19
TELEFONO:	6339262
TELEFONO CELULAR:	3187799208
SECCION	Coordinacion Mantenimiento Mecánico
SUELDO:	\$ 1.307.400,00

FOTO

Cambiar Ampliar!

TIPO TRABAJADOR

EMPLEADO

PERFIL

OPERADOR

Añadir Modificar Guardar Cancelar Buscar Cerrar 1/1

➤ Proveedores. Aquí el usuario tiene la opción de visualizar los datos de los proveedores de los equipos, insumos y repuestos de la sección correspondiente. Los datos que componen el formulario para registro de proveedores son código, NIT, nombre del proveedor, dirección, teléfono, nombre del representante legal, pagina Web y correo electrónico o E-mail. Ver figuras 51 y 52.

Figura 50. Diagrama de flujo para el formulario empleados

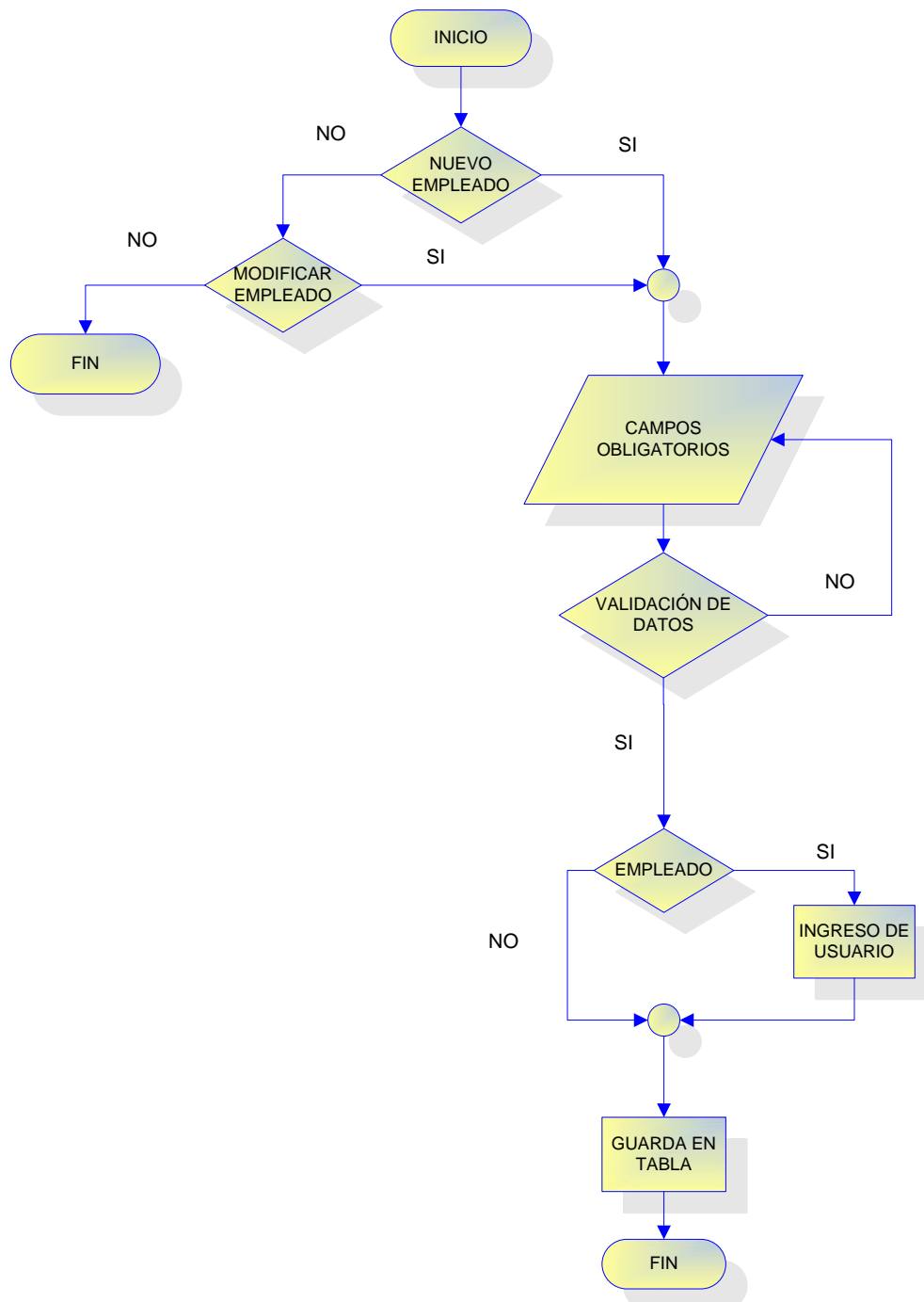


Figura 51. Flujo de información formulario proveedores

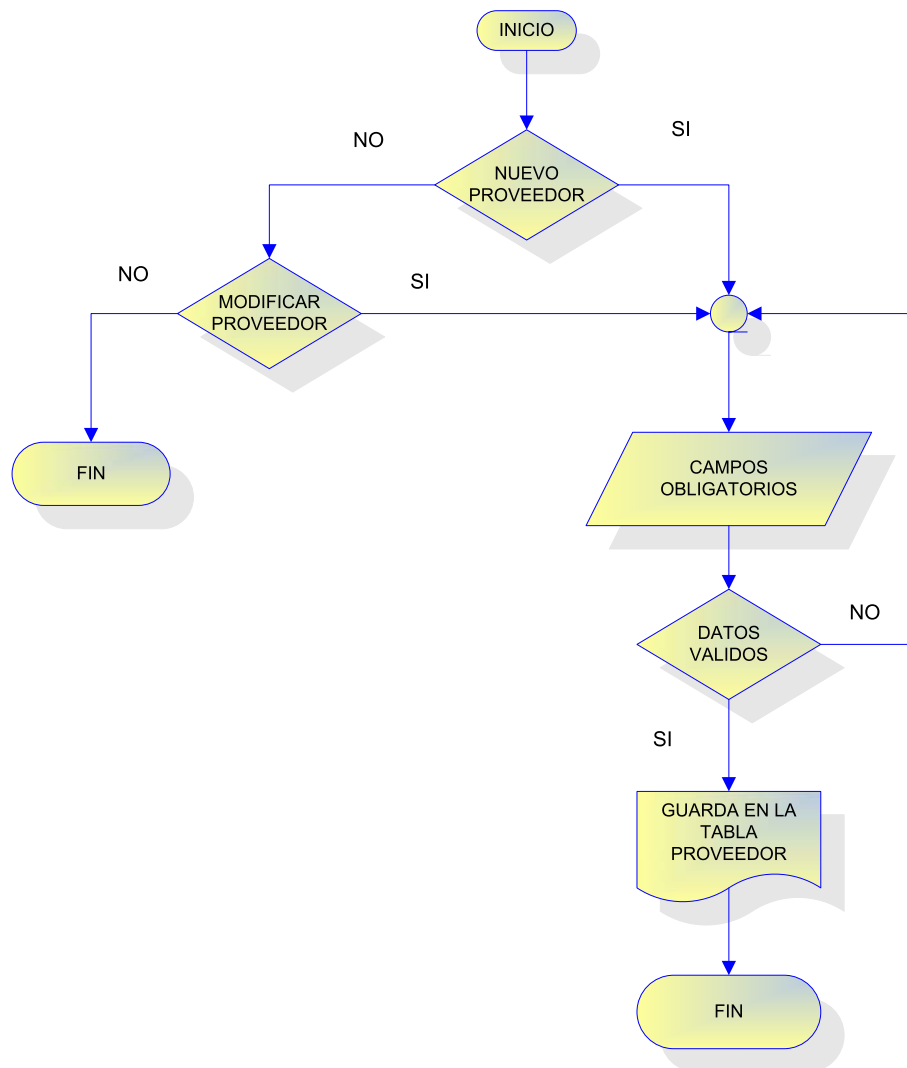


Figura 52. Formulario registro de proveedores

CODIGO	P16
NIT	890.200.162-2
NOMBRE PROVEEDOR	METALEX
DIRECCION	Calle 17 no 12-08 barrio gaitan
TELEFONO	(7) 6715021 6711342 fax: 6711495
NOMBRE REPRESENTANTE	Victor Rodriguez
PAGINA_WEB	www.metalex.com.co
E-MAIL	gerencia@metalex.com.co

➤ Usuario. En esta propiedad se pueden manejar la información correspondiente a los usuarios del sistema. Está compuesta por dos pestañas una para información correspondiente al manejo de las claves de los usuarios, otra para asignar los distintos permisos es decir donde se puede asignar que información pueden ver o manejar los diferentes usuarios. Ver figuras 54 y 57.

❖ Casos de uso. Un caso de uso es una secuencia de transacciones que son desarrolladas por un sistema en respuesta a un evento que inicia un actor sobre el propio sistema. Los diagramas de casos de uso sirven para especificar la funcionalidad y el comportamiento de un sistema mediante su interacción con los usuarios y/o otros sistemas. O lo que es igual , un diagrama que muestra la relación entre los actores y los casos de uso en un sistema. Una relación es una conexión entre los elementos del modelo, por ejemplo la relación y la generalización son relaciones. Los diagramas de casos de uso se utilizan para ilustrar los requerimientos del sistema al

mostrar como reacciona una respuesta a eventos que se producen en el mismo. En este tipo de diagrama intervienen algunos conceptos nuevos: un actor es una entidad externa al sistema que se modela y que puede interactuar con él; un ejemplo de actor podría ser un usuario o cualquier otro sistema.

