



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS

“COMPARATIVA ENTRE HERRAMIENTAS DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA LIBRE Y PROPIETARIO BASADA EN MÉTRICAS DE CALIDAD DESARROLLANDO SIG PARA DEFENSA CIVIL”

TESIS DE GRADO

Previa la obtención del título de
INGENIERO EN SISTEMAS INFORMÁTICOS

Presentado por:

MÓNICA LUCÍA SAMANIEGO INCA
PATRICIA ALEXANDRA CHIRIBOGA ZAMORA

RIOBAMBA – ECUADOR

2009

Agradecimiento

Dejamos constancia de nuestro profundo agradecimiento a nuestro director de Tesis el Ing. Fernando Proaño, por su acertada orientación, la cual, nos ha llevado a culminar con éxito nuestro trabajo investigativo, en el que ha primado su laboriosidad, paciencia y bastos conocimientos.

A la Defensa Civil por habernos dado la oportunidad de aplicar nuestros conocimientos en el ámbito de los SIGs, en especial al Lic. Marcelo Villagómez quien nos brindó toda su ayuda y aprobación en cuanto a las tareas de estudio realizadas.

Agradecemos también al Ing. Jorge Huilca, Ing. Luís Collaguazo y a la Ing. Verónica Chávez por haber aportado con información clave para el desarrollo de nuestra tesis, convirtiéndose en guías que nos han impulsado a seguir el ejemplo de estudio, trabajo, honradez y dignidad.

Finalmente a todas las Autoridades y Profesores de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Escuela de Ingeniería en Sistemas, por proporcionarnos una educación de calidad dentro y fuera de las aulas.

Dedicatoria

Con la culminación de esta tesis, una de mis metas más significativas se ve alcanzada; por tanto, quiero dedicarla a Dios, a mis padres modelo a seguir por su dedicación, fortaleza y decisión y a mis hermanos quienes han estado presentes en cada paso a lo largo de mi vida diaria y estudiantil. A todos ellos, ya que supieron apoyarme y brindarme su mano guía y motivadora en los momentos difíciles, además de contribuir en mi formación y en mi deseo de superación demostrándome en todo momento su cariño y amor verdadero.

Mónica Lucía Samaniego Inca

A mi adorado hijo Patricio Xavier, símbolo de dulzura, amor y comprensión, quien me ha impulsado a cumplir con mis anhelos, permitiéndome culminar con mi más grande ideal y quien es la razón de mi existir y el motivo de la alegría de mi vida.

A mis padres Patricio y Alicia que son mi mayor tesoro y mi orgullo, porque de ellos he aprendido la bondad, la honestidad y el saber conservar los grandes valores que nos certifican como verdaderos seres humanos.

Patricia Alexandra Chiriboga Zamora

NOMBRE	FIRMA	FECHA
Dr. Romeo Rodríguez DECANO DE LA FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
Ing. Iván Menes DIRECTOR DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS
Ing. Fernando Proaño DIRECTOR DE TESIS
Ing. Jorge Huilca MIEMBRO DEL TRIBUNAL
Tlgo. Carlos Rodríguez DIRECTOR DEL CENTRO DE DOCUMENTACIÓN
NOTA DE TESIS		

“Nosotras, Mónica Samaniego y Patricia Chiriboga, somos responsables de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta tesis y el patrimonio intelectual de la tesis de grado perteneciente a la

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO”

Mónica L. Samaniego Inca

Patricia A. Chiriboga Zamora

ÍNDICE GENERAL

Portada

Agradecimiento

Dedicatoria

Firmas de Calificación

Firmas de Responsabilidad

Introducción

CAPÍTULO I: Marco Referencial

1.1 Antecedentes.....	23
1.2 Justificación.....	27
1.3 Objetivos.....	30
1.3.1 Objetivo General.....	30
1.3.2 Objetivos Específicos.....	31
1.4 Hipótesis.....	31

CAPÍTULO II: Sistemas de Información Geográfica

2.1 Definición.....	32
2.2 Componentes.....	36
2.2.1 Hardware.....	36
2.2.2 Software.....	37
2.2.3 Datos.....	37
2.2.4 Recurso Humano.....	38
2.2.5 Métodos.....	38
2.3 Características.....	39
2.4 Análisis Espacial.....	43
2.4.1 Análisis de Vecindad.....	43
2.4.2 Análisis de proximidad.....	45
2.4.3 Superposición topológica.....	45
2.4.4 Análisis de redes.....	50
2.5 Construcción Topológica.....	51
2.5.1 Modelamiento Topológico.....	51
2.5.1.1 SIG Vectoriales.....	52
2.5.1.2 SIG Raster.....	54

2.5.1.3 SIG Orientados a Objetos.....	55
2.5.2 Corrección Topológica.....	56
2.6 Entorno 3D.....	56
2.7 Georeferenciación.....	58
2.7.1 Sistemas de Coordenadas.....	58
2.7.1.1 Coordenadas Geográficas.....	59
2.7.1.2 Coordenadas Rectangulares o Planas.....	59
2.7.2 Conversión de Coordenadas Geográficas Geodésicas a Coordenadas UTM...	62
2.7.2.1. Cálculos Previos.....	63
2.7.2.1.1 Sobre la geometría del elipsoide.....	63
2.7.2.1.2 Sobre Longitud y Latitud.....	64
2.7.2.1.3 Sobre el huso horario o zona UTM.....	64
2.7.2.2 Aplicación de Fórmulas.....	66
2.7.2.3 Cálculo Final.....	67
2.7.2.4 Ejemplo aplicado a la ciudad de Riobamba.....	67
2.7.3 Sistema de Posicionamiento Global.....	72
2.7.4 Procesos de Rectificación.....	75
2.8 Geoportales y Estándares OGC.....	76
2.8.1 Servicios Web de Mapas – WMS.....	77
2.8.2 Servicio Web de Características – WFS.....	78
2.8.3 Servicio Web de Cobertura – WCS.....	78
CAPÍTULO III: Herramientas SIG Libre y Propietaria	
3.1 Sistemas de Información Geográfica Propietario.....	80
3.1.1 Ventajas.....	81
3.1.2 Desventajas.....	82
3.2 Selección de Herramienta SIG Propietaria.....	83
3.3 ArcGis 9.2.....	85
3.3.1 Arquitectura.....	85
3.3.1.1 SIG de Escritorio.....	86
3.3.1.2 SIG Embebido.....	88
3.3.1.3 SIG Servidor.....	89
3.3.1.4 SIG Móvil.....	91

3.3.1.5 ArcSDE.....	92
3.3.2 Componentes Principales.....	93
3.3.2.1 ArcMap.....	94
3.3.2.1.1 Interfaz Gráfica.....	95
3.3.2.1.2 Simbología y Mapas Temáticos.....	102
3.3.2.1.3 Manipulación de Tablas.....	105
3.3.2.2 ArcCatalog.....	121
3.3.2.2.1 Organización de Datos.....	122
3.3.2.2.2 Visualización de Datos.....	122
3.3.2.2.3 Conexión a Base de Datos.....	124
3.3.2.2.4 Creación de Nueva Información Espacial.....	128
3.3.2.2.5 Definición de Sistema de Coordenadas.....	128
3.3.2.3 ArcToolBox.....	130
3.3.2.3.1 Organización de Herramientas.....	131
3.3.2.3.2 Funcionalidades Especiales.....	132
3.3.3 Integración de Datos.....	133
3.3.4 Vectorización.....	136
3.3.5 Rasterización.....	140
3.3.6 Georeferenciación.....	142
3.3.7 Personalización.....	145
3.4 Sistema de Información Geográfica Libre.....	146
3.4.1 Ventajas.....	147
3.4.2 Desventajas.....	148
3.5 Selección de Herramienta SIG Libre.....	148
3.6 Open Jump 1.2.....	150
3.6.1 Arquitectura.....	152
3.6.2 Componentes Principales.....	155
3.6.2.1 Interfaz Gráfica.....	156
3.6.2.1.1 Simbología y Mapas Temáticos.....	159
3.6.2.1.2 Impresión y Layout.....	165
3.6.2.1.3 Manipulación de Tablas.....	167
3.6.2.2 Conexión a Base de Datos.....	173

3.6.2.3 Caja de Herramientas.....	177
3.6.2.3.1 Herramientas de Navegación.....	178
3.6.2.3.2 Herramientas de Selección.....	178
3.6.2.3.3 Herramientas de Edición.....	181
3.6.2.3.4 Menú de Herramientas.....	185
3.6.2.3.5 Opciones Avanzadas.....	190
3.6.3 Análisis Espacial.....	193
3.6.4 Integración de Datos.....	198
3.6.5 Vectorización.....	200
3.6.6 Rasterización.....	204
3.6.7 Georeferenciación.....	205
3.6.8 Personalización.....	207
CAPÍTULO IV: Comparativa entre Herramientas GIS Libre y Propietario basado en métricas de calidad	
4.1 Generalidades.....	209
4.2 Metodología de Comparación.....	211
4.3 Comparación SIG.....	212
4.3.1 Funcionalidad básica.....	215
4.3.2 Análisis Espacial.....	217
4.3.3 Capacidad Raster.....	219
4.3.4 Interoperabilidad.....	222
4.3.5 Rendimiento.....	224
4.3.6 Personalización.....	227
4.3.7 Capacidad 3D.....	229
4.3.8 Generación de Mapas.....	232
4.3.9 Documentación y Soporte.....	234
4.4 Comprobación de Hipótesis.....	236
4.4.1 Resumen de Comparativa.....	239
4.4.1.1 Diferencias y Semejanzas.....	241
4.4.2 Resultado Final.....	246
CAPÍTULO V: Desarrollo de la Aplicación SIG	
5.1 Análisis de Sistema de Información Geográfico.....	249

5.1.1 Funciones Primarias del Sistema.....	251
5.1.2 Análisis de Actividad SIG.....	253
5.1.3 Especificación de Requerimientos del Software (SRS).....	257
5.1.3.1 Introducción.....	257
5.1.3.1.1 Objetivos.....	258
5.1.3.1.2 Ámbito.....	258
5.1.3.1.3 Definiciones. Acrónimos y Abreviaturas.....	261
5.1.3.1.4 Visión General.....	262
5.1.3.2 Descripción General.....	262
5.1.3.2.1 Perspectiva del Producto.....	262
5.1.3.2.2 Funciones del Producto.....	263
5.1.3.2.3 Características de los Usuarios.....	264
5.1.3.2.4 Limitaciones Generales.....	264
5.1.3.2.5 Supuestos y Dependencias.....	266
5.1.3.3 Requerimientos Específicos.....	267
5.1.3.3.1 Requisitos Funcionales.....	267
5.1.3.3.2 Atributos del Sistema.....	269
5.1.3.3.3 Limitaciones del Diseño.....	270
5.1.4 Factibilidad.....	271
5.1.5 Riesgos de Requerimentación.....	275
5.2 Diseño de Sistema de Información Geográfica.....	277
5.2.1 Diseño de Base de Datos.....	277
5.2.2 Inventario de Mapas.....	278
5.2.3 Especificación de Metadatos.....	280
5.2.4 Respaldo de Base de Datos.....	289
5.2.5 Diseño de Interfaz de Usuario.....	290
5.2.5.1 Interfaz Principal.....	291
5.2.5.2 Layouts del Sistema.....	297
5.2.6 Consultas Específicas y Estadísticas.....	299
5.3 Pruebas.....	310
5.4 Operación y Mantenimiento.....	310
<i>Conclusiones</i>	

Recomendaciones

Resumen

Summary

Glosario de Términos

Anexos

Bibliografía

ÍNDICE DE ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

- API:** Interfaz de Programación de Aplicaciones
- CAD:** Diseño Asistido por Computadora
- CGI:** Interfaz de Entrada Común
- CL:** Lista Coordinada
- COM:** Modelo de Objetos Componentes
- CPU:** Unidad Central de Proceso
- CRS:** Sistema de Referencia de Coordenadas
- DBMS:** Sistema Administrador de Base de Datos
- DEM:** Modelos de Elevación Digital.
- DTM:** Modelo Digital de Terreno
- EPSG:** Grupo de Inspección de Petróleo Europeo
- ESRI:** Instituto de Sistemas de Investigación del Medio Ambiente
- GCP:** Puntos de Control Geográficos.
- GIS:** Sistema de Información Geográfica
- GML:** Lenguaje de Mercado Geográfico
- GNU:** Licencia Pública General
- GPS:** Sistema de Posicionamiento Global
- GUI:** Interfaz Gráfica de Usuario
- HTML:** Lenguaje de Marcas de Hipertexto
- IBM:** Sociedad Internacional de Material Electrónico
- IGM:** Instituto Geográfico Militar
- ISO:** Organización Internacional para Estandarización
- JCS:** Java Confection Suite
- JDBC:** Conexión a Bases de Datos Java
- JPP:** Proyecto Piloto Salto
- JTS:** Java Topology Suite
- KLDC:** K líneas de código
- MDI:** Múltiples Documentos de Interfaz
- MrSID:** Multi-resolución de base de datos de imagen sin cortes.
- OGC:** Consorcio Geoespacial Abierto
- OO:** Orientación a Objetos

ORDBMS: Objeto Relacional de Sistemas de Administración de Bases de Datos

PDA: Asistente Digital Personal

PF: Puntos de Fusión

PHP: Pre-Procesador de Hipertexto

POO: Programación Orientada a Objetos

QSOS: Método de Calificación y Selección para Software de Código Abierto

RDBMS: Sistema Administrador de Base de Datos Relacionales

SGDB: Sistema de Gestión de Base de Datos

SIG: Sistema de Información Geográfica

SMBD: Sistema Manejador Base de Datos

SOA: Arquitectura Orientada a Servicios

SQO-OSS: Observatorio de Calificación de Software para Software de Código abierto.

SRID: Identificador de Sistema de Referencia Espacial

SRS: Especificación de Requerimientos del Software

UTM: Universal Transversal de Mercator

UPS: Universal Polar Estereográfica

W3C: Consorcio del Mundo Extenso de la Web

WCS: Servicio Web de Coberturas

WGS84: Sistema de Coordenadas Mundiales de 1984

WFS: Servicio Web de Características

WKT: Text Know Well

WMS: Servicio Web de Mapas

XML: Lenguaje de Marcado Extensible

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de la Roma antigua.....	33
Figura 2: Ejemplo de Mapa Temático	35
Figura 3: Componentes GIS.....	36
Figura 4: Captura de Información.....	40
Figura 5: Análisis Vecindad – Buffer.....	44
Figura 6: Análisis Proximidad – Medir.....	45
Figura 7: Análisis Superposición – Unión.....	46
Figura 8: Análisis Superposición – Intersección.....	47
Figura 9: Análisis Superposición – Identidad.....	47
Figura 10: Análisis Superposición – Fusión.....	48
Figura 11: Análisis Superposición – Extracción.....	49
Figura 12: Análisis Superposición – Algebra Mapas.....	49
Figura 13: Análisis Redes.....	50
Figura 14: Modelos SIG.....	52
Figura 15: SIG Vectorial – Línea.....	53
Figura 16: SIG Vectorial – Polígono.....	53
Figura 17: SIG Raster.....	54
Figura 18: Percepción SIG Orientado a objetos.....	55
Figura 19: Errores topológicos.....	56
Figura 20: Entorno 3D.....	57
Figura 21: Sistemas de Coordenadas.....	61
Figura 22: Meridiano Central.....	65
Figura 23: Localización Riobamba.....	68
Figura 24: Constelación de Satélites.....	73
Figura 25: Arquitectura ArcGis 9.2.....	86
Figura 26: Productos ArcGis.....	87
Figura 27: Componentes Principales ArcGis 9.....	94
Figura 28: Interfaz ArcGis – ArcInfo.....	94
Figura 29: Vistas de Tabla de Contenidos.....	96
Figura 30: Componentes Interfaz.....	97
Figura 31: Propiedades de Capa.....	98

Figura 32: Propiedades de Etiquetas.....	99
Figura 33: Elementos de Tabla de Contenido.....	99
Figura 34: Vista.....	100
Figura 35: Vista de Diseño.....	101
Figura 36: Barra Herramientas.....	102
Figura 37: Simbología.....	104
Figura 38: Propiedades de Símbolos.....	105
Figura 39: Asociación entre Tablas y Mapas.....	106
Figura 40: Abrir tabla de Atributos.....	108
Figura 41: Tabla de Atributos.....	108
Figura 42: Agregar Campos.....	109
Figura 43: Iniciar Edición.....	110
Figura 44: Join.....	111
Figura 45: Relate.....	112
Figura 46: Selección de Campo – Join.....	112
Figura 47: Excel – Join.....	113
Figura 48: Excel – Almacenamiento.....	114
Figura 49: Excel – Agregar Datos XY.....	115
Figura 50: Crear Gráfico.....	116
Figura 51: Selección de Gráfico.....	116
Figura 52: Selección de Campos.....	117
Figura 53: Configuración Avanzada.....	117
Figura 54: Grafico ArcMap.....	118
Figura 55: Informe ArcMap.....	119
Figura 56: Informe Crystal Reports.....	120
Figura 57: ArcCatalog.....	121
Figura 58: Ficha Contenido.....	123
Figura 59: Ficha Previa.....	123
Figura 60: Ficha Metadatos.....	124
Figura 61: Ventana de Conexiones.....	125
Figura 62: Conexión a Servidor.....	126
Figura 63: Conexión a Base de Datos Externas.....	127

Figura 64: ArcCatalog – Georeferenciación.....	129
Figura 65: ArcToolBox.....	130
Figura 66: Integración ArcGis.....	136
Figura 67: Herramientas de Edición.....	138
Figura 68: Vectorización.....	139
Figura 69: Herramientas ArcScan.....	140
Figura 70: Herramientas Georeferenciación.....	142
Figura 71: Personalización ArcGis.....	145
Figura 72: OpenJump 1.2.....	151
Figura 73: Arquitectura OpenJump.....	152
Figura 74: Interfaz de OpenJump.....	156
Figura 75: Ventanas de OpenJump.....	158
Figura 76: Menú Capa.....	159
Figura 77: Capas OpenJump.....	160
Figura 78: Apariencia.....	161
Figura 79: Escala.....	162
Figura 80: Colores Temáticos.....	163
Figura 81: Etiquetas.....	164
Figura 82: Decoraciones.....	165
Figura 83: Impresión.....	166
Figura 84: Impresión Inkscape.....	167
Figura 85: Menú Editar Atributos.....	169
Figura 86: Editar Atributos.....	169
Figura 87: Mostrar Información.....	170
Figura 88: Editar Esquema.....	171
Figura 89: Configuración Histograma.....	172
Figura 90: Histograma.....	173
Figura 91: Abrir Tabla.....	174
Figura 92: Capas WMS.....	176
Figura 93: SRC para Servidor de Mapas.....	176
Figura 94: Barra de Herramientas OpenJump.....	177
Figura 95: Consulta Espacial.....	180

Figura 96: Barra de Herramientas de Edición.....	181
Figura 97: Restricciones en OpenJump.....	191
Figura 98: Combinación/Red.....	191
Figura 99: Vista y Edición.....	192
Figura 100: Combinar Vértices.....	192
Figura 101: Envoltura.....	193
Figura 102: Buffer OpenJump.....	194
Figura 103: Sobrecarga OpenJump.....	195
Figura 104: Unión OpenJump.....	196
Figura 105: Funciones Geométricas.....	197
Figura 106: Integración OpenJump.....	199
Figura 107: Crear capa OpenJump.....	201
Figura 108: Herramientas Vectorización OpenJump.....	201
Figura 109: Polígonos Vacíos OpenJump.....	203
Figura 110: Sistema de Coordenadas OpenJump.....	205
Figura 111: Selección de sistema de coordenadas.....	206
Figura 112: Personalización OpenJump.....	207
Figura 113: Base de Evaluación Propuesta.....	212
Figura 114: Proceso de Evaluación.....	213
Figura 115: Factores Funcionalidades Básicas.....	216
Figura 116: OpenJump vs ArcGis – Funcionalidades Básicas.....	217
Figura 117: Factores Análisis Espacial.....	218
Figura 118: OpenJump vs ArcGis – Análisis Espacial.....	219
Figura 119: Factores Capacidad Ráster.....	221
Figura 120: OpenJump vs ArcGis – Capacidad Ráster.....	221
Figura 121: Factores Interoperabilidad.....	223
Figura 122: OpenJump vs ArcGis – Interoperabilidad.....	224
Figura 123: Factores Rendimiento.....	226
Figura 124: OpenJump vs ArcGis – Rendimiento.....	227
Figura 125: Factores Personalización.....	228
Figura 126: OpenJump vs ArcGis – Personalización.....	229
Figura 127: Factores Capacidad 3D.....	231

Figura 128: OpenJump vs ArcGis – Capacidad 3D.....	232
Figura 129: Factores Generación de Mapas.....	233
Figura 130: OpenJump vs ArcGis – Generación de Mapas.....	234
Figura 131: Factores Documentación y Soporte.....	235
Figura 132: OpenJump vs ArcGis – Documentación y Soporte.....	236
Figura 133: Comprobación de Hipótesis.....	246
Figura 134: Actividad SIG – Fase 0.....	253
Figura 135: Actividad SIG – Fase 1.....	254
Figura 136: Actividad SIG – Fase 2.....	254
Figura 137: Actividad SIG – Fase 3.....	255
Figura 138: Actividad SIG – Fase 4.....	255
Figura 139: Actividad SIG – Fase 5.....	256
Figura 140: Actividad SIG – Fase 6.....	256
Figura 141: Actividad SIG – Fase 7.....	257
Figura 142: Perspectiva del Producto.....	263
Figura 143: Funciones del Producto.....	263
Figura 144: Arquitectura del Sistema.....	266
Figura 145: Desarrollo – Riesgo #1.....	276
Figura 146: Desarrollo – Riesgo #2.....	277
Figura 147: Diseño Base de Datos.....	278
Figura 148: Respaldo Base de Datos.....	290
Figura 149: Interfaz Principal del Sistema.....	291
Figura 150: Menú capa.....	292
Figura 151: Capa Farmacias.....	292
Figura 152: Capa Hospitales.....	293
Figura 153: Capa Bomberos.....	293
Figura 154: Capa Policía.....	294
Figura 155: Capa Gasolineras.....	294
Figura 156: Capa Albergues.....	295
Figura 157: Rutas Albergues Penipe.....	295
Figura 158: Rutas Albergues Guano.....	296
Figura 159: Rutas de Coordinación.....	296

Figura 160: Rutas Emergencia.....	297
Figura 161: Diseño de Mapas.....	299
Figura 162: Query básico 1.....	300
Figura 163: Query básico 2.....	301
Figura 164: Query básico 3.....	302
Figura 165: Query avanzado 1.....	303
Figura 166: Query avanzado 2.....	304
Figura 167: Query avanzado 3.....	305
Figura 168: Query avanzado 4.....	306
Figura 169: Estadística Empleados Gasolineras.....	307
Figura 170: Estadística Guardias Policiales.....	308
Figura 171: Estadística Motobombas Bomberos.....	308
Figura 172: Estadística Capacidad Albergues.....	309
Figura 173: Estadística Servicios Farmacias.....	309

ÍNDICE TABLAS

Tabla I: Comparativa de Herramientas SIG Propietarias.....	84
Tabla II: Tipos de Datos ArcGis.....	107
Tabla III: Comparativa de Herramientas SIG Libres.....	149
Tabla IV: Tipos de Datos OpenJump.....	168
Tabla V: Criterios de Evaluación.....	213
Tabla VI: Características Generales ArcGis 9.....	214
Tabla VII: Características Generales OpenJump 1.2.....	215
Tabla VIII: Funcionalidades Básicas.....	216
Tabla IX: Análisis espacial.....	218
Tabla X: Capacidad Raster.....	220
Tabla XI: Interoperabilidad.....	222
Tabla XII: Rendimiento.....	226
Tabla XIII: Personalización.....	228
Tabla XIV: Capacidad 3D.....	231
Tabla XV: Generación de Mapas.....	233
Tabla XVI: Documentación y Soporte.....	235
Tabla XVII: Resultado Final.....	237
Tabla XVIII: Características de Herramientas.....	240
Tabla XIX: Características de Usuario.....	264
Tabla XX: Hardware Existente.....	271
Tabla XXI: Hardware Requerido.....	271
Tabla XXII: Software Existente.....	272
Tabla XXIII: Software Requerido.....	272
Tabla XXIV: Recurso Humano Requerido.....	272
Tabla XXV: Personal a Capacitar.....	273
Tabla XXVI: Análisis de Riesgos.....	276
Tabla XXVII: Mapas del Sistema.....	279
Tabla XXVIII: Policía.....	280
Tabla XXIX: Farmacias.....	281
Tabla XXX: Bomberos.....	282
Tabla XXXI: Gasolineras.....	283

Tabla XXXII: Albergues.....	284
Tabla XXXIII: Defensa Civil.....	285
Tabla XXXIV: Rutas de Emergencia.....	286
Tabla XXXV: Ruta Albergues Guano.....	286
Tabla XXXVI: Ruta Albergues Penipe.....	287
Tabla XXXVII: Rutas Coordinación.....	287
Tabla XXXVIII: Hospitales.....	288

INTRODUCCIÓN

Un Sistema de Información Geográfico almacena información sobre el mundo real y brinda una perspectiva totalmente nueva y dinámica de la información, de tal forma que es tratada como una colección de diversos niveles o capas temáticas que abren paso a la presentación de mapas vistosos y amigables, los cuales, soportan un gran conjunto de información relacionada con elementos localizados en la geografía terrestre.

