

SISTEMA COMPUTARIZADO PARA LA ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO DE CAMPO COLORADO

RONALD DARÍO SANABRIA ROSAS



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO - MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2007

**SISTEMA COMPUTARIZADO PARA LA
ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO DE
CAMPO COLORADO**

RONALD DARÍO SANABRIA ROSAS

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

Director

**CARLOS RAMÓN GONZÁLEZ BOHÓRQUEZ
Ingeniero Mecánico**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO - MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2007

*No abandones nunca el amor y la verdad;
llévalos contigo como un collar.
Grábatelos en la mente, y tendrás el favor,
y el aprecio de Dios y de los hombres.*

Proverbios 3. 3-4.

A Dios por darme la gracia de vivir, por todas las bendiciones recibidas, y las demás alegrías y triunfos que me esperen en esta hermosa vida.

A mi madre, con todo mi amor y gratitud, por su apoyo, por ser una mujer admirable y a quien debo todo lo que soy.

A mi novia Stephania, por su apoyo oportuno, durante la realización de este proyecto, por recordarme que nunca hay que dejar de sonreír y por todos los buenos momentos compartidos hasta hoy y los que vendrán más adelante.

A mi familia, a mis buenos amigos y todas las personas que han estado conmigo y me han colaborado de manera positiva, enriquecedora y desinteresada para conseguir mi continua realización personal y formación profesional.

Ronald Sanabria.

AGRADECIMIENTOS

A mi madre por su constante apoyo, su admirable dedicación y por todas las situaciones vividas para impulsarme a culminar esta meta.

A Carlos Ramón González, Ingeniero Mecánico, Director del proyecto, por haber ofrecido una excelente formación tanto académica como profesional; por su confianza, orientación y colaboración oportuna durante el ofrecimiento y desarrollo de este trabajo.

A la Doctora Zuly Calderón, Decana de la facultad de Ingenierías Físico-Químicas por brindarme la oportunidad de realizar este trabajo y por toda la colaboración prestada.

A MSc Fernando E. Calvete, Ingeniero de Petróleos docente de la escuela de Ingeniería de Petróleos por sus pertinentes recomendaciones y por toda la atención brindada.

A todos aquellos compañeros de academia, y a mis buenos amigos con los que compartí momentos agradables durante estos años, los cuales han sido la mejor experiencia hasta hoy vivida, gracias por sus ideas y su amistad; además, a todas las personas que de una u otra manera estuvieron presentes en el alcance de esta meta.

A la Universidad Industrial de Santander, la cual llevaré siempre en mente.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	1
1. SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO EN CAMPO COLORADO	3
1.1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ACTUAL	3
1.1.1. Requerimientos del sistema de información actual	3
1.1.2. Documentación del sistema de información	7
1.1.3. Codificación de los documentos	12
1.2. DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN Y SUS FLUJOS ACTUALES	14
1.2.1. Diagnóstico de la documentación para el manejo de la información.	15
1.2.2. Diagnóstico sobre la codificación de la documentación.	19
1.2.3. Diagnóstico sobre los repuestos, materiales, y herramientas.	20
1.2.4. Conclusión del diagnóstico	21
1.3. PROPUESTA PARA MEJORAR EL SISTEMA	22
1.3.1. Mejora del sistema de información manual.	24
1.3.2. Diseño de un sistema de información computarizado.	34
2. SISTEMAS DE INFORMACIÓN PARA MANTENIMIENTO	38
2.1. GENERALIDADES DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN	38
2.1.1. Concepto de sistema.	38
2.1.2. Concepto de información.	41
2.1.3. Sistema de información.	43
2.2. ANTECEDENTES DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN PARA MANTENIMIENTO	45

2.2.1.	Sistemas de información manuales.	46
2.2.2.	Sistemas de información computarizados.	47
2.2.3.	Objetivos de los sistemas de información computarizados.	50
2.2.4.	Funciones de los sistemas de información computarizados.	52
2.3.	ELEMENTOS BÁSICOS DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO	54
2.3.1.	Registro de Equipos.	54
2.3.2.	Solicitud de servicio.	56
2.3.3.	Orden de trabajo.	56
2.3.4.	Inventario y almacén.	57
2.3.5.	Hoja de vida de equipos.	57
2.3.6.	Tarjeta de costos.	58
2.3.7.	Planes de mantenimiento.	59
2.3.8.	Documentación Técnica.	60
2.4.	INDICADORES DE GESTIÓN	60
2.4.1.	Indicadores de la eficacia del mantenimiento.	61
2.4.2.	Índices de la administración del mantenimiento.	64
2.4.3.	Índices sobre costos de mantenimiento.	64
2.4.4.	Reportes de los indicadores.	66
3.	DISEÑO Y DESARROLLO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN COMPUTARIZADOS	67
3.1.	CONCEPTOS GENERALES PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN COMPUTARIZADOS	67
3.1.1.	El proceso de diseño y sus etapas.	68
3.1.2.	Revisiones y criterios técnicos.	70
3.1.3.	Herramientas utilizadas.	71
3.2	CICLO DE VIDA DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN COMPUTARIZADOS	72

3.2.1.	Concepto de ciclo de vida.	73
3.2.2.	Procesos principales del ciclo.	73
3.2.3.	Principales modelos del ciclo de vida.	81
3.3	METODOLOGÍAS DE DESARROLLO PARA SISTEMAS DE INFORMACIÓN COMPUTARIZADOS	89
3.3.1.	Características principales de las metodologías.	92
3.3.2.	Clasificación de las metodologías.	94
3.3.3.	Metodología de desarrollo (MÉTRICA).	99
3.4.	BASES DE DATOS	103
3.4.1.	Componentes principales de una base de datos.	105
3.4.2.	Modelos de bases de datos.	107
3.4.3.	Ventajas de las bases de datos.	111
4.	DISEÑO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA MANTENIMIENTO DE CAMPO COLORADO	113
4.1	ANÁLISIS Y DEFINICIÓN DE REQUERIMIENTOS	114
4.2.	DISEÑO DEL SISTEMA	117
4.2.1.	Diseño de la estructura general del sistema.	117
4.2.2.	Diseño del flujo de datos.	119
4.2.3.	Diseño de entradas y salidas.	119
4.2.4.	Diseño de la base de datos y su interacción con el sistema.	121
4.2.5.	Diseño de interfaces de usuario.	123
4.2.6.	Diseño de seguridad y control.	127
4.2.7.	Diseño de procedimientos.	129
4.3.	ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN	130
4.3.1.	Módulo Campo-Escuela Colorado.	131
4.3.2.	Módulo Inventario y Almacén.	142
4.3.3.	Módulo Mantenimiento.	149
4.3.4.	Módulo Alarmas.	165

4.3.5.	Módulo Formatos y Reportes.	169
4.3.6.	Módulo Consultas.	175
4.3.7.	Módulo Acceso/Usuarios.	180
4.4.	PLATAFORMA DE DESARROLLO	184
4.4.1.	Descripción del lenguaje de programación y entorno de ejecución.	184
4.4.2.	Beneficios de ACCESS.	188
4.4.3.	Documentación de la base de datos.	191
4.5.	MANEJO Y ACCESO A LA INFORMACIÓN DE SIMCCO.	192
4.5.1.	Ingreso al sistema e interfaz de inicio.	192
4.5.2.	Niveles de usuario.	193
4.5.3.	Botones de control y acceso rápido.	195
4.6.	EQUIPO Y SOPORTE.	198
5.	PRUEBAS E IMPLEMENTACIÓN	199
5.1.	PRUEBAS	199
5.1.1.	Pruebas de unidad.	201
5.1.2.	Pruebas de integración.	202
5.1.3.	Pruebas del sistema.	202
5.1.4.	Pruebas de aceptación.	203
5.2.	IMPLEMENTACIÓN	203
6.	MANUAL DE USUARIO SIMCCO	206
6.1.	INSTALACIÓN DE SIMCCO	207
6.2.	INGRESO AL SISTEMA	208
6.3.	NIVELES DE USUARIO	209
6.3.1.	Usuario nivel 1: Administrador.	209
6.3.2.	Usuario de nivel 2: Planeador-Programador.	210
6.3.3.	Usuario de nivel 3: Operador.	211
6.4.	MANEJO Y CONTROL DE SIMCCO	212
6.5.	MENÚ PRINCIPAL	214

6.6.	MANEJO MÓDULO CAMPO-ESCUELA COLORADO	214
6.6.1.	Registro de equipos.	215
6.6.2.	Registro de personal.	220
6.6.3.	Registro de proveedores/contratistas/fabricantes.	221
6.6.4.	Secciones, zonas y empresa.	221
6.6.5.	Pozos y manifolds.	222
6.7.	MANEJO MÓDULO INVENTARIO Y ALMACÉN	225
6.7.1	Registro de herramientas, materiales y repuestos.	225
6.7.2.	Registro movimientos de almacén, ajustes de inventario y kardex.	229
6.7.3.	Inventario de equipos.	231
6.8.	MANEJO MÓDULO MANTENIMIENTO	232
6.8.1.	Registro de ordenes de trabajo.	232
6.8.2.	Registro de solicitudes de servicio.	237
6.8.3.	Cronograma actual.	238
6.8.4.	Tarjeta de costos.	239
6.8.5.	Registro de procedimientos.	240
6.8.6.	Registro inspección de equipos.	242
6.8.7.	Registro lubricación de equipos.	243
6.9.	VISUALIZACIÓN Y CONSULTA DEL MÓDULO ALARMAS	244
6.9.1.	Ordenes de trabajo pendientes.	244
6.9.2.	Solicitudes de servicio pendientes.	246
6.9.3.	Stocks de inventario.	246
6.10.	FUNCIONAMIENTO Y OPERACIÓN DEL MÓDULO FORMATOS Y REPORTES	247
6.10.1.	Reportes de indicadores de gestión.	248
6.10.2.	Reportes de costos de mantenimiento.	249
6.10.3.	Informes de historias de mantenimiento.	250
6.10.4.	Informes de ficha técnica.	251

6.10.5. Informes listas varias.	251
6.11. FUNCIONAMIENTO DEL MÓDULO CONSULTAS	254
6.11.1. Búsqueda de equipos.	255
6.11.2. Búsqueda listado de O.T.	255
6.11.3. Búsqueda listado de S.S.	256
6.11.4. Búsqueda de proveedores/contratistas/fabricantes.	257
6.11.5. Consulta de inventarios.	258
6.11.6. Búsqueda de personal.	258
6.12. MANEJO DEL MÓDULO ACCESO/USUARIOS	259
6.12.1. Grupos de trabajo.	259
6.12.2. Configuración de usuarios.	260
6.12.3. Ayuda al usuario.	261
6.12.4. Registro de información proyectos y pasantías.	261
7. CONCLUSIONES	263
BIBLIOGRAFÍA	265

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Variables de Entrada del Sistema de Información.	6
Figura 2. Variables de Salida del Sistema de Información.	6
Figura 3. Ruta de la Orden de Servicio y Orden de Trabajo.	11
Figura 4. Formato y Manera de Aplicar los Códigos.	13
Figura 5. Formato Hoja de Lubricación Actual.	16
Figura 6. Formato Actual de la Hoja de Vida de Equipos.	18
Figura 7. Ejemplo Método de Codificación de Materiales.	27
Figura 8. Ejemplo Método de Codificación de Herramientas.	28
Figura 9. Ejemplo Método de Codificación de Repuestos.	28
Figura 10. Ejemplo método de Codificación Documentación Técnica.	33
Figura 11. Principales Elementos y Relaciones de un Sistema.	40
Figura 12. El Enfoque Sistémico.	40
Figura 13. Conversión de Datos a Información.	42
Figura 14. Obtención y Circulación de Información.	45
Figura 15. Componentes de un SI Computarizado para Mantenimiento.	49
Figura 16. Tipos de Sistemas de Información Computarizados.	50
Figura 17. Funcionamiento del Sistema de Información Computarizado.	53
Figura 18. Elementos Básicos de un SI para Mantenimiento.	54
Figura 19. Escenarios que Generan una Orden de Trabajo.	57
Figura 20. Elementos del Formato para la Hoja de Vida	58
Figura 21. Tipos de Procedimientos Estándar de Mantenimiento.	59
Figura 22. Procesos, Papeles y Relaciones del Ciclo de Vida Software.	75
Figura 23. Modelo de Ciclo de Vida en Cascada.	83

Figura 24.	Modelo de Ciclo de Vida Incremental.	85
Figura 25.	Modelo de Ciclo de Vida en Espiral.	87
Figura 26.	Fases y Actividades Básicas del Modelo en Espiral.	88
Figura 27.	Clasificación de las Metodologías de Desarrollo.	95
Figura 28.	Actividades en la FASE 1 de MÉTRICA (Análisis).	101
Figura 29.	Actividades en la FASE 2 de MÉTRICA (Diseño).	102
Figura 30.	Actividades en la FASE 3 de MÉTRICA (Construcción).	102
Figura 31.	Actividades en la FASE 4 de MÉTRICA (Implantación).	103
Figura 32.	Esquema de una Base de Datos.	104
Figura 33.	Relación Entre una Aplicación de Base de Datos y un S.G.B.D.	106
Figura 34.	Arquitectura de la Información para SI de Campo Colorado.	115
Figura 35.	Información de Entrada al Sistema.	116
Figura 36.	Salidas de Información del Sistema.	116
Figura 37.	Estructura General del Sistema.	118
Figura 38.	Diagrama de Flujo General del Sistema.	120
Figura 39.	Tipos de Relaciones entre Distintas Entidades del Sistema.	123
Figura 40.	Modelo Principal E/R para las Tablas O.T. y Equipos.	124
Figura 41.	Interfaz de Entrada y Acceso a SIMCCO.	126
Figura 42.	Interfaz del Menú Principal para la Operación de SIMCCO.	127
Figura 43.	Módulo Campo-Escuela Colorado.	131
Figura 44.	Formulario Empresa.	132
Figura 45.	Formulario Secciones.	132
Figura 46.	Formulario Zonas.	133
Figura 47.	Formulario Personal.	134
Figura 48.	Diagrama de Flujo de Información para Formulario Personal.	135
Figura 49.	Formulario Proveedores/Contratistas/Fabricantes.	135
Figura 50.	Diagrama de Flujo Proveedores/Contratistas/Fabricantes.	136
Figura 51.	Formulario Registro de Equipos.	137

Figura 52.	Formulario Adicional Hoja de Vida, (Registro Equipos).	138
Figura 53.	Formulario Adicional Equipos Asociados, (Registro Equipos).	138
Figura 54.	Formulario Adicional Anexos, (Registro Equipos).	139
Figura 55.	Formulario Adicional Partes, (Registro Equipos).	139
Figura 56.	Formulario Adicional Datos Técnicos, (Registro Equipos).	140
Figura 57.	Diagrama de Flujo de información para Registro de Equipos.	141
Figura 58.	Formulario Pozos.	141
Figura 59.	Formulario Manifolds.	142
Figura 60.	Módulo Inventario y Almacén.	143
Figura 61.	Formulario Herramientas.	144
Figura 62.	Formulario Materiales.	145
Figura 63.	Formulario Repuestos.	145
Figura 64.	Diagrama de Flujo para Recursos de Mantenimiento.	146
Figura 65.	Formulario Movimientos de Almacén.	147
Figura 66.	Diagrama de Flujo Información para Movimientos Almacén.	147
Figura 67.	Formulario Ajustes de Inventario.	148
Figura 68.	Formulario Kardex.	148
Figura 69.	Formulario Inventario de Equipos.	149
Figura 70.	Módulo Mantenimiento.	150
Figura 71.	Formulario Ordenes de Trabajo, (Datos Generales).	151
Figura 72.	Formulario Ordenes de Trabajo, (Actividades).	152
Figura 73.	Formulario Ordenes de Trabajo, (MTRL/REPT/HRTA).	153
Figura 74.	Formulario Ordenes de Trabajo, (Personal).	154
Figura 75.	Formulario Ordenes de Trabajo, (Personal).	154
Figura 76.	Formulario Ordenes de Trabajo, (Observaciones).	155
Figura 77.	Diagrama de Flujo para Ordenes de Trabajo.	156
Figura 78.	Formulario Solicitudes de Servicio.	157
Figura 79.	Diagrama de Flujo para Solicitudes de Servicio.	157

Figura 80.	Formulario Cronograma Actual.	158
Figura 81.	Formulario Tarjeta de Costos.	159
Figura 82.	Formulario Procedimientos.	160
Figura 83.	Formulario Adicional Protocolos, (Procedimientos).	161
Figura 84.	Formulario Adicional Actividades, (Procedimientos).	161
Figura 85.	Formulario Adicional Frecuencias, (Procedimientos).	162
Figura 86.	Formulario Adicional Tipo Mantenimiento, (Procedimientos).	163
Figura 87.	Formulario Adicional Tipo de Trabajo, (Procedimientos).	163
Figura 88.	Formulario Equipos Inspección.	164
Figura 89.	Formulario Equipos Lubricación.	165
Figura 90.	Módulo Alarmas.	166
Figura 91.	Formulario Ordenes de Trabajo Pendientes, (Alarmas).	166
Figura 92.	Formulario Solicitudes de Servicio Pendientes, (Alarmas).	167
Figura 93.	Formulario Stocks de Inventarios, (Alarmas).	168
Figura 94.	Diagrama de Flujo para Stocks de Inventarios, (Alarmas).	168
Figura 95.	Módulo Formatos y Reportes.	169
Figura 96.	Formulario Indicadores de Gestión.	171
Figura 97.	Formulario Costos de Mantenimiento.	172
Figura 98.	Formulario Historia de Mantenimientos.	173
Figura 99.	Formulario Ficha Técnica de Equipos.	174
Figura 100.	Formulario Listas Varias.	174
Figura 101.	Módulo Consultas.	175
Figura 102.	Formulario Búsqueda de Equipos.	176
Figura 103.	Formulario Búsqueda Listas O.T.	177
Figura 104.	Formulario Búsqueda Listas S.S.	177
Figura 105.	Formulario Búsqueda Proveedores/Contratistas/Fabricantes.	178
Figura 106.	Formulario Consulta de Inventarios.	179
Figura 107.	Formulario Búsqueda de Personal.	179

Figura 108. Módulo Acceso/Usuarios.	180
Figura 109. Formulario Grupos de Trabajo.	181
Figura 110. Formulario Configuración de Usuarios.	182
Figura 111. Flujo de Información para el Formulario Usuarios.	182
Figura 112. Formulario Ayuda.	183
Figura 113. Formulario Información Proyectos y Pasantías.	184
Figura 114. Formulario Adicional Anexos, (Información Proyectos).	184
Figura 115. Permisos para el Usuario Nivel 1, (Administrador).	194
Figura 116. Permisos para el Usuario Nivel 2, (Planeador-Programador).	195
Figura 117. Permisos para el Usuario Nivel 3, (Operador).	196
Figura 118. Botones para Manejo de Formularios Básicos o Fichas.	197
Figura 119. Botones para Manejo Formularios de Listas.	197
Figura 120. Actividades a Realizar Durante la Fase de Pruebas.	201
Figura 121. Formato de Pruebas y Aceptación de SIMCCO.	205
Figura 122. Continuación Formato de Pruebas y Aceptación de SIMCCO.	206
Figura 123. Exploración Archivos Almacenados en el CD SIMCCO V1.0.	208
Figura 124. Menú de Entrada a SIMCCO.	209
Figura 125. Botones para Manejo Formularios de Listas.	213
Figura 126. Botones para Manejo de Formularios Básicos o Fichas.	213
Figura 127. Menú de Entrada a SIMCCO.	214
Figura 128. Manejo del Formulario Registro de Equipos.	216
Figura 129. Visualización del Formulario Hoja de vida.	217
Figura 130. Registro de Equipos Asociados.	217
Figura 131. Registro Anexos de Equipos.	218
Figura 132. Registro Datos Técnicos de Equipos.	219
Figura 133. Formularios para Registro de Repuestos de Equipos.	219
Figura 134. Registro de Fotografías de Equipos.	220
Figura 135. Como Ampliar la Fotografía del Equipo.	220

Figura 136. Registro de Personal, Ficha Datos Generales.	223
Figura 137. Registro de Personal, Ficha Perfil del Empleado.	223
Figura 138. Registro de Proveedores/Contratistas/Fabricantes.	224
Figura 139. Formularios para Registro de Secciones, Zonas y Empresa.	224
Figura 140. Registro de Manifolds y Pozos.	225
Figura 141. Registro de Herramientas.	226
Figura 142. Registro de Materiales.	227
Figura 143. Registro de Repuestos.	228
Figura 144. Registro Movimientos de Almacén.	229
Figura 145. Registro Ajustes de Inventario.	230
Figura 146. Registro Kardex.	231
Figura 147. Consulta del Inventario General de Equipos.	232
Figura 148. Registro O.T. Sección Datos Generales.	234
Figura 149. Registro O.T. Sección Actividades.	235
Figura 150. Registro O.T. Sección Materiales/Repuestos/Herramientas.	235
Figura 151. Registro O.T. Sección Personal.	236
Figura 152. Registro O.T. Sección Costos de Mantenimiento.	237
Figura 153. Registro O.T. Sección Observaciones.	237
Figura 154. Registro Solicitudes de Servicio.	238
Figura 155. Consulta Formulario Cronograma Actual.	239
Figura 156. Consulta Formulario Tarjeta de Costos.	240
Figura 157. Consulta Formulario Procedimientos.	241
Figura 158. Registro Protocolos de Mantenimiento.	242
Figura 159. Registro Inspección de Equipos.	243
Figura 160. Registro Lubricación de equipos.	244
Figura 161. Visualización Alarmas de O.T. Pendientes.	245
Figura 162. Visualización Alarmas S.S. Pendientes.	246
Figura 163. Visualización Alarmas Stocks de Inventario.	247

Figura 164. Visualización Reporte de Indicadores de Gestión.	249
Figura 165. Visualización Reporte de Costos de Mantenimiento.	250
Figura 166. Visualización Reporte Historias de Mantenimiento.	251
Figura 167. Operación Formulario Ficha técnica de Equipos.	252
Figura 168. Informe de Ficha Técnica C-70.	252
Figura 169. Operación Formulario Listas Varias.	253
Figura 170. Informe Registro de Material, (Recurso Individual).	253
Figura 171. Informe Registro de Herramientas, (Listado de Recursos).	254
Figura 172. Consulta de Equipos.	255
Figura 173. Consulta Listado de Ordenes de Trabajo.	256
Figura 174. Consulta Listado de Solicitudes de Servicio.	257
Figura 175. Consulta Listado de Proveedores/Contratistas/Fabricantes.	257
Figura 176. Consulta de Inventarios de Recursos.	258
Figura 177. Búsqueda de Personal.	259
Figura 178. Registro de Grupos de Trabajo.	260
Figura 179. Formulario Configuración de Usuarios.	260
Figura 180. Visualización Formulario Ayuda al Usuario.	261
Figura 181. Visualización Formulario Información Proyectos y Pasantías.	262
Figura 182. Búsqueda de Proyectos y Pasantías, (Informes).	262

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Listado de Requerimientos del Sistema de Información Actual.	4
Tabla 2. Componentes Ficha Técnica.	7
Tabla 3. Componentes Hoja de Lubricación de Equipos.	8
Tabla 4. Componentes Solicitudes de Servicios.	8
Tabla 5. Componentes Órdenes de Trabajo.	9
Tabla 6. Componentes Tarjeta de Costos.	9
Tabla 7. Componentes Historia de Mantenimiento por Equipos.	10
Tabla 8. Componentes Inspección de Equipos.	10
Tabla 9. Clasificación de Instructivos de Mantenimiento Actuales.	12
Tabla 10. Atributo del Tipo de Información.	13
Tabla 11. Atributo del Área o Departamento que Emite el Documento.	13
Tabla 12. Codificación Actual de la Documentación de la Supervisión de Mantenimiento.	14
Tabla 13. Codificación de Repuestos.	26
Tabla 14. Codificación de Materiales.	26
Tabla 15. Codificación de Herramientas.	27
Tabla 16. Codificación de Unidades de Bombeo según Modelo.	27
Tabla 17. Listado de Repuestos para Unidades de Bombeo.	28
Tabla 18. Listado de Herramientas del Campo.	29
Tabla 19. Codificación de Manifolds.	31
Tabla 20. Codificación Zonas de Campo Colorado.	32
Tabla 21. Codificación Propuesta para el Manejo de la Documentación del Departamento de Mantenimiento.	33

Tabla 22. Codificación Fotografías para los Equipos de Campo Colorado.	34
Tabla 23. Fases Generales y Tareas en el Proceso de Desarrollo de SI.	77
Tabla 24. Puntos de Vista para Diferenciar los Modelos de Ciclo de Vida.	82
Tabla 25. Objetivos de las Metodologías de Desarrollo de Software.	91
Tabla 26. Tres Puntos de Vista para la Clasificación de Metodologías.	94
Tabla 27. Indicadores de Gestión del Sistema de Información para Mantenimiento.	170
Tabla 28. Ventajas de Microsoft Access.	190

RESUMEN

TÍTULO:

SISTEMA COMPUTARIZADO PARA LA ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO DE CAMPO COLORADO *

AUTOR:

Ronald Darío Sanabria Rosas. **

PALABRAS CLAVES:

Sistema de información, Campo Colorado, Indicadores de Gestión, Mantenimiento.

DESCRIPCIÓN:

El objetivo de este proyecto fue contribuir con la Universidad Industrial de Santander facilitando sus labores de Administración relacionadas con el área de Mantenimiento y Producción de Campo Colorado, mediante el Diseño de su Sistema Computarizado para la Administración del Mantenimiento.

El proyecto comprende las siguientes etapas: recopilación y organización de la documentación técnica existente sobre las instalaciones, sobre la operación y sobre la ejecución del mantenimiento en Campo Colorado; realización de un análisis y diagnóstico del sistema de información actual del campo, con el fin de establecer los componentes relevantes del sistema de información para la planeación, programación y ejecución del mantenimiento en el campo; luego se estableció un marco teórico sobre los sistemas de información para mantenimiento, junto con una explicación de la metodología utilizada (MÉTRICA) para llegar al desarrollo final. Por último se describió el proceso de diseño y desarrollo del sistema de información computarizado, resaltando su estructura, definición de entradas y salidas, diseño del flujo de información e interrelaciones entre sus componentes, diseño de la interfaz de usuario, los niveles de seguridad y control, los procedimientos, diseño de los formularios y descripción de cada una de las funciones del programa. Además se dan algunas razones para la utilización de Microsoft Access como plataforma de desarrollo, y finalmente se describen las pruebas realizadas y el manual del usuario para el sistema de información.

El resultado final es un software de fácil manejo y entorno amigable con el usuario, que se presenta como una excelente herramienta para auxiliar al personal de mantenimiento mecánico del campo en sus funciones de programación y control del mantenimiento, además de mejorar y evaluar la efectividad del mismo, a través, del fácil diligenciamiento de la documentación y visualización de reportes detallados sobre como se utilizan los recursos asignados al mantenimiento.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Ing. Carlos R. González.

SUMMARY

TITLE:

COMPUTERIZED SYSTEM FOR THE ADMINISTRATION OF MAINTENANCE OF CAMPO COLORADO *

AUTHOR:

Ronald Darío Sanabria Rosas. **

KEY WORDS:

Information System, Campo Colorado, Indicators of management, Maintenance.

DESCRIPTION:

The objective of this project was to contribute with the Industrial University of Santander facilitating its works of Administration related with the area of Maintenance and Production of Campo Colorado, by means of the Design of its Computerized System for the Administration of the Maintenance.

The project to include the following stages: compilation and organization of the existent technical documentation about the facilities, about the operation and about the execution of the maintenance in Campo Colorado; realization of an analysis and diagnostic of the current information system of the field, with the purpose of establish the outstanding components of the system of information for the planning, programming and execution of the maintenance in the field; then a theoretical mark settled down about the systems of information for maintenance, together with an explanation of the used methodology (MÉTRICA) to arrive to the final development. Lastly it was described the design process and development of the Computerized System of Information for the Maintenance, standing out their structure, definition of inputs and exits, design of the flow of information and interrelations among their components, design of user's interface, the levels of security and control, the procedures, design of the forms and description of each one of the functions of the program. They are also agreed with for the use of Microsoft Access like development platform, and finally the carried out tests and the user's manual are described for the system of information.

The final result is a software of easy handling and friendly environment with the user that is presented like an excellent tool for auxiliary to the personnel of mechanical maintenance of the field in its programming functions and control of the maintenance, besides to improve and to evaluate the effectiveness of the same one, trough, the easy filling of the documentation and visualization of detailed reports on like the resources are used assigned to the maintenance.

* Degree Work.

** Physical-Mechanical Engineerings Faculty, Mechanical Engineering, Eng. Carlos R. González Bohórquez.

INTRODUCCIÓN

Campo Colorado es una unidad académica administrativa de carácter científico, tecnológico y de operación de hidrocarburos, creada para poner en funcionamiento el Convenio Inter-Administrativo de Cooperación Empresarial con fines científicos y tecnológicos suscrito entre la UIS y ECOPETROL S.A., que busca incorporar un componente práctico a los programas académicos de la universidad para fomentar y enriquecer sus actividades de formación, investigación y capacitación, contribuyendo así con el cumplimiento de su misión. Además, el Campo-Escuela Colorado permitirá que la industria petrolera nacional disponga de un laboratorio para la experimentación y desarrollo de nuevas tecnologías orientadas a aumentar la producción del país y mejorar los estándares operacionales.

El campo comprende una superficie de 60 Km² la cual se encuentra ubicada en el corregimiento de Yarima, municipio de San Vicente de Chucurí en el Departamento de Santander, República de Colombia. Campo Colorado está localizado en la Cuenca del Valle Medio del Magdalena (VMM) en la Provincia Estructural del Piedemonte Occidental de la Cordillera Oriental, en inmediaciones del Municipio de San Vicente de Chucurí, al sureste del municipio de Barrancabermeja (Santander) y al sur del Campo La Cira-Infantas. Este campo tiene una longitud aproximada de 10 kilómetros de largo y 3 kilómetros de ancho.

Este proyecto de grado contribuirá a facilitar la labor inicial de administración y actividades preliminares en la Gestión de Mantenimiento del campo por parte de la UIS. De acuerdo a esto, la Universidad ha

dispuesto de los recursos humanos, económicos, instalaciones e infraestructura necesarios para prevenir fallas en la labor productiva de Campo Colorado, implicando continuidad en su producción y operación.

Esta es la razón por la cual se desarrolló el presente proyecto de grado, con el fin de proporcionar una herramienta útil en el mejoramiento de las prácticas de mantenimiento y el manejo de la información acerca del mismo, para los equipos del campo. Además, este proyecto también intenta suplir la necesidad de disponer de un buen sistema de información computarizado para el mantenimiento del campo, que permita la fácil planeación, programación y ejecución de las actividades del mantenimiento.

Este proyecto está estructurado de la siguiente manera: el primer capítulo describe el sistema de información actual, el diagnóstico y la propuesta de mejora para este sistema; en el segundo capítulo se muestra la teoría acerca de los sistemas de información para mantenimiento, mencionando sus generalidades, antecedentes, elementos básicos y los indicadores de gestión a manejar en el sistema; ya conocido esto, este documento en el tercer capítulo muestra de manera detallada la teoría para el diseño y desarrollo de sistemas de información computarizados. Toda la descripción del diseño del sistema se trata con gran profundidad en el capítulo cuatro así: análisis y definición de requerimientos, diseño, organización, plataforma de desarrollo, manejo y acceso a la información, y el equipo y soporte necesario para la utilización del sistema; las pruebas e implementación del mismo son tema del quinto capítulo; y en el capítulo seis se describe con mucha profundidad el manual del usuario y se enseñan algunos aspectos sobre el correcto manejo y operación de SIMCCO para obtener sus mejores resultados.

1. SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO EN CAMPO COLORADO

En este capítulo se tratará sobre el mantenimiento y la operación de los equipos, que se lleva a cabo en Campo Colorado; se describirá el sistema de información actual, se presentará un diagnóstico realizado a éste sistema y se expondrá la propuesta de mejora al Sistema de Información para el Mantenimiento de Campo Colorado.

1.1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ACTUAL

El Sistema de Información Actual se estableció con base en el trabajo realizado en el proyecto “PLAN DE MANTENIMIENTO DE CAMPO COLORADO”¹, a continuación se mostrarán los requerimientos que en éste proyecto se definieron; la descripción de la documentación propuesta para manejar la información en Campo Colorado y la codificación de ésta documentación. Todo ello con el fin de presentar las bases iniciales para el desarrollo del presente proyecto.

1.1.1. Requerimientos del sistema de información actual². Un requerimiento es una característica que debe incluirse en un nuevo sistema. Para determinar los requerimientos del Sistema de Información se estudió detalladamente el sistema de mantenimiento que operaba en Campo

¹ CALDERON, Luis y NAVARRETE, Pablo. Plan de Mantenimiento de Campo Colorado. Proyecto de Grado. Escuela de Ingeniería Mecánica. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, 2007. 217 p.

² *Ibid.* p. 193-196.

Colorado 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 al Cuadro Operativo del Campo.

En la Tabla 1 se muestran los requerimientos establecidos para el sistema de información del campo, presentados en el PLAN DE MANTENIMIENTO DE CAMPO COLORADO. Estos requerimientos se tuvieron en cuenta, para el diseño y desarrollo del sistema de información para mantenimiento del campo; con el fin de satisfacerlos mediante el desarrollo del presente proyecto, lo cual se podrá ver más claramente en el capítulo cuatro de éstas memorias, donde se describe como fue diseñado el Sistema de Información para Mantenimiento de Campo Colorado.

Tabla 1. Listado de Requerimientos del Sistema de Información Actual.

REQUERIMIENTO	DESCRIPCIÓN REQUERIMIENTO
Programas de Mantenimiento Preventivo y Correctivo.	El sistema de Información debe permitir la planeación y programación de las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo del campo.
Información de Mantenimiento.	Acceso a los costos totales para cada uno de los mantenimientos preventivos para todos los equipos, la frecuencia de mantenimiento, características generales del equipo, edad del equipo, frecuencia de paradas, tipo de paradas, ubicación y coordenadas del equipo.
Acceso a Inventario de Repuestos y Herramientas.	Tener acceso a los inventarios de recursos de mantenimiento con datos como: nombre del recurso, costos, proveedores, fabricantes, etc.
Órdenes de Trabajo.	Elaboración a partir de mantenimientos programados y O.S. Debe incluir el tipo de OT, horas hombre requeridas, hora de inicio y finalización, código del equipo a reparar, observaciones.

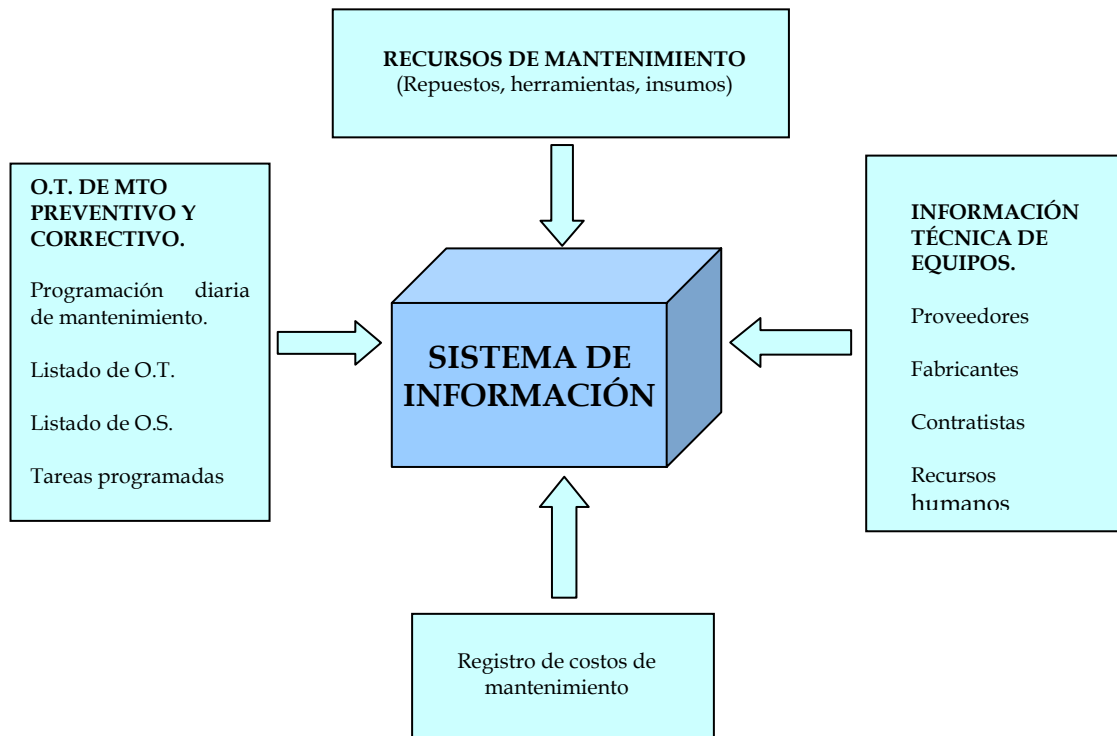
Órdenes de Trabajo Ejecutadas.	Alimentación de hoja de vida, tarjeta de costos, generación de información para reportes de: costos, inventarios, etc.
Datos de proveedores de servicios de mantenimiento o servicios técnicos	En el momento de no contar con suficiente personal para una OT, el sistema debe proporcionar información acerca de proveedores de servicio de mantenimiento o servicios técnicos. La información debe contar con nombre de proveedor, tipo de servicio, datos de ubicación, esta información debe estar consignada en la ficha técnica del equipo.
Orden de Trabajo	Íngreso de datos después de sucedido el evento, desde el área de mantenimiento. Todas las OT deben contener tiempo estimado de mantenimiento, tiempo que se tardó el mantenimiento, tipo de paro, código del equipo, actividad a realizar, observaciones del operario de mantenimiento acerca de la reparación, responsable que ejecutó la orden de trabajo.
Informe de costos	Informe de los costos incurridos durante el proceso de mantenimiento. Costos como la mano de obra, los repuestos y otros recursos utilizados.
Informes de gestión	Disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad.

Fuente: CALDERON, Luis y NAVARRETE, Pablo. Op. Cit. p. 194-195.

➤ **Variables de entrada y salida.** Existe un tipo de información básica que se debe alimentar a un sistema de información de mantenimiento para que las tareas que se ejecuten posteriormente tengan completa coherencia, secuencia y efectividad, esto corresponde a la población de datos. Además existen las variables de entrada y salida, cuyo flujo dentro del sistema de información garantizará un aprovechamiento del potencial de la aplicación y la obtención de la información de manera ágil y oportuna.

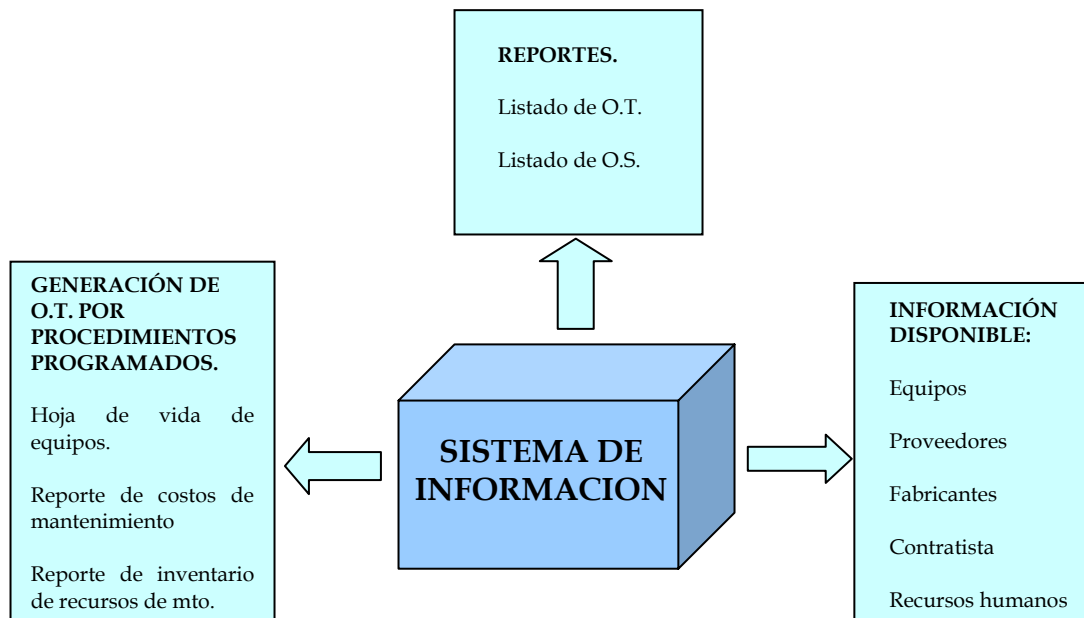
Las variables de entrada descritas en la Figura 1 son fundamentales y necesarias para que el sistema entregue resultados suficientes y veraces sobre la función mantenimiento; tanto reportes escritos como información guardada en una base de datos. La información que debe arrojar el sistema de información se puede observar en la Figura 2, donde se representan las variables de salida para el sistema.

Figura 1. Variables de Entrada del Sistema de Información.



Fuente: CALDERON, Luis y NAVARRETE, Pablo. Op. Cit. p. 196.

Figura 2. Variables de Salida del Sistema de Información.



Fuente: CALDERON, Luis y NAVARRETE, Pablo. Op. Cit. p. 196.

1.1.2. Documentación del sistema de información³. El éxito de la documentación en un programa de Mantenimiento, radica en que sea ágil, fácil de entender, de diligenciar y de administrar, además debe contener toda la información que le permita cumplir con sus objetivos. Es por ello que en este numeral se presentarán los componentes básicos de cada documento establecido para el Sistema de Información para Mantenimiento de Campo Colorado; después se mostrará en el numeral 1.2.1, el diagnóstico a la documentación para el manejo de la información; para finalmente exponer la propuesta de mejora al Sistema de Información actual del campo en el subtítulo 1.3 de estas memorias.

➤ **Ficha técnica de equipos.** Es el documento informativo básico y fundamental del equipo, resume sus características originales y datos operativos. Los datos a consignar en ésta son los mostrados en la Tabla 2.

Tabla 2. Componentes Ficha Técnica.

DATOS DE CONTROL	DATOS DEL EQUIPO	EQUIPOS ASOCIADOS	LISTADO DE PARTES	LISTADO DE PROVEEDORES
Sección a la cual pertenece el documento.	Nombre, Coordenadas, Código, Pozo, Marca, Modelo, Fabricante.	Elementos Características	Descripción	Nombre Datos generales Repuestos suministrados
Nombre del Documento.			Referencia Cantidad Observaciones	

Fuente: CALDERON, Luis y NAVARRETE, Pablo. Op. Cit. p. 198.

➤ **Hoja de lubricación de equipos.** En este documento se detalla la programación de actividades de lubricación a realizar por equipo, con el objetivo de prevenir cualquier tipo de falla por lubricante y aumentar la vida útil de los equipos. En la Tabla 3, se observan los componentes de la hoja de lubricación de equipos actual.

³ CALDERON, Luis y NAVARRETE, Pablo. Op. Cit. p. 197-212.

Tabla 3. Componentes Hoja de Lubricación de Equipos.

DATOS DE CONTROL DEL CAMPO	CONTENIDO
Sección a la cual pertenece el documento, Nombre del documento, Revisión del documento.	Fotografía del equipo con las partes a lubricar, nombre, código y coordenadas, fecha de inicio, tipo de lubricante a utilizar, parte a lubricar, frecuencia de la actividad, fechas de realización y chequeo, responsable.

Fuente: CALDERON, Luis y NAVARRETE, Pablo. Op. Cit. p. 200.

➤ **Solicitud de servicio.** Es la base para el trabajo de planeación y programación del mantenimiento; es el resultado de una inspección o falla observada.

Las solicitudes de servicio pueden ser solicitadas por los operarios del campo, son provenientes de las inspecciones o rondas realizadas por el personal y los programas sistemáticos. Cada solicitud debe ser aprobada por el encargado del área de mantenimiento. Los datos a consignar en una Solicitud de Servicio (S.S.), son los mostrados en la Tabla 4.

Tabla 4. Componentes Solicitudes de Servicios.

DATOS DE CONTROL DEL CAMPO	DATOS DEL EQUIPO
Sección a la cual pertenece el documento, nombre del documento, Revisión del documento.	Equipo, código del equipo, ubicación /coordenadas, tipo de daño, descripción del trabajo, grado de prioridad, estado deseado, observaciones, fecha de entrega, fecha de cumplimiento.

Fuente: CALDERON, Luis y NAVARRETE, Pablo. Op. Cit. p. 202.

➤ **Orden de trabajo.** Es el documento más importante de un programa de mantenimiento, ya que es el origen de cada actividad. Permite recopilar toda la información requerida en las intervenciones. Es la fuente de información para los registros históricos, es un documento que contiene información básica de tiempos, actividades, equipos, horas hombre y materiales. La orden de trabajo puede ser originada por una solicitud de servicio o por su emisión

según el programa de mantenimiento del campo. Los datos a ingresar en una Orden de Trabajo (O.T.) se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Componentes Órdenes de Trabajo.

DATOS DE CONTROL DEL CAMPO	DATOS DEL EQUIPO
Sección a la cual pertenece el documento, Nombre del documento, Revisión del documento.	Ubicación/coordenadas, fecha, pozo, número de O.T., actividad, código del equipo, insumos y repuestos utilizados, horas hombre empleadas, hora de inicio, hora de finalización, observaciones, responsable, tipo de mantenimiento.

Fuente: CALDERON, Luis y NAVARRETE, Pablo. Op. Cit. p. 204.

➤ **Tarjeta de costos.** La información que se maneja en esta tarjeta, corresponde a los costos por mantenimiento que genera cada pozo o la estación de bombeo en cada intervención que se realice, los costos que aquí se consignan, son tanto por mano de obra como por repuestos, así se podrá llevar un control adecuado, sobre este aspecto. En la Tabla 6 se observan los componentes de la tarjeta de costos de mantenimiento.

Tabla 6. Componentes Tarjeta de Costos.

DATOS DE CONTROL DEL CAMPO	DATOS DEL EQUIPO	DATOS DE REFERENCIA
Sección a la cual pertenece el documento, Nombre del documento, Revisión del documento.	Ubicación/coordenadas, Equipo, Código del equipo, Numero de la tarjeta, Centro de costo.	Fecha, actividad relacionada, Contrato o contratista, Costo por mano de obra, Costo de repuestos, Costo total.

Fuente: CALDERON, Luis y NAVARRETE, Pablo. Op. Cit. p. 206.

➤ **Historia de mantenimiento por equipos.** Aquí se consigna toda la información detallada y organizada cronológicamente de cada intervención de mantenimiento realizada a un equipo y/o a sus componentes. Los datos a consignar en la hoja de vida de equipos son los mostrados en la Tabla 7.

Tabla 7. Componentes Historia de Mantenimiento por Equipos.

DATOS DE CONTROL DEL CAMPO	DATOS DEL EQUIPO	DATOS DE REFERENCIA
Sección a la cual pertenece el documento, Nombre del documento, Revisión del documento.	Ubicación/coordenadas, equipo, código del equipo, pozo.	Fecha, mantenimiento preventivo – correctivo, numero de O.T, actividad o falla reportada, tiempo de parada en horas, Insumos y repuestos utilizados, Técnico o contratista.

Fuente: CALDERON, Luis y NAVARRETE, Pablo. Op. Cit. p. 208.

➤ **Inspección de Equipos.** En este documento se detallan las actividades mecánicas y eléctricas a realizar en cada uno de los equipos con el objetivo de detectar estados o condiciones inadecuadas que deben ser restituidas, así como requerimientos de servicio y operación que garanticen el buen funcionamiento.

El objetivo de las actividades de inspección es evitar paros imprevistos y garantizar la disponibilidad y confiabilidad electromecánicas requeridas para alcanzar las metas propuestas por producción. En la Tabla 8 se pueden ver los datos a ingresar durante una inspección de equipos, en este caso particular corresponden a las unidades de bombeo del campo.

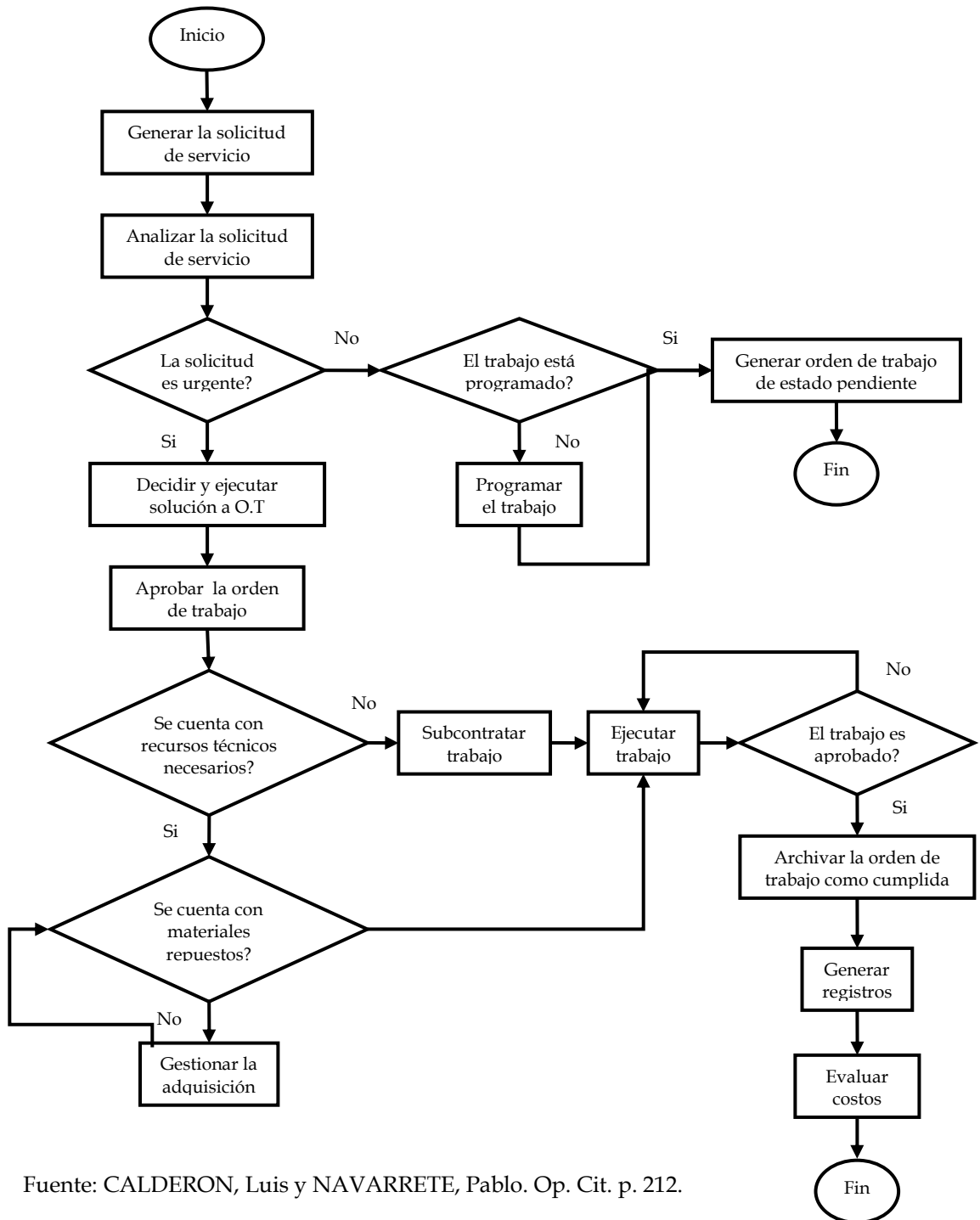
Tabla 8. Componentes Inspección de Equipos.

DATOS DE CONTROL DEL CAMPO	DATOS DE REFERENCIA
Sección a la cual pertenece el documento. Nombre del documento. Revisión del documento.	Fecha, responsable, pozo, coordenadas, modelo, serial, recorrido, número de inventario. Polea unidad (tipo, ranuras, Φ eje, cuñero), polea motor (tipo, ranuras, Φ eje, cuñero), tipo de correas, distancia centros (poleas), crank - # de huecos. Distancia centros (unidad), anclajes unidad, chanel motor, balanza, brazos, centrado, balanceo, crank izquierdo, crank derecho, guarda correas, rueda de baja, rueda intermedia, piñón intermedia, eje de alta, rodamientos eje de alta, rodamientos eje intermedia, rodamientos eje de baja, aceite caja reductora, chumacera de centro, chumacera de cola, pines, correas, polea unidad, polea motor, polea de freno, banda de freno, guaya de freno, conexiones/lubricar, escaleras, observación.

Fuente: CALDERON, Luis y NAVARRETE, Pablo. Op. Cit. p. 210.

➤ **Flujos de información para O.T. y S.S.** En la Figura 3, se muestran las rutas principales de la información, propuestas para el tratamiento de ésta.

Figura 3. Ruta de la Orden de Servicio y Orden de Trabajo.



Fuente: CALDERON, Luis y NAVARRETE, Pablo. Op. Cit. p. 212.

➤ **Instructivos de mantenimiento.** Existen básicamente cinco instructivos o protocolos de mantenimiento para el campo; los cuales están clasificados según el tipo de mantenimiento, ésta clasificación se puede ver en la Tabla 9.

Tabla 9. Clasificación de Instructivos de Mantenimiento Actuales.

TIPO DE MANTENIMIENTO	INSTRUCTIVOS SEGÚN TIPO DE MANTENIMIENTO
Instructivos para el Mantenimiento Correctivo.	Protocolo para el cambio de caja reductora a UB. Protocolo para el cambio de pasadores a UB.
Instructivos para el Mantenimiento Autónomo.	Instructivos para mantenimiento autónomo de UB. Instructivo para lubricación de UB. Instructivo para mantenimiento autónomo de válvulas de compuerta. Instructivo para mantenimiento autónomo de válvulas antirretorno.
Programa General para el Mantenimiento Preventivo.	Aquí están reunidos todos los anteriores instructivos (procedimientos); en éste programa, se encuentran los procedimientos de mantenimiento definidos para el campo y las actividades presentes en dichos procedimientos.

1.1.3. Codificación de los documentos⁴. Siempre que se hable de codificación, es conveniente referirse a clasificación y codificación, debido a que no hay una codificación sin una previa clasificación.

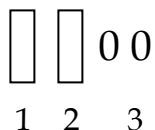
El objetivo que se desea alcanzar con esta codificación, fue lograr organizar y simplificar el tratamiento de la información que genera la coordinación de mantenimiento. A su vez, la misma estructura podría emplearse para las coordinaciones restantes del campo.

➤ **Formato y manera de aplicar.** Este código se aplicará a documentos, registros, formularios o procedimientos, el mismo dependerá de que

⁴ CALDERON, Luis y NAVARRETE, Pablo. Op. Cit. p. 213-215.

componente se trate de codificar. En la Figura 4 se puede ver la forma de aplicar los códigos a la documentación.

Figura 4. Formato y Manera de Aplicar los Códigos.



Fuente: CALDERON, Luis y NAVARRETE, Pablo. Op. Cit. p. 213.

➤ **Tipo de información.** En la Tabla 10 se describe el atributo de la información, que se compone de un dígito alfabético que indica el tipo de información tratada.

Tabla 10. Atributo del Tipo de Información.

CÓDIGO	TIPO
D	DOCUMENTO
R	REGISTRO
F	FORMATO
P	PROCEDIMIENTO

Fuente: CALDERON, Luis y NAVARRETE, Pablo. Op. Cit. p. 214.

➤ **Área o departamento.** En la Tabla 11 se define el atributo que indica el área que emite el documento.

Tabla 11. Atributo del Área o Departamento que Emite el Documento.

CÓDIGO	DEPARTAMENTO
G	GERENCIA
M	MANTENIMIENTO
P	PRODUCCION
Q	CALIDAD
A	ADMINISTRACION
C	COMPRAS

Fuente: CALDERON, Luis y NAVARRETE, Pablo. Op. Cit. p. 214.

➤ **Numeración de documentos.** En la tabla 12 se muestra como se definió el atributo, el cual está referido a los dos atributos anteriores e indica el nombre específico del documento.

Tabla 12. Codificación Actual de la Documentación de la Supervisión de Mantenimiento.

CÓDIGO	REFERENCIA
D M 01	Cronograma de Mantenimiento Preventivo
D M 02	Documento de Mantenimiento Preventivo
F M 01	Pedido de Trabajo (Solicitud de Servicio)
F M 02	Orden de Trabajo
F M 03	Orden de Compra
R M 01	Control de Gastos
R M 02	Historial de Mantenimiento
R M 03	Registro de Máquinas
P M 01	Procedimiento para Mantenimiento Preventivo
P M 02	Procedimiento Para Cambio de Partes
P M 03	Procedimiento Para Lubricación

Fuente: CALDERON, Luis y NAVARRETE, Pablo. Op. Cit. p. 215.

1.2. DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN Y SUS FLUJOS ACTUALES

El Sistema de Información para el Mantenimiento de Campo Colorado se inició con el proyecto de grado titulado: “PLAN DE MANTENIMIENTO DE CAMPO COLORADO” (Calderón, Luis. et al); en el cual se presentó la estructura organizacional del campo y se elaboró una propuesta para establecer una estructura organizacional para la gestión del mantenimiento del mismo; se describió el proceso de la función mantenimiento en el campo; y con base en esa descripción se diseñó en forma manual el sistema de información para mantenimiento; que consistió en inventariar y codificar la maquinaria y equipos de las zonas de producción, transporte y recolección del campo; se diseño y diligenciaron fichas técnicas, análisis de criticidad y

finalmente la elaboración de los formatos que permiten ejecutar y controlar las actividades programadas del mantenimiento para la maquinaria y equipos de producción de Campo Colorado.

Actualmente Campo Colorado no cuenta con un sistema de información computarizado para la administración del mantenimiento, que incluya planeación, programación y ejecución de las actividades del mantenimiento.

1.2.1. Diagnóstico de la documentación para el manejo de la información.

Este diagnóstico sirve para establecer los problemas presentes en el tratamiento de la información que se maneja en el campo; con el objeto de determinar y tomar las medidas correctivas para optimizar este tratamiento; en aspectos tanto técnicos como económicos. En el anterior proyecto se diseñaron una serie de formatos, los cuales se muestran a continuación y se describe uno a uno el diagnóstico realizado a dichos formatos.

➤ **Formato de ficha técnica.** El formato de ficha técnica es un formato en el cual se describe de manera general los equipos del campo, sin embargo, algunas fichas técnicas no existen porque solamente se encontraron en el momento de iniciar con éste proyecto, las correspondientes a las unidades de bombeo.

La ficha técnica carece de algunos datos generales como son: No. serie, No. inventario, referencia industrial, costo del equipo, fecha de adquisición, servicios requeridos para su funcionamiento; información sobre catálogos y especificación sobre la existencia de manuales, planos y otros; además de no poseer información sobre datos técnicos de los diferentes equipos del campo.

La ficha técnica se debe actualizar cuando se realiza un mantenimiento general al equipo y por ende se puede obtener más información, tal como, las partes del equipo, proveedores de estas partes, etcétera. Se puede decir que el sistema de información manual no es capaz de actualizarlas por sí sólo, a diferencia de un sistema de información computarizado.

➤ **Formato para lubricación de equipos.** Este formato se encuentra bien definido, solamente se debe aclarar que el campo *Fecha*, se refiere a las fechas de realización de la actividad de lubricación. Ver formato en la Figura 5.

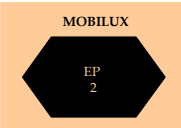
Figura 5. Formato Hoja de Lubricación Actual.

 Universidad Industrial de Santander	 CAMPO COLORADO	MANTENIMIENTO TECNOLÓGICO LUBRICACIÓN DE EQUIPOS CAMPO COLORADO	Pág. 1 de 1 RM 03 - 01 Rev.:0
--	---	--	--



2L





3L



1L



4L

EQUIPO:		CODIGO	
COORDENADAS:		FECHA INICIO	
LUBRICANTE:		FRECUENCIA	

PARTE A LUBRICAR:

FECHA	✓ ☐

FECHA	✓ ☐

FECHA	✓ ☐

RESPONSABLE:

Fuente: CALDERON, Luis y NAVARRETE, Pablo. Op. Cit. p. 201.

➤ **Formato de solicitud de servicio.** Es la base para el trabajo de planeación y programación; es el resultado de una inspección o falla observada. El formato actual correspondiente a una solicitud de servicio necesita algunas modificaciones, tales como:

✘ El formato de solicitud de servicio carece de un número consecutivo y de un estado que la identifique, lo que impide que al generar la O.T, ésta se asocie a la S.S que la generó.

✘ Cambiar el contenido del campo tipo de daño (en vez de mecánico, eléctrico, otro, ingresar parcial o total); adicionar un nuevo campo llamado trabajo de tipo (con el siguiente contenido: mecánico, eléctrico, eléctrico, hidráulico, otro).

➤ **Formato para orden de trabajo.** Este es el documento más importante de un programa de mantenimiento, ya que es el origen de cada actividad. La orden de trabajo es originada por una solicitud de servicio o por su emisión, según el programa de mantenimiento. El formato de O.T, carece de información fundamental para evaluar el desempeño de las labores de mantenimiento, tal como costos generados por las actividades, herramientas, repuestos y materiales utilizados, información detallada del tipo de mantenimiento, solicitud de servicio asociada si es el caso, entre otros.

➤ **Tarjeta de Costos.** Para llevar un control adecuado sobre este aspecto, se encuentra que este formato esta bien definido, al cual solo le haría falta aclarar de una mejor manera los costos de mano de obra interna o contratada, materiales herramientas y repuestos utilizados en las actividades del mantenimiento del campo.

➤ **Formato para historia de mantenimiento de equipos.** Aquí se consigna toda la información detallada y organizada cronológicamente de cada intervención de mantenimiento realizada a un equipo y a sus componentes. El formato de hoja de vida que se utiliza actualmente se puede ver en la Figura 6. Éste formato solamente carece de un campo para observaciones generales del equipo; por lo demás se encuentra bien definido.

Figura 6. Formato Actual de la Hoja de Vida de Equipos.

 		HISTORIA DE MANTENIMIENTO				Pag. 1 de 1		
		MANTENIMIENTO TECNOLÓGICO				RM 02 - 01		
		CAMPO COLORADO				Rev.: 0		
UBICACIÓN / COORDENADAS		EQUIPO		CÓDIGO DEL EQUIPO		POZO		
FECHA	MANTENIMIENTO		No. DE	ACTIVIDAD O FALLA REPORTADA		TIEMPO DE	INSUMOS Y	TECNICO O
	MP	MC	O.T	MECANICO	ELECTRICO	PARADA EN HORAS	REPUESTOS UTILIZADOS	CONTRATISTA

Fuente: CALDERON, Luis y NAVARRETE, Pablo. Op. Cit. p. 209.

➤ **Formato para inspección de equipos.** En este documento se detallan las actividades mecánicas y eléctricas a realizar, tan solo para las unidades de bombeo de Campo Colorado. Con éste formato no se agrupan de manera general todos los equipos del campo; haciendo falta definir y ordenar ciertos datos técnicos y otros de identificación de los diferentes equipos del campo; con el objetivo de detectar estados o condiciones inadecuadas, así como requerimientos de servicio y operación que garanticen el buen funcionamiento.

- **Diagnóstico del flujo de información para O.T y S.S.** En la Figura 3, presentada anteriormente, se vieron las rutas principales de la información, propuestas para el tratamiento de ésta. El diagrama de flujo presentado en esta figura se puede utilizar para el diseño del Sistema de Información para Mantenimiento de Campo Colorado, en lo que se refiere al manejo de las ordenes de trabajo y solicitudes de servicio para el mantenimiento del campo.

Para finalizar con el contenido de éste numeral, es importante aclarar que la actualización de toda la documentación anteriormente mencionada, deberá estar a cargo del Supervisor, el Profesional de mantenimiento del campo y los estudiantes de Ingeniería Mecánica de la UIS, que semestralmente realicen la pasantía de mantenimiento en Campo Colorado.

1.2.2. Diagnóstico sobre la codificación de la documentación. De la manera en que está diseñada la codificación de la documentación para el registro de la información referente al mantenimiento de los equipos del campo, se puede contar con una buena ayuda para el control, manejo e identificación de la documentación para el mantenimiento del campo. Haría falta una codificación, sobre las zonas definidas en el “PLAN DE MANTENIMIENTO DE CAMPO COLORADO”⁵; al igual que codificación de planos, catálogos, manuales, fotografías y otros documentos anexos para los equipos del campo.

➤ **Diagnóstico de los instructivos de mantenimiento.** Sobre el contenido de estos protocolos no hay objeción alguna, tan solo se encontró que éstos no tienen ni codificación ni una plantilla definida para su almacenamiento, su presentación organizada y estandarizada, donde se pueda establecer un

⁵ CALDERON, Luis y NAVARRETE, Pablo. Op. Cit. p. 5-12.

formato para la creación de nuevos documentos o planes de mantenimiento a realizar con los futuros proyectos de Ingeniería Mecánica para el campo.

1.2.3. Diagnóstico sobre los repuestos, materiales, y herramientas. Sobre los repuestos, materiales y herramientas a utilizar en las actividades establecidas para el mantenimiento del campo, se tiene:

- No se dispone de una codificación para los repuestos, las herramientas y materiales, requeridos para las actividades de mantenimiento del campo.
- Dentro de la codificación de equipos presentada en el PLAN DE MANTENIMIENTO DE CAMPO COLORADO, hace falta la codificación de las unidades de bombeo del campo, esta codificación es muy importante para lograr codificar los repuestos de estas unidades.
- La organización no posee un listado de proveedores para el área de mantenimiento clasificados por el tipo de producto, con información sobre teléfonos, direcciones, ciudad, contacto, etc.
- No se tiene un depósito de repuestos, lo que puede generar desorden, pérdidas y daños en los equipos.
- No se conocen niveles de almacenamiento máximos y mínimos de los repuestos por lo que se puede presentar que muchas veces se consuman y no se repongan y cuando se necesiten algunas veces de carácter urgente no se encuentren disponibles.
- No se lleva un inventario de herramientas, materiales consumibles y suministros, tales como llaves, graseras, aceites, grasas, gasolina, acpm, etc., por lo que muchas veces se acaban y hay que esperar a que se pidan y compren nuevamente. Además no se conocen niveles mínimos ni máximos de almacenamiento de estos productos.

- No se conocen costos de inventarios de repuestos, materiales consumibles y/o suministros, y no se lleva un control de las compras, desconociendo así que tan eficiente y rentable es mantener estos inventarios.

1.2.4. Conclusión del diagnóstico. El mantenimiento en el campo se enfoca hacia el mantenimiento correctivo y presenta escasez de información para solucionar problemas técnicos y costos del mantenimiento de sus equipos y a su vez también se tiene poco control de las labores de mantenimiento ejecutadas. Con la elaboración del “PLAN DE MANTENIMIENTO DE CAMPO COLORADO” se busca solventar estas Malas Prácticas de Mantenimiento y ayudar en la administración del campo por parte de la UIS. Entonces se hace necesario utilizar como apoyo un Sistema Computarizado para la Administración del Mantenimiento que presente continuamente la base de datos esencial para la correcta y oportuna planificación del Mantenimiento de Campo Colorado y la evaluación de su gestión.

Como se ha venido describiendo en los anteriores numerales, el sistema manual de información puede acarrear ciertas pérdidas de tiempo, desorden, y trabajo extra, el cual puede ser empleado en realizar otras actividades, por ende la Coordinación de Ingeniería y Operaciones de Campo Colorado empezó su sistema de información manual, para que administrase las órdenes de trabajo, las fichas técnicas y las hojas de vida de los equipos, éste sistema, requiere volverse más robusto mediante el desarrollo de un sistema de información computarizado capaz de administrar de manera eficiente los recursos del Departamento de Mantenimiento del campo, pero conservando y mejorando el flujo de información que se lleva en la actualidad de manera manual.