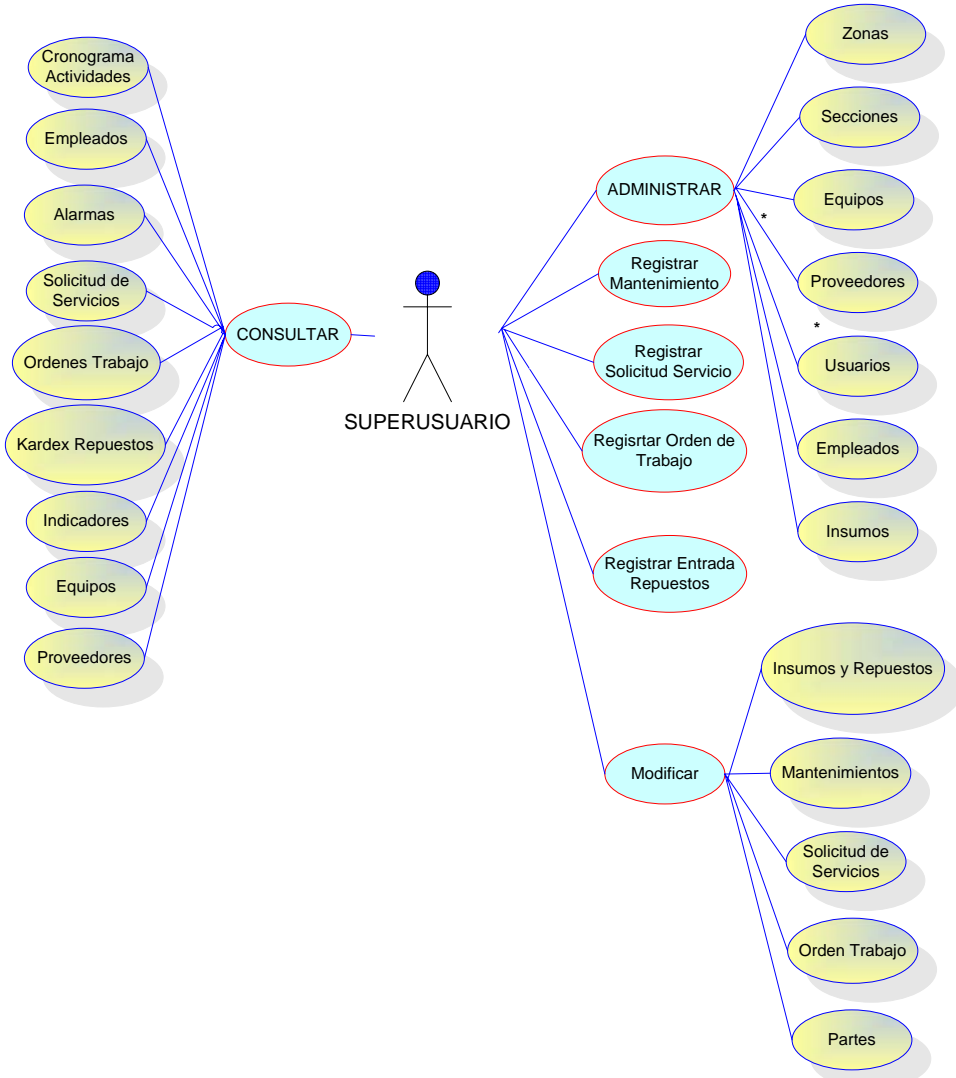
Los casos de usos existentes en SICMA están basados en como puedan manejar el software los usuarios.

En primer lugar el súper-usuario podrá realizar cualquier tipo de procedimiento que este programado en el Software, además de poseer la propiedad de autorizar el uso a cualquier tipo de usuario del software. Ver figura 53.

En segundo lugar el administrador, para este tipo de usuario estarán disponibles todas las ventanas de SICMA, es decir él podrá consultar, adicionar o imprimir cualquier tipo de información contenida en el sistema; además podrá ejecutar todos los procedimientos de los submenús contenidos en el menú planeación y programación, es decir las labores propias del mantenimiento que se pueden programar y planear desde SICMA podrán ser realizadas por él. Ver figura 55.

Y en tercer lugar existe el usuario operario este tipo de usuario estará autorizado para que dentro de las ventanas de consulta, pueda observar cualquier información allí contenida e imprimirla. Estarán restringidas para él algunas ventanas del menú planeación y programación pudiendo observarlas sin realizar ningún tipo de procedimiento. Ver figura 56.

Figura 53. Diagrama de caso de uso para nivel SUPERUSUARIO



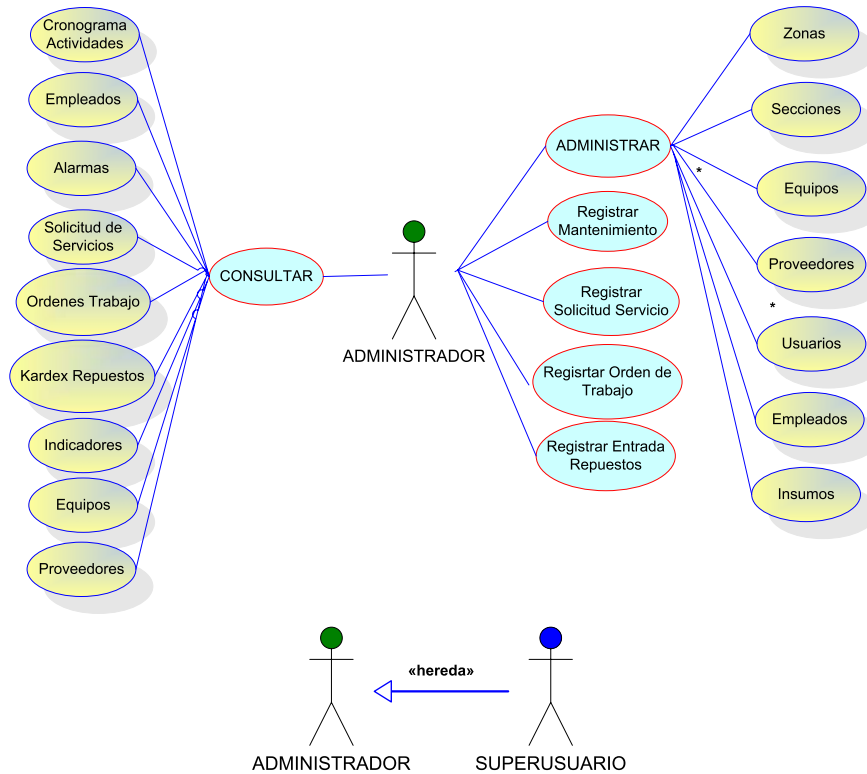
4.6.4 Indicadores y consultas. Por medio de este modulo el usuario tiene acceso a conocer la gestión del mantenimiento mecánico del acueducto metropolitano de Bucaramanga ya que éste modulo calcula los indicadores de gestión, reportes de costos de mano de obra, reportes de costos de repuestos, consultas entre otros los cuáles serán descritos más adelante, y servirán para tomar decisiones, establecer metas de ahorro y volver más eficaz éste departamento dentro de la empresa.

Figura 54. Formulario usuarios



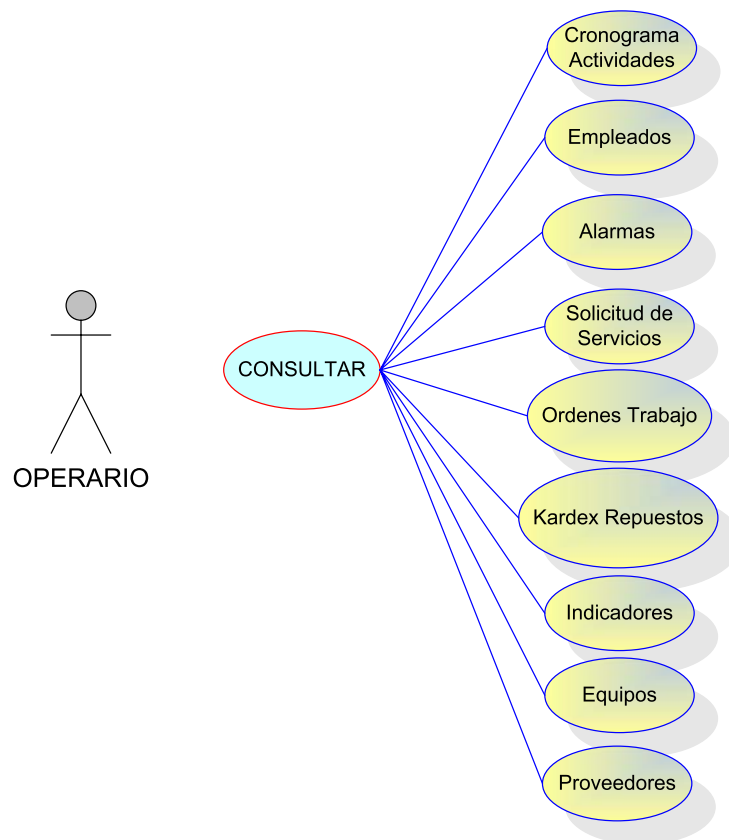
➤ Indicadores. Por medio de éste formulario el usuario conoce los indicadores de gestión de clase mundial confiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad los cuáles pueden ser calculados por equipo, por zona o por secciones. Para ello la persona que administre la aplicación deberá especificar el periodo dentro del cuál se desea que sean calculados dichos indicadores. En la figura 59 se puede observar el módulo indicadores y consultas con sus respectivos componentes.

Figura 55 Diagrama de caso de uso para nivel ADMINISTRADOR



El reporte indicadores muestra a través de cálculos estadísticos la eficiencia lograda por los equipos en el proceso de producción; los indicadores más adecuados que se escogieron para ser incluidos en este análisis se presentan en la tabla 6. Para el cálculo es necesario alimentar los datos en el formulario de registro de tiempos mostrado anteriormente cuando se cierran las ordenes de trabajo (Ver Figura 20), posteriormente a través del formulario Indicadores de Gestión, ver Figuras 52 a 54, es posible seleccionar de cual sección de la empresa (relacionada con el mantenimiento), zona o equipos se quiere conocer los indicadores y el periodo de tiempo para el cual se desea calcular. Adicionalmente es posible obtener los reportes gráficos con figuras circulares con efecto en 3 dimensiones. Ver tabla 8.

Figura 56. Diagrama de caso de uso para nivel OPERARIO



Cabe resaltar que también existen otros indicadores llamados capacidad y efectividad. La ecuación de efectividad es una figura meritoria útil para encontrar cual componente(s) influye(n) negativamente en la medición de desempeño. En muchas plantas con procesos continuos la confiabilidad de un componente es el más grande atacante para un mejor desempeño. En un lenguaje claro, la ecuación de la eficiencia es el producto de la oportunidad del equipo o sistema de estar disponible para desempeñar su trabajo, si operará por un tiempo dado sin falla, si es reparado sin pérdidas excesivas de tiempo de Mantenimiento y si puede desempeñar su actividad productiva para la cual fue creado, de acuerdo a estándares determinados.