En la actualidad, algunos de los temas más importantes que enfrenta el mundo como la superpoblación, contaminación y desastres naturales son analizados de mejor manera por un Sistema de Información Geográfico, de tal forma, que ayuda eficazmente durante el proceso de toma de decisiones, de aquí que el desarrollo de un sistema de información geográfico toma impulso y manifiesta la necesidad de creación bajo características de ideales que procuren un producto fiable y que a la vez devuelva información real y concreta.

Sin embargo, entorno a los sistemas de información geográfico se encuentran diferenciadas herramientas en ámbitos comerciales y libres; por ello, el conocer sus atributos y definir sus habilidades constituye el pilar fundamental en el desarrollo de un sistema de este tipo. Así, al priorizar reglas claras que incluyan parámetros de calidad apropiados en éste entorno, la definición de una herramienta óptima para el desarrollo de sistemas de información geográfica es planteada en el presente estudio.

CAPÍTULO I

Marco Referencial

1.1 ANTECEDENTES

Las Nuevas Tecnologías han estado muy ligadas al aprendizaje de los Sistemas de Información Geográfica. Un SIG es una tecnología y una materia con corta historia en educación en nuestro medio, se introdujo en las universidades al mismo tiempo que comenzó a proliferar el uso de las nuevas tecnologías en la enseñanza, aproximadamente a mediados de los años 80.

El pionero de esta rama es el Dr. John Snow que proporcionaría, allá por 1854, el clásico ejemplo de este concepto cuando cartografió la incidencia de los casos de cólera en un mapa del distrito de SoHo en Londres. Este protoSIG permitió a Snow localizar con precisión un pozo de agua contaminado como fuente causante del brote [¹]. Dándose de esta forma la pauta inicial hacia el desarrollo de sistemas de información geográfico propiamente dichos y los fundamentos bajo los cuales se forman.

¹ *Origen de los SIG,*
http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_Informaci%C3%B3n_Geogr%C3%A1fica

Un SIG funciona como una base de datos con información geográfica (datos alfanuméricos) que se encuentra asociada por un identificador común a los objetos gráficos de un mapa digital y con referencias especiales. De esta forma, señalando un objeto se conocen sus atributos e, inversamente, preguntando por un registro de la base de datos se puede saber su localización en la cartografía; es así que aparece la Georeferenciación. La Georeferenciación es el posicionamiento en el que se define la localización de un objeto espacial en un sistema de coordenadas y dato determinado.

En definitiva “Un Sistema de Información Geográfica está definido como un sistema de información utilizado para ingresar, almacenar, recuperar, manipular, analizar y obtener datos referenciados geográficamente, para brindar apoyo en la toma de decisiones”^[2]. Así mismo, dentro del desarrollo de SIGs se manejan grandes paquetes de software donde ESRI es una de las potencias en éste ámbito, siendo así que pone a disposición aplicaciones como ArcView y ArcGis en sus diferentes versiones que requieren el pago de licencias pero que brindan un estándar de usabilidad; debido a que muchas de estas aplicaciones corren únicamente en Windows; también existe en el mercado software GIS libre que proporciona grandes beneficios en cuanto a la libertad de ejecutar, estudiar, mejorar y redistribuir el programa con cualquier propósito evitando inversiones en licencias.

Por ende ambos tipos de Software están sujetos a controles de calidad. La calidad de un software GIS se definirá mediante parámetros o características medibles que permitan

² *Sistemas de Información Geográfico,*
<http://sig.utpl.edu.ec/sigutpl/index.php>

llevar un control mediante inspecciones, revisiones y pruebas. Para la evaluación de calidad es necesario definir dichos parámetros tomando en consideración funcionamiento, eficiencia, diseño, productividad, estructuras y sintaxis, conectividad con bases de datos y el comportamiento dentro de una arquitectura cliente/servidor que constituyen los factores más representativos en el análisis de una herramienta GIS de Calidad.

De esta manera las métricas se utilizan para evaluar y controlar el proceso de desarrollo de software, de forma que permitan indicar la calidad del producto, evaluar la productividad de los desarrolladores, evaluar los beneficios (en cuanto a calidad y productividad), establecer una línea base para la estimación, justificar el uso de nuevas herramientas o de formación adicional si es requerido. Además al utilizar las métricas más adecuadas se consigue el control, seguimiento y mejora de la calidad de todo producto GIS.

La aplicación de los SIG involucra un amplio ámbito de sectores, consiguiendo ser una herramienta de ayuda a la gestión de los mismos, siendo utilizado en cartografía automatizada (construcción y mantenimiento de planos digitales), infraestructura (desarrollo, mantenimiento y gestión de redes de electricidad, gas, agua, teléfonos, alcantarillados), gestión territorial, medioambiente (planificación de explotaciones agrícolas, estudios de ecosistemas, estudios de fragmentación, estudios de especies), equipamiento social, tráfico, recursos mineros, demografía, planes de contingencia y geomarketing.

Una de las organizaciones que requiere contar con el apoyo de los sistemas de información Geográfica es la Defensa Civil localizada en la ciudad de Riobamba debido a que se constituye como una actividad de servicio permanente del estado a favor de la comunidad que tiende a desarrollar y coordinar las medidas en todo orden, destinadas a predecir y prevenir desastres de cualquier origen, a limitar y reducir los daños que tales desastres pudiesen causar a personas y bienes así como a realizar en las zonas afectadas, las acciones de emergencia, para permitir la continuidad del régimen administrativo y funcional en todos los ordenes de actividad.

Esta entidad del estado tiene origen en el año de 1960 donde plantea como metas prevenir desastres y reducir sus efectos, proporcionando ayuda adecuada y suficiente en tiempo oportuno a la comunidad afectada. De esta forma, en dicha institución se desarrollará este proyecto de tesis con información acorde al mismo. Actualmente, la institución ha cambiado su nombre por la denominación “Unidad Provincial de Gestión de Riesgos de Chimborazo” la cual pertenece a la Secretaría Técnica de Gestión de Riesgos.

Del mismo modo, existen estudios relacionados con este tema, siendo así que luego de revisar las tesis desarrolladas en el ámbito de GIS y las que están al momento en ejecución no se registran estudios aprobados sobre calidad de Software GIS basado en comparaciones entre software propietario y libre, por lo tanto este tema es factible realizarlo.

1.2 JUSTIFICACIÓN

En la actualidad se considera de suma importancia todo tipo de desarrollos informáticos sobre variadas plataformas de aplicación, comúnmente conocidas como automatización de procesos. El ámbito geográfico no ha sido la excepción, irrumpiendo con fuerza todo tipo de técnicas informáticas. La razón fundamental para utilizar un SIG es la gestión de información espacial. El sistema permite separar la información en diferentes capas temáticas y las almacena independientemente, permitiendo trabajar con ellas de manera rápida y sencilla, además de facilitar al profesional la posibilidad de relacionar la información existente a través de la topología de los objetos, con el fin de generar otra nueva que no podríamos obtener de otra forma, incluyendo el gran valor que en los SIG tiene la visualización de los datos, procesos y resultados del análisis por parte del usuario.

Debido a la existencia de gran cantidad de software GIS, el desarrollo de un sistema de este tipo que brinde resultados eficientes y eficaces requiere de un análisis previo, en el cual se determine que herramienta se desenvuelve mejor en éste ámbito; tomando en consideración a herramientas libres y propietarias donde cada una de ellas posee variadas características.

De esta forma se seleccionó las herramientas OpenJump 1.2 y ArcGis 9.2 de distribución libre y propietaria respectivamente debido a que cada una de ellas posee atributos que se emplean de mejor manera al aplicativo que se desea implementar³,

³ *Capítulo III: Herramientas SIG Libre y Propietaria,
Sección 3.2,3.5*

siendo así que la selección de la herramienta de código abierto OpenJump se debe a que la interfaz con la que cuenta es mucho más amigable que la de otros GIS libres y presenta ciertas semejanzas a los productos comerciales mucho más utilizados como el software ArcView de ESRI. Al estar programado en su totalidad en código 100% Java, es multiplataforma, ejecutándose correctamente en entornos tanto Linux como MS-Windows [4].

En cuanto a la herramienta ArcGis, ya que es un producto del Instituto de Sistemas de Investigación del Medio Ambiente (ESRI), está optimizado para ver, consultar, analizar y presentar en forma de mapas datos espaciales, facilitando de gran forma el procesamiento y presentación de datos para el usuario. Es la más conveniente de las Herramientas GIS propietarias para nuestros requerimientos ya que el volumen de datos a emplear se adapta perfectamente a las características que proporciona y se encuentra acorde a los requerimientos de la tecnología actual.

Otro punto importante a considerar es la evaluación de calidad de estas herramientas donde las métricas juegan un papel vital en la medición de su desempeño, así se plantean parámetros que engloban y sacan a relucir atributos esenciales que ayudarán a definir la herramienta que brinde mayores facilidades. De esta manera se buscará puntualizar que es calidad GIS para comparar y desarrollar Sistemas de Información Geográfica de calidad, enfocando a estrategias exitosas que involucren sistemas confiables y estables, pero en especial que permitan validar los procesos y resultados a

⁴ *Soluciones Potenciales de SIG Libres para cubrir las necesidades de Gestión,*
<http://www.scrib.com/doc/2096954/SIG-libres>

la hora de la toma de decisiones. Por lo tanto, el hablar de Calidad implica asegurar que cada producto cumple con requisitos que le han sido asignados.

Así, debido a que los Sistemas de Información Geográfica constituyen un medio para satisfacer las necesidades concretas de información y brindan rapidez de procesos, la Defensa Civil como una organización de ayuda a la comunidad y cuya función es salvaguardar el bienestar de los ciudadanos necesita tomar medidas urgentes y eficaces en casos de amenazas o emergencias que se susciten ya que el Ecuador en su estructura geológica y ubicación en el planeta, ha estado desde siempre expuesto a la ocurrencia de terremotos, erupciones volcánicas, inundaciones, aludes y derrumbes, sequías e incendios forestales, también a los eventos ocasionados por el hombre que han causado grandes pérdidas de vidas humanas y patrimonio familiar.

Por ello lo que esta institución requiere es automatizar sus procesos, los cuales conforman planes de contingencia, mapas y ubicaciones estratégicas de centros de ayuda. En esta institución el manejo y operación de sistemas informáticos es mínimo, así mismo al hablar de GIS resulta nula la existencia de este tipo de sistemas; por lo que el desarrollo e implementación de un software de este tipo facilitaría y optimizaría el trabajo de la Institución en cuanto a agilidad, precisión y veracidad.

De esta forma se consultarán rápidamente bases de datos, tanto espacial como alfanumérica, almacenadas en el sistema con información exacta, actualizada y centralizada, minimizando costos de operación e incrementando la productividad del

sistema. Además ayudará en la toma de decisiones con el fin de focalizar esfuerzos y realizar inversiones más efectivas.

Implementando un SIG en la institución se efectuarán algunos análisis de forma rápida, en comparación a los hechos manualmente que resultarían largos y molestos, integrando a futuro otro tipo de información complementaria que se considere relevante y que este relacionada con la base de datos nativa u original; permitiendo de esta forma comparar eficazmente los datos espaciales a través del tiempo como por ejemplo rutas críticas de evaluación (policía, bomberos, ambulancias), ubicaciones estratégicas de centros médicos, farmacias, albergues y hospitales, además de estadísticas de población en posibles eventos de desastres naturales.

En cuanto a la limitación del aplicativo, las actividades de ubicación de rutas para bomberos, ambulancias, policías, en sí rutas de evacuación, se la realizará dentro de toda el área geográfica de Riobamba, mientras que al hablar de ubicación de centros médicos, hospitales, clínicas, farmacias, albergues, gasolineras, policía y bomberos lo desarrollaremos en una zona específica de la ciudad debido al laborioso trabajo de campo que requeriría y el tiempo que llevaría la obtención de esta información correctamente georeferenciada si lo realizaríamos en toda la ciudad.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo general

Comparar herramientas de Sistemas de Información Geográfica Libre y Propietario basado en métricas de calidad desarrollando un SIG para la Defensa Civil.

1.3.2 Objetivos específicos

- ✓ Analizar las características de la herramienta SIG propietaria ArcGis 9.2 y la herramienta de código abierto OpenJump 1.2.
- ✓ Realizar comparativa entre herramientas SIG libre y propietaria basado en métricas de calidad.
- ✓ Desarrollar un Sistema de Información Geográfica que cumpla con métricas de calidad para la Defensa Civil que comprenda los siguientes mapas temáticos:
 - Ubicación estratégica de Farmacias.
 - Ubicación estratégica de Hospitales, clínicas y Centros de Salud.
 - Ubicación estratégica de Albergues.
 - Ubicación estratégica de Gasolineras
 - Ubicación estratégica de Policía.
 - Ubicación estratégica de Bomberos.
 - Vías alternas (rutas bomberos, ambulancias, policía).

1.4 HIPÓTESIS

El estudio comparativo entre herramientas SIG Libre y Propietario permitirá establecer la mejor herramienta de desarrollo de Sistemas de Información Geográfica basado en métricas de calidad.

CAPÍTULO II

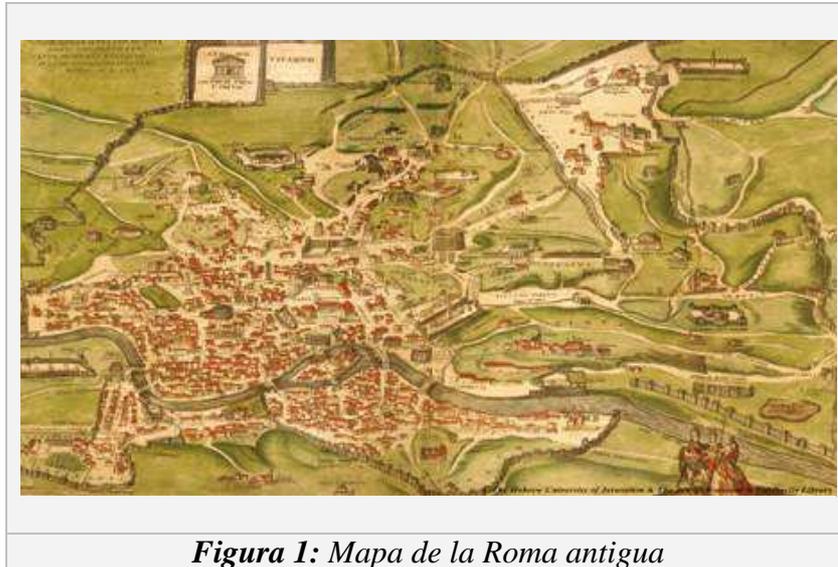
Sistemas de Información Geográfica

2.1 DEFINICIÓN

Para definir correctamente lo que un Sistema de Información Geográfico significa, debemos partir dando un enfoque global de los SIG a lo largo de su desarrollo dentro de la sociedad y la tecnología, por ello, decimos que éstos iniciaron desde la época de los Fenicios; los cuales, se caracterizaban por ser navegantes, exploradores y estrategias militares que recopilaban información en un formato pictórico y desarrollaron una cartografía "primitiva" que permitió la expansión y mezcla de razas y culturas.

De la misma forma, los griegos por su parte aportaron elementos para completar la cartografía utilizando medición de distancias con el modelo matemático de Pitágoras. Éstos se convirtieron en navegantes e hicieron observaciones astronómicas para medir distancias sobre la superficie de la tierra, guardando esta información en mapas. Los romanos no se quedaron atrás y desarrollaron su Imperio utilizando frecuentemente el banco de datos heredado de los griegos apareciendo así la logística de infraestructura

que permitió un alto grado de organización política y económica, soportada principalmente por el manejo centralizado de recursos de información.



Así mismo, continuó el avance de los SIG durante el siglo XIX, donde la orientación espacial de la información se conservó con la superposición de mapas temáticos especializados sobre un mapa topográfico base. Recientemente la fotografía aérea e imágenes de satélite han permitido la observación periódica de los fenómenos sobre la superficie terrestre. La información producida por este tipo de sensores ha exigido el desarrollo de herramientas para lograr una representación cartográfica adecuada de este tipo de información.

Con el transcurso del tiempo se logró desarrollar un trabajo multidisciplinar de donde se ha hecho posible el utilizar la herramienta denominada como Sistemas de Información Geográfica (SIG) que a partir de las décadas de los 60 y 70 empezó a aplicar la tecnología del computador digital poniendo en práctica el desarrollo de la automatización de procesos donde la mayoría de programas estuvieron dirigidos hacia

la automatización del trabajo cartográfico; es decir, hacia la producción automática de dibujos basados en la tecnología de diseño asistido por computador (CAD).

En la década de los 80 se hizo latente la expansión del uso de los SIG, facilitado por la comercialización simultánea de un gran número de herramientas de dibujo y diseño asistido por ordenador, así como la generalización del uso de microordenadores y estaciones de trabajo en la industria y la aparición y consolidación de las Bases de Datos relacionales (SGBD), junto a los primeros modelos de relaciones espaciales o topología.

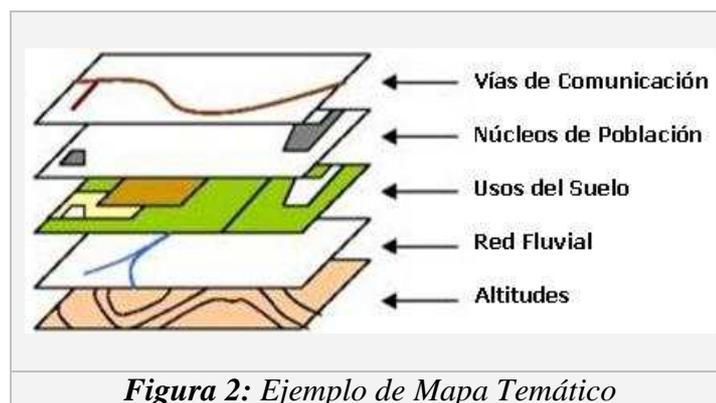
De ahí, que hacen su aparición productos como ARC-INFO en el ámbito del SIG, el mismo que fue determinante para impulsar un nuevo mercado con una ágil y violenta expansión, así mismo, la aparición de la Orientación a Objetos (OO) en los SIG permite nuevas concepciones de éstos, integrando todo lo referido a cada entidad. Partiendo de ello, los SIG se comienzan a utilizar en cualquier disciplina que necesite de la combinación de planos cartográficos y bases de datos como:

- ☞ Diseño de carreteras, presas y embalses
- ☞ Estudios medioambientales
- ☞ Estudios socioeconómicos y demográficos
- ☞ Planificación de líneas de comunicación
- ☞ Ordenación del territorio.
- ☞ Estudios geológicos y geofísicos.

De esta forma, se define a un **Sistema de Información Geográfica** como un sistema informático capaz de mantener y usar datos con localizaciones exactas en la superficie

terrestre que soporta la captura, administración, manipulación, análisis y representación gráfica de datos u objetos georeferenciados espacialmente mediante componentes hardware, software y procedimientos especializados con el objetivo de resolver problemas tanto de planificación como de administración [5].

Un SIG hace uso de Bases de Datos con información geográfica (longitud, latitud) que se encuentra relacionada a objetos gráficos de un mapa digital por medio de un identificador común, permitiendo que al señalar un objeto se conozcan las características o atributos del mismo e, inversamente, al revisar un registro de la base de datos es posible saber su localización en el mapa cartográfico. El Sistema de Información Geográfica separa la información en diferentes capas temáticas y las almacena independientemente, permitiendo trabajar con ellas de manera rápida y sencilla, y facilitando la posibilidad de relacionar la información existente a través de la topología de los objetos.



Debido a que los datos geográficos o mapas tienen coordenadas geográficas reales asociadas, es factible manejar y hacer análisis con datos reales como longitudes,

⁵ Sistema de Información Geográfica (SIG),
http://www.hypergeo.eu/article.php3?id_article=323

perímetros o áreas que facilitan soluciones rápidas y mejores a problemas sociales actuales convirtiéndose en una herramienta eficaz para la toma de decisiones. Un sistema de información geográfica, además, esta constituida como una herramienta que permite el análisis de información, que cumple con la característica primordial de tener una referencia espacial y que conserva una inteligencia propia sobre la topología y representación.

2.2 COMPONENTES

Para obtener un Sistema de Información Geográfica es necesario contar con un conjunto de componentes que permitan alcanzar la eficacia y operabilidad necesaria durante su desarrollo y después del mismo, por consiguiente, los elementos que intervengan en el proceso son de vital importancia, siendo así que, tanto hardware, software, datos, métodos y personal se convierten en la base de este tipo de sistemas.

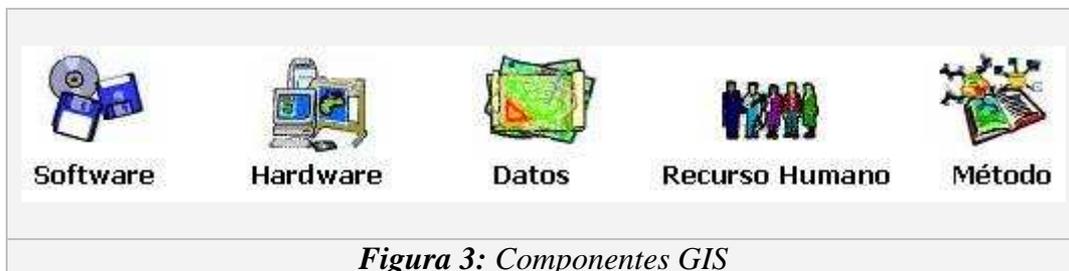


Figura 3: Componentes GIS

2.2.1 Hardware

Al hablar de Hardware en un sistema de información geográfico nos referimos al equipo en el cual el SIG opera, de esta forma, en la actualidad existen equipos de cómputo con grandes capacidades que albergan sin problema un sistema SIG, sin olvidar que éstos pueden trabajar en equipos servidores y hasta dentro de ordenadores personales en ambientes de red o que trabajen en modo desconectado.