1.3. PROPUESTA PARA MEJORAR EL SISTEMA

El mantenimiento pretende una buena gestión basada en planeación y programación, todas sus funciones pueden ser preparadas y desarrolladas manualmente o con ayuda de computadores. En algunos casos se ha descubierto que el procesamiento manual puede ser efectivo al tratarse de resultados, mas no de esfuerzos y esto ha sido instalado y usado en muchas empresas y aún se le prefiere si las condiciones lo permiten. Este hecho es discutible, debido al bajo y decreciente costo del procesamiento de la información y con el avance incontenible de la informática en la ciencia, en la tecnología, y en la administración de las organizaciones; el mantenimiento ha sido un gran beneficiado ya que es posible manejar una gran cantidad de información con un mínimo de esfuerzo.

Con un sistema manual sólo existe disponibilidad de una cantidad limitada de información con considerable esfuerzo. Usando un sistema apoyado por equipo de procesamiento electrónico de datos, las actividades de los planeadores, supervisores y administradores que anteriormente eran manuales, pueden ser substituidas por:

- Administración correcta y eficiente de las diferentes solicitudes planeadas, programadas y correctivas.
- Almacenamiento de los datos de actividades en documentos adecuados para su uso en la determinación de la condición de las instalaciones y los equipos.

Mediante la elaboración de un Sistema de Información Computarizado para la Administración del Mantenimiento de Campo Colorado se quiere sentar las bases para la administración de la gestión de mantenimiento, desarrollo y

producción del campo. Éste sistema se presentaría como una excelente herramienta para auxiliar al personal de mantenimiento mecánico del campo en sus funciones de programación y control del mantenimiento.

Con el diseño e implementación de un Sistema de Información Computarizado para la Administración del Mantenimiento de Campo Colorado, se podría:

- Recopilar la mayor cantidad de información técnica y actividades de mantenimiento para los equipos del campo, provistas de forma manual por los planes de mantenimiento para Campo Colorado y poblar en una base de datos dicha información.
- Obtener los programas de trabajo diario en forma inmediata; canje de información entre los diferentes papeles; planificar con exactitud y prontitud el mantenimiento del Campo Escuela.

Además de mejorar la efectividad del mantenimiento en el campo así:

- Disminuir la carga de trabajo de los planeadores, proveedores, supervisores y mantenedores, en tareas y actividades de rutina tales como: la selección y actualización de datos, entre otros.
- Aumento de la certeza de que gran parte del trabajo planeado ya está asignado.
- Mejorar el control de la retroalimentación del trabajo realizado y los informes de actividades pendientes, porque estos serán conocidos rápidamente.
- Poseer información actualizada acerca del estado de los equipos.
- Forma correcta de establecer las fechas de inspección y trabajos siguientes.

- Fácil extracción de toda la información para la planeación de los recursos de las intervenciones.
- Obtención y visualización de los indicadores de Gestión del Mantenimiento más relevantes para el campo.

Del análisis efectuado sobre el Sistema de Información para Mantenimiento Mecánico de Campo Colorado; se llegó a una *conclusión clara*: el departamento de mantenimiento funciona, pero no con toda su capacidad, ni brindando todas las posibilidades de servicio que puede necesitar el área de mantenimiento mecánico. *Con base en lo anterior se propone lo siguiente:*

1.3.1. Mejora del sistema de información manual. Para mejorar éste sistema se realizaron ciertas modificaciones a los formatos existentes, enriqueciendo éstos para el manejo de la información en Campo Colorado. También se creó una codificación para los repuestos, herramientas y materiales, requeridos para las actividades de mantenimiento del campo; igualmente se estableció una codificación para las unidades de bombeo; las zonas y la documentación del mantenimiento para los equipos del campo; dado que éstas no existían como se pudo notar en el diagnóstico realizado al sistema de información actual del campo, expuesto en el subtítulo 1.2 de éstas memorias.

➤ **Mejora de los formatos actuales para el manejo de la información.** Se propone enriquecer los formatos actuales manteniendo su estructura básica, adicionando nuevas características, es decir, nuevos campos, cambiar contenidos de los mismos y demás información a optimizar.

Dentro de los formatos enriquecidos se encuentran: el formato para ficha técnica, los formatos de S.S y O.T, el formato de la tarjeta de costos y por

último el formato de inspección de equipos. Para tener una mejor apreciación de los nuevos formatos, algunos de éstos se pueden ver en el numeral 4.3.5 de estas memorias donde se describen las funciones y salidas del Modulo Formatos y Reportes, del Sistema de Información Computarizado para Mantenimiento de Campo Colorado.

Los formatos que seguirán vigentes inicialmente con la aplicación informática son los que se mostraron en la Figura 5 y la Figura 6.

➤ **Codificación de repuestos, materiales y herramientas.** Para identificar los recursos asociados a las actividades de mantenimiento de campo colorado, tales como: repuestos, materiales, herramientas e insumos y permitir su fácil manejo e identificación dentro del sistema de información, se creo un código alfanumérico de 8 caracteres, que será descrito a continuación.

✓ *Método de codificación.* Para el código creado, los dos primeros caracteres son letras que identifican el nombre del repuesto, material, insumo o herramienta. Los dos siguientes son dos letras que identifican el tipo de recurso, es decir si es un repuesto, un material o una herramienta, las siguientes dos letras ofrecen una identificación propia del recurso con base en una clasificación del tipo de recurso, y por ultimo dos números consecutivos que identifican si el repuesto, la herramienta o el material tienen alguna especificación técnica ya sea una dimensión específica o una referencia a un modelo de equipo (aquí nace la importancia de crear una codificación para las unidades de bombeo del campo).

En las Tablas 13, 14 y 15 se puede ver el método de codificación creado de acuerdo a una clasificación realizada según el tipo de recurso, es decir, si es

un repuesto, herramienta o material. En la Tabla 16, se puede ver la codificación para las unidades de bombeo; en las Figuras 7, 8, y 9, se muestran los ejemplos de esta codificación para cada tipo de recurso. Para aclarar la codificación realizada, en las Tablas 17 y 18 se pueden ver pequeños listados codificados de repuestos para unidades de bombeo y herramientas del campo.

Tabla 13. Codificación de Repuestos.

CODIFICACIÓN DE REPUESTOS		
CÓDIGO TIPO DE RECURSO	TIPO DE REPUESTO	IDENTIFICACIÓN
RT	Mecánico	ME
	Eléctrico	ET
	Electrónico	ER
	Hidráulico	HI
	Neumático	NE
	OTRO	Definir

Tabla 14. Codificación de Materiales.

CODIFICACIÓN DE MATERIALES		
CÓDIGO TIPO DE RECURSO	TIPO DE REPUESTO	IDENTIFICACIÓN
MT	Consumible	CS
	Implemento de Seguridad	IS
	Insumo	IN
	OTRA	Definir

Tabla 15. Codificación de Herramientas.

CODIFICACIÓN DE HERRAMIENTAS		
CÓDIGO TIPO DE RECURSO	TIPO DE HERRAMIENTA	IDENTIFICACIÓN
HT	Campo	CA
	Taller	TA
	Diagnostico	DG
	OTRA	Definir

Tabla 16. Codificación de Unidades de Bombeo según Modelo.

CODIFICACION DE UNIDADES DE BOMBEO SEGÚN MODELO			
MODELO UNIDAD	NOMBRE EQUIPO	CODIGO MODELO UNIDAD	CODIGO No. CONSECUTIVO
LUFKIN-TC-3-22	UB	322	01
LUFKIN-TC-3-22B	UB	322B	02
LUFKIN-TC-3-22C	UB	322C	03
LUFKIN-TC-4-11A	UB	411A	04
LUFKIN-TC-4-11B	UB	411B	05
LUFKIN-TC-5-7A	UB	57A	06
CONTINENTAL D-57	UB	D57	07
OTRO	Otro	Ingresar	Definir

Figura 7. Ejemplo Método de Codificación de Materiales.

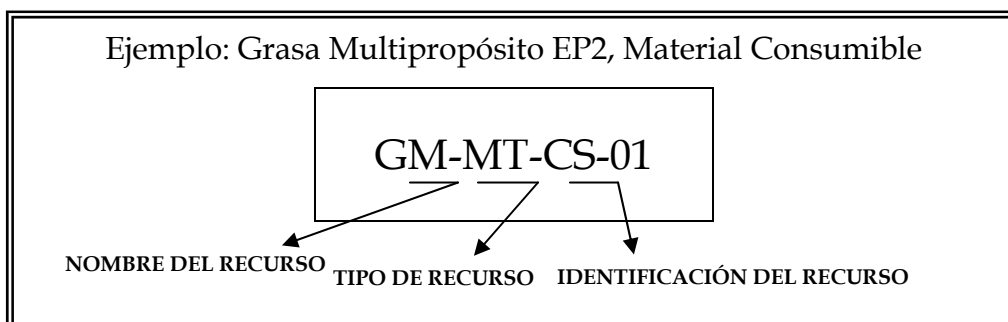


Figura 8. Ejemplo Método de Codificación de Herramientas.

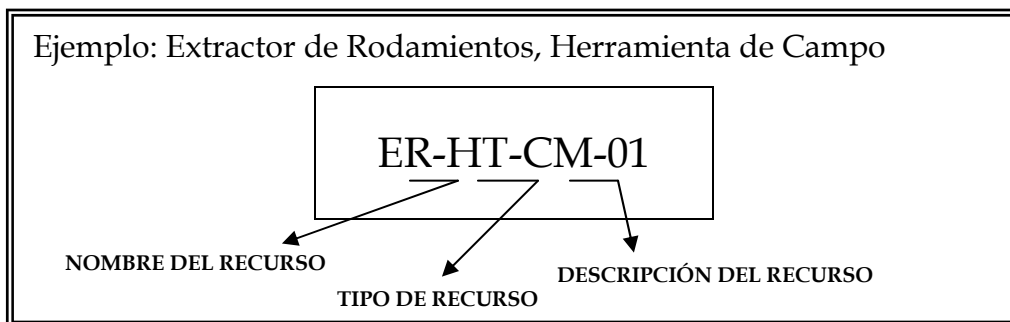


Figura 9. Ejemplo Método de Codificación de Repuestos.

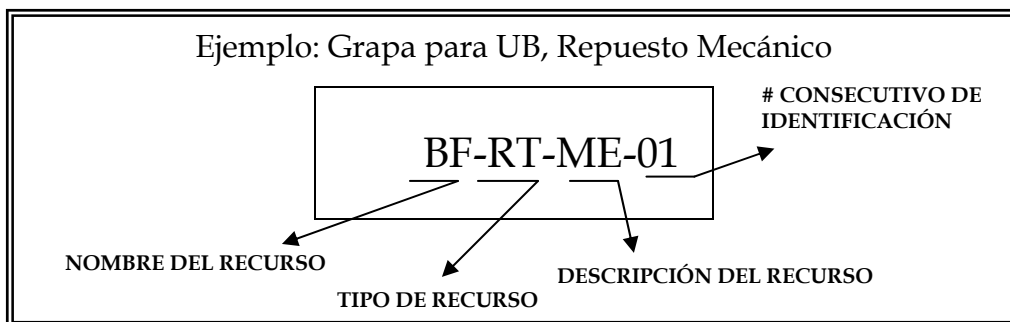


Tabla 17. Listado de Repuestos para Unidades de Bombeo.

LISTADO DE REPUESTOS PARA UNIDADES DE BOMBEO		
NOMBRE DEL REPUESTO	CÓDIGO	MODELO UNIDAD DE BOMBEO
Grapa para UB LUFKIN TC-322	GP-RT-ME-01	LUFKIN 322
Grapa para UB LUFKIN TC-322B	GP-RT-ME-02	LUFKIN 322B
Grapa para UB LUFKIN TC-322C	GP-RT-ME-03	LUFKIN 322C
Grapa para UB LUFKIN TC-411A	GP-RT-ME-04	LUFKIN 411A
Grapa para UB LUFKIN TC-411B	GP-RT-ME-05	LUFKIN 411B
Grapa para UB LUFKIN TC-57A	GP-RT-ME-06	LUFKIN 57A
Grapa para UB LUFKIN TC-D57	GP-RT-ME-07	LUFKIN D57
Chaveta LUFKIN TC-322	CH-RT-ME-01	LUFKIN 322

Chaveta LUFKIN TC-322B	CH-RT-ME-02	LUFKIN 322B
Chaveta LUFKIN TC-322C	CH-RT-ME-03	LUFKIN 322C
Chaveta LUFKIN TC-411A	CH-RT-ME-04	LUFKIN 411A
Chaveta LUFKIN TC-411B	CH-RT-ME-05	LUFKIN 411B
Chaveta LUFKIN TC-57A	CH-RT-ME-06	LUFKIN 57A
Chaveta LUFKIN TC-D57	CH-RT-ME-07	LUFKIN D57

Tabla 18. Listado de Herramientas del Campo.

LISTADO DE HERRAMIENTAS	
NOMBRE DE LA HERRAMIENTA	CODIGO
Hombre solo	HS-HT-TA
Llave de golpe	LG-HT-TA
Punzón o botador	PB-RT-ME
Llave mixta de 9/16 de pulgada	LM-HT-TA-01
Llave mixta de 5/8 de pulgada	LM-HT-TA-02
Llave mixta de 3/4 de pulgada	LM-HT-TA-03
Llaves mixta de 7/8 de pulgada	LM-HT-TA-04
Llave mixta de 1 ¼ de pulgada	LM-HT-TA-05
Llave mixta de 1 5/8 de pulgada	LM-HT-TA-06
Llave para tubo de 15 pulgadas	LT-HT-TA-01
Martillo de 5 Lb.	MR-HT-TA-01
Porra de 5 Lb.	PO-HT-TA-01
Porra o macho de 20 Lb.	PO-HT-TA-02
Rache con copa de 7/16 de pulgada	RC-HT-TA-01
Rache con copa de 1 5/8 de pulgada	RC-HT-TA-02

➤ **Codificación de las zonas de Campo Colorado.** En el Capítulo uno y cuatro del “PLAN DE MANTENIMIENTO DE CAMPO COLORADO” (Calderón, Luís. *Et al*) se trato sobre las generalidades y los equipos del campo; con base en estos dos capítulos se pudo realizar una clasificación

sobre las instalaciones y sobre la operación de los equipos en Campo Colorado, de la siguiente manera:

✓ *Zona de Producción de Crudo.* Ésta zona está conformada por cada uno de los pozos del campo, tratando las unidades de bombeo como unidades de producción individuales, dentro de esta zona, también se encuentran las válvulas y manómetros asociados a las unidades de bombeo, en el marco de su división física (cerca o malla que las contiene y protege de agentes externos del campo).

El campo cuenta con 75 pozos perforados, de los cuales 33 no son de interés y deben ser clausurados técnicamente, 34 inactivos y 7 activos. Los 7 pozos activos cuentan con unidad de levantamiento artificial y sólo uno se encuentra actualmente produciendo (C-38). Los seis restantes se encuentran en cierre temporal y en espera de nuevas decisiones de la operación. Cada pozo esta dotado de un sistema de contención de fugas de aceite conformado por un contrapozo, un canal y una trampa de aceite. Al final de la trampa se encuentra un sifón para descarga al medio⁶.

✓ *Zona de Almacenamiento de Crudo.* En ésta zona se encuentran reunidos todos los equipos de la estación recolectora de crudo. En la estación de recolección, el crudo es sometido a procesos físicos y químicos que facilitan la separación de sus diferentes fases. Entre los equipos de esta zona se encuentran: separadores, tanques de almacenamiento, bomba reciprocante, motores eléctricos, válvulas y manómetros, entre otros.

✓ *Zona de Transporte.* Ésta zona corresponde a los equipos encargados del transporte del crudo producido en los pozos, dentro de los equipos de ésta zona se encuentran: válvulas, manómetros y líneas de flujo (tuberías). El campo cuenta con una red de colectores que conectan la línea de flujo con la

⁶ CALDERON, Luis y NAVARRETE, Pablo. Op. Cit. p. 5-6.

estación de recolección. A estos colectores se les nombro “Manifolds” con éstos se logró agrupar las válvulas y líneas asociadas a la red de colectores, apareciendo nueve Manifolds que se codificaron junto con las válvulas asociadas a éstos como se muestra en la Tabla 19.

En la Tabla 20, se muestra la codificación para las zonas del campo, con el fin de identificar de mejor manera las actividades de producción del campo y ayudar en la clasificación e identificación de sus equipos dentro del Sistema de Información para Mantenimiento de Campo Colorado.

Tabla 19. Codificación de Manifolds.

CÓDIGO EQUIPO	DESCRIPCION DE EQUIPO	CÓDIGO MANIFOLD
VB-3150-10	Válvula de compuerta de 3” y 150 Lb. Bridada.	VALV 01
VB-3150-11	Válvula de compuerta de 3” y 150 Lb. Bridada.	VALV 01
VB-3150-12	Válvula de compuerta de 3” y 150 Lb. Bridada.	VALV 01
VB-3300-01	Válvula de compuerta de 3” y 300 Lb. Bridada.	VALV 01
VB-3150-13	Válvula de compuerta de 3” y 150Lb. Bridada	VALV 02
AB-3150-01	Válvula antirretorno de 3” y 150Lb. Bridada	VALV 02
VB-4150-21	Válvula de compuerta de 4” y 150Lb. Bridada	VALV 03
VB-4150-22	Válvula de compuerta de 4” y 150Lb. Bridada	VALV 03
VB-4150-23	Válvula de compuerta de 4” y 150Lb. Bridada	VALV 03
VB-3150-14	Válvula de compuerta de 3” y 150Lb. Bridada	VALV 03
AB-4150-05	Válvula antirretorno de 4” y 150Lb. Bridada	VALV 03
VB-3150-15	Válvula de compuerta de 3” y 150 Lb. Bridada.	VALV 04
VB-3150-16	Válvula de compuerta de 3” y 150 Lb. Bridada.	VALV 04
VB-3150-17	Válvula de compuerta de 3” y 150 Lb. Bridada.	VALV 04
VB-3150-18	Válvula de compuerta de 3” y 150 Lb. Bridada.	VALV 04
VB-3150-19	Válvula de compuerta de 3” y 150 Lb. Bridada.	VALV 04
VB-3150-20	Válvula de compuerta de 3” y 150 Lb. Bridada.	VALV 04
VB-3150-21	Válvula de compuerta de 3” y 150 Lb. Bridada.	VALV 04
AB-2150-02	Válvula antirretorno de 2” y 150Lb. Bridada	VALV 04

AB-2150-03	Válvula antirretorno de 2" y 150Lb. Bridada	VALV 04
AB-2150-04	Válvula antirretorno de 2" y 150Lb. Bridada	VALV 04
VB-3150-22	Válvula de compuerta de 3" y 150 Lb. Bridada.	VALV 05
VB-3150-23	Válvula de compuerta de 3" y 150Lb. Bridada	VALV 06
AB-3150-02	Válvula antirretorno de 3" y 150Lb. Bridada	VALV 06
VB-2150-10	Válvula de compuerta de 2" y 150 Lb. Bridada.	VALV 07
VB-2150-11	Válvula de compuerta de 2" y 150 Lb. Bridada.	VALV 07
VB-2800-01	Válvula de compuerta de 2" y 800 Lb. Bridada.	VALV 07
VB-2800-02	Válvula de compuerta de 2" y 800 Lb. Bridada.	VALV 08
AB-2800-01	Válvula antirretorno de 2" y 800 Lb. Bridada.	VALV 08
VB-2800-03	Válvula de compuerta de 2" y 800 Lb. Bridada.	VALV 09
VB-2180-04	Válvula de compuerta de 2" y 800 Lb. Bridada.	VALV 09
AB-2800-02	Válvula antirretorno de 2" y 800 Lb. Bridada.	VALV 09

Tabla 20. Codificación Zonas de Campo Colorado.

CÓDIGO	NOMBRE DE LA ZONA
PC	Zona de Producción de Crudo
AC	Zona de Almacenamiento de Crudo
TC	Zona de Transporte de Crudo

➤ **Codificación de la documentación del Departamento de Mantenimiento.** Ésta codificación es una mejora o enriquecimiento a la ya presentada en el numeral 1.1.3, de estas memorias y que se resume en la Tabla 12.

Para mejorar la codificación de la documentación técnica existente para el mantenimiento del campo, se tiene como base la codificación presentada en la Tabla 12; agregándole dos letras que en lo posible identifiquen el nombre del

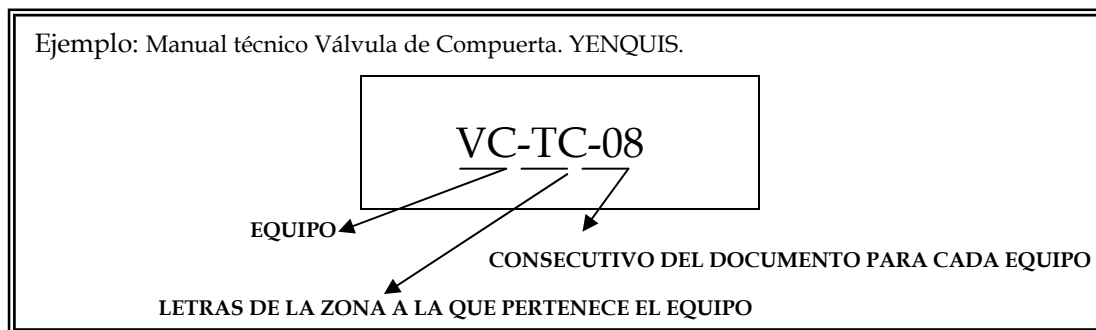
equipo para facilitar la identificación de ésta documentación; tal y como se muestra en la Tabla 21.

Tabla 21. Codificación Propuesta para el Manejo de la Documentación del Departamento de Mantenimiento.

CÓDIGO	NOMBRE DEL PROCEDIMIENTO
PM-01-VC	Procedimiento para Mantenimiento Preventivo de Válvulas de Compuerta
PM-02-CR	Procedimiento Para Cambio de Caja Reductora a Unidad de Bombeo
PM-03-UB	Procedimiento Para Lubricación de Unidades de Bombeo
FM-02-BR	Orden de Trabajo para Bomba Reciprocante
FM-01-FR	Solicitud de Servicio para Freno de Unidad de Bombeo
RM-03-ME	Registro de Ficha Técnica para Motores Eléctricos
RM-02-TA	Registro de Ficha Técnica para Tanques de Almacenamiento de crudo

✓ *Codificación de Manuales.* Para tener un pleno conocimiento de la documentación técnica perteneciente a los equipos tal como: manuales de funcionamiento y mantenimiento, catálogos de fabricantes, planos, etc.; se diseñó un código de identificación, para su fácil organización y almacenamiento en el Sistema de Información para Mantenimiento del Campo. Se creó un código alfanumérico, que permite identificar fácilmente a que equipo pertenece el documento y se le asignó un número consecutivo que determina cuantos documentos posee cada uno, ver Figura 10.

Figura 10. Ejemplo método de Codificación Documentación Técnica.



✓ *Codificación de Fotografías.* Al clasificar Campo Colorado en zonas, se tiene una manera de agrupar las fotos para los equipos del campo, identificando cada foto con las letras FT y un número consecutivo, seguido del código del equipo. Esta codificación se puede ver en la Tabla 22:

Tabla 22. Codificación Fotografías para los Equipos de Campo Colorado.

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DE LA FOTO
FT-01-VB-4150-22	Fotografía 1 Válvula de compuerta de 4" y 150Lb. Bridada
FT-02-VB-4150-22	Fotografía 2 Válvula de compuerta de 4" y 150Lb. Bridada
FT-01-KD-322B-01	Fotografía 1 Crank derecho unidad de bombeo LUFKIN 322B
FT-01-ME-CO-01	Fotografía 1 Motor eléctrico de bomba reciprocante
FT-01-UB-57A-01	Fotografía 1 Unidad de bombeo LUFKIN 57A asociada al C75

1.3.2. Diseño de un sistema de información computarizado. Usando como base de datos Microsoft Access y con Visual Basic para Aplicaciones de Access (en el subtítulo 4.4 de estas memorias, se expondrán las características principales para usar esta plataforma de desarrollo); se propone diseñar el sistema de información computarizado que permita a través de módulos manejar la información pertinente al Departamento de Mantenimiento Mecánico de Campo Colorado, es decir:

- Información del *Campo Escuela* Colorado (organización, zonas, personal, proveedores, contratistas, fabricantes, ficha técnica de pozos y

equipos del campo, además de su correspondiente hoja de vida, documentos anexos de los equipos como catálogos, manuales, planos y fotos).

- *Inventario* General (información sobre los inventarios de repuestos herramientas, materiales, kardex, compras de suministros, realizar ajustes de inventario y búsqueda de equipos del campo).
- *Mantenimiento* (planeación, programación y ejecución de las actividades de mantenimiento a través de ordenes de trabajo y solicitudes de servicio; cronograma actual de mantenimiento, tarjeta de costos, permitir la creación de nuevos procedimientos de mantenimiento).
- *Alarmas* sobre el cumplimiento de la programación de labores de inspección, y actividades de mantenimiento del campo, así como también sobre los Stocks mínimos y máximos del inventario, las solicitudes de servicio y ordenes de trabajo pendientes.
- *Formatos y Reportes*. (indicadores de gestión, historia de mantenimiento de equipos, ficha técnica de equipos, costos de mantenimiento, listas de proveedores, fabricantes, personal, contratistas).
- *Acceso Usuarios* (creación de grupos de trabajo, impartir claves de usuario y fácil acceso al manual del usuario del sistema de información).
- *Consultas* (búsquedas rápidas, entre ellas: búsqueda de equipos, búsquedas en listas de O.T, búsquedas en listas de S.S, consulta rápida de proveedores, contratistas y fabricantes, consultas de inventarios generales, y búsquedas de empleado o personal del campo).
- *Información Proyectos* de Ingeniería (almacenamiento de los futuros proyectos de ingeniería en Campo Colorado; además de los principales documentos obtenidos en las prácticas de pasantía en mantenimiento; este modulo en especial deberá ser actualizado constantemente).

Para enriquecer la propuesta de diseño del Sistema de Información para Mantenimiento de Campo Colorado, también se propone lo siguiente:

➤ *Poblar la base de datos del sistema de información computarizado*, con base en la recopilación lograda en el proyecto “PLAN DE MANTENIMIENTO DE CAMPO COLORADO”. La operatividad del sistema propuesto, consiste principalmente en la administración de las órdenes de trabajo; por ende se rediseñó el formato de orden de trabajo para poder consignar en éste los diferentes procedimientos, repuestos e insumos, que se lleguen a necesitar en el momento de realizar las actividades de los diferentes procedimientos de mantenimiento para el campo, para más claridad, ver formulario Ordenes de Trabajo, en el numeral 4.3.3. de estas memorias.

➤ *Almacenamiento de información técnica* en el nuevo formato para diligenciar la ficha técnica de equipos, donde para la completa identificación de los equipos, se incluyen datos técnicos y datos generales de los mismos, ésta sección del nuevo formato se puede ver en la Figura 168, (para mayor detalle del formato, ver el subtítulo 4.3 de este documento, donde se describe la Organización del Sistema de Información para Mantenimiento de Campo Colorado). Con éste nuevo formato se tiene una manera general para el ingreso de la información técnica para los diferentes equipos del campo, problema que se evidenció en el diagnóstico a la documentación técnica, ya presentado.

2. SISTEMAS DE INFORMACIÓN PARA MANTENIMIENTO

En el presente capítulo se pretende mostrar el marco teórico que facilite la comprensión de la importancia que tiene un sistema de información dentro de una organización. Se hará referencia sobre los siguientes aspectos: las generalidades de los sistemas de información con la finalidad de entenderlos claramente; los antecedentes que definen la utilización de los sistemas de información donde se muestran los tipos de sistemas de información para mantenimiento; los objetivos y funciones de un sistema de información computarizado; los elementos básicos de los sistemas de información para mantenimiento y los indicadores de gestión del mantenimiento; todo esto con el fin de resaltar la utilidad del sistema de información para la gestión del mantenimiento de Campo Colorado.

2.1. GENERALIDADES DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN

Antes de ofrecer una definición del concepto de sistema de información se iniciará por definir los términos que lo constituyen: sistema e información, para tener una idea clara de lo que es un sistema de información.

2.1.1. Concepto de sistema. El termino sistema se emplea para designar un concepto, una herramienta genérica que se puede emplear para explicar o analizar mejor cómo es o qué ocurre en una determinada área social, económica, física, científica, etc.

El diccionario de la Real Academia Española dice que sistema es “un conjunto de cosas que ordenadamente relacionadas entre sí contribuyen a un

determinado objetivo”⁷. A partir de esta definición se puede identificar cuales son los principales elementos presentes en cualquier sistema.

- Los *componentes* del sistema.
- Las *relaciones* entre ellos, que determinan la *estructura* del sistema.
- Los *objetivos* del sistema.
- El *entorno* del sistema: aquello que lo rodea, dentro del cual esta ubicado.
- Los *límites* del sistema: la *frontera* entre lo que es el sistema y lo que constituye el entorno.

Un Sistema es un conjunto de elementos que interactúan entre sí, para lograr un fin común. De esta manera una organización es un sistema ya que sus diversos componentes como producción, mantenimiento, ventas despachos, contabilidad y personal, trabajan juntos para relacionar datos y manejar la información necesaria para el funcionamiento de la organización. Además de crear utilidades que beneficien a empleados y a los propietarios de la compañía. En la Figura 11 se pueden ver los principales elementos presentes en cualquier sistema, mostrando algunos elementos propios para el sistema de información de Campo Colorado.

➤ **Enfoque sistémico.** Se denomina enfoque sistémico u holístico a la manera de estudiar o analizar sistemas adoptando una visión global (ver Figura 12, donde se representa éste enfoque). Siguiendo el llamado enfoque sistémico o teoría general de los sistemas cualquier modificación en un componente del sistema afectará a los demás, de esta manera se piensa en totalidad y no en sumatividad, porque el funcionamiento del sistema no es

⁷ “Sistema.” Biblioteca de Consulta Microsoft Corporation ® Encarta ® 2007. © 1993-2007 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.



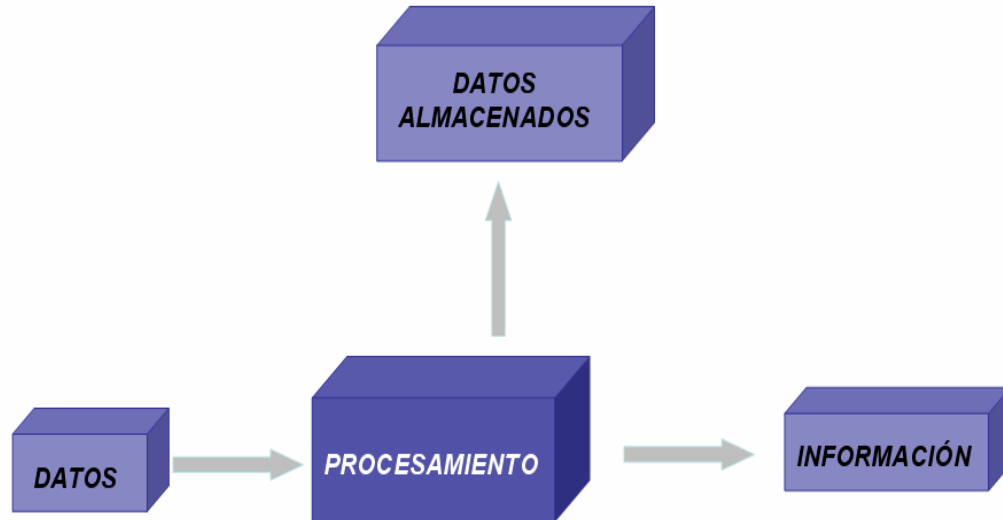
2.1.2. Concepto de información. La información es una serie de datos que han sido procesados en forma significativa para quien los requiere y que son de valor real y perceptible para las decisiones del presente y las futuras; debe tener características que sean de gran importancia para el desarrollo de un buen sistema de información, tales como:

- Exactitud: Garantiza la información, verificando la captura, registro y procesamiento de datos.
- Forma: Estructura de la información en el momento de ser presentada al consultor.
- Frecuencia: Tiempo que indica que tan a menudo se necesitará la información.
- Alcance: Grado de cobertura de los datos representados por la información.
- Horizonte: Información de eventos pasados, presentes y proyectados.
- Relevancia: Grado de satisfacción que proporciona al usuario.
- Entereza: Utilidad de la información, puede o no resolver el problema.
- Oportunidad: Disponibilidad en el momento que se necesite.

➤ **Datos como representación simbólica de la información.** La información constituye el recurso esencial en el proceso de toma de decisiones y en la solución de problemas en una organización. De este modo, se puede pensar en el sistema de información como el subsistema de la organización, encargado de producir la información necesaria para la operación y toma de decisiones dentro de la organización. Para que el sistema de información pueda proveernos de ésta, se tienen que suceder ciertos eventos cuya representación simbólica se denomina datos. Los datos son capturados y

procesados por el sistema con el objeto de producir información, como se puede ver en la Figura 13.

Figura 13. Conversión de Datos a Información.



➤ **Calidad de la información.** Los datos están constituidos por los registros de los hechos y acontecimientos. Por el contrario la información implica que los datos estén procesados de tal manera que resulten útiles o significativos para el receptor de los mismos, por lo que, en cierto modo, los datos se pueden considerar la materia prima para obtener la información. Así, que procesamiento es lo que se entiende por situar los datos en un contexto determinado o complementar su significado incompleto. Adicionalmente, la información debe ser de calidad y ésta es más importante que la cantidad de la información. Calidad de información es el conjunto de cualidades que, además de la capacidad de disminuir la incertidumbre, ayudan al receptor a tomar la decisión más ventajosa. De manera general las propiedades más importantes de la calidad de la información son las siguientes:

- Es relevante para el propósito de la decisión o el problema considerado.

- Suficientemente precisa, es decir, con un nivel alto de precisión con la realidad para que se pueda confiar en ella.
- Suficientemente completa para el problema. Lo ideal es poder contar con toda la información relevante para la decisión y que la información sobre los elementos clave sea completa.
- Se comunique a la persona adecuada para la decisión.
- Se comunique a tiempo para que pueda ser útil.
- Llega al nivel de detalle mas adecuado.
- Sea comprensible para el receptor.

➤ **La información como recurso de las organizaciones.** Desde hace ya algunos años las organizaciones han reconocido la importancia de administrar los principales recursos como la mano de obra y las materias primas. La información se ha colocado en un buen lugar dentro de la estructura organizativa, como uno de los principales recursos que poseen las empresas actualmente. Los entes que se encargan de las tomas de decisiones han comenzado a comprender que la información no es sólo un subproducto de la conducción empresarial, sino que a la vez alimenta los negocios y puede ser uno de tantos factores críticos para la determinación del éxito o fracaso de éstos. Los administradores deben comprender de manera general que hay costos asociados con la producción, distribución, seguridad, almacenamiento y recuperación de toda la información que es manejada en las organizaciones. Aunque la información se encuentra a nuestro alrededor, se debe saber que ésta no es gratis, y su uso es estrictamente estratégico para posicionar de forma ventajosa una empresa dentro de un negocio.

2.1.3. Sistema de información. Teniendo ya los conceptos de sistema, e información, se puede presentar la definición de lo que es un sistema de

información. Cabe resaltar que las definiciones mas empleadas de *sistema de información* (concepto habitualmente conocido por las siglas SI⁸) denotan, ante todo, su objetivo (para qué) más que lo que es o cómo es. En este sentido una de las definiciones mas completas de SI es:

Un conjunto formal de procesos que, operando sobre una colección de datos estructurada según las necesidades de la empresa, recopilan, elaboran y distribuyen la información (o parte de ella) necesaria para las operaciones de dicha empresa y para las actividades de dirección y control correspondientes (decisiones) para desempeñar su actividad de acuerdo a su estrategia de negocio.⁹

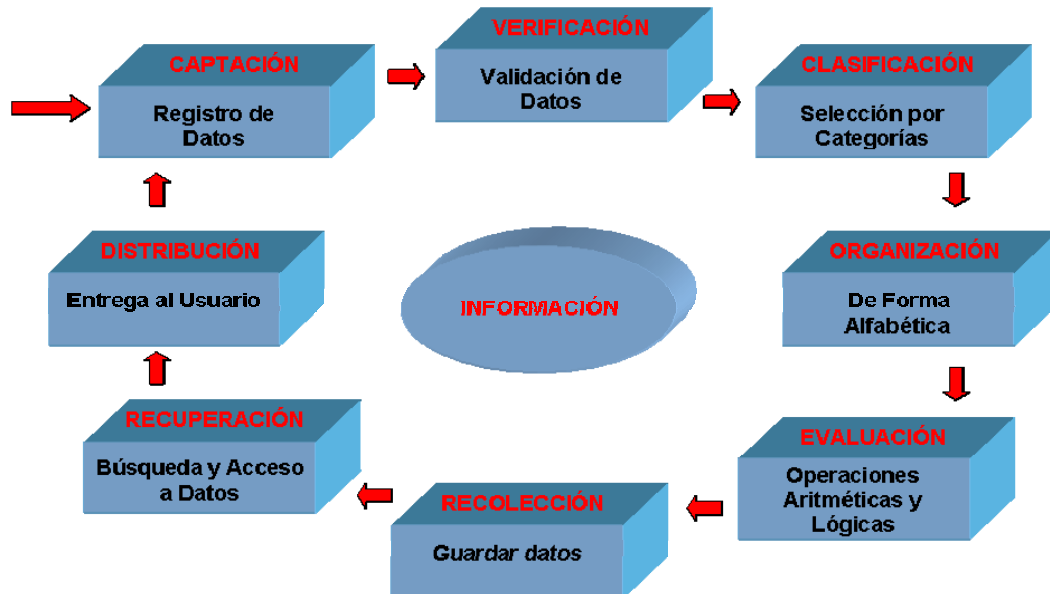
Ya con esta definición se indica que un sistema de información se puede definir como un conjunto de componentes interrelacionados que reúne (u obtiene), procesa, almacena y distribuye información para apoyar la toma de decisiones y el control de actividades dentro de una organización. Además de apoyar la toma de decisiones, la coordinación y control, los sistemas de información también ayudan a los administradores y trabajadores a analizar los problemas y visualizar aspectos complejos de la organización.

Para obtener un buen sistema de información es necesario realizar operaciones con los datos que permitan generar un valor o utilidad de la información para el usuario. Algunas de las operaciones que pueden ser realizadas con los datos e información dentro del sistema independientemente del medio o procesamiento usado se pueden ver en la Figura 14.

⁸ En inglés, las siglas son IS, que se corresponden con la expresión *Information Systems*.

⁹ PIATTINI, G. Mario. Et al. Op. Cit. p. 10.

Figura 14. Obtención y Circulación de Información.



2.2. ANTECEDENTES DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN PARA MANTENIMIENTO

En los comienzos de la utilización de los sistemas de información en las empresas, se tenía un simple control correctivo de sus actividades de mantenimiento y de la información básica de algunos de sus equipos, presentándose un descuido en las acciones de tipo preventivo, predictivo, el control de costos e inventarios y del personal a cargo del área de mantenimiento.

Toda empresa por pequeña que sea tiene un mínimo de información que manejar, ya sea sobre los equipos, los manuales y catálogos de operación, proveedores, repuestos, etc., y es necesario para cualquier empresa y sistema de información delimitar el nivel en el cual se piensa manejar la información, de acuerdo con esto, y con la políticas gerenciales de la organización, ésta pueda elegir implantar sistemas manuales o sistemas computarizados.

De esta manera en el presente numeral se pretende destacar principalmente la importancia de la utilización de un SI computarizado como aplicación que puede ser de gran ayuda y beneficio para la Gestión de Mantenimiento del Campo-Escuela Colorado.

2.2.1. Sistemas de información manuales. Dentro de esta clasificación se pueden catalogar todos aquellos sistemas de información en los cuales los formatos y toda la información que en ellos se genere, son manejados exclusivamente en documentos físicos. En la mayoría de las empresas en las que la gestión de mantenimiento es de modo correctivo, este tipo de sistema manual es el indicado y utilizado, obteniéndose buenos resultados. Este tipo de SI debe estar apoyado por los *elementos básicos de un SI*¹⁰. La gran desventaja de los sistemas de información de tipo manual, es que no permiten el fácil manejo de un alto volumen de información y, por lo tanto, en algunas ocasiones pueden dificultar el análisis y evaluación de la gestión y eficiencia de la función mantenimiento.

El reporte manual (pobrementemente dotado) de las actividades de tipo correctivo que se manejaba hace unos años y que actualmente algunas empresas aún lo usan, no proporciona ágilmente la información necesaria acerca del estado real de las acciones del mantenimiento, por ello, se puede presentar que la toma de decisiones por parte de la administración en torno a la organización del mantenimiento, manejo del personal, control de costos, repuestos, inventarios y demás, se realice de forma complicada y de alguna manera tediosa, conllevando esto, a que este sistema no proporcione la posibilidad de

¹⁰ Elementos Básicos de los SI, que son expuestos en el numeral 2.3 del presente capítulo.

visualizar fácil y rápidamente, si se tiene o no una buena gestión del mantenimiento en las organizaciones.

2.2.2. Sistemas de información computarizados. Éste tipo de SI para mantenimiento, surge de la necesidad de manejar grandes volúmenes de información con un mínimo de esfuerzo. Un sistema de información computarizado es un sistema de clasificación, almacenamiento, recuperación y retroalimentación de datos, a fin de sacar conclusiones con el deliberado propósito de orientar la toma de decisiones. Es un sistema abierto ya que interactúa con su ambiente intercambiando información, convirtiéndose en un sistema hombre-maquina en donde es fundamental el uso de computadores, los cuales son dirigidos y controlados. Adicionalmente las entradas son datos y las salidas información. Este tipo de sistemas permiten: obtener los programas y actividades de trabajo diario en forma inmediata; agilizar el intercambio de información de diferentes formatos entre zonas o secciones; manejar adecuadamente y con gran facilidad los inventarios de repuestos, herramientas y materiales; manejar y visualizar los indicadores de gestión en forma continua; y planificar y programar las actividades de mantenimiento con exactitud, regularidad y celeridad.

Un sistema de información computarizado para el mantenimiento es un conjunto de elementos que interactúan entre sí, con el fin de apoyar las actividades de una empresa u organización. Los elementos que interactúan entre sí son: el equipo computacional, el recurso humano, los datos o información fuente, programas ejecutados por las computadoras, las telecomunicaciones y las estrategias para el desarrollo de las políticas y reglas de operación y mantenimiento dentro de una organización.

La función mantenimiento no es ajena a los procesos de masificación de tecnologías de la información y telecomunicaciones, porque ellos le permiten afianzar el logro de sus objetivos tales como: asegurar la calidad de los productos y servicios, además de mantener a la empresa en los niveles adecuados de competencia. Las áreas de mantenimiento deben tener herramientas que permitan que los procesos estandarizados, (escritos, sistematizados, o no escritos), estén integrados, agrupados en procesos para suministrar información confiable y oportuna para el desarrollo de la gestión y la toma de decisiones acertadas.

La aplicación de procesos de mantenimiento que, mediante el uso de herramientas informáticas faciliten la toma de decisiones, a través del suministro de información, sobre aspectos técnicos y económicos, planes de mantenimiento, control de trabajos, diagnóstico de condición de equipos y estadísticas de comportamiento y falla dio origen a los “SCAM” (Sistemas Computarizados para la Administración del Mantenimiento).

Un sistema de información de mantenimiento más que un software, es una metodología de gestión y administración de mantenimiento, que permite a las organizaciones obtener resultados en cuanto a:

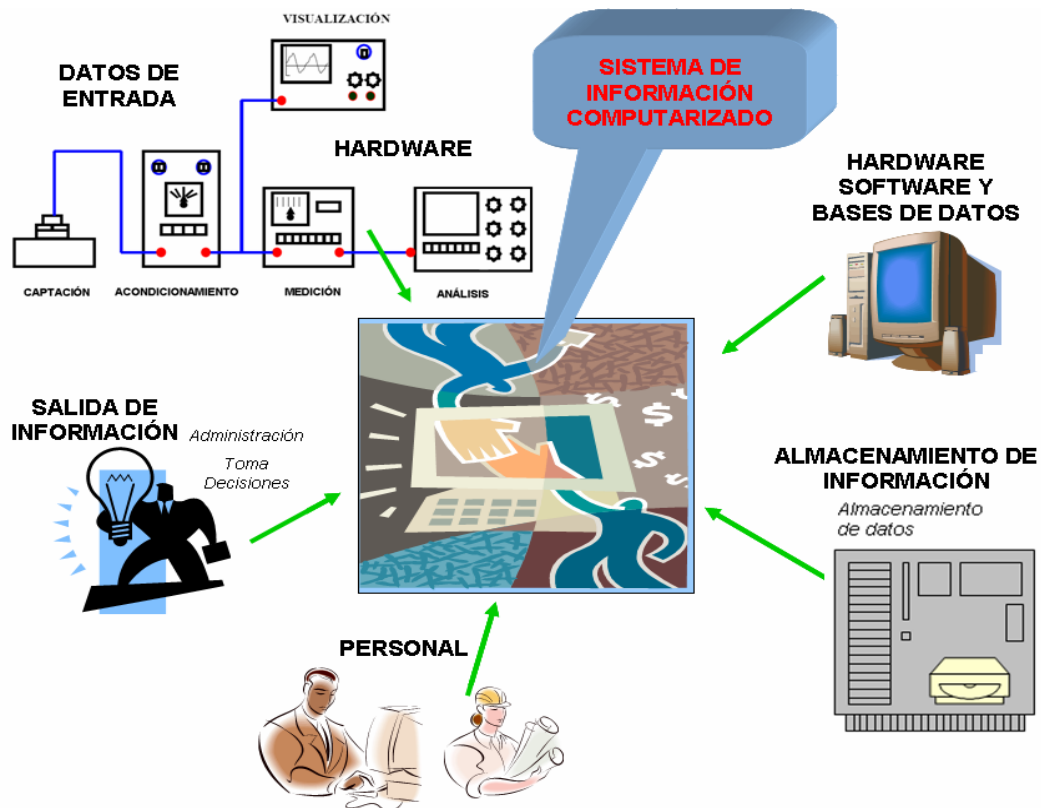
- Definición de procesos óptimos
- Normalización de procedimientos.
- Análisis de eventos.
- Conocimiento de los costos del mantenimiento.
- Obtención de indicadores de gestión.

Los Software de Mantenimiento (CMMS por sus siglas en ingles: Computerized Maintenance Management System) son aparentemente

similares en contenido, siendo su diferencia la profundidad de la información de algunos registros, módulos, funciones y la capacidad de apoyo e innovación en su diseño, desarrollo e implantación.

Adicionalmente los sistemas de información computarizados están conformados por otros subsistemas tales como: datos de entrada, hardware, software, bases de datos, medios de almacenamiento de información, archivos y procedimientos, personal y salidas de información; reuniendo todos estos subsistemas se tiene lo que se conoce como la aplicación de un sistema de información computarizado. Entonces dicha aplicación puede ser de gran ayuda y beneficio para cualquier división en las organizaciones o empresas. En la Figura 15 se muestran los principales componentes de un SI computarizado para mantenimiento.

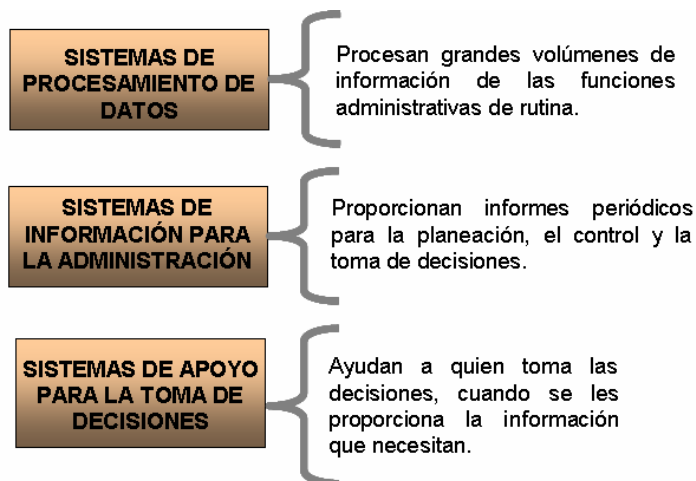
Figura 15. Componentes de un SI Computarizado para Mantenimiento.



Con lo anterior se puede tener una visión clara acerca de lo que es un SI computarizado para mantenimiento. Más adelante se podrá ver en el capítulo cuatro de estas memorias, la forma en que se diseño y la manera con la que el Sistema de Información para Mantenimiento de Campo Colorado (SIMCCO¹¹); cumple con las propuestas anteriormente presentadas en el numeral 1.3 de estas memorias para la mejora del SI del campo.

2.2.3. Objetivos de los sistemas de información computarizados. Los sistemas de información computarizados se desarrollan con diferentes propósitos, los cuales dependen de las necesidades de cada organización. Existen diferentes tipos de sistemas de información computarizados, que son básicamente un sistema de información adaptado para dar servicio al mantenimiento, tales como: los sistemas de procesamiento de datos, los sistemas de información para la administración y los sistemas de apoyo para la toma de decisiones. En la Figura 16 se pueden ver los diferentes tipos de SI computarizados junto con sus características más relevantes.

Figura 16. Tipos de Sistemas de Información Computarizados.



¹¹ Siglas que corresponden a las iniciales del nombre definido para el “SCAM” de Campo Colorado.

Como los SI computarizados son el resultado de la implantación de los SI manuales para la optimización de la gestión de mantenimiento, su aceptación depende de:

- El grado en el que el sistema de información durante su operación satisfaga los requerimientos que tiene la organización del mantenimiento en el sector productivo.
- La calidad que el sistema ofrezca como tal; la confiabilidad, facilidad de uso, flexibilidad, buena documentación, tiempos de carga y respuesta, reportes y consultas.

Los *principales objetivos de los SI computarizados para mantenimiento*, encausados a tener una reducción en los costos de producción son:

- Mantener continuamente la empresa con sus equipos y edificios en su mejor estado, para evitar tiempos de parada que reducen la capacidad de producción.
- Promover, sugerir y proyectar mejoras en la maquinaria para disminuir las posibilidades de falla.
- Controlar el costo directo del mantenimiento mediante el uso correcto y eficiente del tiempo, materiales, personal y servicios.
- Llevar a cabo una inspección organizada de la empresa, con suficientes intervalos de control para detectar oportunamente cualquier anomalía, llevando los registros adecuados de estas inspecciones.

Además de soportar el subsistema operativo de la organización, también el SI computarizado debe servir como base para que los informes que el pueda generar sean un apoyo para la toma de decisiones adecuadas y acertadas por parte de la gerencia y la administración de mantenimiento; de igual manera el

sistema debe permitir obtener el rendimiento de los equipos, y algunos indicadores de gestión que sirven igualmente de soporte para la toma de decisiones y como base de una perspectiva real de la gestión de mantenimiento.

2.2.4. Funciones de los sistemas de información computarizados. La función principal de los sistemas de información computarizados, es permitir la planeación y control del mantenimiento, pues deben servir como herramienta para llevar a cabo dichos procesos. El sistema debe trabajar con datos compartidos e interrelacionados, lo que permite que la información fluya entre distintas dependencias en tiempo real. Los datos ingresados y almacenados en la base de datos una sola vez, deben estar disponibles para cualquier usuario que tenga acceso al sistema. Por eso la gestión de mantenimiento implica al personal que labora en el área, no sólo conocer las técnicas y aprenderlas, sino también aprender a decidir cuáles son útiles en consideración con las necesidades específicas de la organización. La elección adecuada permitirá mejoras en la práctica del mantenimiento y la optimización de costos.

En un sistema de información computarizado se deben realizar cuatro funciones básicas generales, tales como: entrada, almacenamiento, procesamiento y salida de información.

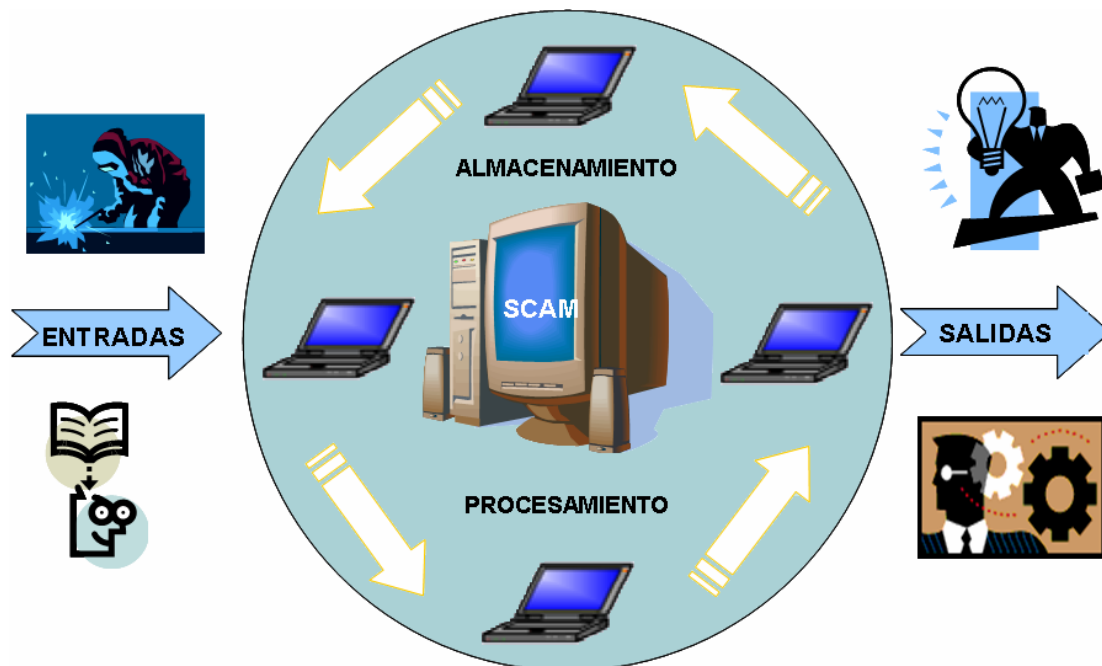
- **Entrada de información.** Proceso en el cual el sistema toma los datos que requiere para procesar la información, por medio de estaciones de trabajo, teclado, discos compactos, cintas magnéticas, código de barras, etc.
- **Almacenamiento de información.** Es una de las actividades más importantes que tiene una computadora, ya que a través de esta propiedad el

sistema puede recordar la información guardada en una sesión o proceso anterior.

➤ **Procesamiento de información.** Esta característica de los SI computarizados permite la transformación de los datos fuente, en información que puede ser utilizada para la toma de decisiones, lo que hace posible, entre otras cosas, que un tomador de decisiones genere una proyección financiera a partir de los datos que contiene un estado de resultados o un informe general anual.

➤ **Salida de información.** Es la capacidad de un SI para sacar la información procesada o bien, datos de entrada al exterior. Las unidades típicas de salida son las impresoras, graficadores, discos compactos, diskettes, la voz, etc. En La Figura 17, se puede ver el comportamiento de un SI computarizado basado en las funciones descritas anteriormente.

Figura 17. Funcionamiento del Sistema de Información Computarizado.



2.3. ELEMENTOS BÁSICOS DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO

La información, es una parte importante en el proceso de toma de decisiones y en la solución de problemas de una organización. De este modo se puede pensar en el sistema de información del mantenimiento como el subsistema de la organización, encargado de producir la información necesaria para la operación y toma de decisiones en la gestión del mantenimiento. Por este motivo, se hizo indispensable el diseño de un sistema de recolección de información en Campo Colorado, el cual deberá ser diligenciado por personal previamente capacitado, con el fin de garantizar que la información capturada en los documentos del SI sea real y confiable, para que de esta manera la gestión del mantenimiento sea apoyada de buena forma. Algunos de los elementos primordiales que componen un sistema de información en mantenimiento se pueden ver en la Figura 18.

Figura 18. Elementos Básicos de un SI para Mantenimiento.



2.3.1. Registro de Equipos. Los equipos son parte importante del sistema de información, pues sobre ellos se realizará el mantenimiento. Éstos deben

identificarse clara, fácil y rápidamente, también deben tener un registro técnico definido y bien dotado. Estos aspectos del registro de equipos se expondrán a continuación donde se tratará sobre: la codificación, inventario y registro técnico de equipos.

- **Codificación de equipos.** Antes de comenzar a construir el Sistema de Información, un código para la identificación de los equipos debe ser diseñado, lo cual, facilitará la identificación del equipo.

La codificación debe de ser inteligente, práctica, y entendible por cualquier persona. Es decir, que un nuevo trabajador o contratista que entre por primera vez a la empresa, en un corto tiempo podría entender la estructura de los códigos de los equipos y sólo con ver el código en cualquier documento, saber de qué equipo se trata.

- **Inventario de equipos.** Una vez se ha diseñado el código a utilizar por el Sistema de Información se procede a hacer un levantamiento físico de toda la maquinaria. Con el inventario de equipos se busca identificar y facilitar la codificación de todos los equipos que se van a incorporar al esquema de Mantenimiento. Además, el registro y código del equipo es la llave de acceso a las demás funciones de un sistema de información.
- **Registro técnico de equipos.** El registro técnico de equipos se refiere al levantamiento de toda la información principal relacionada con el equipo como es fecha de compra, fecha de instalación, marca, modelo, número de serie, ubicación, tipo de equipo, proveedor o fabricante, ficha técnica del equipo, etc. Además de los anteriores datos, un registro de equipo puede contener también un listado de los repuestos, con sus respectivas especificaciones técnicas y códigos de mantenimiento y del fabricante, con

sugerencias acerca del nivel de almacenamiento. Es recomendable tratar de llenar la máxima cantidad de información para cada equipo.

2.3.2. Solicitud de servicio. Es el registro por medio del cual se reportan los daños o anomalías que presenten los equipos; este formato debe contener: un numero que lo identifique, el equipo al que se le debe realizar el trabajo, el código del equipo y la zona a la que pertenece, la fecha de solicitud, el tipo de prioridad, nombre del solicitante y una descripción detallada del servicio solicitado. Además puede contener los detalles acerca de la confirmación de la solicitud como: el nombre del que la confirma, la prioridad de la solicitud, y la fecha de confirmación.

2.3.3. Orden de trabajo. Para un tipo de mantenimiento correctivo la orden se da porque hay que reparar un equipo que se averió. Para el mantenimiento preventivo, donde un sistema de información esta implantado, la orden trabajo debe ser por escrito; un sistema de mantenimiento de este tipo puede funcionar eficazmente con solo la orden de trabajo bien estructurada. Las órdenes de trabajo de un sistema de información para el mantenimiento se pueden generar básicamente de dos maneras:

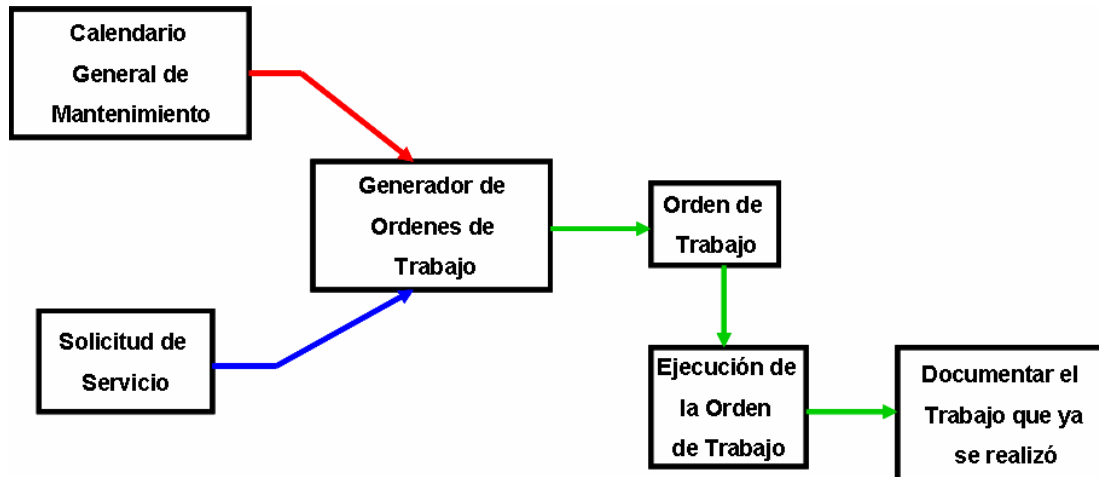
- Por una solicitud de servicio.
- Por la emisión según un programa de mantenimiento establecido.

El diseño de la orden de trabajo se debe hacer teniendo en cuenta las dos fuentes de emisión de la misma.

➤ **Escenarios que generan órdenes de trabajo:** en el día a día de los equipos en Campo Colorado, bajo diferentes circunstancias será necesario dar mantenimiento a los recursos para que éstos sigan trabajando

correctamente; esto se refiere tanto a los mantenimientos preventivos como correctivos. En la Figura 19 se muestra en qué circunstancias o escenarios puede existir la necesidad de generarse una Orden de Trabajo.

Figura 19. Escenarios que Generan una Orden de Trabajo.



2.3.4. Inventario y almacén. Al contar con un sistema de control de inventarios que permita conocer las cantidades en existencia de repuestos e insumos para generar los movimientos necesarios dentro del Sistema de Información de Mantenimiento, se facilitará su disponibilidad al momento de ejecutar las ordenes de trabajo. Con este fin, se hace necesario que se realice una excelente codificación e inventario de los repuestos para cada uno de los equipos. Desde el punto de vista del mantenimiento, es importante que un adecuado nivel de inventarios de repuestos exista. Al menos que éste sea el caso, el mantenimiento no podrá realizarse de una forma adecuada.

2.3.5. Hoja de vida de equipos. Entre sus objetivos figuran:

- Recopilación histórica de los trabajos de mantenimiento realizados a las máquinas.

- Servir de enlace entre la acción del mantenimiento y el diagnóstico o análisis de fallas.

Para que este documento tenga éxito en la gestión del mantenimiento es necesaria una permanente y constante actualización y utilización, de lo contrario se vuelve información irrelevante. El uso fundamental del registro en la hoja de vida es: registrar solamente lo prioritario, pues de lo contrario se llenan registros con información inservible. En la Figura 20 se muestran los elementos que puede contener un formato de hoja de vida.

Figura 20. Elementos del Formato para la Hoja de Vida

❖ Código del equipo	❖ Nombre
❖ Ubicación (plano o sistema)	❖ Centro de Costos
❖ Fecha del trabajo	❖ N° Orden de trabajo
Descripción del trabajo	
❖ Componente intervenido	❖ Tipo de Mantenimiento:
❖ Área mantenimiento que ejecutó:	Correctivo
Mecánica	Preventivo
Eléctrica	Predictivo
Instrumentación	
❖ Observaciones	❖ Costos (si se prefiere)

2.3.6. Tarjeta de costos. Se utiliza para llevar los costos de mantenimiento por equipos. Algunos líderes de mantenimiento prefieren llevar solamente los costos globales. Llevando los costos por equipo, se requiere un mayor esfuerzo, pero al final este esfuerzo beneficia, por el conocimiento sobre los equipos que más participan en los costos. Normalmente, además de la identificación del equipo debe contener:

- Fecha de la intervención.
- Repuestos y materiales utilizados.
- Horas – hombre utilizadas.
- Costo de repuestos y materiales.
- Costo de horas hombre.
- Costo total directo.

2.3.7. Planes de mantenimiento. Lo que se busca es contar con un Plan de Mantenimiento programado para cada uno de los equipos críticos, que tiene como fin contar con una herramienta para poder planificar los diferentes procedimientos y actividades que se requieren para el eficiente mantenimiento de los equipos.

Dentro de las principales responsabilidades técnicas de la gestión de mantenimiento está la de lograr identificar acertadamente qué mantenimientos, con qué frecuencia, quién los debe realizar y cómo debe realizarlo para cada uno de los recursos. El conjunto de tareas a realizar por un técnico en un momento específico se conocen como procedimientos de mantenimiento. Por lo tanto, es el equipo quien nos dirá qué tipo de procedimientos son los más recomendables para incorporarlos a su Plan de Mantenimiento. A continuación, en la Figura 21, se definen los diferentes procedimientos más conocidos para poderlos incorporar a los Planes de Mantenimiento.

Figura 21. Tipos de Procedimientos Estándar de Mantenimiento.



2.3.8. Documentación Técnica. Es aconsejable lograr implementar una biblioteca técnica de todos los documentos relacionados con los equipos y hacer conciencia que los manuales técnicos deben emplearse con la mayor frecuencia posible, ya que estos brindan suficiente información sobre operación, mantenimiento y repuestos de los equipos.

2.4. INDICADORES DE GESTIÓN

Es importante crear la cultura y conciencia en el personal del campo implicado en el mantenimiento e incluso los contratistas, sobre la importancia de analizar las condiciones de los equipos, de manera constante. La gestión del mantenimiento en Campo Colorado necesita de un sistema de indicadores que permita a sus directivos controlar y verificar las actividades de producción y mantenimiento para conocer rápidamente cómo van las cosas y porque se encuentran así.

El mantenimiento antes que todo debe ser eficaz y su trabajo desarrollado con la máxima calidad. En teoría esto suena muy bien, pero la práctica esta llena de escollos, que determinan una diferencia entre lo esperado y lo obtenido. La evaluación de un sistema, consiste precisamente, en determinar la ecuación de esa diferencia. Sin embargo no siempre puede ser conveniente y fácil determinar la eficiencia del mantenimiento y se prefiere caracterizarlo, mediante algunos indicadores que podemos llamar de gestión, por cuanto su valor, en un instante tal, determina la calidad, eficiencia y operatividad de la gestión de mantenimiento del campo.

A continuación se presentan algunos conceptos para definir mejor el significado de los índices de gestión:

- **Indicador o Índice:** un indicador es un parámetro numérico que facilita la información sobre un factor crítico identificado en la organización, en los procesos o en las personas respecto a las expectativas o percepción de los clientes en cuanto a costo- calidad y plazos.
- **Controlar:** significa guiar las acciones de un colectivo, entidad, departamento, etc., para que sus resultados coincidan o superen los objetivos establecidos.
- **Evaluar:** es la acción que permite comprobar la eficacia y resultados del control.

➤ **Caracterización del mantenimiento.** Los principales objetivos que se buscan con la caracterización matemática del mantenimiento pueden ser los siguientes:

- Precisar aquellos indicadores de gestión, que de alguna manera sean una medida de la eficiencia del mantenimiento.
- Indicar los objetivos del mantenimiento y evaluar los resultados de su rendimiento midiendo sus progresos hacia tales objetivos.
- Localizar los puntos que necesitan mayor atención.
- Motivar e incentivar al personal de mantenimiento para mejorar su trabajo.
- Muchos métodos pueden adoptarse para determinar un valor de la eficiencia de la gestión del mantenimiento, estos van desde simples relaciones numéricas hasta complicadas funciones matemáticas.

2.4.1. Indicadores de la eficacia del mantenimiento. Los índices de gestión son herramientas de medición del sistema de mantenimiento que permitirían evaluar la administración y la eficacia del mantenimiento en Campo Colorado. Esta medición se podrá utilizar para implantar nuevas políticas,

redefinir las existentes, para modificar tendencias, para definir objetivos, para reorientar la consecución de las metas de producción para Campo Colorado propuestas por la UIS. Estos índices se obtendrán de la gestión de mantenimiento realizada en el campo; lo que implica la utilización de un adecuado sistema de información que permita la obtención de datos reales y concisos para la presentación de informes.

Para el personal de Coordinación de Mantenimiento Mecánico de Campo Colorado le son útiles por ahora los indicadores de Confiabilidad, Mantenibilidad, y Disponibilidad de equipos; también algunos indicadores de la Administración de la Función Mantenimiento; y otros sobre los Costos de Mantenimiento de los equipos, que se expondrán más adelante. Ésta conclusión fue obtenida después del diagnóstico hecho al sistema de información actual del campo (ver subtítulo 1.2 de estas memorias).