Figura 57. Flujo de información para el formulario usuarios

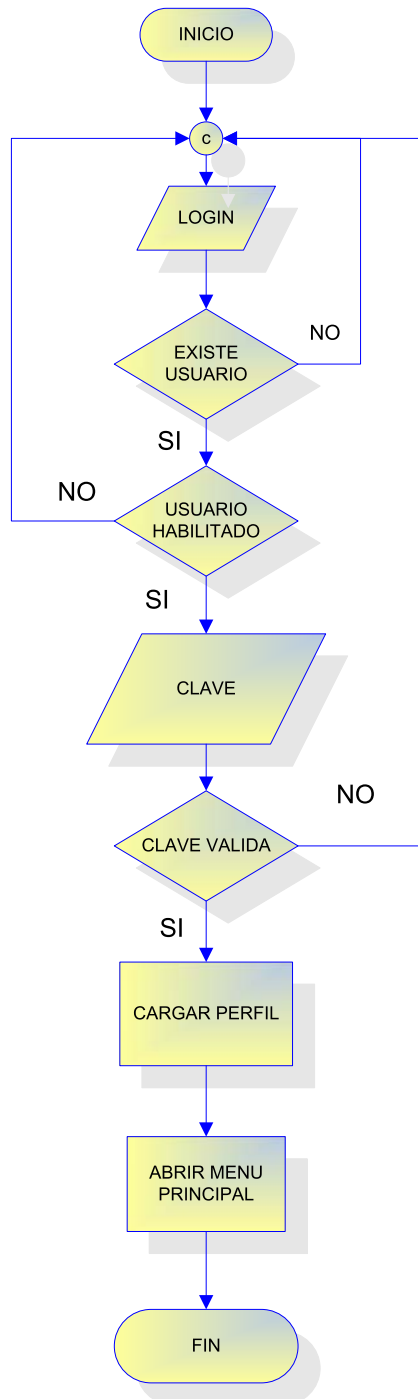


Figura 58. Módulo indicadores y consultas, y sus componentes

MODULOS	DESCRIPCION
Mantenimiento	Indicadores
Repuestos e Insumos	Costos
Empresa	Busqueda de Elementos
Indicadores y Consultas	Busqueda de Empleados
	Busqueda de Equipos
	Busqueda de Ordenes de Trabajo
	Busqueda de Partes
	Busqueda de Proveedores
	Busqueda de Solicitudes de Servicio

La ecuación de eficiencia de Berger ($\text{disponibilidad} * \text{confiabilidad} * \text{mantenibilidad} * \text{capacidad}$) es calificada por algunos como defectuosa porque contiene la disponibilidad y los componentes de la misma disponibilidad (confiabilidad y mantenibilidad). La ecuación de eficiencia de Blanchard ($\text{disponibilidad} * \text{confiabilidad} * \text{desempeño}$) tiene similares defectos. Para que cualquier índice sea exitoso, este debe ser entendible y acreditado por el personal que lo usa. Mucha gente entiende la disponibilidad y puede cuantificarla. Pocos cuantifican la confiabilidad o la mantenibilidad en términos que cualquiera entendería. La ecuación de la eficiencia es simplemente un índice relativo para la medición de *“cómo lo estamos haciendo”*.

Para el personal de Coordinación de Mantenimiento Mecánico del amb S.A. E.S.P. le son útiles por ahora los indicadores de Confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad solamente, conclusión sacada después del diagnóstico hecho a esta sección. Ver gráficas en las figuras 60 a 64.

Tabla 8. Indicadores utilizados para el SICMA

INDICADOR	DEFINICIÓN	FÓRMULA
Disponibilidad	Es una medida de qué tan frecuente el sistema está bien y listo para operar. Esta es frecuentemente expresada como (tiempo en servicio) / (tiempo en servicio + tiempo en parada) con muchas variantes. El tiempo en servicio y el tiempo en parada son dos condiciones dicotómicas es decir son dos únicas condiciones extremas –en servicio o en parada-, sin considerar situaciones intermedias.	$\frac{TBD - TFS - TPP}{TBD - TPP}$
Confiabilidad	Se relaciona con la reducción en la frecuencia de las fallas en un intervalo de tiempo, y es una medida de la probabilidad para una operación libre de fallas, durante un intervalo de tiempo dado; así, es una medida del éxito para una operación libre de fallas. Para SICMA se utiliza la fórmula del MTBF (Mean Time Between Failures o Tiempo Promedio Entre Fallas).	$MTBF = \frac{\sum_1^{NO} TEO}{NO}$
Mantenibilidad	Tiene que ver con la duración de las paradas por Mantenimiento, o en que tanto tiempo se toma en lograr (fácil y rápido) las acciones de mantenimiento, en relación con los datos. Las características de mantenibilidad son usualmente determinadas por el diseño del equipo, el cual determina los procedimientos de Mantenimiento y la duración de los tiempos de reparación. Para SICMA se utiliza el índice clave para la mantenibilidad es frecuentemente el tiempo medio entre reparaciones (MTTR Mean Time To Repair) y es un límite para el tiempo máximo de reparación.	$MTTR = \frac{\sum_1^{NP} TFS}{NP}$

De donde:

TBD: Tiempo Bruto Disponible. Tiempo total del período de evaluación.

TPP: Tiempo de Paradas Programadas.

TOP: Tiempo de Operación Programado. Es el Tiempo Requerido

$$TOP = TBD - TPP$$

TFS: Tiempo Fuera de Servicio por paradas no programadas.

TEO: Tiempo del Equipo en Operación. Tiempo en funcionamiento.

$$TEO = TOP - TFS$$

NO: Número de veces que el equipo estuvo operando.

NP: Número de veces que el equipo estuvo en paradas no programadas.

Adicionalmente es posible ver resultados estadísticos en base a las órdenes de trabajo realizadas, no realizadas y canceladas así como también del número de mantenimientos programados, no programados y correctivos con sus respectivas gráficas en forma de figuras circulares con efecto en 3 dimensiones.

➤ Costos. En esta interfaz se cuantifica el costo de las órdenes de trabajo para mantenimiento según el criterio que se escoja ya sea por sección, por zona o por equipo de las plantas de tratamiento del amb S.A. E.S.P. y las gráficas en forma de figuras de columnas agrupadas y de esta manera se puedan establecer qué zonas y/o equipos requieren más inversión en el mantenimiento. Ver gráfica de costos en la figura 65.

➤ Consultas. Este es un conjunto de formularios en el cual el usuario tiene la opción de búsqueda de información en el sistema en lo que concierne a proveedores, empleados, órdenes de trabajo, equipos elementos de equipo y partes, para ello se disponen de filtros por campos los cuáles hacen la búsqueda más rápida y eficiente. El usuario una vez que ha realizado sus respectivas consultas, puede imprimir la información que necesite.

En las figuras 59, 66 y 67 se presentan algunos de los formularios que se mencionaron anteriormente con sus respectivas opciones de búsqueda.

Figura 59. Formulario búsqueda de ordenes de trabajo

No. OT	Código Equipo	Equipo	Tipo de Mto.	Estado OT	Fecha	Zona
20060095	BOCL-C10	BOMBA DE MUESTRAS 2	Trimestral	Abierta	15/01/2007	Florida
20060096	BOCL-C10	BOMBA DE MUESTRAS 2	Trimestral	Abierta	15/04/2007	Florida
20060105	BOCL-T13	FLOCULADOR 13	Semestral	Cerrada	01/01/2006	Bosconia
20060106	BOCL-T13	FLOCULADOR 13	Semestral	Cerrada	01/07/2006	Bosconia
20060107	FLDF-X2	CLORADOR 2	Semestral	Cerrada	01/01/2006	Bosconia
20060108	FLDF-X2	CLORADOR 2	Semestral	Abierta	01/07/2006	Bosconia
20060110	BOBM-Z3	COMPRESOR 31	Anual	Cerrada	01/01/2006	Bosconia
20060111	FDCL-C6	BOMBA DE MUESTRAS 2	Anual	Cerrada	01/01/2006	Florida
20060112	FLCL-Z3	COMPRESOR 3	Correctivo	Abierta	05/06/2006	Flora
20060113	FLCL-G1	MOTOBOMBA FILTROS	Correctivo	Abierta	02/03/2006	Flora
20060114	FDBM-C3	BOMBA 3	Trimestral	Abierta	02/02/2006	Florida
20060116	FDCL-Z2	COMPRESOR 2	frecuencia Semestre	Abierta	01/03/2006	Florida
20060117	FLCL-Z1	COMPRESOR 1	frecuencia Trimestre	Abierta	06/06/2006	Flora
20060118	FLCL-Z1	COMPRESOR 1	frecuencia Trimestre	Abierta	06/09/2006	Flora
20060119	FLCL-Z1	COMPRESOR 1	frecuencia Trimestre	Abierta	06/12/2006	Flora
20060120	11	Maquina de Tanques1	Trimestral	Abierta	12/08/2006	Flora
20060121	11	Maquina de Tanques1	Correctivo	Abierta	07/08/2006	Flora