2.2.2 Software

Del mismo modo, el componente Software SIG es el encargado de proveer funciones y herramientas necesarias para almacenar, analizar y desplegar información geográfica, con el objetivo de permitir la captura y manipulación de dicha información; incluye además un sistema manejador de base de datos (DBMS) para facilitar búsquedas geográficas, a más de permitir visualización y una interfaz gráfica para el usuario (GUI) mediante la cual el acceso a las herramientas es una experiencia simple y sencilla.

2.2.3 Datos

Probablemente la parte más importante de un sistema de información geográfico son sus Datos que pueden ser adquiridos por quien implementa el sistema de información, así como por terceros que ya los tienen disponibles. El sistema de información geográfico integra los datos espaciales con otros recursos de datos y puede incluso utilizar los manejadores de base de datos más comunes para manejar la información geográfica. Una información incorrecta o insuficiente introducida en el SIG produciría respuestas incorrectas o insuficientes, por muy perfeccionada o adaptada al usuario que pueda ser la tecnología.

La información geográfica esta representada por diferentes formas básicas de objetos como son el **punto, línea y polígono**. En un mapa, donde se incluyan detalles relevantes de un objeto particular, éste puede figurar como un elemento de tipo polígono que conforma un conjunto de líneas y puntos cerrados para formar una zona perfectamente definida a la que se le puede aplicar el concepto de perímetro y longitud. Con este tipo de objetos se modelan superficies tales como: mapas de bosques, sectores socioeconómicos de una población, un embalse de generación, etc.; en cambio, si un

objeto en el mapa no incluye detalles asociados a él, éste puede aparecer como un elemento punto. De la misma forma, los objetos línea se representan por una sucesión de puntos donde el ancho del elemento lineal es despreciable respecto a la magnitud de su longitud, con este tipo de objetos se modelan y definen carreteras, las líneas de transmisión de energía, los ríos, las tuberías del acueducto etc.

2.2.4 Recurso Humano

La tecnología de los SIG está limitada si no se cuenta con el personal adecuado para operarla ya que viene a conformarse como el **Recurso Humano** que se necesita para desarrollar y administrar el sistema; y que establece planes para aplicarlo en problemas del mundo real. Sin el personal experto en su desarrollo, la información se desactualiza y se maneja erróneamente, el hardware y el software no se manipula en todo su potencial.

2.2.5 Métodos

Todos y cada uno de los elementos que conforman el Sistema de Información geográfica permiten que opere acorde con un plan bien diseñado y con unas reglas claras del negocio, que constituyan los modelos y las prácticas operativas características de cada organización y que conformen los **Métodos** utilizados en un SIG [6].

Un Sistema de Información Geográfica debe ser funcional, adaptable y expandible a las necesidades propias de cada empresa, tomando en consideración al recurso humano con el que se cuenta para llegar hacia la resolución de problemas, que al integrar bases de datos modeladas bajo varios criterios necesarios, permite dar forma a información resultante requerida facilitando la entrada y salida de información en diversos medios y

⁶ *Componentes de un SIG,*
<http://www.fcagr.unr.edu.ar/mdt/GTS/zonaedu/GIS3htm.htm>

formas a través del hardware con el que cuente el sistema. De esta forma, durante el desarrollo de un sistema de información geográfico son requeridos los componentes, quienes permiten que el SIG lleve a cabo procesos y aplique métodos adecuados en la manipulación de la información que contiene, partiendo desde la **captura de información** que se logra mediante procesos de digitalización, procesamiento de imágenes de satélite, fotografías, videos, procesos aerofotogramétricos, entre otros, y continuando con el **almacenamiento** de dicha información representada por puntos, líneas y áreas o polígonos.

El siguiente paso en el desarrollo de un SIG es la **manipulación** de información que permite obtener nuevos y confiables conocimientos a partir de la información disponible para después pasar al **análisis y modelamiento** de la misma que permitirán dar forma al conjunto almacenado de datos para su **visualización y presentación** frente al usuario, por lo que durante este proceso se manifiesta la necesidad de un Recurso Humano capacitado y componentes (hardware, software) especializados para llegar a la obtención adecuada de datos y cumplimiento de objetivos.

2.3 CARACTERÍSTICAS

Durante los últimos veinte años los Sistemas de Información Geográfica se han constituido en una de las más importantes herramientas de trabajo para investigadores, analistas y planificadores, debido a que la calidad, exactitud y actualidad de la información espacial ofrecida por éstos facilita de sobre manera la toma de decisiones, exigiendo de los SIG grandes y variadas características que posibiliten el éxito y desarrollo de quien los utilice, siendo así que:

- Los Sistemas de Información Geográfica poseen una gran capacidad para el análisis y manipulación de información espacial que contiene una referencia geográfica explícita como latitud y longitud o una referencia implícita como domicilio o código postal.
- Los SIG funcionan con dos tipos diferentes de información geográfica: el modelo vector y el modelo raster que constituyen las posibles formas de capturar información en este tipo de sistemas.

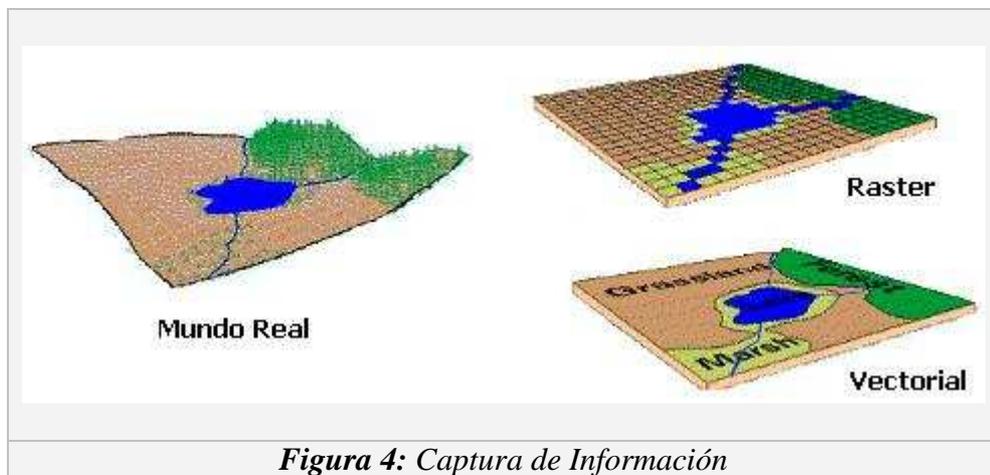


Figura 4: Captura de Información

Modelo raster: maneja imágenes conformadas por un conjunto de celdas conocidas como píxel que dan forma a un mapa o a una figura escaneada. Se obtiene del proceso conocido como digitalización del cual resulta un archivo digital de esa información. La captura de la información de éste tipo se realiza mediante scanner, imágenes de satélite, fotografía aérea, cámaras de video, entre otros, dando como resultado formatos básicos de tipo:

- ☞ Bmp, Jpg
- ☞ Gif, Tiff
- ☞ MrSID
- ☞ Enhanced Compress Wavelet (ECW)

Modelo vector: manipula información geográfica (punto, línea, polígono) como una colección de coordenadas x, y; donde cada objeto punto posee una sola coordenada puntual, a diferencia de un objeto poligonal que se manifiesta como un circuito cerrado de coordenadas. La información gráfica en este tipo de formatos se representa internamente por medio de segmentos orientados de rectas o vectores reduciendo la dificultad de representación de información geográfica. La captura de la información en el formato vectorial se hace por medio de:

- ☞ Mesas digitalizadoras,
 - ☞ Convertidores de formato raster a formato vectorial,
 - ☞ Sistemas de geoposicionamiento global (GPS),
 - ☞ Entrada de datos alfanumérica, entre otros.
- Un SIG posee una base de datos la cual es consultada rápidamente, mostrando su información espacial como alfanumérica, almacenadas en el sistema, caracterizada por ser exacta, actualizada y centralizada.
 - Ayuda en la toma de decisiones con el fin de focalizar esfuerzos y realizar inversiones más efectivas minimizando costos de operación e incrementando la productividad.
 - Efectúa análisis, de forma ágil sobreponiéndose a procesos que hechos manualmente resultarían largos y molestos, permitiendo integrar en el futuro, otro tipo de información complementaria que se considere relevante.
 - Un Sistema de Información Geográfica posee la capacidad de construir modelos o representaciones del mundo real a partir de las bases de datos digitales para utilizar esos modelos en la simulación de los efectos que un proceso de la naturaleza o una acción antrópica produce sobre un determinado escenario en una época específica.

- Un SIG debe permitir el tratamiento de datos descriptivos no gráficos, como la información estadística, conjuntamente con datos espaciales a los que están relacionados para que pueda considerarse como un verdadero SIG.
- La información en un SIG es almacenada en cuatro grandes conjuntos de bases de datos:
 - ☞ **Bases de datos de imágenes:** Estas imágenes representan fotográficamente el terreno.
 - ☞ **Bases de datos complementarios de imágenes:** contiene símbolos gráficos y caracteres alfanuméricos georeferenciados al mismo sistema de coordenadas de la imagen real a la que complementa.
 - ☞ **Bases de datos cartográficos:** Almacena la información de los mapas que representan diferentes clases de información de una área específica. Corresponden a las coberturas o categorías.
 - ☞ **Bases de datos de información descriptiva:** Esta base facilita el almacenamiento de datos descriptivos en las formas más comunes de tal forma que puedan ser utilizados por otros sistemas.
- Permite realizar operaciones analíticas con el fin de obtener nueva información en base a la existente, además de análisis digital de terreno mediante modelos digitales de terreno DTM que permiten la representación de una superficie utilizando coordenadas X,Y,Z donde se analizan fenómenos geográficos continuos.
- La información de salida de un SIG puede ser de tipo texto o de tipo gráfico, los cuales pueden ser presentados en forma digital o analógica.
- Un SIG responde a las interrogantes de localización (¿Qué hay en?), condición (¿Dónde sucede qué?), tendencias (¿Qué ha cambiado?), rutas (¿Cuál es el camino

Óptimo?), pautas (¿Qué pautas existen?) y modelos (¿Qué ocurriría sí?).

- En general los SIG desarrollados hasta el momento se componen de módulos de Entrada y Almacenamiento, Análisis y Salida de información en forma cartográfica.
- Un Sistema de Información Geográfico permite la selección inteligente de datos, la asignación de símbolos, representación gráfica, posicionamiento de textos, evaluación en el monitor de diseños cartográficos y localización de puntos, escalas y colores.

2.4 ANÁLISIS ESPACIAL

Los Sistemas de Información geográfico permiten realizar operaciones analíticas en base a la información geográfica almacenada mostrando desde diferentes ámbitos resultados capaces de solucionar interrogantes medulares en un proceso de toma de decisiones. Dependiendo del formato de datos empleado se realizan operaciones que usan expresiones lógicas y matemáticas para el análisis y modelamiento de atributos geográficos que son ejecutadas por diversas herramientas. De esta forma, las principales operaciones de análisis sobre mapas son:

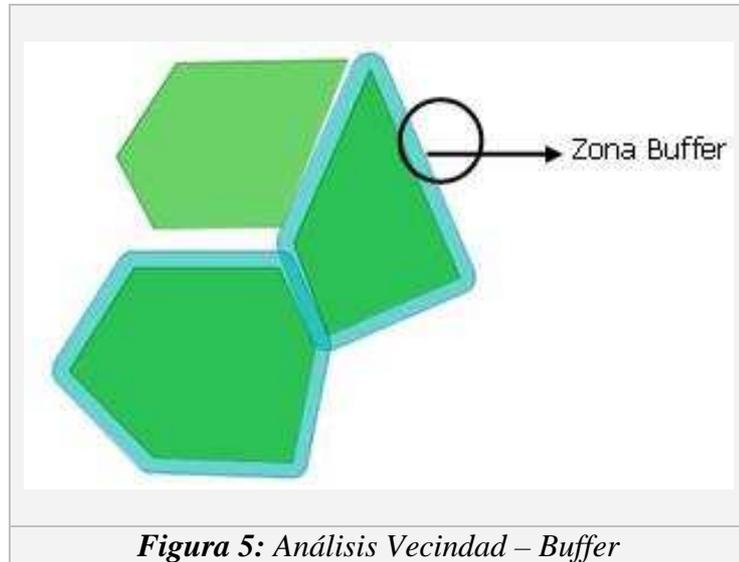
- ☞ Análisis de Vecindad
- ☞ Análisis de Proximidad
- ☞ Superposición topológica
- ☞ Análisis de Redes.

2.4.1 Análisis de Vecindad

Consiste en procedimientos que al aplicar algoritmos y funciones especiales permiten definir áreas de influencia alrededor de un objeto además de la distancia entre ellos.

Dichos procesos derivan en lo siguiente:

Buffer: Obtiene el área de influencia de una entidad o un conjunto de entidades; es decir, el área que las rodea, creando como resultado un nuevo polígono alrededor del objeto de referencia.

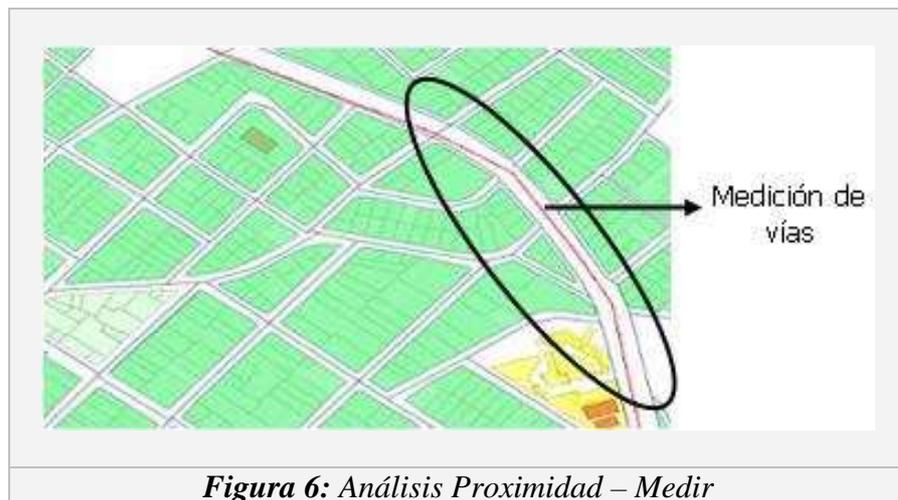


En la parte práctica, la herramienta Buffer es empleada para la solución de problemas de transporte, contaminación, riesgos naturales, manejo forestal y ambiental, urbanismo y manejo de recursos naturales específicamente para:

- ☞ Determinar zonas protegidas alrededor de lagos o corrientes de agua.
- ☞ Determinar áreas de influencia de contaminación por ruido a lo largo de Autopistas.
- ☞ Determinar zonas de servicios de buses escolares a lo largo de una ruta.
- ☞ Determinar zonas de polución alrededor de un depósito sanitario.
- ☞ En cuanto al SIG desarrollado para el estudio comparativo correspondiente, buffer puede determinar zonas de peligro para transeúntes dentro de las vías de escape en caso de emergencias.
- ☞ Determinar zonas de riesgo alrededor de gasolineras en caso de producirse emergencias o explosiones provocadas por desastres humanos o naturales.

2.4.2 Análisis de proximidad

Permite analizar localizaciones mediante herramientas de medición de distancias. La distancia entre dos puntos A y B puede ser medida según una línea recta o mediante el curso de una red tal como una red de calles.



Por ejemplo, al hablar del caso práctico planteado para este estudio:

- ☞ Medir la longitud de una vía de escape hacia un albergue determinado permite una selección más rápida y fiable en caso de emergencias.
- ☞ Determinar el área y la distancia de un albergue, hospital o clínica, con el objetivo de deducir su capacidad en casos extremos.

2.4.3 Superposición topológica

El proceso de superposición de mapas está definido como la integración de dos o más capas temáticas que requieren una estructura de datos topológica configurada previamente que además genera nuevas capas con elementos y relaciones entre atributos proporcionados por las capas que intervienen dentro del proceso. Así, los tipos básicos de operación de superposición de mapas son los siguientes:

Unión: herramienta de análisis que realiza una operación de superposición que consiste en calcular la unión geométrica de dos capas con polígonos. Todos los polígonos son

redistribuidos según sus intersecciones y almacenados en una capa de salida en donde los atributos asociados a los polígonos pueden ó no ser integrados en la base de datos. La operación es conmutativa, es decir que no importa cuál de las dos capas se tome como capa de unión.

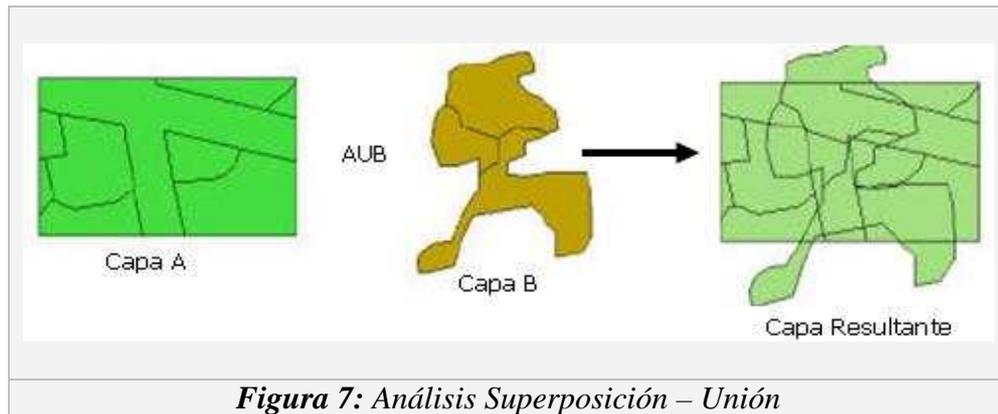


Figura 7: Análisis Superposición – Unión

De manera aplicada, la herramienta unión es empleada en las siguientes circunstancias:

- ☞ Sobre suelos y geología para obtener un resultado integrado del suelo y subsuelo con sus correspondientes áreas y propiedades asociadas en una sola base de datos.
- ☞ Para conocer el área de total de las zonas utilizables dentro de los albergues definidos en la zona habitacional la ciudad de Riobamba en caso de emergencias.
- ☞ Obtener la información de farmacias y hospitales cercanos en caso de requerir medicamentos urgentes durante acontecimientos de riesgo.

Intersección: lleva a cabo la intersección geométrica de dos capas, de tal forma que solo los elementos comunes en ambas capas se conservan en una capa de salida. Así, puede manipular como entrada líneas, puntos o polígonos pero el resultante siempre será de tipo polígono manteniendo la tabla de atributos actualizada automáticamente.

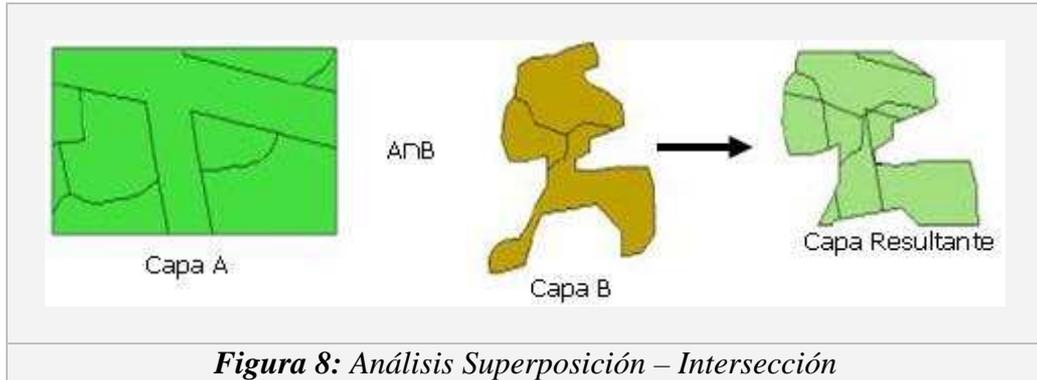


Figura 8: *Análisis Superposición – Intersección*

Como ejemplo de aplicación útil de este caso tenemos:

- ☞ Integración de zonas de riesgo y hospitales, clínicas, farmacias más cercanos que sirvan como ayuda para heridos durante desastres.
- ☞ Agrupación de información de vías de escape y puestos de ayuda de policía o bomberos en caso de accidentes viales.
- ☞ Intersección entre vías y división predial de albergues de la ciudad de Riobamba que informe acerca de los predios sobre los cuales atraviesan. Esto resultará en una capa de tipo línea debido a las vías que forman parte del proceso.

Identidad: el proceso de identidad realiza la superposición geométrica de dos capas que pueden ser de tipo punto, línea o polígono dando como resultado una capa de salida que conserva las características de la capa empleada como entrada. En el proceso de superposición se integran los elementos de ambas capas de tal forma que a la capa inicial se le agregan los elementos de la segunda.

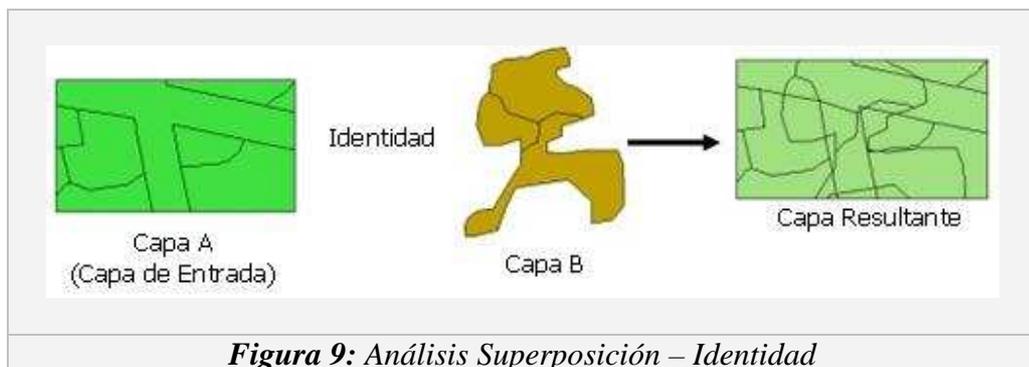
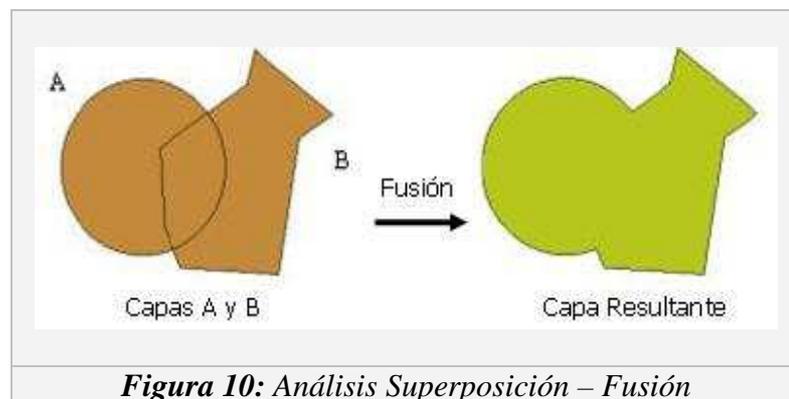


Figura 9: *Análisis Superposición – Identidad*

De forma práctica, la identidad puede ser empleada de la siguiente manera:

- ☞ Para encontrar los albergues ubicados dentro de una zona determinada dentro de la ciudad.
- ☞ Detectar las vías existentes alrededor de hospitales o clínicas específicas.
- ☞ Agrupar información acerca de gasolineras cercanas a las rutas de escape destinadas en casos de emergencia.