Entre los indicadores de gestión que se determinaron más relevantes para el campo se destacan:

- La variación y promedio de los **costos de mantenimiento** para cada equipo, por zonas y pozos del campo.
- El tiempo disponible de los equipos o **Disponibilidad**.
- La seguridad o confianza en la operatividad de los equipos o **Confiabilidad**.
- La facilidad para hacer mantenimiento o tiempo empleado en las intervenciones de mantenimiento o **Mantenibilidad**.
- **Otros:** relación entre las horas programadas y las ejecutadas; relación entre las horas de mantenimiento preventivo y las totales, etc.

Para que los indicadores de gestión del mantenimiento ayuden en la toma de decisiones en el campo, basadas en hechos y datos reales, se hace necesario definir los índices de medición y disponibilidad de sus activos, lo cual, se expondrá a continuación. Con esta información, el personal implicado en el mantenimiento del campo puede sacar conclusiones de los análisis y puede enriquecer cada día más al SI para el Mantenimiento de Campo Colorado.

- **Disponibilidad de equipos:** Es el tiempo total durante el cual el equipo está operando satisfactoriamente, más el tiempo que estando en receso, puede trabajar sin contratiempos durante un período. El objetivo global de la función mantenimiento es que el equipo este disponible para producción en todo momento; sea confiable, seguro; y todo esto al mínimo costo. La disponibilidad se define en términos matemáticos, mediante el índice de disponibilidad, como la probabilidad de que un equipo o sistema sea operable satisfactoriamente a lo largo de un período de tiempo dado.
- **Confiabilidad de equipos.** Es la posibilidad de que un equipo o sistema funcione sin aparición de falla durante un tiempo de terminado y sin disminución de sus niveles de rendimiento y seguridad. Este tiempo promedio entre fallas se denomina TPEF y caracteriza la confiabilidad. Aunque la confiabilidad está directamente relacionada con el diseño constructivo del equipo, el objetivo de la ingeniería de mantenimiento en este punto es un TPEF elevado luego de un periodo de evaluación; este será un excelente indicador de la gestión de mantenimiento.
- **Mantenibilidad de equipos.** Se define como la probabilidad de que un equipo o sistema que ha fallado en su operación sea intervenido y

restituido a niveles aceptables de operatividad, cuando el mantenimiento es efectuado de acuerdo con unos procedimientos preestablecidos, en un tiempo determinado, este tiempo no es otro que el TPPR. La mantenibilidad, entonces, se caracteriza por el “Tiempo promedio para reparar”, entre mas pequeño sea el TPPR luego de un periodo de evaluación, éste será un excelente indicador de la gestión del mantenimiento.

2.4.2. Índices de la administración del mantenimiento. Dentro de los indicadores a manejar están: mantenimiento extra, personal utilizado, mantenimiento de emergencia y trabajos cumplidos.

- *Mantenimiento extra.* Determina el porcentaje de carga de mantenimiento no planeada, permite evaluar la exactitud del mantenimiento planeado.
- *Personal utilizado.* Determina el porcentaje de ocupación del personal de mantenimiento; permite evaluar la necesidad real de personal para dar cumplimiento a las tareas planeadas.
- *Mantenimiento de emergencia.* Determina la cantidad de mantenimiento de emergencia realizado; evalúa la gestión de planeación y programación.
- *Trabajos ejecutados.* Éste índice evalúa la capacidad de ejecución de los trabajos cumplidos.

2.4.3. Índices sobre costos de mantenimiento. Para obtener la variación y promedio de los costos de mantenimiento de los equipos; se pueden manejar los siguientes índices: costo del mantenimiento interno, costo del mantenimiento contratado, costos de repuestos, materiales y herramientas

utilizadas en el mantenimiento; costo del mantenimiento programado y costo del mantenimiento no programado (mantenimiento de emergencia).

- *Costo del mantenimiento interno.* Indica el componente de costo del recurso humano interno, dentro del costo directo o total del mantenimiento.
- *Costo del mantenimiento contratado.* Indica el componente de costo del recurso humano externo, dentro del costo directo del mantenimiento.
- *Costo de repuestos.* Indica el componente de costo de repuestos utilizados para el mantenimiento de los equipos, dentro del costo directo del mantenimiento.
- *Costo de materiales.* Indica el componente de costo de materiales utilizados para el mantenimiento de los equipos, dentro del costo directo del mantenimiento.
- *Costo de herramientas.* Indica el componente de costo de las herramientas utilizadas para el mantenimiento de los equipos, dentro del costo directo del mantenimiento.
- *Costo del mantenimiento programado.* Indica el componente de costo del mantenimiento programado, dentro del costo directo del mantenimiento. (Involucra las ordenes de trabajo generadas por los planes de mantenimiento).
- *Costo del mantenimiento no programado.* Indica el componente de costo del mantenimiento de emergencia, dentro del costo directo del mantenimiento. (Involucra las ordenes de trabajo generadas por solicitudes de servicio con prioridad de emergencia).

2.4.4. Reportes de los indicadores. Los informes de gestión nacen en los índices de gestión del mantenimiento y al igual que estos se pueden agrupar en categorías; que permitan dirigirlos a sectores específicos en la organización, estas categorías son:

- *Informes de desempeño.* Estos se elaboran haciendo uso de los índices de gestión de administración y eficacia del mantenimiento.
- *Informes de costos.* Se elaboran a partir de los índices de gestión de costos.

Sin importar el tipo de informe de gestión, éste debe cumplir con ciertas especificaciones que permitan una clara interpretación y retroalimentación que apoye la toma de acciones correctivas y de mejoramiento por parte de los administrativos, al igual que se genere proactividad en torno al desarrollo de ideas que conlleven a un mejoramiento continuo en toda la organización.

Algunas características generales de los informes o reportes son:

- Deben estar basados en información real y actualizada.
- Estructurados, claros y concisos.
- En lo posible con un adecuado ambiente grafico.
- Información comparativa de períodos de evaluación que permita el desarrollo de tendencias mejorativas en la gestión del mantenimiento.
- Cumplimiento de logros y objetivos propuestos, etc.
- Como recomendación a la gerencia de mantenimiento, esta debe elaborar como mínimo un informe general mensual de la gestión realizada.

3. DISEÑO Y DESARROLLO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN COMPUTARIZADOS

En el presente capítulo se mostrarán algunos conceptos básicos acerca del diseño de sistemas de información computarizados, tales como: la evolución o conexión de datos presentado esto a través del ciclo de vida de sistemas de información computarizados; la descripción de la metodología a utilizar en el diseño y desarrollo del sistema de información; así como también conceptos sobre las bases de datos, todo con el fin de presentar la base teórica para el diseño y desarrollo del Sistema de Información Computarizado para Mantenimiento de Campo Colorado (SIMCCO).

3.1. CONCEPTOS GENERALES PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN COMPUTARIZADOS

Los sistemas de información basados en computadoras se diseñan para diversas finalidades que van desde el procesamiento de las transacciones de una organización hasta proveer de la información necesaria para decidir sobre asuntos que se presentan con frecuencia.

En algunos casos los factores que deben considerarse en un proyecto de diseño y desarrollo de un sistema de información son: el aspecto más apropiado de la computadora o la tecnología de comunicaciones que se va a utilizar; el impacto del nuevo sistema sobre los empleados de la empresa y las características específicas que el sistema debe tener. Además de los anteriores aspectos, a continuación se mostraran los más generales para el diseño y desarrollo de SI, tales como, el proceso de diseño y sus etapas, las revisiones y

criterios técnicos a tener en cuenta en éste proceso y las herramientas utilizadas para el mismo.

3.1.1. El proceso de diseño y sus etapas. El diseño de sistemas se define como el proceso de aplicar ciertas técnicas y principios con el propósito de definir un dispositivo, un proceso o un sistema, con suficientes detalles como para permitir su interpretación y realización física. El diseño de sistemas de información se divide en cuatro etapas generales: el diseño de los datos y archivos, el diseño arquitectónico o estructural, el diseño de la interfaz de usuario, y el diseño de procedimientos.

➤ **El Diseño de los datos y archivos.** En esta etapa se crean las estructuras de datos necesarios para implementar el Software. En ésta etapa también se incluye el diseño de los archivos o la base de datos que almacenará aquellos datos requeridos por quien toma las decisiones en la organización. El diseño de una base de datos bien organizada, es fundamental para cualquier sistema de información.

Incluye decisiones con respecto a la naturaleza y contenido de los datos a incluir en archivos, como si se fueran a emplear para guardar detalles de las transacciones, datos históricos, o información de referencia. Entre las decisiones que se deben tomar durante el diseño de archivos, se encuentran las siguientes:

- Los datos que deben incluirse en el formato de registros contenidos en el archivo.
- La longitud de cada registro, con base en las características de los datos que contenga.

- La secuencia a disposición de los registros dentro del archivo (La estructura de almacenamiento que puede ser secuencial, indexada o relativa).
- **El Diseño arquitectónico.** Define la relación entre cada uno de los elementos estructurales del SI. En esta etapa se usa la información recolectada con anterioridad y se elabora el diseño lógico del sistema de información, se diseñan también métodos precisos de captura de datos, con la finalidad de que los datos que se introducen en el sistema de información, sean los correctos.
- **El Diseño de la interfaz de usuario.** Describe como se comunica el Software consigo mismo, con los sistemas que operan junto con el y con los operadores y usuarios que lo emplean. Forma parte del diseño lógico del sistema de información y además conecta al usuario con el sistema, y evidentemente, es de suma importancia.
- **El Diseño de procedimientos.** Transforma elementos estructurales de la arquitectura del programa. En esta etapa se definen las entradas a procesar en el sistema de información y se diseñan los procedimientos para la salida de la misma. En este caso, salida, se refiere a los resultados e informaciones generadas por el Sistema, para la mayoría de los usuarios la salida es la única razón para el desarrollo de un sistema y la base para la evaluación de su utilidad. Sin embargo cuando se diseñan los procedimientos para la salida de información de un sistema, se debe realizar lo siguiente:
- Determinar que información presentar. Decidir si la información será presentada en forma visual, verbal o impresa y seleccionar el medio de salida.

- Hacer que la presentación de la información se encuentre en un formato aceptable, o alguno ya preestablecido.
- Decidir como distribuir la salida entre los posibles destinatarios.

3.1.2. Revisiones y criterios técnicos. El diseño de software es un proceso y un modelado a la vez. El proceso de diseño es un conjunto de pasos repetitivos que permiten al diseñador describir todos los aspectos del Sistema a construir. A lo largo del diseño se debe evaluar la calidad del desarrollo del proyecto con un conjunto de **revisiones técnicas**:

- El diseño debe implementar todos los requisitos explícitos contenidos en el modelo de análisis y debe acumular todos los requisitos implícitos que desea el cliente u organización.
- Debe ser una guía que puedan leer y entender los que construyan el código y los que prueban y mantienen el Software.
- El Diseño debe proporcionar una completa idea de lo que es el Software, enfocando los dominios de datos, funcionalidad y comportamiento desde el punto de vista de la Implementación.

Para evaluar la calidad de una presentación del diseño, se deben establecer **criterios técnicos** para un buen diseño como son:

- Un diseño debe presentar una organización jerárquica que haga un uso inteligente del control entre los componentes del software.
- El diseño debe ser modular, es decir, se debe hacer una partición lógica del Software en elementos que realicen funciones y subfunciones específicas.
- Un diseño debe contener abstracciones de datos y procedimientos.
- Debe producir módulos que presenten características de funcionamiento independiente.

- Debe conducir a interfaces que reduzcan la complejidad de las conexiones entre los módulos y el entorno exterior.
- Debe producir un diseño usando un método que pudiera repetirse según la información obtenida durante el análisis de requisitos de Software.

Estos criterios no se consiguen por casualidad. El proceso de Diseño de Software exige buena calidad a través de la aplicación de principios fundamentales de Diseño, Metodologías sistemáticas y una revisión exhaustiva durante todo el proceso.

3.1.3. Herramientas utilizadas. Apoyan el proceso de formular las características que el sistema debe tener para satisfacer sus requerimientos.

- *Herramientas de especificación.* Apoyan el proceso de formular las características que debe tener una aplicación, tales como entradas, Salidas, procesamiento y especificaciones de control. Muchas incluyen herramientas para crear especificaciones de datos.
- *Herramientas para presentación.* Se utilizan para describir la posición de datos, mensajes y encabezados sobre las pantallas del computador, reportes y otros medios de entrada y salida.
- *Herramientas para el desarrollo de sistemas.* Estas herramientas ayudan a trasladar y convertir diseños, en aplicaciones funcionales. Las herramientas de desarrollo de software diseñan y construyen aplicaciones y dan soporte al desarrollo e implantación de las mismas. Se utilizan para la arquitectura y el modelado, el desarrollo dirigido por modelos, componentes, verificación de componentes y actividades de análisis de ejecución.

- *Herramientas para ingeniería de software.* Apoyan el proceso de formular diseños de software incluyendo procedimientos y controles, así como la documentación correspondiente. Gestionan el ciclo de vida de los activos, que incluye la automatización de procesos, el control de cambios, el rastreo y los informes. Además estas herramientas tratan todos los aspectos de la calidad de software: funcionalidad, fiabilidad y rendimiento en el desarrollo y la producción.
- *Generadores de códigos.* Producen el código fuente y las aplicaciones a partir de especificaciones funcionales bien articuladas. Dentro de ellas se encuentran las herramientas basadas en los lenguajes 3GL o 4GL/RAD, entornos de desarrollo unificados, modelos y otras herramientas generadoras de códigos.
- *Herramientas para pruebas.* Apoyan la fase de la evaluación de un Sistema o de partes del mismo contra las especificaciones. Incluyen facilidades para examinar la correcta operación del Sistema así como el grado de perfección alcanzado en comparación con las expectativas. Incluyen herramientas de determinación de problemas y depuración.

3.2 CICLO DE VIDA DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN COMPUTARIZADOS

Para clarificar lo que es el ciclo de vida de un sistema de información se presentará a continuación el concepto de ciclo de vida, más adelante se presentaran los procesos principales del ciclo, y por último se presentarán algunos de los principales modelos de ciclo de vida, haciendo énfasis en el modelo seleccionado para el diseño y desarrollo del Sistema de Información Computarizado para Mantenimiento de Campo Colorado, (SIMCCO)

3.2.1. Concepto de ciclo de vida. El proceso que se sigue para construir, entregar y hacer evolucionar el software, desde la concepción de una idea hasta la entrega y el retiro del sistema, se conoce como ciclo de vida software. Una definición mas técnica de *ciclo de vida* es la siguiente: “Aproximación lógica a la adquisición, el suministro, el desarrollo, la explotación y el mantenimiento del software”¹².

Todo proyecto de ingeniería tiene unos fines ligados a la obtención de un producto, proceso o servicio que es necesario generar a través de diversas actividades. Algunas de estas actividades pueden agruparse en fases porque globalmente contribuyen a obtener un producto intermedio, necesario para continuar hacia el producto final y facilitar la gestión del proyecto. Al conjunto de las fases empleadas se le denomina “ciclo de vida”.

También existen los llamados **modelos de ciclo de vida** que se definen como : “Un marco de referencia que contiene los procesos, las actividades y las tareas involucradas en el desarrollo, la explotación y el mantenimiento de un producto de software, abarcando la vida del sistema desde la definición de los requisitos hasta la finalización de su uso” ¹³.

El ciclo de vida abarca, por tanto, toda la vida del sistema, comenzando con la concepción y finalizando cuando ya no se utiliza. A veces también se habla de “ciclo de desarrollo”, que es un subconjunto del anterior que empieza en el análisis y finaliza con la entrega del sistema al usuario.

3.2.2. Procesos principales del ciclo. En la norma **ISO 12207-1**, las actividades que se pueden realizar durante el ciclo de vida del software se

¹² Definición de ciclo de vida, según la norma IEEE 1074.

¹³ Definición de modelo de ciclo de vida, según la norma ISO 12207-1.

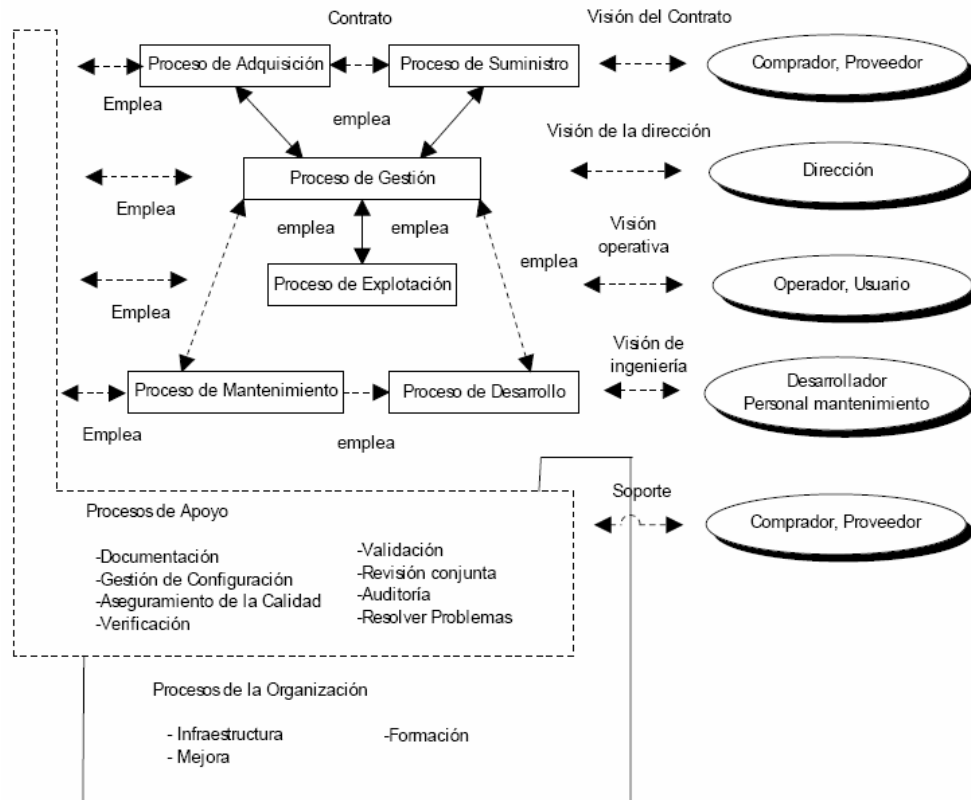
agrupan en cinco procesos principales (adquisición, suministro, desarrollo, explotación, y mantenimiento); ocho procesos de soporte o apoyo (documentación, gestión de configuración, aseguramiento de la calidad, verificación, validación, revisión continua, auditoria, y resolución de problemas); y cuatro procesos generales o de la organización (gestión, infraestructura, mejora, formación). Cabe destacar que la norma no fomenta ningún modelo de ciclo de vida, gestión del software o método de ingeniería, ni describe como realizar ninguna de las actividades.

Dado que los procesos se aplican durante el ciclo de vida del software, y además se utilizan de diferentes formas por las diferentes organizaciones y con distintos puntos de vista y objetivos, es necesario comprender los procesos, las organizaciones y sus relaciones bajo diferentes puntos de vista, tal como se muestra en la Figura 22.

En este numeral solo se hará referencia a los cinco procesos principales de la norma ISO 12207-1, *especialmente al proceso de desarrollo*, con el fin de delimitar el contenido teórico hacia el diseño y desarrollo de SI y no extendernos, en aspectos que atañen más, a las organizaciones y las actividades administrativas y de calidad presentes en la industria de la ingeniería y desarrollo de software.

Habiendo presentado en la Figura 22, los diferentes puntos de vista para realizar las distintas actividades de los procesos del ciclo de vida; a continuación se mostraran los procesos que se deben contemplar en el ciclo de vida del software, para posteriormente resumir los principales modelos de ciclo de vida que se presentarán en el numeral 3.2.3.

Figura 22. Procesos, Papeles y Relaciones del Ciclo de Vida Software.



Fuente: PIATTINI, G. Mario, *et al.* Análisis y diseño detallado de aplicaciones informáticas de gestión. México: ALFAOMEGA, 2000. p. 47.

Los procesos principales del ciclo de vida, según la norma son los siguientes:

- **Proceso de adquisición.** Este proceso contiene las actividades y las tareas que el comprador, el cliente o el usuario realiza para adquirir un sistema o un producto (servicio) software. También incluye la preparación y publicación de una solicitud de ofertas, la selección del suministrador del software y la gestión de los procesos desde la adquisición hasta la aceptación del producto.
- **Proceso de suministro.** Este proceso contiene las actividades y tareas que el suministrador realiza. Se inicia con la decisión de preparar una propuesta para responder a la petición de un comprador o por la firma de un contrato

con el comprador para proporcionarle un producto software. También trata la identificación de los procedimientos y de los recursos necesarios para gestionar y garantizar el éxito del proyecto, incluyendo el desarrollo de los planes del proyecto y la ejecución de dichos planes hasta la entrega del producto software al comprador.

➤ *Proceso de desarrollo.* El desarrollo de software va unido a un *ciclo de vida* compuesto por una serie de etapas que comprenden todas las actividades, desde el momento en que surge la idea de crear un nuevo producto software, hasta aquel en el que se sucede la entrega del producto a los usuarios finales. Este proceso contiene las actividades de análisis de requisitos, diseño, codificación, integración, pruebas de instalación y aceptación.

- *Fases generales para el proceso de desarrollo en el ciclo de vida software.* El diseño y desarrollo de sistemas de información es un procedimiento para la resolución de problemas. Cuando se trata del diseño de sistemas de información, se busca analizar sistemáticamente la entrada o flujo de datos, la transformación de los datos, el almacenamiento de datos y la salida de información en el contexto de una organización particular.

Este proceso de desarrollo también se puede usar para analizar, diseñar e implementar mejoras que puedan incorporarse a la organización y puedan ser alcanzadas al usar un sistema de información computarizado.

En la Tabla 23, se pueden ver las fases generales y tareas asociadas, para el proceso de desarrollo de sistemas de información, durante el ciclo de vida software.

Tabla 23. Fases Generales y Tareas en el Proceso de Desarrollo de SI.

FASES GENERALES Y TAREAS EN EL PROCESO DE DESARROLLO DE SI		
Fase		Actividades Asociadas
1	Investigación preliminar	Análisis de requisitos del sistema.
2	Análisis	Diseño de la arquitectura del sistema. Análisis de los requisitos del software.
3	Diseño	Diseño de la arquitectura del software.
4	Desarrollo	Diseño detallado del software. Codificación del software.
5	Pruebas e Implementación	Integración del software. Prueba del software. Integración del sistema. Prueba del sistema.
6	Instalación y Aceptación	Instalación del software en el entorno de explotación final donde vaya a funcionar. Soporte del proceso de aceptación del software.

Debido al interés pertinente del proceso de desarrollo, se resumen a continuación, las principales actividades asociadas al proceso de desarrollo de sistemas de información durante el ciclo de vida software; nombradas con anterioridad en la Tabla 23.

1. Investigación Preliminar. En esta fase se realiza el *análisis de requisitos del sistema*, donde se especifican los requisitos del sistema, incluyendo las funciones y las capacidades que debe incluir, los requisitos de seguridad, de interacción hombre-máquina, de interfaces, de operaciones y de mantenimiento, las restricciones aplicables al diseño y los requisitos para su aceptación.

2. Análisis. Esta Fase comprende dos actividades, tales como: el diseño de la arquitectura y el análisis de requisitos del sistema.

- *Diseño de la arquitectura del sistema.* Se establece la arquitectura o estructura general del SI, la cual identificará los principales componentes de hardware y software, así como las operaciones manuales del sistema. En ésta fase también se recopilan y analizan datos, y al final se documenta el resultado.
- *Análisis de los requisitos del software.* Se establecen y se documentan dichos requisitos, incluyendo la especificación de las características de calidad que debe cumplir el sistema, tales como: *especificaciones funcionales y de la capacidad* (por ejemplo el rendimiento del sistema o aplicación, sus características físicas, etc.), *interfaces externas, requisitos de aceptación, especificaciones de seguridad y protección* (de la información, de daños personales, etc.), *especificaciones de interacción hombre-máquina* (tales como, operaciones manuales, restricciones personales, por ejemplo “sólo los directores podrán acceder a la aplicación X”, etc.), *definición de los datos que se van a manejar y requisitos de bases de datos* (por ejemplo, la aplicación se hará con un gestor de bases de datos relacional), *requisitos de instalación y aceptación del software* (por ejemplo, la aplicación se ha de instalar en un computador personal, y sólo se aceptará si el tiempo de respuesta para la operación X es menor de dos segundos), *requisitos de explotación y ejecución y requisitos de mantenimiento del usuario.*

3. Diseño. Durante esta fase se deben transformar los requisitos del software en una estructura de alto nivel que identifique sus componentes principales. También se elabora una versión preliminar de los manuales de usuario, se definen y documentan los requisitos que deben cumplir las pruebas de estos componentes y se planifica la integración del software.

El diseño de un sistema de información responde a la forma en la que el sistema cumplirá con los requerimientos identificados durante la fase de análisis de requisitos del software. También se indican los datos de entrada, los que serán calculados y los que deben ser almacenados. Finalmente se seleccionan las estructuras de archivo y los dispositivos de almacenamiento.

4. Desarrollo. En esta etapa se realiza un diseño detallado para cada componente software, incluidas las bases de datos. Así mismo se actualizan los manuales de usuario, se definen y documentan los requisitos que deben cumplir las pruebas de estos componentes detallados y se planifican las pruebas unitarias del software. Después del diseño detallado se desarrollan, codifican y documentan los distintos componentes software y las bases de datos (los programadores son responsables de la documentación del software y de explicar su codificación, ésta documentación es esencial para probar el programa y hacer el mantenimiento). Posteriormente se prueba cada uno de los mismos para asegurar que satisfacen los requisitos. Además, se actualizan los manuales de usuario.

5. Pruebas e Implementación. Esta fase se agrupan las actividades de integración del software, prueba del software, integración del sistema y por último la prueba del sistema.

- *Integración del software.* Se integran los componentes del software y se prueban según sea necesario. También se actualizan los manuales de usuario.
- *Prueba del software.* Se lleva cabo la prueba de cualificación en función de los requisitos especificados.

- *Integración del sistema.* Se integran los elementos software y hardware junto con las operaciones manuales.
- *Prueba del sistema.* Análoga a la del software, pero se llevará a cabo de acuerdo con requisitos de cualificación especificados para el sistema (el software integrado con el resto de componentes del mismo: hardware, componentes físicos, etc.). Durante esta fase, el sistema se emplea de manera experimental para asegurarse que el software no tenga fallas, es decir, que funciona de acuerdo con las especificaciones y en la forma en que los usuarios esperan que lo haga. Se alimentan como entradas conjuntos de datos de prueba para su procesamiento y después se examinan los resultados. En algunas ocasiones se permite que varios usuarios utilicen el sistema, para que los analistas observen si tratan de emplearlo en formas no previstas, antes de que la organización implante el sistema y dependa de él (en muchas organizaciones, las pruebas son conducidas por personas ajenas al grupo que escribió los programas originales; por una parte, para asegurarse de que las pruebas sean completas e imparciales y por otra, para que el software sea más confiable).

6. Instalación y Aceptación. Para esta fase se realizan dos actividades, las cuales son: la instalación del software, y el soporte del proceso de aceptación del mismo.

- *Instalación del software.* Se realiza la instalación del software en el entorno de explotación (operación) final donde vaya a funcionar. Cuando un nuevo software reemplace un sistema existente es recomendable mantener ambos sistemas en funcionamiento paralelo

durante un periodo razonable de tiempo para comprobar el funcionamiento correcto del nuevo sistema.

- *Soporte del proceso de aceptación del software.* Se debe dar apoyo a la revisión de aceptación y a la prueba del software por parte del comprador o usuario final del SI.

➤ **Proceso de explotación.** Este proceso incluye la explotación del software y el soporte operativo de los usuarios. Debido a que esta explotación está integrada en la del sistema, las actividades y tareas de este proceso se aplican al sistema completo. También se denomina proceso de operación.

➤ **Proceso de mantenimiento.** Este proceso aparece cuando el software necesita modificaciones, ya sea en el código o en la documentación asociada, debido a un error, una deficiencia, un problema o la necesidad de mejora o adaptación. El objetivo es modificar el software existente manteniendo su consistencia. Este proceso puede incluir también las actividades de migración a un nuevo entorno operativo y las de retirada del software.

3.2.3. Principales modelos del ciclo de vida. La práctica acumulada en el diseño de modelos de ciclo de vida para diferentes aplicaciones, permite que el proceso de diseño y desarrollo de SI se beneficie de la *experiencia adquirida* utilizando el enfoque o modelo que mejor se adapte a sus requerimientos.

Las principales diferencias entre distintos modelos de ciclo de vida se encuentran divididas en tres grandes visiones, tal y como se muestra en la Tabla 24.

Tabla 24. Puntos de Vista para Diferenciar los Modelos de Ciclo de Vida.

PUNTOS DE VISTA PARA DIFERENCIAR LOS MODELOS DE CICLO DE VIDA	
<i>El alcance del ciclo de vida</i>	El alcance del ciclo de vida que depende de hasta donde desee llegar con el proyecto: consiste en saber si es viable el desarrollo de un producto, el desarrollo completo, o el desarrollo completo más las actualizaciones y el mantenimiento.
<i>La Calidad y la Cantidad de las Etapas</i>	La calidad y la cantidad en que se dividirá el ciclo de vida: según el ciclo de vida que se adopte, y el proyecto para el cual se adopte.
<i>La Estructura y Sucesión de las Etapas</i>	Si hay realimentación entre ellas, y si se tiene libertad de repetirlas.

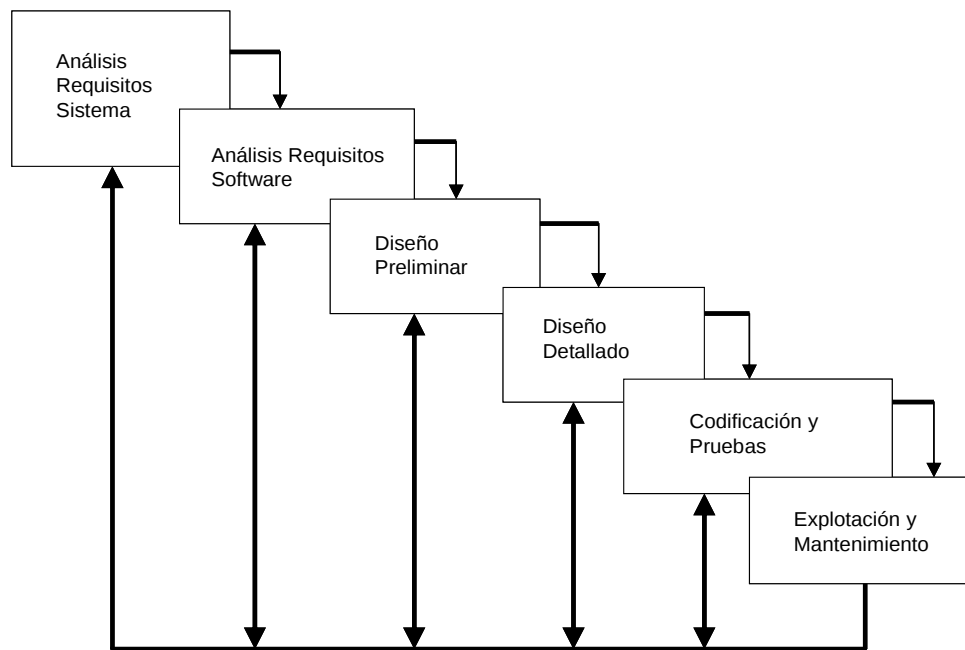
Así la forma de agrupar las actividades, los objetivos de cada fase, los tipos de productos intermedios que se generan, etc., pueden ser muy diferentes dependiendo del tipo de producto o proceso a generar y de las tecnologías empleadas. Es por eso que el ciclo de vida software, tiene varios modelos de desarrollo en los cuales se puede apoyar para la realización de software, de los cuales se destacan los siguientes por ser los más utilizados y los más completos: el modelo en cascada de Waterfall, el modelo incremental de Lehman y el modelo en espiral de Boehm.

➤ **Modelo en cascada (Waterfall).** La versión original del modelo en cascada de ciclo de vida fue propuesto por Royce en 1970 y desde entonces han aparecido numerosos refinamientos y variaciones de dicho modelo. El número de fases o etapas que se proponen en este ciclo suele variar, aunque son comunes: el análisis de requisitos del sistema, análisis de requisitos del software, diseño preliminar, diseño detallado, codificación, pruebas, explotación y mantenimiento. Estas etapas se pueden ver en la Figura 23.

Algunas características de este ciclo son:

- Cada fase empieza cuando se termina la fase anterior.
- Para pasar de una fase a otra es necesario conseguir todos los objetivos de la etapa previa.
- Ayuda a prevenir que se sobrepasen las fechas de entrega y los costos esperados.
- Al final de cada fase el personal técnico y los usuarios tienen oportunidad de revisar el progreso del proyecto.

Figura 23. Modelo de Ciclo de Vida en Cascada.



Es un modelo rígido, poco flexible y con muchas restricciones. Aunque es el ciclo de vida más antiguo y el más ampliamente utilizado, debido a las facilidades que da a los gestores para controlar el progreso de los sistemas, ha recibido numerosas críticas. Algunas de las *críticas* del modelo en cascada son:

- No refleja el proceso “real” de desarrollo de software. Los proyectos

reales raramente siguen este flujo secuencial, puesto que siempre hay interacciones. Aunque en este modelo la integración está permitida en etapas contiguas, en la vida real normalmente la integración abarca más de una etapa. Un caso típico es la redefinición de los requisitos cuando se está codificando la aplicación.

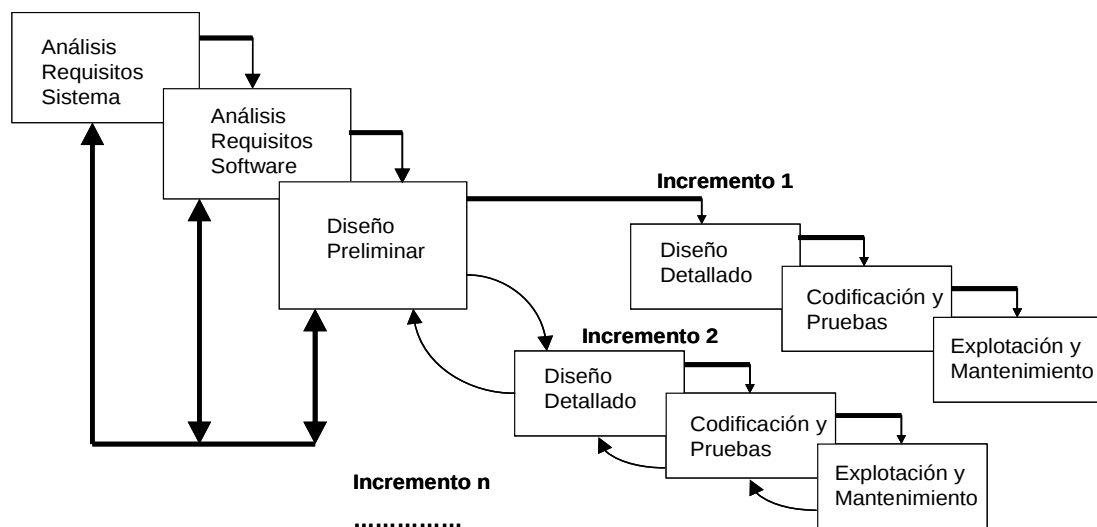
- Se tarda mucho tiempo pasar por todo el ciclo, dado que hasta que no se finalice una fase no se pasa la siguiente. Así, se podría dar el caso de no salir nunca de la fase análisis de requisitos software.
- Acentúa el fracaso de la industria del software con el usuario final. En este caso, el usuario debe tener paciencia, ya que el sistema en funcionamiento solo estará disponible hasta las fases finales del proyecto.

➤ ***Modelo de ciclo de vida Incremental (Lehman).*** El modelo incremental propuesto por Lehman en 1984, corrige la necesidad de una secuencia no lineal de pasos de desarrollo. En el modelo incremental mostrado en la Figura 24, se va creando el sistema software añadiendo componentes funcionales al sistema (llamados incrementos). En cada paso sucesivo, se actualiza el sistema con nuevas funcionalidades o requisitos, es decir, cada versión o refinamiento parte de una versión previa y le añade nuevas funciones. El sistema software ya no se ve como una única entidad monolítica con una fecha fija de entrega, sino como una integración de resultados sucesivos obtenidos después de cada iteración.

El modelo incremental se ajusta a entornos de alta incertidumbre, por no tener la necesidad de poseer un conjunto exhaustivo de requisitos, especificaciones, diseños y demás aspectos al comenzar con el diseño del sistema, ya que cada refinamiento amplía los requisitos y las especificaciones

derivadas de la fase anterior. El modelo incremental constituyó un avance sobre el modelo en cascada, pero también presenta problemas. Aunque permite el cambio continuo de requisitos, aún existe el problema de determinar si los requisitos propuestos son válidos. Los errores en los requisitos se detectan tarde y su corrección resulta tan costosa como en el modelo en cascada.

Figura 24. Modelo de Ciclo de Vida Incremental.



Ventajas del modelo incremental:

- Se evitan proyectos largos y se entrega “Algo de valor” a los usuarios.
- El usuario se involucra más.
- El resultado puede ser muy positivo.

Desventajas del modelo incremental:

- Difícil de evaluar el costo total.
- Difícil de aplicar a sistemas transaccionales que tienden a ser integrados y a operar como un todo.
- Requiere gestores experimentados.
- Los errores en los requisitos se detectan tarde.

➤ *Modelo de ciclo de vida en Espiral (Boehm).* Con el fin de disminuir los inconvenientes del modelo en cascada, Boehm en 1988, propuso el modelo en espiral que se muestra en la Figura 25, que consta de una serie de fases. Cada una empieza identificando los objetivos, las alternativas y las restricciones del ciclo. Una vez evaluadas las alternativas respecto a los objetivos y teniendo en cuenta las restricciones, se lleva a cabo la fase correspondiente para, una vez finalizada, empezar a plantear la próxima.

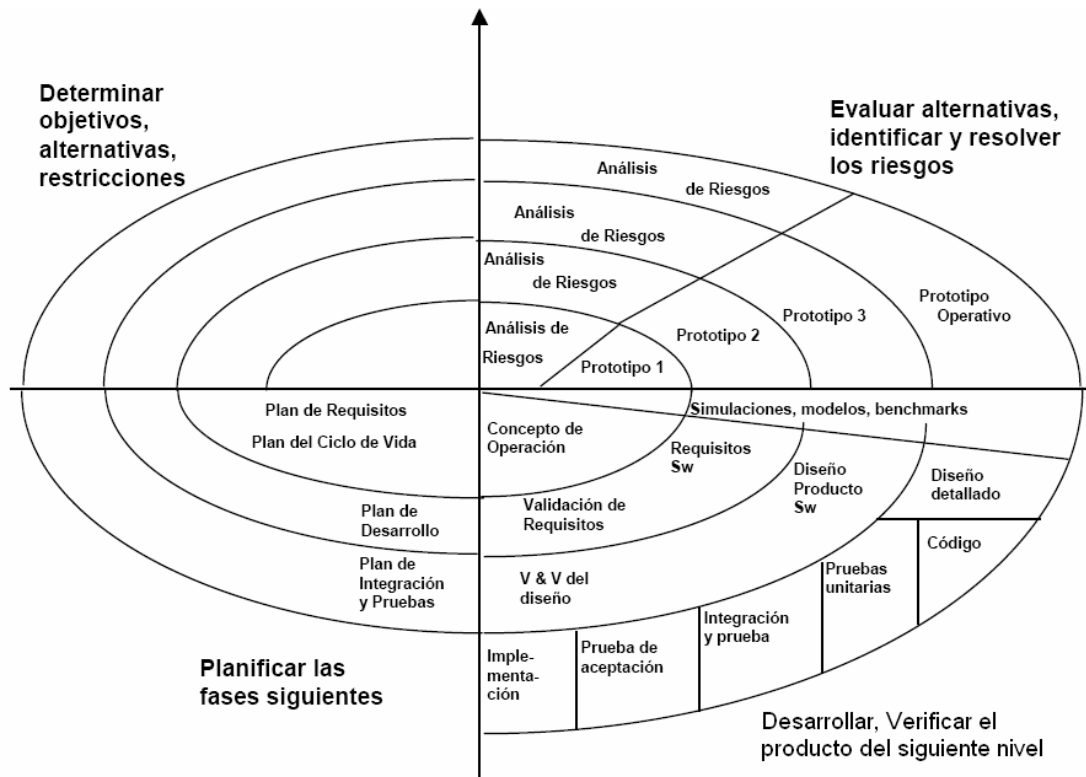
Pasos a seguir al adoptar el ciclo del modelo en espiral, que comienza con la identificación de:

- Los objetivos de la parte del producto que está siendo elaborada (rendimientos, funcionalidad, adaptación al cambio etc.).
- Las alternativas principales de la implementación de esta porción del producto (usar el diseño A, usar el diseño B, reutilizar el módulo X de la aplicación Z, comprar a un proveedor externo, etc.).
- Las restricciones impuestas para cada alternativa (costos, planificaciones, interfaces, etc.).
- El siguiente paso es evaluar las diferentes alternativas que se plantean teniendo en cuenta los objetivos a conseguir y las restricciones impuestas. Frecuentemente, este paso identifica las tareas incertidumbre del proyecto con sus correspondientes riesgos.
- Si existen riesgos el siguiente paso conlleva a la formulación de una estrategia efectiva en costos.
- El siguiente paso consiste en revisar los resultados del análisis de riesgos.
- El siguiente paso sería planificar la fase posterior.
- Una vez realizado el primero se volvería a empezar.
- Una característica importante del modelo en espiral es que cada ciclo

se completa con una revisión en la que participan las principales personas u organizaciones que tienen relación con el producto. Esta revisión cubre todos los productos desarrollados durante el ciclo anterior, incluyendo los planes para el siguiente y los recursos necesarios para llevarlo a cabo.

- Los planes para las fases sucesivas pueden también incluir una partición del producto en incrementos (para desarrollos sucesivos), o en componentes (para ser desarrollados por personas independientes u organizaciones individuales).

Figura 25. Modelo de Ciclo de Vida en Espiral.

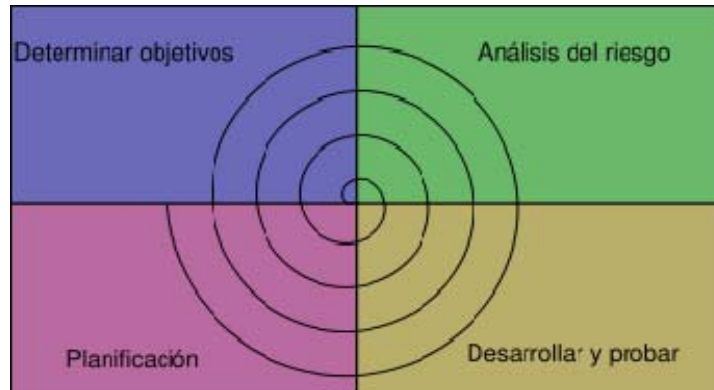


Fuente: PIATTINI, G. Mario, *et al.* Análisis y diseño detallado de aplicaciones informáticas de gestión. México: ALFAOMEGA, 2000. p. 51.

El modelo en espiral puede aplicarse en la mayoría de las ocasiones para el desarrollo de SI, en donde cada fase, es una vuelta que se divide en cuatro

actividades básicas como se muestra en la Figura 26. Principalmente por ésta cualidad fue escogido para utilizarlo en el desarrollo de SIMCCO.

Figura 26. Fases y Actividades Básicas del Modelo en Espiral.



Además este modelo presenta otras características relevantes para su escogencia, que fueron comparadas con las de los otros modelos existentes, arrojando como resultado ciertas diferencias favorables al modelo en espiral que se mostraran a continuación.

Las principales diferencias encontradas, entre el modelo en espiral y los métodos más tradicionales son:

- Existe un reconocimiento explícito de las diferentes alternativas para alcanzar los objetivos de un proyecto.
- La identificación de riesgos asociados con cada una de las alternativas y las diferentes maneras de resolverlos son la fortaleza del modelo. Con los métodos tradicionales, es habitual dejar las partes más difíciles para el final y empezar con las más fáciles y de menor riesgo, obteniendo así la ilusión de un gran avance.
- La división de los proyectos en ciclos, cada uno con un acuerdo al final de cada ciclo, implica que existe un acuerdo para los cambios que hay

que realizar o para terminar el proyecto, en función de lo que se ha aprendido desde el inicio del proyecto.

- El modelo se adapta a cualquier tipo de actividad adicional, incluidas algunas que no existen en otros métodos (por ejemplo consulta de asesores expertos o investigadores ajenos) que son muy útiles para la consecución de los objetivos de un proyecto.

3.3 METODOLOGÍAS DE DESARROLLO PARA SISTEMAS DE INFORMACIÓN COMPUTARIZADOS

En éste subtítulo se pretende mostrar lo necesario que resulta establecer un enfoque disciplinado y sistemático para el proceso de desarrollo de un Sistema de Información. Se tratará de la importancia que tienen las metodologías de desarrollo, que influyen directamente en este proceso de construcción, las cuales se elaboran a partir del marco definido por uno o varios ciclos de vida, explicados en el numeral anterior. Además se verá, las características que debe tener una metodología de desarrollo de software, su clasificación en función del enfoque de desarrollo y finalmente, se describirán las metodologías más representativas, resaltando la metodología escogida para el desarrollo del Sistema de Información Computarizado para Mantenimiento de Campo Colorado.

Antes que nada hay que saber que las metodologías al igual que los SI, se desarrollan y fueron desarrolladas a partir de la práctica y optimización constante. Por eso se hace necesaria la aclaración de lo que es una metodología y los hechos que tuvieron lugar durante el desarrollo de las principales metodologías, conocidas hasta hoy.

➤ *Generalidades de las metodologías.* Hay que destacar, ante todo, que no hay un consenso entre los autores sobre el concepto de metodología y, por lo tanto, no existe una definición universalmente aceptada. Sin embargo si hay un acuerdo en considerar a la “metodología” como un conjunto de pasos y procedimientos que deben seguirse para el desarrollo de software.

Una metodología para el desarrollo de software es un modo sistemático de realizar, gestionar y administrar un proyecto para llevarlo a cabo con altas posibilidades de éxito. Esta sistematización indica como se puede dividir un gran proyecto en módulos más pequeños llamados etapas, y las acciones a realizar en cada una de ellas, nos ayuda a definir entradas y salidas para cada una de las etapas y, sobre todo, normalizan el modo en que se puede administrar un proyecto de diseño y desarrollo de software. Entonces, una metodología para el desarrollo de software son los procesos a seguir sistemáticamente para idear, implementar y mantener un producto software desde que surge la necesidad del producto hasta que se cumple el objetivo para el cual fue creado.

Una definición mas representativa del concepto de metodología podría ser: “conjunto de filosofías, fases, procedimientos, reglas, técnicas, herramientas, documentación y aspectos de formación para los desarrolladores de sistemas de información”¹⁴. Según esto, una metodología es un conjunto de elementos que especifican:

- Cómo se debe fraccionar un proyecto en etapas.
- Qué tareas se llevan a cabo en cada etapa.
- Qué salidas producen y cuando se deben producir.

¹⁴ Definición de Metodología para el desarrollo de SI, propuesta por MADDISON en 1983.

- Qué restricciones se aplican.
- Qué herramientas se van a utilizar.
- Como se gestiona y controla un proyecto de desarrollo de software.

De forma general, se pueden identificar tres necesidades principales que se intentan cubrir con una metodología:

- Mejores aplicaciones. Si se considera “mejores sistemas” a los de mejor calidad, hay que tener en cuenta que el seguimiento de una metodología no basta para asegurar la calidad del producto final.
- Un mejor proceso de desarrollo que identifica las salidas (o productos intermedios) de cada fase de forma que se pueda planificar y controlar el proyecto. Así, los sistemas se desarrollan mas rápidamente y con los recursos apropiados.
- Un proceso estándar en una organización, lo que aporta beneficios claros (por ejemplo, una integración mayor entre los sistemas y una mayor facilidad en el cambio de personal de un proyecto a otro).

Las metodologías a menudo tienen distintos objetivos y, por lo tanto, pueden diferir unas de otras. En la Tabla 25 se pueden ver algunos de éstos objetivos.

Tabla 25. Objetivos de las Metodologías de Desarrollo de Software.

OBJETIVOS GENERALES DE LAS METODOLOGIAS	
1. Registrar los requisitos de un sistema información de una forma acertada.	4. Construir un sistema que esté bien documentado y que sea fácil de mantener.
2. Proporcionar un método sistemático de desarrollo de forma que se pueda controlar su progreso.	5. Ayudar a identificar, lo más pronto posible, cualquier cambio que sea necesario realizar dentro del proceso de desarrollo.
3. Construir un sistema de información dentro de un tiempo apropiado y unos costos aceptables.	6. Proporcionar un sistema que "satisfaga" a todas las personas afectadas por el mismo, ya sean clientes, directivos, auditores o usuarios.

➤ ***Antecedentes de las metodologías.*** Los enfoques metodológicos han ido evolucionando a lo largo del tiempo. Inicialmente se identifica un periodo de *desarrollo convencional*, durante el cual las prácticas de desarrollo eran artesanales y en el que no había metodologías definidas, lo que acarreaba demasiados problemas. Se empezó por definir unas aproximaciones más sistemáticas en el desarrollo. Posteriormente surge el *desarrollo estructurado*, partiendo de la programación estructurada a los que siguieron los métodos de análisis y diseño estructurados, hasta llegar a metodologías estructuradas que cubren el ciclo de vida software completo. Actualmente aparece el paradigma¹⁵ de la *orientación a objetos* como un nuevo enfoque para el desarrollo de SI computarizados.

3.3.1. Características principales de las metodologías. Una metodología debe incluir una serie de características, de las cuales se quiere presentar las siguientes:

1. *Existencia de reglas predefinidas.* La metodología debe indicar unas reglas que definan sus fases, las tareas, los productos intermedios, las técnicas, las herramientas, las ayudas al desarrollo y los formatos de documentación estándares.
2. *Cobertura total del ciclo de desarrollo.* Debe indicar los pasos que hay desde el planteamiento de un sistema hasta su mantenimiento, proporcionando mecanismos para integrar los resultados de una fase a

¹⁵ Paradigma. Los paradigmas de programación son las estrategias para crear la estructura de un programa. Existen dos grupos: la programación imperativa y la declarativa. En la primera se codifica qué hacer y cómo, en la segunda sólo qué hacer, el lenguaje utilizado hará el resto. Un ejemplo de la última es el lenguaje SQL, mediante el cual se piden datos a una base pero no cómo hacerlo.

las siguiente, de forma que se puedan referenciar las fases previas y comprobar trabajo realizado.

3. *Verificaciones intermedias.* Debe contemplar la realización de verificaciones sobre los productos generados en cada fase para comprobar su corrección. Se realizan por medio de revisiones de software que detectan defectos que se generan durante el proceso de desarrollo, evitando que salgan a relucir en la fase de pruebas o, aún peor, durante la fase de mantenimiento, donde las correcciones de los defectos son mucho más costosas y complicadas.
4. *Planificación y control.* Debe proporcionar una manera de desarrollar software de forma planificada y controlada, para que no se disparen los costos ni se aumenten los tiempos de entrega y/o desarrollo.
5. *Comunicación efectiva.* La metodología debe proporcionar un medio de comunicación entre desarrolladores y usuarios para facilitar el trabajo en grupo con los usuarios.
6. *Utilización sobre un amplio rango de proyectos.* Debe ser flexible, para que pueda emplearse sobre un buen número de proyectos, tanto en variedad tamaño y entorno.
7. *Fácil formación.* La metodología la utiliza todo el personal de desarrollo de una organización, por lo que los desarrolladores deben comprender las técnicas y los procedimientos de gestión de software.
8. *Soporte al mantenimiento.* Las metodologías tradicionales se enfocaban en el desarrollo de los sistemas. Pero una vez llegado el mantenimiento, no se consideraban técnicas para la evolución lógica

del sistema. (Actualmente las metodologías deben facilitar en el mayor grado posible, las modificaciones, sobre los sistemas existentes).

3.3.2. Clasificación de las metodologías. Para poder realizar una clasificación, hay que atender a tres puntos de vista, estos se pueden ver en la Tabla 26. Con estos puntos de vista, se puede pensar en diferentes metodologías combinando: *enfoque, tipo de sistema y formalidad*.

Tabla 26. Tres Puntos de Vista para la Clasificación de Metodologías.

ENFOQUE	TIPO DE SISTEMA	FORMALIDAD
► ESTRUCTURADAS • <i>Orientadas a procesos.</i> • <i>Orientadas a datos.</i> ▪ -Jerárquicos. ▪ -No Jerárquicos.	GESTION	NO FORMAL
► ORIENTADAS A OBJETOS	TIEMPO REAL	FORMAL

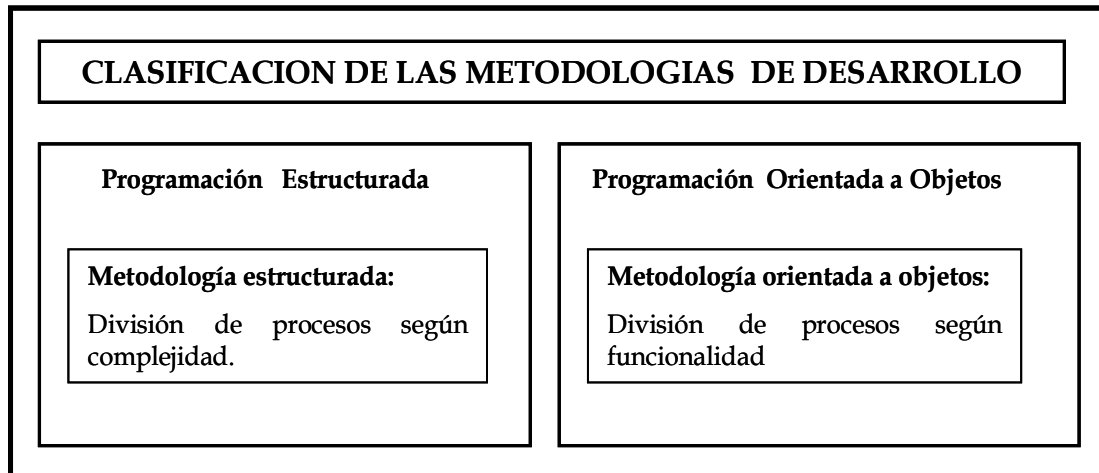
Fuente: PIATTINI, G. Mario. *Et al.* Análisis y diseño detallado de aplicaciones informáticas de gestión. México: ALFAOMEGA, 2000. p. 74.

De acuerdo con los tres puntos de vista mostrados en la Tabla 26, existen dos metodologías que en la práctica tienen analogía con los paradigmas de programación; metodologías estructuradas y metodologías orientadas a objetos. Esta clasificación y analogía se puede ver en la Figura 27.

- *Metodología estructurada:* la orientación de esta metodología se dirige hacia los procesos que intervienen en el sistema a desarrollar, es decir, cada función a realizar por el sistema se descompone en pequeños módulos individuales. Es más fácil resolver problemas pequeños, y luego unir cada una de las soluciones, que abordar un problema grande.

- *Metodología orientada a objetos*: a diferencia de la metodología mencionada anteriormente, ésta no comprende los procesos como funciones sino que arma módulos basados en componentes, es decir, cada componente es independiente del otro.

Figura 27. Clasificación de las Metodologías de Desarrollo.



Para delimitar el contenido teórico se hará énfasis tan solo a las metodologías estructuradas, teniendo un tratamiento especial con ellas, por ser éstas de gran interés, dado que la metodología escogida para el diseño y desarrollo de SIMCCO, hace parte o se clasifica dentro de este tipo de metodologías.

➤ **Metodologías Estructuradas.** Las metodologías estructuradas proponen la creación de modelos del sistema que representan los procesos, los flujos y estructura de los datos de una manera descendente. Se pasa de una visión más general del problema (un nivel alto de abstracción más cercano a las personas) hasta llegar a un nivel de extracción más sencillo. Esta visión se puede enfocar en las funciones (o procesos) del sistema, en la estructura de los datos, o en ambos aspectos, dando lugar a los siguientes tipos de metodologías estructuradas:

- *Orientadas a procesos.*
- *Orientadas a datos:* se pueden considerar dos tipos:
 - orientadas a estructuras de datos jerárquicas.
 - orientadas a estructuras de datos no jerárquicas.
- *Mixtas* (combinan las anteriores y sus actividades).

• **Metodologías orientadas a procesos.** La ingeniería del software está fundada sobre el modelo básico de *entrada/proceso/salida* de un sistema. Los datos se introducen en el sistema y el sistema responde ante ellos transformándolos para obtener las salidas. Este modelo básico lo utilizan todas las metodologías estructuradas. Estas metodologías se enfocan fundamentalmente en la parte del *proceso* y, por esto, se describen como un enfoque de desarrollo de software orientado al proceso.

Como ejemplo de metodologías orientadas a procesos, se tienen las metodologías de: [DEMARCO, 1979], [GANE Y SARSON, 1979] y, posteriormente, [YOURDON, 1989], que se basan en la utilización de un método descendente de descomposición funcional para definir los requisitos del sistema. Se apoyan en técnicas gráficas dando lugar a un nuevo concepto que es la especificación estructurada.

Una especificación estructurada es un modelo gráfico, particionado, descendente y jerárquico de los procesos del sistema y de los datos utilizados por los procesos. Se compone de: diagramas de flujo de datos, diccionario de datos, especificaciones de proceso.

- *Diagramas de flujo de datos (DFD).* Son diagramas que representan los procesos (funciones) que debe llevar a cabo un sistema a distintos niveles de abstracción y los datos que fluyen entre las

funciones. Los procesos más complejos se descomponen en nuevos diagramas hasta llegar a procesos sencillos. Es la técnica más importante del análisis estructurado y se emplea en todas las metodologías de análisis y diseño estructurados.

- *Diccionario de datos.* Es el conjunto de las definiciones de todos los datos que aparecen en el DFD, tanto almacenados, como los flujos de datos.
- *Especificaciones de proceso.* Describen con más detalle lo que ocurre dentro de un proceso, es decir, definen como se obtienen las salidas del proceso a partir de sus entradas.
- **Metodologías orientadas a datos jerárquicos.** Dentro del modelo básico entrada/proceso/salida de un sistema, estas metodologías se orientan más a las entradas y salidas. Primero se definen las estructuras de datos y a partir de éstas, se derivan los componentes procedimentales. En este enfoque se destaca lo siguiente:
 - La estructura de control del programa debe ser jerárquica y se debe derivar de la estructura de datos del programa.
 - El proceso de diseño consiste en definir primero las estructuras de los datos de entrada y salida, mezclarlas todas en una estructura jerárquica de programa y después ordenar detalladamente la lógica procedimental para que se ajuste a esta estructura.
 - El diseño lógico debe preceder y estar separado del diseño físico.

Como ejemplo de estas metodologías se tienen los métodos JSP

([JACSON, 1975]), y JSD ([CAMERON, 1989]), la construcción lógica de programas (LCP) de [WARNIER, 1974] y el desarrollo de sistemas estructurados de datos (LCS) de [WARNIER y ORR, 1981]. Este método de diseño se basa en la identificación de datos primarios y datos secundarios (calculados). A partir de la construcción de un diccionario de datos, el método se centra en el conjunto de actualizaciones y modificaciones necesarias para obtener la salida.

- **Metodologías orientadas a datos no jerárquicos.** Las metodologías basadas en la información se centran en la creencia de que los datos (tipos de datos) constituyen el corazón del sistema de información, ya que son más estables que los procesos que actúan sobre ellos. La metodología que identifique con éxito la naturaleza de los datos de una organización partirá de una base estable para construir los sistemas de información. Los procesos también se estudian en este tipo de metodologías pero vienen derivados de una definición inicial de los datos, que se representan por medio de un modelo de los datos utilizados por organización. Este modelo estará formado por el conjunto de entidades de datos básicas y las interrelaciones entre ellas. Con este enfoque, todos los sistemas construidos están integrados sobre un mismo modelo de datos.

Una metodología de este tipo puede quedar dividida en cuatro etapas, con los siguientes objetivos:

- Planificación: construir una arquitectura de la información y una estrategia que soporte los objetivos de la organización.
- Análisis: comprender las áreas del negocio y determinar los requisitos del sistema.

- Diseño: establecer el comportamiento del sistema deseado por el usuario y que sea alcanzable por la tecnología.
- Construcción: construir sistemas que cumplan los tres niveles anteriores.

3.3.3. Metodología de desarrollo (MÉTRICA). En este numeral se presentará una breve descripción de la metodología a seguir para el diseño y desarrollo del Sistema de Información para Mantenimiento de Campo Colorado.

➤ *Metodología MÉTRICA.* Metodología desarrollada por el Consejo Superior de Informática de España, cuyo objetivo fue la creación de un marco metodológico común para la planificación y desarrollo de sistemas de información de la administración pública española.

MÉTRICA está estructurada mediante una sucesión de fases, módulos, actividades y tareas que hay que seguir para el desarrollo de sistemas, e indica los productos que se obtienen en cada una de las tareas. Algunos son productos finales y otros productos intermedios que servirán de base para la realización de tareas posteriores. La metodología esta dividida en las siguientes fases:

- Fase 0: Plan de sistemas información.
- Fase 1: Análisis de sistemas.
- Fase 2: Diseño de sistemas.
- Fase 3: Construcción de sistemas.
- Fase 4: Implantación de sistemas.

Esta metodología, así como otras metodologías de desarrollo estructuradas, hace uso de una serie de técnicas que dan soporte a la realización de las tareas

que tiene definidas. Se enfoca directamente en el proceso de desarrollo del ciclo de vida software y no pretende soportar todas las actividades relacionadas con aspectos como la gestión de proyectos, gestión de la calidad y la gestión de la configuración, pero, sin embargo, si proporciona mecanismos para unir dichos conceptos identificando el lugar donde se realizan dentro de la metodología. A continuación se resumen sus principales etapas y actividades a realizar en cada una de sus fases:

➤ **FASE 0: Plan de sistemas de información.** La Fase 0 de la metodología MÉTRICA, pretende definir:

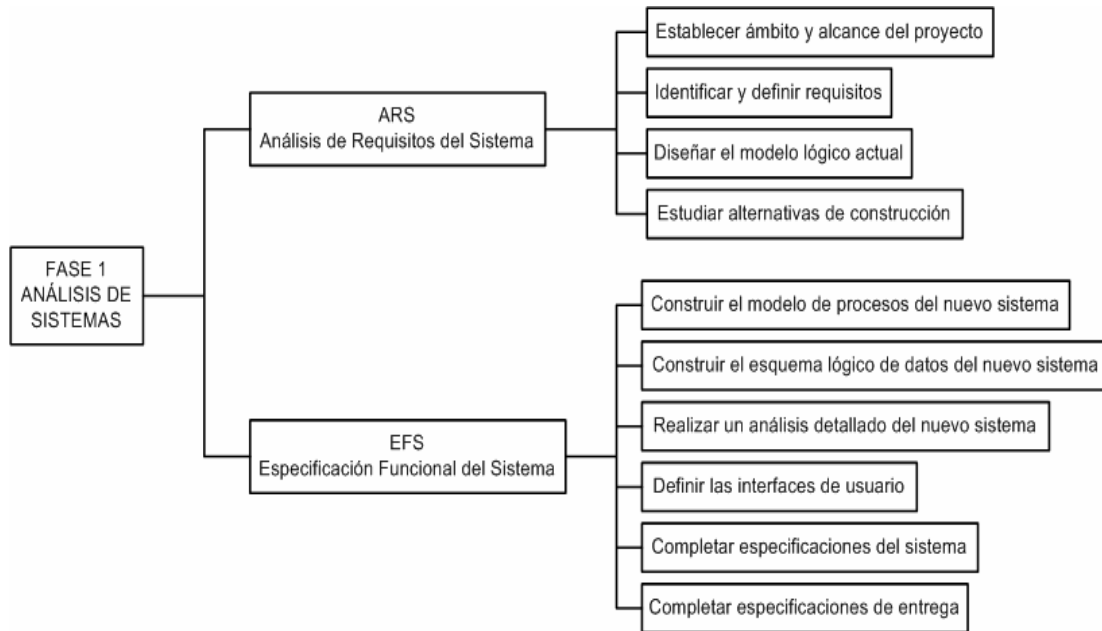
- La información necesaria para satisfacer los objetivos estratégicos de la organización.
- La arquitectura de la información, en cuanto a procesos y datos que satisfará los objetivos estratégicos de la organización.
- Los nuevos sistemas a desarrollar para implantar dicha arquitectura.

Como esta fase esta relacionada con la planificación estratégica de sistemas, en adelante se tratará tan solo las fases mas relacionadas con el proceso de desarrollo de sistemas de información.

➤ **FASE 1: Análisis de sistemas.** El objetivo de esta fase es describir el alcance y los requisitos del sistema, generando diferentes alternativas para solucionar el problema y, si es oportuno, recomendar alguna de ellas. Una vez seleccionada una alternativa, se han de generar las especificaciones formales que describan al sistema y que deben ser aprobadas por el usuario. De esta manera la FASE 1 quedaría dividida en dos: el Análisis de Requisitos del Sistema (ARS) y la Especificación Funcional del Sistema (EFS). En la

Figura 28, se pueden ver las actividades principales a realizar en las dos divisiones que presenta la FASE 1 de la metodología MÉTRICA.

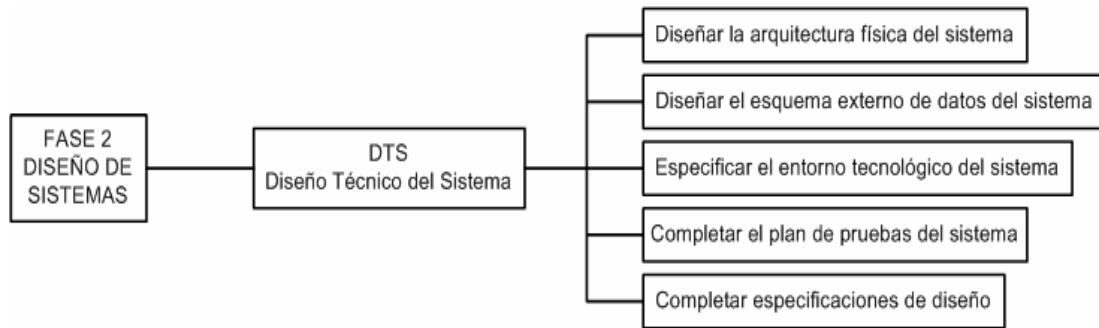
Figura 28. Actividades en la FASE 1 de MÉTRICA (Análisis).



➤ **FASE 2: Diseño de sistemas.** El objetivo de esta fase es obtener las especificaciones físicas del sistema y que constituyen el punto de partida para su construcción, aquí se define y realiza el Diseño Técnico del Sistema (DTS).