Figura 60. Grafica de indicador Disponibilidad

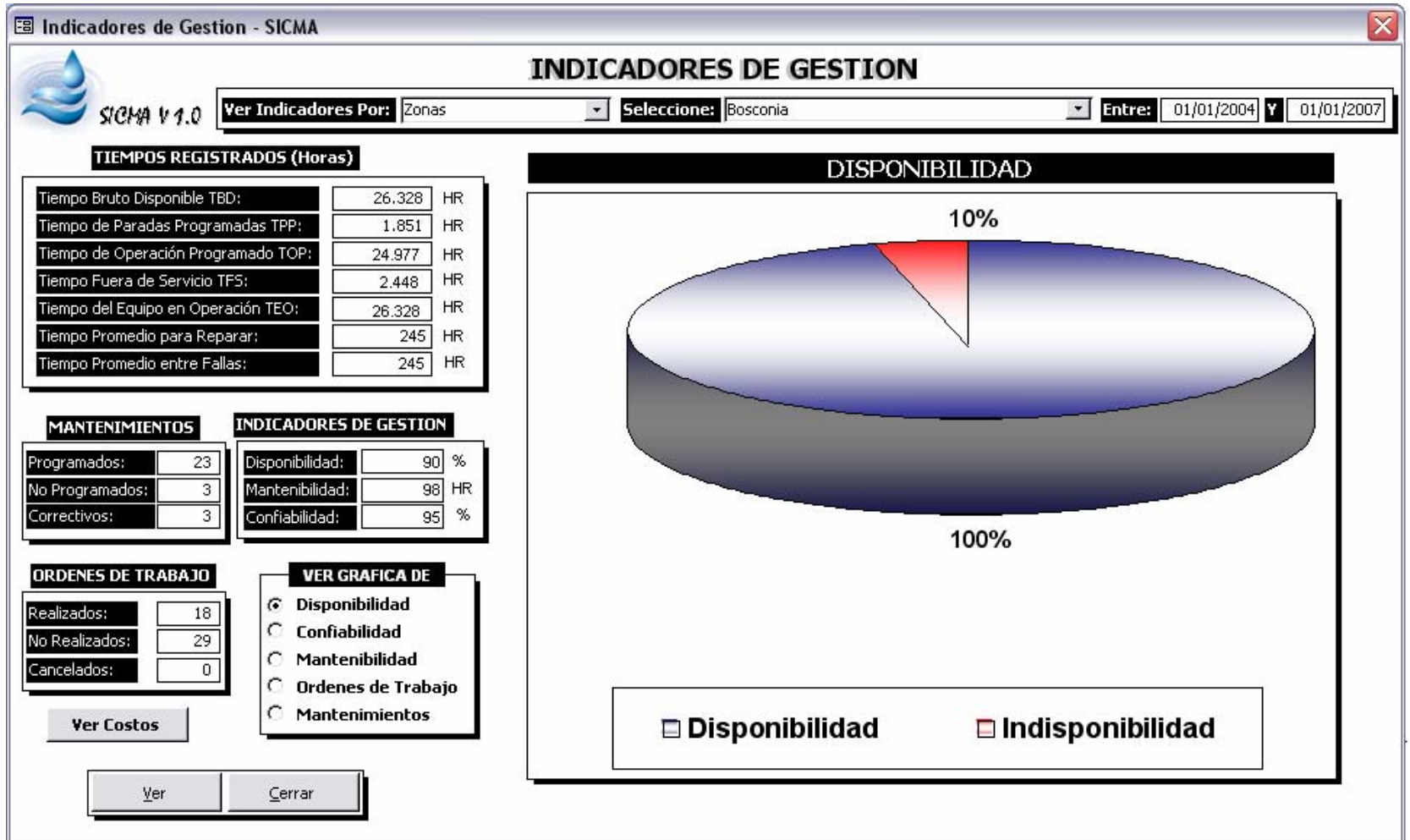


Figura 61. Gráfica indicador Confiabilidad

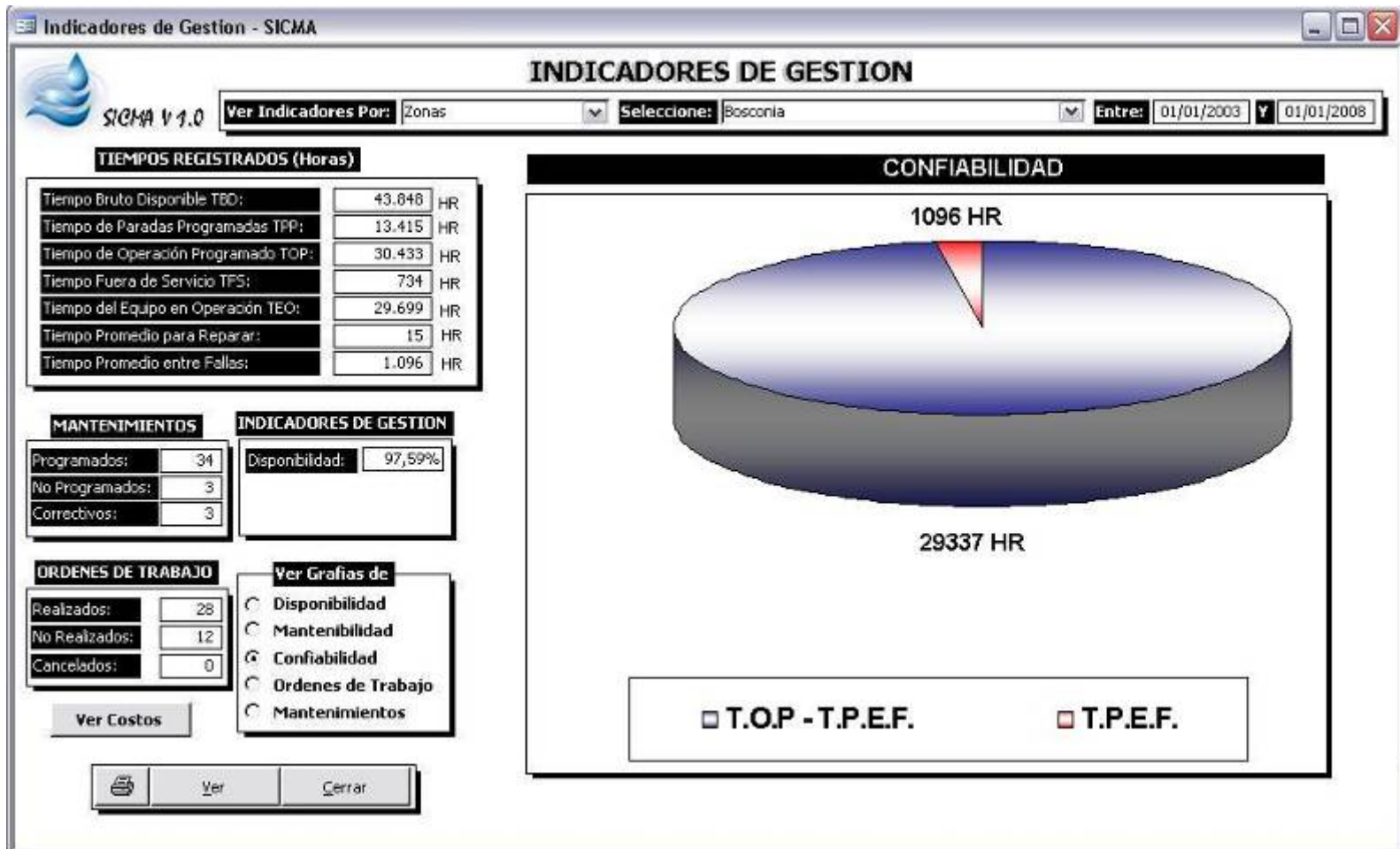


Figura 62. Gráfica Indicador Mantenibilidad

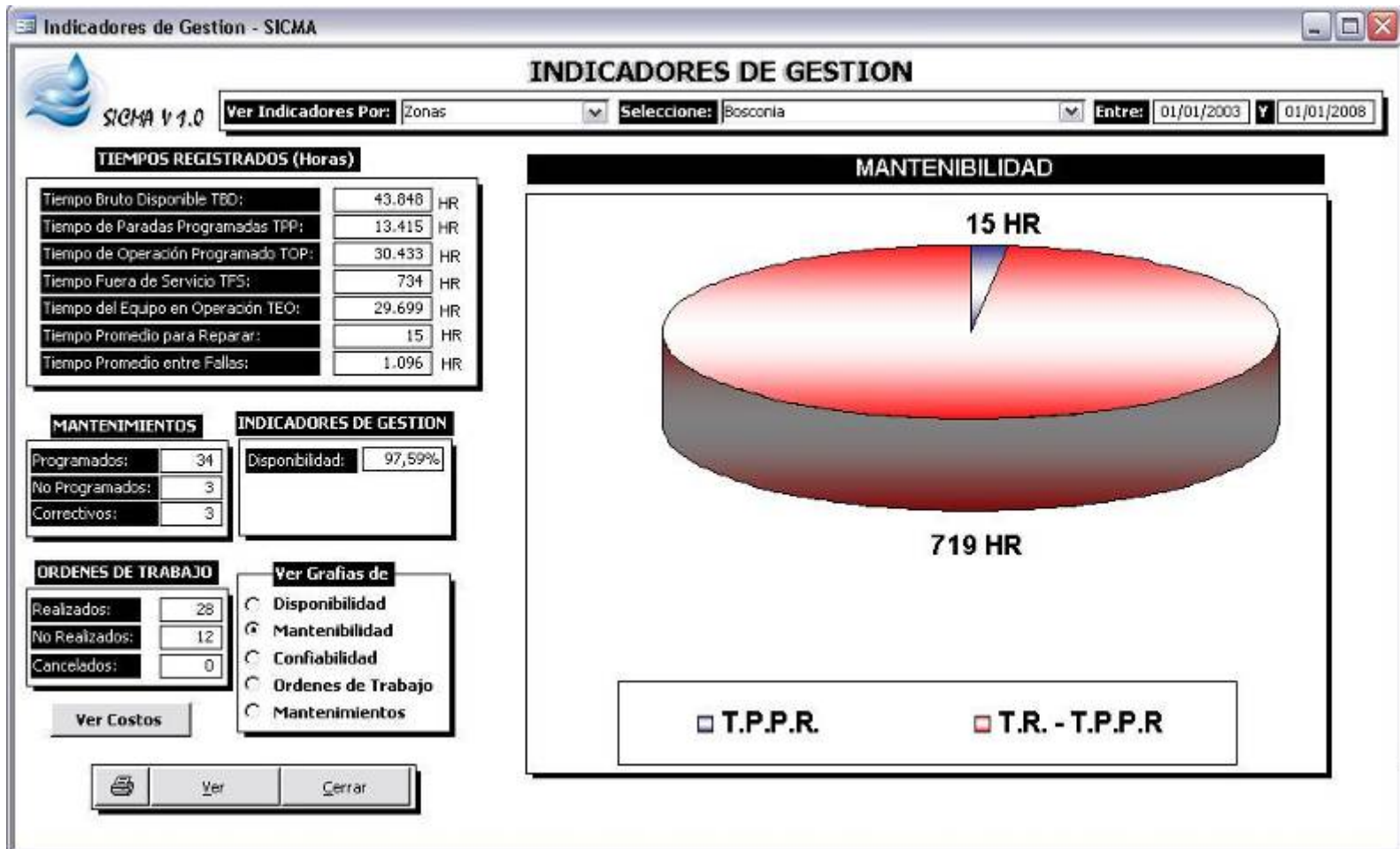


Figura 63. Gráfica Ordenes de trabajo realizadas, no realizadas y canceladas

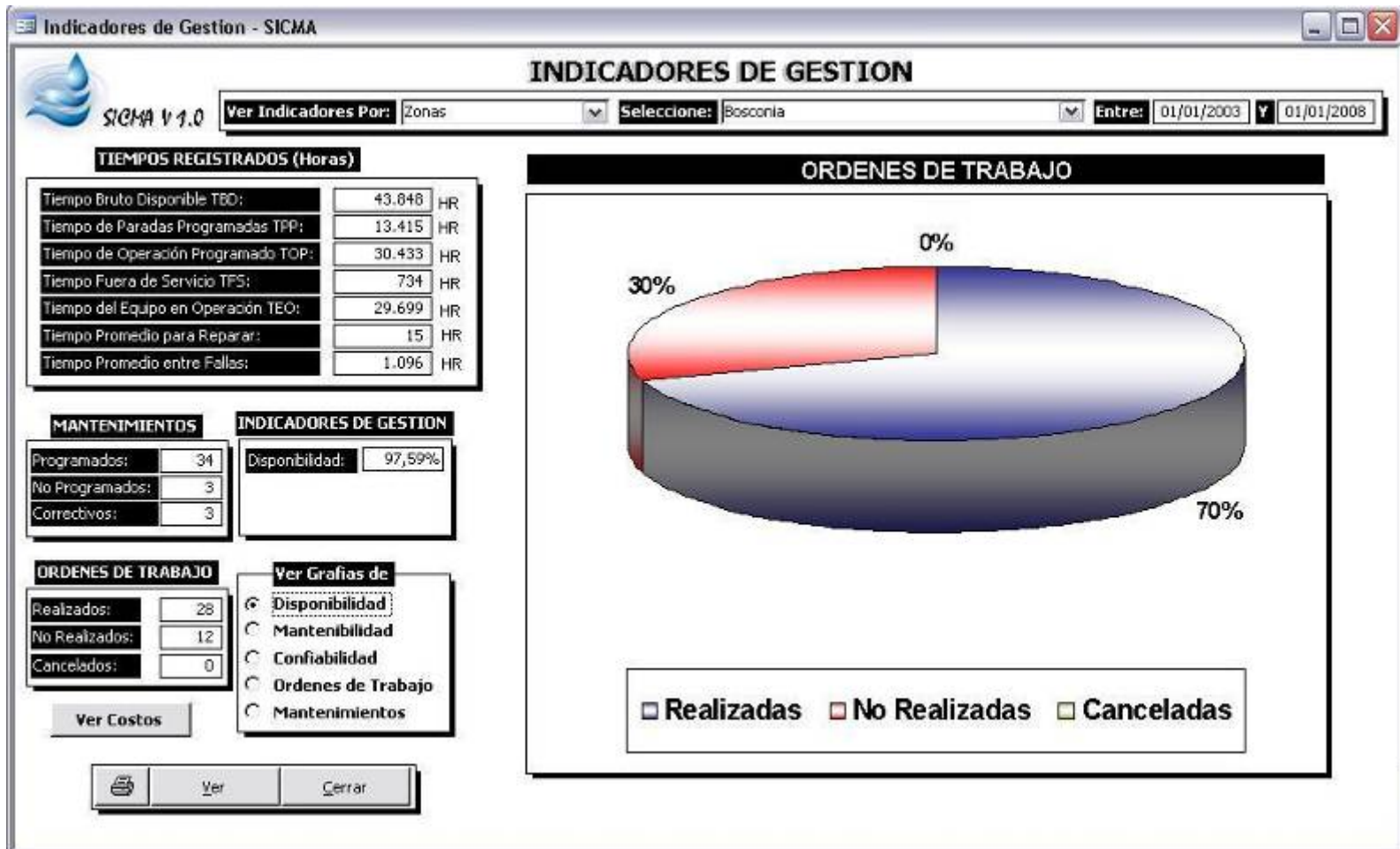