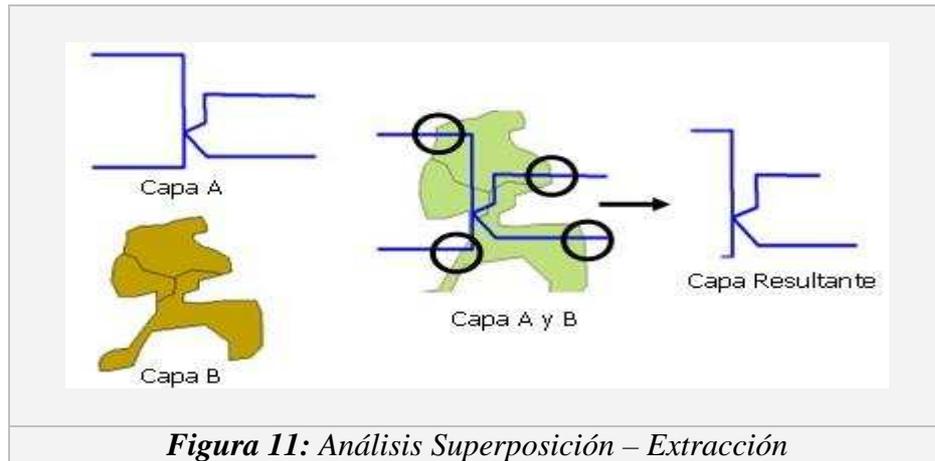
Fusión de Polígonos adyacentes: se encarga de fusionar polígonos que poseen el mismo valor en una propiedad determinada, así, mientras las capas de entrada contienen información de múltiples atributos el resultado de la fusión es una capa que refleja el valor de una sola propiedad o atributo. Mediante esta función se eliminan los límites adyacentes de los elementos existentes en dos capas.



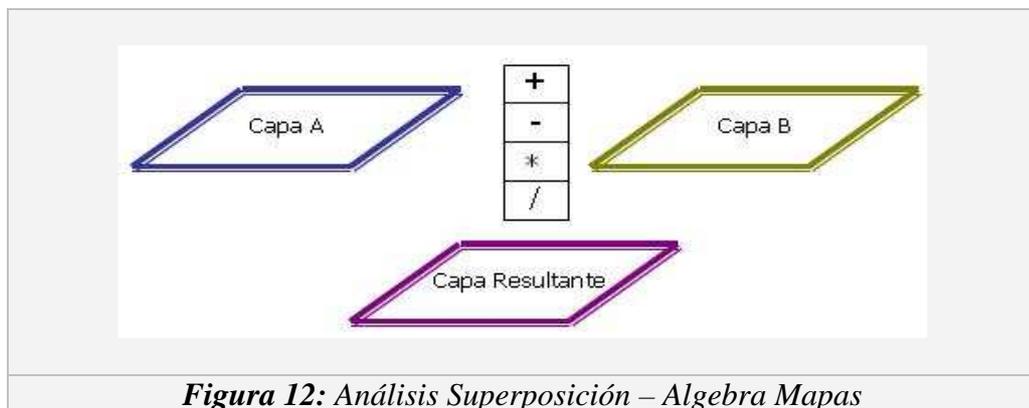
Dada esta función, la parte aplicada a su uso de puede dar con:

- ☞ La determinación de manzanas destruidas tras la culminación de un desastre natural o provocado por el hombre como pueden ser incendios, terremotos, etc.
- ☞ Para obtener la población total de una región del país al fusionar las provincias relacionadas a ella y que además incorporen cantidades acerca de los habitantes que posee cada una.

Extracción entre capas: esta operación se encarga de extraer una subregión después de superponer dos capas. La capa de entrada podrá ser de tipo punto, línea o polígono y la segunda capa será la de intersección; es decir, la región a ser extraída que a la vez debe ser de tipo polígono. Así, el resultado final conserva los rasgos de la capa de entrada. La función propia de esta operación es la denominada “clip”.



Algebra de mapas: el algebra de mapas brinda la capacidad de realizar análisis cuantitativos a mapas por medio de expresiones algebraicas, las cuales derivan en relaciones matemáticas entre capas que permiten la ejecución de sumas, restas, multiplicaciones y divisiones siempre bajo las condiciones dadas por el usuario.



☞ Así por ejemplo, mediante el algebra de mapas es posible generar nuevas capas que determinen un “habitat” mediante la suma de capas como suelo, vegetación y agua.

- ☞ Determinar la cantidad de galones despachados por las gasolineras definidas en una zona de la ciudad analizando la capacidad de galones total y restando los galones existentes.
- ☞ Cantidad de agua existente en reservas de la ciudad, medido por la diferencia entre las capas suelo y altitud de la reserva.

2.4.4 Análisis de redes

Emplea métodos de análisis espacial de bases de datos vectoriales relacionadas mediante topología. El análisis de redes trata de aprovechar la conectividad en red entre rasgos lineales que podrían ser carreteras o drenajes con el objetivo de resolver ciertos problemas suscitados en ellos. Así por ejemplo, su uso se manifiesta en:

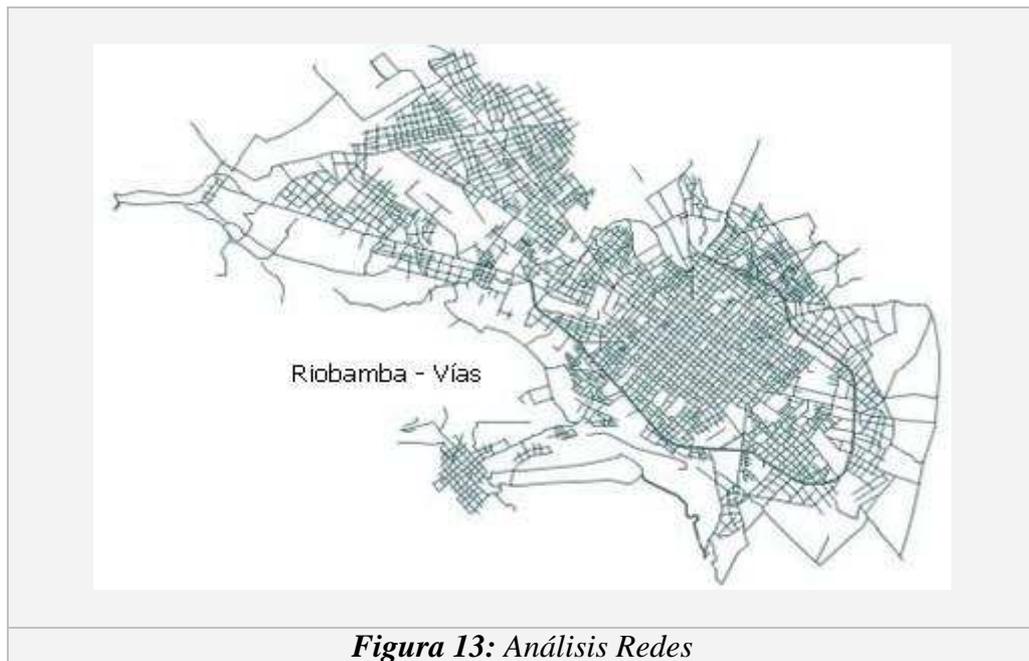


Figura 13: Análisis Redes

Las principales funcionalidades dentro del análisis de redes son: el análisis de caminos mínimos y el análisis de áreas de influencia de centros de servicio, así como también:

- ☞ Encontrar la ruta de transporte más eficiente para una serie de destinos.
- ☞ Medición de tiempos de transporte.
- ☞ Costos de transportes.

2.5 CONSTRUCCIÓN TOPOLÓGICA

Los Sistemas de Información Geográfico requieren de la construcción de bases de datos geográficas que permitan a un ordenador abstraer la complejidad del mundo real en un lenguaje asequible al mismo. Este proceso concibe la generación de la información geográfica mediante capas que implican un trabajo con primitivas básicas de dibujo, de tal forma que la complejidad del mundo real se ve reducida a los datos manejados por un SIG (puntos, líneas y polígonos). Así, a partir de la definición de objetos geográficos se establecen relaciones entre ellos que no se pueden obviar ya que dan lugar a la mencionada Topología SIG.

La construcción topológica de un sistema de información geográfico no es más que un modelo matemático – lógico usado para definir relaciones de tipo espacial entre objetos geográficos, aunque a nivel geográfico las relaciones entre objetos son muy complejas. Con precisión, la topología dada por un elemento del mundo real se reduce por ejemplo a conocer el polígono o polígonos a los que pertenece una determinada línea, o bien saber qué agrupación de líneas forman una determinada carretera.

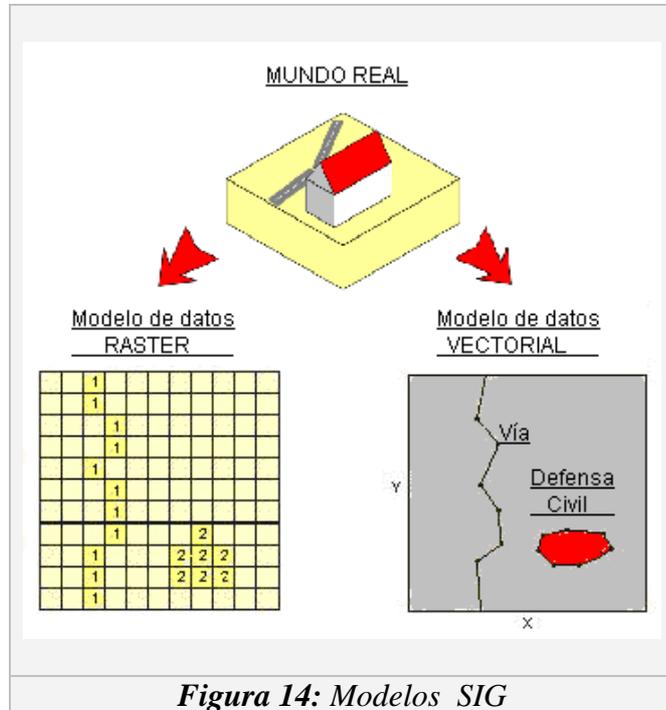
2.5.1 Modelamiento Topológico

En la actualidad existen diferentes formas de capturar información geográfica en donde se definen diversos modelos con funcionalidades y utilidades propias. El modelamiento topológico depende directamente del modelo a implementar, determinándose en este contexto tres grandes grupos que definen también los tipos de SIG existentes:

- ☞ SIG Vectoriales
- ☞ SIG Raster

☞ SIG Orientados a objetos

No existe un modelo de datos que sea superior a otro, pero la mayor parte de los sistemas existentes pertenecen al grupo vectorial y raster.



2.5.1.1 SIG Vectoriales

Un SIG vectorial representa la información geográfica por medio de un modelo vectorial, es decir, vectores definidos por pares de coordenadas considerando un sistema de referencia específico, por lo que es capaz de generar un punto usando una coordenada específica, una línea definiendo dos coordenadas y un polígono agrupando líneas específicas mediante una topología adecuada, por lo que la más indicada para ello es la topología arco – nodo que constituye la más robusta. Dentro de esta topología se forman vértices y nodos con cada coordenada, las cuales al agruparse forman líneas que ahora son llamadas arcos, para luego de ser fusionados denominarse polígonos; así, al representar un arco debemos considerar el nodo de inicio y fin que lo forman para luego destacar sus coordenadas en el sistema de coordenadas geográficas utilizado.

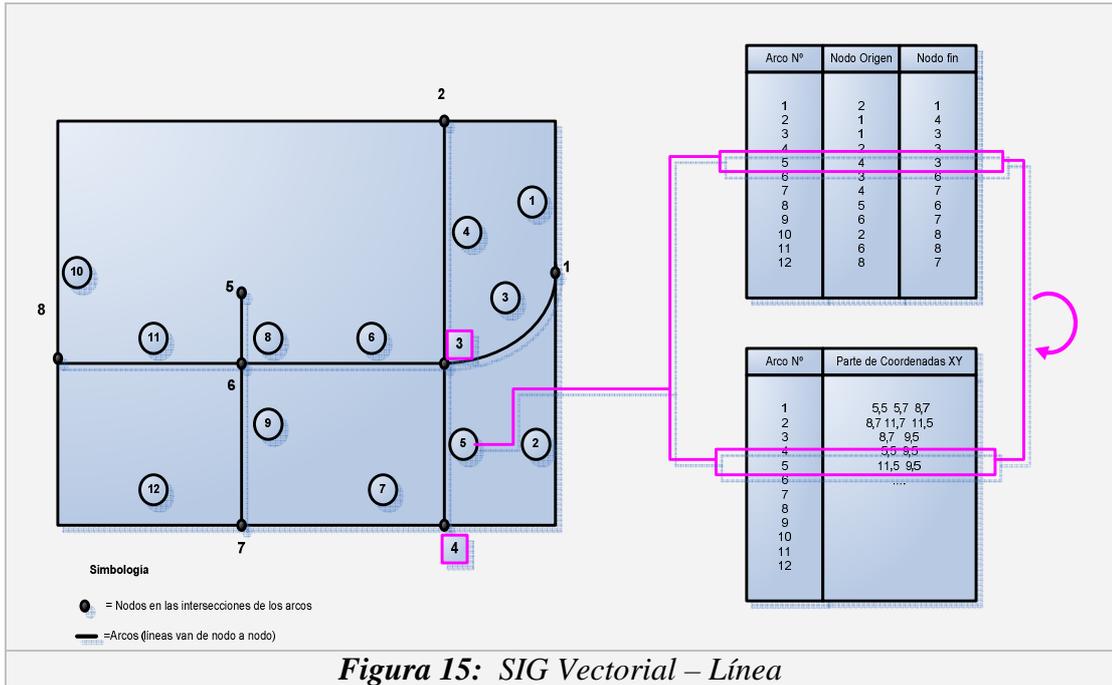


Figura 15: SIG Vectorial – Línea

Del mismo modo, al hablar de polígonos se diferencian arcos y polígonos de los cuales se rodean, por ello se nombra a cada uno de éstos como en la siguiente figura:

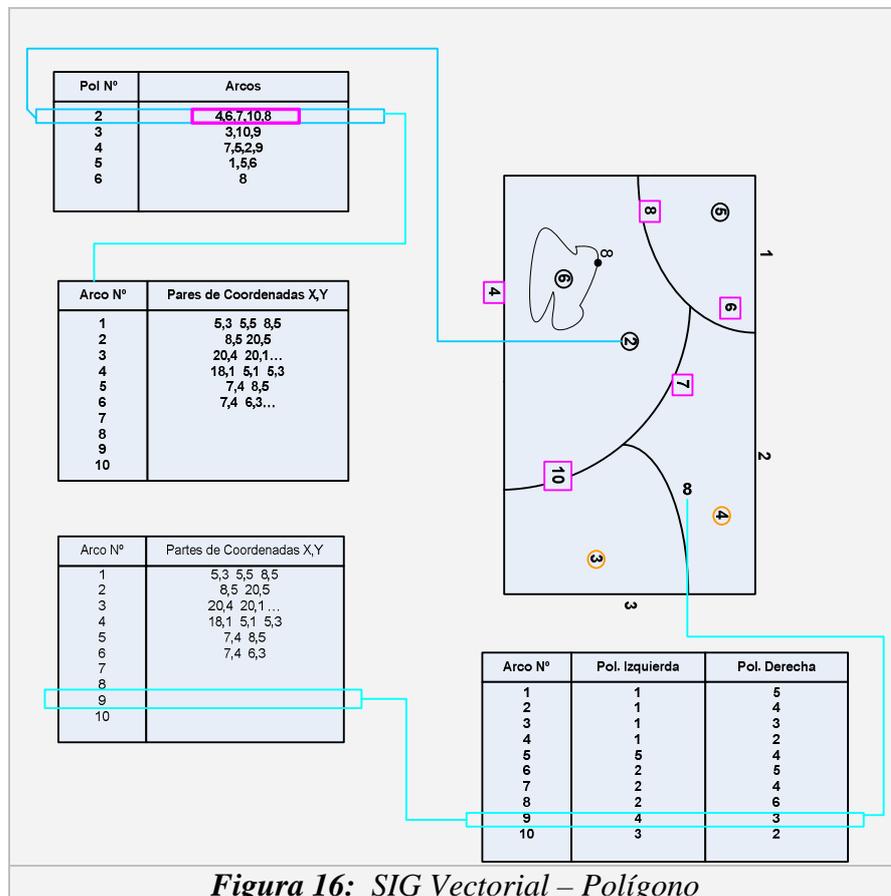


Figura 16: SIG Vectorial – Polígono

Un SIG vectorial se considera adecuado para objetos del mundo real que sean bien definidos, es decir que posean límites que permitan precisar su forma, así como, predios, carreteras, terrenos, etc. que son almacenados en la base de datos geográfica.

2.5.1.2 SIG Raster

Un Sistema de Información Geográfico Raster basa su funcionalidad en la construcción de una malla de información geográfica cuya unidad fundamental es el píxel, cada celda de la malla creada posee un valor específico, lo que permite decir que cada píxel se encuentra georeferenciado. Este tipo de SIG permite obtener mayor o menor resolución dependiendo del número de columnas y filas en la malla, generadas para definir adecuadamente cada objeto geográfico en la base de datos que provocan mayores costos computacionales al momento de procesar la información capturada con mayor esfuerzo.

El modelo de datos raster trata una concepción implícita de las relaciones de vecindad entre los objetos geográficos y es especialmente útil cuando tenemos que describir objetos geográficos con límites difusos, como por ejemplo, la dispersión de una nube de contaminantes, o los niveles de contaminación de un acuífero subterráneo, donde los contornos no son absolutamente nítidos; en esos casos, el modelo raster es más apropiado que el vectorial ya que permite minimizar esfuerzos y costos necesarios.

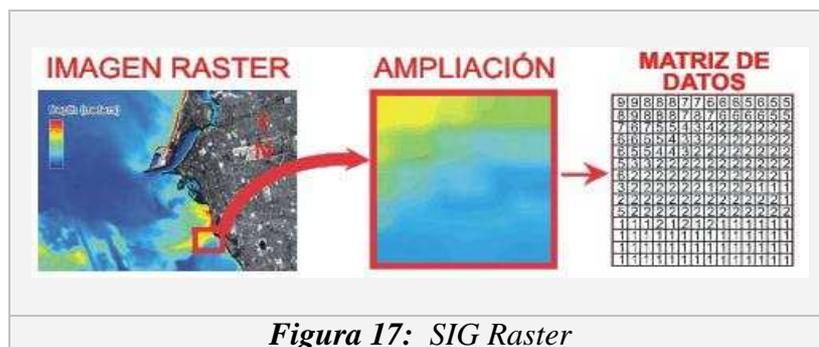


Figura 17: SIG Raster

2.5.1.3 SIG Orientados a Objetos

Los SIG orientados a objetos poseen una concepción distinta a la de los SIG vectorial y raster debido a que en este esquema se plantea el manejo de cada elemento geográfico como un objeto que posee relaciones y que está expuesto a procesos, además de poder ser agrupado en clases y por lo tanto a mantener herencia. No existe un acuerdo general en la comunidad de usuarios acerca de la entidad de los modelos orientados a objetos, pero sí existe unanimidad en cuanto a las características que debe tener un SIG de este tipo.

El modelo de SIG orientado a objetos maneja una perspectiva dinámica, permitiendo que sea aplicable a situaciones en las que los objetos geográficos sean cambiantes en el tiempo y espacio, es decir que a partir de una serie de parámetros establecidos en el comportamiento de los objetos, podemos simular su evolución en el tiempo, si se trabaja en entornos en los que se requiere simulación de situaciones potenciales. Por ejemplo, al hablar de una zona habitacional, éstos conformarían los objetos, los cuales, poseen o se someten a procesos como su crecimiento. Las viviendas conservan características en común con otros, lo que permite que el tratamiento de estas sea el de objetos que mantienen herencia.

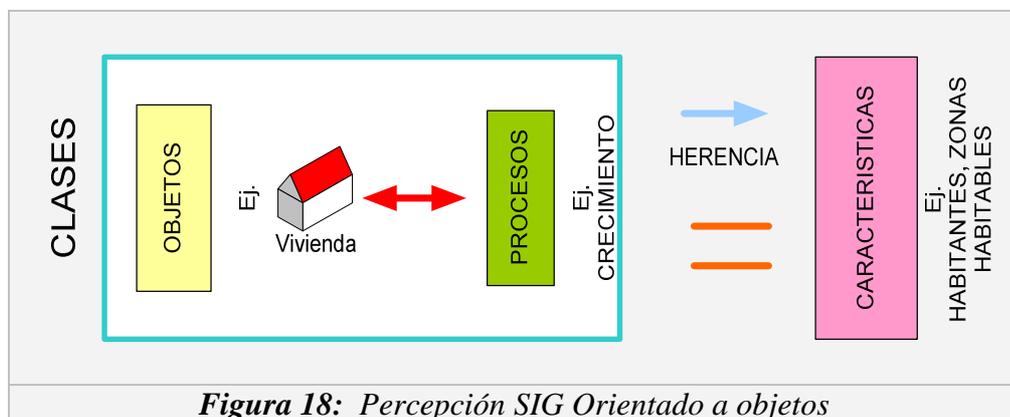


Figura 18: Percepción SIG Orientado a objetos

2.5.2 Corrección Topológica

La topología inmersa en un sistema de información geográfico incluye un conjunto de reglas y estructuras topológicas que deben ser aplicadas entre sus elementos básicos (nodos y arcos) diferenciando relaciones de conectividad y adyacencia. El conjunto de reglas topológicas permite garantizar la corrección de los diversos errores en el proceso de digitalización de objetos reales, los cuales son conocidos como errores topológicos. Al cumplir con las reglas topológicas adecuadamente es posible evitar situaciones que en la realidad no sean posibles, dando lugar a relaciones topológicas funcionales entre diferentes elementos que aun siendo de naturaleza geométrica diferente, mantienen una relación de funcionalidad dentro del mismo sistema.

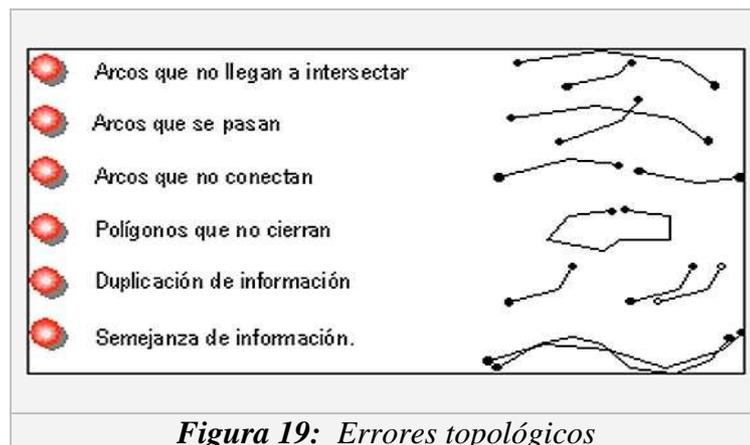


Figura 19: Errores topológicos

Los errores habituales durante el proceso de digitalización se presentan en la figura anterior, los cuales, deben ser identificados y corregidos de manera automática al ejecutar una función específica o de forma manual mediante el uso de herramientas destinadas para ese fin.