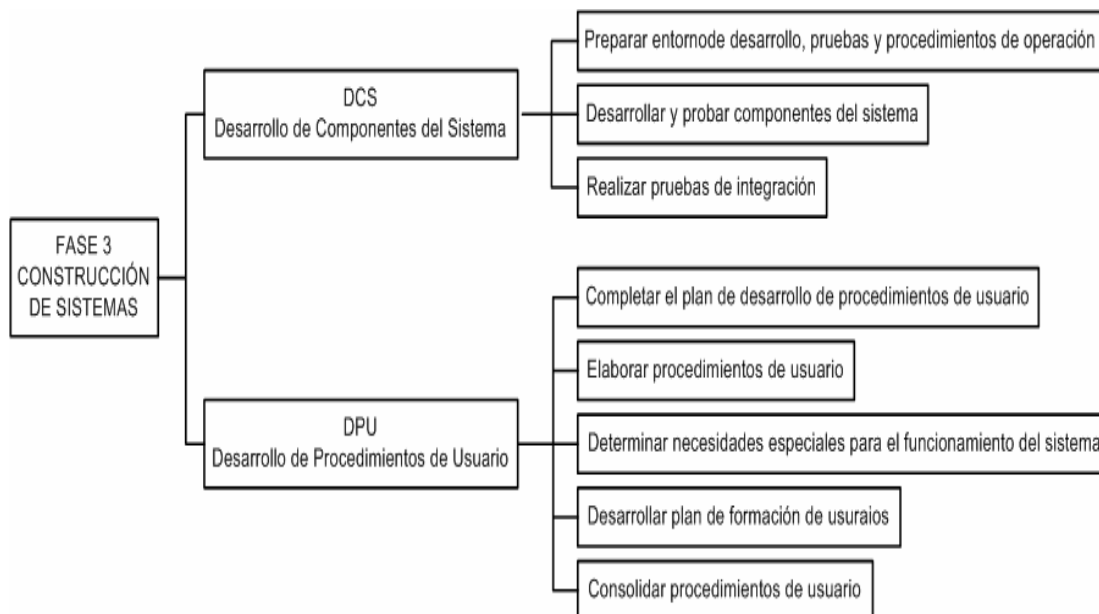
En esta fase se describe como será el sistema desde el punto de vista físico, es decir, el diseño de su arquitectura y de su esquema externo de datos, teniendo en cuenta el entorno tecnológico en el que va a funcionar. Además, las actividades a realizar en esta fase, tales como: DTS1 (Diseño de la arquitectura física del sistema), DTS2 (Diseño del esquema externo de datos del sistema) y DTS3 (Especificación del entorno tecnológico del sistema) se deben realizar en paralelo. A continuación, en la Figura 29 se exponen las diversas actividades de esta fase, junto con sus tareas correspondientes.

Figura 29. Actividades en la FASE 2 de MÉTRICA (Diseño).



➤ **FASE 3: Construcción de sistemas.** El objetivo de esta fase es construir y probar los componentes del sistema obtenidos en las especificaciones físicas de la fase de diseño de sistemas. En esta fase se desarrollan dos actividades que son: el Desarrollo de Componentes del Sistema (DCS) y el Desarrollo de Procedimientos de Usuario (DPU), estas actividades deben realizarse en forma paralela. A continuación se exponen las diferentes actividades junto con las tareas correspondientes, que componen esta fase, ver Figura 30.

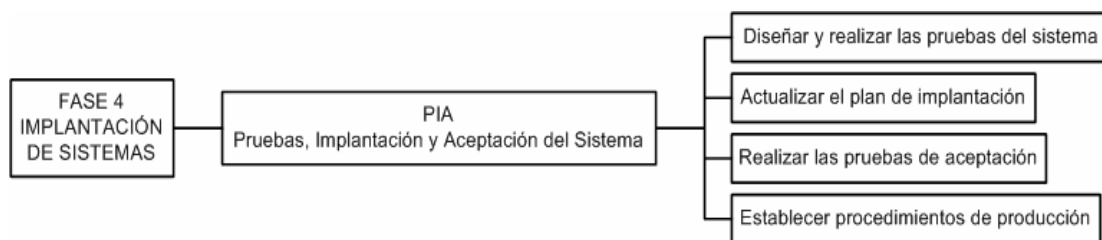
Figura 30. Actividades en la FASE 3 de MÉTRICA (Construcción).



➤ **FASE 4: Implementación de sistemas.** El objetivo de esta fase es conseguir la aceptación final del sistema por parte de los usuarios y poner en producción el nuevo sistema. Se divide en tres actividades que son las pruebas, la implantación y la aceptación del sistema por parte de los usuarios.

En esta fase se comprueba el sistema en su totalidad, es decir, se realizarán las pruebas del sistema y las de aceptación para, posteriormente, poner en explotación (operación) el nuevo sistema. En la Figura 31 se exponen las diferentes actividades y tareas correspondientes a realizar en esta fase.

Figura 31. Actividades en la FASE 4 de MÉTRICA (Implantación).



3.4. BASES 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”¹⁶.

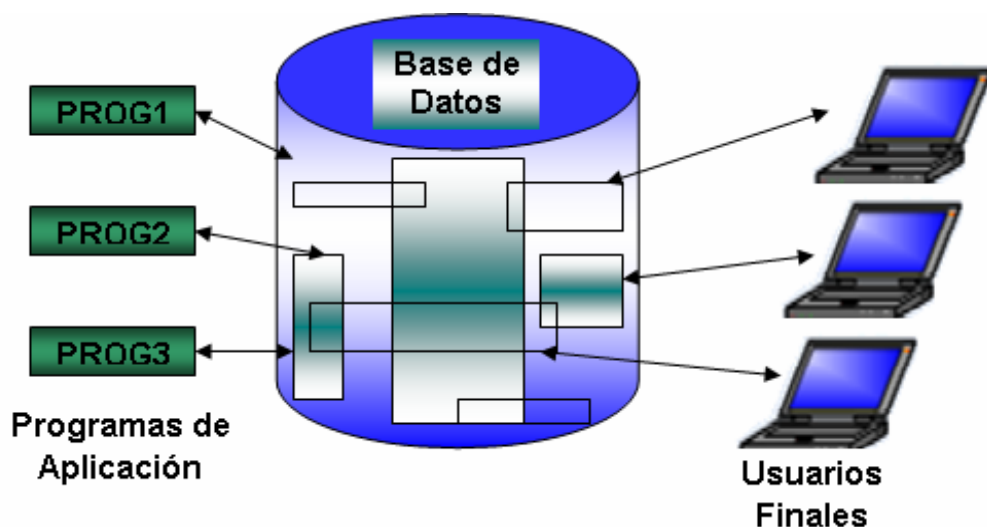
De forma sencilla se puede decir, que una base de datos no es más que un conjunto de información relacionada que se encuentra agrupada o

¹⁶ 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. p. 43.

estructurada. Desde el punto de vista informático, una base de datos es un sistema formado por un conjunto de datos almacenados, que permiten el acceso directo a ellos y un conjunto de programas que manipulan dicho conjunto de datos.

Desde un punto de vista más formal, se puede definir una base de datos como un conjunto de datos estructurados, fiables y homogéneos, organizados independientemente, accesibles en tiempo real, compartibles por usuarios concurrentes que tienen necesidades de información diferente y no predecible en el tiempo. Una base de datos contiene datos para varios usuarios, donde cada uno puede tener acceso a todo el conjunto o solo alguna parte de ellos; dependiendo de la necesidad, lo cual implica que los datos sean compartidos y se tenga un control centralizado sobre ellos. Con base en las definiciones anteriormente presentadas en la Figura 32 se puede ver el esquema de una base de datos.

Figura 32. Esquema de una Base de Datos.



3.4.1. Componentes principales de una base de datos. Un sistema de base de datos se compone de cuatro elementos principales: datos, hardware, software y usuarios¹⁷.

- **Datos.** Cada uno de los procesos que constituyen una organización generan datos que son registrados en algún medio de almacenamiento que puede ser impreso, fílmico, electrónico o magnético. Partiendo de lo particular a lo general, estos datos se pueden clasificar de la siguiente forma jerárquica: campo, registro, tabla, y base de datos.

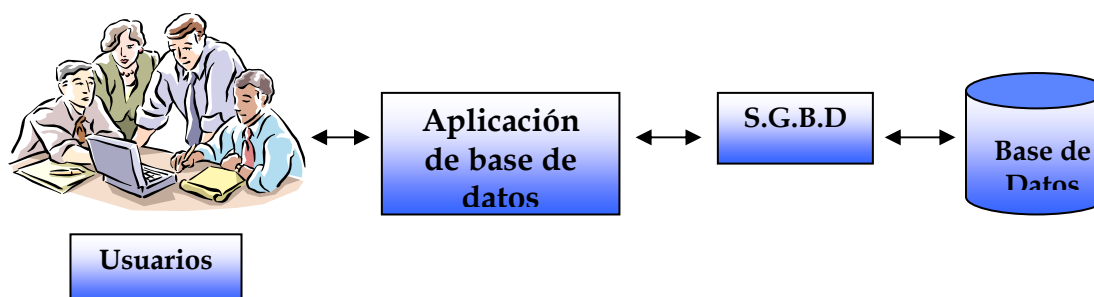
1. *Campo.* Es la unidad más pequeña de información que se almacena en una base de datos. Permite definir una característica (edad, peso, presión, nombre, código,) acerca de un elemento objeto de estudio. Puede estar en forma de carácter, fecha, número u otro formato y ser opcional u obligatorio.
2. *Registro.* Es una colección de campos asociados (se refiere a un ente común) que permite agrupar características acerca de un elemento objeto de estudio.
3. *Tabla.* Es una colección de registros que contienen la información de un elemento objeto de estudio.
4. *Base de Datos.* El conjunto de estas tablas o entidades relacionadas de una forma lógica es la que se conoce como Base de Datos.

- **Hardware.** Este se refiere a los medios de almacenamiento (discos duros, disquetes, CDs, cintas magnéticas, etc.) en los cuales reside la Base de Datos y a los dispositivos con los que se manejan tales medios.

¹⁷ CARCAMO, José. Bases de datos relacionales. Un enfoque práctico de diseño. Bucaramanga, 1996. p. 3.

- **Software.** Entre la Base de Datos física y los denominados usuarios, existe una interfaz conocida con el nombre de S.G.B.D. (Sistema Gestor o Manejador de Bases de Datos), quien es el encargado de atender a los accesos de los usuarios a la Base de Datos. El S.G.B.D. soporta múltiples usuarios, permite accesos concurrentes y traduce en ordenes sobre la Base de Datos todos los requerimientos que el usuario posee para el manejo de la información¹⁸. En la Figura 33 se puede ver la comunicación entre los usuarios y la base de datos.

Figura 33. Relación Entre una Aplicación de Base de Datos y un S.G.B.D.



- **Usuarios.** Existen tres clases principales de usuarios que pueden tener acceso a la base de datos: programadores, usuarios finales y administrador de la base de datos.

1. *Programadores.* Son los responsables de la escritura de los programas que administran directamente el uso de la Base de Datos.
2. *Usuario Final.* Se encargan de consultar y suministrar los datos para la Base de Datos, pueden acceder a la Base de Datos desde una terminal o un PC.

¹⁸ Ibid. p. 5.

3. *Administrador de la Base de Datos.* Es la persona encargada del mantenimiento, de la integridad de la información de la Base de Datos y el manejo de copias de respaldo de la misma.

3.4.2. Modelos de bases de datos. En cuanto a la clasificación y organización de las bases de datos se puede decir que éstas comienzan con unos datos extraídos y almacenados, para luego hacérseles una depuración, actualización y mantenimiento, después de esto, ya se tiene una base de datos para su posterior tratamiento y recuperación, con el fin de entregar unos reportes, resultados o salidas. Con base en lo anterior las bases de datos se pueden clasificar de acuerdo a su modelo de administración de datos.

Un modelo de datos es básicamente una "descripción" de algo conocido como contenedor de datos (algo en donde se guarda la información), así como de los métodos para almacenar y recuperar información de esos contenedores. Los modelos de datos no son entes físicas: son abstracciones que permiten la implementación de un sistema eficiente de base de datos; por lo general se refieren a algoritmos, y conceptos matemáticos.

Existen diferentes formas de almacenar y administrar la información en una base de datos. Esto da lugar a distintos modelos de organización de las mismas; algunos de los modelos más usados son: modelo entidad - relación, modelo jerárquico, modelo tipo red, modelo orientado a objetos y modelo relacional.

- **Modelo Entidad - Relación (E - R):** éste modelo se basa en un percepción de un mundo real que consiste en una colección de objetos básicos llamados entidades, y relaciones entre esos objetos. Además de entidades y relaciones,

el modelo presenta ciertas restricciones a las que deben ajustarse los contenidos de una base de datos.

- **Modelo Jerárquico:** en este modelo las bases de datos, como su nombre indica, almacenan su información en una estructura jerárquica. Para este modelo los datos se organizan en una forma similar a un árbol (visto al revés), en donde un nodo rama de información puede tener varias ramificaciones. El nodo que no tiene ramas es llamado raíz, y a los nodos que no tienen ramificaciones se les conoce como hojas (el modelo almacena los registros en la base de datos organizándolos como colecciones de árboles).

Las bases de datos jerárquicas son especialmente útiles en el caso de aplicaciones que manejan un gran volumen de información y datos frecuentemente compartidos permitiendo crear estructuras estables y de gran rendimiento. Una de las principales limitaciones de este modelo es su incapacidad de representar eficientemente la redundancia de datos.

- **Modelo Tipo Red:** éste es un modelo ligeramente distinto del jerárquico; su diferencia fundamental es la modificación del concepto de nodo: se permite que un mismo nodo tenga varias ramas (posibilidad no permitida en el modelo jerárquico). Los datos en el modelo tipo red se representan mediante colecciones de registros y las relaciones entre los datos se representan mediante enlaces los cuales pueden verse como punteros.

Fue una gran mejora con respecto al modelo jerárquico, ya que ofrecía una solución eficiente al problema de redundancia de datos; pero, aun así, la dificultad que significa administrar la información en una base de datos de

red ha significado que sea un modelo utilizado en su mayoría por programadores más que por usuarios finales.

- **Modelo Orientado a Objetos:** éste modelo, bastante reciente, y propio de los paradigmas informáticos orientados a objetos, trata de almacenar en la base de datos los objetos completos (estado y comportamiento). Al igual que el modelo entidad – relación, éste modelo se basa en una colección de objetos. Un objeto tiene y contiene valores almacenados en variables instancia dentro del objeto, a diferencia de los modelos orientados a registros, estos valores son objetos por sí mismos.

Una base de datos orientada a objetos es una base de datos que incorpora todos los conceptos importantes del paradigma de objetos:

- *Encapsulación:* propiedad que permite ocultar la información al resto de los objetos, impidiendo así accesos incorrectos o conflictos.
- *Herencia:* propiedad a través de la cual los objetos heredan comportamiento dentro de una jerarquía de clases.
- *Polimorfismo:* propiedad de una operación mediante la cual puede ser aplicada a distintos tipos de objetos.

En bases de datos orientadas a objetos, los usuarios pueden definir operaciones sobre los datos como parte de la definición de la base de datos. Una operación (llamada función) se especifica en dos partes. La interfaz (signatura o marca) de una operación incluye el nombre de la operación y los tipos de datos de sus argumentos (o parámetros). La implementación (o método) de la operación se especifica separadamente y puede modificarse sin afectar la interfaz. Los programas de aplicación de los usuarios pueden

operar sobre los datos invocando a dichas operaciones a través de sus nombres y argumentos, sea cual sea la forma en la que se han implementado. Esto podría denominarse independencia entre programas y operaciones.

- **Modelo Relacional:** Éste es el modelo más utilizado en la actualidad para modelar problemas reales y administrar datos dinámicamente. Tras ser postulados sus fundamentos en 1970 por Edgar Frank Codd, de los laboratorios IBM en San José (California), no tardó en consolidarse como un nuevo paradigma en los modelos de base de datos. Su idea fundamental es el uso de "relaciones". Estas relaciones podrían considerarse en forma lógica como conjuntos de datos llamados "tuplas". Pese a que ésta es la teoría de las bases de datos relacionales creadas por Edgar Frank Codd, la mayoría de las veces se conceptualiza de una manera más fácil de imaginar. Esto es pensando en cada relación como si fuese una tabla que está compuesta por registros (las filas de una tabla), que representarían las tuplas, y campos (las columnas de una tabla). De esta manera el modelo relacional representa los datos y las relaciones entre los datos mediante una colección de tablas, cada una de las cuales tiene un número de campos con nombres únicos.

En este modelo, el lugar y la forma en que se almacenen los datos no tienen relevancia (a diferencia de otros modelos como el jerárquico y el de red). Esto tiene la considerable ventaja de hacer el modelo más fácil de entender y de utilizar para un usuario esporádico de la base de datos. La información puede ser recuperada o almacenada mediante "consultas" que ofrecen una amplia flexibilidad y poder para administrar la información.

El lenguaje más habitual para construir las consultas a bases de datos relacionales es: Structured Query Language (SQL) o Lenguaje Estructurado

de Consultas, un estándar implementado por los principales motores o sistemas de gestión de bases de datos relacionales. Durante su diseño, una base de datos relacional pasa por un proceso al que se le conoce como normalización de una base de datos.

3.4.3. Ventajas de las bases de datos. La mejor forma de entender la naturaleza y las características de las bases de datos es conocer las ventajas que proporciona su utilización, a continuación, se exponen algunas de éstas:

- **Reducción de la redundancia.** En los archivos tradicionales, las aplicaciones repiten gran cantidad de datos ya sea a nivel de archivos o de campos, lo cual se puede ver reflejado en el desperdicio de espacio de almacenamiento, inexactitud de datos e inconsistencias de los mismos.
- **Evitan las inconsistencias.** Esta ventaja esta altamente relacionada con lo anterior, consiste en prevenir la desactualización de información que tiene más de una ocurrencia en las Bases de Datos.
- **Compartir los datos.** Esto se presenta cuando se tienen datos de diferentes archivos y se hace necesaria una consulta simultánea de estos datos, es aquí donde la base de datos logra que se puedan compartir los datos fácilmente ahorrando esfuerzos de programación.
- **Seguimiento de estándares.** Con un control centralizado de las bases de datos, se puede asegurar que los diferentes estándares de aplicación puedan ser seguidos en la representación de los datos.
- **Restricciones de seguridad.** La protección relacionada con el acceso a los datos es de gran importancia para cualquier Sistema de Información. La

seguridad se logra teniendo completa jurisdicción sobre la Base de Datos, el sistema de administración de las bases de datos permite la definición de niveles de acceso y de líneas de autorización para el acceso a los datos.

- **Integridad.** El problema de la integridad esta relacionado con la exactitud de la información de la base de datos. Los problemas de integridad de los datos son serios, ya que si los datos difieren, producirán resultados inconsistentes. La integridad puede perderse cuando:

- Se adicionan datos no validos a la base de datos.
- Existe pérdida de datos por errores de sistema.
- Se aplican cambios parcialmente.

Una función importante del S.G.B.D. es precisamente garantizar la integridad de los datos.

- **Solución de conflictos.** Conociendo todos los requerimientos de los usuarios, el administrador de la Base de Datos puede estructurar la Base, en tal forma que provea un mejor servicio a toda la organización.

- **Independencia de los datos.** En los sistemas tradicionales, un cambio en el formato de un campo o en la técnica de acceso implica una serie de modificaciones en los programas. Una aplicación es independiente de los datos, cuando es posible cambiar la estructura de almacenamiento (los datos están físicamente grabados) o el método de acceso a los datos (secuencial o indexado) sin afectar drásticamente la aplicación.

4. DISEÑO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA MANTENIMIENTO DE CAMPO COLORADO

Con base en el diagnóstico y la propuesta de mejora al Sistema de Información actual de Campo Colorado, expuestos con anterioridad en el capítulo uno de estas memorias, se pretende describir en el presente capítulo, el diseño del Sistema de Información para el Mantenimiento de Campo Colorado (SIMCCO).

En este capítulo se tratará: el análisis y definición de los requerimientos del sistema; el diseño de la estructura del sistema haciendo énfasis en el diseño del flujo y arquitectura de la información y los formularios para el manejo de la misma; se explicará detalladamente la organización del sistema de información mostrando el contenido de cada módulo y las diferentes aplicaciones que presenta el software; se expondrá la plataforma de desarrollo y el lenguaje de programación utilizado; finalmente se darán algunas especificaciones y requerimientos para el manejo del sistema de información computarizado.

Para el diseño y desarrollo de SIMCCO se utilizó el ciclo de vida, la metodología y demás recomendaciones descritas en el capítulo tres; como allí se vio. El proceso de desarrollo lleva consigo una serie de etapas y actividades asociadas, las cuales si se abordan de manera secuencial resultan fáciles de realizar, revisar y documentar. De acuerdo con esto, a continuación se describen dichas fases, sus actividades y los elementos que fueron necesariamente tenidos en cuenta para lograr dicho fin.

4.1 ANÁLISIS Y DEFINICIÓN DE REQUERIMIENTOS

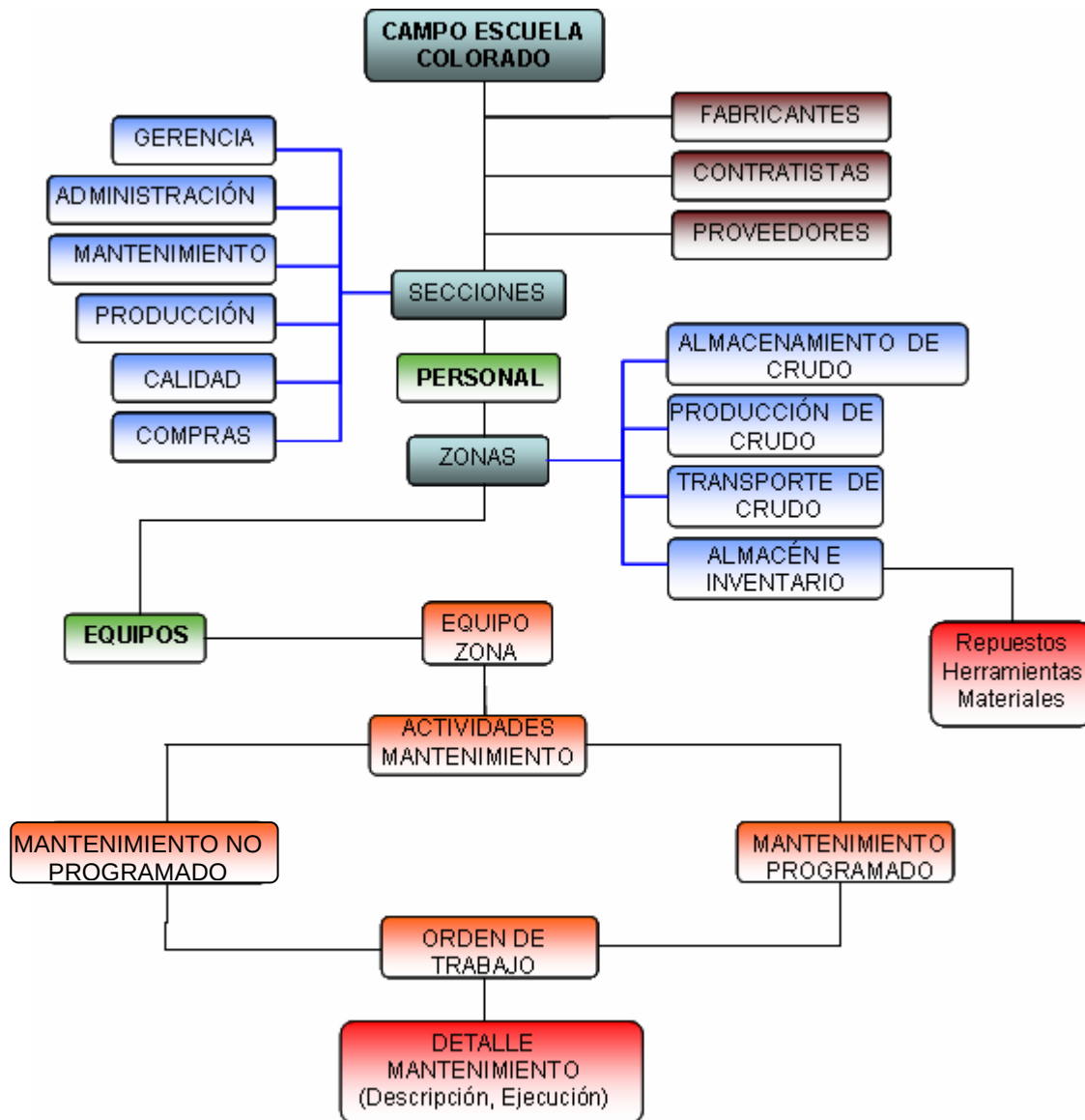
Durante esta fase se hizo necesario determinar que elementos intervendrían en el sistema a desarrollar; así como su estructura, relaciones, evolución en el tiempo; para tener una descripción clara del sistema que se debía construir; qué funcionalidades aportaría y qué comportamiento tendría.

En la Tabla 1 se mostraron con anterioridad los requerimientos establecidos para el sistema de información para mantenimiento del campo. Estos requerimientos fueron analizados, revisados y aprobados (se les dio el visto bueno) para ser tenidos en cuenta en el diseño y desarrollo de SIMCCO.

El análisis para el diseño y desarrollo del sistema parte de la base del flujo principal de la información que se genera de las actividades y procedimientos de mantenimiento para Campo Colorado, y de los datos que se almacenan a partir de éstas. Teniendo en cuenta lo encontrado en la fase de análisis, el sistema a desarrollar debe estar basado en la *arquitectura de la información* que se muestra en la Figura 34, y que se corresponde con la **estructura general del sistema** (ver Figura 37). Dicha arquitectura de la información está fundamentada en dos partes principales que son: el campo como organización dividido en secciones y zonas, al cual van adheridos como componentes externos los proveedores de repuestos y equipos, los fabricantes de los mismos y los contratistas y/o proveedores de servicios de mantenimiento y demás; como componentes internos, el personal y los equipos como elementos principales que determinan el conjunto de información esencial, tal como: las actividades de mantenimiento programado, el mantenimiento no programado (a partir del flujo de

solicitudes de servicio), las ordenes de trabajo y los reportes y/o detalles del mantenimiento, entre otros.

Figura 34. Arquitectura de la Información para SI de Campo Colorado.



Una vez establecida la arquitectura de la información, se redefinieron las *entradas y salidas de información del sistema*, conforme a las necesidades de la Supervisión de Mantenimiento Mecánico de Campo Colorado, basadas en las variables de entrada y salida definidas anteriormente por el sistema manual

en el capítulo uno, (Ver Figuras 1 y 2). En las Figuras 35 y 36 respectivamente, se presentan las entradas y salidas de información redefinidas para el sistema.

Figura 35. Información de Entrada al Sistema.



Figura 36. Salidas de Información del Sistema.



Como resultado de esta etapa de análisis, el sistema de información fue proyectado para satisfacer las necesidades en el mantenimiento del campo; dejando abierta la posibilidad de crear nuevos equipos, zonas, procedimientos de mantenimiento, entre otras aplicaciones del sistema; para así integrar los diferentes sectores que intervienen en la administración, producción y mantenimiento de Campo Colorado.

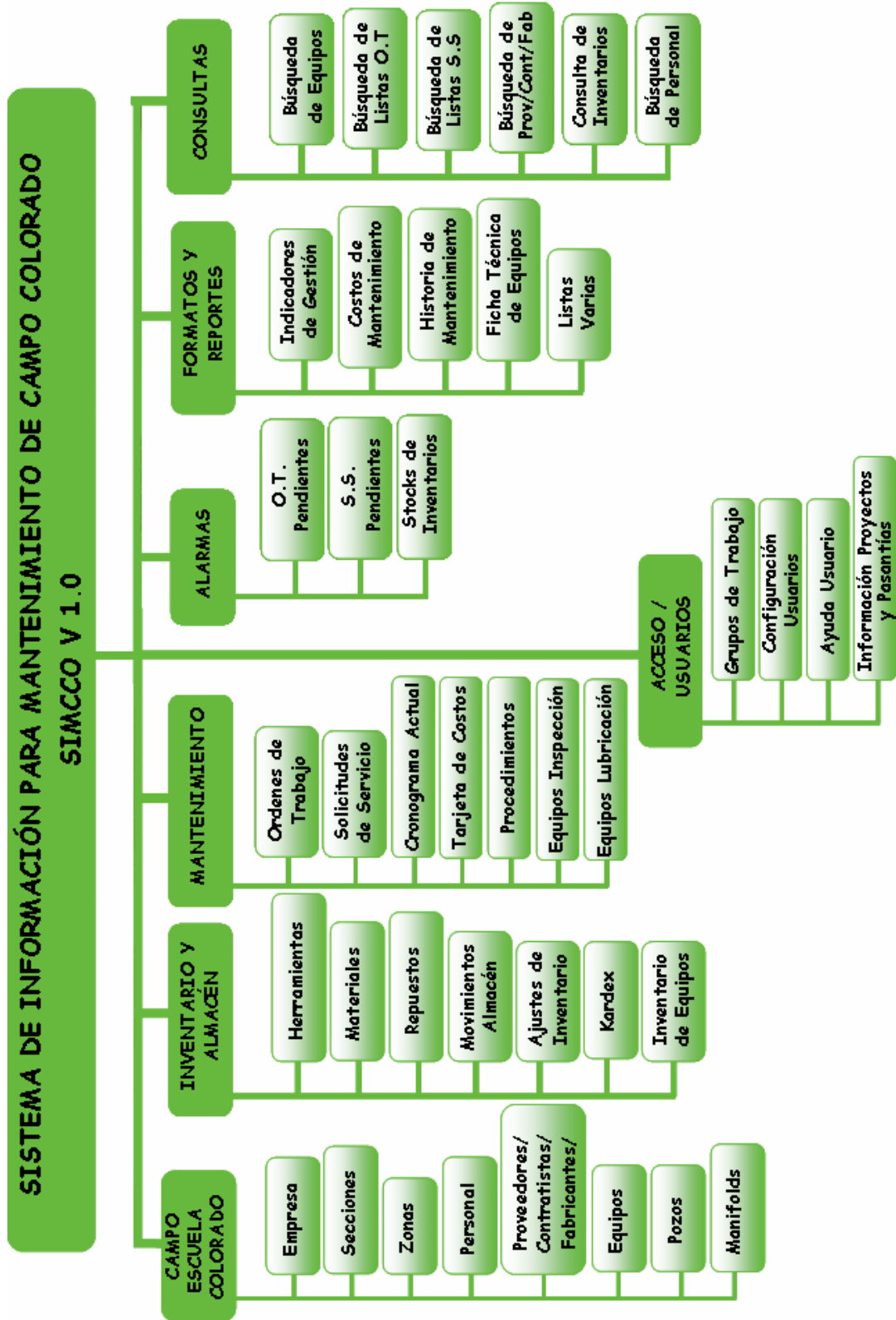
4.2. DISEÑO DEL SISTEMA

Tras la etapa anterior ya se tiene claro qué debe hacer el sistema, *ahora se tiene que determinar cómo va a hacerlo* (¿cómo debe ser construido el sistema?); aquí se diseñará: la estructura general del sistema, el flujo de datos, el diseño de entradas y salidas, la base de datos y su interacción con el sistema, las interfaces de usuario, la seguridad y control de la base de datos; finalmente se expondrá el diseño de procedimientos.

4.2.1. Diseño de la estructura general del sistema. Durante esta fase se transformaron los requisitos del software en una estructura de alto nivel que identifica sus componentes principales. De acuerdo a esto, la estructura diseñada, contribuye en la integración del software en sus diferentes módulos y formularios con base en: la arquitectura de la información, y el flujo de información para las ordenes de trabajo y solicitudes de servicio (ver las Figuras 34 y 3, respectivamente).

En la Figura 37 se pueden ver los siete módulos estructurales principales que conforman el sistema, dándole la mejor organización posible, estos son: Campo-Escuela Colorado, Inventario y Almacén, Mantenimiento, Alarmas, Formatos y Reportes, Consultas, y Acceso/Usuarios.

Figura 37. Estructura General del Sistema.

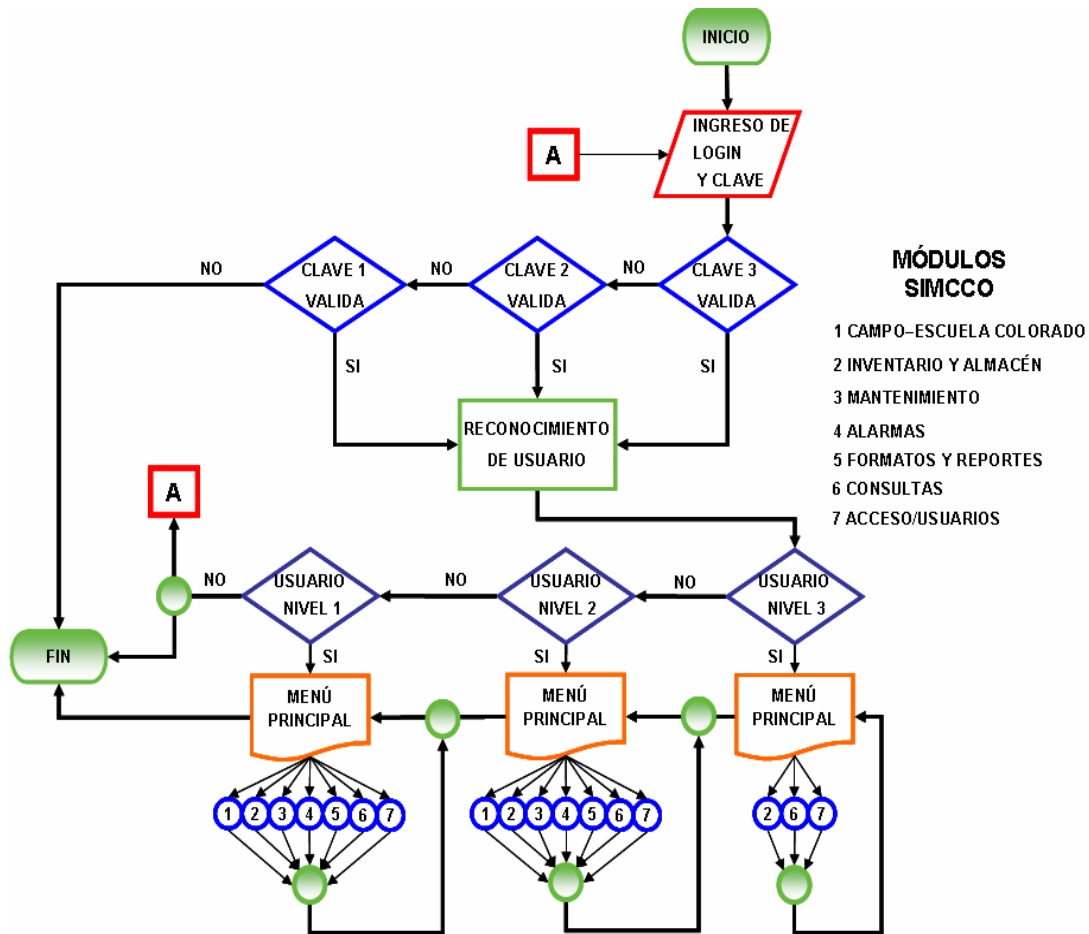


4.2.2. Diseño del flujo de datos. El diseño de flujo de datos es la primera y la más importante de las actividades de diseño. El diseño de flujo de datos consiste en transformar el modelo de la arquitectura de la información, creado durante el análisis, en las estructuras de datos necesarias para implementar el software.

A partir de la arquitectura de la información para el sistema, mostrada en la Figura 34; se obtuvo la estructura general del sistema (el diagrama de flujo general del sistema), mostrada en la Figura 37, según ésta estructura se diseñó la distribución de la información para cada módulo y formulario del software; lo cual va permitir al usuario la fácil, ágil y rápida accesibilidad a la información que éste desee y a la cual le sea permitido ingresar, lo cual se puede ver en la Figura 38 donde se muestra el diagrama de flujo general del sistema, que define básicamente cual es el nivel de acceso de los usuarios al sistema y el flujo de información en general. En este numeral solo se presentará el diagrama de flujo general del sistema, puesto que el diagrama faltante, el de flujo de información para Ordenes de Trabajo y Solicitudes de Servicio ya fue expuesto en la Figura 3 del capítulo uno.

4.2.3. Diseño de entradas y salidas. Para obtener los datos de entrada al sistema para su posterior procesamiento por las diferentes operaciones del software, fue necesario tener en cuenta el flujo de entradas al sistema mostrado en la Figura 35. Cada una de las entradas, va a contener datos de identificación variables; puede contener datos constantes o datos que el sistema puede almacenar o recuperar automáticamente; y datos que serán calculados; de cualquier manera, todos estos datos deben ingresar al sistema mediante digitación o selección.

Figura 38. Diagrama de Flujo General del Sistema.



En tan solo dos casos, tal como se mostró en el numeral 1.3.1, los documentos o formatos fuentes a partir de los cuales se debe hacer la captura de la información ya estaban diseñados; tales casos son el formato para lubricación de equipos (ver Figura 5) y el formato para el historial de mantenimiento de equipos (ver Figura 6); sin embargo, la gran mayoría fueron diseñados dentro del desarrollo del software.

El diseño de las salidas del sistema, se refiere a los resultados e informaciones generadas por el mismo, ya sea en forma impresa o en pantalla, para la mayoría de los usuarios la salida es la única razón para el desarrollo de un

sistema y la base de evaluación de su utilidad. Para el diseño de salidas de información del sistema fue necesario:

- Identificar las características específicas de las salidas, de tal manera que satisficieran los requerimientos de información para los usuarios.
- Diseñar los documentos, formatos, informes, que van a contener la información producida por el sistema, para presentarlos de forma visual y/o impresa y así facilitar su distribución entre los destinatarios. (Estos dos aspectos se pueden ver claramente en el subtítulo 4.3 donde se describe la organización y funcionamiento de los módulos y formularios de SIMCCO).

4.2.4. Diseño de la base de datos y su interacción con el sistema. En esta etapa se definieron en detalle las entidades (cualquier persona, lugar, cosa, concepto o suceso, real o abstracto, de interés para la organización, acerca del cual se capturan, almacenan y/o procesan datos) y relaciones de la base de datos. Para el almacenamiento de la información dentro del sistema, se utilizó una base de datos de tipo relacional (ver numeral 3.4.2), que estará dividida en una serie de tablas de diferentes tipos que son:

- *Tablas maestras:* que guardarán todos los registros acerca de aspectos importantes dentro de la gestión de mantenimiento, como el registro de los equipos del campo o el archivo histórico de las órdenes de trabajo, etc.
- *Tablas de transacciones:* son tablas temporales con los propósitos de acumular datos acerca de los eventos que ocurren al momento de realizar una consulta, ya sea de registro de equipos, herramientas, inventarios, etc., y/o al actualizar las tablas maestras.
- *Tablas de referencia:* Son aquellas que guardan el conjunto de datos de referencia utilizados en el procesamiento de transacciones, actualización de

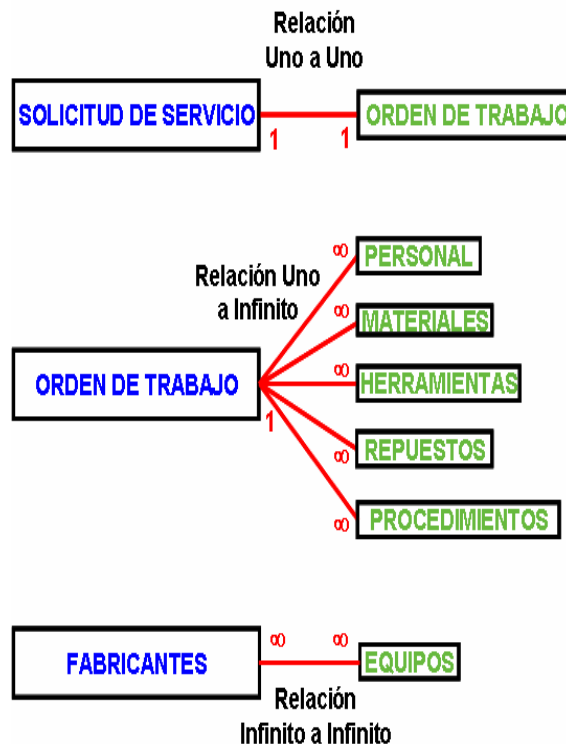
los archivos maestros, producción de salidas; un ejemplo de estos archivos puede ser las unidades de medida, unidades de tiempo, costo unitario y en general todas las unidades manejadas en el departamento de mantenimiento.

- *Tablas de reportes*: son archivos temporales que se utilizan cuando el tiempo de impresión no esta disponible para todos los reportes producidos, situación que surge con frecuencia en el procesamiento sobrepuesto. (El procesamiento sobrepuesto es la capacidad de un procesador para llevar a cabo en forma simultánea, la entrada, procesamiento y salida de información).

Una vez se han establecido las entradas y salidas del sistema, la estructura general del software, así como los requerimientos, fue posible definir en detalle las entidades y relaciones de la base de datos, utilizando el modelo entidad relación. En la Figura 39, se muestra un ejemplo de los tipos de relaciones existentes entre distintas entidades del sistema, siendo estos tipos de relaciones los siguientes: uno a uno (relaciona dos entidades distintas como sucede con la relación entre la entidad SOLICITUD DE SERVICIO con la entidad ORDEN DE TRABAJO); uno a muchos (relaciona una entidad con otras como en el caso de la entidad ORDEN DE TRABAJO, con las entidades PERSONAL, MATERIALES, REPUESTOS, etc.); y varios a varios (también llamada infinito a infinito, como ejemplo se tiene las relaciones entre los varios FABRICANTES de equipos y los EQUIPOS que también son varios y diferentes).

En la Figura 40 se muestra un ejemplo del principal modelo entidad-relación para el sistema. Estas relaciones son de las más importantes que existen entre las distintas entidades, módulos y formularios de SIMCCO, (O.T. y Equipos).

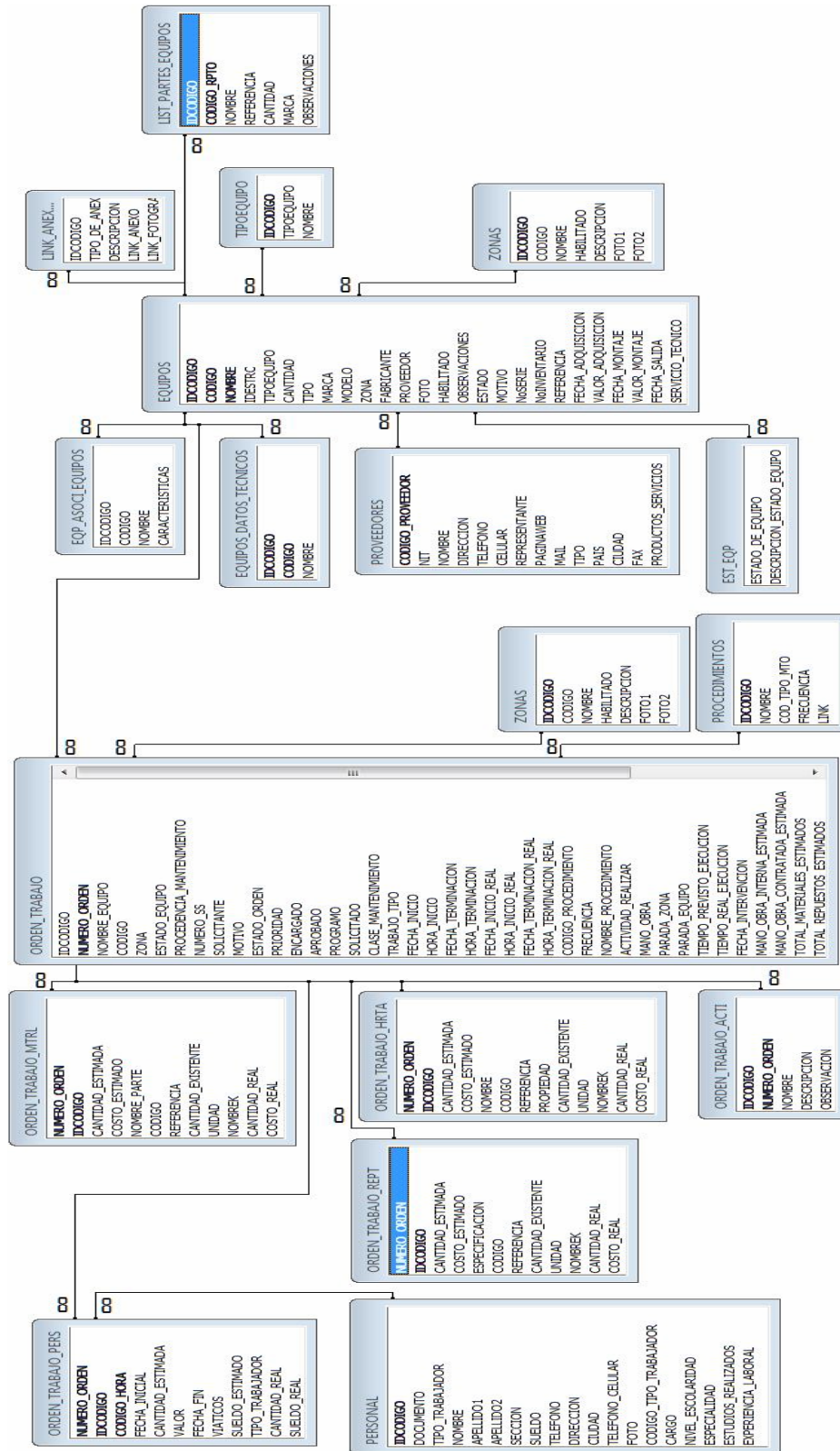
Figura 39. Tipos de Relaciones entre Distintas Entidades del Sistema.



4.2.5. Diseño de interfaces de usuario. La interfaz de usuario describe como se comunica el Software consigo mismo, con los sistemas que operan junto con el y con los operadores y usuarios que lo emplean. Forma parte del diseño lógico del sistema de información y además conecta al usuario con el sistema, por esta razón es de suma importancia, para el manejo de los datos de entrada y el correcto procesamiento de la información para producir las salidas que deben cumplir con los requerimientos que los usuarios tengan, ya que es la comunicación entre los usuarios y el software.

➤ *Interfaz de entrada al sistema.* En este aspecto, se diseñó una interfaz de acuerdo al diagrama de flujo de información general del sistema (ver Figura 38), donde el ingreso al software se realiza de acuerdo al nivel de acceso o permiso que tenga el usuario, de esta manera el usuario podrá navegar por el

Figura 40. Modelo Principal E/R para las Tablas O.T. y Equipos.



sistema y realizar las operaciones para las cuales tenga acceso permitido. En la Figura 41 se presenta la interfaz de entrada al sistema con su correspondiente menú de entrada que contiene los campos de verificación de Usuario y Clave para acceder a la información de SIMCCO.

➤ *Interfaz para la operación del sistema.* En el diseño de la interfaz para la operación y control de SIMCCO, se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos para el diseño del menú principal del sistema:

- *La interacción general del usuario con el sistema.* En la mayoría de los casos este aspecto abarca la visualización de la información, la entrada de datos y el control general del sistema. Para ofrecer una buena interacción general entre el sistema y el usuario se usó una interfaz consistente para la navegación por el software, la selección de módulos, introducción de órdenes, visualización de los datos y otras cuantas funciones; además se pide la verificación por parte del usuario de cualquier acción modificativa, se permite la función Cancelar en acciones referentes a ingreso de datos, el usuario no debe memorizar información entre una acción y otra; se evitó al máximo que el usuario en el ingreso de datos al sistema pudiera equivocarse, introdujera datos erróneos u omitiera datos de relevante importancia (mediante la identificación de los campos con información obligatoria), y para determinar las operaciones se ubicaron nombres cortos y de fácil comprensión.

- *Visualización de la información.* La información presentada por el sistema es completa y coherente de tal manera que satisface las necesidades del usuario, para controlar este aspecto fue necesario: mostrar únicamente la información relevante para cada ventana de modo ordenado de acuerdo a su importancia y con un buen sentido estético; utilizar los colores representativos y/o institucionales del Campo y de la UIS; mostrar

formularios de visualización rápida de la información y utilizar abreviaciones estándar; mostrar mensajes de error y estado durante la operación del sistema; adaptar el tamaño de cada ventana a la cantidad de la información que se quiere presentar, entre otros aspectos.

- *Entrada de los datos.* La gran mayoría del tiempo que van a gastar los usuarios manipulando el sistema va a ser seleccionando órdenes, introduciendo datos y otras formas de proporcionar entradas al sistema, es por esto, que la interfaz del menú principal, los módulos y sus formularios, disminuye el número de acciones de entrada de datos que debe realizar el usuario, es decir, se reduce la cantidad de digitación necesaria mediante la presentación de listas de selección; las órdenes que son inapropiadas en el contexto de las acciones operacionales se desactivan, lo cual protege al usuario de cometer acciones que lo lleven a errores y bloqueos del sistema.

Figura 41. Interfaz de Entrada y Acceso a SIMCCO.



En la Figura 42 se puede ver el menú principal del sistema, menú donde se encuentran organizados los diferentes módulos y formularios para las diferentes funciones del sistema, a las cuales se podrá acceder una vez se a ingresado al mismo con la verificación previa del tipo de usuario y su respectiva clave de acceso. Ésta interfaz de operación facilita el desplazamiento del usuario a través del software, además de identificar claramente la ubicación del usuario dentro de los diferentes módulos y formularios, para interpretar claramente las diferentes aplicaciones del sistema, para el caso de la Figura 42 el usuario se encuentra en el módulo MANTENIMIENTO, a punto de abrir el formulario Orden de Trabajo.

Figura 42. Interfaz del Menú Principal para la Operación de SIMCCO.



4.2.6. Diseño de seguridad y control. El termino seguridad se refiere a las políticas, los procedimientos y las medidas técnicas que se formulan para

evitar el acceso no autorizado o la alteración, robo y daños físicos a los sistemas de información. Por esta razón se hizo necesario diseñar ciertos procedimientos de seguridad para la información contenida en SIMCCO.

Las computadoras también pueden actuar como instrumentos de error, al alterar gravemente o destruir los expedientes y las funciones de una organización. Se pueden presentar errores de sistemas computarizados en muchos puntos del ciclo de procesamiento: en la introducción de datos, en los programas (códigos), en las operaciones computarizadas y el hardware.

Con base en lo descrito anteriormente fue indispensable crear procedimientos de seguridad y control para el acceso e ingreso de información durante la operación de SIMCCO, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- *Controles de acceso a usuarios:* buscan proteger la información que suministra el sistema de todo usuario no autorizado; este control se describe con detalle en el numeral 4.5.2 del presente capítulo.
- *Control en el ingreso de datos:* este control pretende que los datos que se ingresen al sistema sean confiables, validos y concretos, y que no se omitan datos que son necesarios para realizar las transacciones. En los formularios de ingreso de registros, los campos que son obligatorios están resaltados con un color diferente a los demás, y además si en estos campos no se digitan datos al momento de guardar el registro, el sistema mostrará un mensaje de error que indica al usuario la obligatoriedad de datos en dichos campos.
- *Controles de Salida:* los controles de salida cuidan que los resultados del procesamiento por computadora sean correctos, estén completos y se

distribuyan debidamente entre los usuarios. Entre los controles de salida diseñados para SIMCCO están:

- Posibilidad de revisar las bitácoras de almacenamiento, a través de la actualización de los datos almacenados en el sistema, para comprobar que todos los trabajos programados se hayan ejecutado como es debido (esto se puede ver en el formulario para la hoja de vida de equipos).
- Certeza en la entrega de información (para procedimientos de mantenimiento y documentación formal) especificada para los destinatarios autorizados de los formatos y reportes del sistema.

4.2.7. Diseño de procedimientos. El diseño procedimental se efectúa una vez se ha diseñado el flujo de datos, la estructura general del sistema, las entradas y salidas, la base de datos y su interacción y el diseño de interfaces. Cuando se han definido estos aspectos, se sigue con el procesamiento de la información en el sistema, y se diseñan los procedimientos para la salida de la misma. El diseño de procedimientos consiste en especificar los detalles y características de éstos, para realizar las diferentes tareas que deben ejecutarse al utilizar el sistema, por medio de una programación que no se preste para confusiones y que sea de fácil manejo para la correcta realización de los procedimientos de acceso al sistema, entrada de datos, ejecución de procedimientos para el manejo de errores, para la seguridad de la base de datos y para el control de las salidas del sistema.

En la descripción de la organización del sistema que sigue a continuación, se pueden observar ejemplos de los procedimientos (flujo de información) que se llevan a cabo para ejecutar las diferentes tareas que realizan los módulos y formularios de SIMCCO como en el caso de las Figuras 48,50, 61, entre otras.

4.3. ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN

Después de haber analizado los requerimientos y de presentar el diseño de las principales características de SIMCCO; en este subtítulo se explicarán más detalladamente los siete módulos estructurales principales (ver Figura 37) que conforman el sistema; los cuales a su vez están divididos en diferentes formularios y ciertos formularios en secciones, también algunos presentan formularios adicionales; de cualquier manera todos los formularios se diseñaron con el fin de agrupar la información, procesarla y generar las diferentes salidas que arroja el software, tales como: los indicadores de gestión, indicadores de costos, emisión de reportes de inventarios, actualización del historial de mantenimiento de equipos, entre otros.

SIMCCO, es un Sistema Computarizado para la Administración del Mantenimiento (SCAM), aplicado a Campo Colorado, siendo dicha aplicación su principal característica; para éste fin, cuenta con aplicaciones varias como por ejemplo: la planeación y programación de nuevos procedimientos de mantenimiento para el campo, a través de los formularios y formatos para documentación y realización de ordenes de trabajo y solicitudes de servicio diseñados en el Módulo Mantenimiento, entre otras.

A continuación se describirán cada uno de los módulos del sistema, sus formularios principales, los formularios adicionales a éstos y sus secciones; se mencionará brevemente la información que contiene y se dispone en cada formulario, con el fin de establecer como es el flujo de la información y cuales son las principales aplicaciones generadas por el programa, dichos aspectos se pueden ver a lo largo del presente subtítulo en las Figuras 43 a 114.

4.3.1. Módulo Campo-Escuela Colorado. En este módulo se encuentra reunida la información concerniente a la organización, administración, elementos principales y los activos del campo. Presenta ocho formularios los cuales son: Empresa, Secciones, Zonas, Personal, Proveedores/Contratistas/Fabricantes, Equipos, Pozos, y Manifolds (ver módulo y componentes en la Figura 43). Siendo el primer módulo del sistema se presenta como introducción a las funciones de SIMCCO, este módulo es muy importante para el campo como organización, pues en él se lleva a cabo el registro de equipos, el ingreso de personal y la información referente a proveedores, contratistas y fabricantes, relacionados interna y externamente con el campo.

Figura 43. Módulo Campo-Escuela Colorado.



➤ **Empresa.** En este formulario se presenta la información general sobre el campo-escuela como organización, almacena algunos datos representativos del mismo, como son: Nombre, NIT, Representante Legal, entre otros.

Además tiene una sección para el ingreso de una imagen característica del campo o de la UIS. Lo anteriormente mencionado se muestra en la Figura 44.

Figura 44. Formulario Empresa.

Empresa - SIMCCO

Universidad Industrial de Santander
CAMPO COLORADO

CAMPO COLORADO

NOMBRE: CAMPO - ESCUELA COLORADO
 NIT: 890 201 213- 4
 CONVENIO: UIS - ECOPETROL
 REPRESENTANTE LEGAL: COMITÉ DECISOR DEL CAMPO
 DIRECCIÓN: SAN VICENTE DE CHUCURI (SANTANDER)
 CIUDAD: YARIMA
 TELEFONO: 6344000
 MAIL: campoescuela1@uis.edu.co

Universidades Industrial de Santander
CAMPO COLORADO

Cambiar Ampliar

Guardar Modificar Salir

➤ **Secciones.** Para la administración y manejo de la documentación y de la información para el mantenimiento de Campo Colorado se tienen las secciones anteriormente mostradas en la Tabla 11. El formulario Secciones se puede ver en la Figura 45, éste se creo con el fin de permitir el ingreso de nuevas secciones, la visualización y/o modificación de las existentes, según lo establezca la supervisión de mantenimiento del campo.

Figura 45. Formulario Secciones.

Secciones

Universidad Industrial de Santander
CAMPO COLORADO

SECCIONES

CODIGO: M
 NOMBRE: MANTENIMIENTO
 HABILITADO: ☒

CONSULTANDO...

Agregar Modificar Salir

6/8

➤ **Zonas.** Campo Colorado se encuentra dividido en tres zonas, como ya se había mencionado en el subtítulo 1.3 (ver Tabla 20). En la Figura 46 se observa el formulario Zonas, en el cual se almacena información general de cada una de las zonas del campo, conteniendo una pequeña descripción individual de la zona respectiva y dos funciones para añadir al formulario fotos representativas de cada zona. Este formulario también se diseñó con el fin de asociar a un equipo la zona a la cual pertenece en el momento de registrarlo y así, facilitar su ubicación dentro del campo y el sistema.

Figura 46. Formulario Zonas.

➤ **Personal.** La información concerniente al personal administrativo y operativo vinculado al campo se puede consignar en el formulario Personal. La información a almacenar en este formulario se encuentra dividida en dos secciones: la sección de datos generales y el perfil del trabajador.

Los datos contenidos en el formulario Personal, en la *sección Datos Generales* son: el código de identificación del trabajador, el nombre completo del mismo, su dirección y ciudad de residencia, el teléfono fijo y móvil del

empleado. Adicionalmente es posible cargar una foto para la identificación del trabajador.

Los datos del trabajador para almacenar y disponer en la *sección Perfil* del formulario Personal son los relacionados con: sección a la cual pertenece, valor Hora-Hombre, La función o cargo que desempeña, el tipo de trabajador (empleado interno o contratista), nivel de acceso al sistema, nivel de escolaridad, especialidad, estudios realizados y experiencia laboral. En la Figura 47, se puede ver como está conformado el formulario Personal y el flujo de información para éste formulario se puede ver en la Figura 48.

Figura 47. Formulario Personal.

PERSONAL - SIMCCO

PERSONAL

SIMCCO VIZO

CONSULTANDO...

DATOS GENERALES | PERFIL

CODIGO: 0050

DOCUMENTO: 84569325

NOMBRE: FERNANDO

PRIMER APELLIDO: CALVETE

SEGUNDO APELLIDO: .

DIRECCION: CALLE 51 N° 32-54

CIUDAD: BUCARAMANGA

TELEFONO: 6312568

TELEFONO CELULAR: 3015687954

Cambiar Ampliar

Agregar Modificar Guardar Cancelar Buscar Salir 8/8

➤ **Proveedores/Contratistas/Fabricantes.** Éste Formulario se diseñó para disponer de la información de los Proveedores de repuestos, Contratistas (servicios) y Fabricantes de equipos relacionados con Campo Colorado, de manera ágil y sencilla. Posee un único formulario, en el cual se almacenan datos como son: Código y nombre del proveedor, contratista, y/o fabricante; tipo de servicio que presta, Nit, dirección, teléfono fijo y móvil, persona de contacto en la empresa, país y ciudad de origen, fax, e-mail, productos y/o

servicios prestados. El formulario de Proveedores/Contratistas/Fabricantes y el flujo de información del mismo se pueden observar en las Figuras 49 y 50.

Figura 48. Diagrama de Flujo de Información para Formulario Personal.

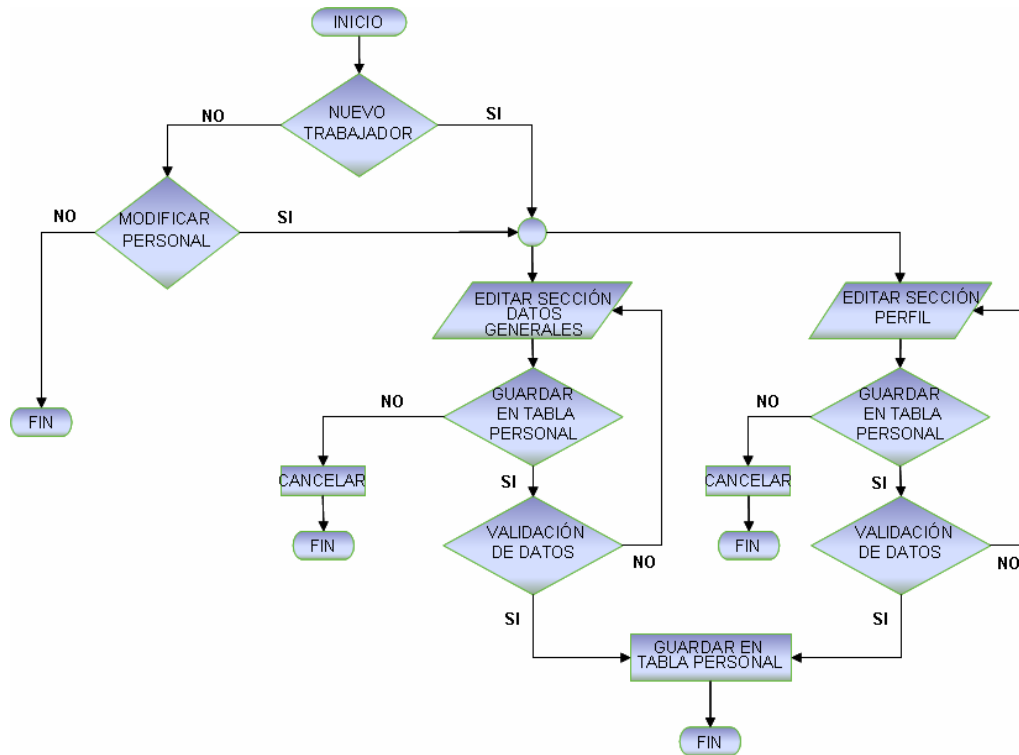


Figura 49. Formulario Proveedores/Contratistas/Fabricantes.

Proveedores/Contratistas/Fabricantes - SIMCCO

Unidad Industrial de Santander
CAMPO COLORADO

**PROVEEDORES
CONTRATISTAS
FABRICANTES**

CONSULTANDO...

CODIGO: P1

TIPO: Contratista

NIT: Proveedor
Contratista
Fabricante

NOMBRE:

DIRECCION: CALLE 60 no 16'28 km 5 Via Giron

TELEFONO: (57) 6461501 300 8141

CELULAR: 3156547890

PAGINA_WEB:

REPRESENTANTE: Disson Serrano C.

E-MAIL: tuvacolventac@andinet.com

PAIS: Colombia

CIUDAD: Bucaramanga

FAX:

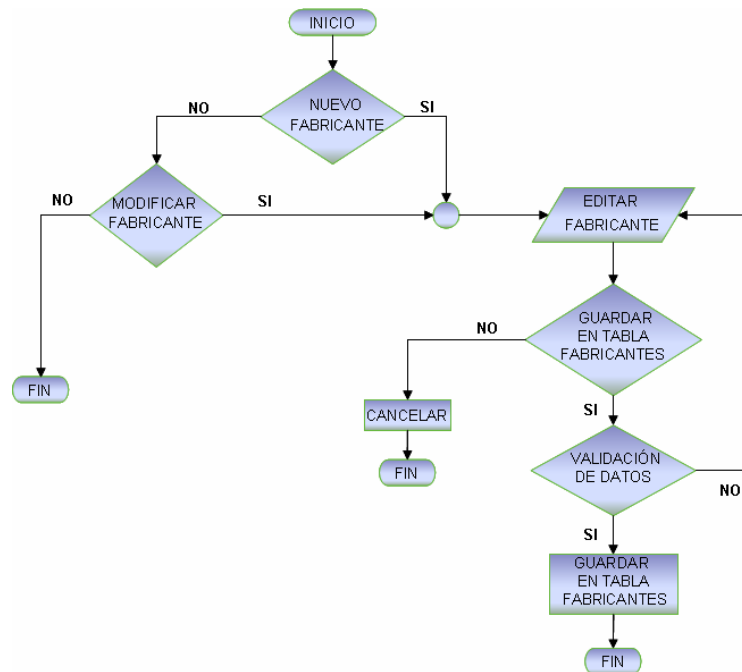
PRODUCTOS Y SERVICIOS:

VALVULAS
RACORES

Agregar Modificar Guardar Cancelar Buscar Salir

85/85

Figura 50. Diagrama de Flujo Proveedores/Contratistas/Fabricantes.



➤ **Equipos.** Para el diseño del formulario Equipos, se tuvo en cuenta lo siguiente: un equipo se ubica dentro de una zona del campo y este a su vez pertenece a un tipo de equipo. Por ejemplo la bomba recíprocante G-D, ubicada en la estación de bombeo cuyo código es BR-01, pertenece al tipo de bombas recíprocantes, ya que puede haber bombas de tornillo, de engranajes, de pistones, etc.; además se encuentra dentro de la Zona de Recolección de Crudo. Este modo de agrupar los equipos es con el fin de organizar, y facilitar el registro de los mismos, al igual que sus equipos asociados, las actividades y los repuestos que posiblemente puedan ser utilizados en los distintos tipos de mantenimiento para los equipos del campo.

Este formulario es uno de las más importantes de SIMCCO, pues en él se almacenan y registran todos los equipos sobre los cuales se realizan las actividades de mantenimiento. Está compuesto por aquellos registros o formularios en los cuales es posible agregar, modificar, guardar y buscar la

información concerniente a los equipos, tal como: datos de identificación (tipo equipo, estado, nombre, código y zona); y datos generales de registro (marca, modelo, No. serie, No. inventario, referencia industrial, tipo o clasificación, fabricante, fecha adquisición, valor adquisición, fecha montaje, valor montaje, fecha salida, proveedor, observaciones y proveedores de servicio técnico). Además, posee cinco formularios adicionales tales como: hoja de vida, equipos asociados, anexos, partes, y datos técnicos, para complementar toda la información de la ficha técnica de los equipos del campo. En la Figura 51 y 57, se muestran respectivamente, el formulario Registro de Equipos junto con sus cinco formularios adicionales y el flujo de información del mismo.

Figura 51. Formulario Registro de Equipos.

The screenshot shows a web application window titled "REGISTRO DE EQUIPOS - SIMCCO". The interface is in Spanish and includes the following elements:

- Header:** Logos for "Universidad Industrial de Santander" and "SIMCCO V1.0". The text "CAMPO COLORADO" is visible.
- Status:** A red label "CONSULTANDO..." is present.
- Search/Filter Fields:**
 - TIPO EQUIPO:** Dropdown menu with "Motor Eléctrico" selected.
 - NOMBRE:** Text input with "Motor eléctrico de la caja reductora".
 - CODIGO:** Text input with "ME-AD-01".
 - ESTADO:** Dropdown menu with "EQUIPO EN OPERACIÓN" selected.
 - ZONA:** Dropdown menu with "Zona de Produccion de Crudo" selected.
- Registration Data Fields:**
 - MARCA:** Text input with "General Eléctric".
 - MODELO:** Text input with "5KY326AL321APF2".
 - No SERIE:** Text input with "3541-1-A".
 - No INVENTARIO:** Text input (empty).
 - REFERENCIA:** Text input with "Econopac 2".
 - TIPO:** Text input with "Alto Deslizamiento".
 - FABRICANTE:** Dropdown menu with "EQUIPOS Y CONTROLE" selected.
 - HABILITADO:** Checkmark is checked.
 - FECHA ADQUISICION:** Text input with "01-Jul-95".
 - VALOR ADQUISICION:** Text input with "150000".
 - FECHA MONTAJE:** Text input with "09/08/1995".
 - VALOR MONTAJE:** Text input with "50000".
 - FECHA SALIDA:** Text input (empty).
 - PROVEEDOR:** Dropdown menu with "TK ASME API INGENIEROS EU" selected.
 - OBSERVACIONES:** Text area with "Funciona en buenas condiciones".
 - SERVICIO TECNICO:** Text input with "INTEMAQ.".
- Buttons:** "Cambiar" and "Ampliar" are next to the "PROVEEDOR" dropdown. At the bottom, there are buttons: "Agregar", "Modificar", "Guardar", "Cancelar", "Buscar", and "Salir".
- Footer:** A navigation bar with arrows and a page indicator "292/292".

A continuación se describirán los cinco formularios adicionales del formulario Registro de Equipos, para comprender mejor su diseño e importancia para SIMCCO.

- *Hoja de vida.* El historial de mantenimiento de equipos se actualiza por medio de este formulario adicional, en él se almacenan datos como: número de orden de trabajo ejecutada sobre el equipo, la fecha de inicio y terminación de la labor, la clase de mantenimiento y el tipo de trabajo efectuado. En la Figura 52 se muestra el formulario adicional Hoja de Vida.

Figura 52. Formulario Adicional Hoja de Vida, (Registro Equipos).