Figura 64. Gráfica mantenimientos programados, no programados y correctivos

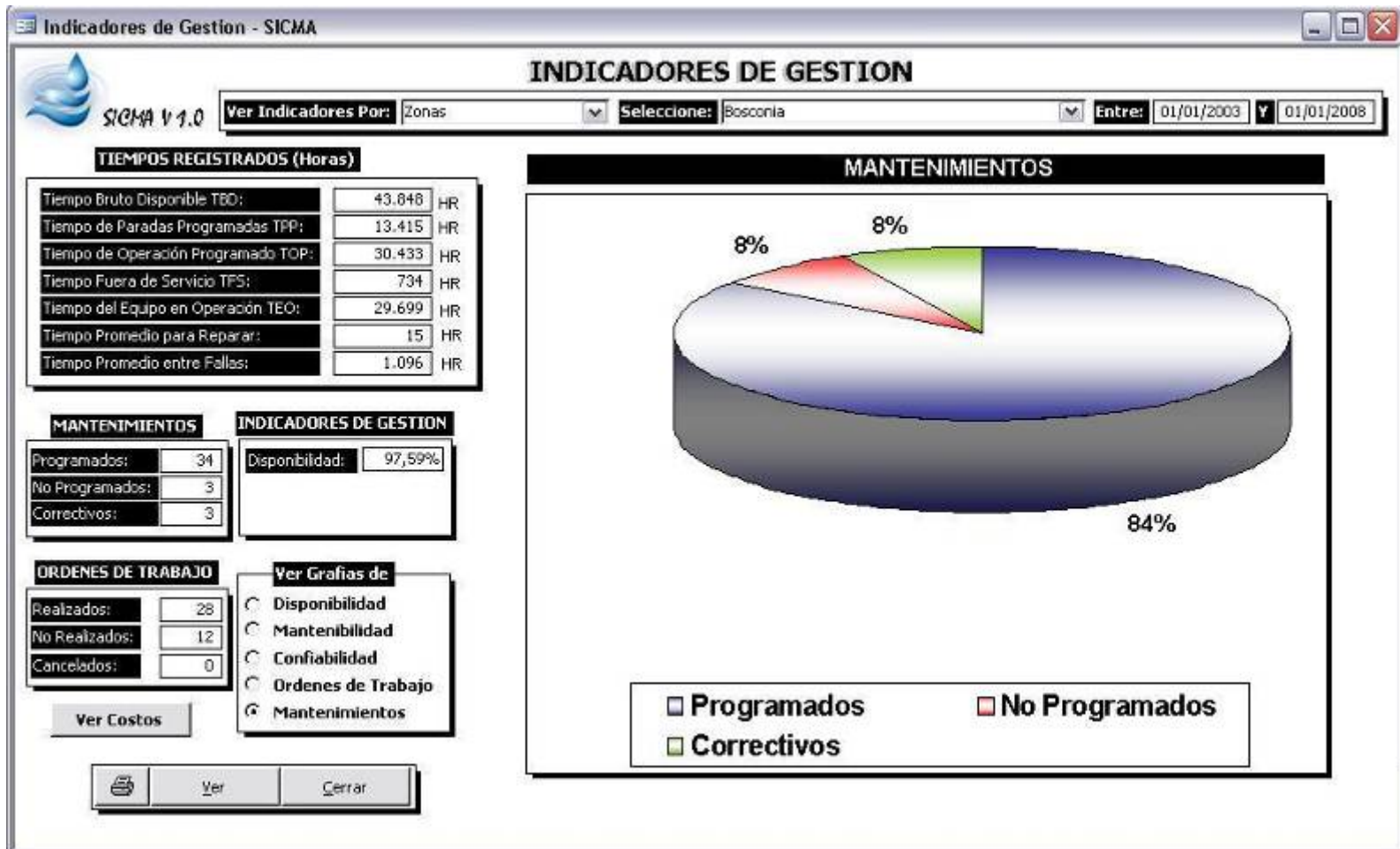


Figura 65. Gráfica costos de mantenimiento según períodos

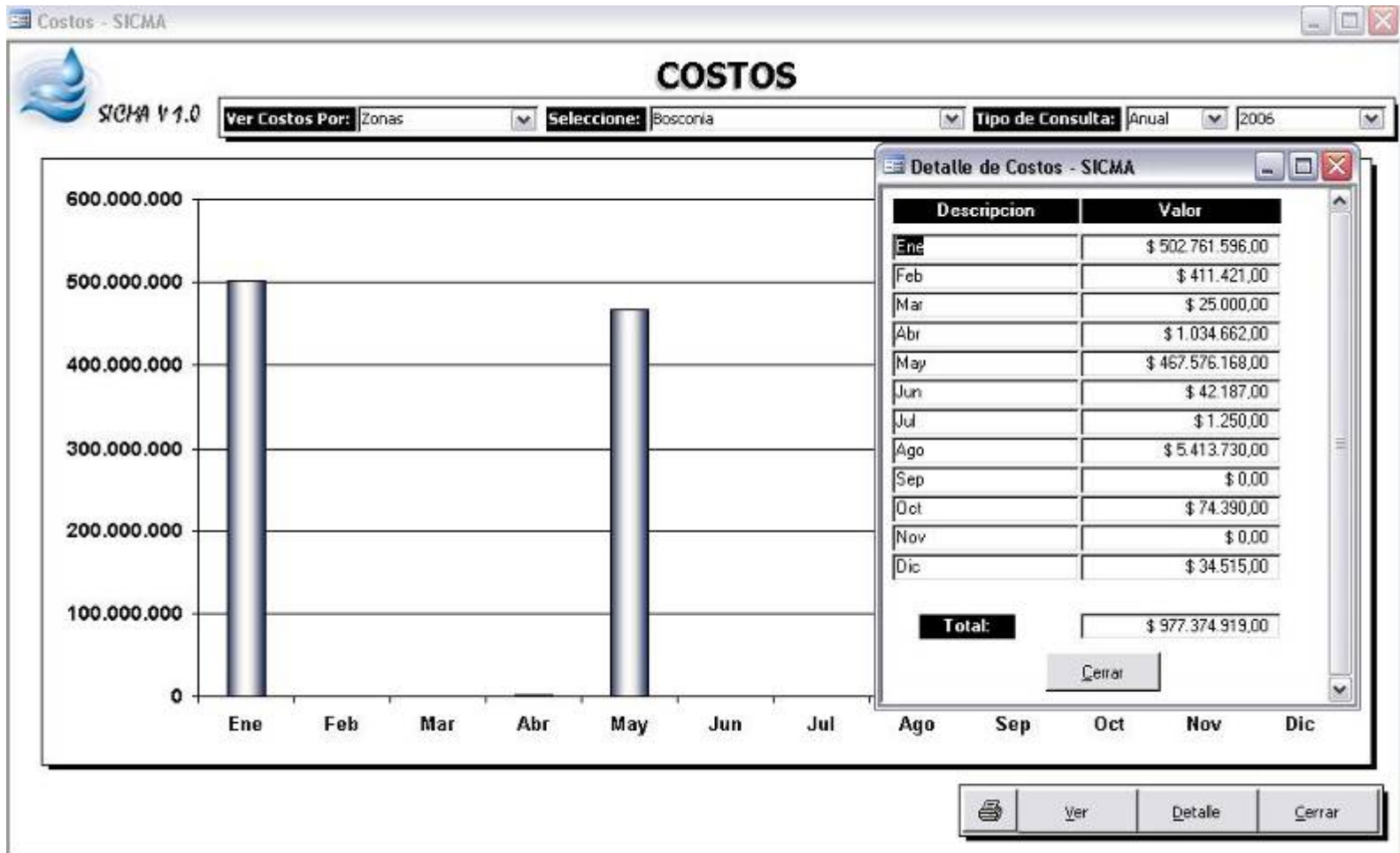


Figura 66. Formulario búsqueda de equipos

Busqueda de Equipos - SICMA

BUSQUEDA DE EQUIPOS

SICMA V 1.0

Opciones de Búsqueda		Disponibles	Digite el Criterio de Búsqueda	Equipos Encontrados
Codigo de Equipo				165