2.6 ENTORNO 3D

Los Sistemas de Información Geográfico buscan como objetivo principal representar la realidad de manera clara, por lo que sugieren avanzar del cómodo modelo 2D manejado

de forma regular para llegar al ámbito de representación dado por los elementos en tres dimensiones. La ventaja de un modelo 3D recae sobre la forma de representar la información, bajo la cual se definen reglas de perspectiva simple, cambios de color y textura que en un entorno general simulan la realidad espacial permitiendo al espectador reconocer y comprender cambios de elevación entre objetos.



En la actualidad, un software SIG es capaz de manejar datos topográficos generalmente en modelos de elevación digital (DEM), así como también generar vistas isométricas, mapas de contorno e integrar sistemas de generación de escenas para visualización de datos 3D, sin embargo, un SIG con esta capacidad propiamente dicha permite manejar datos en un ámbito mayor al manejo de superficies, tratando a los datos como objetos individuales. La transición hacia elementos 3D implica mayor diversidad en cuanto a tipos de objetos y relaciones espaciales, además de volúmenes extensos de datos. En un entorno 3D es posible recolectar datos bajo modelos de tipo vector y raster que permiten vincular atributos a las estructuras diseñadas para la representación gráfica que consienten la ejecución de análisis espacial.

2.7 GEOREFERENCIACIÓN

Un Sistema de Información Geográfico parte de la idea de almacenar y manipular datos geográficamente referenciados, donde los objetos poseen una ubicación definida sobre la superficie terrestre tomando en cuenta un sistema de coordenadas definido. Todo objeto sobre la superficie terrestre posee una dimensión física y una localización espacial que permite obtener la medida, alto, largo y ancho del mismo.

La información generada por un SIG se agrupa según características comunes formando capas o categorías que son consideradas como unidad de almacenamiento y como una versión digital de los llamados mapas temáticos ya que contienen información de ciertos tipos de objetos, los cuales poseen relaciones gráficas (punto, línea, polígono), no gráficas (atributos alfanuméricos), relaciones posicionales que muestran donde se encuentra el objeto según el sistema de coordenadas establecido y relaciones topológicas que definen la correlación del objeto con otros objetos próximos a su entorno geográfico.

2.7.1 Sistemas de Coordenadas

Cada objeto dentro de una capa o mapa temático posee un identificador único definido por su localización que se encuentra relacionado con un **sistema de coordenadas**, el cual está definido como un sistema de referencia empleado para medir y localizar elementos geográficos en el mundo real. Existen diferentes sistemas de coordenadas, como son:

- ☞ Coordenadas Geográficas
- ☞ Coordenadas Rectangulares o Planas

2.7.1.1 Coordenadas Geográficas

El sistema de Coordenadas Geográficas se caracteriza por el uso de latitud y longitud para determinar un punto basado en la posición relativa de la Tierra respecto al Sol. Está compuesto por los siguientes elementos:

- ☞ Unidad angular de medida,
- ☞ Un meridiano cero, inicial a partir del cual medir, y
- ☞ Un datum definido como un punto que se establece a partir de latitud, longitud y ángulo de una dirección desde él definido.

En este sistema la **longitud** varía de 0 a 180 grados en el hemisferio Este y de 0 a -180 grados en el hemisferio Oeste de acuerdo con las líneas imaginarias denominadas meridianos y la **latitud** varía de 0 a 90 grados en el hemisferio norte y de 0 a -90 grados en el hemisferio sur de acuerdo con las líneas imaginarias denominadas paralelos o líneas ecuatoriales. Al emplear magnitudes de latitud y longitud se adquieren diversas formas de representarlas, estas son:

- ☞ **DD:** Grados Polares. Ej. 49.500-123.500
- ☞ **DM:** Grados:Minutos.Segundos. Ej. 49:30.0-123:30.0
- ☞ **DMS:** Grados:Minutos:Segundos. Ej. 49:30:00-123:30:00

De esta forma, con el sistema de coordenadas geográficas un punto quedará determinado de la siguiente manera: 41° 28' 18" latitud N. 02° 07' 35" longitud E.

2.7.1.2 Coordenadas Rectangulares o Planas.

El sistema de coordenadas rectangulares a diferencia de las coordenadas geográficas, se considera como un sistema completamente arbitrario que para ser utilizado implementa la superposición de una cuadrícula sobre un mapa, lo que resulta en un sistema de coordenadas en el que la distancia horizontal se denomina valor X o abcisa y la

distancia vertical valor Y u ordenada. Los sistemas de coordenadas planas más comunes son:

- ☞ UTM (Universal Transverse Mecator)
- ☞ UPS (Universal Polar Estereográfica).

Sistema UTM (Universal Transversal de Mercator)

Este sistema es el más utilizado y se define como un conjunto de coordenadas planas que cubren toda la superficie de la tierra comprendida entre los 80° de latitud sur y los 84° de latitud norte dividiéndola en 60 porciones denominadas husos, que están identificados del 1 al 60 donde cada una de las columnas resultantes está dividida en franjas de una altura de 8° de latitud y 6° de longitud siendo asignada para cada una de estas una letra desde la A a la X (omitiendo la I y la O) y empezando en los 80° Sur.

Las coordenadas UTM tienen un sistema de referencia completamente distinto en cada uso con lo que se consigue disminuir las distorsiones producidas por este tipo de representación. En UTM para definir una posición es preciso contar con un valor de referencia tanto para X como para Y, para ello se asigna al meridiano central de cada zona con un valor de 500.000m Este, a partir del cual calcularemos la posición sobre X al desplazarnos a derecha o izquierda de este meridiano de referencia; así mismo, para poder determinar el valor de Y el paralelo de referencia será el Ecuador que tomará un valor de 0m para posiciones en el hemisferio Norte y el valor 10.000.000m para el hemisferio Sur. De este modo, una posición en este sistema vendrá determinada por la zona a la que corresponda y posteriormente por la distancia en metros a cada una de estas referencias, así, 31T 417862N 4580017E.

Sistema UPS (Universal Polar Estereográfica)

Este sistema es utilizado como un complemento del sistema UTM para las zonas polares en el que cada zona polar está dividida en dos mitades por el meridiano $0^\circ - 180^\circ$. En la zona polar Norte, la mitad Oeste se nombra con la letra Y y la mitad Este con la Z, así, la zona polar Sur utiliza la letra A para la longitud Oeste y la B para la longitud Este. En ambas zonas la abcisa 2000000mE coincide con el meridiano $0^\circ - 180^\circ$ y la ordenada 200000mN con la línea de meridiano $90^\circ E - 90^\circ W$.

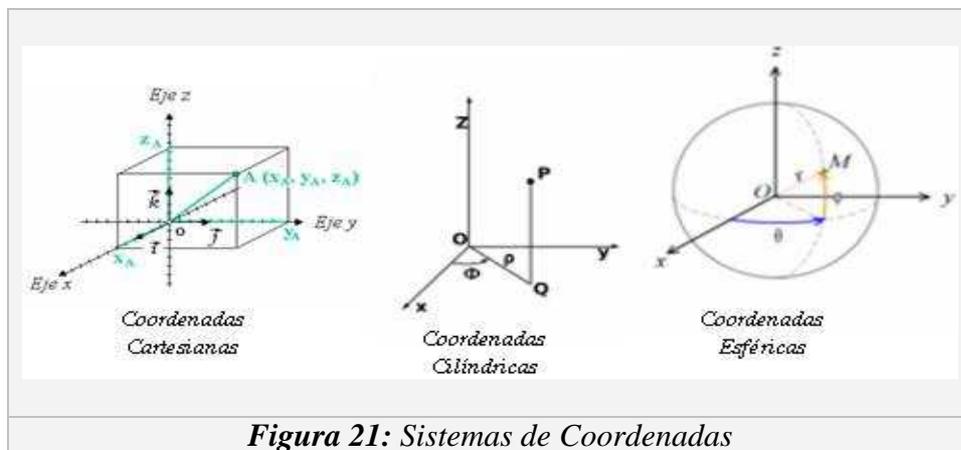


Figura 21: Sistemas de Coordenadas

Sistema de Coordenadas Cartesianas

Definido por dos o tres ejes perpendiculares bajo la misma escala que definen las coordenadas de un punto mediante la proyección del vector de posición de dicho punto sobre un eje determinado, por lo que son utilizadas para representar una superficie plana.

Sistema de Coordenadas cilíndricas

Usadas para representar puntos en un espacio tridimensional que devuelve tres coordenadas que indican la distancia existente desde el origen hasta un punto específico, el ángulo que forman el eje y la recta que pasa por el origen hasta el punto, y la altura del cilindro que conforman.

Sistema de Coordenadas esféricas

Usan tres ejes perpendiculares que se cortan en el origen formando un espacio tridimensional donde la primera coordenada es la distancia entre el origen y el punto, y las siguientes son los ángulos necesarios para girar y alcanzar la posición de un punto determinado.

2.7.2 Conversión de Coordenadas Geográficas - Geodésicas a Coordenadas UTM

Para la conversión de coordenadas geográficas a coordenadas UTM existen diversos procedimientos que pueden ser empleados, entre ellos se destacan tres como los más utilizados; estos son: tablas de proyección UTM, fórmulas de transformación directa del US Army y fórmulas de Coticchia-Surace.

Las fórmulas de Coticchia-Surace fueron planteadas por Alberto Cotticia y Luciano Surace en el “*Bolletino di Geodesia e Science Affini*”, que además de ser aptas para la programación permiten obtener una precisión manipulada alrededor del centímetro cuando se utilizan suficientes decimales y constituye el método más ágil para este tipo de conversión.

El proceso de transformación requiere inicialmente la recolección del punto específico a transformar, así como también el elipsoide o datum sobre el que se trabajará, que además constituye un dato fundamental en la localización del punto definido. De esta forma, los valores recogidos deberán poseer el siguiente formato:

Ejemplo:

$$\text{Longitud}(\lambda) = 3^{\circ} 48' 06,7439''$$
$$\text{Latitud}(\varphi) = 43^{\circ} 29' 18,2670''$$

Además del punto especificado para la transformación es necesario obtener la geometría básica del elipsoide sobre el cual trabajaremos. Los parámetros básicos de dicho elipsoide pueden estar dados como:

a) Semieje Mayor (a)

b) Semieje Menor (b)

Aplanamiento (alfa)

Excentricidad (e)

Debido a ello, es necesario calcular los datos requeridos para la transformación, siendo estos Semieje Mayor (a) y Semieje Menor (b). A partir de estos datos iniciales se procede con los siguientes pasos:

2.7.2.1. Cálculos Previos

Es necesario realizar cálculos sobre la geometría del elipsoide, latitud y longitud y sobre el huso horario o zona UTM con el objetivo de preparar los datos a transformar.

2.7.2.1.1 Sobre la geometría del elipsoide

Se calcula: Excentricidad, segunda excentricidad, radio polar de curvatura y aplanamiento.

Excentricidad

$$e = \frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{a} \quad [1.1]$$

2da Excentricidad

$$e' = \frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{b} \quad [1.2]$$

Radio Polar de Curvatura

$$c = \frac{a^2}{b} \quad [1.3]$$

Aplanamiento

$$\alpha = \frac{a - b}{a} \quad [1.4]$$

Para este método, tanto la excentricidad como el aplanamiento no son necesarios pero pueden requerirse en la deducción del semieje menor dado por el elipsoide. El cuadrado de la segunda excentricidad (e'^2) debe ser calculado en este paso ya que es requerido para los cálculos posteriores.

2.7.2.1.2 Sobre Longitud y Latitud

Los datos tomados inicialmente para la transformación deben ser tratados de una forma especial, de la siguiente manera:

- a. Conversión de “grados sexagesimales” (grados, minutos, segundos) a “grados decimales”.

$$\text{Grados decimales} = \text{grados} + \text{minutos}/60 + \text{segundos}/3600 \quad [1.5]$$

- b. Conversión de “Grados Decimales” a “radianes”

$$\text{Radianes} = \frac{\text{Grados decimales} \cdot \pi}{180} \quad [1.6]$$

- c. Cálculo del signo de Longitud

Calcular el signo perteneciente a la longitud constituye un proceso sencillo pero importante dentro de la conversión realizada por ello se consideran los siguientes aspectos en el mismo:

- (-) La longitud es negativa si está referida al Oeste del meridiano de Greenwich.
(+) La longitud es positiva si está referida al Este del meridiano de Greenwich.

2.7.2.1.3 Sobre el huso horario o zona UTM

Una vez tenemos preparados los datos de longitud y latitud, podemos calcular el huso o zona UTM (*UTM Zone*) donde caen las coordenadas a convertir, con operaciones muy sencillas:

$$\text{huso} = \text{entero de} \left[\frac{\text{Grados decimales}}{6} + 31 \right] \quad [1.7]$$

En este cálculo interviene el valor en grados decimales dada por la longitud, después del cual es necesario truncar la parte entera como se explica en la fórmula a aplicar. Con el huso ya conocido, el siguiente paso es obtener el meridiano central de dicho huso. El meridiano central es la línea de tangencia del cilindro transversal que divide a los husos.

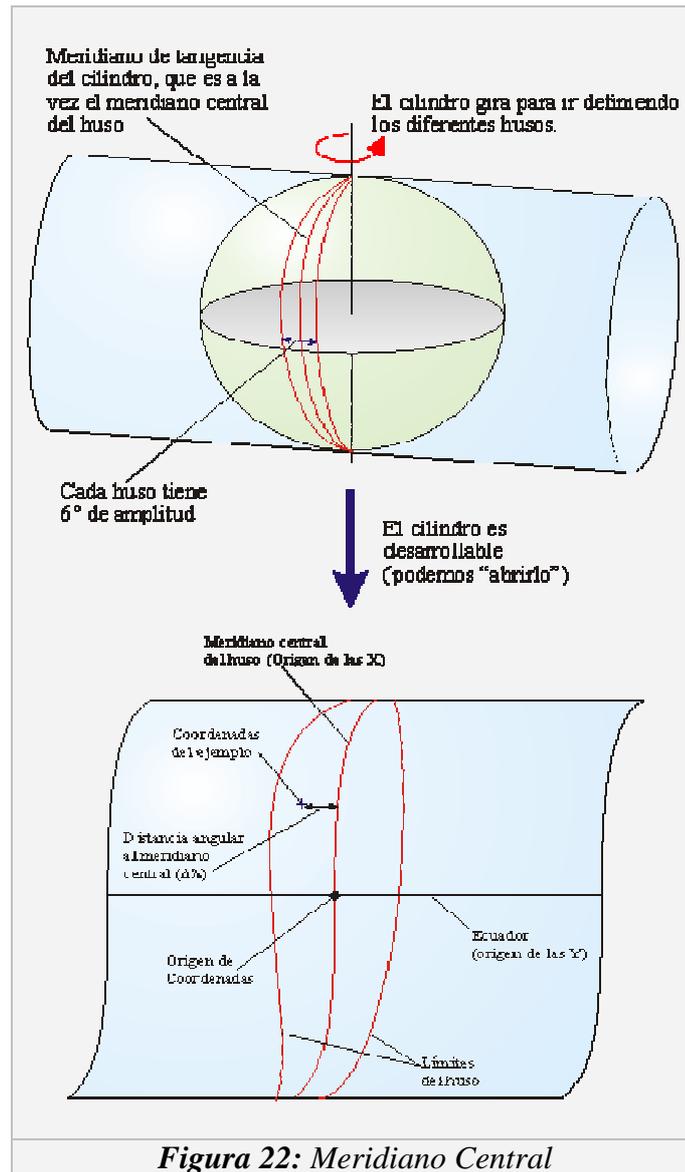


Figura 22: Meridiano Central

En la proyección UTM el cilindro transversal que se usa como superficie desarrollable, se va girando virtualmente para definir los diferentes husos (60) que rodean la tierra, de esta forma, se empiezan a contar los husos por el antimeridiano de Greenwich. El meridiano central del huso es muy importante porque es el origen de las coordenadas X pero como el meridiano central dejaría la parte del huso situada a su izquierda con coordenadas X negativas, es necesario sumar a todas las coordenadas X la cantidad de 500.000. Esto hace que no existan valores negativos para las coordenadas X, puesto que se ha realizado un retranqueo del eje X de 500km.

Algo semejante sucede para los valores de Y, cuyo origen es el ecuador. Como el ecuador está normalmente más lejos que el meridiano central del huso, toda la parte situada al sur del mismo tendría coordenadas negativas. Para evitar eso, se suma el valor 10.000.000 a los valores de Y, pero sólo en el caso de que se trate de coordenadas pertenecientes al hemisferio sur; si las coordenadas pertenecen al hemisferio norte, no se tocan los valores Y.

a. Cálculo meridiano central del huso

$$\lambda_0 = Huso.6 - 183 \quad [1.8]$$

b. Cálculo de distancia angular

Ahora calculamos la distancia angular que existe entre la longitud del punto con el que operamos y el meridiano central del huso. Es importante señalar que ambos datos tienen que ser introducidos en radianes. La longitud debió ser traducida a radianes en los pasos anteriores, pero no así el valor del meridiano central que acabamos de calcular. Para convertirlo a radianes multiplicamos por Pi y dividimos por 180.

$$\Delta\lambda = \lambda - \lambda_0 \quad [1.9]$$

2.7.2.2 Aplicación de Fórmulas

Luego de haber obtenido los datos preliminares para la transformación, se deben aplicar las fórmulas a continuación descritas:

$$A = \cos \varphi \cdot \text{sen} \Delta\lambda \quad [1.10]$$

$$\xi = \frac{1}{2} \ln \left[\frac{1+A}{1-A} \right] \quad [1.11]$$

$$\eta = \text{arc tan} \left(\frac{\tan \varphi}{\cos \Delta\lambda} \right) - \varphi \quad [1.12]$$

$$v = \frac{c}{(1 + e'^2 \cdot \cos^2 \varphi)^\pi} \cdot 0,9996 \quad [1.13]$$

$$\zeta = \frac{e'^2}{2} \xi^2 \cos^2 \varphi \quad [1.14]$$

$$A_1 = \text{sen}(2.\varphi) \quad [1.15]$$

$$A_2 = A_1.\cos^2 \varphi \quad [1.16]$$

$$J_2 = \varphi + \frac{A_1}{2} \quad [1.17]$$

$$J_4 = \frac{3.J_2 + A_2}{4} \quad [1.18]$$

$$J_6 = \frac{5.J_4 + A_2 \cos^2 \varphi}{3} \quad [1.19]$$

$$\beta = \frac{5}{3}.\alpha^2 \quad [1.20]$$

$$\gamma = \frac{35}{27}.\alpha^3 \quad [1.21]$$

$$B_\phi = 0,9996.c.(\varphi - \alpha.J_2 + \beta.J_4 - \gamma.J_6) \quad [1.22]$$

2.7.2.3 Cálculo Final

Una vez obtenidos todos los parámetros anteriores calculados y tomando en consideración la lógica anteriormente mencionada, procedemos a dar la solución final de las coordenadas UTM definidas, de la siguiente forma:

$$X = \xi.v.\left(1 + \frac{\zeta}{3}\right) + 500000 \quad [1.23]$$

Ya que el meridiano central deja la parte del huso situado a la izquierda con coordenadas X negativas, se suma a todas las coordenadas la cantidad de 500000 (retranqueo).

$$Y = \eta.v.(1 + \zeta) + B_\phi \quad [1.24]$$

Finalmente, Si la latitud de las coordenadas geodésicas con las que trabajamos pertenecen al hemisferio sur debemos sumar el valor 10000000 al resultado obtenido en el eje Y.

2.7.2.4 Ejemplo aplicado a la ciudad de Riobamba

El presente ejemplo maneja las coordenadas geográficas – geodésicas de la ciudad de Riobamba proporcionadas por el IGM (Instituto Geográfico Militar) del Ecuador. URL:

http://www.igm.gov.ec/cms/files/cartabase/enie/ENIEIV_E2.htm

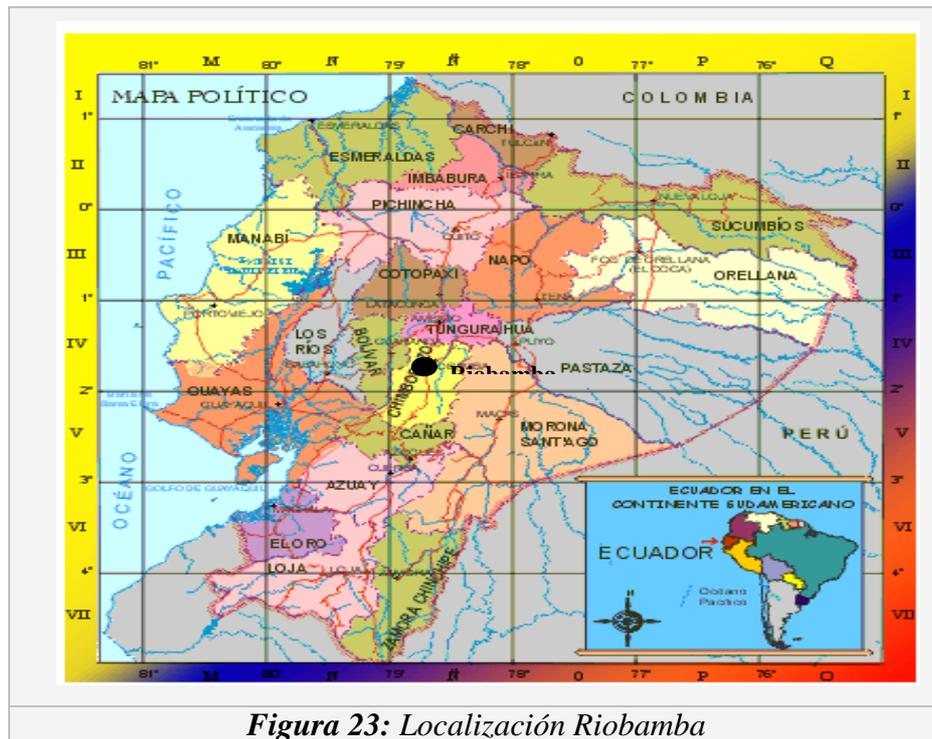


Figura 23: Localización Riobamba

Datos Iniciales:

Latitud: $\lambda = 78^{\circ}45'W$

Longitud: $\varphi = 1^{\circ}50'S$

Eclipsoide: PSAD56 **Datum:** SudAmericano 1956

Semieje mayor (a)= 6378388,0

Semieje menor (b)= 6356911,946130

GEOGRÁFICA → UTM

Desarrollo:

1. Excentricidad $e = \frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{a} = \frac{\sqrt{6378388^2 - 6356911,946130^2}}{6378388} = 0,08199189$

2. 2^{da} Excentricidad $e' = \frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{b} = \frac{\sqrt{6378388^2 - 6356911,946130^2}}{6356911,946130} = 0,08226889$