NUMERO ORDEN	FECHA INICIO	FECHA TERMINACION	CLASE MTO	TRABAJO TIPO
20070649	02-Ago-07	03-Ago-07	Mantenimiento Preventivo	Mecánico
20070650	21-Ago-07	23-Ago-07	Mantenimiento Preventivo	Mecánico
20070651	31-Ago-07	31-Ago-07	Mantenimiento Preventivo	Mecánico

- *Equipos asociados.* Permite almacenar información acerca de los equipos asociados a otros, para complementar el registro técnico de equipos. En la Figura 53 se observa el formulario adicional Equipos Asociados, que muestra el código, nombre y características de los mismos.

Figura 53. Formulario Adicional Equipos Asociados, (Registro Equipos).

CODIGO EQUIPO	NOMBRE EQUIPO	CARACTERISTICAS
GB-322-01	Caja reductora de la unidad de bombeo convencional	
CE-322-01	Chumacera de centro de la unidad de bombeo	
CO-322-01	Chumacera de cola de la unidad de bombeo	
FR-322-01	Freno de la unidad de bombeo	
KD-322-01	Crank derecho unidad de bombeo.	
KI-322-01	Crank izquierdo unidad de bombeo.	
ME-AD-01	Motor Electrico	Econopac 2; Tamaño 3 WP (EIIT3WP); Marca: General
PE-322-01	Empaque prensa estopa	
SV-322-01	Sarta de Varillas	

- *Anexos.* La documentación técnica disponible (catálogos, planos, fotos, manuales) para los equipos del campo, se puede registrar y almacenar en éste formulario adicional, tal y como se muestra en la Figura 54.

Figura 54. Formulario Adicional Anexos, (Registro Equipos).

TIPO ANEXO	DESCRIPCION	LINK ANEXO
Documento	Manual de Operación	C:\SIMCCO\manual.doc

- *Partes.* Éste formulario adicional fue diseñado para poder consignar y disponer de la información de los repuestos o partes de los equipos del campo, así como también de un listado de los proveedores de dichas partes, como se puede ver en la Figura 55.

Figura 55. Formulario Adicional Partes, (Registro Equipos).

CODIGO	DESCRIPCION	REFERENCIA	CANT	MARCA	REFERENCIA
BP-RT-ME-03					
GP-RT-ME-01					
CH-RT-ME-01					
BC-RT-ME			1		

NOMBRE	DIRECCION	TELEFONO	CELULAR	REPRESENTANTE	CIUDAD
FERRETERIA REINA S.A.	Calle 41 no 27-01	(09706) 343575		Claudia p. Garrido	
FERRO ACERO LTDA	Calle 51 no 17-60	6522506 Fax: 65225		Norberto Jimenez M.	
AGUAS Y AGUAS	Calle 49 no 27a-15 local	6431851 Fax: 67802		Juan de Dios Londoño	
JORGE TRIANA & CIA. LT	Carrera 7A No 69-53	2101444 Fax: 21719		Ing. Gregorio Salinas Castro	

- *Datos técnicos.* Para registrar las principales especificaciones técnicas de los equipos del campo se tiene el formulario adicional Datos Técnicos que expone en la Figura 56, donde se almacenan los datos técnicos mas relevantes de los equipos para disponer de esta información necesaria para su mantenimiento, reposición, actualización y demás.

Figura 56. Formulario Adicional Datos Técnicos, (Registro Equipos).

NOMBRE	DESCRIPCION
POTENCIA	30 HP
AMPERAJE	10,5 A
Peso	50 Kg
VELOCIDAD DE GIRO	1200 rpm
FRECUENCIA	60 Hz
DIAMETRO EJE	2" 1/4
FACTOR DE POTENCIA	0,83

At the bottom right of the form, there are two buttons: 'Agregar' and 'Salir'.

➤ **Pozos.** Para poder identificar las unidades de bombeo y sus pozos asociados como unidades productivas y así diferenciarlas de los equipos individuales del campo, se agrupo en éste formulario la información correspondiente a las características generales y técnicas de los pozos del campo junto con sus estados de operación. En la Figura 58 se puede ver el formulario Pozos, como ejemplo del registro técnico del pozo C-37.

➤ **Manifolds.** El formulario Manifolds presenta una agrupación de las válvulas del campo al igual que sus datos técnicos más relevantes con base en lo expuesto en el subtítulo 1.3 (ver Tabla 19). En éste formulario se presenta gran parte de la información con respecto a los equipos de la Zona de Transporte. La Figura 59 presenta el formulario para registro técnico de los Manifolds de Campo Colorado, para este caso seria el del colector VALV-01.

Figura 57. Diagrama de Flujo de información para Registro de Equipos.

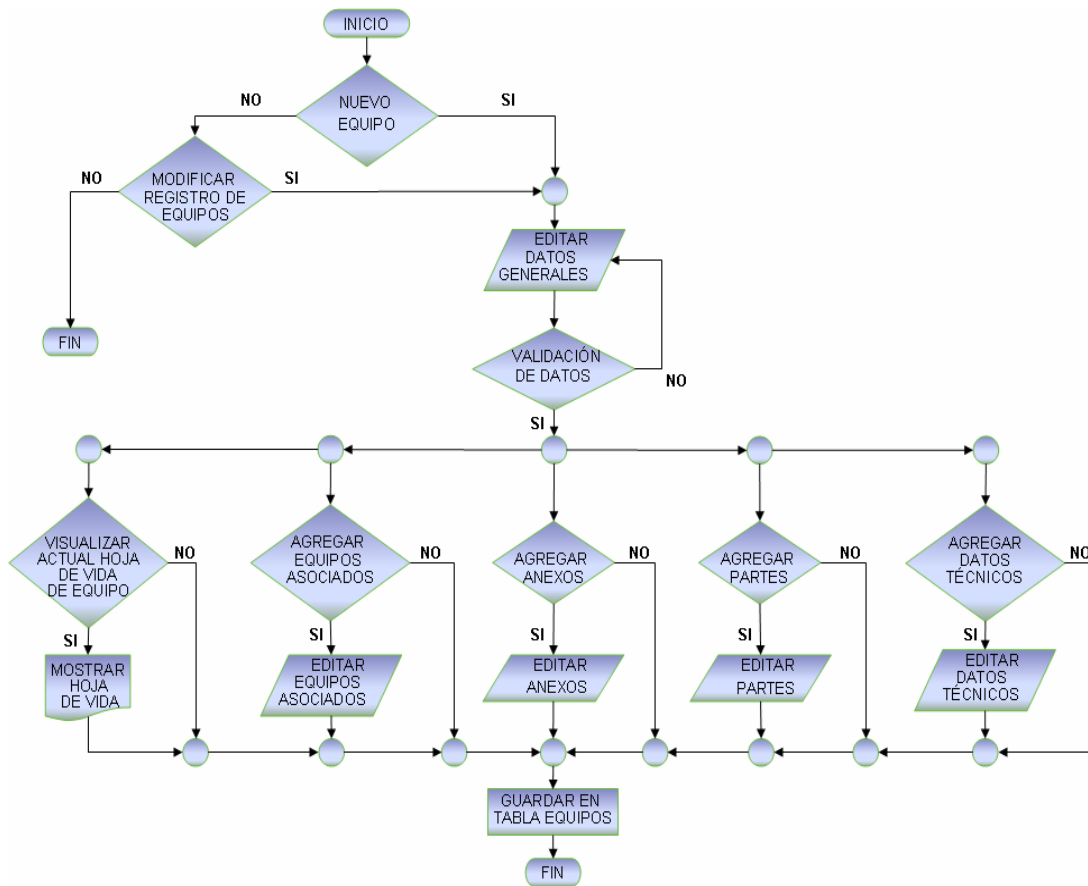


Figura 58. Formulario Pozos.

Figura 59. Formulario Manifolds.

DATOS DE IDENTIFICACION GENERAL TECNICA DE MANIFOLDS - SIMCCO

Universidad Industrial de Santander
CAMPO COLORADO

MANIFOLDS

CONSULTANDO...

NOMBRE: MANIFOLD 01 CODIGO: VALV-01

ESTADO: EQUIPO EN OPERACIÓN ZONA: Zona de Transporte de Crudo

No VALS DE COMPUERTA: 4 FECHA SALIDA: 15/02/2005

No VALS ANTIRRETORNO: 0 COORDENADA ESTE: 1245011,5

No LINEAS ASOCIADAS: 4 COORDENADA NORT: 1038566,88

No INVENTARIO: 5645

FECHA ADQUISICION: 16/07/1957

VALOR ADQUISICION: 1245011,5

FECHA MONTAJE: 27/09/1957

VALOR MONTAJE: 1038566,88

OBSERVACIONES:

Equipos Asociados Anexos

Agregar Modificar Guardar Cancelar Buscar Salir

9/9

4.3.2. Módulo Inventario y Almacén. Éste módulo junto con el módulo Campo Escuela Colorado son los primeros en los cuales se ingresan las entradas para que el sistema las procese y arroje las salidas definidas por los requerimientos ya analizados, que se lograron satisfacer con el diseño y la aplicación del Sistema de Información para Mantenimiento de Campo Colorado.

Este módulo fue diseñado con el fin de disponer fácilmente de la información referente a los diferentes recursos necesarios para llevar a cabo un eficiente cumplimiento de la función mantenimiento en el campo, para ello se dispuso de tres formularios para la recopilación de la información sobre los diferentes Repuestos, Materiales y Herramientas utilizadas en las actividades de mantenimiento. Además se incluyeron los formularios Movimientos de Almacén, Ajustes de Inventario, y Kardex en los cuales se podrán registrar todos aquellos movimientos de insumos y repuestos, para tener así un pleno

control de las existencias y los costos de los recursos existentes para el mantenimiento. Por último se encuentra el formulario Inventario de Equipos, que permite buscar registros sobre cada uno de los equipos del campo anteriormente mencionados, con el fin de disponer fácilmente de la información necesaria para su ubicación y selección. En la Figura 60 se pueden ver los distintos componentes del módulo Inventario y Almacén.

Figura 60. Módulo Inventario y Almacén.



➤ **Herramientas.** Para poder registrar cada una de las herramientas a utilizar en el mantenimiento de los equipos de Campo Colorado, fue diseñado el formulario Herramientas, donde se especificará su nombre, código, ubicación, tipo, propiedad, marca, proveedor, referencia, cantidad existente, stock mínimo, stock máximo, valor compra, fecha de compra, y observaciones sobre sus características de uso y aplicación (ver formulario Herramientas en la Figura 61).

Figura 61. Formulario Herramientas.

REGISTRO DE HERRAMIENTAS - SIMCCO

Universidad Industrial de Santander

CAMPO COLORADO

HERRAMIENTAS

SIMCCO

CONSULTANDO...

NOMBRE: Bota-pasador

CODIGO : BP-HT-ME

UBICACION: ALMACEN

TIPO HERRAMIENTA: Campo

PROPIEDAD: Propia

MARCA: 0

PROVEEDOR: TK ASME API INGENIEROS EU

REFERENCIA: III-980

CANTIDAD EXISTENTE: 100

STOCK MINIMO: 5

STOCK MAXIMO: 10

VALOR COMPRA: 50000

FECHA COMPRA: 01-May-07

☒ HABILITADO

OBSERVACIONES:

HERRAMIENTA DE CAMPO

Agregar Modificar Buscar Salir

1/26

➤ **Materiales.** Este formulario incluye información detallada sobre cada uno de los materiales e insumos requeridos para llevar a cabo las labores de mantenimiento. Además de tener información sobre el nombre, código, ubicación, tipo de material e insumo, referencia, unidad física, proveedor, cantidad existente, valor compra, fecha de compra, y observaciones sobre sus características de uso y aplicación. Además posee campos para estimar el stock mínimo y máximo que debe existir del material o insumo, con el fin de generar a partir de estos datos alarmas que indiquen el exceso o carencia del mismo. El formulario Materiales se puede ver en la Figura 62.

➤ **Repuestos.** Este formulario contiene información específica sobre cada uno de los repuestos existentes en el almacén de repuestos del campo, los instalados en los equipos y los pendientes por adquirir. Aparte de tener información sobre el nombre, código, ubicación, tipo de repuesto, modelo, marca, referencia, proveedor, existencias operando, existencias almacenadas, fecha de compra, precio unitario de compra, y un campo para almacenar

observaciones acerca de fecha de instalación y cambio, vida útil estimada, y características de uso y aplicación. También posee campos para estimar el stock mínimo y máximo que debe existir del repuesto, con el fin de generar a partir de estos datos alarmas que indiquen el exceso o insuficiencia del mismo. El formulario Repuestos se muestra en la Figura 63.

Figura 62. Formulario Materiales.

Materiales : Formulario

Universidad Industrial de Santander
CAMPO COLORADO

MATERIALES

CONSULTANDO...

NOMBRE: Aceite EP (extrema Presión), grado de viscosidad ISO 460

CODIGO: AL-MT-CS-01

UBICACION: 0

TIPO: Consumible

REFERENCIA: 0

UNIDAD: PIES

PROVEEDOR: CHESTERTON

CANTIDAD EXISTENTE: 10

STOCK MINIMO: 0

STOCK MAXIMO: 0

VALOR COMPRA: 0

FECHA COMPRA: 05/05/2007

☒ HABILITADO

OBSERVACIONES
ERTERGDFGRG

Agregar Modificar Buscar Salir 1/16

Figura 63. Formulario Repuestos.

LISTADO_PARTES : Formulario

Universidad Industrial de Santander
CAMPO COLORADO

REPUESTOS

CONSULTANDO...

TIPO: Unidad de Bombeo

NOMBRE: Grapa para UB LUFKIN TC-322

CODIGO: GP-RT-ME-01

UBICACION:

TIPO REPUESTO: Electrónico

MODELO:

MARCA:

REFERENCIA:

PROVEEDOR: FERRETERIA REINA S.A.

EXIST OPERANDO: 7

EXIST ALMACENADA: 0

STOCK MAXIMO: 2

STOCK MINIMO: 1

FECHA COMPRA: 20/04/2007

VALOR COMPRA: 1

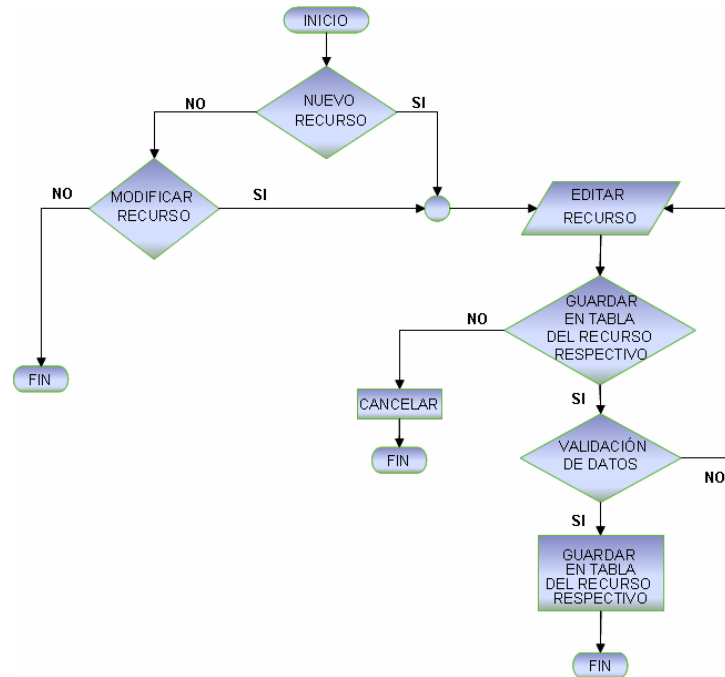
☒ HABILITADO

OBSERVACIONES:

Agregar Modificar Buscar Salir 1/199

El flujo de información para los formularios de Herramientas, Materiales y Repuestos (recursos de mantenimiento), es similar entre ellos, como se puede ver en la Figura 64, donde se presenta de manera general el flujo de información para los recursos de mantenimiento.

Figura 64. Diagrama de Flujo para Recursos de Mantenimiento.



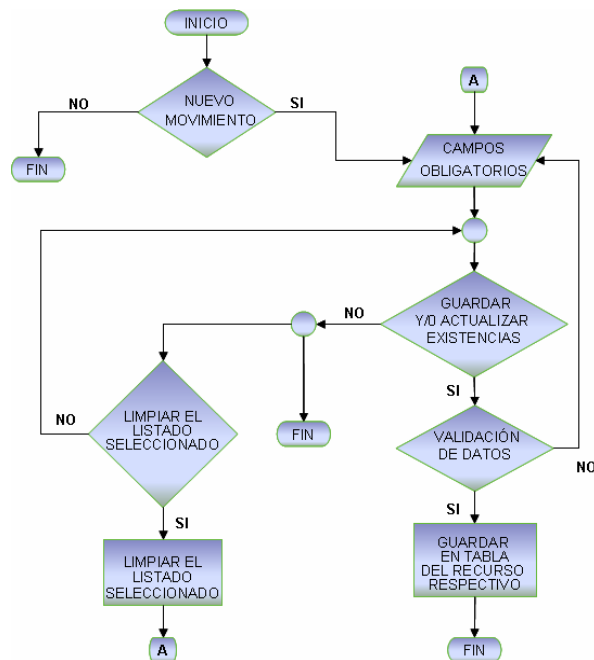
➤ **Movimientos de Almacén.** Cada vez que haya entrada y salida de recursos al almacén y/o las zonas del campo, el usuario deberá registrar en el sistema de información la entrada y/o salida de dichos recursos, para poder conocer sus movimientos en el transcurso del tiempo. En la Figura 65 y en la Figura 66 se pueden observar el formulario de movimientos de almacén y su respectivo diagrama de flujo de información.

➤ **Ajustes de Inventarios.** Con este formulario el usuario puede actualizar las existencias de los recursos de las diferentes zonas del campo. El diseño del formulario se observa en la Figura 67.

Figura 65. Formulario Movimientos de Almacén.

Codigo	Descripcion	Unidad	Valor	Existencia	Cantidad
LM-HT-TA-05	Llave mixta de 1 1/4 de pulgada	0	0	30	10

Figura 66. Diagrama de Flujo Información para Movimientos Almacén.



➤ **Kardex.** Por medio de este formulario el usuario puede conocer los últimos movimientos de los repuestos, herramientas y materiales gastados a partir de órdenes de trabajo; y saber la cantidad real existente en cada zona

de Campo Colorado. El personal encargado de administrar el software puede hacer consulta de movimientos de materiales conociendo el tipo de suministro (material, herramienta, repuesto), y el nombre específico del recurso a consultar. En la Figura 68 se muestra el formulario Kardex.

Figura 67. Formulario Ajustes de Inventario.

AJUSTES DE INVENTARIOS - SIMCCO

Universidad Industrial de Santander
CAMPO COLORADO

Documento: 142 Fecha: 21-Mar-07
Responsable: SALOMON GALVIS SUPERVISOR

Herramientas Materiales Partes

Codigo	Descripcion	VALOR	EXIST.	CANTIDAD	AJUSTE
HS-HT-TA	Hombro solo	0	33	2	-31
LM-HT-TA-06	Llave mixta de 1 5/8 de pulgada	4.444	115	110	-5
GR-HT-CM	Grasea de 35 Lb.	0	30	30	0
		0	0	0	0
		178	142		-36

ADICIONANDO...

Agregar Guardar Limpiar Buscar Salir

Figura 68. Formulario Kardex.

KARDEX - SIMCCO

Universidad Industrial de Santander
CAMPO COLORADO

TIPO SUMINISTRO: Herramientas
DESCRIPCION: Llave mixta de 1 1/4 de pulgada

DOCUMENTO	TIPO	CODIGO	DESCRIPCION	SUMINIS	CANT E	CANT S	CANT ANT	CANT NUV	FECHA
2	2	2		2	2	2	2	2	
232	4	LG-HT-TA	Llave de golpe	1	0	3	13	10	04-Jun-07
232	4	LM-HT-TA-05	Llave mixta de 1 1/4 de pulgada	1	8	0	12	20	04-Jun-07
232	4	LA-MT-IN	Laminas de asbesto para empaque	2	3	0	7	10	04-Jun-07
232	4	AR-MT-IS	Arnés	2	0	5	10	5	04-Jun-07
232	4	TP-RT-ME-03	Tuerca para Pasador, LUFKIN TC-3220	3	10	0	10	20	04-Jun-07
232	4	TP-RT-ME-04	Tuerca para Pasador, LUFKIN TC-4114	3	7	0	17	10	04-Jun-07
UT-9955	1	LM-HT-TA-02	Llave mixta de 5/8 de pulgada	1	20	0	12	32	04-Jun-07
UT-9955	1	GB-RT-ME-02	Rueda de Baja, LUFKIN TC-322B	3	20	0	0	20	04-Jun-07
UT-9955	1	TP-RT-ME-03	Tuerca para Pasador, LUFKIN TC-3220	3	10	0	20	30	04-Jun-07
UT-9955	1	TP-MT-IN	Trapero	2	20	0	10	30	04-Jun-07
UT-9955	1	LM-HT-TA-05	Llave mixta de 1 1/4 de pulgada	1	10	0	20	30	04-Jun-07
UT-9955	1	VL-MT-IN	Varsol	2	20	0	30	50	04-Jun-07
20070061	2	LM-HT-TA-04	Llaves mixta de 7/8 de pulgada	1	0	4	18	14	04-Jun-07
20070061	2	CH-RT-ME-06	Chaveta LUFKIN TC-57A	2	0	2	0	-2	04-Jun-07
20070061	2	74	Parte nueva	3	0	3	229	226	04-Jun-07
234	4	TP-MT-IN	Trapero	2	0	6	28	22	04-Jun-07
234	4	HS-HT-TA	Hombro solo	1	13	0	20	33	04-Jun-07

OT Modificada OT Nueva Movimientos Almacen Ajustes de Inventario Salir

➤ **Inventario de Equipos.** Éste formulario contiene información específica sobre el inventario de equipos del campo, en él se pueden buscar dichos equipos por criterios como: código, nombre, zona, estado o condición del equipo, numero de Inventario o Tipo de equipo; con la finalidad de ubicar un equipo en particular (ver formulario en la Figura 69); también desde aquí se pueden modificar los datos y registros de los equipos existentes en el campo.

Figura 69. Formulario Inventario de Equipos.

OPCIONES		SELECCIONE			
NOMBRE:		CODIGO:	ESTADO:	No. INVENTARIO:	TIPO EQUIPO:
Caja reductora de la unidad de bombeo	Zona de Produccion de Crudo	GB-322-01	EQUIPO EN OPERACIÓN	232654-6	Caja
Válvula de compuerta de 2" y 800 Lb. R	Zona de Produccion de Crudo	VR-2800-07	EQUIPO EN OPERACIÓN		Valvula de Compuerta
Válvula de compuerta de 2" y 800 Lb. R	Zona de Produccion de Crudo	VR-2800-26	EQUIPO EN OPERACIÓN		Valvula de Compuerta
Válvula de compuerta de 2" y 800 Lb. R	Zona de Produccion de Crudo	VR-2800-27	EQUIPO EN OPERACIÓN		Valvula de Compuerta
Válvula de compuerta de 2" y 150 Lb. R	Zona de Produccion de Crudo	VB-2150-09	EQUIPO EN OPERACIÓN		Valvula de Compuerta
Válvula de compuerta de 1" y 800 Lb. R	Zona de Produccion de Crudo	VR-1800-04	EQUIPO EN OPERACIÓN		Valvula de Compuerta
Válvula antirretorno de 2" y 800 Lb. R	Zona de Produccion de Crudo	AR-2800-13	EQUIPO EN OPERACIÓN		Valvula Antirretorno
Válvula antirretorno de 2" y 800 Lb. R	Zona de Produccion de Crudo	AR-2800-14	EQUIPO EN OPERACIÓN		Valvula Antirretorno
Caja reductora de la unidad de bombeo	Zona de Produccion de Crudo	GB-411A-02	NO OPERA POR ESTADO DEFICIENTE		Caja
Caja reductora de la unidad de bombeo	Zona de Produccion de Crudo	GB-411B-02	NO OPERA POR ESTADO DEFICIENTE		Caja
Crank izquierdo unidad de bombeo	Zona de Produccion de Crudo	KI-411B-02	NO OPERA POR ESTADO DEFICIENTE		Crank Izquierdo
Crank derecho unidad de bombeo	Zona de Produccion de Crudo	KD-411B-02	NO OPERA POR ESTADO DEFICIENTE		Crank Derecho
Válvula de compuerta de 2" y 800 Lb. R	Zona de Produccion de Crudo	VR-2800-08	EQUIPO EN OPERACIÓN		Valvula de Compuerta
Caja reductora de la unidad de bombeo	Zona de Produccion de Crudo	GB-322-05	NO OPERA POR ESTADO DEFICIENTE		Caja
Freno de la unidad de bombeo	Zona de Produccion de Crudo	FR-322-05	NO OPERA POR ESTADO DEFICIENTE		Freno de la unidad de bombeo
Chumacera de cola de la unidad de bombeo	Zona de Produccion de Crudo	CO-322-05	NO OPERA POR ESTADO DEFICIENTE		Chumacera de Cola

4.3.3. Módulo Mantenimiento. Éste es el módulo fundamental del Sistema de Información para Mantenimiento de Campo Colorado, puesto que en él se lleva a cabo la Planeación y Programación de los procedimientos y actividades de mantenimiento, se crean y diligencian las solicitudes de servicio para mantenimientos correctivos, se generan las ordenes de trabajo por mantenimientos programados y por mantenimientos correctivos y se manejan los costos asociados a las labores de mantenimiento del campo. El módulo Mantenimiento está conformado por siete formularios que son: Ordenes de Trabajo, Solicitud de Servicio, Cronograma Actual, Tarjeta de Costos, Procedimientos (de mantenimiento), Equipos Inspección, y Equipos Lubricación, como se puede ver en la Figura 70.

Figura 70. Módulo Mantenimiento.



➤ **Ordenes de Trabajo.** Las intervenciones que se les realiza a los equipos, se generan a través de órdenes de trabajo (mantenimiento programado) o mediante solicitudes de servicio (mantenimiento no programado). Dependiendo del tipo de mantenimiento, surgen estas órdenes para realizar la actividad correspondiente sobre el equipo. Una vez son ejecutadas las órdenes de trabajo, se debe registrar en el sistema todo aquello que es necesario para la actualización de la información (actualizar automáticamente registros de hoja de vida, inventario de recursos, tarjeta de costos) y para el cálculo de indicadores que midan la gestión del mantenimiento, por ejemplo: tiempos, materiales, herramientas, repuestos, horas hombre, costos del mantenimiento, entre otros. De acuerdo a esto, el formulario Ordenes de Trabajo es el elemento principal para el control de las actividades de

mantenimiento del campo, y la base fundamental para que el sistema arroje las salidas requeridas por los usuarios, lo cual se verá a medida que se explique la organización de SIMCCO. El formulario Ordenes de Trabajo y el flujo de información del mismo se pueden observar en las Figuras 71 y 77.

Figura 71. Formulario Ordenes de Trabajo, (Datos Generales).

En la Figura 71, se presentó el formulario Ordenes de Trabajo conformado por seis secciones que son: datos generales, actividades, materiales/ repuestos/herramientas, personal, costos, y observaciones; secciones que a continuación se describirán brevemente, para comprender mejor su utilidad:

- *Datos Generales.* Por medio de esta sección el usuario conoce el estado general, prioridad y procedencia de una orden de trabajo; datos de identificación del equipo a intervenir tales como: nombre, código, estado y zona a la cual pertenece; encargado de la orden de trabajo y quien la

aprueba. Ésta sección del formulario Ordenes de Trabajo se observa en la Figura 71 mostrada anteriormente.

▪ *Actividades.* Por medio de esta sección el usuario puede cargar a una orden de trabajo los diferentes procedimientos de mantenimiento y sus actividades asociadas, al igual que especifica el tipo de mantenimiento, su frecuencia, y el tipo de trabajo a realizar. También se puede programar y planear los tiempos previstos de ejecución de una actividad, de igual manera al ejecutarse una orden se ingresarían los tiempos reales, con el fin de obtener los tiempos de parada del equipo con los cuáles es posible evaluar indicadores de gestión. Además en esta sección es posible establecer el tipo de mano de obra (interna y/o contratada) a utilizar y las condiciones de operación del equipo a intervenir. En la Figura 72 se muestran los aspectos descritos anteriormente sobre la sección Actividades, del formulario Ordenes de Trabajo.

Figura 72. Formulario Ordenes de Trabajo, (Actividades).

- *Materiales/Repuestos/Herramientas.* En esta sección se cargan los recursos de mantenimiento a utilizar en determinada orden de trabajo y los costos de cada uno de éstos, como se muestra en la Figura 73. Los recursos de mantenimiento inicialmente se cargan como estimados, pero al ejecutarse la orden de trabajo, se almacenan los recursos realmente utilizados, para obtener indicadores sobre costos de mantenimiento.

Figura 73. Formulario Ordenes de Trabajo, (MTRL/REPT/HRTA).

Programacion de Ordenes de Trabajo - SIMCCO

ORDENES DE TRABAJO

NÚMERO: 20070651 CONSULTANDO...

DATOS GENERALES ACTIVIDADES MTRL/REPT/HRTA PERSONAL COSTOS OBSERVACIONES

MATERIALES:

Codigo	Descripción	Referencia	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
CH-RT-ME-0	Silicona -E		2	\$ 1,00	\$ 2,00	23	\$ 232,00	\$ 5.336,00

Registro: 1 de 1

REPUESTOS:

Codigo	Descripción	Referencia	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
CH-RT-ME-0	Chaveta LUFKIN TC-322C		22	\$ 1,00	\$ 22,00	334	\$ 34.433,00	\$ 11.500.622,00
TP-RT-ME-0	Tuerca para Pasador, LUFKIN TC-322B		0	\$ 1,00	\$ 0,00	0	\$ 0,00	\$ 0,00
GB-RT-ME-0	Rueda de Baja, LUFKIN TC-322B		0	\$ 1,00	\$ 0,00	0	\$ 0,00	\$ 0,00

Registro: 1 de 3

HERRAMIENTAS:

Codigo	Descripción	Referencia	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
LM-HT-TA-0	Llave mixta de 1 5/8 de pulgada		344	\$ 0,00	\$ 0,00	344	\$ 3.443,00	\$ 1.184.392,00

Registro: 1 de 1

REAL ESTIMADO

Agregar Modificar Guardar Cancelar Buscar Salir

14/558

- *Personal.* En esta sección el usuario puede cargar los datos de los empleados o contratistas que ejecutaron determinada orden de trabajo, así como el costo de las horas-hombre (previstas y reales) del personal encargado de dicha orden. La sección Personal del formulario Ordenes de Trabajo se puede ver en la Figura 74.

Figura 74. Formulario Ordenes de Trabajo, (Personal).

OrdenTrabajo : Formulario

Universidad Industrial de Santander

ORDENES DE TRABAJO

NÚMERO: 20070651

CONSULTANDO...

DATOS GENERALES ACTIVIDADES MTRL/REPT/HRTA PERSONAL COSTOS OBSERVACIONES

Nombre	Tipo	Fecha Ini	Fecha Fin	Tipo Hora	H.E.	Val Hora E.	Valor E.	H.R.	Val Hora R.	Valor R.
Margarita Botello Garavito	EMPLEADO	02/02/2007	06/06/2007	No asignado	10	\$ 800.000,00	\$ 8.000.000,00	23	\$ 2.443,00	\$ 56.189,00

Registro: 1 de 1

Agregar Modificar Guardar Cancelar Buscar Salir

14/558

- *Costos.* En la sección Costos del formulario Ordenes de Trabajo, que se muestra en la Figura 75, se dispone de la información correspondiente a los costos (previstos y reales) de mantenimiento de determinada orden de trabajo, para obtener información a utilizar en indicadores de gestión.

Figura 75. Formulario Ordenes de Trabajo, (Personal).

OrdenTrabajo : Formulario

Universidad Industrial de Santander

ORDENES DE TRABAJO

NÚMERO: 20070651

CONSULTANDO...

DATOS GENERALES ACTIVIDADES MTRL/REPT/HRTA PERSONAL COSTOS OBSERVACIONES

COSTOS PREVISTOS

Mano de Obra Interna:	\$ 8.000.000,00
Mano de Obra Contratada:	\$ 8.000.000,00
Total de Materiales:	\$ 2,00
Total de Repuestos:	\$ 33.000.000,00
Total Herramientas:	\$ 0,00
Total Costos:	\$ 33.000.002,00
Total Mano de Obra	\$ 16.000.000,00

COSTOS REALES

Mano de Obra Interna:	\$ 56.189,00
Mano de Obra Contratada:	\$ 56.189,00
Total de Materiales:	\$ 5.336,00
Total de Repuestos:	\$ 11.500.622,00
Total Herramientas:	\$ 1.184.392,00
Total Costos:	\$ 12.690.350,00
Total Mano de Obra:	\$ 112.378,00

Agregar Modificar Guardar Cancelar Buscar Salir

14/558

- *Observaciones.* En esta sección se consigna información general sobre las acciones a realizar o las realizadas en alguna determinada orden de trabajo (ver Sección Observaciones en la Figura 76).

Figura 76. Formulario Ordenes de Trabajo, (Obervaciones).

➤ **Solicitudes de Servicio.** Las solicitudes de servicio son otra forma de generación de O. T.; las solicitudes generadas en el campo por los operarios o el personal de mantenimiento (cuando se generen daños imprevistos o anomalías en el funcionamiento del equipo, que ameriten una intervención por parte del personal de mantenimiento, la persona que detecte el problema, deberá diligenciar el formulario de solicitud de servicio, especificando las fechas de solicitud y de requerimiento del trabajo, la prioridad de ejecución de la labor, el equipo asociado y la descripción del problema) son ingresadas al sistema, estas son clasificadas de acuerdo a la prioridad, y aparecerán en un listado de solicitudes de servicio teniendo en cuenta dicha prioridad.

Posteriormente el encargado de dar tramite a estas solicitudes, deberá confirmar la solicitud y generar la orden de trabajo, con el fin de realizar el procedimiento requerido. El formulario Solicitudes de Servicio y el flujo de información del mismo se pueden observar en las Figuras 78 y 79.

Figura 77. Diagrama de Flujo para Ordenes de Trabajo.

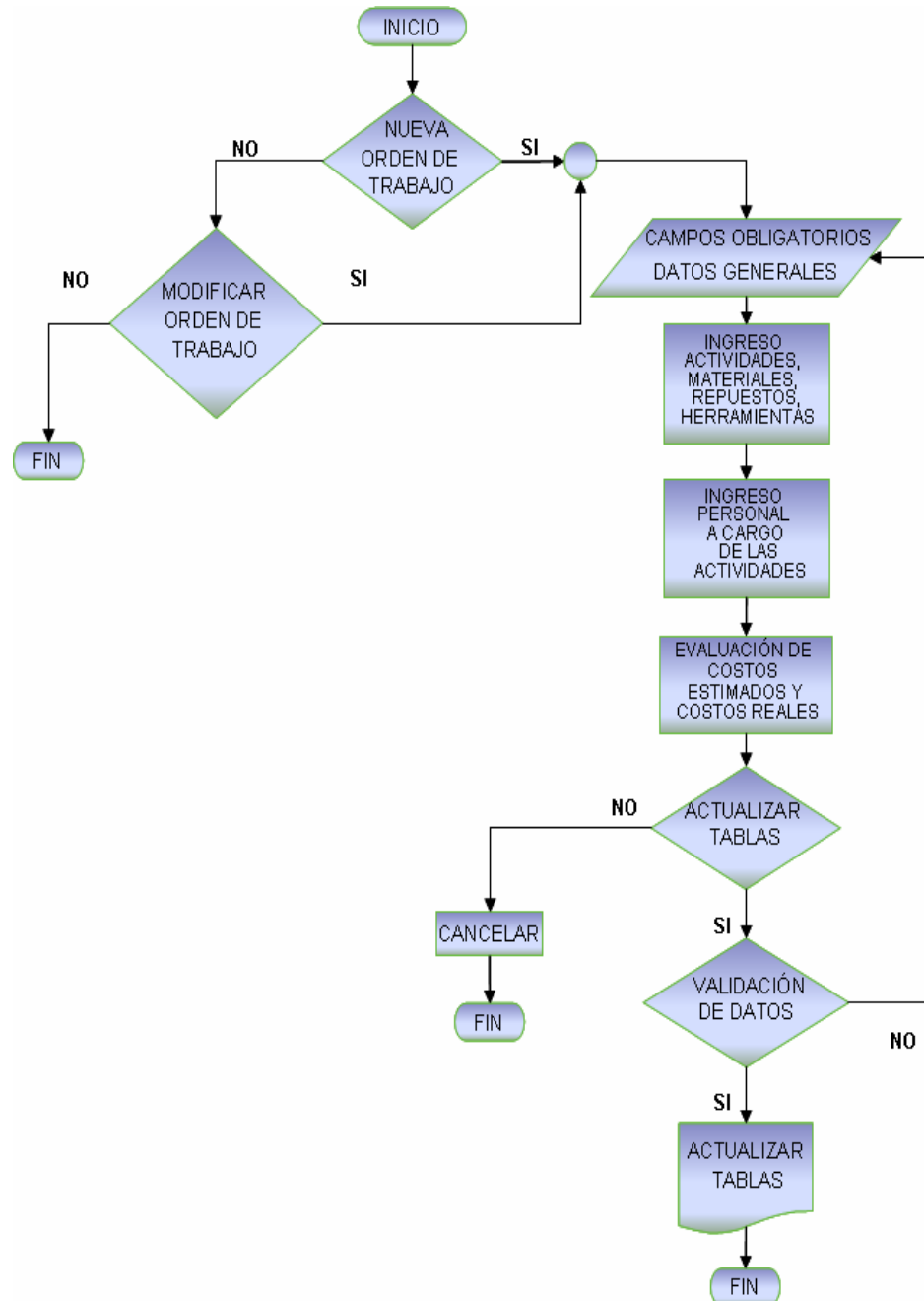


Figura 78. Formulario Solicitudes de Servicio.

SOLICITUD DE SERVICIO - SIMCCO

Universidad Industrial de Santander
CAMPO COLORADO

SOLICITUDES DE SERVICIO

CONSULTANDO...

Solicitud No. 20070006 Fecha Cumplimiento 13/06/2007 Hora Cumplimiento 08:00
Fecha Entrega 14/06/2007 Hora Entrega 11:00

SOLICITANTE 0006 SALOMONGALVISUPERVISOR

EQUIPO VB-3150-13 Válvula de compuerta de 3" y 150Lb. Bridada VB-3150-13

ZONA 4 Zona de Transporte de Crudo ESTADO EQUIPO: EQUIPO EN OPERACIÓN

TRABAJO DE TIPO: Hidráulico ELABORO: SALOMON GALVIS SUPERVISOR

PRIORIDAD Urgente RECIBIO: SALOMON GALVIS SUPERVISOR

TIPO DAÑO PARCIAL

APRUEBA: FERNANDO CALVETE INGENIERO

OBSERVACIONES

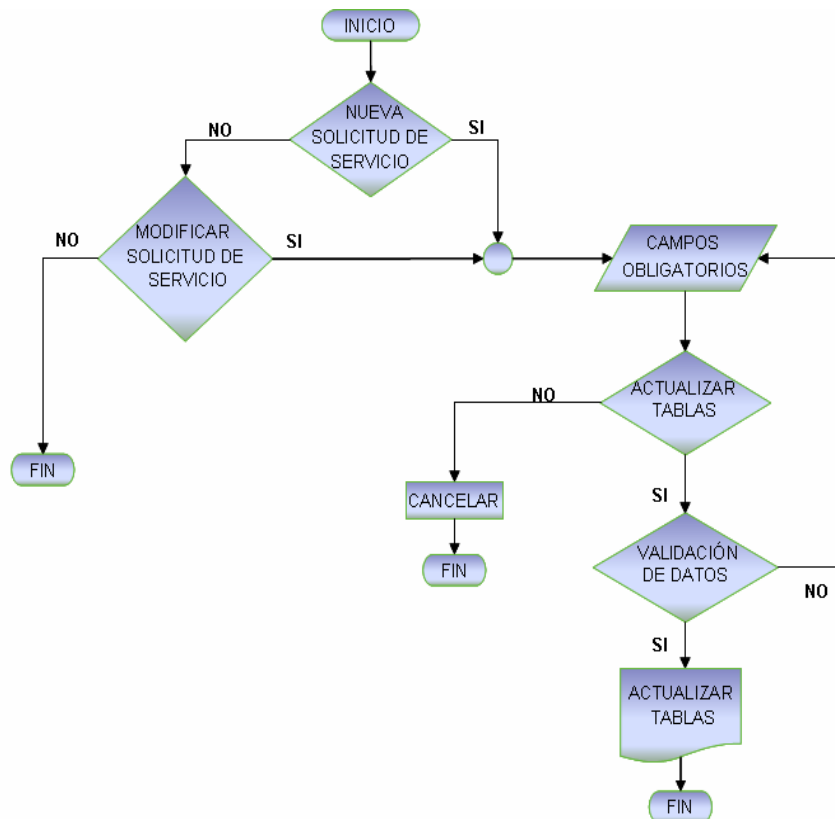
Estado de la Solicitud:
☒ Sin OT ☐ Con OT ☐ Cancelada

DESCRIPCION DEL TRABAJO ESTADO DESEADO

Agregar Modificar Guardar Cancelar Buscar Salir

2/2

Figura 79. Diagrama de Flujo para Solicitudes de Servicio.



➤ **Cronograma Actual.** Por medio de éste formulario el usuario puede consultar todas las órdenes de trabajo de cualquier tipo, sean programadas o no programadas para determinado intervalo de tiempo, ya sea anual, semestral o mensual. Para ello se cuenta con una matriz, frecuencia de la actividad sobre un equipo, versus, las 52 semanas del año; en la cual están las ordenes de trabajo consultadas en el intervalo de tiempo definido. El usuario también se puede remitir desde este formulario a las ordenes de trabajo presentadas en la matriz, para tener una mejor percepción sobre las actividades asociadas a la orden de trabajo en cuestión, (ver Figura 80).

Figura 80. Formulario Cronograma Actual.

IDCODIGO	EQUIPO	FRECUENCIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
GB-322-01	Caja reductora de la unidad de bi	Diana	1					1	1			1	1				1				1					1	1
VR-1800-04	Válvula de compuerta de 11 y 80L	Semanal	2	2				2	2	2		2	2	2			2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
GB-322-04	Caja reductora de la unidad de bi	MCTV	8	8				8																			
KD-322B-03	Crank derecho	Trimestral	4														4										
CE-322-07	Chumacera de centro	Trimestral	4														4										
AR-2800-04	Válvula antirretorno de 21 y 800L	Trimestral	4																								
GB-322B-02	Caja reductora de la unidad de bi	MCTV	8					8																			
VR-1800-03	Válvula de compuerta y 11 y 800L	Trimestral														4	4			4	4						
VR-2800-06	Válvula de compuerta de 21 y 80L	Diana	1	1				1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

➤ **Tarjeta de Costos.** Se utiliza para llevar los costos de mantenimiento por equipos o zonas del campo. Es un formulario únicamente para visualización y consulta, que se alimenta de las O.T ejecutadas, especificando para ello, el equipo o zona a consultar y el período de tiempo para el cual se quieren conocer los costos. Se pueden observar detalles sobre los costos de mano de obra interna y contratada, repuestos, materiales y otros aspectos que se

requieran para llevar a cabo las labores de mantenimiento. El formulario Tarjeta de Costos se puede observar en la Figura 81.

Figura 81. Formulario Tarjeta de Costos.

Tarjeta de Costos - SIMCCO

Universidad Industrial de Santander

TARJETA DE COSTOS

SIMCCO V1.0

CAMPO COLORADO

CODIGO EQUIPO VB-2150-09 **NOMBRE** Válvula de compuerta de 2" y 150Lb Bridada VB-2150-09

CODIGO ZONA PC **NOMBRE** Zona de Produccion de Crudo PC

OT 20070650

DESDE 05/05/2007

HASTA 07/06/2007

SELECCION

- ☒ Equipo
- ☐ Orden de Trabajo
- ☐ Zona

COSTOS REALES

Mano de Obra Interna:	\$ 56.189,00
Mano de Obra Contratada:	\$ 56.189,00
Total de Materiales:	\$ 5.336,00
Total de Repuestos:	\$ 11.500.622,00
Total Herramientas:	\$ 1.184.392,00
Total Costos:	\$ 12.690.350,00
Total Mano de Obra:	\$ 112.378,00

Consultar **Salir**

➤ **Procedimientos.** Por medio de éste formulario se pueden ingresar nuevos protocolos de mantenimiento y sus actividades respectivas, frecuencias y tipos de mantenimiento, al igual que los tipos de trabajo a realizar en las ordenes de trabajo. Con la información consignada en este formulario se cargan los datos necesarios para las actividades que se programan en las ordenes de trabajo y las tareas a incluir y especificar en las mismas. El formulario Procedimientos está conformado por cinco formularios adicionales (para complementar toda la información acerca de los procedimientos de mantenimiento para los equipos del campo), tales como: protocolos de mantenimiento, actividades, frecuencia, clases de mantenimiento y trabajo de tipo. En la Figura 82, se muestra el formulario Procedimientos junto con sus cinco formularios adicionales, los cuales se describirán a continuación para comprender mejor su funcionamiento.

Figura 82. Formulario Procedimientos.

- *Protocolos de Mantenimiento.* Los actuales y los nuevos (próximos) protocolos de mantenimiento que se diseñen para el campo, se encuentran y pueden ser consignados en este formulario, por consiguiente, en la actualidad los instructivos diseñados en el “PLAN DE MANTENIMIENTO DE CAMPO COLORADO”¹⁹ están disponibles para generar las ordenes de trabajo respectivas para el mantenimiento de los equipos. La Figura 83 muestra el formulario adicional Protocolos de Mantenimiento, que cuenta con campos para el ingreso de aspectos como: nombre del procedimiento, tipo de mantenimiento al que corresponde el procedimiento, su frecuencia de realización y el código del instructivo almacenado en la Base de Datos de SIMCCO, al igual que un link que abre el respectivo documento del instructivo almacenado.
- *Actividades.* En éste formulario adicional se dispone de la información necesaria para definir las actividades y/o labores del mantenimiento a

¹⁹ CALDERON, Luis y NAVARRETE, Pablo. Op. Cit. p. 94-131.

realizar en los equipos del campo. En la Figura 84 se observa el formulario adicional Actividades, que almacena información concerniente a: Procedimiento asociado a la actividad, nombre de la actividad, tiempo en minutos hombre y horas hombre que se gastaría en realizar la actividad, y finalmente, el formulario contiene dos campos para descripciones y observaciones adicionales con respecto a la actividad a realizar.

Figura 83. Formulario Adicional Protocolos, (Procedimientos).

The screenshot shows a window titled "PROTOCOLOS - SIMCCO". It features the logos of "Universidad Industrial de Santander" and "SIMCCO V1.0" in the top left and right corners, respectively. The main title "PROTOCOLOS" is centered at the top. Below it, the text "CAMPO COLORADO" is visible. A red status indicator "CONSULTANDO..." is in the top right. The form contains the following fields:

- CODIGO:** PM-01-UB
- NOMBRE:** Procedimiento Preventivo Unidades de Bombeo
- TIPO MTO:** Mantenimiento Preventivo Programado (dropdown menu)
- INSTRUCTIVO:** C:\SIMCCO\Protocolos de Mto\PM-03-C

At the bottom, there are three buttons: "Agregar", "Modificar", and "Salir". To the right of these buttons is a navigation bar with arrows and a page indicator "1/9".

Figura 84. Formulario Adicional Actividades, (Procedimientos).

The screenshot shows a window titled "ACTIVIDADES - SIMCCO". It features the logos of "Universidad Industrial de Santander" and "SIMCCO V1.0" in the top left and right corners, respectively. The main title "ACTIVIDADES" is centered at the top. Below it, the text "CAMPO COLORADO" is visible. A red status indicator "CONSULTANDO..." is in the top right. The form contains the following fields:

- PRCDMT:** Procedimiento Preventivo Unidades de Bombeo (dropdown menu)
- NOMBRE:** Revisar Nivel de Aceite y Fugas
- TMP MH:** 1
- TMP TOTAL HH:** 1
- FRECUENCIA:** Mensual (dropdown menu)
- DESCRIPCION:** Desenergizar la unidad de bombeo|Frenar la unidad de bombeo|Revisar el nivel de aceite lubricante de la chumacera de control|Revisar grasa en la chumacera de cola|Revisar nivel de aceite en los pasadores del crank|Revisar el nivel de aceite de la caja reductora|
- OBSERVACION:** "Accionar el interruptor eléctrico en la caja de control y bajar palanca general de la caja de control eléctrico."|"Realizar el frenado de la unidad de tal manera que las manivelas queden en posición vertical hacia abajo."|"Retirar el tapón de llenado y verificar el nivel, si hace falta agregar aceite."|Poner el tapón de llenado."|Revisar si hay

At the bottom, there are three buttons: "Agregar", "Modificar", and "Salir". To the right of these buttons is a navigation bar with arrows and a page indicator "4/104".

- *Frecuencias.* En éste formulario se definen las frecuencias de realización de las actividades de mantenimiento, con el fin de cargar estas frecuencias a la hora de planear y programar las ordenes de trabajo para el campo. El formulario adicional Frecuencias, se puede ver en la Figura 85, en el cual se almacenan el código, nombre y color característico de la frecuencia, con el fin de identificar fácilmente las frecuencias de las actividades de mantenimiento, que se muestran de manera general en el formulario Cronograma Actual, presentado anteriormente.

Figura 85. Formulario Adicional Frecuencias, (Procedimientos).

- *Tipos de Mantenimiento.* Los diferentes tipos de mantenimiento para campo colorado se ingresan en este formulario para ser tenidos en cuenta la hora de cargar la información para la programación y generación de las ordenes de trabajo del campo. En la Figura 86 se presenta el formulario adicional Tipos de Mantenimiento.
- *Tipo de Trabajo.* En las diferentes actividades y condiciones de mantenimiento para los equipos de Campo Colorado, se tienen diferentes tipos de trabajos a efectuar como son: trabajo de tipo mecánico, eléctrico, hidráulico, neumático y otros tipos de trabajos que se pueden almacenar en el formulario trabajo de Tipo que se muestra en la Figura 87.

Figura 86. Formulario Adicional Tipo de Mantenimiento, (Procedimientos).

TIPOS DE MANTENIMIENTOS - SIMCCO

Universidad Industrial de Santander
CAMPO COLORADO

TIPOS DE MANTENIMIENTO

CONSULTANDO...

CODIGO: MPPR

CLASE: Mantenimiento Preventivo Programado

Agregar Modificar Salir

3/4

Figura 87. Formulario Adicional Tipo de Trabajo, (Procedimientos).

TIPO DE TRABAJO - SIMCCO

Universidad Industrial de Santander
CAMPO COLORADO

TIPO DE TRABAJO

CONSULTANDO...

CODIGO: 05

TIPO: Mecánico

IDENTIFICACION: ME

Agregar Modificar Salir

1/7

➤ **Equipos Inspección.** Por medio de éste formulario el usuario puede consultar e imprimir los formatos para registrar y almacenar las inspecciones de los equipos del campo; estas inspecciones se realizan diariamente sobre las partes y otros aspectos importantes de los equipos, para verificar su estado o condición. El formulario Equipos Inspección se puede ver en la Figura 88 y contiene datos como: código y nombre del equipo a inspeccionar, fecha de la inspección, el tipo de equipo al que se realiza la inspección, y la zona a la que pertenece el equipo. Además cada aspecto a inspeccionar sobre el equipo se ingresa en el momento de registrar la actividad de inspección.

Figura 88. Formulario Equipos Inspección.

INSPECCION DE EQUIPOS - SIMCCO

Universidad Industrial de Santander **INSPECCION** SIMCCO V1.0

CAMPO COLORADO

CONSULTANDO...

No. INSPECCION 101 **ZONA** Zona de Produccion de Crudo **FECHA:** 05/05/2007

CODIGO Caja reductora de k **Datos Tecnicos** **TIPO EQUIPO** Caja

NOMBRE Caja reductora de la unidad de bombeo cc **RESPONSABLE** SALOMON GALVIS SUPERVISOR

CODIGO	NOMBRE	OBSERVACION	B	R	M
BO-RT-ME-01	Buje termoplástico para Chumacera de Cola		☒	☐	☒
BP-RT-ME-01	Buje termoplástico para pasador de Cranks		☐	☒	☐
BU-RT-ME-01	Buje para polea de la Unidad		☐	☐	☐
CH-RT-ME-01	Chaveta		☒	☐	☐
CP-RT-ME-01	Camisa conica para Pasador		☐	☒	☐
CP-RT-ME-02	204		☒	☐	☒
EA-RT-ME-01	Eje piñon de Alta		☐	☐	☐
EN-RT-ME-01	Eje de Chumacera de Centro		☒	☐	☐
EO-RT-ME-01	Eje de Chumacera de Cola		☐	☐	☐
GA-RT-ME-01	Rueda Alta		☐	☒	☒
GB-RT-ME-01	Rueda de Baja		☐	☐	☐
GC-RT-ME-01	Guarda Correas		☒	☐	☐

Agregar **Modificar** **Guardar** **Cancelar** **Buscar** **Salir** 13/13

➤ **Equipos Lubricación.** Con éste formulario el usuario puede consultar e imprimir los formatos para registrar, almacenar y documentar las actividades de lubricación a los equipos del campo, para llevar un control sobre estas actividades claves en el mantenimiento preventivo de los mismos. El formulario Equipos Lubricación se observa en la Figura 89, presenta datos como: el número del documento de la actividad de lubricación, nombre y código del equipo a lubricar, tipo de equipo y zona a la que pertenece, además de la fecha en que se programa y /o registra la actividad de lubricación. Éste formulario también muestra un registro o almacenamiento histórico de las fechas de las anteriores actividades de lubricación realizadas al equipo, donde se verifica si la actividad programada fue realizada o no.

Figura 89. Formulario Equipos Lubricación.

4.3.4. Módulo Alarmas. Se presenta como una de las aplicaciones más funcionales del sistema de información, al ofrecer mensajes que alertan sobre sucesos importantes dentro de la gestión del mantenimiento, ya que es una instrumento para mantener un continuo control sobre el manejo de los recursos y el cumplimiento de las actividades de mantenimiento para los equipos de Campo Colorado. En la Figura 90 se pueden ver los tres formularios que conforman el módulo Alarmas, tales como: O.T Pendientes, S.S. Pendientes y Stocks de Inventarios.

➤ **O.T. Pendientes.** Esta alarma (formulario) se puede consultar diariamente muestra el listado de las órdenes de trabajo que se encuentren activas o pendientes, también identifica la prioridad de la orden para ello utiliza colores que identifican la orden de trabajo de emergencia, urgente y normal. Desde este formulario se puede modificar inmediatamente la O.T. que este pendiente de cerrar (O.T. ejecutada), actualizando los datos para que se consignen en la hoja de vida del equipo. Solo se descarga (elimina) la alarma

cuando se ejecuta la O.T. En la Figura 91 se muestra el formulario O.T. Pendientes.

Figura 90. Módulo Alarmas.



Figura 91. Formulario Ordenes de Trabajo Pendientes, (Alarmas).

ORDENES DE TRABAJO PENDIENTES						
No. ORDEN	EQUIPO	CODIGO	ZONA	ESTADO EQUIPO	PRIORIDAD	
20070816	Válvula de seguridad	SR-250-03	Zona de Recolector	EQUIPO EN OPERAC	Emergencia	
20070815	Válvula de seguridad	SR-250-03	Zona de Recolector	EQUIPO EN OPERAC	Emergencia	
20070814	Crank derecho	KD-322B-03	Zona de Produccion	NO OPERA POR EST	Emergencia	
20070813	Crank derecho	KD-322B-03	Zona de Produccion	NO OPERA POR EST	Emergencia	
20070812	Crank derecho	KD-322B-03	Zona de Produccion	NO OPERA POR EST	Emergencia	
20070811	Crank derecho	KD-322B-03	Zona de Produccion	NO OPERA POR EST	Emergencia	
20070810	Control de nivel del separador Nº 1	CN-01	Zona de Recolector	EQUIPO EN OPERAC	Emergencia	
20070809	Control de nivel del separador Nº 1	CN-01	Zona de Recolector	EQUIPO EN OPERAC	Emergencia	
20070808	Control de nivel del separador Nº 1	CN-01	Zona de Recolector	EQUIPO EN OPERAC	Emergencia	
20070807	Control de nivel del separador Nº 1	CN-01	Zona de Recolector	EQUIPO EN OPERAC	Emergencia	
20070806	Chumacera de centro	CE-322-07	Zona de Produccion	NO OPERA POR EST	Urgente	
20070805	Chumacera de centro	CE-322-07	Zona de Produccion	NO OPERA POR EST	Urgente	
20070804	Chumacera de centro	CE-322-07	Zona de Produccion	NO OPERA POR EST	Urgente	
20070803	Chumacera de centro	CE-322-07	Zona de Produccion	NO OPERA POR EST	Urgente	
20070802	Caja reductora de la unidad de bomb	GB-322-01	Zona de Produccion	EQUIPO EN OPERAC	Emergencia	
20070801	Caja reductora de la unidad de bomb	GB-322-01	Zona de Produccion	EQUIPO EN OPERAC	Emergencia	
20070800	Caja reductora de la unidad de bomb	GB-322-01	Zona de Produccion	EQUIPO EN OPERAC	Emergencia	
20070799	Caja reductora de la unidad de bomb	GB-322-01	Zona de Produccion	EQUIPO EN OPERAC	Emergencia	

Emergencia Urgente Normal

Salir

➤ **S.S. Pendientes.** Esta alarma se actualiza diariamente mostrando el listado de las solicitudes de servicio que se encuentren sin O.T. Para descargar la alarma, se muestra un listado que permite inmediatamente acceder al formulario de O.T y crear una nueva, generada a partir de una solicitud de servicio. Solo se descarga la alarma cuando se asigne una O.T a la S.S. En la Figura 92 se muestra el formulario S.S. Pendientes.

Figura 92. Formulario Solicitudes de Servicio Pendientes, (Alarmas).

Solicitud	Fecha Solicitud	Tipo Daño	Zona	Equipo	Prioridad
20060009	08/01/2006	Parcial	de Recoleccion de C	Válvula antirretorno de 2" y 800Lb. Roscada	Emergencia
20060006	10/04/2006	Parcial	de Recoleccion de C	Válvula de compuerta de 2" y 800 Lb. Roscada	Urgente
20060009	01/01/2007	Parcial	de Recoleccion de C	Válvula antirretorno de 2" y 800Lb. Roscada.	Normal

☐ Emergencia
 ☐ Urgente
 ☐ Normal
 ☐

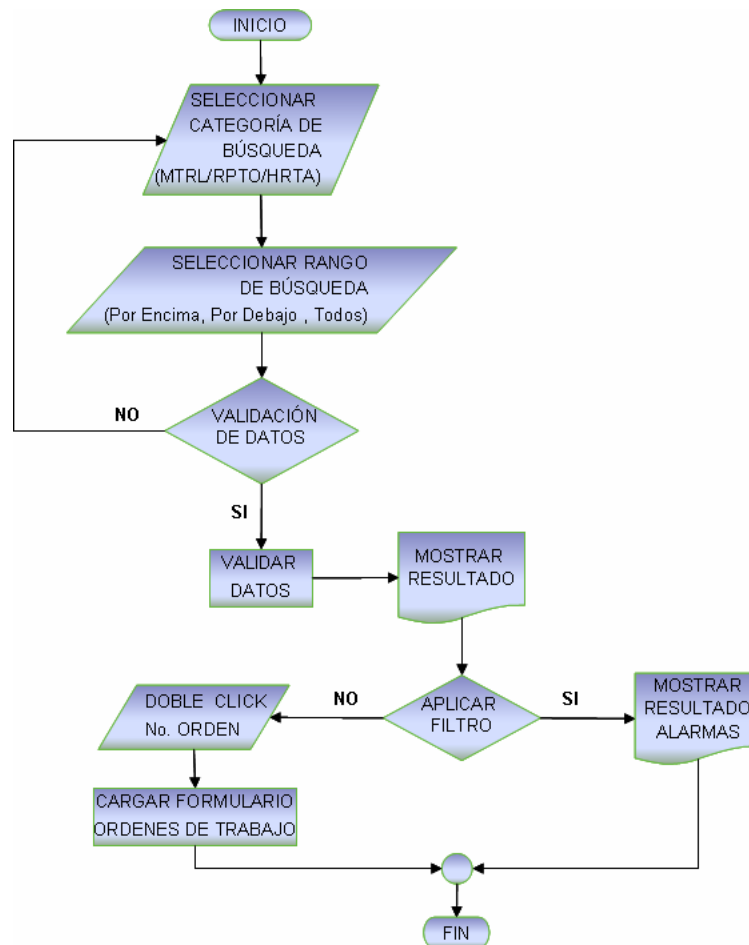
➤ **Stock de Inventarios.** Estas alarmas se generan cuando la existencia de un repuesto, material o herramienta, está por debajo del stock mínimo y por encima del stock máximo establecidos. Para generar la alarma, en los formularios de repuestos, materiales, y herramientas, se le debe asignar un valor a los campos stock mínimo y máximo, y este valor será la referencia para que aparezca la alarma en el presente formulario. El formulario Stock de Inventarios, después de seleccionar la categoría o tipo de recurso a consultar y definir si se quieren revisar los stocks por debajo, por encima o todos; muestra el código y nombre del recurso, la cantidad existente y los stocks mínimos y máximos, así como también la unidad física que corresponde al tipo de recurso. Desde la alarma se accede a los formularios de repuestos, materiales y herramientas, para descargar la alarma solo cuando la existencia del repuesto sea la correcta. Ver formulario Stock de Inventarios y su diagrama de flujo de información en las Figura 93 y 94.

Figura 93. Formulario Stocks de Inventarios, (Alarmas).

CODIGO	Descripción	STOCK MIN	STOCK MAX	CANTIDAD	UNIDAD
GP-RT-ME-01	Grapa para	1	2	7	
CH-RT-ME-03	Chaveta LUFKIN TC-322C	1	2	10	
TP-RT-ME-01	Tuerca para Pasador, LUFKIN TC-322	1	2	10	
TP-RT-ME-02	Tuerca para Pasador, LUFKIN TC-322B	1	2	0	
TP-RT-ME-03	Tuerca para Pasador, LUFKIN TC-322C	1	2	30	
TP-RT-ME-04	Tuerca para Pasador, LUFKIN TC-411A	1	2	10	
TP-RT-ME-05	Tuerca para Pasador, LUFKIN TC-411B	1	2	20	
TP-RT-ME-06	Tuerca para Pasador, LUFKIN TC-57A	1	2	20	
TP-RT-ME-07	Tuerca para Pasador, LUFKIN TC-D57	1	2	0	
GB-RT-ME-01	Rueda de Baja, LUFKIN TC-322	1	2	8	
CH-RT-ME-04	Chaveta LUFKIN TC-411A	1	2	0	
GB-RT-ME-02	Rueda de Baja, LUFKIN TC-322B	1	2	20	
GB-RT-ME-03	Rueda de Baja, LUFKIN TC-322C	1	2	0	

Existencias Mayores que Stock Máximo: Verde
Existencias Menores que Stock Mínimo: Rojo

Figura 94. Diagrama de Flujo para Stocks de Inventarios, (Alarmas).



4.3.5. Módulo Formatos y Reportes. Uno de los aspectos mas importantes respecto al manejo del sistema de información, son los reportes que de él se puedan obtener, ya que son ellos las herramientas que permitirán controlar y evaluar el desempeño de la Gestión de Mantenimiento de Campo Colorado y además serán una fuente de información útil para la toma de decisiones, para la definición de políticas de mantenimiento y la inversión de recursos. Este módulo funciona como una de las principales salidas²⁰ que arroja SIMCCO. A continuación se expondrán los componentes del módulo Formatos y Reportes, entre ellos están los formularios: indicadores de gestión, historia de mantenimiento, ficha técnica de equipos, costos de mantenimiento y listas varias; estos componentes se pueden ver en la Figura 95.

Figura 95. Módulo Formatos y Reportes.



²⁰ Las principales salidas de SIMCCO, son procesadas, almacenadas y arrojadas a través de los módulos Formatos y Reportes y el módulo Alarmas.

➤ **Indicadores de Gestión.** En este formulario se presenta un reporte que 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 27. Para el cálculo es necesario cargar los datos de control de tiempo real del formulario Ordenes de Trabajo, (Actividades); mostrado anteriormente. Posteriormente a través del formulario Indicadores de Gestión, es posible seleccionar de cual pozo, equipo o zona del campo, se quiere conocer los indicadores y el período de tiempo para el cuál se desean evaluar; para ello la persona que administre la aplicación deberá especificar el período dentro del cuál se desea que sean calculados dichos indicadores (éstos se evalúan con la información registrada en las ordenes de trabajo ejecutadas). Adicionalmente es posible obtener reportes gráficos, con el fin de apreciar el comportamiento comparativo de los indicadores en el tiempo, para un sólo equipo, pozo o zona del campo, por medio de un grafico de barras. Ver formulario Indicadores de Gestión en la Figura 96.

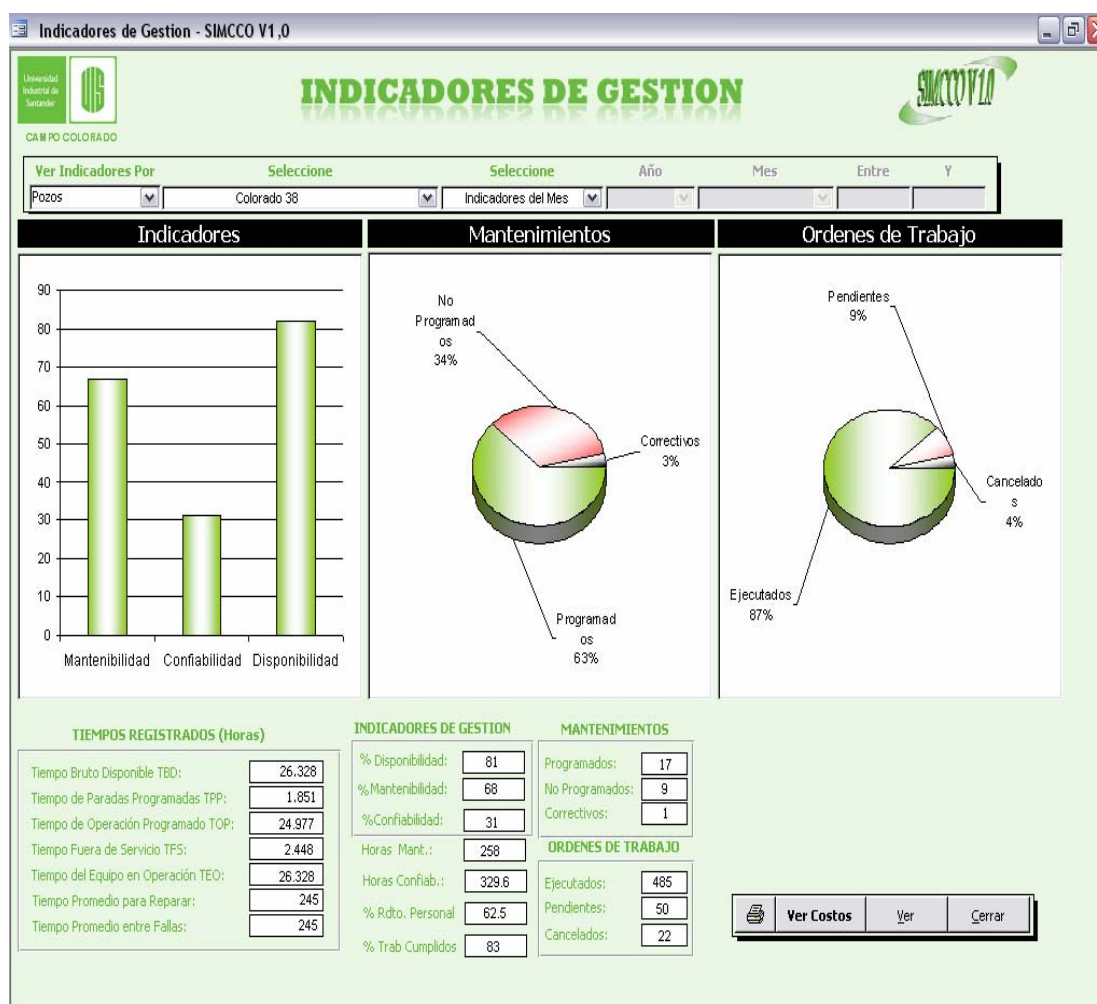
Tabla 27. Indicadores de Gestión del Sistema de Información para Mantenimiento.