Codigo de Equipo	DESCRIPCION	UBICACION	ZONA	SUBGRUPO
11	Nombre Equipo	es1	REGULACION DE PR	Flora
111	Zona		REGULACION DE PR	Flora
111	Ubicacion			Básculas La Flora
111	Proveedor	a prueba	DOSIFICACION	Morrorico
12	Grupo		BOMBEO	Florida
2	Sub Grupo	o1	DOSIFICACION	Florida
51	Marca		BOMBEO	Florida
51	Serial		BOMBEO	Florida
53	Maquina de Prueba Para el software	CLARIFICACION	Bosconia	Bandas transportadoras La Flora
BOBM-C12	BOCL-S2	BOMBEO	Bosconia	Bombas centrífugas 5 Bosconia
BOBM-C13	BOMBA REFRIGERACION 2	BOMBEO	Bosconia	Bombas centrífugas 5 Bosconia
BOBM-D1	BOMBA PRINCIPAL 1	BOMBEO	Bosconia	Bombas multietapas Bosconia
BOBM-D2	BOMBA PRINCIPAL 2	BOMBEO	Bosconia	Bombas multietapas Bosconia
BOBM-D3	BOMBA PRINCIPAL 3	BOMBEO	Bosconia	Bombas multietapas Bosconia
BOBM-D4	BOMBA PRINCIPAL 4	BOMBEO	Bosconia	Bombas multietapas Bosconia
BOBM-D5	BOMBA PRELLENADO1	BOMBEO	Bosconia	Bombas multietapas Bosconia
BOBM-K3	PLANTA ELECTRICA BOMBEO	BOMBEO	Bosconia	Planta Eléctrica Tratamiento Bosconia
BOBM-Z1	PUENTE GRUA	BOMBEO	Bosconia	Puentes grúas Bosconia

Ver Cerrar

Figura 67. Impresiones y reportes

Impresiones y Reportes - SICMA

IMPRESIONES Y REPORTES

SICMA V 1.0

Opciones

<input checked="" type="checkbox"/> Programación Anual de Mantenimiento	<input checked="" type="checkbox"/> Solicitud de Servicio
<input checked="" type="checkbox"/> Orden de Trabajo	<input checked="" type="checkbox"/> Datos Empleado
<input checked="" type="checkbox"/> Ficha Técnica de Equipos	<input checked="" type="checkbox"/> Datos Proveedor
<input checked="" type="checkbox"/> Historia de Mantenimiento de Equipos	<input checked="" type="checkbox"/> Directorio Proveedores
<input checked="" type="checkbox"/> Costos de Mantenimiento	

Seleccione

Entre: Y

Impresión Cerrar

5. PRUEBAS E IMPLEMENTACION

Las pruebas al sistema tienen una relevante importancia, ya que estas implican en calidad para el producto. Las pruebas son un elemento crítico para la garantía de calidad del software y representan una revisión final de las especificaciones del diseño y de la codificación.

Las pruebas al producto tienen consistencia si se tienen en cuenta los objetivos sobre los cuales se plantean:

La prueba es un proceso de ejecución de un programa con la intención de descubrir un error.

Un buen caso de prueba es aquel que tiene una alta probabilidad de mostrar un error no descubierto hasta entonces.

Una prueba tiene éxito si descubre un error no descubierto hasta entonces.

El objetivo primordial es diseñar las pruebas que sistemáticamente saquen a la luz diferentes clases de errores, haciéndolo con la menor cantidad de tiempo y esfuerzo. Como ventaja secundaria de las pruebas se demuestra hasta qué punto las funciones del software parecen funcionar de acuerdo a las especificaciones y parecen alcanzarse los requisitos de rendimiento. Además, los datos que se van recogiendo a medida que se llevan a cabo las pruebas proporcionan una buena indicación de la fiabilidad del software, y en gran medida la calidad del software como un todo, sin embargo hay una cosa que no pueden hacer las pruebas y es asegurar la ausencia de defectos.

5.1 PRUEBA DE UNIDAD

La prueba de unidad centra el proceso de verificación en la menor unidad del diseño del software: el módulo. Usando la descripción del diseño procedimental como guía, se prueban los caminos de control importantes, con el fin de descubrir errores dentro del límite del módulo. Se prueba la interfaz del módulo de tal manera que se asegure que la información fluye de forma adecuada hacia y desde el módulo que está siendo probado. Se examina la estructura de los datos locales para asegurar que los datos que se mantiene en forma temporal conserven su integridad durante todos los pasos de ejecución del código. Se prueban las condiciones límite para asegurar que el módulo funciona correctamente en los límites establecidos como restricciones del procesamiento.

El sistema de información computarizado para la administración del mantenimiento mecánico del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga cada modulo fue probado antes de juntar todos los módulos que conforman el sistema de información, esta prueba sirvió para descubrir errores de programación y mejoras en el producto para hacerlo más funcional.

5.2 PRUEBAS DE INTEGRACIÓN

Se podría pensar si todos los módulos funcionan bien por separado, porque dudar qué todos funcionen juntos, y en realidad el problema es de interacción. La prueba de integración es una técnica sistemática para construir la estructura sistemática del programa mientras que, al mismo tiempo, se llevan a cabo pruebas para detectar los errores asociados con la interacción. La mejor metodología en cuanto a pruebas de integración es la Integración incremental, que consiste en construir pequeños segmentos del

programa, de tal manera que los errores sean más fáciles de detectar, aislar y corregir. Existen varias técnicas de integración como:

Integración ascendente. Como su nombre lo indica empieza la construcción y a prueba con los módulos de los niveles más bajos de la estructura del programa.

Prueba de regresión. Esta prueba consiste en ejecutar un subconjunto de pruebas que se han llevado a cabo anteriormente para asegurarse que los cambios por añadir nuevos módulos no han propagado efectos colaterales no deseados. Esta fue la prueba más utilizada para comprobar la integración de los módulos.

5.3 PRUEBAS DE ACEPTACIÓN

Estas pruebas las realiza el cliente. Son básicamente pruebas funcionales, sobre el sistema completo, y buscan una cobertura de la especificación de requisitos y del manual del usuario. Estas pruebas no se realizan durante el desarrollo, pues sería impresentable de cara al cliente; sino una vez pasadas todas las pruebas de integración por parte del desarrollador.

Muchos desarrolladores ejercitan unas técnicas denominadas "pruebas alfa" y "pruebas beta". Las pruebas alfa consisten en invitar al cliente a que venga al entorno de desarrollo a probar el sistema. Se trabaja en un entorno controlado y el cliente siempre tiene un experto a mano para ayudarle a usar el sistema y para analizar los resultados.

Las pruebas beta vienen después de las pruebas alfa, y se desarrollan en el entorno del cliente, un entorno que está fuera de control. Aquí el cliente se

queda a solas con el producto y trata de encontrarle fallos (reales o imaginarios) de los que informa al desarrollador.

Las pruebas alfa y beta son habituales en productos que se van a vender a muchos clientes. Algunos de los potenciales compradores se prestan a estas pruebas bien por ir entrenando a su personal con tiempo, bien a cambio de alguna ventaja económica (mejor precio sobre el producto final, derecho a mantenimiento gratuito, a nuevas versiones, etcétera). La experiencia muestra que estas prácticas son muy eficaces.

5.4 IMPLEMENTACIÓN

Una vez hechas las respectivas pruebas del software comienza la etapa de implementación del sistema de información y puesta a punto. En esta etapa se almacena en el sistema de información la información que hasta ahora se ha llevado de manera de manual y semanalmente se hace un “feedback”, para establecer los posibles errores hasta poner en un ciento por ciento a punto el sistema. Cabe destacar que gracias a la cultura de mantenimiento la cual ha crecido mediante la realización de éste tipo de proyectos, el departamento ha asimilado esta etapa del proyecto amigablemente y no ha sido tan traumática porque el diseño del sistema de información computarizado tiene como base el sistema de información manual.

Como se dijo anteriormente el semanalmente se evalúa el comportamiento del software y se establece los puntos en que puede mejorar el sistemas, siendo las más comunes las opciones de búsqueda, impresiones de formato, y depuraciones en la programación debido a errores como falta de comas, espacios innecesarios, puntos subrutinas que han quedado obsoletas, etc.

5.4.1 Etapas en la Implementación del Sistema de Información Computarizado. La implementación de un sistema informático como se dijo anteriormente, consiste en llevar éste hasta su modo de operación. Existen dos maneras de realizarlo una es dejar trabajando el método antiguo y el nuevo al mismo tiempo por un período de tiempo y la otra manera es hacer el reemplazo total del sistema en una fecha determinada.

Para lograr lo anterior se realizaron las siguientes tres etapas:

Determinación de los archivos maestros.

Preparación del personal.

Revisión de la documentación del sistema.

5.4.2 Determinación de los archivos maestros. En esta etapa se prepararon y se incorporaron los datos iniciales que debe tener el sistema de información, éste proyecto tuvo como objetivo implementar el sistema de información computarizado almacenando la información que hasta el momento se había llevado de manera manual, los cuáles eran cronograma anual de actividades, hojas de vida de los equipos, fichas técnicas de equipos y ordenes de trabajo de las plantas de tratamiento.