$e'^2 = 0,08226889^2 = 0,00676817$

3. Radio Polar $c = \frac{a^2}{b} = \frac{6378388^2}{6356911,946130} = \mathbf{6399936,608}$

4. Aplanamiento $\alpha = \frac{a-b}{a} = \frac{6378388 - 6356911,946130}{6378388} = \mathbf{0,003367003}$

5. Grados Decimales = grados + minutos/60 + segundos/3600

Longitud = $78^\circ 45' = 78^\circ + 45/60 = \mathbf{78,75}$

Latitud = $1^\circ 50' = 1 + 50/60 = \mathbf{1,8333}$

6. Radianes = $\frac{\text{GradosDecimales} * \pi}{180}$

Longitud = $\frac{78,75 * \pi}{180} = \mathbf{1,3744}$

Latitud = $\frac{1,8333 * \pi}{180} = \mathbf{0,0319971211}$

7. Longitud = -1,3744 Latitud = 0,0319

Longitud



8. Huso = entero de $\left[\frac{\text{GradosDecimales}}{6} + 31 \right]$

Huso = entero de $\left[\frac{-78,75}{6} + 31 \right] = \mathbf{17}$

Meridiano Central Huso

$\lambda_0 = \text{Huso} * 6 - 183$

$\lambda_0 = 17 * 6 - 183$

$\lambda_0 = \mathbf{-81}$

Distancia Angular

$\Delta\lambda = \lambda - \lambda_0$

$\Delta\lambda = -1,3744 - (-81 * \pi / 180)$

$\Delta\lambda = -1,3744 - (-1,413716694)$

$\Delta\lambda = \mathbf{0,039316694}$

9. $A = \text{Cos}\varphi * \text{Sen}\Delta\lambda$

$A = \text{Cos}0,0319 * \text{Sen}0,039316694$

$A = \mathbf{0,000686205601}$

$$\xi = \frac{1}{2} \ln \left[\frac{1+A}{1-A} \right]$$

$$\xi = \frac{1}{2} \ln \left[\frac{1+0,000686205601}{1-0,000686205601} \right]$$

$$\xi = \mathbf{0,000686205708}$$

$$\eta = \text{arcTan} \left(\frac{\tan \varphi}{\cos \Delta \lambda} \right) - \varphi$$

$$\eta = \text{arcTan} \left(\frac{\tan 0,0319}{\cos 0,039316694} \right) - \varphi$$

$$\eta = \mathbf{0,0000000075105095} = \mathbf{7,5105095E^{-09}}$$

$$V = \frac{c}{(1 + e'^2 * \cos^2 \varphi)^{1/2}} * 0,9996$$

$$V = \frac{6399936,608}{(1 + 0,00676817 * \cos^2 0,0319)^{1/2}} * 0,9996$$

$$V = \mathbf{6263234,913}$$

$$\zeta = \frac{e'^2}{2} * \xi^2 \cos^2 \varphi$$

$$\zeta = \frac{0,00676817}{2} * 0,000686205708^2 \cos^2 0,0319$$

$$\zeta = 0,0000000015934916 = 1,5934916E^{-09}$$

$$A1 = \text{sen}(2 * \varphi)$$

$$A1 = \text{sen}(2 * 0,0319)$$

$$A1 = 0,00111351983 = \mathbf{1,11351983E^{-03}}$$

$$A2 = A1 * \cos^2 \varphi$$

$$A2 = 0,00111351983 * \cos^2 0,0319$$

$$A2 = 0,00113519794 = \mathbf{1,13519794E^{-03}}$$

$$J2 = \varphi + \frac{A1}{2}$$

$$J2 = 0,0319 + \frac{0,00111351983}{2}$$

$$J2 = \mathbf{0,0324567599}$$

$$J4 = \frac{3 * J2 + A2}{4}$$

$$J4 = \frac{3(0,0324567599) + 0,00113519794}{4}$$

$$J4 = 0,0246263694$$

$$J6 = \frac{5 * J4 + A2 \cos^2 \varphi}{3}$$

$$J6 = \frac{5(0,0246263694) + 0,00113519794 \cos^2 0,0319}{3}$$

$$J6 = 0,0414223482$$

$$\alpha = \frac{3}{4} e'^2$$

$$\alpha = \frac{3}{4} 0,00676817$$

$$\alpha = 0,0050761275$$

$$\alpha = 5,0761275E^{-03}$$

$$\beta = \frac{5}{3} \alpha^2$$

$$\beta = \frac{5}{3} (0,0050761275)$$

$$\beta = 0,0000429451173$$

$$\beta = 4,29451173E^{-05}$$

$$\gamma = \frac{35}{27} \alpha^3$$

$$\gamma = \frac{35}{27} * (0,0050761275)^3$$

$$\gamma = 1,69551581E^{-07}$$

$$\beta\phi = 0,9996 * c * (\varphi - \alpha * J2 + \beta * J4 - \gamma * J6)$$

$$\beta\phi = 0,9996 * 6399936,608 * (0,0319 - 5,0761275E^{-03} * J2 + 4,29451173E^{-05} * J4 - 1,69551581E^{-07} * J6)$$

$$\beta\phi = 203029,0379$$

$$10. X = \xi * V \left(1 + \frac{\zeta}{3} \right) + 500000$$

$$X = 0,000686205708 * 6263234,913 \left(1 + \frac{0,0000000015934916}{3} \right) + 500000$$

$$X = 504297,8676 \quad \leftarrow \text{Coordenada UTM}$$

$$Y = \eta * V (1 + \zeta) + \beta\phi$$

$$Y = 0,0000000075105095 * 6263234,913 (1 + 0,0000000015934916) + 2030290379$$

$$Y = 203029,0849 + 10000000$$

$$Y = 10203029,08 \quad \leftarrow \text{Coordenada UTM}$$

2.7.3 Sistema de Posicionamiento Global

El Sistema de Posicionamiento Global es un sistema de navegación por satélite cuya función es proporcionar información precisa de una posición en tres dimensiones, incorporando velocidad y hora de dicha posición en cualquier parte del planeta. Este sistema está compuesto por un conjunto de elementos que interactúan entre sí para llegar a obtener una localización exacta, siendo éstas:

- ☞ La constelación de satélites,
- ☞ El receptor GPS, y
- ☞ La superficie terrestre.

La posición y el tiempo de cada satélite se encuentran almacenados en almanaques manejados y controlados por el Departamento de Defensa de los EEUU; que cuenta con 24 satélites (NAVSTAR) que proporcionan un servicio de posicionamiento para todo el globo terrestre, ubicados en una órbita geoestacionaria a unos 20.000 Km. por encima de la superficie de la Tierra y equipados con relojes atómicos que transmiten ininterrumpidamente la hora exacta y su posición en el espacio.

Cada uno de los satélites posee un recorrido definido, cuya trayectoria y velocidad orbital han sido calculadas para formar una red alrededor de la tierra que permita que cada uno de ellos realice dos vueltas diarias al planeta, una cada doce horas, manteniendo en todo momento y en cualquier zona cinco satélites a la vista, de manera que un receptor GPS a cualquier hora del día o de la noche, en cualquier lugar y sin depender de las condiciones meteorológicas, pueda facilitar una posición receptada y procesada por a menos tres satélites visibles.

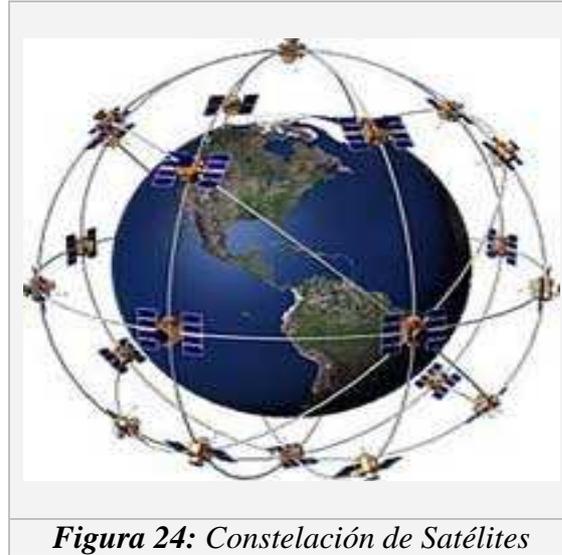


Figura 24: Constelación de Satélites

Según Raig.com: “El receptor GPS, es, básicamente, un dispositivo dotado de una antena receptora de la señal del satélite, un reloj y un software capaz de procesar a una gran velocidad los datos recibidos para convertirlos en información inteligible y concreta para el usuario. Esta información generalmente se muestra a través de una interfase visual: la pantalla.”^[7]. En cuanto a la superficie terrestre, ésta contiene el lugar que se necesita encontrar y del cual se requiere conocer la posición; aunque es posible también usar otro tipo de representación como son los mapas.

Para poder representar la tierra en un mapa, es decir, sobre una superficie plana, es necesario tener una superficie geométrica plana de referencia conocida como Eclipsoide de Referencia (forma de eclipse) que al coincidir con la forma Geoide de la tierra dan forma al Datum. Existe gran cantidad de datum (SAM56, SAM69, WGS84) debido a que también existen varios eclipsiodes dependiendo de las necesidades de quien lo utilice, pero se destaca el datum WGS84 que toma como referencia geocéntrica la del

⁷ Receptor GPS,
<http://www.raig.com>

sistema GPS. Este sistema además de determinar cada punto por tres coordenadas espaciales dentro de un sistema cartesiano único basado en el eje de rotación de la Tierra hace prescindible dicho elipsoide.

En el Sistema de Posicionamiento Global cada satélite de la constelación emite continuamente dos códigos de datos diferentes en formato digital transmitidos por medio de señales de radio. Uno de los códigos está reservado para uso exclusivamente militar y no puede ser captado por los receptores GPS civiles, el otro código, transmite dos series de datos conocidas como **Almanaque** y **Efemérides** que informan sobre el estado operativo de funcionamiento del satélite, su situación orbital, la fecha y la hora.

Un receptor GPS al captar las señales emitidas por un mínimo de tres satélites determina la posición que ocupa sobre la superficie de la tierra mediante el valor de las coordenadas de longitud y latitud, es decir, sobre dos dimensiones que pueden estar expresadas en grados, minutos y/o segundos o en las unidades de medición utilizadas en otros sistemas geodésicos. La captación de cuatro o más satélites facilita, además, la captura de la altura del receptor con respecto al nivel del mar sumando tres dimensiones, de esta manera un receptor GPS obtiene coordenadas de posición y otras informaciones que se actualizan cada uno o dos segundos y que son de gran utilidad para cualquier tarea de navegación, seguimiento de rutas, almacenamiento de puntos para posteriores estudios, etc. que también son considerados como algunos de los lineamientos perseguidos por un sistema de información geográfico.

2.7.4 Procesos de Rectificación

La necesidad de rectificación surge con la aparición de elementos gráficos para uso de los SIG por medio de los cuales se representa la superficie irregular de la tierra. El objetivo puntual de este proceso cubre los aspectos de corrección geométrica de una imagen de manera que se pueda representar en una superficie plana, integrarse a otras imágenes y tener la integridad de un mapa. La rectificación se define de manera concreta como el proceso de transformar los datos de un sistema de cuadrícula en otro sistema de cuadrícula usando una transformación geométrica.

Con la rectificación, los sistemas de proyección aparecen para representar la superficie de una esfera o de un esferoide (tal como la Tierra) sobre un plano, dando origen a diferentes métodos que permitan obtener elementos más reales. La rectificación es necesaria en casos en los cuales la cuadrícula de píxeles de una imagen debe cambiar para ajustarse a un sistema de proyección cartográfica o a una imagen de referencia. En caso contrario, imágenes planas devueltas por escaneo o digitalización no contienen ninguna información de coordenadas cartográficas por lo que no es necesaria la rectificación a menos que exista una inclinación o rotación de la misma, por ende, estas imágenes requieren únicamente ser georeferenciadas.

Los métodos comunes entorno a la rectificación enfocan al uso de puntos de control por medio de su predicción y ajuste, transformaciones polinómicas y ortorectificación. La transformación polinómica permite convertir coordenadas básicas a coordenadas rectificadas en un mapa, requiriendo polinomios complejos según la distorsión de la

imagen, el número de GCP usados y la localización relativa a los demás puntos, por lo cual se definen transformaciones lineales o de primer orden (posición, escala, inclinación y rotación) y transformaciones no lineales de segundo o mayor orden (triangulación). La ortorectificación en cambio, corrige el desplazamiento de un terreno que se puede usar si existe un DEM del área de estudio. No es necesaria en áreas relativamente planas, pero en áreas montañosas (o en fotografías aéreas de edificios), en las cuales se requiere un alto grado de exactitud, es recomendable este proceso.

2.8 GEOPORTALES Y ESTÁNDARES OGC

Los Sistemas de Información geográfica han evolucionado a medida del paso del tiempo y la tecnología, por ello, su integración a los avances a sido notable, de tal forma que actualmente mantienen una relación amplia con la Word Wide Web, lo que le ha permitido un desarrollo a pasos agigantados hasta llegar hacia los Geoportales. Un Geoportal no es más que una aplicación web con la capacidad de brindar al usuario recursos y servicios basados en información geográfica, donde los datos que puede ofrecer son muy variados y definen la clase de geoportal a desarrollar, así pues, puede tratar acerca de turismo, urbanística, comercio, etc. y ofrecer servicios propios como búsquedas de información geográfica y documentos [⁸].

La función principal de un geoportal esta dirigida a resolver necesidades específicas de un grupo de personas o de acceso a la información, haciendo uso de una interfaz definida como el conjunto de disposiciones y métodos que permiten la

⁸ *Geoportal*,
http://serviciaf.igac.gov.co/GeoportalIdecan/index.php?option=com_content&view=article&id=14:que-es-geoportal&catid=31:general&Itemid=41

intercomunicación de los recursos y servicios pero que no atiende en la mayoría de los casos a soluciones estandarizadas ni a criterios de usabilidad. La infraestructura de un geoportal resuelve una conexión física y funcional entre los almacenes de datos geográficos y los usuarios de Información Geográfica utilizando la red para permitir el descubrimiento, acceso y visualización de datos geoespaciales, por medio de un navegador estándar de Internet, y favoreciendo la integración, interoperabilidad e intercambio de información entre las diferentes instituciones, ciudadanos y agentes sociales. Mediante el uso de servidores web se presentan los siguientes servicios que dan forma a los estándares OGC definidos para uso de sistemas de información geográfico:

- ☞ Servicios Web de Mapas – WMS (Mapas o imágenes)
- ☞ Servicio Web de Características – WFS (Datos)
- ☞ Servicio Web de Cobertura – WCS

2.8.1 Servicios Web de Mapas – WMS

Servicio que produce mapas de datos espaciales creados de forma dinámica a partir de Información Geográfica producida. Mediante este servicio se fija un estándar, en el cual, un mapa no esta definido propiamente por datos sino que conforma una representación de la información geográfica en forma de un archivo de imagen digital conveniente para la exhibición en una pantalla de ordenador normalmente en un formato de imagen como PNG, GIF o JPEG, y ocasionalmente como gráficos vectoriales en formato SVG (Gráficos Vectoriales Escalables) o WebCGM (MetaArchivos de Gráficos Web para Computador) [⁹]. Al solicitar en la web el servicio WMS, el navegador indica

⁹ WMS,
http://es.wikipedia.org/wiki/Web_Map_Service

qué información debe ser mostrada en el mapa, qué porción de la tierra debe dibujar, el sistema de coordenadas de referencia, la anchura y la altura de la imagen de salida mediante el URL generado. Así, este estándar define tres operaciones:

- ☞ Devolver metadatos del nivel de servicio.
- ☞ Devolver un mapa cuyos parámetros geográficos y dimensionales han sido bien definidos.
- ☞ Devolver información de características particulares mostradas en el mapa (opcionales).

2.8.2 Servicio Web de Características – WFS

Es un servicio estándar que ofrece un interfaz de comunicación capaz de permitir la interacción con los mapas generados por el servicio web de mapas WMS; es decir que es posible editar o analizar una imagen WMS siguiendo criterios geográficos para lo cual se utiliza el lenguaje GML que deriva del XML, considerado el estándar a través del que se transmiten la ordenes WFS [¹⁰].

2.8.3 Servicio Web de Cobertura – WCS

Servicio que permite la obtención y el intercambio de información geoespacial en forma de coberturas que corresponden a objetos de tipo vectorial, raster o modelos digitales, donde para su intercambio son usados ficheros XML que poseen la asociación del descriptor del servicio y una breve descripción de coberturas, manipuladas mediante consultas tipo POST y GET según la implementación del servicio. Mientras un WMS devuelve un mapa estático (representación de los datos) un WCS retorna los datos con

¹⁰ WFS,
http://es.wikipedia.org/wiki/Web_Feature_Service

su semántica original, es decir, los propios datos [¹¹]. Este tipo de ficheros vienen a ser la analogía de los proyectos de mapa generados por los SIG conocidos, que registran las capas activadas así como otra serie de características relacionadas con la visualización de las mismas permitiendo apuntar/cargar distintos servidores y activar/desactivar las capas consideradas necesarias.

¹¹ WCS,
<http://www.naturnet.org/index.php?mid=2&smid=4&lng=es>

CAPÍTULO III:

Herramientas SIG Libre y Propietaria

3.1 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PROPIETARIO

Al inicio del desarrollo de software, en la década de los 70, se planteó como interés fundamental su comercialización, a partir del cual se crean licencias de uso donde aparece una nueva denominación para el software nombrado en la actualidad como software propietario.

En el año de 1975 Bill Gates y Paúl Allen fundan Microsoft, el principal impulsor del software propietario. Del mismo modo, otra de las empresa importantes en el desarrollo de software como es IBM, en el año de 1991 decide dejar de cooperar con Microsoft en el desarrollo de Sistemas Operativos, donde aparece OS/2 como base fundamental de los sistemas IBM y permanece Windows como sistema propio de Microsoft. Así, surgen también otras empresas desarrolladoras de software propietario como Adobe, AutoDesk y Macromedia.

Con el desarrollo de los sistemas operativos propietarios partiendo del BASIC hasta el Windows actual, aparecen nuevos y mejores productos software propietarios para desempeñar gran cantidad de actividades computacionales, una de las cuales es la referenciación geográfica de objetos sobre la superficie terrestre de donde surgen los conocidos Sistemas de Información Geográfica tanto como software libre y propietario. Algunas de las herramientas propias para el desarrollo de estos sistemas en la categoría de software propietario son ArcGis, Geomedia, y Autodesk Map, entre las cuales, ArcGis de la empresa ESRI lidera el mercado en la actualidad [¹²].

3.1.1 VENTAJAS

Los sistemas de información geográfica caracterizados por ser propietarios adquieren ventajas tanto en su desarrollo como en su uso, de esta forma:

- Durante la construcción de un SIG las empresas desarrolladoras tienen departamentos de control de calidad que realizan muchas pruebas para dotar al sistema de gran funcionalidad a disposición del usuario.
- Se dedica buena parte del desarrollo del sistema a la usabilidad del mismo.
- Para la construcción de un SIG propietario cada organización tienen contratados programadores muy capaces y con mucha experiencia en el desarrollo de sistemas.
- El mercado lo toma como estándar, así que mucha gente sabe usarlo. Además de que posee mayor compatibilidad en cuanto a hardware sobre todo al hablar de sistemas operativos como Windows y UNIX.

¹² *Herramientas SIG comerciales,*
www.esri-es.com/archivos/ARGIS9%20_18%20enero.doc

- La propiedad y decisión de uso del software es por parte de la empresa que lo va adquirir, lo que permite proteger el esfuerzo invertido en el desarrollo del sistema conseguido.
- Un software propietario proporciona un mejor acabado de la mayoría de aplicaciones tanto de estética, como de usabilidad de la aplicación debido al valor económico que éste implica.
- El mejor acabado de la mayoría de sistemas de software propietario y los estándares de facto actuales permiten una simplificación del tratamiento de dichos sistemas, dando acceso a su uso y administración, a técnicos que requieren una menor formación, reduciendo costes de mantenimiento.
- Existe mayor protección de sistemas con copyright debido a que se ven beneficiados por mecanismos anticopia y otras medidas, que dificultan en cierto grado la piratería.
- Otra ventaja de este tipo de software es la unificación de productos, donde se promueve la toma de decisiones centralizada que se hace en torno a una línea de productos, haciendo que no se desvíe de la idea principal y generando productos funcionales y altamente compatibles.

3.1.2 DESVENTAJAS

A pesar de los beneficios que proporciona un software propietario SIG, éste posee algunos inconvenientes:

- Es difícil aprender a utilizar un software sin hacer un costoso curso de capacitación.

- El funcionamiento del software es un secreto que sólo sus desarrolladores conocen por lo que resulta un comportamiento impredecible debido a que pueden existir puertas traseras.
- El Soporte técnico es insuficiente y pueden tardar en dar una respuesta satisfactoria.
- Es ilegal modificar una pieza de software propietario.
- Los clientes quedan dependiendo del proveedor, la empresa desarrolladora puede quebrar y se pierde soporte técnico y actualizaciones.
- Las licencias son caras, sobre todo si va a ser usado por mucha gente, convirtiéndose en un delito el utilizar versiones viejas de un software sin pagar la licencia correspondiente.
- Aunque existen numerosas herramientas, libres o propietarias, que facilitan la tarea de migración hacia otras plataformas existen varias aplicaciones desarrolladas para Windows que no han sido portadas hacia otras plataformas.

3.2 SELECCIÓN DE HERRAMIENTA SIG PROPIETARIA

El gran número de herramientas SIG propietarias existentes en el mercado hace necesaria la selección de una herramienta que además de ser de uso frecuente bajo plataformas comunes, cuente con características que permitan la visualización, consulta y gestión de información geográfica, capacidad de análisis espacial, manejo de estándares OGC y GML, capacidad de manejo de elementos raster y 3D, presentación de datos por medio de reportes o estadísticas que promuevan la toma de decisiones y que además hagan posible la conexión con bases de datos potentes empleadas en la actualidad.

TABLA I

Comparativa de Herramientas SIG Propietarias

Puntos de Interés	ArcGis	Geomedia	AutoCAD Map
Plataformas Soportadas	Microsoft Windows	Microsoft Windows	Microsoft Windows
Formatos Raster Soportados	BMP, JPG, TIFF, ECW, MrSID, GIF, GEOTIFF, PIX, RST, PNG	ECW, TIFF, GEOTIFF, JPG, MrSID	DEM, DTED, ECW, ESRI GRID, JPEG, JPG2K, MrSID, TIFF y NITF
Formatos Vectoriales Soportados	ESRI Shapefiles, PostGIS, ESRI ArcSDE, GML, KML, SLD	SMARTSTORE, ESRI, SHP, DXF, DWG, DGN	DWG, DXF, MIF de MapInfo y DGN de Microstation.
SGBD Relacional	Access, SQLServer, Oracle, MySQL, DB2...	Access, SQLServer, ORACLE	Access, MySQL
SGBD Orientado a Objetos	ORACLE	ORACLE	ORACLE
Soporte Estándares OCG	WMS, WFS, GML, WCS	Tan sólo WMS, WFS, GML	WMS, WFS, GML
Capacidad 3D	Herramientas de creación de mapas y Análisis 3D	Sí	Sí
Personalización del SIG	Avenue, Visual Basic 6.0 y .Net	Visual Basic 6.0 y .Net	Script (.scr)
Lenguaje Documentación de Soporte	En Inglés y en Español	Se puede encontrar en Inglés y en Español	Inglés y Español
Reportes	Reportes Estandar y Crystal Report	Sí	Sí

Fuente: http://www.esri-chile.com/biblioteca/ArcGIS_9-2-bro_104484_sp.pdf

http://www.sigte.udg.es/jornadassiglibre2008/uploads/file/Comunicaciones_2/4.pdf,

http://www.aplicad.com/Adesk/AutoCAD_Map_3D/caracteristicas.htm

Elaborado por: Mónica Samaniego, Patricia Chiriboga

En base a lo descrito en la tabla anterior, cada una de estas herramientas posee características propias y eficaces en diferentes ámbitos de un sistema de información

geográfico que les permite destacar y cumplir con diversos propósitos cartográficos a nivel general.