INDICADOR	DESCRIPCIÓN	ECUACIÓN
DISPONIBILIDAD	Tiempo total durante el cual el equipo está operando satisfactoriamente, mas el tiempo que estando en receso, puede trabajar sin contratiempos durante un periodo.	$ID = \frac{TPEF}{TPEF + TPPR}$
MANTENIBILIDAD	Indica el tiempo promedio para reparar un equipo	$TPPR = \frac{\sum_{1}^{NO} TFS}{NP}$
CONFIABILIDAD	Presenta estadísticamente el tiempo promedio entre fallas de un equipo.	$TPEF = \frac{\sum_{1}^{NO} TEO}{NO}$

Las diferentes variables que presentan los cálculos, que se mostraron en la Tabla 27, representan:

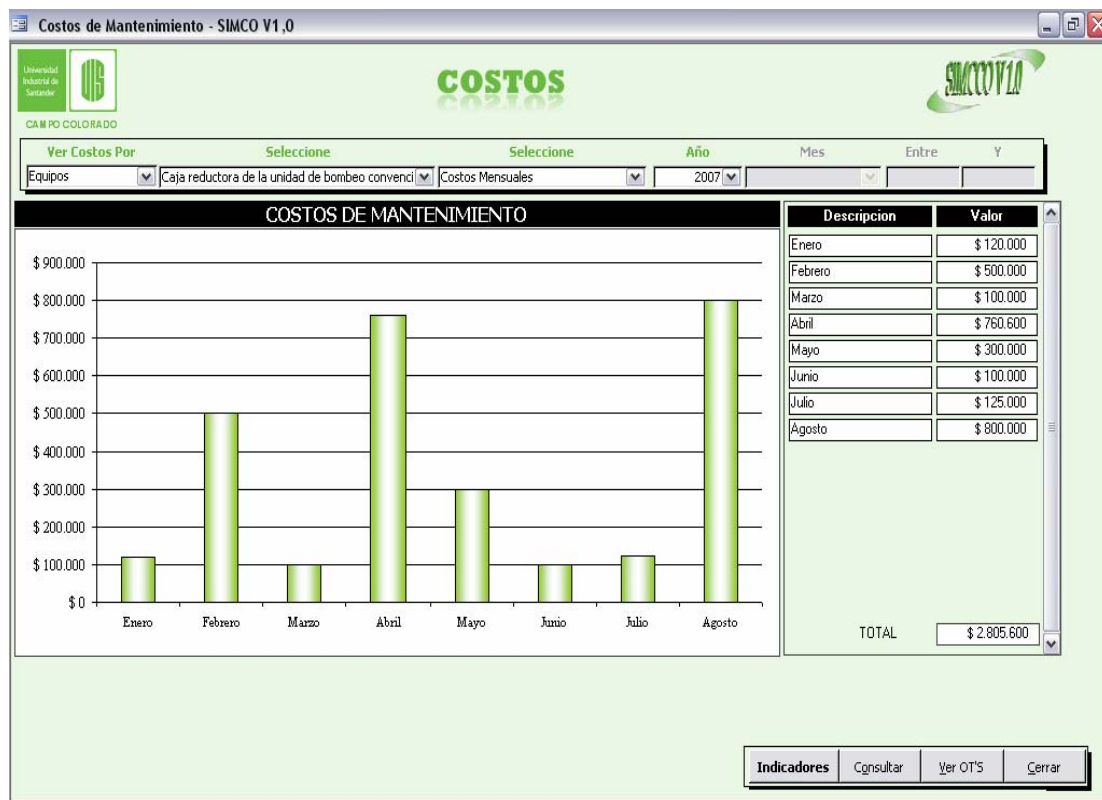
- ID: Índice de Disponibilidad
- TPEF: Tiempo promedio entre fallas.
- TPPR: Tiempo promedio para reparar
- TEO: Tiempo del equipo en operación
- NO: Número de operaciones
- NP: Número de paradas no programadas

Figura 96. Formulario Indicadores de Gestión.



➤ **Costos de Mantenimiento.** Los costos de las intervenciones en el mantenimiento de los equipos del campo, se pueden visualizar en este formulario, en el cual 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 y los reportes se presentan en forma de diagramas de barras para que con base en dichos diagramas se pueda establecer qué zonas, pozos y equipos requieren más inversión para su mantenimiento. Ver formulario Costos de Mantenimiento en la Figura 97.

Figura 97. Formulario Costos de Mantenimiento.



➤ **Historia de Mantenimientos.** Este formulario presenta información histórica sobre las intervenciones de mantenimiento realizadas a los equipos individuales (principales), a los equipos asociados, a los pozos y los

manifolds del campo, donde se visualiza el número de la orden de trabajo realizada, las fechas de la intervención, clase de mantenimiento y el tipo de trabajo efectuado, tal como se muestra en la Figura 98.

Figura 98. Formulario Historia de Mantenimientos.

HISTORIA DE MANTENIMIENTOS - SIMCCO

Universidad Industrial de Santander

HISTORIA MANTENIMIENTOS

CAMPO COLORADO

EQUIPO Motor eléctrico de la caja reductora Equipos Asociados

NUMERO ORDEN	FECHA INICIO	FECHA TERMINACION	CLASE MTO	TRABAJO TIPO
20070649	02-Ago-07	03-Ago-07	Mantenimiento Preventivo	Mecánico
20070650	21-Ago-07	23-Ago-07	Mantenimiento Preventivo	Mecánico
20070651	31-Ago-07	31-Ago-07	Mantenimiento Preventivo	Mecánico

Entre: Y **Salir**

➤ **Ficha Técnica de Equipos.** Los formatos de fichas técnicas de equipos, pozos y manifolds del campo se pueden consultar e imprimir desde éste formulario, ya sea para cada uno o para todos en conjunto, según se seleccione, ver formulario en la Figura 99.

➤ **Listas Varias.** Para imprimir la información de los formatos y grupos de proveedores/fabricantes/contratistas, repuestos, materiales, herramientas y personal del campo, y así tener un registro, visualización y consulta física de los documentos que almacenan dicha información, se diseñó el formulario Listas Varias, en el cual se consultan los datos de los recursos para cada una de las cinco secciones del formulario según criterios como: consulta de datos para un recurso, según el tipo de recurso, para todos los recursos y/o finalmente visualizar un listado breve de los recursos de Campo Colorado. El formulario Listas Varias se muestra en la Figura 100.

Figura 99. Formulario Ficha Técnica de Equipos.

FICHA TECNICA EQUIPOS - SIMCCO

Universidad Industrial de Santander
CAMPO COLORADO

FICHA TECNICA EQUIPOS

Equipos Caja reductora de la unidad de bombeo convencional

Pozos COLORADO 12

Manifolds MANIFOLD 34

Activo

☒ Equipos ☐ Pozos ☐ Manifolds

Seleccione

☒ Uno ☐ Todos

Salir

Figura 100. Formulario Listas Varias.

Listas Varias : Formulario

Universidad Industrial de Santander
CAMPO COLORADO

LISTAS VARIAS

Proveedores/Contratistas/Fabricantes Personal Herramientas Materiales Partes

Seleccionar

☐ Todos ☒ Uno ☐ Tipo ☐ Listado

Nombre SERV MAN MECANICA INDUSTRIAL

Tipo Contratista

Salir

4.3.6. Módulo Consultas. Éste módulo contiene un conjunto de formularios en los cuales el usuario tiene varias opciones de búsqueda y se diseñó para acceder y visualizar ágilmente la información del sistema, en lo referente a: búsqueda de equipos, búsqueda de listas de O.T, búsqueda de listas de S.S, búsqueda de proveedores/contratistas/fabricantes, consulta de inventarios y búsqueda de personal; para ello dispone de filtros por campos, los cuáles hacen las consultas más rápidas y eficientes. En la Figura 101 se presenta el módulo Consultas con sus respectivos formularios.

Figura 101. Módulo Consultas.



➤ **Búsqueda de equipos.** En éste formulario la búsqueda de equipos se realiza por criterios como: nombre, código, zona a la que pertenece el equipo, estado o condición de operación, número de inventario y tipo de equipo. En la Figura 102 se puede ver el formulario con sus correspondientes opciones

de búsqueda, donde haciendo doble clic sobre cualquier criterio presentado se abre el correspondiente formulario de registro técnico del equipo.

Figura 102. Formulario Búsqueda de Equipos.

NOMBRE:	CODIGO:	ESTADO:	No. INVENTARIO:	TIPO EQUIPO:
Caja reductora de la unidad de bombeo	GB-322-01	EQUIPO EN OPERACIÓN	232654-6	Caja
Válvula de compuerta de 2" y 800 Lb. R	VR-2800-07	EQUIPO EN OPERACIÓN		Valvula de Compuerta
Válvula de compuerta de 2" y 800Lb. R	VR-2800-26	EQUIPO EN OPERACIÓN		Valvula de Compuerta
Válvula de compuerta de 2" y 800Lb. R	VR-2800-27	EQUIPO EN OPERACIÓN		Valvula de Compuerta
Válvula de compuerta de 2" y 150Lb Brik	VB-2150-09	EQUIPO EN OPERACIÓN		Valvula de Compuerta
Válvula de compuerta de 1" y 800Lb. R	VR-1800-04	EQUIPO EN OPERACIÓN		Valvula de Compuerta
Válvula antirretorno de 2" y 800Lb. Ros	AR-2800-13	EQUIPO EN OPERACIÓN		Valvula Antirretorno
Válvula antirretorno de 2" y 800Lb. Ros	AR-2800-14	EQUIPO EN OPERACIÓN		Valvula Antirretorno
Caja reductora de la unidad de bombeo	GB-411A-02	NO OPERA POR ESTADO DEFICIENTE		Caja
Caja reductora de la unidad de bombeo	GB-411B-02	NO OPERA POR ESTADO DEFICIENTE		Caja
Crank izquierdo unidad de bombeo	KI-411B-02	NO OPERA POR ESTADO DEFICIENTE		Crank Izquierdo
Crank derecho unidad de bombeo	KD-411B-02	NO OPERA POR ESTADO DEFICIENTE		Crank Derecho
Válvula de compuerta de 2" y 800 Lb. R	VR-2800-08	EQUIPO EN OPERACIÓN		Valvula de Compuerta
Caja reductora de la unidad de bombeo	GB-322-05	NO OPERA POR ESTADO DEFICIENTE		Caja
Freno de la unidad de bombeo	FR-322-05	NO OPERA POR ESTADO DEFICIENTE		Freno de la unidad de bombeo
Chumacera de cola de la unidad de bombeo	CO-322-05	NO OPERA POR ESTADO DEFICIENTE		Chumacera de Cola

➤ **Búsqueda Listas O.T.** En éste formulario la búsqueda de ordenes de trabajo se realiza por criterios como: número de orden, zona, equipo intervenido, estado o condición de operación del equipo, fechas de inicio y realización de la orden, y búsquedas entre fechas para las opciones de zona, equipo y estado. En la Figura 103 se puede ver el formulario con sus correspondientes opciones de búsqueda, al hacer doble clic sobre cualquier opción, se abre el formulario de la orden de trabajo buscada.

➤ **Búsqueda Listas S.S.** En éste formulario la búsqueda de solicitudes de servicio se realiza por criterios como: solicitud No, solicitante, equipo, estado o condición de la S.S, fecha entrega y fecha cumplimiento. En la Figura 104 se puede ver el formulario con sus correspondientes opciones de búsqueda, haciendo doble clic sobre cualquier criterio presentado, se abre el correspondiente formulario de la solicitud de servicio consultada.

Figura 103. Formulario Búsqueda Listas O.T.

No. OT	Zona	Equipo	Tipo de Mto.	Estado OT	Fecha Inicio	Fecha Fin	Zona
20070000		Equipo		Abierta	01-Ene-07	06-Jun-07	Zona de Transporte de Cru
20070649		Equipo		Abierta	01-Ago-07	03-Ago-07	Zona de Produccion de Cru
20070650		Equipo		Abierta	01-Ago-07	03-Ago-07	Zona de Produccion de Cru
20070651		Equipo		Abierta	01-Ago-07	03-Ago-07	Zona de Produccion de Cru
20070652		Equipo		Abierta	01-Ago-07	03-Ago-07	Zona de Produccion de Cru
20070653		Equipo		Abierta	01-Ago-07	03-Ago-07	Zona de Produccion de Cru
20070654		Equipo		Abierta	01-Ago-07	03-Ago-07	Zona de Produccion de Cru
20070655		Equipo		Abierta	01-Ago-07	03-Ago-07	Zona de Produccion de Cru
20070656		Equipo		Abierta	01-Ago-07	03-Ago-07	Zona de Produccion de Cru
20070657		Equipo		Abierta	01-Ago-07	03-Ago-07	Zona de Produccion de Cru
20070658		Equipo		Abierta	01-Ago-07	03-Ago-07	Zona de Produccion de Cru
20070659		Equipo		Abierta	01-Ago-07	03-Ago-07	Zona de Produccion de Cru
20070660		Equipo		Abierta	01-Ago-07	03-Ago-07	Zona de Produccion de Cru
20070661		Equipo		Abierta	01-Ago-07	03-Ago-07	Zona de Produccion de Cru
20070662		Equipo		Abierta	01-Ago-07	03-Ago-07	Zona de Produccion de Cru
20070663		Equipo		Abierta	01-Ago-07	03-Ago-07	Zona de Produccion de Cru
20070664		Equipo		Abierta	01-Ago-07	03-Ago-07	Zona de Produccion de Cru
20070665		Equipo		Abierta	01-Ago-07	03-Ago-07	Zona de Produccion de Cru
20070666		Equipo		Abierta	01-Ago-07	03-Ago-07	Zona de Produccion de Cru
20070667		Equipo		Abierta	01-Ago-07	03-Ago-07	Zona de Produccion de Cru
20070668		Equipo		Abierta	01-Ago-07	03-Ago-07	Zona de Produccion de Cru
20070669		Equipo		Abierta	01-Ago-07	03-Ago-07	Zona de Produccion de Cru
20070670		Equipo		Abierta	01-Ago-07	03-Ago-07	Zona de Produccion de Cru
20070671		Equipo		Abierta	01-Ago-07	03-Ago-07	Zona de Produccion de Cru
20070672		Equipo		Abierta	01-Ago-07	03-Ago-07	Zona de Produccion de Cru
20070673		Equipo		Abierta	01-Ago-07	03-Ago-07	Zona de Produccion de Cru

Figura 104. Formulario Búsqueda Listas S.S.

Solicitud	Número Solicitud	Zona	Solicitante	Equipo
1				
20070006				

➤ **Búsqueda de Proveedores/Contratistas/Fabricantes.** Para éste formulario la búsqueda se efectúa por varias opciones, tales como: el nit, el nombre del Proveedor/Contratista/Fabricante, representante (o contacto), y tipo de componente externo (Prov./Cont./Fab.). En la Figura 105 se puede ver el

formulario con sus correspondientes opciones de búsqueda, en el cual haciendo doble clic sobre cualquier criterio presentado, se abre el correspondiente formulario del componente externo seleccionado.

Figura 105. Formulario Búsqueda Proveedores/Contratistas/Fabricantes.

CODIGO	NIT	Nombre Representante	REPRESENTANTE	TIPO	TELEFONO
0101	800	Proveedor Mario	0101	Fabricante	0101
0103	800	Proveedor Mario	0103	Contratista	0103
56	1	Proveedor Mario	MARIO	Fabricante	6457911
90	90	IVAN	IVAN	Proveedor	343
P1	2	TUVACOL S.A.	Disson Serrano C.	Contratista	(57) 6461501 300
P12	5	SERVIPINTORES A Y S LTDA		Fabricante	6843253 6730690
P13	6ASDFADSF	TORNO PARTESASDFASDF	William PeñaASDFASDF	Proveedor	6717608 3153858
P14	7	FRIOGOMEZ LTDA.	Francisco Gomez	Proveedor	6320495 fax: 634
P15	8	CHEMSEARCH	Gustavo Tellez	Contratista	Fax: 2244332 2512
P16	9	METALEX	Victor Rodriguez	Fabricante	(7) 6715021 67113
P17	10	TALLERES OVALLE	Domingo Ovalle Archila	Proveedor	6454671
P18	11	INGETECSA LTDA	Carlos Eduardo Rodriguez Martinez	Contratista	Fax: 7-6349415 31
P19	12	CIEMZA	Gustavo Acuña V.	Fabricante	6715124 6714396
P2	13	FERRETERIA REINA S.A.	Claudia p. Garrido	Proveedor	(09706) 343575
P20	14	INDUSTRIAS PICO	Fernando Contreras	Contratista	6711212 3158005
P21	15	MECANIZADO Y TROQUELES	Pedro Antonio Grimaldos Mejia	Fabricante	Fax: 6333778 6428
P22	16	TK ASME API INGENIEROS EU	Ingeniero Crispiano Perez	Proveedor	6760564 6760072
P23	17	INGENIERIA Y EQUIPOS LTDA	Carlos Eduardo Rodriguez	Contratista	7-6393314
P24	18	SERV MAN MECANICA INDUSTRIAL	Manuel Antonio Alvarez	Fabricante	6421375
P25	19	REFRIGERACION LTDA	Antonio Garcia Galvis	Proveedor	6353080 6454762
P26	20	NORBERTO FUENTES ALARCON ING ME	Norberto Fuentes Alarcon	Proveedor	6714924 6308599
P28	22	BAF	Luis Eduardo Quintero	Contratista	6343110 fax: 634
P29	23	AGROMAQ BUCARAMANGA LTDA	Jorge Garcia Guevara	Fabricante	6428262 6420604
P3	24	SANITUBO	Oscar Mauricio Duran Tovar	Proveedor	6715913 3103053

➤ **Consulta de Inventarios.** En éste formulario se realizan las búsquedas de todas las herramientas, materiales y repuestos (partes), utilizados en el mantenimiento de los equipos de Campo Colorado. En la Figura 106 se puede ver el formulario con sus correspondientes formularios adicionales que presentan la información de los recursos de mantenimiento del campo.

➤ **Búsqueda de Personal.** En éste formulario se realiza la búsqueda de todo el personal relacionado con el mantenimiento del campo. La búsqueda de personal se realiza por criterios como: nombre y primer apellido del empleado, nivel de acceso a SIMCCO, sección del campo al cual pertenece, y

tipo de trabajador. En la Figura 107 se puede ver el formulario con sus correspondientes opciones de búsqueda.

Figura 106. Formulario Consulta de Inventarios.

The screenshot displays four overlapping windows from the SIMCCO system, all featuring the 'UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER' logo and 'CAMPO COLORADO' text.

- BUSQUEDA DE INVENTARIOS - SIMCCO:** Contains buttons for 'Herramientas', 'Materiales', 'Partes', and 'Salir'.
- BUSQUEDA DE MATERIALES - SIMCCO:** Displays a table of materials with columns: NOMBRE, CODIGO, CANTIDAD, STOCK_MIN, STOCK_MAX, and H.

NOMBRE	CODIGO	CANTIDAD	STOCK_MIN	STOCK_MAX	H
Acetate EP (extrema Presión), grado 4	AL-MT-CS-01	10	0	0	☒
Laminas de asbesto para empaque	LA-MT-IN	1280	0	0	☒
Protector Auditivo	PA-MT-IS	10	0	0	☒
Silicona	SL-MT-CS	8	0	0	☒
Trapero	TP-MT-IN	22	0	0	☒
Trapo	TR-MT-IN	10	0	0	☒
Varcol	VL-MT-IN	50	0	0	☒
Amnés	AR-MT-IS	5	0	0	☒
Balde plástico	BP-MT-IN	9	0	0	☒
- BUSQUEDA DE HERRAMIENTAS - SIMCCO:** Displays a table of tools with columns: NOMBRE, CODIGO, CANTIDAD, and STOCK.

NOMBRE	CODIGO	CANTIDAD	STOCK
Bota-pasador	BP-HT-ME	150	
Estopa	ET-HT-TA	2560	
Hombre solo	HS-HT-TA	33	
Llave de golpe	LG-HT-TA	10	
Llave mixta de 1 1/4 de pulgada	LM-HT-TA-05	30	
Llave mixta de 1 5/8 de pulgada	LM-HT-TA-06	20	
Llave mixta de 3/4 de pulgada	LM-HT-TA-03	20	
Llave mixta de 5/8 de pulgada	LM-HT-TA-02	32	
Llave mixta de 9/16 de pulgada	LM-HT-TA-01	16	
Llave para tubo de 15 pulgadas	LT-HT-TA-01	17	
Llaves mixta de 7/8 de pulgada	LM-HT-TA-04	14	
Carro lubricador con grúa auto crank	CL-HT-CM-01	20	
- BUSQUEDA DE PARTES - SIMCCO:** Displays a table of parts with columns: NOMBRE, CODIGO, CANTIDAD, STOCK_MIN, STOCK_MAX, and H.

NOMBRE	CODIGO	CANTIDAD	STOCK_MIN	STOCK_MAX	H
Trapa para UB LUFKIN TC-322	GP-RT-ME-01	7	1	2	☒
Chaveta LUFKIN TC-322C	CH-RT-ME-03	10	1	2	☒
Tuerca para Pasador, LUFKIN TC-32	TP-RT-ME-01	10	1	2	☒
Tuerca para Pasador, LUFKIN TC-3	TP-RT-ME-02	0	1	2	☒
Tuerca para Pasador, LUFKIN TC-3	TP-RT-ME-03	30	1	2	☒
Tuerca para Pasador, LUFKIN TC-4	TP-RT-ME-04	10	1	2	☒
Tuerca para Pasador, LUFKIN TC-4	TP-RT-ME-05	20	1	2	☒
Tuerca para Pasador, LUFKIN TC-5	TP-RT-ME-06	20	1	2	☒
Tuerca para Pasador, LUFKIN TC-D	TP-RT-ME-07	0	1	2	☒
Rueda de Baja, LUFKIN TC-322	GB-RT-ME-01	8	1	2	☒

Figura 107. Formulario Búsqueda de Personal.

The screenshot shows the 'Busqueda de Personal - SIMCCO' window. It includes search filters for 'Busqueda' and 'Criterio', and a table of personnel with columns: DOCUMENTO, NOMBRE, APELLIDO, CARGO, TIPO TRABAJADOR, and SECCION.

DOCUMENTO	NOMBRE	APELLIDO	CARGO	TIPO TRABAJADOR	SECCION
2412541	FERNANDO	CALVETE	Lider de Operacione	EMPLEADO	MANTENIMIENTO
915415445	SALOMON	GALVIS	Lider de Operacione	EMPLEADO	MANTENIMIENTO
84569325	FERNANDO	CALVETE	Profesional Producc	EMPLEADO	MANTENIMIENTO
13861951	Jose	Arias	Lider de Operacione	EMPLEADO	MANTENIMIENTO
1565165	Margarita	Botello	Lider de Operacione	EMPLEADO	MANTENIMIENTO
32135468	CARMENSA	FLOREZ	Lider de Operacione	EMPLEADO	MANTENIMIENTO

4.3.7. Módulo Acceso/Usuarios. En éste módulo se maneja la información correspondiente a los usuarios del sistema. Está compuesto por cuatro formularios con el fin de: crear los grupos de usuarios que utilizarán el sistema, manipular la información correspondiente al manejo de las claves de los usuarios, acceder a la ayuda para el manejo del sistema, y finalmente almacenar los documentos y archivos de los distintos proyectos y pasantías realizadas en Campo Colorado. El módulo Acceso/Usuarios y sus componentes se muestran en la Figura 108.

Figura 108. Módulo Acceso/Usuarios.



➤ **Grupos de Trabajo.** En éste formulario se crean, modifican, y registran los distintos permisos para los usuarios de SIMCCO, es decir, aquí se puede establecer que información del sistema pueden ver o manejar los diferentes

usuarios. Para el manejo de SIMCCO se crearon tres grupos de trabajo que son: administrador, planeador-programador y operador, para los cuales se les asigna un permiso determinado para la operación del sistema de información. El formulario Grupos de Trabajo se puede ver en la Figura 109. Más adelante veremos en detalle las funciones y módulos accesibles para cada uno de los grupos de usuarios establecidos dentro del sistema de información.

Figura 109. Formulario Grupos de Trabajo.

➤ **Configuración de Usuarios.** En éste formulario se crean, modifican, y registran los distintos usuarios de SIMCCO, es decir, aquí se puede establecer que nivel de acceso a la información del sistema tendrán los diferentes usuarios. El formulario Configuración de Usuarios utiliza la información almacenada en el formulario Personal (ver Figura 47), para suministrar el login y las claves de acceso a los usuarios, como se muestra en la Figura 110. Su diagrama de flujo de información se puede ver en la Figura 111.

Figura 110. Formulario Configuración de Usuarios.

CONFIGURACION DE USUARIOS - SIMCCO

Universidad Industrial de Santander
CAMPUS COLOMBIANO

USUARIOS

CONSULTANDO...

CODIGO USUARIO: 74

NOMBRE: RONALD DARIO SANABRIA ROS

CARGO: Profesional Mantenimiento

LOGIN: rodas

CLAVE: *****

PERFIL: Ingeniero de Diseno

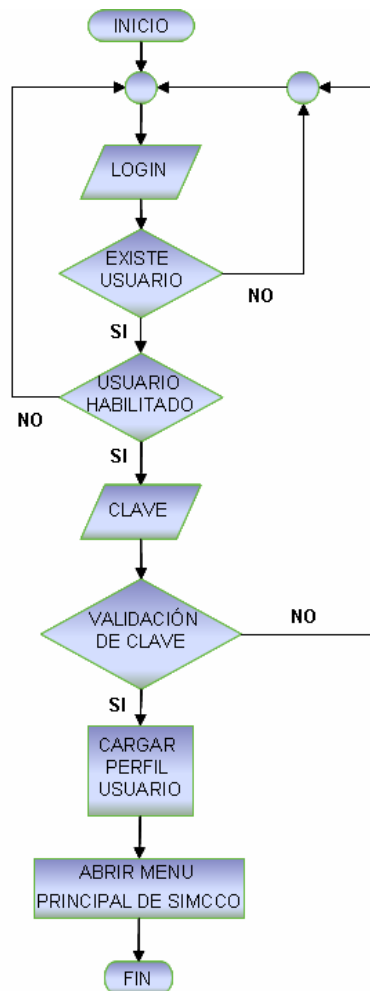
TIPO USUARIO: ADMINISTRADOR

☒ Habilitado
☒ Adicionar
☒ Modificar
☒ Buscar
☒ Imprimir
☒ Especial

Agregar Modificar Salir

5/5

Figura 111. Flujo de Información para el Formulario Usuarios.



➤ **Ayuda.** En éste formulario, se encuentra la ayuda para el manejo de SIMCCO (por medio de un link que abre el manual del usuario, haciendo clic sobre el icono de SIMCCO). Además contiene la información sobre el diseñador del software y la versión del mismo, tal y como se observa en la Figura 112.

Figura 112. Formulario Ayuda.



➤ **Información Proyectos y Pasantías.** Para el almacenamiento de los actuales y los futuros proyectos de ingeniería a realizar en Campo Colorado; además de los principales documentos obtenidos en las prácticas de pasantía en mantenimiento, se diseñó el presente formulario, el cual presenta información acerca de los autores del proyecto, el tipo de informe (proyecto, pasantía, otro), la escuela y facultad a la que pertenece el autor, nombre del director y codirector del trabajo, fecha de realización y la nota aprobatoria. Además presenta el formulario adicional Anexos, en donde se almacenan los principales documentos relacionados con el proyecto o pasantía realizada. En las Figuras 113 y 114 respectivamente, se pueden ver los formularios Información Proyectos y Pasantías y el formulario adicional Anexos.

Figura 113. Formulario Información Proyectos y Pasantías.

PROYECTOS : Formulario

Universidad Industrial de Santander
CAMPO COLORADO

PROYECTOS

CONSULTANDO...

No. DOCUMENTO	PG-24-02	ESCUELA	INGENIERIA MECANICA
PROYECTO	SISTEMA DE INFORMACION PARA SIMCCO	FACULTAD	INGENIERIAS FISICO-MECANICAS
AUTOR 1	RONALD DARIO RODAS	DIRECTOR	CARLOS RAMON GONZALEZ
CODIGO 1	2006068	TITULO	Ingeniero
AUTOR 2	NINGUNO	CODIRECTOR	NO
CODIGO 2	NO	NIVEL ESTUDIOS	Magister
TIPO DE INFORME	Proyecto	FECHA REALIZACION	06-Ago-07
MODALIDAD	INVESTIGACION	NOTA	4,8

OBSERVACIONES:
SEGUNDO PROYECTO DE INGENIERIA MECANICA EN CAMPO COLORADO

Anexos

Agregar Modificar Guardar Cancelar Buscar Salir

3/3

Figura 114. Formulario Adicional Anexos, (Información Proyectos y Pasantías).

Anexos de Proyectos - SIMCCO

Universidad Industrial de Santander
CAMPO COLORADO

ANEXOS

TIPO ANEXO	DESCRIPCION	LINK ANEXO
PDF	MANUAL DE USUARIO SIMCCO	C:\SIMCCO\Ayuda Usuario\Manual de Usuar
Documento	LIBRO COMPLETO	C:\SIMCCO\Informes\PG-24-02\LIBRO COMI

Salir

4.4. PLATAFORMA DE DESARROLLO

4.4.1. Descripción del lenguaje de programación y entorno de ejecución. El lenguaje de programación utilizado fue *VBA que significa Visual Basic for Application*. VBA es una variante mundialmente aceptada de la plataforma de programación Visual Basic. En contraste con Visual Basic de Microsoft, que

está hecha para crear aplicaciones independientes, VBA esta pensado para automatizar otras aplicaciones como tratamientos de textos, hojas de cálculo electrónicas, y sistemas gestores de bases de datos.

El sistema está desarrollado en un ambiente Windows, es una aplicación con acceso a datos utilizando como motor Microsoft Jet 4.0²¹ y DAO 3.6²² Object Library, para la referenciación y manipulación de los objetos del motor de Base de Datos. Como ya se mencionó SIMCCO está codificado en visual basic para aplicaciones de entorno Microsoft Office (*el entorno elegido fue ACCESS 2003*); debido a esto presenta unas características que le hacen asequible, tanto en facilidad de mantenimiento, como de portabilidad y costos en cuanto a licencias se refiere.

➤ **Introducción a ACCESS:** previamente se debe entender el concepto de base de datos. Se entiende como base de datos a un conjunto de información relacionada, agrupada como un todo, que está compuesta por campos, registros y archivos, donde Campo es el conjunto de elementos que componen un registro. Registro es el conjunto de campos relacionados entre sí y Archivo la unión de varios registros que contienen los mismos campos. A partir de la definición de base de datos, se puede entender a Access, como un programa informático con el que se puede gestionar distintos archivos relacionados, compuestos por registros. MS Access, se define como una base de datos de tipo relacional, compuesta por una serie de objetos que permiten organizar y almacenar información de una manera eficiente.

²¹ El motor de base de datos Microsoft Jet, es un sistema de administración de bases de datos, que recupera y almacena datos.

²² DAO (Data Access Object) es el modelo de acceso a datos más conocido y utilizado con aplicaciones Visual Basic. Permite manipular bases de datos nativas del motor Jet de Access (ficheros .MDB).

Por el concepto de relacional, se tiene la idea de varios archivos que se relacionan entre sí por medio de algún campo común, para compartir información. En este tipo de base de datos, se puede almacenar registros en múltiples archivos relacionados entre sí. Los registros no se repiten y se ingresan una sola vez. La capacidad relacional de Access permite organizar, cruzar y analizar un volumen inmenso de registros o datos no duplicados y, finalmente transformarla en información precisa y valiosa.

➤ **El diseño relacional de una base de datos**, tiene las siguientes ventajas:

- **Mayor Flexibilidad:** Los archivos individuales son más pequeños, de pocos campos y almacenan registros de un tipo específico. Se pueden unir o relacionar los archivos, y el cambio en uno de ellos no afecta a toda la base de datos.
- **Menor Duplicación:** Al ser los archivos relacionados se evita la duplicación de información y la redundancia de datos.
- **Mayor Poder de Organización:** Una base de datos relacional permite definir relaciones entre archivos distintos a través de un campo común, que permitirá presentar los registros de distintas maneras.
- **Mayor Manejabilidad:** Al no existir un único archivo con todos los campos, sino varios con pocos campos y que están relacionados entre sí, el manejo de los mismos se facilita.

➤ **Una base de datos de tipo relacional**, presenta las siguientes desventajas:

- Puede ser de instalación compleja usando muchas tablas. En caso de requerirse nuevo hardware y software para el normal funcionamiento de ésta.

- Es mas difícil de entender como se relaciona cada parte con la otra. Siendo necesario contar con personal especializado para su diseño y desarrollo y también para las actualizaciones informáticas necesarias.

➤ **Objetos de una base de datos ACCESS.** Para complementar la descripción del entorno de ejecución, se hace necesario exponer los principales objetos de ACCESS, tales como: tablas, consultas, formularios, informes, macros, módulos, y DAP.

- **Tablas:** Una tabla es un archivo que contiene campos y registros. Puede definirse como la unidad básica de almacenamiento de datos en una base de datos relacional, que contiene normalmente una categoría de registros. En las tablas se almacena la información como registros.
- **Consultas:** Las consultas permiten seleccionar información (registros) de una base datos, de acuerdo a condiciones determinadas. El resultado de una consulta siempre es número de registros que cumplen con el criterio especificada por el usuario.
- **Formularios:** Es un cuadro de diálogo, que permite no sólo ingresar registros a una tabla, sino también apreciar los resultados de una consulta.
- **Informes:** Las consultas que se hacen a una base de datos devuelven un número determinado de "registros en bruto". Este resultado se puede visualizar por pantalla a través de un formulario, pero para poder interpretarlo más fácilmente es necesario imprimirlo, entonces aparece el Informe: un listado ordenado, con diferentes columnas y donde cada línea generalmente es un registro. Este listado a imprimir también puede ser visualizarlo por pantalla como Vista Previa.

- **Macros:** Una macro es un objeto que permite automatizar de una forma rápida y sencilla una serie de acciones que realizadas de modo normal llevaría varios pasos.
- **Módulos:** Access provee herramientas que permitirán automatizar o realizar acciones más complejas. Estas herramientas son los módulos que utiliza el lenguaje VBA (Visual Basic para Aplicaciones) que permite automatizar cualquier tarea de la base de datos e interactuar o controlar desde Access otras aplicaciones.
- **DAP:** Data Access Pages o Páginas de Acceso a datos, que son el más reciente intento de Microsoft de vincular Access con Internet. Las páginas de acceso a datos son documentos HTML que se crean a través de Access utilizando Jet o SQL Server como origen de datos.

4.4.2. Beneficios de ACCESS. Antes de describir los beneficios del entorno (Microsoft Access 2003) para el desarrollo de SIMCCO, es necesario presentar una introducción a Access, como sigue: La base de datos Access propiamente dicha no existe. En realidad lo que existe son archivos .mdb y un motor llamado Jet que accede a esos archivos para manejarlos en la medida de sus posibilidades. El motor Jet son unas librerías .DLL que vienen con el Windows y sirven para mantener esos archivos .mdb. Access es por tanto una interfaz de manejo del motor Jet para facilitar a los usuarios la creación y administración de bases de datos .mdb.

➤ **Capacidad de un archivo .mdb de ACCESS:**

- El tamaño de un archivo MDB es de 1 GB (o 2 GB EN VERSIONES 2K). Si se trabaja con tablas vinculadas de otras MDB, el tamaño total estará limitado por la capacidad del disco duro del PC.
- El número de objetos en un archivo MDB es de 32.768

- Módulos incluyendo los de los Formularios e Informes: 1.021
- Número de caracteres en el nombre de un objeto: 64
- Números de usuarios simultáneos: 255.

Esta capacidad y características de almacenamiento son suficientes para el desarrollo de la Versión 1.0 de SIMCCO, el único limitante que se presenta a mediano plazo es el tamaño del archivo .MDB.

➤ **Información Acerca de archivos .MDE:** en las bases de datos que contienen Microsoft Visual Basic para Aplicaciones (VBA), el código que guarda la base de datos de Microsoft Access al compilar todos los módulos en un archivo MDE, quita todos los códigos fuentes modificables y compacta la base de datos de destino. Se continúa ejecutando el código Visual Basic, no se puede ver ni se puede modificar. Salvo la base de datos como un MDE, el archivo MDE protege formularios e informes sin que los usuarios inicien una sesión o sin que requiera crear y administrar la cuenta de usuario y los permisos que se necesita para seguridad.

La base de datos MDE funciona normalmente, informes fijos de actualización de datos y ejecución. El tamaño de la base de datos además se reducirá debido a la eliminación del código con lo que se optimiza el uso de memoria para mejorar rendimiento.

Los archivos MDE no son más rápidos, estos utilizan las mismas optimizaciones de memoria de Visual Basic para Aplicaciones MDB, estos dos son totalmente equivalentes, compilado y compactado; es decir, no se carga código fuente si se compila el proyecto. Los archivos MDE no pueden descompilarse como los MDB, lo que hace que se ejecuten de forma coherente a la misma velocidad. Los archivos MDB pueden descompilarse al efectuar

cambios en el código de Visual Basic subyacente, por lo que puede parecer que se ejecutan con mayor lentitud.

➤ **De Microsoft Access se pueden destacar las siguientes ventajas:** en la Tabla 28, se presentan las principales ventajas que ofrece Access, por varias de estas, Access fue escogida como plataforma para el desarrollo de SIMCCO.

Tabla 28. Ventajas de Microsoft Access.

VENTAJAS DE MICROSOFT ACCESS	
VENTAJA	DESCRIPCIÓN
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 interna y externamente.	Escoger y agrupar los reportes por nivel para múltiples secciones. Se puede usar Access con un simple programa de respaldo de base de datos rápida. Fácil integración con Microsoft Office (Excel, Word, Outlook, etc.). Se puede integrar con la Web usando un servidor activo de programación.
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 2003 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, etc.	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.
Ingreso de imágenes y fácil creación de interfaces de usuario gráficas.	Insertar imágenes y objetos OLE (Object Linking and Embedding, Incrustación y vinculación de objetos).

4.4.3. Documentación de la base de datos. Para manejar la documentación de SIMCCO, se pobló la base de datos con la documentación recopilada en el Plan de Mantenimiento de Campo Colorado y se añadió la planificación de las ordenes de trabajo para manejar el mantenimiento de los equipos del campo y los indicadores de gestión de mantenimiento. De esta manera se puede continuar con la administración del mantenimiento del campo, pues se deja abierta la posibilidad de crear, y almacenar los nuevos planes de mantenimiento y demás practicas de ingeniería en el campo.

Se realizaron las Fichas Técnicas para válvulas, motores eléctricos, con el listado de partes respectivo; en el registro de equipos se trabajo ampliamente para hacer posible el ingreso cómodo de nuevos equipos consignando algunos de sus datos generales mas importantes y la posibilidad de ingresar los datos técnicos mas relevantes para cada equipo a disposición del usuario del software. Además se hizo necesario diseñar un formulario para el Record de inspecciones y formatos de lubricación, ordenes de trabajo, solicitudes de servicio, entre otros formatos, para tener una buena y constante retroalimentación de la información ingresada y procesada por el programa.

4.5. MANEJO Y ACCESO A LA INFORMACIÓN DE SIMCCO.

A continuación se expondrá la forma de ingreso al sistema, los permisos para el nivel de acceso a la información de SIMCCO y las principales funciones y/o controles para el manejo del mismo.

4.5.1. Ingreso al sistema e interfaz de inicio. Para el ingreso al Sistema de Información para Mantenimiento de Campo Colorado (SIMCCO), se debe tener en cuenta lo siguiente:

➤ SIMCCO se puede utilizar como un archivo ejecutable, es decir, no necesita instalación; para ello previamente se debe crear una carpeta en la raíz del Disco C, en la extensión C:\, que se llame SIMCCO; en la cual se deben grabar “SIMCCO V 1.0 .mdb” y sus respectivos elementos o archivos que lo conforman, los cuales utilizará el programa para usarlos como hipervínculos en su debido momento, estos archivos corresponden a: las fotos para el registro técnico de equipos, y los archivos de los anexos o documentos de interés (instructivos, manuales, páginas Web, planos, catálogos, PDF, etcétera), relacionados con el mantenimiento de Campo Colorado.

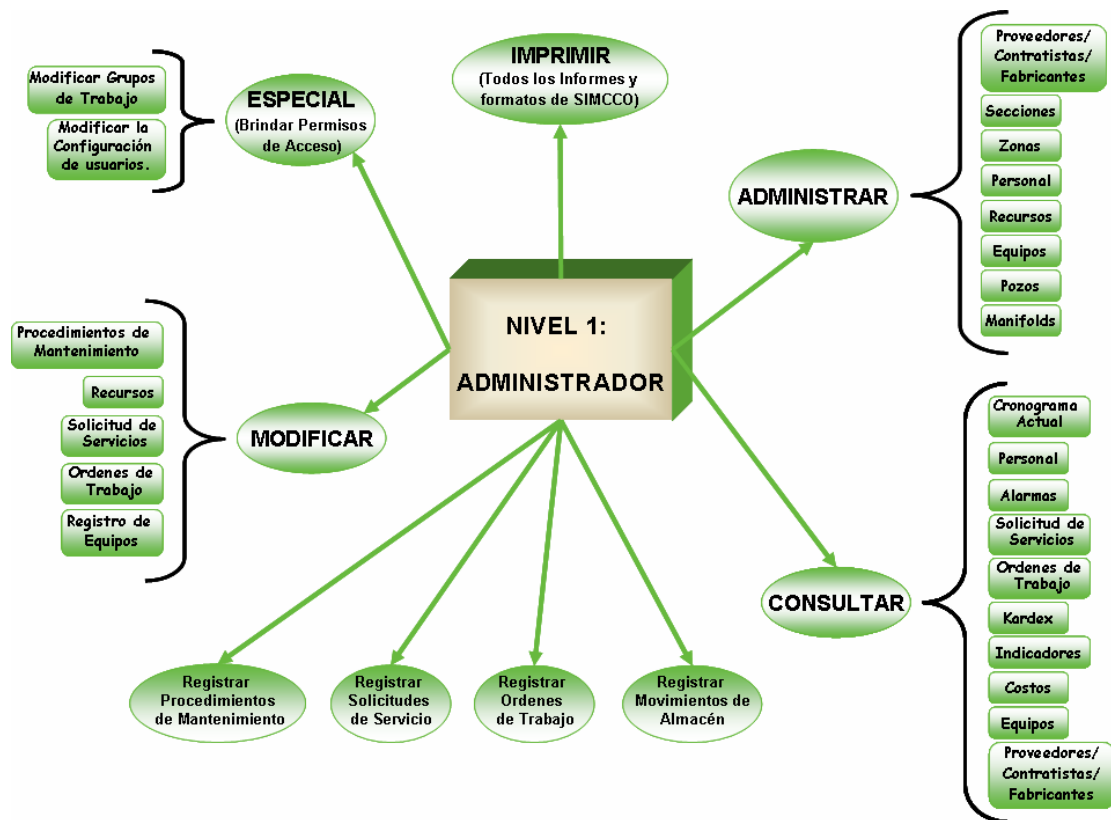
Si se quiere que SIMCCO pueda ser visto en red desde otros equipos hay que dejar la carpeta “SIMCCO” como compartida, se recomienda también crear un acceso directo, en el escritorio. Actualmente el CD que contiene a SIMCCO y sus archivos, posee almacenados los datos referentes a los equipos de las Zonas de Producción, Transporte y Recolección de Crudo, relacionados con la Supervisión de Mantenimiento del Campo-Escuela Colorado.

➤ Luego de ejecutar el archivo “SIMCCO V 1.0 .mdb” e iniciar el sistema, se observará la aparición de la interfaz de entrada y acceso a SIMCCO (presentada con anterioridad en la Figura 41), en la cual se deberá ingresar el nombre del usuario y la clave, o contraseña respectiva, la configuración del usuario deberá crearse previamente con la autorización del usuario de Nivel 1 (administrador). Luego de digitar los datos correspondientes al USUARIO y CLAVE, se pulsa “ENTER↵”, para ingresar al sistema.

4.5.2. Niveles de usuario. Con el fin de brindar seguridad al manejo y correcta manipulación del sistema, se establecieron tres niveles de usuario (que corresponden a los grupos de trabajo que se registran o editan en el formulario de la Figura 109), con diferentes facultades para la administración y visualización de la información de mantenimiento de Campo Colorado. A continuación se describen las características de cada uno, tales como, Administrador, Planeador, Programador y Operador:

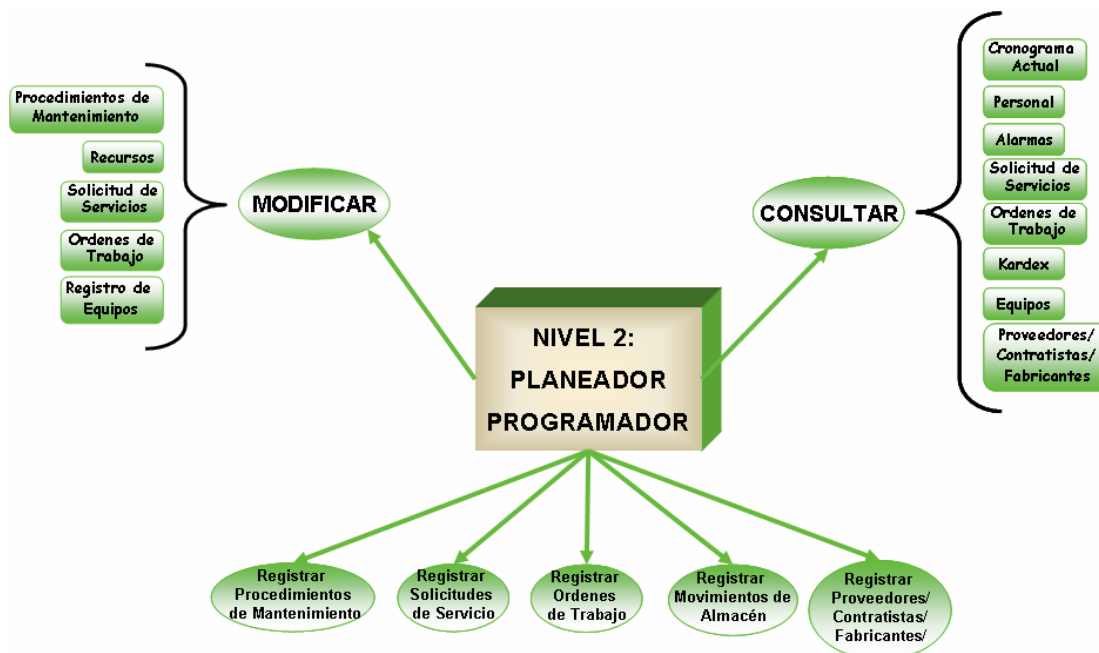
➤ **Usuario Nivel 1: Administrador.** Está autorizado para acceder a la totalidad de la información con el fin de agregar, modificar, consultar e imprimir, cualquier registro. Podrá ejecutar cualquier tipo de procedimiento que disponga el software, además, posee un permiso especial para crear y modificar, cualquier tipo de usuario o grupo de trabajo y asignarles los permisos de acceso al sistema de información a los mismos. En la Figura 115 se muestran los permisos y funciones que puede utilizar el grupo de trabajo administrador (usuario nivel 1).

Figura 115. Permisos para el Usuario Nivel 1, (Administrador).



➤ **Usuario Nivel 2: Planeador-Programador.** Este usuario podrá acceder a todos los módulos del sistema de información, podrá consultar, crear, modificar, e imprimir cualquier tipo de información contenida en el sistema, además podrá ejecutar todos los procedimientos del módulo mantenimiento y del módulo inventario y almacén, con el fin de realizar la planeación y programación de las diferentes actividades de mantenimiento del campo. Lo único para lo que no posee un permiso especial, es para crear y modificar, cualquier tipo de usuario o grupo de trabajo y asignarle los permisos de acceso a la información del sistema. En la Figura 116 se muestran los permisos y funciones que puede utilizar el grupo de trabajo planeador-programador (usuario nivel 2).

Figura 116. Permisos para el Usuario Nivel 2, (Planeador-Programador).



➤ **Usuario Nivel 3: Operador.** Este tipo de usuario estará autorizado para que dentro de los formularios del módulo Consultas, pueda observar cualquier información allí contenida e imprimirla. Estarán restringidas para él algunas ventanas del módulo mantenimiento y del módulo Acceso/Usuarios, logrando observar los demás módulos solo pudiendo realizar algunos procedimientos, como se establece en la Figura 117.

4.5.3. Botones de control y acceso rápido. Dependiendo del nivel de usuario el usuario podrá manejar los distintos elementos de SIMCCO con los botones de control, que se encuentran organizados para cumplir con dos formas de visualización: formularios básicos o fichas y formularios de listas.

SIMCCO está creado de tal manera que la visualización de la información consultada, se encuentra de forma diferente que la información registrada, es decir, los formularios de búsqueda del sistema están diseñados únicamente

para consultar la información dispuesta por el mismo, y las ventanas de edición, registro y carga de datos, están diseñadas para agregar nuevos registros, para modificar y buscar los ya existentes.

Figura 117. Permisos para el Usuario Nivel 3, (Operador).



Los formularios básicos pueden ser manejados por el usuario usando botones de comando (botones que realizan determinada instrucción, con solo hacer clic sobre de ellos); por medio de éstos, se pueden efectuar las diferentes funciones que ofrece el programa. Para más claridad, cada botón tiene un nombre que indica lo que hace (¿para que sirve?), ver Figura 118.

El formulario de lista, de la ventana de consultas se presenta de forma muy sencilla, está compuesto de uno a tres botones de manejo que permiten seleccionar objetos y salir de la ventana que se este consultando. Los botones para realizar las búsquedas de SIMCCO se muestran en la Figura 119.

Figura 118. Botones para Manejo de Formularios Básicos o Fichas.

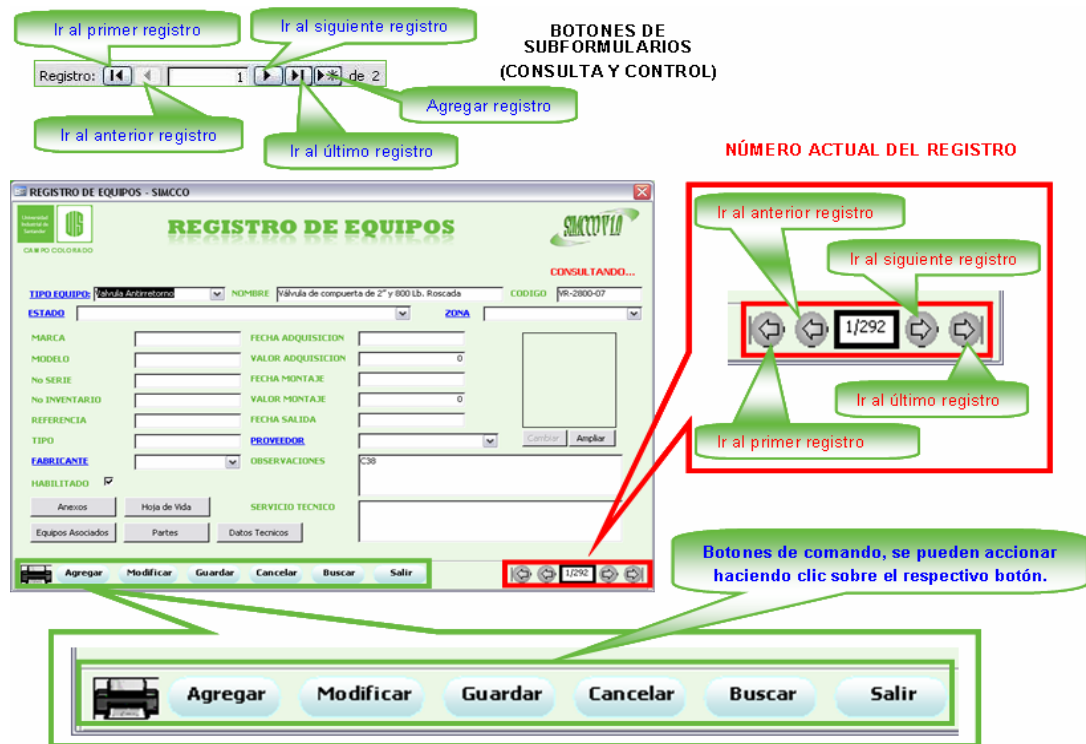
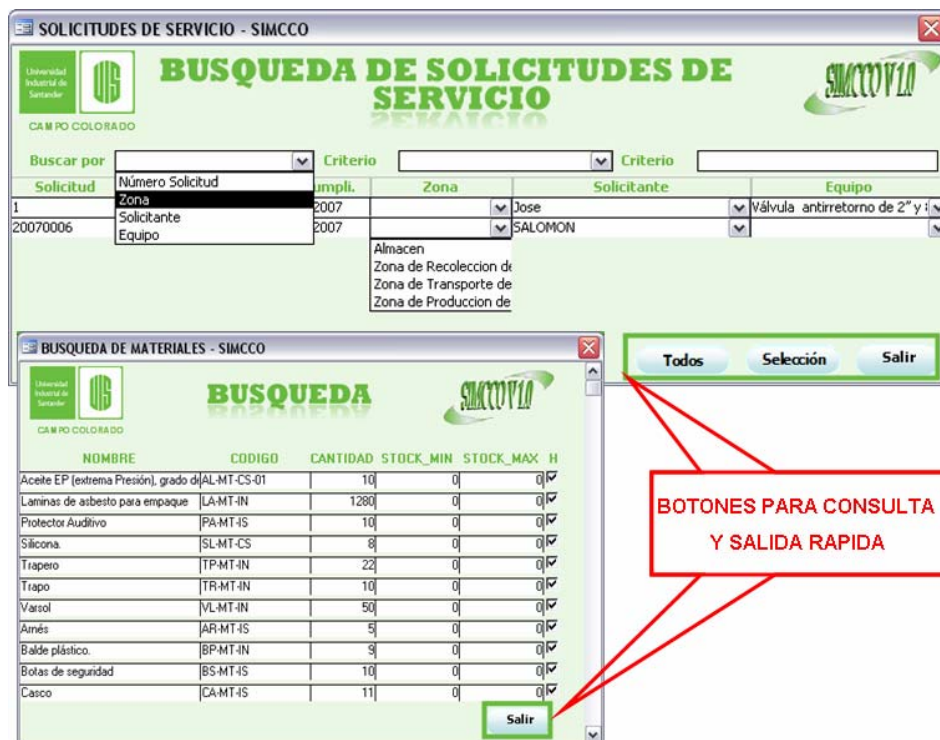


Figura 119. Botones para Manejo Formularios de Listas.



4.6. EQUIPO Y SOPORTE.

Para garantizar un desempeño eficiente del Sistema de Información para Mantenimiento de Campo Colorado (SIMCCO), se debe cumplir con las siguientes especificaciones de equipo y soporte:

➤ **Requerimientos de hardware.**

- * Procesador: Intel Pentium II 450 MHz o superior.
- * 256MB de memoria RAM o superior.
- * 200MB de espacio libre en disco duro (mas el espacio que sea ocupado por la información que se ingrese a la base de datos).
- * Resolución de pantalla de 1024x 768 píxeles o superior.
- * Tarjeta de video de 4 Mb.
- * Unidad lectora - copiadora de CD-ROM.
- * Monitor, Mouse, Teclado.
- * Equipo de Impresión.

➤ **Requerimientos de software.**

- * Sistema Operativo: Windows 2000 SP3; Windows Server 2003; Windows XP Service Pack 2; Windows VISTA.
- * Microsoft Access 2003.

Nota: La versatilidad, rendimiento y funcionalidad de SIMCCO estará directamente ligadas con el equipo que lo soporte y el usuario que lo opere. Además es importante que para la configuración de Fecha y Hora regional del equipo, se mantenga la configuración de idioma: Español - Colombia y la Zona Horaria: (GMT-05:00) Bogotá, Lima y Quito.

5. PRUEBAS E IMPLEMENTACIÓN

5.1. PRUEBAS

Una de las características típicas del desarrollo de software, basado en el ciclo de vida, es la realización de controles periódicos, normalmente coincidiendo con las fases del proyecto. Estos controles pretenden una evaluación de la calidad de los productos generados para poder detectar posibles defectos cuanto antes. Sin embargo todo sistema o aplicación, independientemente de estas revisiones de ser probado mediante su ejecución controlada antes de ser entregado al usuario final. Estas ejecuciones o ensayos de funcionamiento, posteriores a la terminación del código de software, se denominan habitualmente pruebas.

Hacer pruebas de manera exhaustiva sobre el software es impracticable; no se pueden probar todas las posibilidades de su funcionamiento incluso en programas pequeños y sencillos. Además, existen prejuicios que pueden perjudicar a las pruebas. Todos estos factores hacen necesario estudiar cuál es la mejor metodología a seguir en esta actividad.

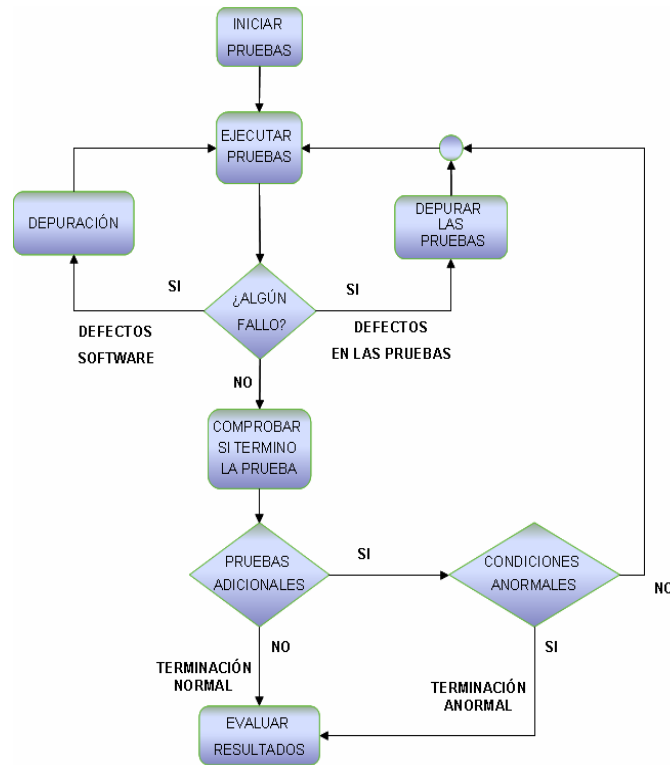
Las pruebas permiten verificar y validar el software cuando ya está en forma de código ejecutable. A continuación (ver Figura 120), se expondrán los procedimientos a realizar durante la fase de pruebas de software:

1. Se ejecutan las pruebas, es decir, se realiza el paso por el computador de los datos de prueba.

2. Se comprueba si ha habido algún fallo al ejecutar (por ejemplo, se cae el sistema, se bloquea del teclado, se corta la energía eléctrica, etc., es decir, cualquier hecho que impide terminar la ejecución de algún *caso de prueba*²³).
3. Si lo ha habido, se puede deber a un defecto software, lo que lleva al proceso de depuración o corrección del código. Se puede deber también a un defecto en el propio diseño de las pruebas. En ambos casos, las nuevas pruebas o las corregidas se deberán ejecutar en lo posible en el mismo computador.
4. De no existir fallos, se pasara a la comprobación de la terminación de las pruebas.
5. En caso de terminar las pruebas satisfactoriamente, se pasa a la evaluación de los productos probados sobre la base de los resultados obtenidos (terminación normal).
6. En caso de no terminar las pruebas, se debe comprobar la presencia de condiciones anormales en la prueba (por ejemplo, un defecto importante no corregido ya detectado previamente, tiempo finalizado, etc.).
7. Si hubiesen existido condiciones anormales (por ejemplo, no se han ejecutado todos los casos porque el sistema se ca regularmente), se pasa a la evaluación (terminación anormal); en caso contrario, se pasa a generar y ejecutar pruebas adicionales para satisfacer cualquiera de las dos terminaciones.

²³ Caso de prueba: es un conjunto de entradas, condiciones de ejecución y resultados esperados, desarrollados para un objetivo particular como, por ejemplo, ejercitar un camino concreto de un programa o verificar el cumplimiento de un determinado requisito. También se puede referir la documentación en la que se describen las entradas, condiciones y salidas de un caso de pruebas.

Figura 120. Actividades a Realizar Durante la Fase de Pruebas.



Una vez validado el código de SIMCCO, se realizaron las pruebas de funcionalidad del sistema, que consisten en estudiar la especificación de las funciones, la entrada y salida a comprobar. Estas pruebas se componen de las pruebas de unidad, de integración, del sistema y de aceptación.

5.1.1. Pruebas de unidad. Las pruebas de unidad centran el proceso de verificación en la menor unidad del diseño del software (el módulo), reúne sus actividades en ejercitar la lógica del módulo y los distintos aspectos de la especificación de las funciones que debe realizar el módulo.

Como resultado de esta prueba se pudieron comprobar aspectos funcionales de cada módulo y realizar las respectivas correcciones, por ejemplo, se depuro el código para que la visualización de la información a presentar a

cada uno de los niveles de usuario fuera consistente con sus permisos de accesibilidad y operación de SIMCCO.

5.1.2. Pruebas de integración. Las pruebas de integración están totalmente ligadas a la forma prevista de integrar los distintos módulos y formularios del software, hasta contar con el producto global que debe entregarse. Su objetivo fundamental es la prueba de las interfaces entre componentes y módulos. La mejor metodología en cuanto a pruebas de integración es la Integración Incremental, que consiste en construir pequeños casos de prueba del programa, de tal manera que los errores sean más fáciles de detectar, aislar y corregir.

Se encontró que todos los formularios están correctamente ligados al menú principal de los módulos del sistema; estos formularios se pueden utilizar de acuerdo con el tipo de usuario, el cual puede realizar el llamado de los mismos, operarlos o consultarlos y que pueda salir de nuevo al menú principal de módulos; siendo consistentes con la descripción del diseño de la interfaz de usuario mencionado anteriormente.

5.1.3. Pruebas del sistema. Estas pruebas centran sus comprobaciones en el cumplimiento de los objetivos indicados para el sistema, de acuerdo a esto, el software ya validado se integra con el resto del sistema (por ejemplo, equipo de impresión e interfaces electrónicas, etc.), para probar su funcionamiento conjunto.

Durante estas pruebas se encontraron defectos en los informes o reportes de SIMCCO, lo cual hizo que se realizara un proceso iterativo de rediseño de estos informes, que corresponden a los diferentes formatos a manejar en el

mantenimiento del campo, y también para los reportes que arroja el software. Con base en lo mencionado anteriormente, cabe decir, que el software se evaluó (se probó el comportamiento del sistema) semanalmente, durante toda su etapa de diseño y desarrollo, para establecer los puntos en que podían mejorar las opciones de búsqueda, registro, almacenamiento y visualización de las impresiones de formatos y reportes, además de realizar las depuraciones en la programación debido a errores como falta de comas, espacios innecesarios, puntos, subrutinas que han quedado obsoletas y desechadas, etc.

5.1.4. Pruebas de aceptación. Estas pruebas las realiza el usuario final. 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 para el usuario; sino una vez pasadas todas las pruebas de unidad, integración y sistema por parte del desarrollador. Los resultados de estas pruebas de aceptación realizadas sobre SIMCCO se pueden ver en las Figuras 121 y 122, al final del presente capítulo.

5.2. 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 que hasta ahora se ha llevado de manera de manual, lograda en el (PLAN DE MANTENIMIENTO DE CAMPO COLORADO). Cabe destacar que esta etapa del proyecto resultó sencilla y satisfactoria, porque el diseño del sistema de información computarizado tiene como base el diagnóstico y la propuesta de mejora al

Sistema de Información actual de Campo Colorado. Además, es importante mencionar que la implementación de SIMCCO, también queda relegada a lo que se planeé y realice en los futuros proyectos de ingeniería en el campo; el manejo del sistema por parte de lo administrativos y la actualización de la información a registrar y la almacenada en la base de datos, por parte de los estudiantes de pasantía de mantenimiento; al igual que de la correcta explotación del sistema, por parte de todos sus usuarios.

➤ **Definición de archivos maestros.** En esta actividad se prepararon y se incorporaron los datos iniciales que debe tener el sistema de información, éste proyecto tuvo como objetivo diseñar el sistema de información computarizado para mantenimiento de Campo Colorado, almacenando la información que hasta el momento se había llevado de manera manual, la cuál correspondía al cronograma anual de actividades, procedimientos de mantenimiento y codificación de equipos, pozos y unidades de bombeo del campo.

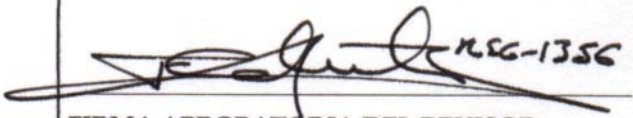
➤ **Preparación personal.** Para esta preparación es necesario un manual de usuario y de esta manera estandarizar el uso del sistema de información computarizado. También fue indispensable realizar exposiciones al personal administrativo encargado del mantenimiento del campo, en lo concerniente al funcionamiento y operación de SIMCCO, lo cual contribuirá al mejor aprovechamiento de las utilidades y aplicaciones de este sistema de información para mantenimiento del campo.

➤ **Revisión documentación del sistema de información.** En esta etapa se verificó que todos los datos ya introducidos al sistema, fueran consistentes con la información existente y requerida para el mantenimiento del campo.

Figura 121. Formato de Pruebas y Aceptación de SIMCCO.

FORMATO DE PRUEBAS Y ACEPTACIÓN DE SIMCCO POR PARTE DEL USUARIO FINAL				
Revisor: <u>Ing. Fernando Calvete</u>				Fecha: <u>Agosto 03 de 2007</u>
COMPONENTE A REVISAR	SI	NO	NO APLICA	OBSERVACIONES ADICIONALES
¿Se verifica que las especificaciones estén correctamente implementadas?	X			
¿Tiene los encabezados de título y nombre de aplicación correctos?	X			
¿Los campos fecha tienen el formato DD-MM-AAAA?	X			
Quando se tiene una forma con múltiples tablas, ¿se conoce cuál es el registro padre de las tablas?	X			
¿La forma realiza la función que se necesita?	X			
¿Es rápido y fácil el manejo de la forma?	X			
¿El tiempo de respuesta es adecuado?	X			
¿Los mensajes graves son manejados adecuadamente?	X			
¿Si llama reportes, la extensión de los reportes es la correcta?	X			
¿Está la mayor cantidad de código en la base de datos?	X			
¿El reporte tiene la fecha de generación?	X			
¿Los nombres de las tablas son correctos?	X			
¿La asignación de valores a las variables, constantes y parámetros tiene un propósito?	X			

Figura 122. Continuación Formato de Pruebas y Aceptación de SIMCCO.

¿Son correctas las validaciones de condiciones?	X			
¿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?	X			
¿Tiene la forma la descripción y su título de acuerdo con los estándares?	X			
¿Tiene el contenido del campo la alineación adecuada, de acuerdo con su tipo de dato?	X			
Si la organización NO es tabular, ¿están situadas las etiquetas a la izquierda del campo al que pertenecen?	X			
Si la organización SI es tabular, ¿están situadas las etiquetas en la parte superior del campo al que pertenecen?	X			
¿Los botones de comando emplean mayúscula inicial?	X			
¿Los botones organizados verticalmente, ¿tienen el mismo ancho?	X			
COMENTARIOS GENERALES:				
 FIRMA APROBATORIA DEL REVISOR				

6. MANUAL DE USUARIO SIMCCO

El presente manual tiene como fin, ilustrar a los usuarios de SIMCCO, en la consulta, visualización, uso y manejo óptimo de las diferentes funciones del Sistema de Información, garantizando así, su máximo aprovechamiento y el uso más eficiente de esta aplicación.