5.4.3 Preparación del personal. Para esta preparación es necesario un manual de usuario y de esta manera estandarizar el uso del sistema de información computarizado. Otra metodología que también fue usada en esta etapa fueron las exposiciones al personal de mantenimiento mecánico en lo concerniente al mantenimiento y sistemas de información, lo cual contribuyó a concienciar mucho más acerca de la cultura de mantenimiento en las grandes industrias.

5.4.4 Revisión de la documentación del sistema. En esta etapa se verifican los datos ya introducidos al sistema, sean congruentes con la información existente en campo.

5.5 REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA

El equipo para soportar la instalación completa de SICMA debe cumplir como mínimo las siguientes características:

Tabla 9. Requerimientos del sistema

CATEGORIA	REQUERIMIENTO
Equipo	Teclado y ratón para computadora. 128 Mb en RAM (256, o más recomendado). Espacio libre 15 MB (más el espacio ocupado por la información que se necesite para enrutar a la base de datos). Unidad de CD-ROM. Tarjeta de Video VGA (1024 X 768, 16 bits o más)
Sistema Operativo	Microsoft Windows 98/2000/ME/XP Windows NT Workstation 4.0 con SP4 o cualquiera posterior
Otro software	Microsoft Office (preferiblemente 2003)
Otro Hardware	Escáner con opción de color. Equipo de impresión a color.

Antes de empezar a utilizar el programa se debe ajustar la configuración de la pantalla para que quede con un área de visualización correcta. El área de

escritorio debe ser de 1024 X 768 píxeles y la paleta de colores preferiblemente de 32 bits.

5.6 ¿CÓMO MANEJAR O ACCEDER RÁPIDAMENTE A LA INFORMACIÓN EN SICMA?

Los distintos componentes de SICMA están estructurados cumpliendo con dos formas de aparición: formas básicas o fichas y formas maestras o listas.

Las formas básicas o fichas pueden ser manejadas por el usuario usando botones de comando (botones que realizan determinada función con solo presionar sobre ellos); por medio de éstos, se pueden ejecutar las operaciones que el programa ofrece. Para más comodidad, de manera breve, cada botón tiene una etiqueta de texto que indica que hace. Ver figura 67 y figura 68.

Las formas maestras o listas son para presentar los datos más relevantes contenidos en las formas básicas. Cuando se presentan, existen los navegadores predeterminados de Access para avanzar o retroceder entre registros, aunque existen también en algunos casos teclas de funciones que se pueden usar y se explicaran el uso de cada una de ellas más adelante. Cuando el usuario se encuentre en los formularios de las listas puede usar el comodín "*" para ver el listado completo, el comodín "*a" para visualizar todos los campos donde se encuentren las palabras que terminen en a (siendo a cualquier letra o número), "a*" para visualizar todos los campos que comiencen con a (siendo a cualquier letra o número), "*arreglar*" para visualizar todos los campos que contengan la palabra "arreglar" (siendo *arreglar* cualquier palabra o número), todo lo anterior según criterio de búsqueda, es decir si se seleccionó en el listado, por decir algo, buscar por

código, obviamente no funcionará el comodín correspondiente al usarse letras porque en el programa existen reglas de validación que no lo permiten.

Figura 68. Navegadores para formas maestras o listas

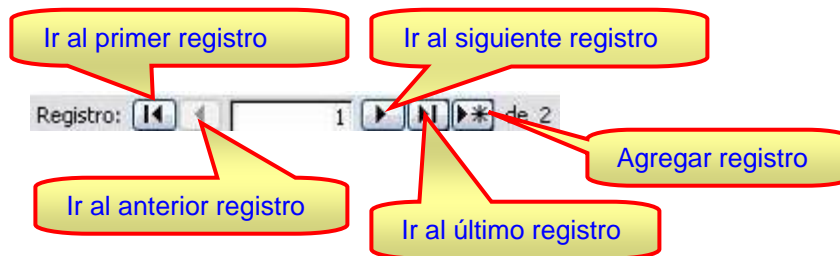


Figura 69. Botones de comando para formas básicas o fichas



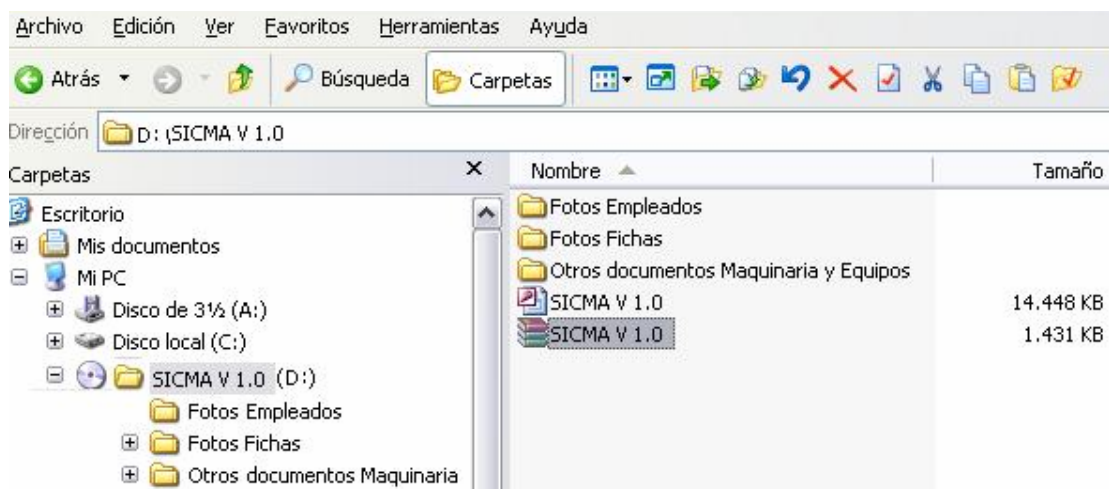
Botones de comando, se pueden accionar haciendo click sobre el respectivo botón o haciendo uso de las teclas Alt. + "la letra subrayada".

5.7 ABRIENDO O CERRANDO SICMA

SICMA se puede manejar como un archivo, es decir, no necesita instalarse. Inicialmente se debe crear una carpeta en la extensión C:\, que se llame SICMA, en la cual se deben grabar “SICMA V 1.0.mdb” y sus respectivos componentes o archivos los cuales utilizará el programa para mostrarlos como hipervínculos en su debido momento, estos archivos son las fotos de las fichas técnicas, las de los empleados y además los archivos de los anexos o documentos de interés relacionados con la maquinaria y equipos (instructivos, manuales, páginas Web, planos, etcétera). Ver figura 70.

Si se quiere que SICMA pueda ser vista en red desde otros equipos hay que dejar la carpeta “SICMA” como compartida, se recomienda también crear un acceso directo. Inicialmente el CD que contiene SICMA tiene almacenados los datos relacionados con la maquinaria y equipos de las Plantas de Tratamiento Bosconia, La Flora y Floridablanca relacionados con la Coordinación de Mantenimiento Mecánico del **amb** S.A. E.S.P.

Figura 70. Vista de las carpetas que contiene los archivos de SICMA



Una vez creada la carpeta SICMA, solamente hacer clic sobre el archivo "SICMA.mdb" el cual abre un formulario de inicio que va a solicitar el respectivo login y la clave de acceso, los cuales podrán ser modificados por el "súper-usuario", ver figura 71.

Para salir de cualquier formulario al que se ingrese, inclusive para salir del sistema basta con pulsar solamente la tecla Esc.

Figura 71. Entrada a SICMA v 1.0

ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA S.A E.S.P

amb

ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA
AMB S.A. E.S.P
8902001622

SICMA V 1.0

**SISTEMA DE INFORMACIÓN COMPUTARIZADO PARA EL
MANTENIMIENTO MECANICO DEL ACUEDUCTO DE
BUCARAMANGA**

Login

Clave

Primero el usuario digita el login

Una vez digitado el pass Word el usuario digita su clave para cargar el perfil al que tiene acceso.

Mauricio Mejia Abello
Parque del Agua
6320220
Bucaramanga

6. CONCLUSIONES

Se realizó el diagnóstico de la situación del mantenimiento en la Coordinación de Mantenimiento Mecánico del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P., con el fin de determinar el estado de la gestión de mantenimiento, la documentación técnica, la gestión de repuestos y de la maquinaria y equipos que soportan el proceso productivo de la empresa.

Se seleccionó como plataforma de desarrollo Microsoft Access 2000, y no una plataforma de lenguaje de programación tal como Visual Basic, Delphi, Visual Fox Pro, etcétera, para el desarrollo la aplicación informática, debido en primer lugar a que no se requiere una licencia especial para su uso, además porque el programa se maneja como un archivo, es decir, se puede utilizar desde cualquier equipo que esté en red sin necesidad de instalarse en el equipo donde se ejecute, así como también es muy fácil y cómodo de entender entre otras muchas ventajas.

Se diseñó, desarrolló y cargó un Sistema de Información Computarizado para la Administración del Mantenimiento Mecánico utilizando el modelo de desarrollo o de prototipado evolutivo consistente en una serie de versiones sucesivas del producto.

SICMA es un software seguro en cuanto al manejo de la información. Su estructura de desarrollo al igual que la estructura de la base de datos, permiten un correcto almacenamiento dejando el mínimo de posibilidad de introducción de errores por parte del usuario; al igual que ofrece filtrados rápidos de información y obtención de completos informes gráficos para la evaluación de la gestión realizada.

Uno de los principales beneficios que proporciona SICMA es su completo diseño de alarmas, ya que mediante este se controlan los elementos y propiedades principales del sistema de información, que de alguna u otra manera se deben controlar, para permitir que la gestión de mantenimiento se ejecute correctamente; estos elementos son la orden de trabajo, la planeación de las actividades, los inventarios de insumos y repuestos.

Se concretó la política de mantenimiento que la empresa adoptaría, quedando enmarcada dentro de esta, la misión, visión y objetivos de la Coordinación de Mantenimiento.

El Sistema de Información Computarizado para la Administración del Mantenimiento Mecánico se enfocó hacia el programa de mantenimiento preventivo, lo cual es el primer paso para lograr optimizar los procesos del mantenimiento, permitir minimizar el tiempo muerto en producción debido a las tareas de mantenimiento, elevar la vida útil, rendimiento, disponibilidad y confiabilidad de la maquinaria y equipos de la empresa, reducir los costos por mantenimiento y por tanto producir con un alto nivel de calidad y con un mayor control sobre los costos de producción. Mas sin embargo, SICMA es flexible y también permite que con este sistema se puedan utilizar programas tales como los de mantenimiento predictivo e inclusive de mantenimiento productivo total.