ArcGis 9.2 de ESRI incorpora a más de lo mencionado mejoras en tareas relacionadas con funciones de geoprocésamiento, visualización y procesamiento 3D, así como en la fiabilidad, aprovechamiento de recursos, interoperabilidad, soporte a objetos CAD y opciones de conversión de diferentes tipos de archivos. Esta herramienta debido a las constantes mejoras de funcionalidad, estabilidad, rendimiento y al gran liderazgo presentado en el mercado hoy en día, es considerada como la herramienta SIG propietaria más eficiente y productiva de entre los SIG; la misma que se acopla a trabajar con una gran cantidad de información^[13].

3.3 ARCGIS 9.2

ArcGis 9.2 es un producto software comercializado por ESRI desde el año de 1980, que incorpora un conjunto de herramientas para el manejo de información espacial con la finalidad de generar un Sistema de Información Geográfico.

3.3.1 ARQUITECTURA

ArcGis consta con una arquitectura robusta compuesta por aplicaciones de escritorio, servidor, cliente Web o dispositivo móvil y embebido, que junto con el modelo de datos de una base de datos geográfica, proporciona las piezas necesarias para la puesta en marcha de un Sistema de Información Geográfico completo y funcional a cualquier escala.

¹³ ArcGis,
www.esri-es.com/archivos/ARGIS9%20_18%20enero.doc

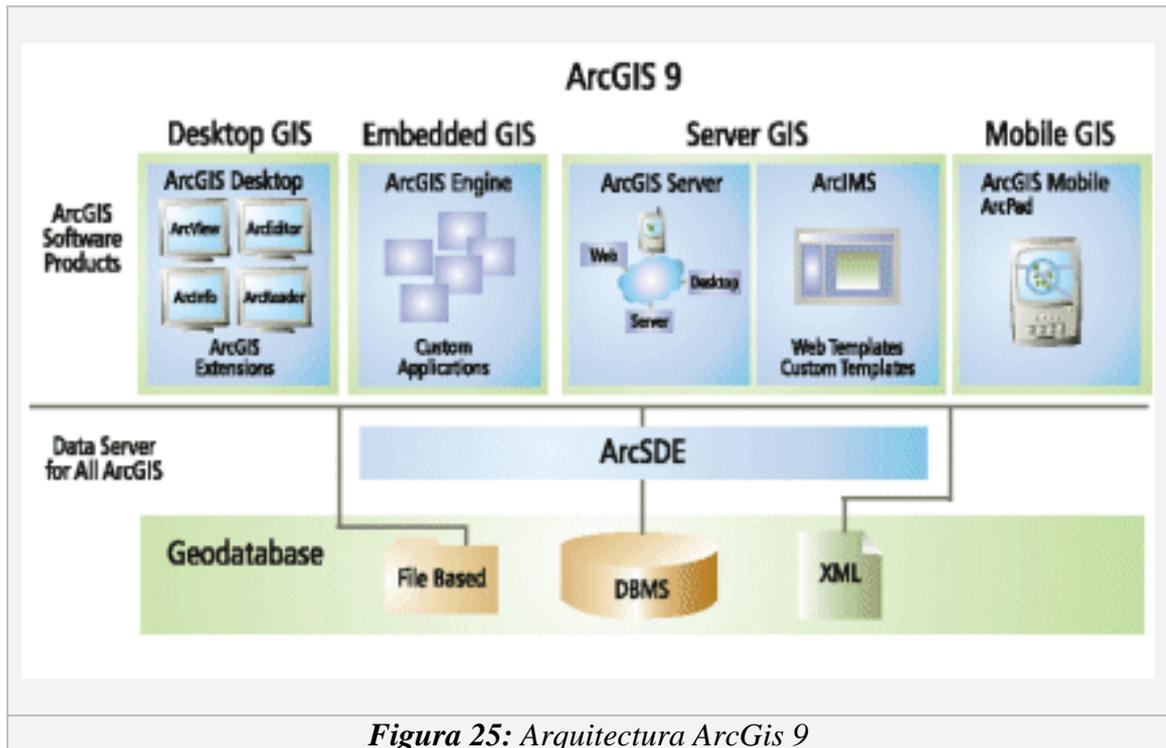


Figura 25: Arquitectura ArcGis 9

Cada una de las aplicaciones puede acceder a un servidor de datos externo o manejar una base de información interna en la misma herramienta que posteriormente será conocida como Base de Datos Geográfica. La base de datos puede partir de archivos Excel, XML o bases de datos ya creadas con información espacial.

3.3.1.1 SIG DE ESCRITORIO

ArcGis Desktop constituye un producto software SIG que forma parte de la familia ArcGis de ESRI, éste, permite realizar un estudio completo en cuanto al análisis geoespacial para la toma de decisiones en cualquier campo de estudio. ArcGis Desktop corre en computadores de escritorio normales con el objetivo de crear, importar, revisar, preguntar, trazar, analizar y publicar información geográfica. Todos los productos de ArcGIS Desktop comparten las mismas aplicaciones básicas como son ArcMap, ArcCatalog y ArcToolbox, donde, **ArcMap** permite la entrada de datos, búsquedas

estadísticas y geográficas además de la salida de datos. **ArcCatalog** organiza y documenta los datos geográficos y, **ArcToolbox** permite el geoprocésamiento de la información permitiendo combinar capas, manipular datos y transformar sistemas coordenadas. En esta versión de ArcGis, ArcMap incorpora ArcToolbox dentro de su funcionalidad. Los productos que conforman ArcGis Desktop son los siguientes:



ArcReader: aplicación gratuita y de sencillo manejo que permite visualizar, explorar e imprimir mapas además de poseer algunas herramientas simples para consultar mapas.

ArcView: incorpora la funcionalidad de ArcReader además de funciones para digitalizar, manipular capas de información, geoprocésamiento y creación de bases de datos geográficas personales con funcionalidad limitada. ArcView provee menor funcionalidad de tipo SIG dentro de esta plataforma.

ArcEditor: Abarca toda la funcionalidad presente en ArcView y añade además, herramientas para la edición multiusuario de bases de datos geográficas corporativas así

como la posibilidad de implementar topología basada en reglas y la corrección avanzada para archivos shape.

ArcInfo: Es la solución completa del SIG de escritorio. Extiende la funcionalidad de ArcView y ArcEditor con el geoprocesamiento avanzado, conversión de datos a otros formatos y sistemas de proyección incluyendo también aplicaciones para estaciones de trabajo de ArcInfo.

3.3.1.2 SIG EMBEBIDO

ArcGis Engine es un desarrollador de software personalizado que permite la creación de aplicaciones SIG de escritorio proporcionando interfaces de programación de aplicaciones (API) para COM, .NET, Java y C++ que no incluyen una documentación detallada pero que incorporan componentes visuales de alto nivel facilitando las actividades del programador al desarrollar aplicaciones ArcGis.

ArcGis Engine posee un conjunto de componentes básicos a partir de los cuales los productos se construyen o se extienden las funcionalidades de los ya existentes proporcionando soluciones para usuarios principiantes o avanzados en el uso de sistemas de información geográfica. Los desarrolladores pueden añadir mapas dinámicos y sistemas de información geográfica a la capacidad de las aplicaciones existentes o construir sus propios programas de cartografía mediante el lenguaje ArcObjects propio de ArcGis y sus productos. ArcGIS Engine posee dos componentes, estos son:

Motor de ArcGIS-Developer Kit: contiene los componentes y herramientas para desarrolladores que permiten la creación de soluciones.

Motor de tiempo de ejecución de ArcGIS: posee la infraestructura necesaria para ejecutar aplicaciones ArcGIS Engine engine.

3.3.1.3 SIG SERVIDOR

Dentro de la arquitectura servidor de ArcGis se generan dos aplicaciones potentes para la web, es así, que aparece ArcGis Server y ArcIMS.

ArcGis Server

ArcGis Server constituye un servidor de aplicaciones SIG empresarial, que permite construir, mediante los mismos objetos con los que se ha desarrollado ArcGIS Desktop (ArcObjects), aplicaciones ejecutadas en el servidor para entornos cliente/servidor o Web capaces de gestionar, visualizar y analizar información geográfica de manera centralizada.

ArcGIS Server proporciona las herramientas necesarias para diseñar una Arquitectura Orientada a Servicios (SOA), permitiendo llevar una administración completa y crear aplicaciones Web y servicios desde los que se puede acceder a toda la funcionalidad SIG disponible. Soporta estándares tanto del sector de los SIG (OGC) como del resto de tecnologías de la información basada en la web (W3C) además de la capacidad para crear aplicaciones personalizadas en .NET o Java.

Con ArcGIS Server se traslada la lógica de negocio SIG al servidor, lo que permite acceder a gran cantidad de usuarios (expertos SIG o no), y desde un nodo centralizado,

a funcionalidad SIG avanzada, como visualización de mapas (2D y 3D), ejecutar tareas de geoprocésamiento o cálculo de rutas, entre otras. Es un sistema escalable que además permite realizar un balanceo de cargas muy eficiente y una adecuada distribución de la carga entre las instancias generadas. ArcGIS Server es un servidor abierto e interoperable que soporta un amplio rango de clientes que incluyen:

ArcGIS Explorer: cliente liviano que viene incluido con ArcGIS Server que ofrece una manera fácil de dar acceso a contenido y capacidades GIS (mapeo 2D y 3D, geoprocésamiento).

Browsers: crea fácilmente visores, los cuáles pueden tener diferentes funcionalidades e inclusive dar soporte a las tareas básicas de edición sobre la base de datos geográfica.

ArcGIS Mobile: desarrollo de aplicaciones móviles para la plataforma .NET.

ArcGIS Desktop: ArcReader, ArcView, ArcEditor y ArcInfo pueden ser usados como herramientas Desktop clientes para ArcGIS Server.

ArcIMS

ArcIMS es el servidor de aplicaciones integrado dentro de la arquitectura ArcGIS que ha sido diseñado para la distribución y difusión de información geográfica, mapas y servicios GIS en entornos Internet / intranet. Tanto si se opera en un entorno limitado, como la intranet de una organización, como si se hace a través del entorno universal de Internet, es posible el empleo de ArcIMS para distribución de datos y funcionalidad GIS a múltiples usuarios.

ArcIMS constituye una aplicación muy potente, escalable y basada en estándares que permite, de manera rápida y sencilla, diseñar y gestionar servicios de cartografía en

Internet. La principal novedad en ArcIMS es la posibilidad de utilizar ArcMap Server sobre Solaris. Por otro lado es posible la convivencia de ArcGIS Desktop y ArcMap Server en la misma máquina.

3.3.1.4 SIG MÓVIL

Un SIG móvil es la expansión de un sistema de información geográfica (SIG) desde la oficina al campo, que permite a los usuarios realizar tareas tales como capturar, almacenar, actualizar, manipular, analizar, y representar información geográfica. Un SIG Móvil puede integrar una o más de las siguientes tecnologías:

- Dispositivos móviles
- Sistemas de Posicionamiento Global (GPS)
- Tecnología Wireless de acceso a Internet

ESRI desarrolla en cuanto a Movilidad una tecnología capaz llevar al campo mapas digitales en dispositivos compactos y móviles, proporcionando acceso a información geográfica corporativa. Esto permite a las empresas añadir a bases de datos y aplicaciones información en tiempo real, acelerando el análisis, la representación y la toma de decisiones con información espacial precisa y puesta al día. La aplicación móvil correspondiente a la arquitectura de ArcGis es ArcGis Mobile ArcPad.

ArcPad es la aplicación SIG, destinada a dispositivos móviles y especialmente orientada a proyectos de captura de datos y recolección de información geográfica mediante posicionamiento GPS en campo, también se utiliza frecuentemente para la

edición de información vectorial. Con ArcPad la toma de datos en campo es rápida, sencilla, muy precisa y ofrece validación y disponibilidad inmediata de la información recogida. Además, ArcPad brinda la posibilidad de comparar datos espaciales y alfanuméricos almacenados en una base de datos, con las características reales del terreno, abriendo un nuevo camino en el mantenimiento de la integridad de la información geográfica.

3.3.1.5 ARCSDE

ArcSDE es un middleware que se usa para guardar la información geoespacial, imágenes raster, vector y tablas en una base de datos para ambientes compartidos donde su alcance es a nivel de toda la organización permitiendo el almacenamiento de la información de forma centralizada. Es además un componente clave en el manejo de bases de datos geográficas multiusuario que permite la visualización y edición de muchos usuarios al mismo tiempo.

ArcSDE es considerado también como un servidor de datos avanzado que proporciona capacidad de almacenamiento, gestión y acceso a datos espaciales en diferentes Bases de Datos desde cualquier aplicación ArcGIS, facilitando incluso la portabilidad entre ellas. ArcSDE combina la lógica de ArcGIS con la gestión de información en un Sistema de Gestión de Base de Datos, administrando, con un alto rendimiento, la información espacial implementada sobre los principales gestores de bases de datos (IBM DB2, IBM Informix, Microsoft SQL Server y Oracle), aprovechando todo el potencial que cada uno es capaz de ofrecer.

Algunas de las ventajas proporcionadas por ArcSDE son la mejora en el rendimiento del SIG, gestión completa de la base de datos geográfica y de todos los tipos de datos que soporta (vector, raster, terrain, modelos de geoprocamiento, esquemas de base de datos, metadatos, etc.), almacenamiento de grandes volúmenes de información bajo estándares (OGC e ISO), migración e integridad de datos además de la reducción de costes.

Debido a la amplia arquitectura que posee ArcGis y al sistema de información geográfica a generar para este estudio, la aplicación apropiada dentro de la familia de ESRI como software comercial es ArcGis Desktop con el producto ArcInfo, debido a que el sistema a desarrollar requiere ser implementado bajo un equipo de escritorio dentro de la institución a la cual es destinada, así, se analizará a detalle la funcionalidad de dicha herramienta en los apartados que a continuación se establecen.

3.3.2 COMPONENTES PRINCIPALES

El producto ArcGis Desktop de ESRI al manejar varios niveles de software facilita varias herramientas de desarrollo SIG que proporcionan variadas características a los distintos usuarios. ArcInfo, integrado en ArcGis implementa funcionalidades completas para el desarrollo de sistemas georeferenciados completos y al igual que el resto de productos de ArcGis está estructurado por tres componentes principales los cuales son:

- ArcMap
- ArcCatalog
- ArcToolBox

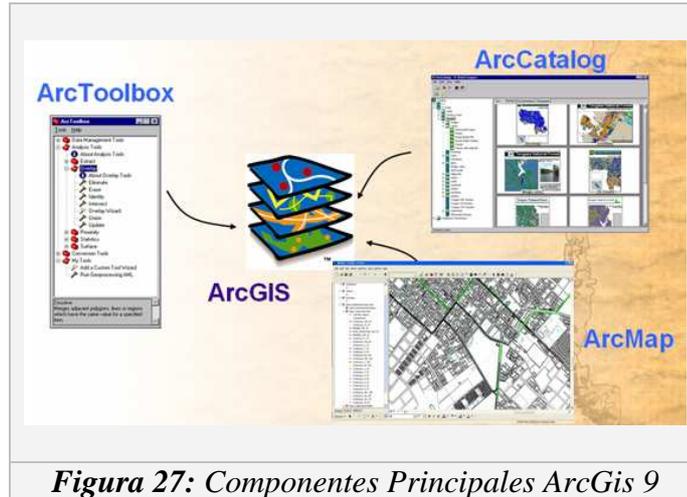


Figura 27: Componentes Principales ArcGIS 9

3.3.2.1 ARCMAP

ArcMap es un software de información geográfica que además de ser un componente de ArcGIS presente en todos sus productos, permite crear mapas que llevan implícito mensajes o resultados de análisis geográficos. Puede ser utilizado para entender las relaciones existentes en información espacial geográfica, para la toma de decisiones y para la presentación de resultados en forma profesional de mapas, gráficos, tablas, etc.

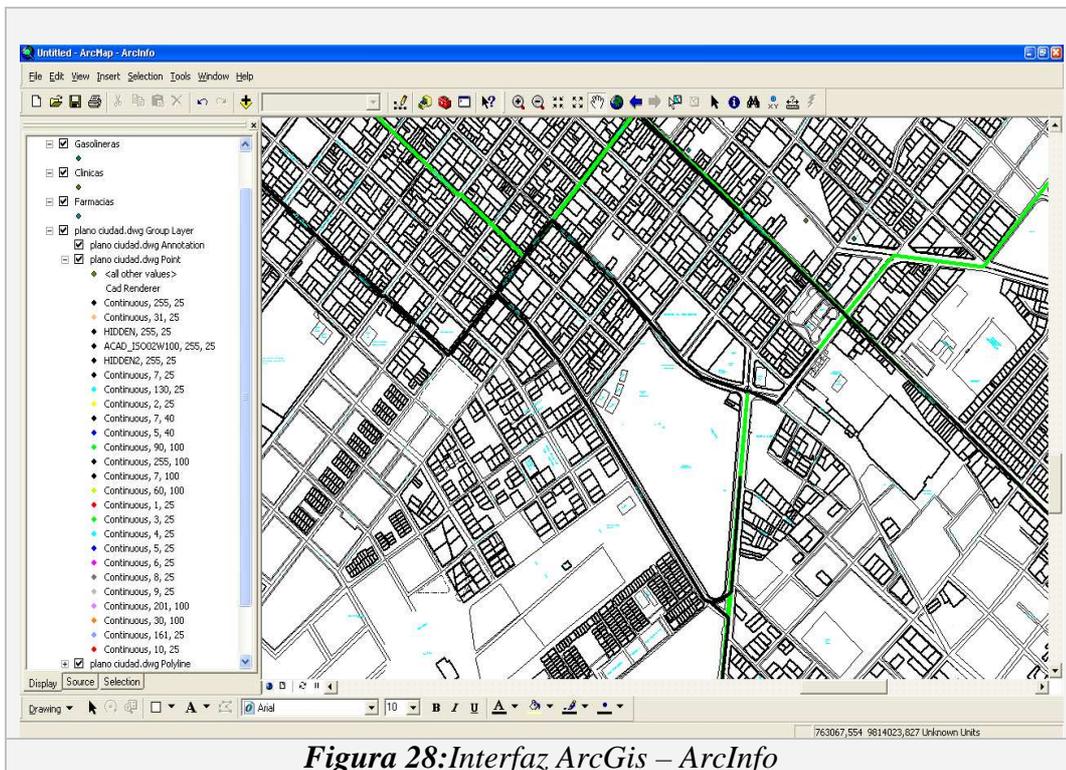


Figura 28: Interfaz ArcGIS – ArcInfo

3.3.2.1.1 INTERFAZ GRÁFICA

ArcMap genera un ambiente cómodo y amigable para el usuario, permitiendo abrir archivos existentes o vacíos con el fin de incorporar en ellos la información requerida.

Bajo la interfaz del componente ArcMap de ArcInfo se distinguen:

- **Barra de Títulos:** muestra el nombre del archivo compuesto por mapas y capas de información.
- **Barra de Herramientas:** posee un conjunto de herramientas que son móviles y pegadizos.
- **Tabla de contenidos:** brinda mayor comodidad al constituirse como una ventana móvil y pegadiza que se encarga de organizar las capas de información en una estructura de datos, características y capas ordenadas por el tipo de elemento al que representan, de este modo, se define en orden puntos, líneas y polígonos. Las siguientes características y funcionalidades se ajustan a un proyecto SIG desarrollado con ArcInfo:

- ☞ Posee categorías de datos que sirven para organizar temas y capas donde se encuentra la información geográfica representada gráficamente. Una tabla de contenidos es capaz de tener más de una Categoría con múltiples capas.
- ☞ Exporta capas desde otras sesiones abiertas de ArcMap o ArcCatalog.
- ☞ Cambia el orden de los temas a discreción.
- ☞ Cambia el nombre de las capas.
- ☞ Añade o remueve temas.

☞ Visualiza capas desde tres tipos de vistas: Display, Source y Selection, donde **Display** es la opción por defecto, **Source** muestra la referencia en disco de cada capa y **Selection** provee la funcionalidad específica para escoger en mapas vectoriales numero de elementos seleccionados y opciones para copiar y exportar.

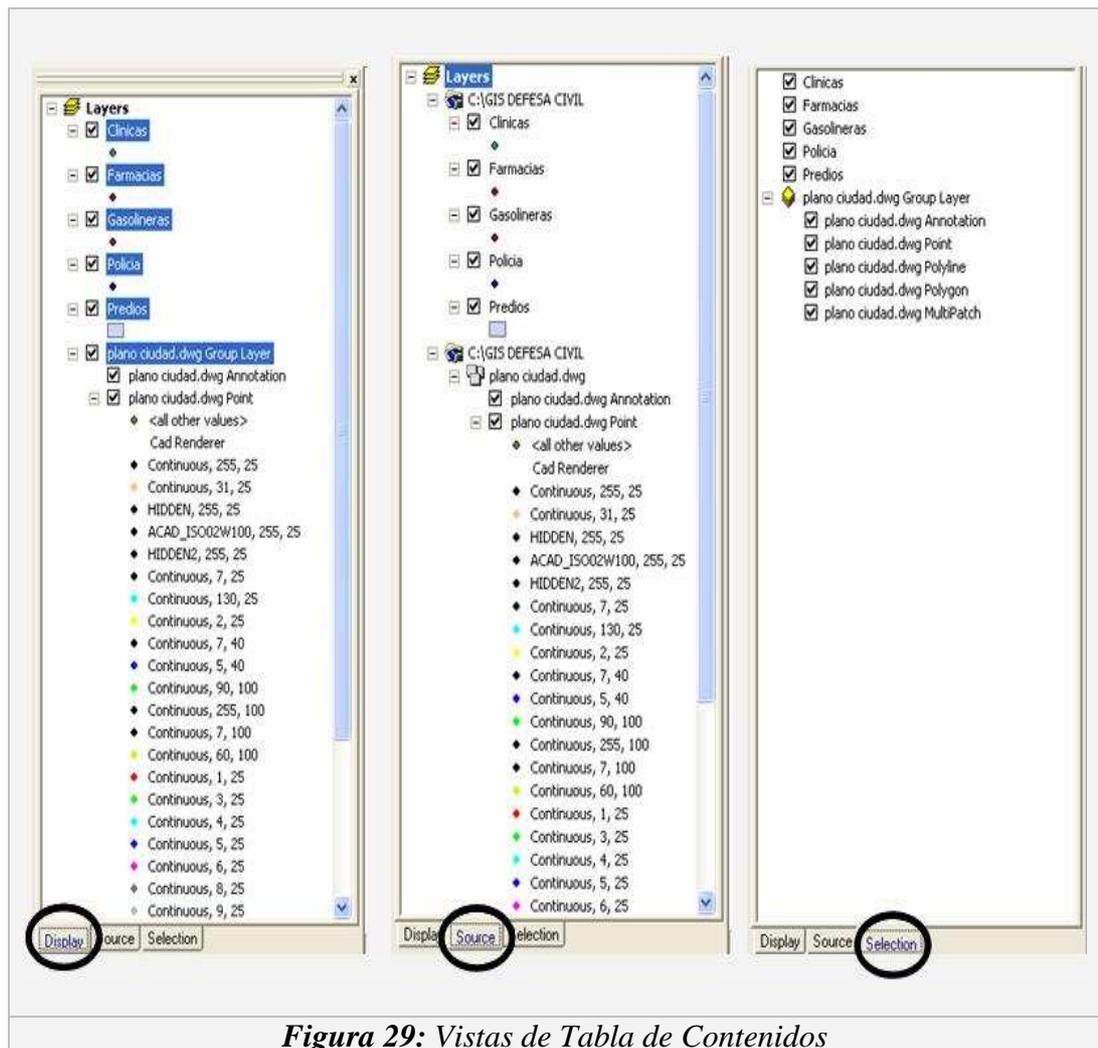


Figura 29: Vistas de Tabla de Contenidos

- **Área de Muestra:** es el área donde se despliegan los mapas.
- **Barra de Estado:** muestra las coordenadas, descripciones de botones y elementos del menú.