El sistema está diseñado para organizar y agilizar el flujo de información de las actividades de mantenimiento de Campo Colorado, como facilitar las tareas de administración, y aumentar la eficiencia y productividad del mismo. Éste sistema lleva el control de estas actividades y su historial acumulado, y provee reportes detallados mostrando cómo se han utilizado los recursos asignados para el mantenimiento. El sistema se dividió en siete módulos que son: CAMPO-ESCUELA COLORADO, INVENTARIO Y ALMACÉN, MANTENIMIENTO, ALARMAS, FORMATOS Y REPORTE, CONSULTAS Y ACCESO/USUARIOS; teniendo en cuenta la información que maneja SIMCCO y buscando su mejor estructura y funcionalidad (interfaz de usuario con un buen ambiente grafico).

El programa está desarrollado bajo ambiente Windows y plataforma Microsoft Access 2003 con el uso del editor de Visual Basic para la automatización de las distintas tareas que se deben realizar con la base de datos. Se parte de las condiciones de mantenimiento, portabilidad y costos en cuanto a licencias, que los programas hechos en Microsoft Access presentan, los cuales son muy sencillos de manejar. Además, se pueden utilizar en red sin necesidad de instalarlos en el equipo donde se utilicen, obviamente el

equipo debe cumplir con los siguientes requerimientos de hardware y software:

➤ **Requerimientos de hardware.**

- * Procesador: Intel Pentium II 450 MHz o superior.
- * 256MB de memoria RAM o superior.
- * 200MB de espacio libre en disco duro (mas el espacio que sea ocupado por la información que se ingrese a la base de datos).
- * Resolución de pantalla de 1024x 768 píxeles o superior.
- * Tarjeta de video de 4 Mb.
- * Unidad lectora - copiadora de CD-ROM.
- * Monitor, Mouse, Teclado.
- * Equipo de Impresión.

➤ **Requerimientos de software.**

- * Sistema Operativo: Windows 2000 SP3; Windows Server 2003; Windows XP Service Pack 2; Windows VISTA.
- * Microsoft Office 2003 (Access, Word, Excel).

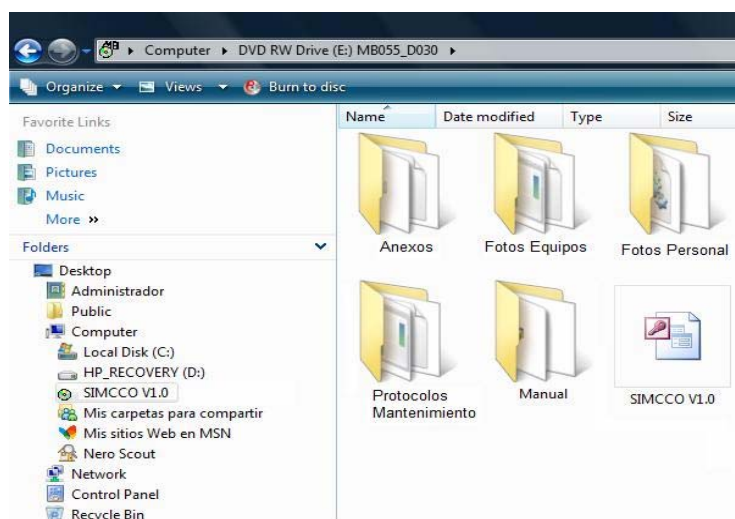
6.1. INSTALACIÓN DE SIMCCO

Inserte el CD de instalación “SIMCCO V 1.0” en la unidad de CD de su computador, explore el contenido del CD (ver Figura 123) y siga las instrucciones:

1. Al abrir el CD de “SIMCCO V 1.0” para Windows XP proceda a copiar todos sus archivos en una nueva carpeta que se llame SIMCCO en la raíz del disco C, con la extensión C:\SIMCCO.

2. Al abrir el CD de “SIMCCO V 1.0” para Windows 98 o para Windows XP proceda a copiar todos sus archivos en una nueva carpeta que se llame SIMCCO en la raíz del disco C, con la extensión C:\SIMCCO.
3. Si se quiere que SIMCCO pueda ser visto en red desde otros equipos hay que dejar la carpeta “SIMCCO” como compartida, se recomienda crear un acceso directo, en el escritorio.
4. Por último haga doble clic sobre el archivo “SIMCCO V 1.0 .mdb” (también se recomienda crear un acceso directo al archivo, en el escritorio) que da inicio al sistema y realice los procedimientos de ingreso que se explican más adelante.

Figura 123. Exploración Archivos Almacenados en el CD “SIMCCO V1.0”.



6.2. INGRESO AL SISTEMA

Luego de ejecutar el archivo “SIMCCO V 1.0 .mdb” e iniciar el sistema, el usuario observará la aparición del Menú de Entrada al sistema presentado en la Figura 124), en la cual deberá ingresar su nombre de usuario y clave, o contraseña respectiva, la configuración del usuario deberá crearse

previamente con la autorización del usuario de Nivel 1 (administrador). Luego de digitar los datos correspondientes al USUARIO y CLAVE, se pulsa “ENTER↵”, para ingresar al sistema.

Figura 124. Menú de Entrada a SIMCCO.



6.3. NIVELES DE USUARIO

Para conceder seguridad al manejo y manipulación del programa, se establecieron tres niveles de usuario, con diferentes facultades para la administración de la información de mantenimiento. En SIMCCO es permitido el acceso a una cantidad ilimitada de personas asignadas en los siguientes tipos de usuarios:

6.3.1. Usuario nivel 1: Administrador. El administrador podrá realizar cualquier tipo de procedimiento que este programado en el Software, además

de poseer la capacidad para crear, modificar y eliminar, cualquier tipo de usuario y asignarles los permisos de acceso disponibles al sistema de información. Los permisos asignados al usuario de nivel 1 son:

MÓDULO 1

- ✓ Empresa
- ✓ Zonas
- ✓ Secciones
- ✓ Personal
- ✓ Proveedores/Contratistas/Fabricantes
- ✓ Equipos (Ficha Técnica)
- ✓ Pozos
- ✓ Manifolds

MÓDULO 2

- ✓ Recursos de Mantenimiento
- ✓ Movimientos de Almacén
- ✓ Kardex
- ✓ Inventario de Equipos

MÓDULO 3

- ✓ Orden de Trabajo
- ✓ Solicitud de Servicio
- ✓ Cronograma Actual
- ✓ Tarjeta de Costos
- ✓ Procedimientos
- ✓ Equipos Inspección
- ✓ Equipos Lubricación

MÓDULO 4

- ✓ Alarmas O.T pendientes
- ✓ Alarmas S.S pendientes
- ✓ Stocks de Inventarios

MÓDULO 5

- ✓ Indicadores de Gestión (reporte)
- ✓ Costos de Mantenimiento (reporte)
- ✓ Historia de Mantenimiento
- ✓ Ficha técnica de equipos
- ✓ Listas Varias

MÓDULO 6

- ✓ Búsqueda de equipos
- ✓ Búsqueda de Listas de O.T
- ✓ Búsqueda de Listas de S.S
- ✓ Búsqueda de Prov/Cont/Fab
- ✓ Consulta de Inventarios
- ✓ Búsqueda de Personal

MÓDULO 7

- ✓ Grupos de Trabajo
- ✓ Configuración de Usuarios
- ✓ Información Proyectos y Pasantías
- ✓ Ayuda Usuario

6.3.2. Usuario de nivel 2: Planeador-Programador. El planeador-programador tendrá disponibles todas las ventanas de SIMCCO, 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 módulo mantenimiento, es decir las labores propias del mantenimiento que se pueden programar y planear desde SIMCCO podrán ser realizadas por él. Aunque cualquier condición del *Planeador-Programador* podrá ser modificada por el *Administrador*. Los permisos asignados al usuario de nivel 2 son:

MÓDULO 1

- ✓ Empresa
- ✓ Zonas
- ✓ Secciones
- ✓ Personal
- ✓ Proveedores/Contratistas/Fabricantes
- ✓ Equipos (Ficha Técnica)
- ✓ Pozos
- ✓ Manifolds

MÓDULO 2

- ✓ Recursos de Mantenimiento
- ✓ Movimientos de Almacén
- ✓ Kardex
- ✓ Inventario de Equipos

MÓDULO 3

- ✓ Orden de Trabajo
- ✓ Solicitud de Servicio
- ✓ Cronograma Actual
- ✓ Tarjeta de Costos
- ✓ Procedimientos
- ✓ Equipos Inspección
- ✓ Equipos Lubricación

MÓDULO 4

- ✓ Alarmas O.T pendientes
- ✓ Alarmas S.S pendientes
- ✓ Stocks de Inventarios

MÓDULO 5

- ✓ Historia de Mantenimiento
- ✓ Ficha técnica de equipos
- ✓ Listas Varias

MÓDULO 6

- ✓ Búsqueda de equipos
- ✓ Búsqueda de Listas de O.T
- ✓ Búsqueda de Listas de S.S
- ✓ Búsqueda de Prov/Cont/Fab
- ✓ Consulta de Inventarios
- ✓ Búsqueda de Personal

MÓDULO 7

- ✓ Información Proyectos y Pasantías
- ✓ Ayuda Usuario

6.3.3. Usuario de nivel 3: Operador. El operador 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 módulo mantenimiento y del módulo Acceso/Usuarios, logrando observar los demás módulos solo pudiendo realizar algunos procedimientos de SIMCCO (modificar y agregar solicitudes de servicio). Los permisos asignados al usuario de nivel 2 son:

MÓDULO 1

- ✓ Empresa
- ✓ Zonas
- ✓ Secciones
- ✓ Personal
- ✓ Proveedores/Contratistas/Fabricantes
- ✓ Equipos (Ficha Técnica)
- ✓ Pozos
- ✓ Manifolds

MÓDULO 2

- ✓ Recursos de Mantenimiento
- ✓ Movimientos de Almacén
- ✓ Kardex
- ✓ Inventario de Equipos

MÓDULO 3

- ✓ Orden de Trabajo
- ✓ Solicitud de Servicio
- ✓ Equipos Inspección

- ✓ Equipos Lubricación

MÓDULO 4

- ✓ Alarmas O.T pendientes
- ✓ Alarmas S.S pendientes
- ✓ Stocks de Inventarios

MÓDULO 5

- ✓ Ficha técnica de equipos
- ✓ Listas Varias

MÓDULO 6

- ✓ Búsqueda de equipos
- ✓ Búsqueda de Listas de O.T
- ✓ Búsqueda de Listas de S.S
- ✓ Búsqueda de Prov/Cont/Fab
- ✓ Consulta de Inventarios
- ✓ Búsqueda de Personal

MÓDULO 7

- ✓ Información Proyectos y Pasantías
- ✓ Ayuda Usuario

6.4. MANEJO Y CONTROL DE SIMCCO

Dependiendo del nivel de usuario el usuario podrá manejar los distintos elementos de SIMCCO con los botones de control, que se encuentran organizados para cumplir con dos formas de visualización: formularios básicos o fichas y formularios de listas.

El formulario de lista, de la ventana de consultas se presenta de forma muy sencilla, está compuesto de uno a tres botones de manejo que permiten seleccionar objetos y salir de la ventana que se este consultando. Los botones para realizar las búsquedas de SIMCCO se muestran en la Figura 125.

Los formularios básicos pueden ser manejados por el usuario usando botones de comando (botones que realizan determinada instrucción, con solo hacer clic sobre de ellos); por medio de éstos, se pueden efectuar las diferentes funciones que ofrece el programa. Para más claridad, cada botón tiene un nombre que indica lo que hace, como se muestra en la Figura 126.

Figura 125. Botones para Manejo Formularios de Listas.

SOLICITUDES DE SERVICIO

BUSQUEDA DE SOLICITUDES DE SERVICIO

Buscar por Criterio

Solicitud	Fecha Entrega	Fecha Cumpli.	Zona	Solicitante	Equipo
1	01/01/2006	08/01/2006		Jose	Válvula antirretorno de 2" y i
2	01/02/2007	01/01/2007	de Recoleccion de C	Margarita	Válvula antirretorno de 2" y E
20060006	03/04/2006	10/04/2006		Margarita	Válvula de compuerta de 2" y
20060007	01/01/2006	08/01/2006		Jose	
20060008	02/08/2006	09/08/2006		Jose	
20060009	01/01/2006	08/01/2006		CARMENSA	
20070003	05/05/2007	03/03/2007	de Recoleccion de C	Margarita	Válvula de compuerta de 2" y

BUSQUEDA DE MATERIALES - SIMCCO

NOMBRE	CODIGO	CANTIDAD	STOCK_MIN	STOCK_MAX	H
Aceite EP (extrema Presión), grado d	AL-MT-CS-01	10	0	0	✓
Laminas de asbesto para empaque	LA-MT-IN	1280	0	0	✓
Protector Auditivo	PA-MT-4S	10	0	0	✓
Silicona	SL-MT-CS	8	0	0	✓
Tripero	TP-MT-IN	22	0	0	✓
Triapo	TR-MT-IN	10	0	0	✓
Varol	VL-MT-IN	50	0	0	✓
Aarnés	AR-MT-4S	5	0	0	✓
Balde plástico.	BP-MT-IN	9	0	0	✓
Botas de seguridad	BS-MT-4S	10	0	0	✓
Casco	CA-MT-4S	11	0	0	✓

Salir

Todos Seleccionado Cerrar

BOTONES PARA CONSULTA Y SALIDA RAPIDA

Figura 126. Botones para Manejo de Formularios Básicos o Fichas.

REGISTRO DE EQUIPOS - SIMCCO

REGISTRO DE EQUIPOS

CONSULTANDO...

TIPO EQUIPO: VALVULA Antirretorno NOMBRE: Válvula de compuerta de 2" y 800 Lb. Roscada CODIGO: RR-2000-07

ESTADO: ZONA:

MARCA: FECHA ADQUISICION: VALOR ADQUISICION: 0

MODELO: FECHA MONTAJE: VALOR MONTAJE: 0

No SERIE: No INVENTARIO: FECHA SALIDA:

REFERENCIA: PROVEEDOR: Observaciones: CSB

HABILITADO: ☒ Anexos: Hoja de Vida: Servicio Técnico:

Equipos Asociados: Partes: Datos Técnicos:

Agregar Modificar Guardar Cancelar Buscar Salir

BOTONES DE SUBFORMULARIOS (CONSULTA Y CONTROL)

NÚMERO ACTUAL DEL REGISTRO

1/292

Botones de comando, se pueden accionar haciendo clic sobre el respectivo botón.

Agregar Modificar Guardar Cancelar Buscar Salir

6.5. MENÚ PRINCIPAL

En éste menú se pueden ver todos los módulos que componen a SIMCCO, a través de ellos se puede explorar el software, acceder a los datos almacenados y hacer uso de las diferentes funciones para la administración de la información del sistema. A medida que el usuario se desplace por el sistema, cambian los colores de los botones de los módulos sobre los que se encuentra, como se muestra en la Figura 127, donde el usuario está consultando dentro del Módulo Alarmas, el Formulario Stocks de Inventario.

Figura 127. Menú de Entrada a SIMCCO.



6.6. MANEJO MÓDULO CAMPO-ESCUELA COLORADO

En este módulo se encuentra reunida la información concerniente a la organización, administración, elementos principales y los activos del campo.

Presenta ocho formularios los cuales son: Empresa, Secciones, Zonas, Personal, Proveedores/Contratistas/ Fabricantes, Equipos, Pozos, y Manifolds. Siendo el primer módulo del sistema se presenta como introducción a las funciones de SIMCCO, este módulo es muy importante para el campo como organización, pues en él se lleva a cabo el registro de equipos, el ingreso de personal y la información referente a proveedores, contratistas y fabricantes, relacionados interna y externamente con el campo.

6.6.1. Registro de equipos. Este formulario es uno de las más importantes de SIMCCO, pues en él se almacenan y registran todos los equipos sobre los cuales se realizan las actividades de mantenimiento. Está compuesto por aquellos formularios y/o registros en los cuales es posible agregar, modificar, guardar y buscar la información concerniente a los equipos, tal como: datos de identificación (tipo equipo, estado, nombre, código y zona); y datos generales de registro (marca, modelo, No. serie, No. inventario, referencia industrial, tipo o clasificación, fabricante, fecha adquisición, valor adquisición, fecha montaje, valor montaje, fecha salida, proveedor, observaciones y proveedores de servicio técnico). Además, posee cinco formularios adicionales tales como: hoja de vida, equipos asociados, anexos, partes, y datos técnicos, para complementar toda la información de la ficha técnica de los equipos del campo. En la Figura 128, se muestran respectivamente, el formulario Registro de Equipos junto con sus cinco formularios adicionales y su funcionamiento.

A continuación se describirán los cinco formularios adicionales del formulario Registro de Equipos, para comprender mejor su diseño e importancia para SIMCCO.

Figura 128. Manejo del Formulario Registro de Equipos.

The screenshot shows the 'REGISTRO DE EQUIPOS - SIMCCO' web application. The interface includes a header with the university logo and the title 'REGISTRO DE EQUIPOS'. The main form contains several fields and sections:

- TIPO EQUIPO:** A dropdown menu with 'Motor Eléctrico' selected. Callout: 'Seleccione el Tipo de Equipo a registrar.'
- NOMBRE:** A text field with 'Motor eléctrico de la caja reductora'. Callout: 'Ingrese el nombre del Equipo a registrar.'
- CODIGO:** A text field with 'ME-CO-03'. Callout: 'Ingrese el Código para identificación del Equipo.'
- ESTADO:** A dropdown menu with 'EQUIPO EN OPERACIÓN' selected.
- ZONA:** A dropdown menu with 'Zona de Producción de Crudo' selected.
- MARCA, MODELO, No SERIE, No INVENTARIO, REFERENCIA, TIPO, FABRICANTE, HABILITADO:** Fields with blue underlines. Callout: 'Los campos subrayados en azul sirven para crear el dato (por si no existe) que se necesite registrar al hacer clic sobre ellos, y si existe selecciónelo de la lista desplegable.'
- PROVEEDOR:** A dropdown menu with 'DISTRITEC LTDA.' selected. Callout: 'Formularios adicionales para el registro de equipos.'
- OBSERVACIONES:** A text area with 'EL MOTOR SE ENCUENTRA UBICADO EN EL POZO C-36'.
- Botones de acción:** 'Agregar', 'Modificar', 'Guardar', 'Cancelar', 'Buscar', 'Salir'. Callouts:
 - 'Agregar': 'Clic para registrar un nuevo equipo.'
 - 'Modificar': 'Clic para modificar un equipo existente.'
 - 'Guardar': 'Clic para guardar el registro de un nuevo equipo, o la modificación de uno ya existente.'
 - 'Buscar': 'Clic para buscar un equipo existente.'
 - 'Salir': 'Clic para salir del formulario (con perionar ESC, se puede salir de todos los menús y formularios del sistema).'
- Sección de Anexos:** 'Anexos', 'Hoja de Vida', 'Equipos Asociados', 'Partes', 'Datos Técnicos'. Callout: 'Clic para cancelar la acción a realizar.'

➤ *Hoja de vida.* El historial de mantenimiento de equipos se actualiza por medio de este formulario adicional, en él se almacenan datos como: número de orden de trabajo ejecutada sobre el equipo, la fecha de inicio y terminación de la labor, la clase de mantenimiento y el tipo de trabajo efectuado. En la Figura 129 se muestra el formulario adicional Hoja de Vida, donde se presenta la historia de mantenimiento del equipo y de sus equipos asociados, éste formulario es únicamente para consulta.

➤ *Registro de equipos asociados.* Permite almacenar información acerca de los equipos asociados a otros, para complementar el registro técnico de equipos. En la Figura 130 se observa el formulario adicional Equipos Asociados, que muestra el código, nombre y características de los mismos.

Figura 129. Visualización del Formulario Hoja de vida.

HISTORIA DE MANTENIMIENTOS - SIMCCO

Unidad Industrial de Santander

CAMPO COLORADO

EQUIPO: Motor eléctrico de la caja reductora

Equipo Asociado

NUMERO ORDEN	FECHA INICIO	FECHA TERMINACION	CLASE MTO	TRABAJO TIPO
20070114	02-Feb-07	06-Jun-07	Otro	Hidráulico

Salir

Figura 130. Registro de Equipos Asociados.

EQUIPOS ASOCIADOS - SIMCCO

Unidad Industrial de Santander

CAMPO COLORADO

CODIGO EQUIPO	NOMBRE EQUIPO	CARACTERISTICAS
GB-322-01	Caja reductora de la unidad de bombeo convencional	C38
VR-2800-27	Válvula de compuerta de 2" y 800Lb. Roscada.	C75
	Caja reductora de la unidad de bombeo convencional Válvula de compuerta de 2" y 800 Lb. Roscada. Válvula de compuerta de 2" y 800Lb. Roscada. Válvula de compuerta de 2" y 800Lb. Roscada. Válvula de compuerta de 2" y 150Lb Bridada Válvula de compuerta de 1" y 800Lb. Roscada. Válvula antirretorno de 2" y 800Lb. Roscada. Válvula antirretorno de 2" y 800Lb. Roscada.	

para agregar un nuevo equipo asociado simplemente se hace clic sobre el formulario Registro de equipos y posteriormente se selecciona el equipo de la lista desplegable.

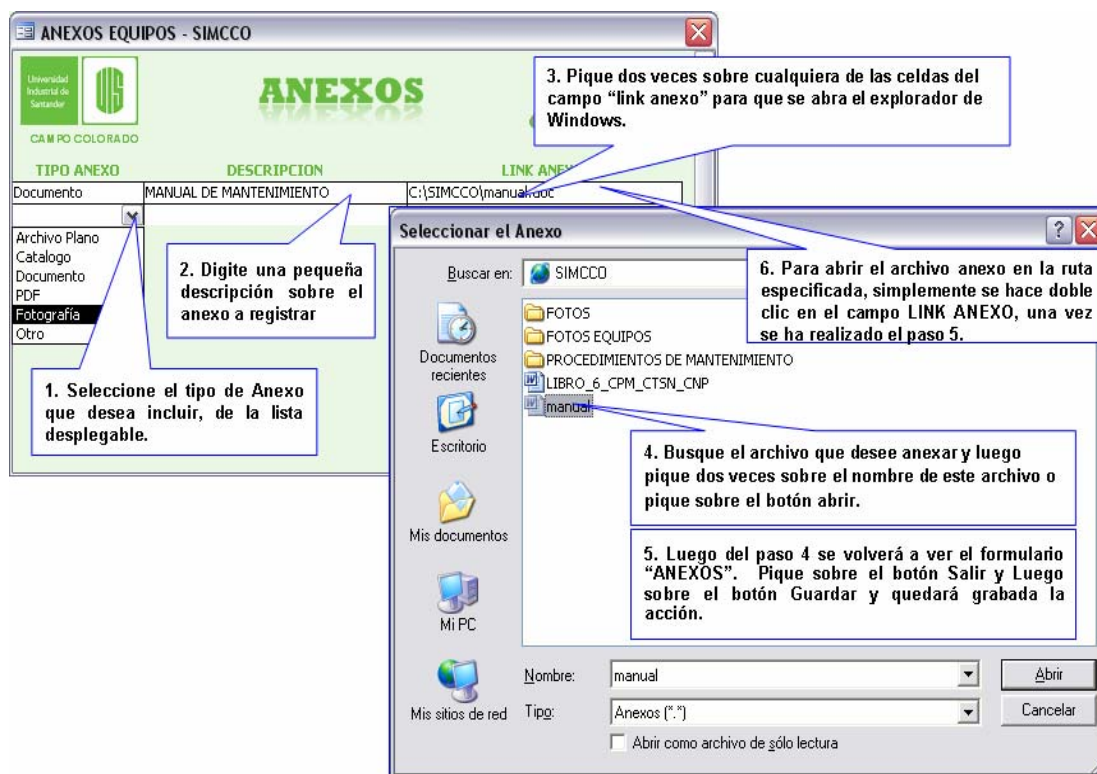
Salir

➤ *Registro de anexos para equipos.* Para agregar o modificar los registros relacionado con éste formulario adicional, se procede como se explica en la Figura 131, la cual muestra el registro de anexos para los equipos del campo. En este formulario se registra la documentación técnica disponible (catálogos, planos, fotos, manuales) para los equipos.

➤ *Registro de datos técnicos.* Para registrar las principales especificaciones técnicas de los equipos del campo se tiene el formulario adicional Datos Técnicos, donde se almacenan los datos técnicos mas relevantes de los equipos para disponer de esta información necesaria para su mantenimiento,

reposición, actualización y demás. Para llevar a cabo el registro de datos técnicos de equipos se procede como se muestra en la Figura 132.

Figura 131. Registro Anexos de Equipos.



➤ *Registro partes de equipos.* El registro de repuestos es similar al registro de datos técnicos, diferenciándose obviamente por los datos que se cargan y los formularios que se abren, consultan y modifican, pero los pasos son los mismos. En la Figura 133 se muestran los formularios que se trabajan para el registro de partes de equipos, siendo su registro similar al de datos técnicos.

➤ *Añadir fotografías de equipos.* Las fotos sirven para la identificación de los equipos del campo SIMCCO presenta dos campos con procedimientos para agregar fotografías y ampliar su resolución para mejor visualización. El funcionamiento de estos campos se muestran en las Figuras 134 y 135.

Figura 132. Registro Datos Técnicos de Equipos.

DATOS TECNICOS DE EQUIPOS - SIMCCO

Unidad Industrial de Santander
CAMPO COLORADO

DATOS TECNICOS

NOMBRE

Largo: 35 cm

Alto: [dropdown]
Ancho: [dropdown]
Peso: [dropdown]
Dímetro: [dropdown]
Calibre: [dropdown]

2. Digite una descripción sobre el dato técnico a registra.

3. Haga clic en el botón Agregar y aparece el Formulario Datos técnicos, donde se pica en agregar o modificar el dato técnico, después de picar y editar los datos, siga al paso 4.

4. Haga clic en el botón guardar y aparece el mensaje de confirmación "sus datos han sido guardados con éxito". Luego Pique sobre el botón salir y quedara de nuevo en el formulario Datos técnicos de Equipos, luego presione sobre el botón salir de éste formulario y aparecerá en el formulario registro Técnico de Equipos, pulse sobre el botón guardar y quedara grabada la acción.

DATOS TECNICOS - SIMCCO

Unidad Industrial de Santander
CAMPO COLORADO

DATOS TECNICOS

CODIGO: 75
NOMBRE: Nuevo dato técnico

CONSULTANDO...

Agregar Modificar Salir

SIMCCO

Sus Datos han sido guardados con Exito.

Aceptar

DATOS TECNICOS - SIMCCO

Unidad Industrial de Santander
CAMPO COLORADO

DATOS TECNICOS

CODIGO: 75
NOMBRE: Nuevo dato técnico

AGREGANDO...

Guardar Cancelar Salir

Figura 133. Formularios para Registro de Repuestos de Equipos.

LISTADO DE REPUESTOS - SIMCCO

Unidad Industrial de Santander
CAMPO COLORADO

LISTADO DE REPUESTOS

CODIGO	DESCRIPCION	REFERENCIA	CANT	MARCA	REFERENCIA
BP-RT-ME-03					
GP-RT-ME-01					
CH-RT-ME-01					
BC-RT-ME					

LIST_PARTES_EQUIPOS_PROV

Unidad Industrial de Santander
CAMPO COLORADO

PROVEEDORES

NOMBRE	DIRECCION	TELEFONO	CELULAR	REPRESENTANTE	CIUDAD
FERRETERIA REINA S.A.	Calle 41 no 27-01	(09706) 343575		Claudia p. Garrido	
FERRO ACERO LTDA	Calle 51 no 17-60	6522506 fax: 65225		Norberto Jimenez M.	
AGUAS Y AGUAS	Calle 49 no 27a-15 local	6431851 fax: 67807		Juan de Dios Londoño	
JORGE TRIANA & CIA. LT	Carrera 7A No 69-53	2101444 fax: 21719		Ing. Gregorio Salinas Castro	

Salir

Agregar Proveedores Salir

Figura 134. Registro de Fotografías de Equipos.



Figura 135. Como Ampliar la Fotografía del Equipo.



6.6.2. Registro de personal. La información concerniente al personal administrativo y operativo vinculado al mantenimiento del campo, se puede consignar en el formulario Personal. La información a almacenar en este formulario se encuentra dividida en dos secciones: la sección de datos

generales y el perfil del trabajador. La Figura 136, muestra como se hace el registro de personal para la ficha de datos generales y para la ficha Perfil el registro se puede ver en la Figura 137.

6.6.3. Registro de proveedores/contratistas/fabricantes. Éste Formulario se presenta la información de los Proveedores de repuestos, Contratistas (servicios) y Fabricantes de equipos relacionados con Campo Colorado, de manera ágil y sencilla. Posee un único formulario, en el cual se almacenan datos como son: Código y nombre del proveedor, contratista, y/o fabricante; tipo de servicio que presta, Nit, dirección, teléfono fijo y móvil, persona de contacto en la empresa, entre otros. La manera de realizar el registro de Proveedores/Contratistas/Fabricantes, se puede observar en la Figura 138.

6.6.4. Secciones, zonas y empresa. El registro de las *Secciones*, para el manejo de la documentación y la información del mantenimiento de campo Colorado se realiza a través de las funciones de los botones de control del formulario, éste registro permite el ingreso de nuevas secciones, la visualización y/o modificación de las existentes, según lo establezca la supervisión de mantenimiento del campo.

Campo Colorado se encuentra dividido en tres *Zonas*. Para registrar los datos del formulario Zonas se procede utilizando las funciones de los botones de control del formulario, ya sea para realizar un nuevo registro o modificar alguno ya existente. En el formulario se almacena información general de cada una de las zonas, conteniendo una pequeña descripción de la zona respectiva y la función para añadir al formulario fotos representativas de las mismas. Éste registro también se creo para asociarle a un equipo la zona a la cual pertenece en el momento de editarlo y así, poder cargar su información

en los formularios que la requieran, contribuyendo a facilitar su ubicación dentro de SIMCCO.

En el formulario *Empresa* se presenta la información general sobre el campo-escuela como organización, se almacenan algunos datos representativos del mismo, como son: Nombre, NIT, Representante Legal, entre otros. También presenta la función para el ingreso de una imagen característica del Campo-Escuela Colorado o de la UIS. En la Figura 139, se presentan los formularios: Empresa, Zonas, Secciones, enmarcando los botones de control de cada formulario, los cuales brindan las diferentes funciones para el manejo de dichos formularios.

6.6.5. Pozos y manifolds. Para poder identificar las unidades de bombeo y sus pozos asociados como unidades productivas y así diferenciarlas de los equipos individuales del campo, se agrupo en éste formulario la información histórica correspondiente a las características generales y técnicas de los pozos del campo junto con sus estados de operación.

El formulario Manifolds presenta una agrupación de las válvulas del campo al igual que sus datos técnicos más relevantes. En éste formulario se presenta gran parte de la información con respecto a los equipos de la Zona de Transporte. La Figura 140 presenta los formularios para realizar el registro técnico de los Manifolds y Pozos de Campo Colorado, para este caso sería el del colector VALV-01 y el Colorado 36, respectivamente. En ambos formularios se deben utilizar las funciones de sus botones de control respectivos, para llevar a cabo el registro de la información.

Figura 136. Registro de Personal, Ficha Datos Generales.

En la Ficha datos generales se ingresa la información mas general acerca del personal o empleado a registrar, con el fin de identificarlo posteriormente, para cargar su información en lo formularios de SIMCCO, que requieran dicha información.

CONSULTANDO...

DATOS GENERALES | PERFIL

CODIGO: 3
DOCUMENTO: 15821943
NOMBRE: Salomon
PRIMER APELLIDO: Galvis
SEGUNDO APELLIDO: Muñoz
DIRECCION: Av. Gonzales Valencia No. 35 67
CIUDAD: Bucaramanga
TELEFONO: 6345678

Cambiar Ampliar

Clic para cancelar la acción a realizar. 789

Clic para buscar un trabajador existente.

Clic para registrar un nuevo trabajador

Clic para modificar un trabajador existente.

Clic para guardar el registro de un nuevo empleado, o la modificación de uno ya existente.

Agregar Modificar Guardar Cancelar Buscar Salir Ultimo

Figura 137. Registro de Personal, Ficha Perfil del Empleado.

Los campos en azul subrayados sirven para crear el dato (por si no existe) que se necesite registrar al hacer clic sobre ellos, y si existe selecciónelo de la lista desplegable.

CONSULTANDO...

DATOS GENERALES | **PERFIL**

SECCION: MANTENIMIENTO
CARGO: Lider de Operaciones
TIPO DE TRABAJADOR: EMPLEADO
NIVEL DE ACCESO: OPERADOR
NIVEL ESCOLARIDAD: Tecnico
ESPECIALIDAD:

ESTUDIOS REALIZADOS:
Defina el tipo de usuario, para el nivel de acceso a SIMCCO
EXPERIENCIA LABORAL:
Pensionado de ECOPETROL

Clic para buscar un empleado existente en la lista de Personal del campo.

Pulse ESC o salir para abandonar el formulario personal.

Haga clic en Agregar o Modificar para poder adicionar los datos de un nuevo empleado o modificar los datos del que se visualice en el registro actual, respectivamente.

Clic para guardar el registro de un nuevo trabajador, o la modificación de uno ya existente.

Agregar Modificar Guardar Cancelar Buscar Salir Ultimo

Figura 138. Registro de Proveedores/Contratistas/Fabricantes.

Proveedores

Seleccione el tipo de elemento externo al campo por registrar, es decir, especifique si se trata de un proveedor, un contratista o de un fabricante de equipos.

PROVEEDORES CONTRATISTAS FABRICANTES

CONSULTANDO...

Clic para cancelar la acción a realizar.

Clic para buscar un equipo existente.

Haga clic en Agregar o Modificar para poder adicionar los datos de un nuevo empleado o modificar los datos del que se visualice en el registro actual, respectivamente.

Clic para guardar el registro de un nuevo equipo, o la modificación de uno ya existente.

Agregar Modificar Guardar Cancelar Buscar Salir

Figura 139. Formularios para Registro de Secciones, Zonas y Empresa.

Empresa - SIMCCO

CAMPO COLORADO

NOMBRE: CAMPO - ESCUELA COLORADO

NIT: 890 201 213- 4

CONVENIO: UIS - ECOPETROL

REPRESENTANTE LEGAL: COMITÉ DECISOR DEL CAMPO

DIRECCIÓN: SAN VICENTE DE CHUCURI (SANTANDER)

CIUDAD: YARIMA

TELEFONO: 6344000

MAIL: camposcuela1@uis.edu.co

Universidad Industrial de Santander

CAMPO COLORADO

Cambiar Ampliar

Guardar Modificar Salir

Para agregar las fotos en estos formularios se siguen los pasos ya explicados para registrar las fotografías de los equipos del campo.

Haga clic en Agregar o Modificar para poder adicionar los datos de un nuevo empleado o modificar los datos del que se visualice en el registro actual, respectivamente.

Clic para guardar el registro de un nuevo equipo, o la modificación de uno ya existente.

Agregar Modificar Guardar Salir

Figura 140. Registro de Manifolds y Pozos.

DATOS DE IDENTIFICACION GENERAL DE POZOS - SIMCCO

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
CAMPO COLORADO

POZOS

CONSULTANDO...

NOMBRE: COLORADO 36 CODIGO: C-36
ESTADO: POZO ACTIVO PARA PRODUCCION ZONA:
ELEVACION TERRENO: 400
ELEVACION ROTATORIA: 400,07
TAPONADO A: 2435
PROFUNDIDAD TOTAL: 6048
INICIO PERFORACION: 16/07/1957
PERFORACION COMPLETA: 27/09/1957
COORDENADA NORTE: 1245011,5
COORDENADA ESTE: 1038566,88

[Equipos Asociados] Anexos

Agregar Modificar Guardar Cancelar

DATOS DE IDENTIFICACION GENERAL TECNICA DE MANIFOLDS - SIMCCO

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
CAMPO COLORADO

MANIFOLDS

CONSULTANDO...

NOMBRE: MANIFOLD CODIGO: VALV-09
ESTADO: EQUIPO EN OPERACION ZONA:
No VALS DE COMPUERTA: 2 FECHA SALIDA:
No VALS ANTIRRETORNO: 1 COORDENADA ESTE: 1241462,63
No LINEAS ASOCIADAS: 5 COORDENADA NORTE: 1038281,69
No INVENTARIO: 4563232
FECHA ADQUISICION: 30/10/1961
VALOR ADQUISICION: 1241462,63
FECHA MONTAJE: 13/03/1962
VALOR MONTAJE: 1038281,69

OBSERVACIONES:

Cambiar Ampliar

Equipos Asociados Anexos

Agregar Modificar Guardar Cancelar Buscar Salir

Haga clic en Agregar o Modificar para poder adicionar los datos de un nuevo empleado o modificar los datos del que se visualice en el registro actual, respectivamente.

Para agregar las fotos a los Pozos y Manifolds se siguen los pasos ya explicados para registrar las fotografías de los equipos del campo.

6.7. MANEJO MÓDULO INVENTARIO Y ALMACÉN

Éste módulo junto con el módulo Campo Escuela Colorado son los primeros en los cuales se ingresan las entradas para que el sistema las procese y arroje las salidas definidas por los requerimientos ya analizados, que se lograron satisfacer con el diseño y la aplicación del Sistema de Información para Mantenimiento de Campo Colorado. Presenta siete formularios los cuales son: Herramientas, Materiales, Repuestos, Movimientos de Almacén, Ajustes de Inventario, kardex, e Inventario de Equipos.

6.7.1 Registro de herramientas, materiales y repuestos. Estos tres formularios fueron diseñados con el fin de recopilar y disponer fácilmente de la información referente a los diferentes Repuestos, Materiales y

Herramientas utilizadas en las actividades de mantenimiento, para llevar a cabo un eficiente cumplimiento de la función mantenimiento en el campo.

➤ **Herramientas.** Para poder registrar cada una de las Herramientas a utilizar en el mantenimiento de los equipos de Campo Colorado, fue diseñado el formulario Herramientas, donde se especifican su nombre, código, ubicación, tipo, propiedad, marca, proveedor, referencia, cantidad existente, stock mínimo, stock máximo, valor compra, fecha de compra, y observaciones sobre sus características de uso y aplicación (ver registro de herramientas en la Figura 141). Para crear un nuevo registro de herramientas, en el módulo *Inventario y Almacén* abra el formulario *herramientas*, al abrirse el formulario pique en *Agregar* y digite o seleccione la información correspondiente, pique en *Guardar* y el registro quedara creado, para editar o buscar un registro, seleccione el código de la herramienta y a continuación pique sobre el botón *Modificar* o *Buscar* según lo requiera. Recuerde llenar los campos obligatorios, para poder guardar el registro.

Figura 141. Registro de Herramientas.

REGISTRO DE HERRAMIENTAS - SIMCCO

Unidad Industrial de Santander

HERRAMIENTAS

CAMPO COLORADO

Ingrese el nombre y código del registro

NOMBRE: Bota-pasador

CODIGO: BP-HT-ME

UBICACION: ALMACEN

TIPO HERRAMIENTA: Campo

PROPIEDAD: Propia

REFERENCIA: III-980

CANTIDAD EXISTENTE: 100

VALOR COMPRA: 50000

FECHA COMPRA: 01-May-07

Selecione el Proveedor de la lista desplegable

TK ASME API INGENIEROS EU

Selecione el tipo y la propiedad (propia, contratada) de la herramienta.

CONSULTANDO...

HERRAMIENTA DE CAMPO

Clic para agregar el registro de una nueva herramienta.

Clic para modificar la información de un repuesto ya creado.

Clic para buscar una herramienta existente.

Agregar Modificar Buscar Salir

1/26

➤ **Materiales.** Este formulario incluye información detallada sobre cada uno de los Materiales requeridos para llevar a cabo las labores de mantenimiento. Contiene información sobre el nombre, código, ubicación, tipo de material e insumo, referencia, unidad física, proveedor, cantidad existente, valor compra, fecha de compra, y observaciones sobre sus características de uso y aplicación. Además posee campos para estimar el stock mínimo y máximo que debe existir del material o insumo, con el fin de generar a partir de estos datos alarmas que indiquen el exceso o carencia del mismo. Para crear un nuevo registro de material o insumo, abra el formulario *Materiales*, haga clic en *Agregar* y digite o seleccione la información correspondiente, pique en *Guardar* y el registro quedara almacenado, para editar o buscar un registro, seleccione el código del material o insumo y a continuación pique sobre el botón *Modificar* o *Buscar* según lo requiera. Recuerde llenar los campos obligatorios, para poder guardar el registro (ver registro en la Figura 142).

Figura 142. Registro de Materiales.

Registro de Materiales - SIMCCO

MATERIALES

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

CAMPO COLORADO

NOMBRE: Aceite EP (extrema Presión), grado de viscosidad ISO 460

CODIGO: AL-MT-CS-01

UBICACION: Seleccione el tipo de material (consumible, insumo, implemento de seguridad).

TIPO: Consumible

REFERENCIA: 435353

UNIDAD: Galones

PROVEEDOR: CHESTERTON

OBSERVACIONES

STOCK MAXIMO: 33

VALOR COMPRA: 44666

FECHA COMPRA: 05/05/2007

HABILITADO

CONSULTANDO...

Agregar Modificar Buscar Salir

Guardar Cancelar Buscar Salir

Ingrese el nombre y código del registro

Seleccione el tipo de material (consumible, insumo, implemento de seguridad).

Seleccione el Proveedor de la lista desplegable

Clic para modificar la información de un repuesto ya creado.

Clic para agregar el registro de una nueva herramienta. Instantáneamente se cambia a la visualización de la figura de la derecha, cuando termine de llenar la información haga clic en guardar y el registro quedará creado

Clic para buscar una herramienta existente.

➤ **Repuestos.** Este formulario contiene información específica sobre cada uno de los *repuestos* existentes en el almacén de repuestos del campo, los instalados en los equipos y los pendientes por adquirir. Aparte de tener información sobre el nombre, código, ubicación, tipo de repuesto, modelo, marca, referencia, proveedor, existencias operando, existencias almacenadas, fecha de compra, precio unitario de compra, y un campo para almacenar observaciones acerca de fecha de instalación y cambio, vida útil estimada, y características de uso y aplicación. También posee campos para estimar el stock mínimo y máximo que debe existir del repuesto, con el fin de generar a partir de estos datos alarmas que indiquen el exceso o insuficiencia del mismo. Para crear un nuevo registro de *repuesto* (ver registro en la Figura 143), abra el formulario *Repuestos*, al abrirse el formulario pique en *Agregar* y digite o seleccione la información correspondiente, haga clic en *Guardar* y el registro quedara guardado, para editar o buscar un registro, seleccione el código del repuesto y a continuación pique sobre el botón *Modificar* o *Buscar* según lo requiera. Recuerde llenar los campos obligatorios, para poder guardar el registro.

Figura 143. Registro de Repuestos.

The screenshot shows a web application window titled "Registro de Repuestos - SIMCCO". The form is for managing spare parts (Repuestos) and includes the following fields and controls:

- Unit Selection:** A dropdown menu labeled "Unidad de Bomba" with the selected option "para UB LUPIN TC-322".
- Form Fields:**
 - NOMBRE:** Input field with "GP-RT-ME" entered.
 - CODIGO:** Input field with "GP-RT-ME" entered.
 - UBICACION:** Input field.
 - TIPO REPUESTO:** Dropdown menu with "Mecánico" selected.
 - MODELO:** Input field with "Jufkin TC-322" entered.
 - MARCA:** Input field.
 - REFERENCIA:** Input field.
 - PROVEEDOR:** Dropdown menu with "API INGENIEROS EU" selected.
 - EXIST OPERANDO:** Input field with "7" entered.
 - EXIST ALMACENADA:** Input field with "0" entered.
 - FECHA COMPRA:** Input field with "20/04/2007" entered.
 - VALOR COMPRA:** Input field with "1" entered.
 - HABILITADO:** Checkmark box that is checked.
- Buttons:** "Agregar", "Modificar", "Buscar", and "Salir" are located at the bottom of the form.
- Callout Boxes:**
 - Top left: "Seleccione el tipo de material (consumible, insumo, implemento de seguridad)." pointing to the "Unidad de Bomba" dropdown.
 - Top center: "Ingrese el nombre y código del registro" pointing to the "NOMBRE" and "CODIGO" fields.
 - Top right: "Seleccione el Proveedor de la lista desplegable" pointing to the "PROVEEDOR" dropdown.
 - Bottom left: "Haga Clic aquí para agregar un nuevo registro. Instantáneamente se cambia la visualización (de los botones de control), cuando termine de llenar la información haga clic en guardar y el registro quedará creado." pointing to the "Agregar" button.
 - Bottom center: "Clic para modificar la información de un repuesto ya creado." pointing to the "Modificar" button.
 - Bottom right: "Clic para buscar una herramienta existente." pointing to the "Buscar" button.

6.7.2. Registro movimientos de almacén, ajustes de inventario y kardex. Se incluyeron los formularios Movimientos de Almacén, Ajustes de Inventario, y Kardex en los cuales se podrán registrar todos aquellos movimientos de insumos y repuestos, para tener así un pleno control de las existencias y los costos de los recursos existentes para el mantenimiento.

➤ **Movimientos de almacén.** Cada vez que haya entrada y salida de recursos al almacén y/o las zonas del campo, el usuario deberá registrar en el sistema de información la entrada y/o salida de dichos recursos, para poder conocer sus movimientos en el transcurso del tiempo. En la Figura 144, se puede observar el registro para el formulario Movimientos de Almacén.

Figura 144. Registro Movimientos de Almacén.

MOVIMIENTOS DE ALMACEN - SIMCCO

Universidad Industrial de Santander
CAMPO COLOREADO

PROVEEDOR FERRETERIA REINA S.A. **FECHA** 19-Abr-07 **E/S** Entrada

DOCUMENTO DC-LG-01 **RESPONSABLE** SALOMON

Herramientas | Materiales | Partes

Codig	Descripcion	Unidad	Valor	Existencia	Cantidad
LG-HT-	Llave de golpe	0	30.000	80	5

Callout boxes:

- Indique que tipo de movimiento es ¿entrada o salida?
- Ingresar Fecha y el responsable del movimiento.
- Seleccione el proveedor del recurso
- Seleccione el tipo de recurso al cual se le realizará el movimiento (HRTA, MTRL, RPTO).
- Seleccione el recurso en particular al cual se le realizará el movimiento.
- Hacer clic Para guardar el movimiento del recurso.
- Haga clic aquí, para Buscar un registro ya creado
- Hacer clic para registrar un nuevo movimiento de recursos.
- Hacer clic acá, para limpiar los datos del actual registro

CONSULTANDO... Agregar Guardar Limpiar Buscar Salir

➤ **Ajustes de inventario.** Con este formulario el usuario puede actualizar las existencias de los recursos de las diferentes zonas del campo. El registro de información para este formulario se observa en la Figura 145.

Figura 145. Registro Ajustes de Inventario.

AJUSTES DE INVENTARIO

Documento: 142 Fecha: 21-Mar-07 Responsable: SALOMON GALVIS SUPERVISOR

Herramientas Materiales Partes

Codigo	Descripcion	VALOR	EXIST.	CANTIDAD	AJUSTE
H5-HT-TA	Hombre solo	0	33	2	-31
LM-HT-TA	Llave mixta de 1 5/8 de pulgada	4.444	115	110	-5
GR-HT-TA	Grasera de 35 Lb.	0	30	30	0
		0	0	0	0

ADICIONANDO... Agregar Guardar Limpiar Buscar Salir

178 142 -36

➤ **Kardex.** Por medio de este formulario el usuario puede conocer los últimos movimientos de los repuestos, herramientas y materiales gastados a partir de órdenes de trabajo; y saber la cantidad real existente en cada zona de Campo Colorado. El personal encargado de administrar el software puede hacer consulta de movimientos de materiales conociendo el tipo de suministro (material, herramienta, repuesto), y el nombre específico del recurso a consultar. En la Figura 146 se muestra la información a consultar en el formulario Kardex. Hay que señalar que en este formulario no se manejan costos de los repuestos, aquí solo se pueden observar los movimientos de entradas y salidas de éstos y a su vez, se puede observar a qué se deben esas entradas o salidas, ya sea por el cierre de Ordenes de Trabajo, por ajuste de inventarios o por el ingreso o entrada de nuevos insumos o repuestos a las zonas del campo correspondientes. En los títulos de este formulario hay unas abreviaturas que son las siguientes:

CANT ANT: Significa Cantidad Antes de la fecha en mención (la que se encuentra en el campo “FECHA” de este formulario).

CANT ACT: Significa Cantidad Actual, corresponde a la fecha en que se está visualizando este formulario.

CANT E y CANT S: Significa Cantidad Entradas y Cantidad Salidas respectivamente, que han habido últimamente.

Figura 146. Registro Kardex.

DOCUMENTO	TIPO	TIPO SUMINISTRO	DESCRIPCION	FECHA
2	2	Herramientas	Acetite EP (extrema Presión), grado de viscosidad ISO 460	
232	4	Partes	Laminas de asbesto para empaque	04Jun-07
232	4	Partes	Protector Auditivo	04Jun-07
232	4	Partes	Silicona	04Jun-07
232	4	Partes	Trapo	04Jun-07
232	4	Partes	Varsol	04Jun-07
232	4	Partes	Arnés	04Jun-07
232	4	Partes	Tuerca para Pasador	04Jun-07
232	4	Partes	Tuerca para Pasador	04Jun-07
UT-9955	1	Partes	Llave mixta	04Jun-07
UT-9955	1	Partes	Rueda de	04Jun-07
UT-9955	1	Partes	Tuerca para	04Jun-07
UT-9955	1	Partes	Trapo	04Jun-07
UT-9955	1	Partes	Llave mixta de 1 1/4 de pulgada	04Jun-07
UT-9955	1	Partes	Varsol	04Jun-07
20070061	2	Partes	Llaves mixta de 7/8 de pulgada	04Jun-07
20070061	2	Partes	Chaveta LUFKIN TC-57A	04Jun-07
20070061	2	Partes	Parte nueva	04Jun-07
234	4	Partes	Trapo	04Jun-07
234	4	Partes	Hombre solo	04Jun-07

6.7.3. Inventario de equipos. Por último se encuentra el formulario Inventario de Equipos, que permite buscar registros sobre cada uno de los equipos del campo anteriormente mencionados, con el fin de disponer fácilmente de la información necesaria para su ubicación y selección. Éste formulario contiene información específica sobre el inventario de equipos del campo, en él se pueden buscar dichos equipos por criterios como: código, nombre, zona, estado o condición del equipo, numero de Inventario o Tipo de equipo; con la finalidad de ubicar un equipo en particular (ver consulta del formulario en la Figura 147); también desde aquí se pueden modificar los datos y registros de los equipos existentes en el campo.

Figura 147. Consulta del Inventario General de Equipos.

NOMBRE:	OPCIONES	SELECCIONE	CODIGO:	ESTADO:	No. INVENTARIO:	TIPO EQUIPO:
Caja reductora de la unidad de bombeo	Zona de Produccion de Crudo	Código	GB-2150-01	EQUIPO EN OPERACIÓN	232654-6	Caja
Válvula de compuerta de 2" y 800 Lb. R	Zona de Produccion de Crudo	Estado del Equipo	VR-2800-07	EQUIPO EN OPERACIÓN		Valvula de Compuerta
Válvula de compuerta de 2" y 800Lb. R	Zona de Produccion de Crudo	Número de Inventario	VR-2800-08	EQUIPO EN OPERACIÓN		Valvula de Compuerta
Válvula de compuerta de 2" y 800Lb. R	Zona de Produccion de Crudo	Tipo de Equipo	VR-2800-09	EQUIPO EN OPERACIÓN		Valvula de Compuerta
Válvula de compuerta de 2" y 150Lb. R	Zona de Produccion de Crudo		VR-2150-09	EQUIPO EN OPERACIÓN		Valvula de Compuerta
Válvula de compuerta de 1" y 800Lb. R	Zona de Produccion de Crudo		VR-1800-04	EQUIPO EN OPERACIÓN		Valvula de Compuerta
Válvula antirretorno de 2" y 800Lb. R	Zona de Produccion de Crudo		AR-2800-13	EQUIPO EN OPERACIÓN		Valvula Antirretorno
Válvula antirretorno de 2" y 800Lb. R	Zona de Produccion de Crudo		AR-2800-14	EQUIPO EN OPERACIÓN		Valvula Antirretorno
Caja reductora de la unidad de bombeo	Zona de Produccion de Crudo		GB-411A-02	NO OPERA POR ESTADO DEFICIENTE		Caja
Crank izquierdo unidad de bombeo	Zona de Produccion de Crudo		GB-411B-02	NO OPERA POR ESTADO DEFICIENTE		Caja
Crank derecho unidad de bombeo	Zona de Produccion de Crudo		KI-411B-02	NO OPERA POR ESTADO DEFICIENTE		Crank Izquierdo
Válvula de compuerta de 2" y 800 Lb. R	Zona de Produccion de Crudo		KD-411B-02	NO OPERA POR ESTADO DEFICIENTE		Crank Derecho
Caja reductora de la unidad de bombeo	Zona de Produccion de Crudo		VR-2800-08	EQUIPO EN OPERACIÓN		Valvula de Compuerta
Freno de la unidad de bombeo	Zona de Produccion de Crudo		GB-322-05			Caja
Chumacera de cola de la unidad de bombeo	Zona de Produccion de Crudo		FR-322-05			Freno de la unidad de bombeo
	Zona de Produccion de Crudo		CO-322-05			Chumacera de Cola

6.8. MANEJO MÓDULO MANTENIMIENTO

Éste es el módulo fundamental de SIMCCO, puesto que en él se lleva a cabo la Planeación y Programación de los procedimientos y actividades de mantenimiento, se crean y diligencian las solicitudes de servicio para mantenimientos correctivos, se generan las ordenes de trabajo por mantenimientos programados y por mantenimientos correctivos y se manejan los costos asociados a las labores de mantenimiento del campo. El módulo Mantenimiento está conformado por siete formularios que son: Ordenes de Trabajo, Solicitud de Servicio, Cronograma Actual, Tarjeta de Costos, Procedimientos (de mantenimiento), Equipos Inspección, y Equipos Lubricación.

6.8.1. Registro de ordenes de trabajo. Este es uno de los formularios más importantes de SIMCCO ya que por medio de él se pueden registrar las

órdenes de trabajo, sean programadas o no programadas. Si son programadas el sistema genera automáticamente las órdenes de trabajo de acuerdo a las fechas en que se hayan programado, según los “planes de mantenimiento” para el campo.

Por defecto este formulario crea las órdenes de trabajo en estado “abierta” y una vez ejecutadas dichas tareas es posible cerrarlas después de hacer clic en “modificación” para posteriormente cambiar su estado al de “ejecutadas”. Este formulario cuenta con unas pestañas en las cuáles es posible cargar recursos a una orden de trabajo, es así como se carga la información de los formularios: Personal (trabajadores necesarios para llevar a cabo las labores de mantenimiento); Herramientas, Materiales y Repuestos (recursos físicos para realizar las tareas). En la pestaña Costos se cuantifican el valor de los recursos mencionados anteriormente, tanto estimados como reales. También hay una pestaña para hacer referencia a las actividades que fueron realizadas, así como un formulario de observaciones en caso tal que existan.

➤ **Datos Generales.** Por medio de esta pestaña el usuario conoce el estado general, prioridad y procedencia de una orden de trabajo; datos de identificación del equipo a intervenir tales como: nombre, código, estado y zona a la cual pertenece; encargado de la orden de trabajo y quien la aprueba.

Para esta sección del formulario ordenes de trabajo (datos generales), el registro de información se observa en la Figura 148.

➤ **Actividades.** Por medio de esta sección el usuario puede cargar a una orden de trabajo los diferentes procedimientos de mantenimiento y sus actividades asociadas, al igual que especifica el tipo de mantenimiento, su

frecuencia, y el tipo de trabajo a realizar. También se puede programar y planear los tiempos previstos de ejecución de una actividad, de igual manera al ejecutarse una orden se ingresarían los tiempos reales, con el fin de obtener los tiempos de parada del equipo con los cuáles es posible evaluar indicadores de gestión. (ver registro de actividades en la Figura 149).

Figura 148. Registro O.T. Sección Datos Generales.

➤ **Materiales/Repuestos/Herramientas.** En ésta sección se cargan los recursos de mantenimiento a utilizar en determinada orden de trabajo y los costos de cada uno de éstos, como se muestra. Los recursos de mantenimiento inicialmente se cargan como estimados, pero al ejecutarse la orden de trabajo, se almacenan los recursos realmente utilizados, para obtener indicadores sobre costos de mantenimiento. (ver registro de recursos en la Figura 150).

Figura 149. Registro O.T. Sección Actividades.

Programacion de Ordenes de Trabajo - SIMCCO

ORDENES DE TRABAJO

NÚMERO: 20070651

DATOS GENERALES ACTIVIDADES MTRL/REPT/HRTA PERSONAL COSTOS OBSERVACIONES

PROCEDIMIENTO:

CÓDIGO: PM-01-UB FRECUENCIA ACTIVIDAD: Diaria

NOMBRE: Procedimiento Preventivo Unidades de Bombeo

TIPO DE MANTENIMIENTO: Mantenimiento Preventivo No Programado TRABAJO DE TIPO: Eléctrico

MANO DE OBRA: ☐ Interna ☐ Contratada

CONTROL DE TIEMPO ESTIMADO:

Fecha de Inicio: 08/03/2007 Fecha de Terminación: 08/03/2007

Hora de Inicio: 03:00 Hora de Terminación: 12:00

CONTROL DE TIEMPO REAL:

Fecha de Inicio: 01/08/2007 Fecha de Terminación: 08/08/2007

Hora de Inicio: 06:00 Hora de Terminación: 12:00

1. En estos campos se ingresa la información correspondiente a los instructivos de mantenimiento para campo Colorado, que se carga del formulario Procedimientos.

2. Especificar el tipo de mano de obra a utilizar en la intervención.

3. Control de tiempos de operación de equipo, para cálculo de indicadores de gestión. La hora está en formato de 24 HR, y las fechas corresponden al día,mes,año.

Agregar Modificar Guardar Cancelar Buscar Salir

14/558

Figura 150. Registro O.T. Sección Materiales/Repuestos/Herramientas.

Programacion de Ordenes de Trabajo - SIMCCO

ORDENES DE TRABAJO

NÚMERO: 20070651

DATOS GENERALES ACTIVIDADES MTRL/REPT/HRTA PERSONAL COSTOS OBSERVACIONES

MATERIALES:

CH-RT-ME-01 Chaveta LUPKIN TC-322C

TP-RT-ME-01 Tuerca para Pasador, LUFKIN

GB-RT-ME-01 Rueda de Baja, LUFKIN

REPUESTOS:

Codigo	Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
CH-RT-ME-01	Chaveta LUPKIN TC-322C	22	\$ 1,00	\$ 22,00
TP-RT-ME-01	Tuerca para Pasador, LUFKIN	0	\$ 1,00	\$ 0,00
GB-RT-ME-01	Rueda de Baja, LUFKIN	0	\$ 1,00	\$ 0,00

HERRAMIENTAS:

Codigo	Descripción	Referencia	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
LM-HT-TA-01	Llave mixta de 1 5/8 de pulgada	0	344	\$ 0,00	\$ 0,00

Se cargan los repuestos, materiales, y herramientas que se han utilizado en el mantenimiento, así como las cantidades (inicialmente se programa la O.T con estos aspectos previstos, para ingresar los datos reales, cuando se haya ejecutado la O.T). Aquí funcionan las teclas de funciones para buscar el Insumo o Repuesto; para cargar el Insumo o Repuesto que se seleccione; para mirar qué cantidades, del insumo o repuesto seleccionado, hay en cada zona. Se puede ver la información del Insumo o Repuesto seleccionado después de dársele doble clic a cualquier campo "Descripción" de las listas que se observan en esta figura.

Registro: 14/558

Agregar Modificar Guardar Cancelar Buscar Salir

14/558

➤ **Personal.** En ésta sección el usuario puede cargar los datos de los empleados o contratistas que ejecutaron determinada orden de trabajo, así

como el costo de las horas-hombre (previstas y reales) del personal encargado de dicha orden. El registro de la información para la sección Personal del formulario Ordenes de Trabajo se puede ver en la Figura 151.

Figura 151. Registro O.T. Sección Personal.

Nombre	Tipo	Fecha Ini	Fecha Fin	Tipo Hora	H.E.	Val Hora E.	Valor E.	H.R.	Val Hora R.	Valor R.
Margarita Botello Garavito	EMPLEADO	02/02/2007	06/06/2007	No asignado	10	\$ 800.000,00	\$ 8.000.000,00	23	\$ 2.443,00	\$ 56.189,00

➤ **Costos.** En la sección Costos del formulario Ordenes de Trabajo, se dispone de la información correspondiente a los costos (previstos y reales) de mantenimiento de determinada orden de trabajo, para obtener información a utilizar en indicadores de gestión sobre costos del mantenimiento de equipos. En la Figura 152 se presenta el registro de costos de mantenimiento.

➤ **Observaciones.** En la sección Observaciones del formulario Ordenes de Trabajo, se consigna información general sobre las acciones a realizar o las realizadas en alguna determinada orden de trabajo (ver registro y descripción de la información para la sección Observaciones, en la Figura 153).

Figura 152. Registro O.T. Sección Costos de Mantenimiento.

OrdenTrabajo : Formulario

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
CAMPUS COLOMBIANO

ORDENES DE TRABAJO

NÚMERO: 20070651

CONSULTANDO...

DATOS GENERALES ACTIVIDADES MTRL/REPT/HR.TA PERSONAL COSTOS OBSERVACIONES

COSTOS PREVISTOS		COSTOS REALES	
Mano de Obra Interna:	\$ 8.000.000,00	Mano de Obra Interna:	\$ 56.189,00
Mano de Obra Contratada:	\$ 8.000.000,00	Mano de Obra Contratada:	\$ 56.189,00
Total de Materiales:	\$ 2,00	Total de Materiales:	\$ 5.336,00
Total de Repuestos:	\$ 33.000.000,00	Total de Repuestos:	\$ 11.500.622,00
Total Herramientas:	\$ 0,00	Total Herramientas:	\$ 1.184.392,00
Total Costos:	\$ 33.000.002,00	Total Costos:	\$ 12.690.350,00
Total Mano de Obra:	\$ 16.000.000,00	Total Mano de Obra:	\$ 112.378,00

Carga los costos previstos de los recursos físicos y humanos utilizados para la intervención de los equipos, al crear la O.T.

Ingresar los costos reales de los recursos físicos y humanos utilizados para la intervención de los equipos, al ejecutar la O.T.

Agregar Descargar Salir

Figura 153. Registro O.T. Sección Observaciones.

OrdenTrabajo : Formulario

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
CAMPUS COLOMBIANO

ORDENES DE TRABAJO

NÚMERO: 20070651

CONSULTANDO...

DATOS GENERALES ACTIVIDADES MTRL/REPT/HR.TA PERSONAL COSTOS OBSERVACIONES

OBSERVACION: INFORMACION VARIA ACERCA DE LA ACTIVIDAD Y/O PROCEDIMIENTO REALIZADO, POR EJEMPLO EL REGISTRO DEL EXCESO O INSUFICIENCIA DE UN RECURSO DE MANTENIMIENTO

ACCION: DESCRIPCION DE LA ACCION LLEVADA A CABO

PREVENCIÓN: SI SE PRESENTA LA FALLA DURANTE LA ACTIVIDAD AQUÍ SE INGRESA UNA RECOMENDACION O ACTIVIDAD DE PREVENCIÓN PARA LA FALLA

En estos campos de texto se ingresan las observaciones relacionadas con la O.T. las actividades realizadas y en caso de fallas o imprevistos una propuesta de solución inmediata.

Agregar Modificar Guardar Cancelar Buscar Salir

14/558

6.8.2. Registro de solicitudes de servicio. Son la base para el trabajo de planeación y programación; son el resultado de una inspección o falla observada. La S.S puede ser solicitada por los empleados de la empresa, incluido mantenimiento, en este último caso son provenientes de las

inspecciones o rondas realizadas por el personal y los programas sistemáticos. Cada solicitud debe ser aprobada por el coordinador de mantenimiento. Para crear una solicitud de servicio el usuario puede hacerlo desde el módulo de mantenimiento que se ve en el menú principal y hacer clic en solicitud de servicio, una vez abierto el formulario de solicitudes de servicio. Cuando se llenen los campos de solicitante, sección, zona y equipo se deben seleccionar desde las listas desplegables dónde esté el respectivo nombre, el sistema automáticamente pondrá el código del ítem correspondiente. (Ver registro en la Figura 154).

Figura 154. Registro Solicitudes de Servicio.

SOLICITUD DE SERVICIO - SIMCCO

Universidad Industrial de Santander
CAMPO COLORADO

SOLICITUDES DE SERVICIO

CONSULTANDO...

Solicitud No. 20070006 Fecha Cumplimiento 13/06/2007 Hora Cumplimiento 08:00
Fecha Entrega 14/06/2007 Hora Entrega 11:00

SOLICITANTE: 0006 SALOMONGALVISUPERVISOR
EQUIPO: VB-3150-13 Válvula de compuerta de 3" y 150Lb. Bridada
ZONA: 4 Zona de Transporte de Crudo
TRABAJO DE TIPO: Hidráulico
PRIORIDAD: Urgente
TIPO DAÑO: PARCIAL
APRUEBA: FERNANDO CALVETE INGENIERO
OBSERVACIONES

RELIBIO: SALOMON GALVIS SUPERVISOR
Estado de la Solicitud: Sin OT Con OT Cancelada

DESCRIPCION DEL TRABAJO ESTADADO

Recuérdese que solo se pueden agregar o modificar datos según tipo de usuario y después de picar sobre modificar o adicionar.

Agregar Modificar Guardar

6.8.3. Cronograma actual. Por medio de éste formulario el usuario puede consultar todas las órdenes de trabajo de cualquier tipo, sean programadas o no programadas para determinado intervalo de tiempo, ya sea anual,

semestral o mensual. Para ello se cuenta con una matriz, frecuencia de la actividad sobre un equipo, versus, las 52 semanas del año; en la cual están las ordenes de trabajo consultadas en el intervalo de tiempo definido. El usuario también se puede remitir desde este formulario a las ordenes de trabajo presentadas en la matriz, para tener una mejor percepción sobre las actividades asociadas a la orden de trabajo en cuestión. La mejor forma de consulta de este formulario se expone en la Figura 155.

Figura 155. Consulta Formulario Cronograma Actual.

CRONOGRAMA ANUAL DE MANTENIMIENTOS - SIMCCO

Universidad San Carlos
CAMPO COLORADO

CRONOGRAMA ACTUAL

Seleccione la Fecha: 01/01/2007 y 12/12/2007 Zona: Zona de Produccion de Crudo

IDCODIGO	EQUIPO	FRECUENCIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
GB-322-01	Caja reductora de la unidad de bi	Diana		1				1	1				1	1													
VR-1800-04	Válvula de compuerta de 11 y 80L	Semana		2	2			2	2	2		2															
GB-322-04	Caja reductora de la unidad de bi	MCTV		8	8			8																			
KD-322B-03	Crank derecho	Trimestral		4																							
CE-322-07	Chumacera de centro	Trimestral																									
AR-2800-04	Válvula antirretorno de 21 y 800L	Trimestral																									
GB-322B-02	Caja reductora de la unidad de bi	MCTV						8																			
VR-1800-03	Válvula de compuerta y 11 y 800L	Trimestral													4	4				4	4						
VR-2800-06	Válvula de compuerta de 21 y 80L	Diana												1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Ingrese las fechas de consulta de O.T. Estas fechas deben estar contenidas en el mismo año.

Seleccione la zona del campo, de la cual desee saber las actividades de mantenimiento, según el cronograma anual de mantenimiento para el campo.