Se realizaron las respectivas pruebas de Unidad, Integración, y Validación del Sistema a la aplicación desarrollada y se preparó al personal mediante charlas al uso de la naciente herramienta en el departamento.

7. RECOMENDACIONES

Se recomienda la creación de un nuevo cargo, denominado normalmente *Planeador de Mantenimiento*, para que de esta manera se pueda implementar y cargar o actualizar continuamente este sistema de información computarizado para la administración del mantenimiento en las demás secciones involucradas con las filosofías del mantenimiento tales como Coordinación de Mantenimiento Eléctrico, Servicios Generales, División de Distribución o Redes, Planta Embotelladora de agua, etcétera.

Es necesaria la integración del área de compras y adquisiciones con el área de mantenimiento de la empresa, generando una mejor comunicación con el almacén de repuestos y ejercer un adecuado control de la obtención y entrega oportuna de los mismos.

Es conveniente continuar con las capacitaciones del personal de mantenimiento encargado de administrar el sistema de información computarizado ya que esto aumenta su competitividad y hace que el departamento se vuelva más consciente de su labor dentro de la empresa.

Es aconsejable continuar con el proceso de evaluación del sistema en aras de volverlo más robusto y eficaz de manera que sea implementado en un futuro en todas las dependencias del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.

BIBLIOGRAFÍA

ARIZA CASTAÑEDA, Manuel Alexander y USCATEGUI ARENAS, Fabián Andrés. Sistema de Gestión de mantenimiento para el Acueducto Metropolitano S.A. E.S.P. Bucaramanga. 2005. Tesis de grado (Ingeniero Mecánico). Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica.

BOHÓRQUEZ, B. Oscar. Sistema de Información para el Control de Mantenimiento de la Planta Extractora de Aceite de Palma Agroince Ltda. Y Cía. S.C.A. Bucaramanga, 2004. Trabajo de Grado (Ingeniero Mecánico). Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica. 126 p.

CEBALLOS SIERRA, Francisco Javier. Visual Basic 6.0, Curso de Programación. Alfaomega. 1999.

CORDOBA RUEDA, Carlos Alberto y RIVERA MARINO. Sistema computarizado para la administración del mantenimiento de la planta de proceso de la empresa Pollosan Ltda. SCAM. Bucaramanga 2003. Tesis de Grado (Ingeniero Mecánico). Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica, 329 p.

CWORKS. Demo software Cworks CMMS. EEUU [online] disponible en Internet en <<http://www.cworks.com>>

DE MIGUEL CASTAÑO, Adoración y PIATTINI VELTHUIS, Mario. Concepción y diseño de bases de datos del modelo E/R al modelo relacional. RA-MA Editorial. 1993.

DUARTE H, Nelson y RAMÍREZ A, José. Software Demostrativo Para Sistemas de Información en Mantenimiento. Bucaramanga 2000. Tesis de Grado (Ingeniero Mecánico). Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica, 69 p.

DUFFUA, Salih O., RAOUF, A. y DIXON C. Jhon. Sistemas de mantenimiento, planificación y control. México: LIMUSA WILEY. 2000.

GONZALEZ B., Carlos R., Conferencias ingeniería de mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2001.

LÓPEZ SANTAMARIA, Vivian Isaura. Sistema de información para el mantenimiento de la empresa Carlixplast Ltda. 2005. Tesis de grado (Ingeniero Mecánico). Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica. 155 p.

MANTENIMIENTO PLANIFICADO. Demo software MP software [online] disponible en Internet <<http://www.mantenimientoplanificado.com>>

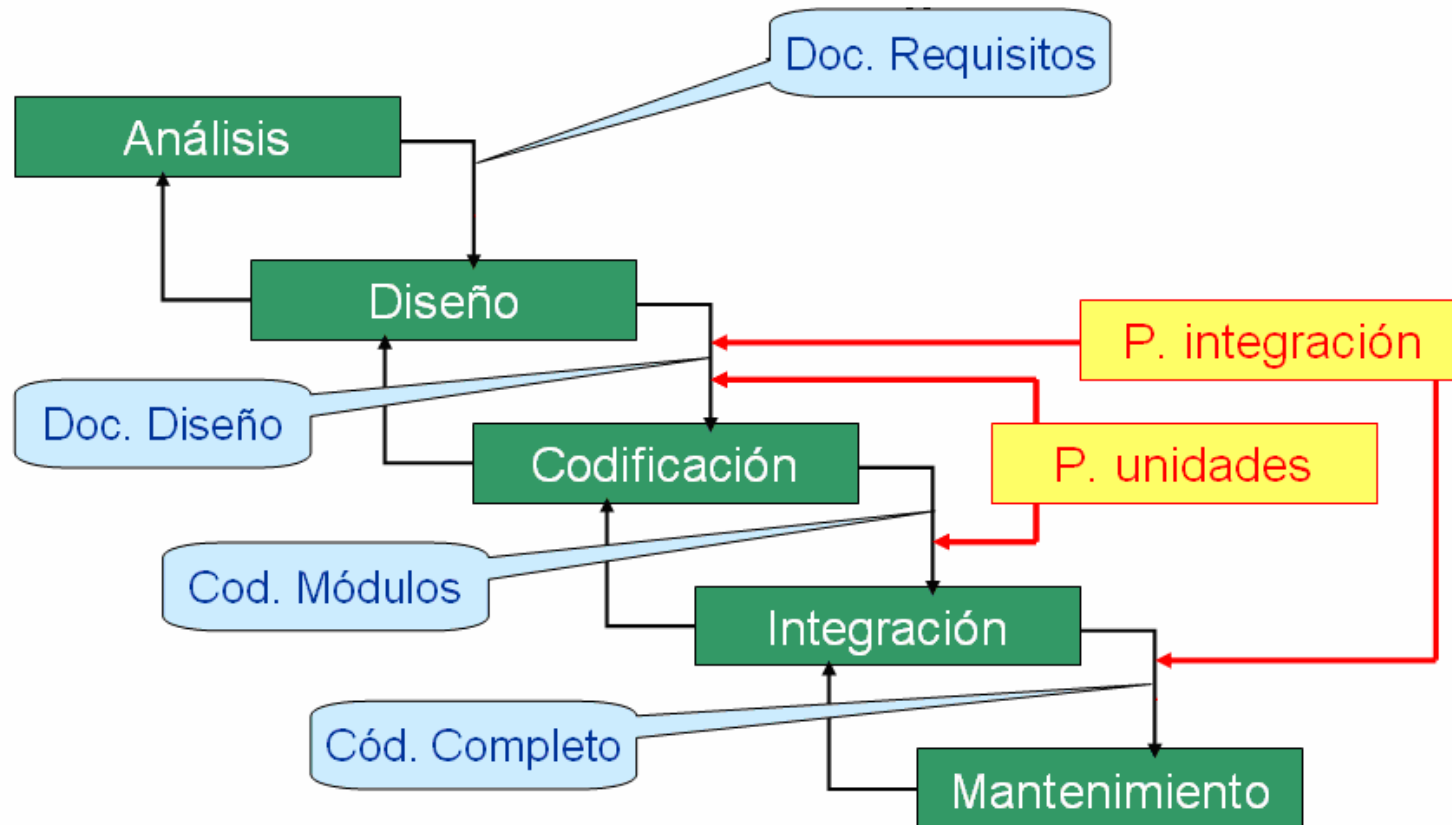
MS2000. Demo software ms2000 para mantenimiento [online] México. [citado en enero del 2006] disponible en Internet <www.rqct.com/Ms2000P.htm>

PEREZ JARAMILLO, Carlos Mario. Organizaciones del Mantenimiento, UIS, Bogotá, 1998. También disponible en <www.soporteycia.com.co>

VIESCAS, John J. Guía completa de Microsoft Access 2 para Windows. Madrid: Mc Graw Hill, 1995.

ANEXOS

ANEXO A. ACTIVIDADES DE PRUEBAS DE SOFTWARE




ANEXO B. FORMATO RESULTADOS PRUEBAS SOFTWARE

Fecha: 9 de octubre del 2006

Revisor: Ingeniero Jolman Lozano Pico

ELEMENTO A REVISAR	SI	NO	NO APLICA	INFORMACIÓN ADICIONAL
¿Se verifica que las especificaciones estén correctamente implementadas?	✓			
¿Tiene los encabezados de título y nombre de aplicación correctos?	✓			
¿Los campos fecha tienen el formato DD-MM-AAAA?	✓			
Cuando se tiene una forma con múltiples tablas, ¿se conoce cuál es el registro padre de las tablas?	✓			
¿La forma realiza la función que se necesita?	✓			
¿Es rápido y fácil el manejo de la forma?	✓			
¿El tiempo de respuesta es adecuado?	✓			
¿Los mensajes graves son manejados adecuadamente?	✓			
¿Si llama reportes, la extensión de los reportes es la correcta?	✓			
¿Está la mayor cantidad de código en la base de datos?	✓			
¿El reporte tiene la fecha de generación?	✓			
¿Los nombres de las tablas son correctos?	✓			
¿La asignación de valores a las variables, constantes y parámetros tiene un propósito?	✓			
¿Son correctas las validaciones de condiciones?	✓			
¿La asignación de valores a las variables, constantes y parámetros tiene un propósito?	✓			
¿Son correctas las validaciones de condiciones?	✓			

ELEMENTO A REVISAR	SI	NO	NO APLICA	INFORMACIÓN ADICIONAL
¿Comprende la documentación de funciones/procedimiento tres partes: una descripción general de lo que hace la función procedimiento, la descripción de los parámetros de entrada y la descripción de los posibles valores y/o parámetros de salida?			✓	
¿Tiene la forma la descripción y su título de acuerdo con los estándares?	✓			
¿Tiene el contenido del campo la alineación adecuada, de acuerdo con su tipo de dato?	✓			
Si la organización NO es tabular, ¿están situadas las etiquetas a la izquierda del campo al que pertenecen?	✓			
Si la organización SI es tabular, ¿están situadas las etiquetas en la parte superior del campo al que pertenecen?	✓			
¿Los botones de comando emplean mayúscula inicial?	✓			
¿Los botones organizados verticalmente, ¿tienen el mismo ancho?	✓			
COMENTARIOS GENERALES:				
<p><i>Se. probó en funcionamiento y ha. trabajado satisfactoriamente.</i></p>				
				
<hr/> FIRMA DEL REVISOR				