Salir

6.8.4. Tarjeta de costos. Se utiliza para llevar los costos de mantenimiento por equipos o zonas del campo. Es un formulario únicamente para visualización y consulta, que se alimenta de las O.T ejecutadas, especificando para ello, el equipo o zona a consultar y el período de tiempo para el cual se quieren conocer los costos. Se pueden observar detalles sobre los costos de mano de obra interna y contratada, repuestos, materiales y otros aspectos que se requieran para llevar a cabo las labores de mantenimiento. La manera de consultar el formulario Tarjeta de Costos se puede observar en la Figura 156.

Figura 156. Consulta Formulario Tarjeta de Costos.

3. Seleccione desde los desplegables los datos correspondientes a Zona y Equipo, y el sistema cargará automáticamente el código de estos campos.

1. Seleccione el tipo de consulta a realizar: por equipo, por orden de trabajo o por zona.

2. Seleccione el número de la O.T. a consultar. Si se decide a hacer la consulta por O.T.

Presione el botón consultar para visualizar los cálculos de costos.

Haga clic aquí para salir del formulario.

COSTOS REALES	
Mano de Obra Interna:	\$ 56.189,00
Mano de Obra Contratada:	\$ 56.189,00
Total de Materiales:	\$ 5.336,00
Total de Repuestos:	\$ 11.500.622,00
Total Herramientas:	\$ 1.184.392,00
Total Costos:	\$ 12.690.350,00
Total Mano de Obra:	\$ 112.378,00

Consultar Salir

6.8.5. Registro de procedimientos. Por medio de éste formulario se pueden ingresar nuevos protocolos de mantenimiento y sus actividades respectivas, frecuencias y tipos de mantenimiento, al igual que los tipos de trabajo a realizar en las ordenes de trabajo. Con la información consignada en este formulario se cargan los datos necesarios para las actividades que se programan en las ordenes de trabajo y las tareas a incluir y especificar en las mismas. El formulario Procedimientos está conformado por cinco formularios adicionales (para complementar toda la información acerca de los procedimientos de mantenimiento para los equipos del campo), tales como: protocolos de mantenimiento, actividades, frecuencia, clases de mantenimiento y tipo de trabajo. El formulario Procedimientos y sus cinco formularios adicionales para el registro de su información se pueden ver en la Figura 157.

Figura 157. Consulta Formulario Procedimientos.

The figure displays five overlapping windows from the SIMCCO software interface, all featuring the 'Unidad de Mantenimiento de Campo Colorado' logo and a 'CONSULTANDO...' status indicator.

- PROTOSCOLOS:** A search window for maintenance protocols. Fields include IDCODIGO, NOMBRE (Procedimiento de Mantenimiento para Válvulas Antirretorno), TIPO MTO (Mantenimiento Preventivo Programado), FRECUENCIA (Trimestral), and INSTRUCTIVO (PM-01-VA). Buttons at the bottom are 'Agregar', 'Modificar', and 'Salir'.
- PROCEDIMIENTOS:** A central menu window with four large buttons: 'Protocolos', 'Frecuencias', 'Actividades', and 'Tipo Mantenimiento'.
- FRECUENCIAS DE MANTENIMIENTOS - SIMCCO:** A search window for maintenance frequencies. Fields include CODIGO, NOMBRE (Manual), and COLOR (Roto). Buttons at the bottom are 'Agregar', 'Modificar', and 'Salir'.
- TIPOS DE MANTENIMIENTO - SIMCCO:** A search window for maintenance types. Fields include COD_TIPO_MTO and TIPO_DE_MANTENIMIENTO (MANTENIMIENTO PREVENTIVO). Buttons at the bottom are 'Agregar', 'Modificar', and 'Salir'.
- TIPO DE TRABAJO - SIMCCO:** A search window for work types. Fields include CODIGO, TIPO (Mecánico), and IDENTIFICACION (ME). Buttons at the bottom are 'Agregar', 'Modificar', and 'Salir'.

➤ **Protocolos.** Los actuales y los nuevos (próximos) protocolos de mantenimiento que se diseñen para el campo, se encuentran y pueden ser consignados en este formulario, por consiguiente, en la actualidad los instructivos diseñados en el “PLAN DE MANTENIMIENTO DE CAMPO COLORADO”²⁴ están disponibles para generar las ordenes de trabajo respectivas para el mantenimiento de los equipos. En la Figura 158 se muestra como registrar los protocolos de mantenimiento de Campo Colorado.

➤ **Para los otros cuatro formularios adicionales,** el procedimiento de registro es similar al del formulario Protocolos presentado en la Figura 158,

²⁴ CALDERON, Luis y NAVARRETE, Pablo. Op. Cit. p. 94-131.

utilizando las funciones que ofrecen los botones de control de SIMCCO. Para el registro de estos formularios solamente se necesita agregar o modificar un nuevo componente, ingresar y/o seleccionar la información almacenada (esta información está en continua interacción entre los formularios adicionales del Formulario Procedimientos), en estos formularios para finalmente guardar el registro de la información de cada uno de los presentados en la Figura 157.

Figura 158. Registro Protocolos de Mantenimiento.

The screenshot shows a web application window titled "PROTOSIMCCO". The interface is in Spanish and includes the following elements:

- Header:** "Unidad Industrial Santandrea CAMPO" and "PROTOSIMCCO".
- Search Bar:** "Ingrese el código y nombre del documento o instructivo a registrar." (Enter the code and name of the document or instruction to be registered).
- Fields:**
 - CODIGO:** "PM-01-UB"
 - NOMBRE:** "Procedimiento Preventivo Unidades de Bombeo"
 - TIPO MTO:** "Mantenimiento Preventivo Programado"
 - INSTRUCTIVO:** "C:\SIMCCO"
- Buttons:** "Agregar" (Add) and "Modificar" (Modify).
- Callouts:**
 - Top right: "Link al anexo o documento del instructivo para consultarlo en la BD de SIMCCO"
 - Right side: "CONSULTANDO..." (Consulting...)
 - Bottom right: "Haga Clic en Agregar o Modificar un nuevo registro. Instantáneamente se cambia la visualización (de los botones de control), cuando termine de llenar la información haga clic en guardar y el registro quedará creado."

6.8.6. Registro inspección de equipos. Por medio de éste formulario el usuario puede consultar e imprimir los formatos para registrar y almacenar las inspecciones de los equipos del campo; estas inspecciones se realizan diariamente sobre las partes y otros aspectos importantes de los equipos, para verificar su estado o condición. El formulario Equipos Inspección contiene datos como: código y nombre del equipo, fecha de inspección, el tipo de equipo al que se realiza la inspección, y zona a la que pertenece el equipo. Además cada aspecto a inspeccionar sobre el equipo se ingresa en el

momento de registrar la actividad de inspección. (Ver registro para la el formulario Equipos Inspección en la Figura 159).

Figura 159. Registro Inspección de Equipos.

INSPECCION DE EQUIPOS - SIMCO

Universidad Industrial de Santander
CAMPO COLORADO

No. INSPECCION 101 **ZONA** Zona de Produccion de Crudo **FECHA:** 05/05/2007

CODIGO Caja reductora de li **TIPO EQUIPO** Caja

NOMBRE Caja reductora de la unidad de bombeo cc **RESPONSABLE** SALOMON GALVIS SUPERVISOR

CODIGO	NOMBRE	OBSERVACION	B	R	M
BO-RT-ME-01	Buje termoplástico para Chumacera de Cola		☒	☒	☒
BP-RT-ME-01	Buje termoplástico para pasador de Cranks		☒	☒	☒
BU-RT-ME-01	Buje para polea de la Unidad		☒	☒	☒
CH-RT-ME-01	Chaveta		☒	☒	☒
CP-RT-ME-01	Camisa conica para Pasador		☒	☒	☒
CP-RT-ME-02	204		☒	☒	☒
EA-RT-ME-01	Eje piñon de Alta		☒	☒	☒
EN-RT-ME-01	Eje de Chumacera de Centro		☒	☒	☒
EO-RT-ME-01	Eje de Chumacera de Cola		☒	☒	☒
GA-RT-ME-01	Rueda Alta		☒	☒	☒
GB-RT-ME-01	Rueda de Baja		☒	☒	☒
GC-RT-ME-01	Guarda Correas		☒	☒	☒

Botones: Agregar, Modificar, Guardar, Cancelar, Buscar, Salir

Callouts:

- Se presentan los principales datos técnicos del equipo para verificar sus especificaciones si es necesario.
- Ingrese la fecha de la inspección. Para llevar el registro histórico.
- Seleccione el equipo a Inspeccionar para que El formulario cargue la información de las partes del equipo, su código y la zona a la que pertenece.
- Ingrese el diagnóstico de la inspección haciendo clic en el estado que presente la parte. (Bueno, Regular, Mal).
- Seleccione el responsable para ejecutar la labor. inspección.
- Recuérdese que solo se pueden agregar, modificar, o guardar los datos según el tipo de usuario y después de picar sobre los botones de control, para ejecutar estas funciones.

6.8.7. Registro lubricación de equipos. Con éste formulario el usuario puede consultar e imprimir los formatos para registrar, almacenar y documentar las actividades de lubricación a los equipos del campo, para llevar un control sobre estas actividades claves en el mantenimiento preventivo de los mismos. El formulario Equipos Lubricación presenta datos como: el número del documento de la actividad de lubricación, nombre y código del equipo a lubricar, tipo de equipo y zona a la que pertenece, además de la fecha en que se programa y /o registra la actividad de lubricación. Éste formulario también muestra un registro o almacenamiento histórico de las fechas de las anteriores actividades de lubricación realizadas al equipo, donde se verifica si la actividad programada fue realizada o no, (ver registro en la Figura 160).

Figura 160. Registro Lubricación de equipos.

LUBRICACION DE EQUIPOS - SIMCCO

Universidad Industrial de Santander
CAMPO COLORADO

LUBRICACION

MODIFICANDO...

No. LUBRICACION: 0121
CODIGO: UB-322-01
NOMBRE: unidad de bombeo

FECHA: 21/08/2007
TIPOEQUIPO: unidad de bombeo
ZONA: Zona de Produccion de Crudo

Seleccione el responsable para ejecutar la labor de lubricación.

Ingrese la fecha de la lubricación. Para llevar el registro histórico.

Seleccione el equipo a Lubricar para que El formulario cargue la información del equipo, su código y la zona a la que pertenece.

Ingrese el visto bueno sobre la lubricación (fue realizada la labor en la fecha especificada o no. Si se efectuó, haga clic en el campo Si/No, si no se realizo no marque nada).

Haga clic para buscar las actividades de lubricación de equipos.

Recuérdese que solo se pueden agregar, modificar, o guardar los datos según el tipo de usuario y después de picar sobre los botones de control, para ejecutar estas funciones, habiendo ingresado los datos en los campos obligatorios.

Botones: Agregar, Modificar, Guardar, Cancelar, Buscar, Salir

6.9. VISUALIZACIÓN Y CONSULTA DEL MÓDULO ALARMAS

El módulo Alarmas, se presenta como una de las aplicaciones más funcionales del sistema de información, al ofrecer mensajes que alertan sobre sucesos importantes dentro de la gestión del mantenimiento, ya que es un instrumento para mantener un continuo control sobre el manejo de los recursos y el cumplimiento de las actividades de mantenimiento para los equipos de Campo Colorado. El módulo Alarmas, lo conforman tres formularios que son: O.T Pendientes, S.S. Pendientes y Stocks de Inventarios.

6.9.1. Ordenes de trabajo pendientes. El formulario muestra que mantenimientos están pendientes por ejecutar. Estos mantenimientos están directamente relacionados con las órdenes de trabajo de la siguiente manera:

- *Prioridad Emergencia:* ordenes de Trabajo Con Fecha Vencida y que no han sido Canceladas, es decir, éstas ordenes se han pasado del rango de tiempo que se les ha asignado. (Las ordenes de trabajo pueden ser abiertas, ejecutadas o canceladas).
- *Prioridad Urgente:* sencillamente hace referencia a las ordenes de trabajo que se encuentren en ejecución, pero que cuyo plazo de ejecución ya se ha vencido.
- *Prioridad Normal:* alerta al usuario de las ordenes de trabajo que seguirán en el próximo mes.

En la Figura 161 es posible observar que el usuario puede tener acceso a una orden de trabajo con sólo hacer doble clic desde el formulario O.T pendientes sobre el número de la orden, seleccionada; una vez visualizada la orden de trabajo es posible modificarla (por ejemplo, cambiar el estado de la O.T a *Ejecutada*), consultarla, guardar cambios, etcétera, siempre y cuando el nivel de acceso del usuario se lo permita.

Figura 161. Visualización Alarmas de O.T. Pendientes.

No. ORDEN	EQUIPO	CODIGO	ZONA	ESTADO EQUIPO	PRIORIDAD
20070816	Válvula de seguridad	SR-250-03	Zona de Recoleccion	EQUIPO EN OPERAC	Emergencia
20070815	Válvula de seguridad	SR-250-03	Zona de Recoleccion	EQUIPO EN OPERAC	Emergencia
20070814	Crank derecho	KD-322B-03	Zona de Produccion	NO OPERA POR EST	Emergencia
20070813	Crank derecho			EST	Emergencia
20070812	Crank derecho			EST	Emergencia
20070811	Crank derecho			EST	Emergencia
20070810	Control de nivel del separador N° 1	CN-01	Zona de Recoleccion	EQUIPO EN OPERAC	Emergencia
20070809	Control de nivel del separador N° 1	CN-01	Zona de Recoleccion	EQUIPO EN OPERAC	Emergencia
20070808	Control de nivel del separador N° 1	CN-01	Zona de Recoleccion	EQUIPO EN OPERAC	Emergencia
20070807	Control de nivel del separador N° 1	CN-01	Zona de Recoleccion	EQUIPO EN OPERAC	Emergencia
20070806	Chumacera de centro	CE-322-07	Zona de Produccion	NO OPERA POR EST	Urgente
20070805	Chumacera de centro	CE-322-07	Zona de Produccion	NO OPERA POR EST	Urgente
20070804	Chumacera de centro	CE-322-07	Zona de Produccion	NO OPERA POR EST	Urgente
20070803	Chumacera de centro	CE-322-07	Zona de Produccion	NO OPERA POR EST	Urgente
20070802	Caja reductora de la unidad de bomb	GB-322-01	Zona de Produccion	OPERAC	Normal
20070801	Caja reductora de la unidad de bomb	GB-322-01	Zona de Produccion	OPERAC	Normal
20070800	Caja reductora de la unidad de bomb	GB-322-01	Zona de Produccion	OPERAC	Normal
20070799	Caja reductora de la unidad de bomb	GB-322-01	Zona de Produccion	OPERAC	Normal

Emergencia Urgente Normal

Muestra las alarmas según prioridad (Emergencia, Urgente, Normal) de la O.T.

Salir

6.9.2. Solicitudes de servicio pendientes. Esta alarma se activa diariamente mostrando el listado de las solicitudes de servicio que se encuentren sin O.T. Estas S.S, se obtienen del listado de solicitudes de servicio pendientes. *Para descargar la alarma:* dar doble clic sobre el campo Solicitud N°, para la alarma correspondiente y abrirá el formulario Solicitudes de Servicio, entonces abriendo el formulario de O.T, diligencie el formulario teniendo en cuenta que esta orden es generada por una solicitud, al terminar, abra la S.S y cambie su estado a *Con O.T.* Ver formulario para visualizar las alarmas de S.S Pendientes en la Figura 162.

Figura 162. Visualización Alarmas S.S. Pendientes.

Solicitud	Fecha Solicitud	Tipo Daño	Zona	Equipo	Prioridad
20060009	08/01/2006	Parcial	de Recolección de	Válvula antirretorno de 2" y 800Lb. Roscada	Emergencia
20060006	10/04/2006	Parcial	de Recolección de	Válvula de compuerta de 2" y 800 Lb. Roscada	Urgente
20060009	01/01/2007	Parcial	de Recolección de	Válvula antirretorno de 2" y 800Lb. Roscada.	Normal

El formulario de solicitudes de servicio puede ser abierto al hacer doble clic en el campo Solicitud No, para modificar el estado de la solicitud y agregarle una OT.

Modificar la S.S. y asignarle la O.T., con procedencia de una S.S.

6.9.3. Stocks de inventario. Estas alarmas se generan cuando la existencia de un repuesto, material o herramienta, está por debajo del stock mínimo y por encima del stock máximo establecidos. Para generar la alarma, en los formularios de repuestos, materiales, y herramientas, se le debe asignar un valor a los campos stock mínimo y máximo, y este valor será la referencia

para que aparezca la alarma en el presente formulario. El formulario Stock de Inventarios, después de seleccionar la categoría o tipo de recurso a consultar y definir si se quieren revisar los stocks por debajo, por encima o todos; muestra el código y nombre del recurso, la cantidad existente y los stocks mínimos y máximos, así como también la unidad física que corresponde al tipo de recurso. Ver formulario Stock de Inventarios y su información de consulta en la Figura 163.

Figura 163. Visualización Alarmas Stocks de Inventario.

Desde la alarma se accede a los formularios de repuestos, materiales y herramientas, para descargar la alarma solo cuando la existencia del repuesto sea la correcta.

Categoría: Stock:

CODIGO	NOMBRE	STOCK MIN	STOCK MAX	CANTIDAD	UNIDAD
AL-MT-CS-01	Aceite				PIES
LA-MT-IN	Laminado				-
PA-MT-IS	Protector				-
SL-MT-CS	Silicona				E
TP-MT-IN	Trapero	0	0	22	-
TR-MT-IN	Trapo	0	0	80	-
VL-MT-IN	Mano	0	0	50	-
AR-MT-IS	Arnés			5	RE
BP-MT-IN	Balde plástico			9	-
BS-MT-IS	Botas de seguridad			10	-
CA-MT-IS	Casco			11	-
GR-MT-D6	GRAVILLA	0	0	0	BULTO
dr-54-32	Gravilla	2	5	0	344
EC-MT-IN	Escoba	0	0	10	-
GS-MT-IS	Gafas de seguridad	0	0	20	-
GM-MT-CS-01	Grasa multipropósito EP2 (extrema Presión), NLGI	0	0	30	-

El formulario del recurso puede ser abierto al hacer doble clic en el campo CODIGO, para el recurso respectivo.

Muestra las alarmas según la cantidad existente y los stocks mínimos y máximos definidos en el momento de registrar el recurso.

Mayores que Stock Maximo ☐

Menores que Stock Minimo ☐

Salir

6.10. FUNCIONAMIENTO Y OPERACIÓN DEL MÓDULO FORMATOS Y REPORTES

Los reportes suministrados por SIMCCO, son las herramientas que permitirán controlar y evaluar el desempeño de la Gestión de Mantenimiento de Campo Colorado. Además serán una fuente de información útil para la toma de decisiones, para la definición de políticas de mantenimiento y la asignación de recursos para las intervenciones. Este módulo funciona como

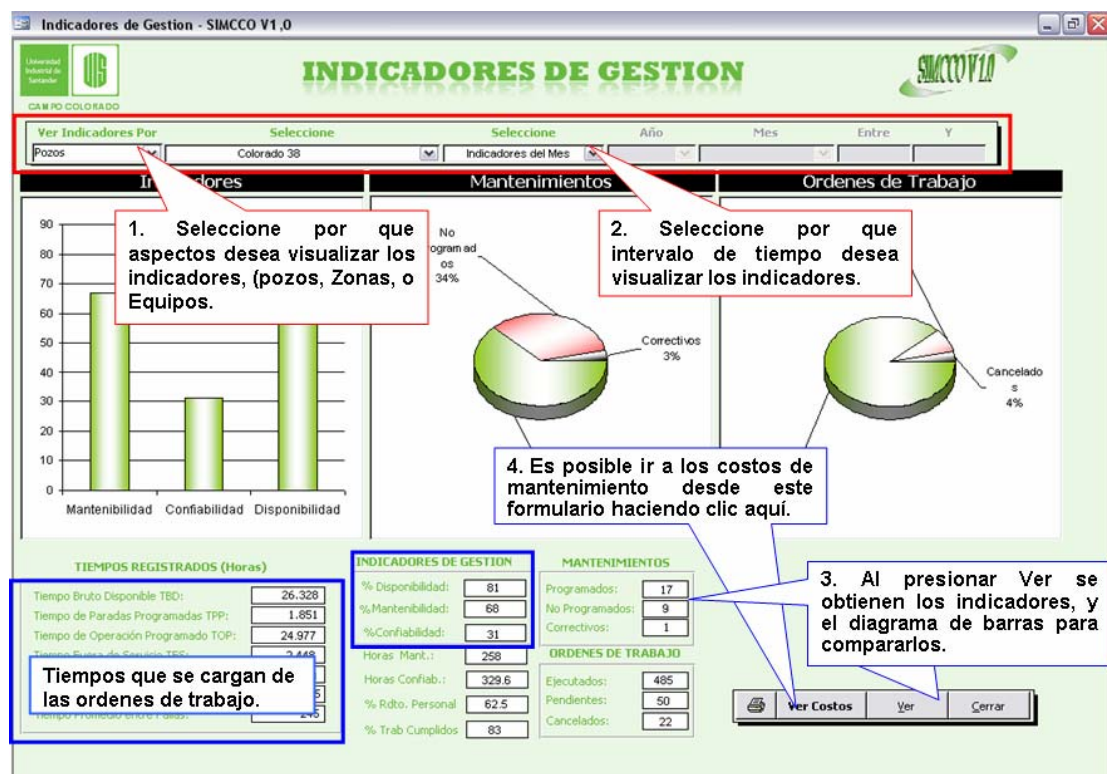
una de las principales salidas que arroja SIMCCO. A continuación se expondrá el funcionamiento de los componentes del módulo Formatos y Reportes, entre ellos están los formularios: indicadores de gestión, costos de mantenimiento, historia de mantenimiento, ficha técnica de equipos, y listas varias.

6.10.1. Reportes de indicadores de gestión. En este formulario se presenta un reporte que 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 son: confiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad. Para el cálculo es necesario cargar los datos de control de tiempo real del formulario Ordenes de Trabajo, (Actividades); mostrado anteriormente. Posteriormente a través del formulario Indicadores de Gestión, es posible seleccionar de cual pozo, equipo o zona del campo, se quieren conocer los indicadores y el período de tiempo para el cuál se desean evaluar; para ello la persona que administre la aplicación deberá especificar el período dentro del cuál se desea que sean calculados dichos indicadores (éstos se evalúan con la información registrada en las ordenes de trabajo ejecutadas). Adicionalmente es posible obtener reportes gráficos, con el fin de apreciar el comportamiento comparativo de los indicadores en el tiempo, para un sólo equipo, pozo o zona del campo, por medio de un gráfico de barras. El reporte de los indicadores se muestra en la Figura 164.

➤ **Intervalo de tiempo para indicadores de gestión.** Este período de tiempo constituye el intervalo en que el usuario desea evaluar y controlar los indicadores propuestos sobre los objetos que seleccione para el análisis. Este período, el usuario deberá proporcionárselo al software y estará compuesto por un dato que representa la fecha de inicio (Fecha desde) y la fecha de

culminación o tope del análisis (Fecha hasta). El rango entre fechas deberá ser superior o, al menos, igual a un mes, para que los cálculos tengan un sentido. Un cálculo inferior a este intervalo carece de información. La fecha tope no puede ser mayor que la fecha actual, ni la fecha de inicio podrá ser menor a la fecha más antigua con que cuente la tabla de ordenes de trabajo de SIMCCO. El programa tiene que validar esta información, con ello se evitan posibles errores y se optimiza el tiempo de las consultas posteriores que se ejecutarán.

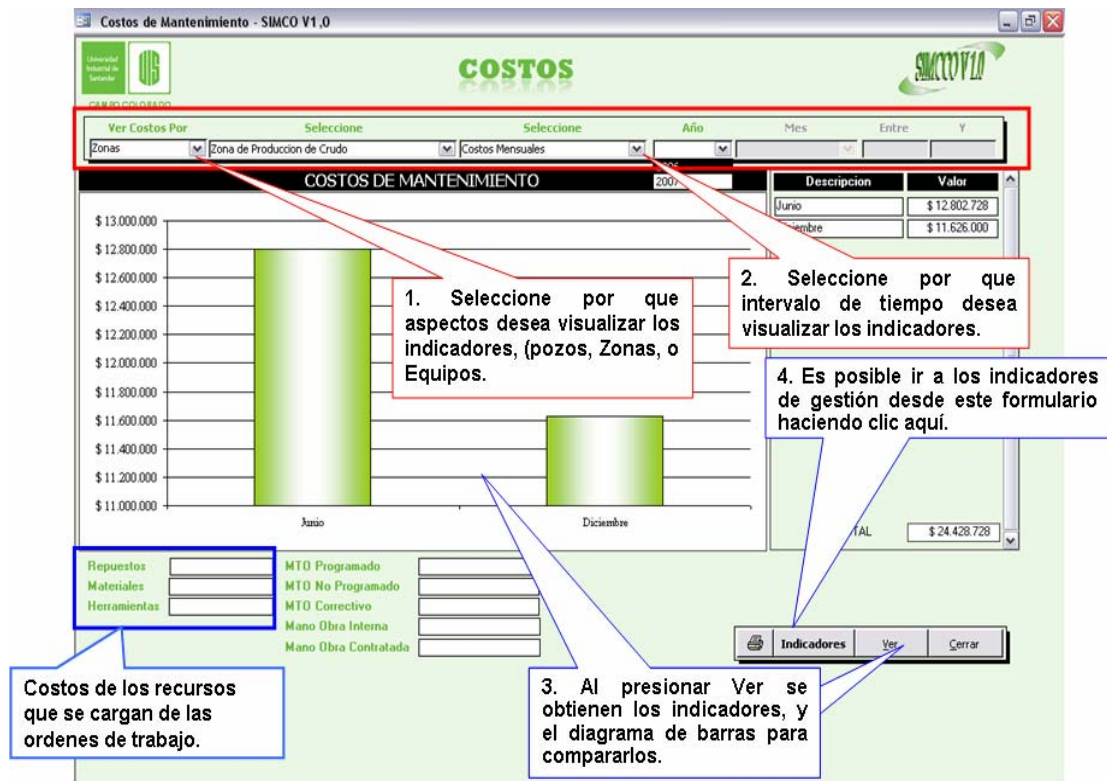
Figura 164. Visualización Reporte de Indicadores de Gestión.



6.10.2. Reportes de costos de mantenimiento. Los costos de las intervenciones en el mantenimiento de los equipos del campo, se pueden visualizar en este formulario, en el cual 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 y los reportes también se presentan en forma

de diagramas de barras para que con base en dichos diagramas se pueda establecer qué zonas, pozos y equipos requieren más inversión para su mantenimiento. Ver reporte de Costos de Mantenimiento en la Figura 165.

Figura 165. Visualización Reporte de Costos de Mantenimiento.



6.10.3. Informes de historias de mantenimiento. Este formulario presenta información histórica sobre las intervenciones de mantenimiento realizadas a los equipos individuales (principales), a los equipos asociados, a los pozos y los manifolds del campo, donde se muestra el número de la orden de trabajo realizada, las fechas de la intervención, clase de mantenimiento y el tipo de trabajo efectuado. La forma de realizar la consulta se presenta en la Figura 166; además desde el formulario se puede abrir la orden de trabajo asociada con el mantenimiento del equipo, al hacer doble clic en el campo NUMERO ORDEN, con el fin de conocer las labores realizadas sobre el equipo.

Figura 166. Visualización Reporte Historias de Mantenimiento.

HISTORIA DE MANTENIMIENTOS - SIMCCO

Universidad Industrial de Santander

CAMPO COLORADO

EQUIPO: Motor eléctrico de la caja reductora

Equipos Asociados

NUMERO ORDEN	FECHA INICIO	FECHA TERMINACION	CLASE MANTENIMIENTO	TRABAJO TIPO
20070649	02-Ago-07	03-Ago-07	Mantenimiento preventivo	Mecánico
20070650	21-Ago-07	22-Ago-07	Mantenimiento preventivo	Mecánico
20070651	31-Ago-07		Mantenimiento preventivo	Mecánico

Seleccione el equipo, pozo o manifold sobre el cual quiere conocer la hoja de vida (record de mantenimientos efectuados).

Salir

6.10.4. Informes de ficha técnica. Los formatos de fichas técnicas de equipos, pozos y manifolds del campo se pueden consultar e imprimir desde este formulario, ya sea para cada uno o para todos en conjunto, según se seleccione, ver formulario en la Figura 167. En la Figura 168 se muestran uno de los varios informes y/o formatos arrojados por SIMCCO, los cuales cumplen con la codificación para la documentación de la supervisión de Mantenimiento de Campo Colorado.

6.10.5. Informes listas varias. El formulario Listas Varias brinda la posibilidad de imprimir la información registrada en SIMCCO concerniente a los diferentes grupos de proveedores/fabricantes/contratistas, repuestos, materiales, herramientas y personal del campo. El formulario también permite la visualización y consulta física de los documentos que almacenan dicha información, la consulta se realiza por medio de cada una de las cinco secciones (pestañas o fichas) que presenta el mismo, según criterios como: consulta de datos para un recurso, según el tipo de recurso, para todos los recursos y/o finalmente se puede visualizar un listado breve de los recursos de Campo Colorado, dependiendo de la sección en la que se encuentre el

usuario. El formulario Listas Varias, sus secciones y consultas de informes se muestran en la Figura 169.

Figura 167. Operación Formulario Ficha técnica de Equipos.

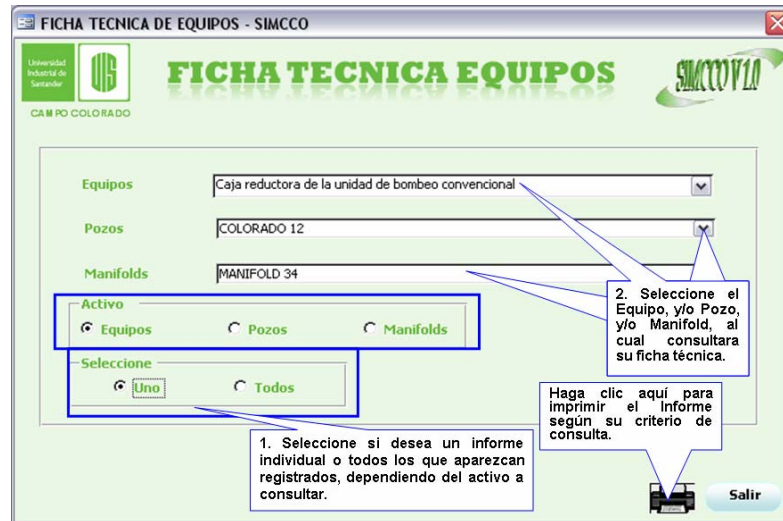
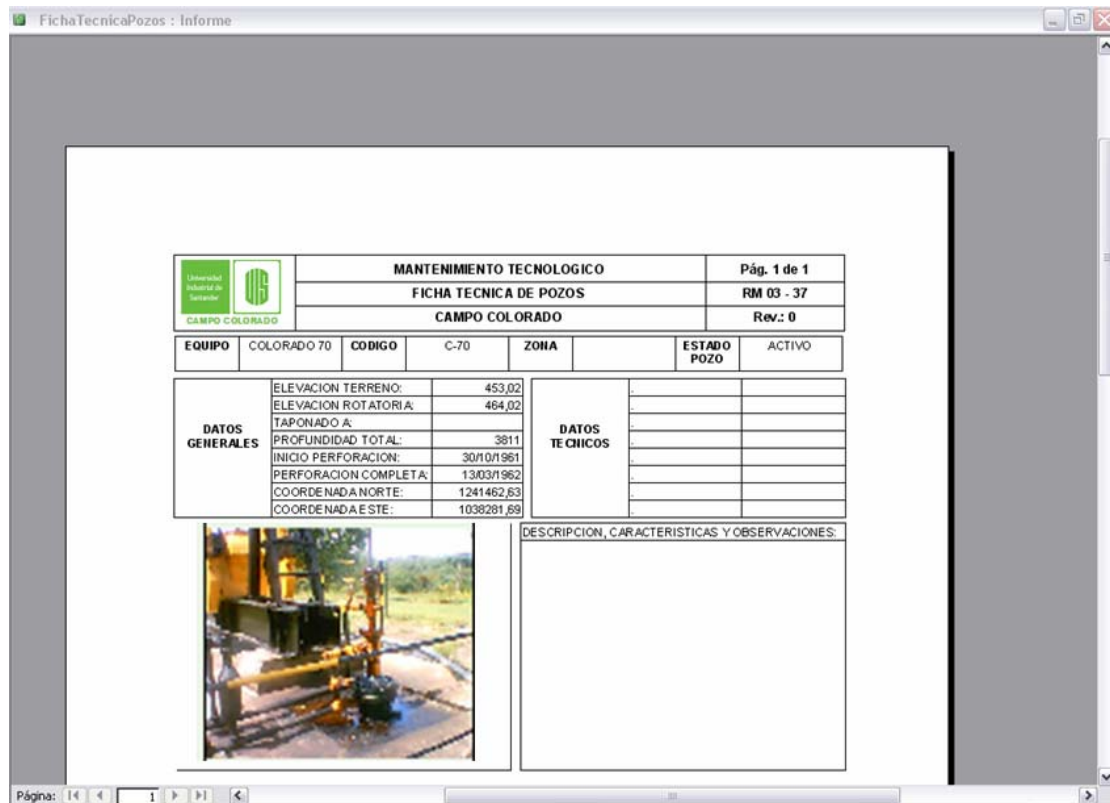


Figura 168. Informe de Ficha Técnica C-70.



MANTENIMIENTO TECNOLÓGICO		Pág. 1 de 1					
FICHA TECNICA DE POZOS		RM 03 - 37					
CAMPO COLORADO		Rev.: 0					
EQUIPO	COLORADO 70	CODIGO	C-70	ZONA		ESTADO POZO	ACTIVO
DATOS GENERALES	ELEVACION TERRENO:	453.02	DATOS TÉCNICOS				
	ELEVACION ROTATORIA:	464.02					
	TAPONADO A:						
	PROFUNDIDAD TOTAL:	3811					
	INICIO PERFORACION:	30/10/1961					
	PERFORACION COMPLETA:	13/03/1962					
	COORDENADA NORTE:	1241462.63					
	COORDENADA ESTE:	1038281.69					
			DESCRIPCION, CARACTERISTICAS Y OBSERVACIONES:				

Figura 169. Operación Formulario Listas Varias.

LISTAS VARIAS : Formulario

Universidad Industrial de Santander

CA MPO COLOREADO

LISTAS VARIAS

Proveedores/Contratistas/Fabricantes Personal **Herramientas** Materiales Partes

Seleccionar ☐ Todos ☒ Uno ☐ Tipo ☐ Listado

Nombre

Tipo

Salir

1. Seleccione sobre que tipo de recurso quiere consultar e imprimir el informe.

2. Selección si se quiere consultar todos, uno, o el listado de los recursos.

Selección de la Lista el Nombre y Tipo de recurso a consultar e imprimir el informe

Haga clic aquí para imprimir el informe según su criterio de consulta.

En las Figuras 170 y 171 se observan algunos de los informes generados por SIMCCO a través del Formulario Listas Varias.

Figura 170. Informe Registro de Material, (Recurso Individual).



Universidad Industrial de Santander

CAMPO COLORADO

MANTENIMIENTO TECNOLÓGICO

FICHA TÉCNICA MATERIALES

CAMPO COLORADO

Pág. 1 de 16

RM 03 - 37

Rev.: 0

NOMBRE

Acetate EP (extrema Presión), grado de viscosidad ISO 460

CODIGO

AL-MT-C-S-01

CANTIDAD EXISTENTE

10

STOCK MINIMO

0

STOCK MAXIMO

0

VALOR COMPRA

0

FECHA COMPRA

05/05/2007

UBICACION

0

REFERENCIA

0

UNIDAD

PIES

TIPO MTRL

Consumible

HABILITADO

☒

OBSERVACIONES

ERTERGDFGDRG

PROVEEDOR

CHESTERTON

Página: 1

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

35

36

37

38

39

40

41

42

43

44

45

46

47

48

49

50

51

52

53

54

55

56

57

58

59

60

61

62

63

64

65

66

67

68

69

70

71

72

73

74

75

76

77

78

79

80

81

82

83

84

85

86

87

88

89

90

91

92

93

94

95

96

97

98

99

100

Figura 171. Informe Registro de Herramientas, (Listado de Recursos).

LT_HERRAMIENTAS							
		MANTENIMIENTO TECNOLÓGICO				Pág. 1 de 1	
CAMPO COLORADO		FICHA TÉCNICA HERRAMIENTAS				RM 03 - 37	
		CAMPO COLORADO				Rev.: 0	
CODIGO	NOMBRE	CAN EXS	SM N	SM X	UBICACION	PROPIEDAD	TIPO HRTA
BP-HT-ME	Bota-pasador	150	5	10	ALMACEN	D	Campo
ET-HT-TA	Estopa	2560	0	0	D	D	Taller
HS-HT-TA	Hombre solo	33	0	0	D	D	Taller
LG-HT-TA	Llave de golpe	10	0	0	D	D	Taller
LM-HT-TA-0	Llave para tubo de 1 1/4 de pulgada	30	0	0	D	D	Taller
LM-HT-TA-0	Llave mixta de 1 5/8 de pulgada	20	0	0	D	D	Taller
LM-HT-TA-0	Llave mixta de 3/4 de pulgada	20	0	0	D	D	Taller
LM-HT-TA-0	Llave mixta de 5/8 de pulgada	32	0	0	D	D	Taller
LM-HT-TA-0	Llave mixta de 9/16 de pulgada	16	0	0	D	D	Taller
LT-HT-TA-0	Llave para tubo de 1 1/2 pulgadas	17	0	0	D	D	Taller
LM-HT-TA-0	Llaves mixta de 7/8 de pulgada	14	0	0	D	D	Taller
CL-HT-CM-0	Carro lubricador con grúa auto crank	20	0	0	D	D	
MR-HT-TA-0	Martillo de 5 Lb	20	0	0	D	D	Taller
PO-HT-TA-0	Porra de 5 Lb	21	0	0	D	D	Taller
PO-HT-TA-0	Porra o macho de 20 Lb	22	0	0	D	D	Taller
RC-HT-TA-0	Rache con copa de 15/8 de pulgada	23	0	0	D	D	Taller
RC-HT-TA-0	Rache con copa de 7/16	24	0	0	D	D	Taller
RS-HT-TA	Raspador	20	0	0	D	D	Taller
OR-HT-CM	Orasera de 35 Lb.	30	0	0	D	D	
OR-HT-CM	Orúa de 25 ton	30	0	0	D	D	
PB-HT-CM	Punzón o botador	26	0	0	D	D	
EG-HT-CM	E stiga o estrobo de acero con alma de	30	0	0	D	D	
PI-ME-08	PICA HIELO	0	0	0	EST	D	Taller
AV-HT-DG	Analizador de Vibraciones Mecánicas	30	0	0	D	D	Diagnostico
AL-HT-TA	Alicate	31	0	0	D	D	Taller
EP-HT-TA	Espátula	32	0	0	D	D	Taller

6.11. FUNCIONAMIENTO DEL MÓDULO CONSULTAS

Éste módulo contiene un conjunto de formularios en los cuales el usuario tiene varias opciones de búsqueda y se diseñó para acceder y visualizar ágilmente la información del sistema, en lo referente a: búsqueda de equipos; búsqueda de listas de O.T; búsqueda de listas de S.S; búsqueda de proveedores/contratistas/fabricantes; consulta de inventarios y búsqueda de personal; para ello dispone de filtros por campos, los cuáles hacen las consultas más rápidas y eficientes. El usuario una vez que ha realizado sus respectivas consultas, puede imprimir la información que necesite. A continuación se expone el funcionamiento y correcta manipulación de cada uno de los formularios del módulo *Consultas*.

El módulo Consultas con sus respectivos formularios, realiza funciones similares a las que ejecuta el botón de control “BUSCAR”; este módulo es muy conveniente para el usuario inexperto en el manejo de SIMCCO, le permite consultar y acceder fácilmente a la información, a la cual tenga permiso, dependiendo del tipo y/o su nivel de usuario).

6.11.1. Búsqueda de equipos. La búsqueda de equipos se realiza por criterios como: nombre, código, zona a la que pertenece el equipo, estado o condición de operación, número de inventario y tipo de equipo. En la Figura 172 se puede ver el formulario Búsqueda de Equipos con sus correspondientes opciones de búsqueda, donde haciendo doble clic sobre cualquier campo de los criterios visualizados se abre el correspondiente formulario de registro técnico del equipo, el cual se podrá modificar y guardar sus cambios.

Figura 172. Consulta de Equipos.

NOMBRE:	CODIGO:	ESTADO:	No. INVENTARIO:	TIPO EQUIPO:
Caja reductora de la unidad de bombeo	GB-322-01	EQUIPO EN OPERACIÓN		Caja Reductora UB
Válvula de compuerta de 2" y 800 Lb. R	VR-2800-07	EQUIPO EN OPERACIÓN		Válvula de retención para la lir
Válvula de compuerta de 2" y 800Lb. R	VR-2800-26	EQUIPO EN OPERACIÓN		Válvula de retención para la lir
Válvula de compuerta de 2" y 800Lb. R	VR-2800-27	EQUIPO EN OPERACIÓN		Válvula de retención para la lir
Válvula de compuerta de 2" y 150Lb Brix	VB-2150-09	EQUIPO EN OPERACIÓN		Válvula de Compuerta
Válvula de compuerta de 1" y 800Lb. R	VR-1800-04	EQUIPO EN OPERACIÓN		Válvula de retención para la lir
Válvula antirretorno de 2" y 800Lb. Ros	AR-2800-13	EQUIPO EN OPERACIÓN		Válvula Antirretorno
Válvula antirretorno de 2" y 800Lb. Ros	AR-2800-14	EQUIPO EN OPERACIÓN		Válvula Antirretorno
Caja reductora de la unidad de bombeo	GB-411A-02	EQUIPO EN OPERACIÓN		Caja Reductora UB
Caja reductora de la unidad de bombeo	GB-411B-02	EQUIPO EN OPERACIÓN		Caja Reductora UB
Crank izquierdo unidad de bombeo	KI-411B-02	EQUIPO EN OPERACIÓN		Crank Izquierdo UB
Crank derecho unidad de bombeo	KD-411B-02	EQUIPO EN OPERACIÓN		Crank Derecho UB
Válvula de compuerta de 2" y 800 Lb. R	VR-2800-26	EQUIPO EN OPERACIÓN		Válvula de retención para la lir
Caja reductora de la unidad de bombeo	GB-411B-02	EQUIPO EN OPERACIÓN		Caja Reductora UB
Freno de la unidad de bombeo	FR-2800-02	EQUIPO EN OPERACIÓN		Freno UB
Chumacera de cola de la unidad de bombeo	CH-2800-02	EQUIPO EN OPERACIÓN		Chumacera de Cola UB

6.11.2. Búsqueda listado de O.T. En éste formulario la búsqueda de ordenes de trabajo se realiza por criterios como: número de orden, zona, equipo intervenido, estado o condición de operación del equipo, fechas de inicio y

realización de la orden, y búsquedas entre fechas para las opciones de zona, equipo y estado. En la Figura 173 se puede ver el formulario con sus correspondientes opciones de búsqueda, al hacer doble clic sobre cualquier opción, se abre el formulario de la orden de trabajo buscada, a la cual se le podrá modificar y guardar sus cambios.

Figura 173. Consulta Listado de Ordenes de Trabajo.

Busqueda de Ordenes de Trabajo - SIMCCO

BUSQUEDA ORDENES DE TRABAJO

Universidad Industrial de Santander
CAMPUS COLOMBIANO

Buscar por: [Criterio] Entre: [] y [] Consultar Encontrados: 558

No. OT	Número Orden	Equipo	Tipo de Mto.	Estado OT	Fecha Inicio	Fecha Fin	Zona
20070000	Zona	de 2" y 800Lb. Roscad.	Otro	Abierta	01-Ene-07	06-Jun-07	Zona de Transporte de Cruz
20070649	Equipo	Unidad de bombeo corr	Mantenimiento Preventivo No Pro	Abierta	01-Ago-07	03-Ago-07	Zona de Produccion de Cruz
20070650	Estado	Unidad de bombeo corr	Mantenimiento Preventivo No Pro	Abierta	01-Ago-07	03-Ago-07	Zona de Produccion de Cruz
20070651	Fecha de Inicio	Unidad de bombeo corr	Mantenimiento Preventivo No Pro	Abierta	01-Ago-07	03-Ago-07	Zona de Produccion de Cruz
20070652	Fecha Finalizacion	Unidad de bombeo corr	Mantenimiento Preventivo No Pro	Abierta	01-Ago-07	03-Ago-07	Zona de Produccion de Cruz
20070653	Zona entre Fechas	Unidad de bombeo corr	Mantenimiento Preventivo No Pro	Abierta	01-Ago-07	03-Ago-07	Zona de Produccion de Cruz
20070654	Equipo Entre Fechas	Unidad de bombeo corr	Mantenimiento Preventivo No Pro	Abierta	01-Ago-07	03-Ago-07	Zona de Produccion de Cruz
20070655	Estado	Unidad de bombeo corr	Mantenimiento Preventivo No Pro	Abierta	01-Ago-07	03-Ago-07	Zona de Produccion de Cruz
20070656	Equipo	Unidad de bombeo corr	Mantenimiento Preventivo No Pro	Abierta	01-Ago-07	03-Ago-07	Zona de Produccion de Cruz
20070657	VR-2800-26	Válvula de compuerta de 2" y 800Lb. R.com	Mantenimiento Preventivo No Pro	Abierta	01-Ago-07	03-Ago-07	Zona de Produccion de Cruz
20070658	VR-2800-27	Válvula de compuerta de 2" y 800Lb. R.com	Mantenimiento Preventivo No Pro	Abierta	01-Ago-07	03-Ago-07	Zona de Produccion de Cruz
20070659	VB-2150-09	Válvula de compuerta de 2" y 150Lb Briccon	Mantenimiento Preventivo No Pro	Abierta	01-Ago-07	03-Ago-07	Zona de Produccion de Cruz
20070660	VR-1800-04	Válvula de compuerta de 1" y 800Lb. R.com	Mantenimiento Preventivo No Pro	Abierta	01-Ago-07	03-Ago-07	Zona de Produccion de Cruz
20070661	AR-2800-13	Válvula antirretorno de 2" y 800Lb. Roscad	Mantenimiento Preventivo No Pro	Abierta	01-Ago-07	03-Ago-07	Zona de Produccion de Cruz
20070662	AR-2800-14	Válvula antirretorno de 2" y 800Lb. Roscad	Mantenimiento Preventivo No Pro	Abierta	01-Ago-07	03-Ago-07	Zona de Produccion de Cruz
20070663	GB-411A-01	Caja reductora de la unidad de bombeo corr	Mantenimiento Preventivo No Pro	Abierta	01-Ago-07	03-Ago-07	Zona de Produccion de Cruz
20070664	GB-411B-02	Caja reductora de la unidad de bombeo corr	Mantenimiento Preventivo No Pro	Abierta	01-Ago-07	03-Ago-07	Zona de Produccion de Cruz
20070665	KI-411B-02	Crank derecho	Mantenimiento Preventivo No Pro	Abierta	01-Ago-07	03-Ago-07	Zona de Produccion de Cruz
20070666	KD-411B-02	Crank izquierdo	Mantenimiento Preventivo No Pro	Abierta	01-Ago-07	03-Ago-07	Zona de Produccion de Cruz
20070667	VR-2800-08	Válvula de compuerta de 2" y 800Lb. R.com	Mantenimiento Preventivo No Pro	Abierta	01-Ago-07	03-Ago-07	Zona de Produccion de Cruz
20070668	GB-322-05	Caja reductora de la unidad de bombeo corr	Mantenimiento Preventivo No Pro	Abierta	01-Ago-07	03-Ago-07	Zona de Produccion de Cruz
20070669	FR-322-05	Frenillo	Mantenimiento Preventivo No Pro	Abierta	01-Ago-07	03-Ago-07	Zona de Produccion de Cruz
20070670	GB-322-01	Caja reductora de la unidad de bombeo corr	Mantenimiento Preventivo No Pro	Abierta	01-Ago-07	03-Ago-07	Zona de Produccion de Cruz
20070671	GB-322-01	Caja reductora de la unidad de bombeo corr	Mantenimiento Preventivo No Pro	Abierta	01-Ago-07	03-Ago-07	Zona de Produccion de Cruz
20070672	GB-322-01	Caja reductora de la unidad de bombeo corr	Mantenimiento Preventivo No Pro	Abierta	01-Ago-07	03-Ago-07	Zona de Produccion de Cruz
20070673	GB-322-01	Caja reductora de la unidad de bombeo corr	Mantenimiento Preventivo No Pro	Abierta	01-Ago-07	03-Ago-07	Zona de Produccion de Cruz

Todos Selección Salir

6.11.3. Búsqueda listado de S.S. En éste formulario la búsqueda de solicitudes de servicio se realiza por criterios como: solicitud N°, solicitante, equipo, estado o condición de la S.S, fecha entrega y fecha cumplimiento, entre otros. En la Figura 174 se puede ver el formulario con sus correspondientes opciones de búsqueda, haciendo doble clic sobre cualquier criterio presentado, se abre el correspondiente formulario de la solicitud de servicio consultada.

Figura 174. Consulta Listado de Solicitudes de Servicio.

BUSQUEDA DE SOLICITUDES DE SERVICIO

Buscar por: Criterio: Criterio:

Solicitud	Número Solicitud	Zona	Solicitante	Equipo
1				
20070006				Válvula antirretorno de 2" y 1/2"

Selección de Búsqueda de S.S.:

- Zona de Recolección de
- Zona de Transporte de
- Zona de Producción de

Haciendo doble clic en cualquier campo se abre el formulario de la S.S. correspondiente.

Para ir a "Todos" los registros encontrados de acuerdo a su búsqueda pique aquí. Si prefiere ir al único registro en el que se encuentre ubicado pique en "Selección".

Todos Selección Salir

6.11.4. Búsqueda de proveedores/contratistas/fabricantes. Para este formulario la búsqueda se efectúa por varias opciones, tales como: el nit, el nombre del Proveedor/Contratista/Fabricante, representante (o contacto), y tipo de componente externo (Prov./Cont./Fab.). En la Figura 175 se puede ver el formulario con sus correspondientes opciones de búsqueda, en el cual haciendo doble clic sobre cualquier criterio presentado, se abre el correspondiente formulario del componente externo seleccionado.

Figura 175. Consulta Listado de Proveedores/Contratistas/Fabricantes.

BUSQUEDA DE PROVEEDORES

Opciones de Búsqueda: Digite el Criterio de Búsqueda: Proveedores Encontrados: 84

CODIGO	NIT	Nombre	REPRESENTANTE	TIPO	TELEFONO
0101	800	Representante	0101	Fabricante	0101
0103	800	Representante	0101	Contratista	0101
56	1	Representante	0101	Fabricante	0101
90	90	Representante	0101	Proveedor	0101
P1	2	Representante	0101	Contratista	0101
P1	5	Representante	0101	Fabricante	0101
P13	6ASDFASDF	Representante	0101	Proveedor	0101
P14	7	Representante	0101	Proveedor	0101
P15	8	Representante	0101	Contratista	0101
P16	9	Representante	0101	Fabricante	0101
P17	10	Representante	0101	Proveedor	0101
P18	11	Representante	0101	Contratista	0101

Selecciona los criterios de Búsqueda para los componentes externos al campo.

Haciendo doble clic en cualquier campo se abre el formulario de la S.S. correspondiente.

Para ir al registro en el que se encuentre ubicado pique en "Consultar".

Por el color diferente se logra identificar que tipo de componente externo se encuentra registrado.

Consultar Salir

6.11.5. Consulta de inventarios. En éste formulario se realiza las búsqueda de todas las herramientas, materiales y repuestos (partes), utilizados en el mantenimiento de los equipos de Campo Colorado. En la Figura 176 se puede ver el formulario con sus correspondientes formularios adicionales que presentan la información de los recursos de mantenimiento del campo.

Figura 176. Consulta de Inventarios de Recursos.

BUSQUEDA DE INVENTARIOS - SIMCCO

BUSCAR INVENTARIOS

Herramientas Materiales Partes Salir

BUSQUEDA DE MATERIALES - SIMCCO

Al hacer clic aquí se abre el formulario Búsqueda de Materiales.

NOMBRE	CODIGO	CANTIDAD	STOCK_MIN	STOCK_MAX	H
Acete EP (extrema Presión) grado 40	AL-MT-CS-01	10	0	0	☒
Laminas de asbesto para empaque	LA-MT-IN	1280	0	0	☒
Protector Auditivo	PA-MT-IS	10	0	0	☒
Silicona	SL-MT-CS	8	0	0	☒
Transido	TP-MT-IN	22	0	0	☒
	TR-MT-IN	10	0	0	☒
	VL-MT-IN	50	0	0	☒
	AR-MT-IS	5	0	0	☒
Balde	BP-MT-IN	9	0	0	☒

BUSQUEDA DE HERRAMIENTAS - SIMCCO

Al hacer clic aquí se abre el formulario Búsqueda de Herramientas.

NOMBRE	CODIGO	CANTIDAD	STOCK_MIN	STOCK_MAX	H
Bola-pasador		150			
Estopa		2560			
Hombre soldador	HS-HT-TA	33			
Llave de goma	LG-HT-TA	10			
Llave media de 1/2"	LM-HT-TA-05	30			
Llave media de 3/8"	LM-HT-TA-06	20			
Llave m	LM-HT-TA-03	20			
Llave m	LM-HT-TA-02	32			
Llave m	LM-HT-TA-01	16			
Llave p	LM-HT-TA-04	17			
Llaves motor de rro de pagaza					
Carro lubricador con guía auto crank	CL-HT-CM-01	20			

Haciendo doble clic en cualquier campo se abre el formulario del recurso correspondiente.

BUSQUEDA DE PARTES - SIMCCO

Al hacer clic aquí se abre el formulario Búsqueda de Partes.

NOMBRE	CODIGO	CANTIDAD	STOCK_MIN	STOCK_MAX	H
Stapa para UB LUFKIN TC-322	GP-RT-ME-01	7	1	2	☒
Chaveta LUFKIN TC-322C	CH-RT-ME-03	10	1	2	☒
Tuerca para Pasador, LUFKIN TC-32	TP-RT-ME-01	10	1	2	☒
Tuerca para Pasador, LUFKIN TC-3	TP-RT-ME-02	0	1	2	☒
Tuerca para Pasador, LUFKIN TC-3	TP-RT-ME-03	30	1	2	☒
Tuerca para Pasador, LUFKIN TC-4	TP-RT-ME-04	10	1	2	☒
Tuerca para Pasador, LUFKIN TC-4	TP-RT-ME-05	20	1	2	☒
Tuerca para Pasador, LUFKIN TC-5	TP-RT-ME-06	20	1	2	☒
Tuerca para Pasador, LUFKIN TC-0	TP-RT-ME-07	0	1	2	☒
Rueda de Baja, LUFKIN TC-322	GB-RT-ME-01	8	1	2	☒

Salir

6.11.6. Búsqueda de personal. En éste formulario se realiza la búsqueda de todo el personal relacionado con el mantenimiento del campo. La búsqueda de personal se realiza por criterios como: nombre y primer apellido del empleado, nivel de acceso a SIMCCO, sección del campo al cual pertenece, y tipo de trabajador. En la Figura 177 se puede ver el formulario con sus correspondientes opciones de búsqueda, en el cual haciendo doble clic sobre cualquier criterio presentado, se abre el correspondiente formulario del personal seleccionado.

Figura 177. Búsqueda de Personal.

Busqueda de Personal - SIMCCO

Universidad Industrial de Santander
CAMPO COLORADO

BUSQUEDA DE PERSONAL

Busqueda: [dropdown] Criterio: [dropdown]

DOCUMENTO	NOMBRE	APELLIDO	CARGO	TIPO TRABAJADOR	SECCION
2412541	FERNANDO	CALVETE	Lider de Operacione	EMPLEADO	MANUTENIMIENTO
915415445	SALOMON	GALVIS	Lider de Operacione	EMPLEADO	MANUTENIMIENTO
8456125	FERNANDO	CALVETE	Procesal Producc	EMPLEADO	MANUTENIMIENTO
13861	Jose	Arias	Lider de Operacione	EMPLEADO	MANUTENIMIENTO
156516	Margarita	Botello	Lider de Operacione	EMPLEADO	MANUTENIMIENTO
3213546	CARMENSA	FLOREZ	Lider de Operacione	EMPLEADO	MANUTENIMIENTO

Haciendo doble clic en cualquier campo se abre el formulario del recurso correspondiente.

Seleccione los criterios de Búsqueda para los componentes internos (personal) del campo.

Salir

6.12. MANEJO DEL MÓDULO ACCESO/USUARIOS

En éste módulo se maneja la información correspondiente a los usuarios del sistema. Está compuesto por cuatro formularios con el fin de: crear los grupos de usuarios que utilizaran el sistema, manipular la información correspondiente al manejo de las claves de los usuarios, acceder a la ayuda para el manejo del sistema, y finalmente almacenar los documentos y archivos de los distintos proyectos y pasantías realizadas en Campo Colorado.

6.12.1. Grupos de trabajo. En éste formulario se crean, modifican, y registran los distintos permisos para los usuarios de SIMCCO, es decir, aquí se puede establecer que información del sistema pueden ver o manejar los diferentes usuarios. Para el manejo de SIMCCO se crearon tres grupos de trabajo que son: administrador, planeador-programador y operador, para los cuales se les asigna un permiso determinado para la operación del sistema de información. El formulario Grupos de Trabajo se puede ver en la Figura 178.

Figura 178. Registro de Grupos de Trabajo.

GRUPOS DE TRABAJO - SIMCCO

Universidad Industrial de Santander
CAMPO COLORADO

GRUPOS DE TRABAJO

CODIGO: 3 TIPO USUARIO: OPERADOR DESCR: OPER

PERMISOS

NOMBRE	H
CAMPO - ESCUELA COLORADO	☒
INVENTARIO Y ALMACEN	☒
MANTENIMIENTO	☒
ALARMAS	☒
FORMATOS Y REPORTES	☒
CONSULTAS	☒
ACTFSN / USUARIOS	☒

En este formulario se crean los grupos de trabajo y se dan los permisos para el manejo de los módulos de SIMCCO.

Haciendo clic sobre el campo se habilita o deshabilita el módulo y formulario a acceder.

Para este caso el usuario OPERADOR, no puede ver este mismo formulario ni el de configuración de usuarios, no tiene los permisos para visualizarlos.

Salir [UR.]

6.12.2. Configuración de usuarios. En éste formulario se crean, modifican, y registran los distintos usuarios de SIMCCO, es decir, aquí se puede establecer que nivel de acceso a la información del sistema tendrán los diferentes usuarios. El formulario Configuración de Usuarios utiliza la información almacenada en el formulario Personal, para suministrar el login y las claves de acceso a los usuarios, como se muestra en la Figura 179. El usuario NIVEL 1, tiene un permiso especial, definido para que solo él, pueda modificar ordenes de trabajo una vez estas hayan sido ejecutadas y/o canceladas.

Figura 179. Formulario Configuración de Usuarios.

CONFIGURACION DE USUARIOS - SIMCCO

USUARIOS

Haga Clic en Agregar o Modificar un nuevo registro. Instantáneamente se cambia la visualización de los botones de control, cuando termine de llenar la información haga clic en guardar y el registro quedará creado.

Seleccione los datos de las listas desplegables. Recuerde que si el empleado no existe desde acá mismo lo puede crear haciendo clic en **NOMBRE**.

CONSULTANDO...

CODIGO USUARIO: 74

NOMBRE: RONALD DARIO SANABRIA ROS

CARGO: Profesional Mantenimiento

LOGIN: rodas

CLAVE: *****

PERFIL: Ingeniero de Diseño

TIPO USUARIO: ADMINISTRADOR

☒ Habilitado
☒ Adicionar
☒ Modificar
☒ Buscar
☒ Imprimir
☒ Especial

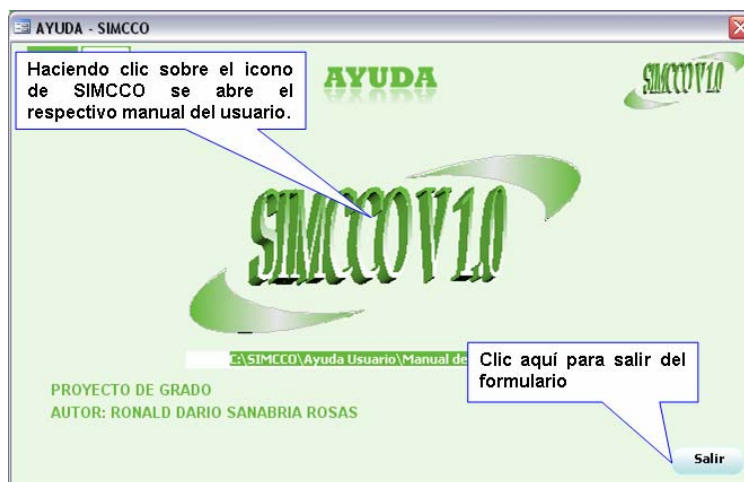
Permiso especial del usuario tipo Administrador de SIMCCO

Agregar Modificar Salir

5/5

6.12.3. Ayuda al usuario. En éste formulario, se encuentra la ayuda para el manejo de SIMCCO (por medio de un link que abre el manual del usuario, haciendo clic sobre el icono de SIMCCO). Además contiene la información sobre el diseñador del software y la versión del mismo, tal y como se observa en la Figura 180.

Figura 180. Visualización Formulario Ayuda al Usuario.



6.12.4. Registro de información proyectos y pasantías. Para el almacenamiento de los actuales y los futuros proyectos de ingeniería a realizar en Campo Colorado; además de los principales documentos obtenidos en las prácticas de pasantía en mantenimiento, se tiene el presente formulario, el cual presenta información acerca de los autores del proyecto, el tipo de informe (proyecto, pasantía, otro), la escuela y facultad a la que pertenece el autor, nombre del director y codirector del trabajo, fecha de realización y la nota aprobatoria. Además presenta el formulario adicional Anexos, en donde se almacenan los principales documentos relacionados con el proyecto o pasantía realizada. En las Figuras 181, se puede ver el registro de información para los formularios Información Proyectos y Pasantías y el formulario adicional Anexos. En la Figura 182 se puede ver la búsqueda de

los proyectos o informes que realiza el botón BUSCAR, la cual se realiza por criterios como: No. Documento, Código del Autor 1, tipo de informe, fecha de realización, facultad a la que pertenece el autor del proyecto, y escuela del mismo.

Figura 181. Visualización Formulario Información Proyectos y Pasantías.

PROYECTOS

El Código del registro esta conformado por el nombre del tipo de informe presentado, seguido del código de la carrera del estudiante y el consecutivo de los proyectos de esta escuela en el campo.

Tipo de informe técnico a registrar.

MODIFICANDO...

Ingrese los datos obligatorios (al guardar el registro se validan los datos apareciendo un mensaje de alerta por si no se han ingresado correctamente los datos, y seleccione los datos de las listas desplegables)

Al hacer clic en anexos se pueden agregar los anexos al registro como lo son: el documento completo del proyecto en pdf, tablas de excel, videos, fotos, etc. Para agregar el anexo se sigue el procedimiento explicado para añadir los anexos del registro técnico de equipos.

Recuérdese que solo se pueden agregar, modificar y/o guardar datos según tipo de usuario y después de picar sobre los botones de control respectivos.

Anexos de Proyectos - SIMCCO

TIPO ANEXO	DESCRIPCION	LINK ANEXO
PDF	MANUAL DE USUARIO SIMCCO	C:\SIMCCO\Ayuda Usuario\Manual de Usuar
Documento	LIBRO COMPLETO	C:\SIMCCO\Informes\PG-24-02\LIBRO COM

Salir

Figura 182. Búsqueda de Proyectos y Pasantías, (Informes).

BUSQUEDA

Haciendo doble clic en el campo No. Documento se abre el formulario del proyecto correspondiente.

Seleccione los criterios de Búsqueda para los componentes externos al campo.

OPCIONES

SELECCIONE

No. Documento	Código	Nombre Autor 1	Nombre Autor 2	Fecha de Realización	Escuela	Director Proyecto	Coodirector Proyecto
PG-24-02	2006068						
PG-24-01	9						
1	1						

FECHA R.

FACULTAD

CARRERA

Salir

7. CONCLUSIONES

- ✓ Se estudió, recopiló y organizó la documentación técnica existente en la actualidad sobre las instalaciones, sobre la operación y sobre la ejecución del mantenimiento en Campo Colorado.
- ✓ Se realizó un análisis y diagnóstico del sistema de información actual del campo, con el fin de diseñar los componentes relevantes del sistema de información para la planeación, programación y ejecución del mantenimiento en el campo.
- ✓ Se diseñó y desarrolló un Sistema de Información Computarizado para la Administración del Mantenimiento que presenta continuamente la base de datos esencial para la correcta y oportuna planificación de las actividades de Mantenimiento de Campo Colorado, y para la evaluación y análisis de su gestión.
- ✓ Una vez diseñado y desarrollado el sistema de información, se realizaron las respectivas pruebas de Unidad, de Integración, del Sistema y de Aceptación, en las cuales se encontraron algunos errores, los cuales fueron depurados, y validados. Cabe decir, que durante todo el proceso de desarrollo de SIMCCO se llevaron a cabo pruebas continuas promoviendo éstas, mejoras al sistema, y correcciones de funcionalidad para la aplicación final del mismo.

- ✓ Se cargo la base de datos del sistema con base en la recopilación lograda en el proyecto titulado “Plan de Mantenimiento de Campo Colorado”²⁵.
- ✓ Se elaboró el manual del usuario de SIMCCO para facilitar su aplicación, su correcto funcionamiento y operación óptima.
- ✓ SIMCCO presenta gran facilidad de manejo, permitiendo que el usuario controle todas las funciones realizadas por el software. También permite que el usuario pueda modificar los datos en cualquier momento del proceso de registro, dado que el sistema es seguro en cuanto al manejo de su información y utiliza filtros para ingreso de información valida; además, permite una clara visualización de reportes gráficos para la evaluación de la gestión de mantenimiento de Campo Colorado.

²⁵ CALDERON, Luís y NAVARRETE, Pablo. Op. Cit. 217 p.

BIBLIOGRAFÍA

CALDERON, Luís y NAVARRETE, Pablo. Plan de Mantenimiento de Campo Colorado. Bucaramanga, 2007. Trabajo de grado (Ingeniero Mecánico). Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica. 217 p.

ARBOLEDA, Francisco y ZABALA, Víctor. Sistema de Información Computarizado para el Mantenimiento del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P. Bucaramanga, 2006. Trabajo de grado (Ingeniero Mecánico). Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica. 132 p.

BONZA, Víctor. Desarrollo de una Herramienta Informática para Documentación y Manejo de Indicadores de Gestión de Mantenimiento de Equipos a Cargo del Departamento de Mantenimiento de la Superintendencia de Operaciones de Mares de ECOPETROL S.A. Bucaramanga, 2006. Trabajo de grado (Ingeniero Mecánico). Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica. 116 p.

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

CORDOBA, Carlos y RIVERA, Fernando. Sistema Computarizado para la Administración del Mantenimiento de la Planta de Proceso de la Empresa

Pollosan Ltda. Bucaramanga, 2003. Trabajo de grado (Ingeniero Mecánico). Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica. 331 p.

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.

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.

GONZALEZ B., Carlos R., Conferencias Ingeniería de Mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2001.

PIATTINI, Mario, CALVO-MANZANO, José; CERVERA, Joaquín; FERNANDEZ, Luís. Análisis y Diseño Detallado de Aplicaciones Informáticas de Gestión. México: Alfa omega, 2000. 710 p.

DUFFUAA Salih O., RAOUF A. y DIXON Campbell Jhon. Sistemas de Mantenimiento, Planeación y Control. México: Limusa Wiley S.A, 2000, p. 29-71, 301-325.