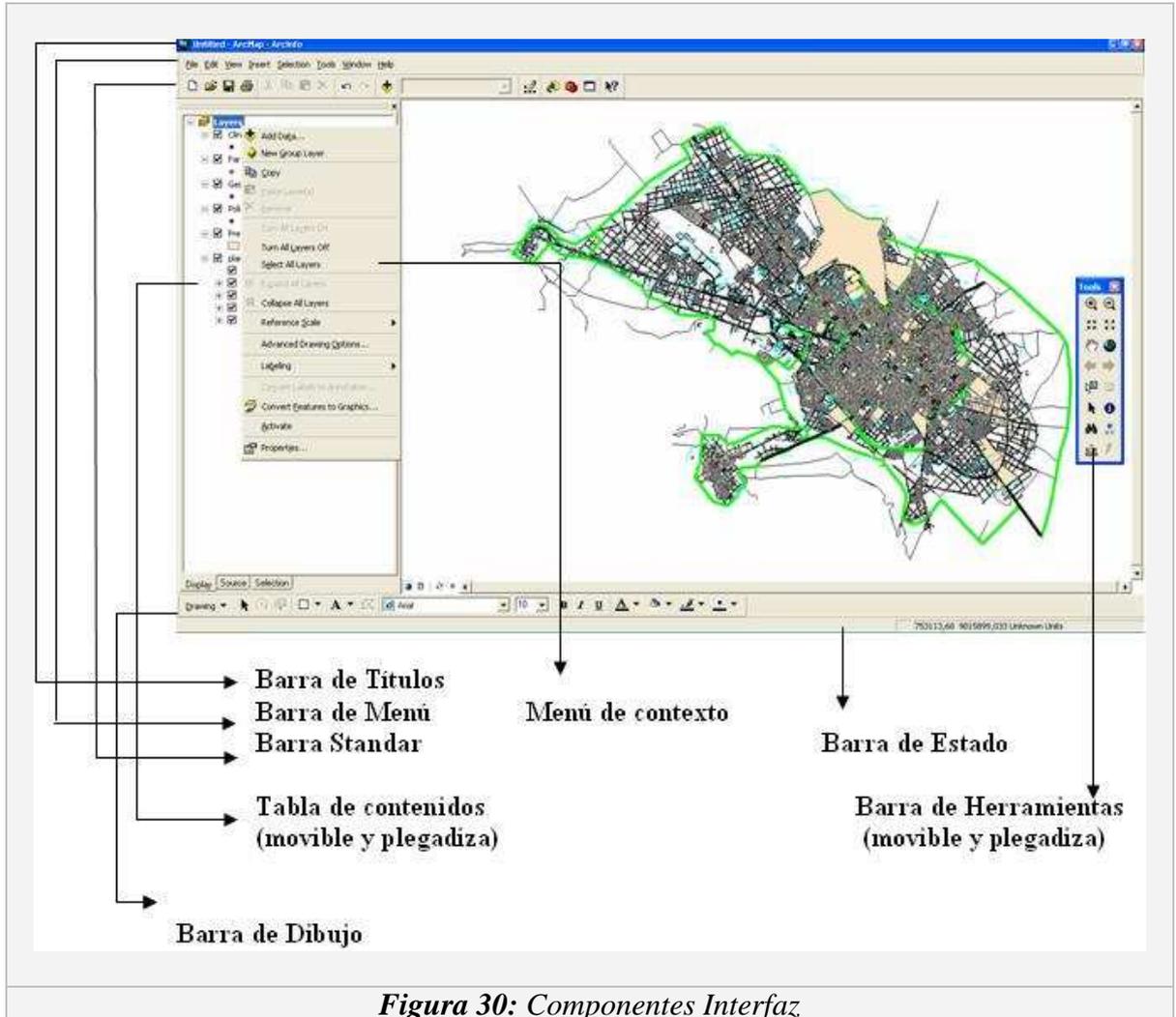


Figura 30: Componentes Interfaz

ArcMap integra conceptos básicos que permiten su correcta manipulación, los cuales constituyen la base para la creación de un sistema información geográfica ágil y eficiente; así, los conceptos mencionados se detallan a continuación:

TEMA (Layer): son capas que representan elementos geográficos del mundo real. Hacen referencia a un archivo físico existente en algún lugar en la base de datos SIG o archivo separado. Una capa puede ser personalizada, guardando las maneras de mostrar la información mediante esquemas de colores y símbolos por medio del conjunto de propiedades mostrado por el respectivo menú de contexto.

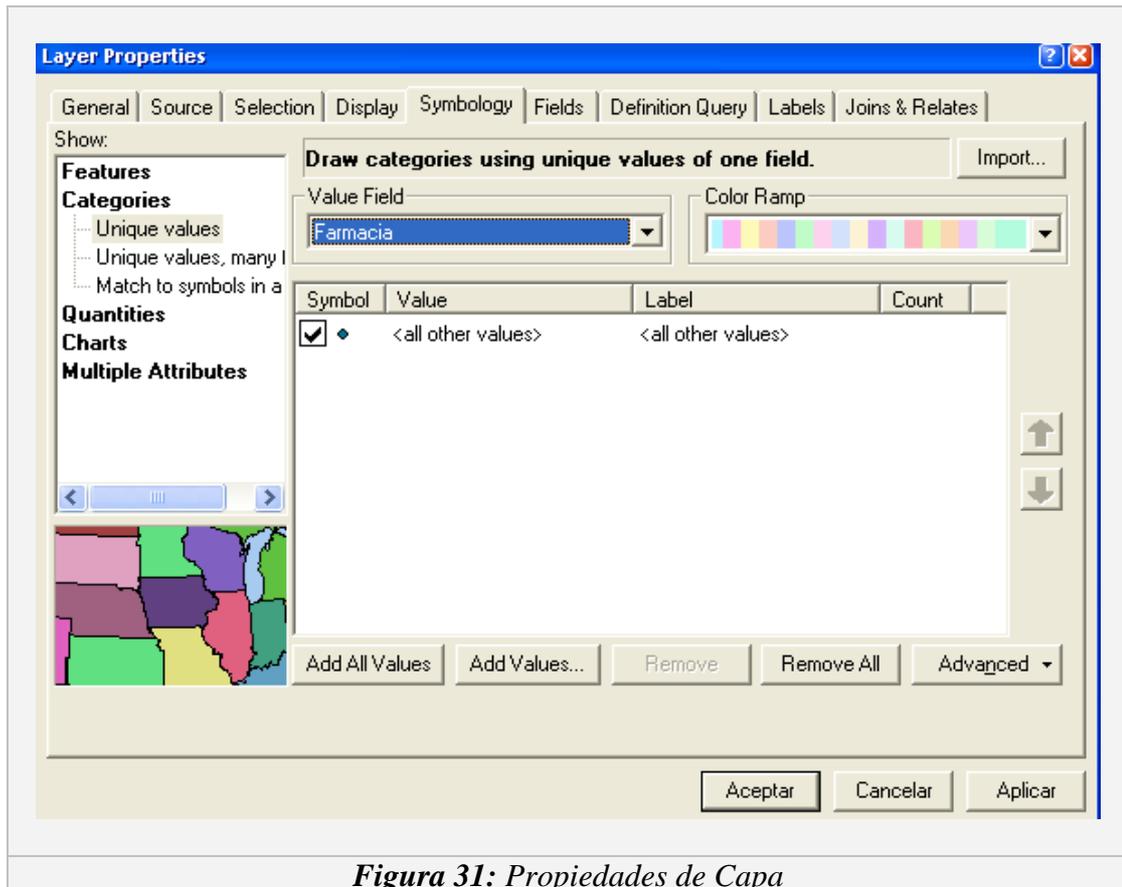


Figura 31: Propiedades de Capa

Las propiedades de una capa que pueden ser modificadas son:

- **Origen:** donde se define la referencia física del archivo.
- **General:** define como se muestra el mapa mediante escalas.
- **Selección:** cambia la forma de mostrar los datos seleccionados.
- **Simbología:** mediante esta opción es posible cambiar los símbolos usados para representar los datos, además de la posibilidad de escoger cuales campos o atributos asociados al archivo pueden ser mostrados.
- **Definición de consultas:** permite seleccionar cuales de los datos se desea visualizar.
- **Etiquetas:** permiten definir la forma de mostrar las etiquetas presentes en un mapa.

ArcMap incorpora la opción etiquetas (labels) a elementos geográficos según un campo de su tabla de atributos, para lo cual utiliza el siguiente cuadro de opciones:

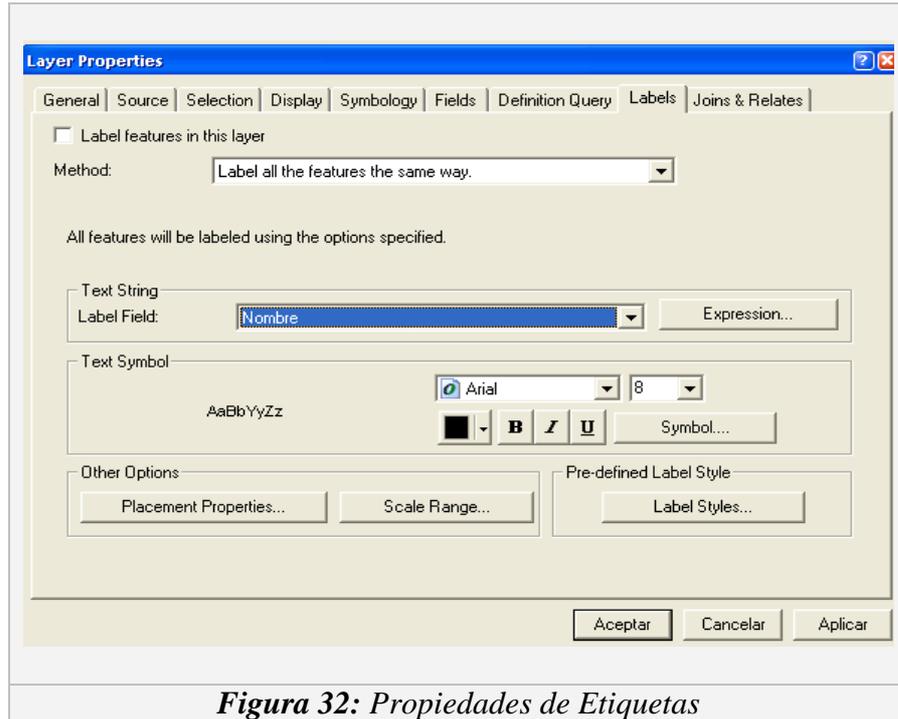


Figura 32: Propiedades de Etiquetas

- **Joins & Relates:** permite definir cómo y cuales tablas o datos de referencia es posible relacionar a una capa en particular.

CARACTERÍSTICA (Feature): son los elementos incorporados en un Tema, los cuales, pueden ser polígonos, líneas y puntos. Así:

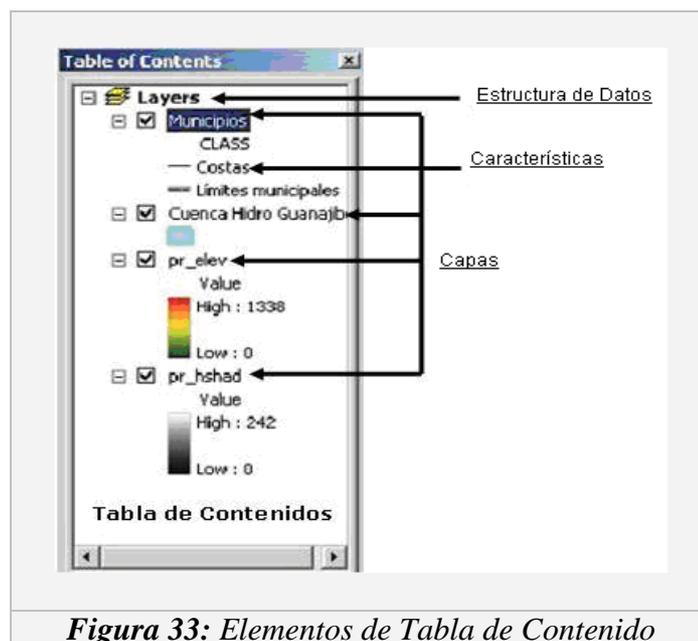


Figura 33: Elementos de Tabla de Contenido

- Polígonos pueden representar: Cuerpos de agua, zonas urbanas, uso del suelo, etc.
- Líneas: Ríos, red vial, división política, etc.
- Puntos: Pozos, centro de cabecera municipal, asentamientos, etc.

VISTA (View): parte visual incorporada dentro de la interfase gráfica de ArcMap en la cual se manipula un Mapa.

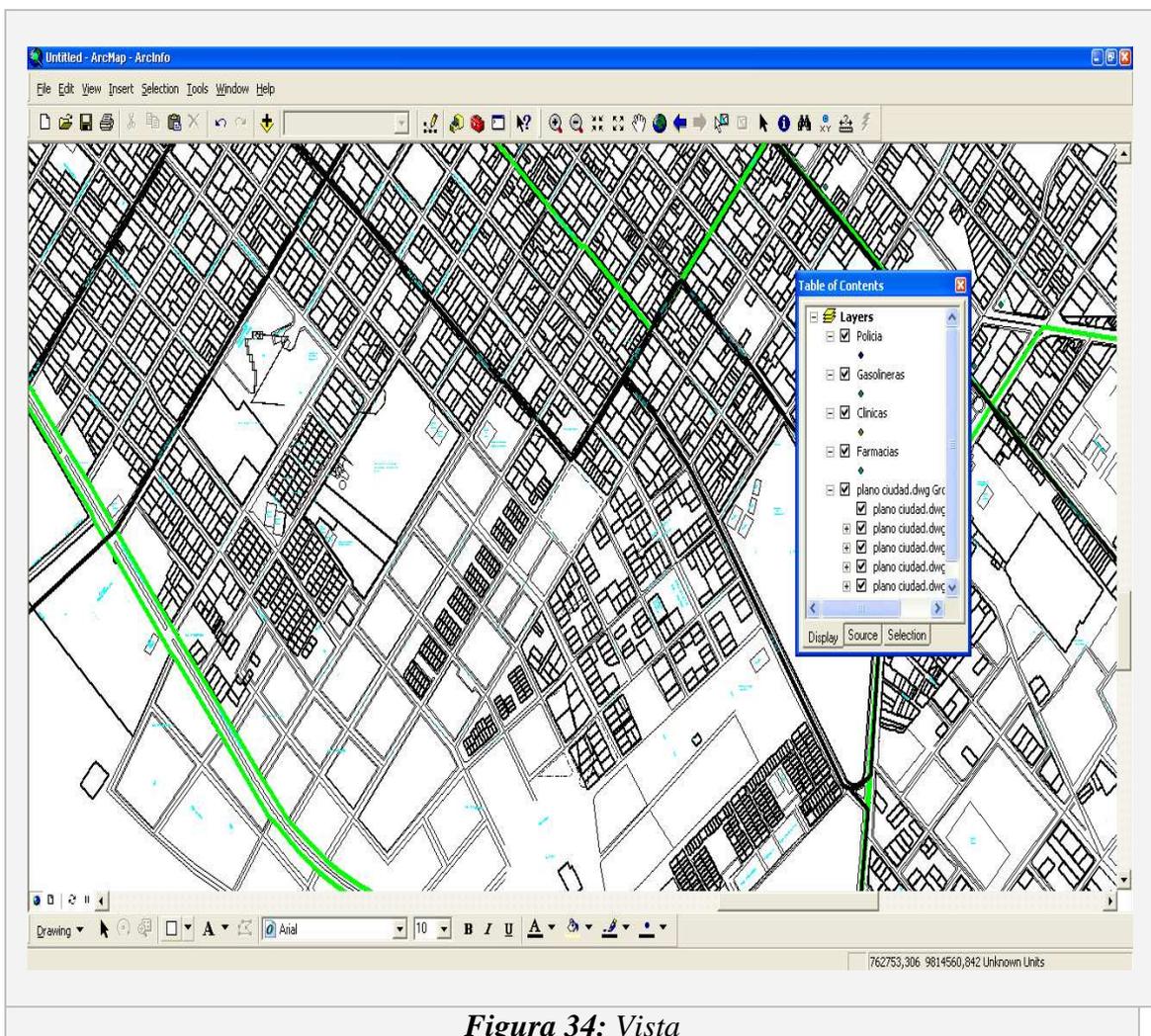


Figura 34: Vista

DISEÑO (Layout): forma parte de la interfase gráfica de ArcMap en la cual se crea el diseño de mapa previo a la impresión del mismo.

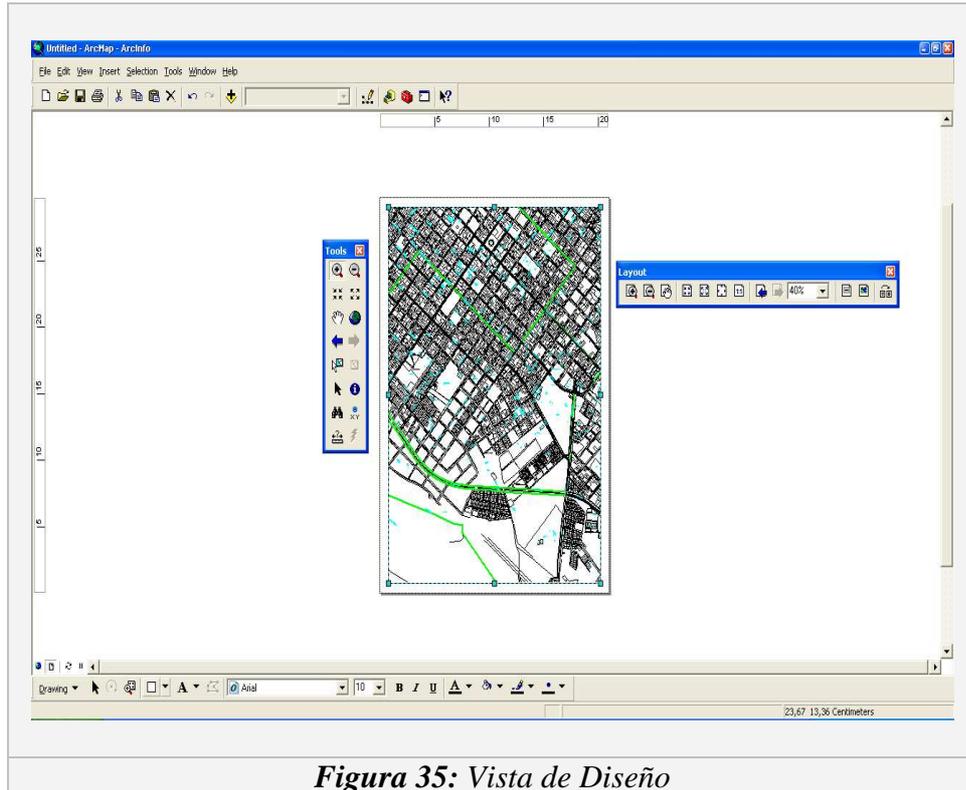


Figura 35: Vista de Diseño

BARRA DE HERRAMIENTAS

ArcMap manipula un conjunto de herramientas estándar en donde se destaca la posibilidad de operar a una escala conveniente para mostrar cada mapa construido mostrando más o menos información geográfica según la escala o nivel de acercamiento al objeto o área a ser vista; es decir, mientras más pequeña la escala menos información se debería presentar. Además, se presentan herramientas básicas como las descritas a continuación:

 **Zoom in:** Acercamiento a un área de un mapa haciendo una caja con el mouse.

 **Zoom out:** Alejarse de un área de un mapa haciendo una caja con el mouse.

 **Fixed Zoom in:** Acercamiento en base al centro de la vista

 **Fixed Zoom out:** Alejarse en base al centro de la vista.

 **Pan:** Mover la vista sin cambiar de escala.

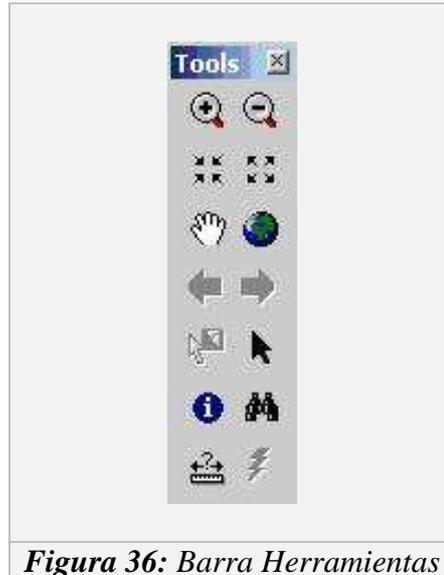


Figura 36: Barra Herramientas

-  **Full Extent:** Despliega la vista en base al tema que tenga la mayor frontera.
-  **Go Back Extend:** Despliega la vista anterior mostrada (si existe)
-  **Go to Next Extend:** Despliega la vista próxima mostrada (si existe)
-  **Select Features:** permite seleccionar uno o varios elementos a la vez de un Tema.
-  **Identify:** visualiza la información atributiva del elemento seleccionado.

3.3.2.1.2 SIMBOLOGÍA Y MAPAS TEMÁTICOS

ArcMap provee múltiples opciones para representar y resumir la información geográfica contenida en un mapa, las cuales son:

- **Características Simples:** despliega la información con una representación igual para todos y es asumido por defecto.
- **Categorías:** representa la información por un formato de colores diferente para cada elemento distinto asociado a datos de tipo descriptivo textual utilizando tres opciones diferentes:

- ☞ **Valores Únicos:** esta opción intenta asignar un color diferente a cada valor único.
 - ☞ **Valores Únicos, muchos campos:** representa valores nominales contenidos en hasta tres campos diferentes; tomando tres valores y poniéndolos en orden para desplegarlos por cada área. Es útil para determinar el orden por área permitiendo combinar valores nominales y numéricos.
 - ☞ **Unión de símbolos a estilos:** sirve para parear símbolos predefinidos en archivos .style.
- **Cantidades:** se relaciona directamente con la representación y resumen de datos tipo numérico, proporcionando cuatro formatos de presentación:
- ☞ **Colores Graduados:** conformado por diferentes colores y tonalidades según los valores numéricos generalmente valores normalizados y porcentajes.
 - ☞ **Símbolos Graduados:** utilizados para representar valores numéricos caracterizados por representar contabilizaciones individuales que son sumados como por ejemplo la población, número de casos por unidad administrativa, etc.

Esta opción no representa valores de manera proporcional a cada valor sino que lo hace por categorías, de esta forma muchos valores parecidos son representados en una sola clase.
 - ☞ **Símbolos Proporcionales:** cada valor numérico se representa proporcionalmente al tamaño del símbolo utilizado.
 - ☞ **Punto – Densidad:** generalmente usa un punto para representar uno o más elementos, por ejemplo un punto representa a 5 ambulancias disponibles en emergencias.

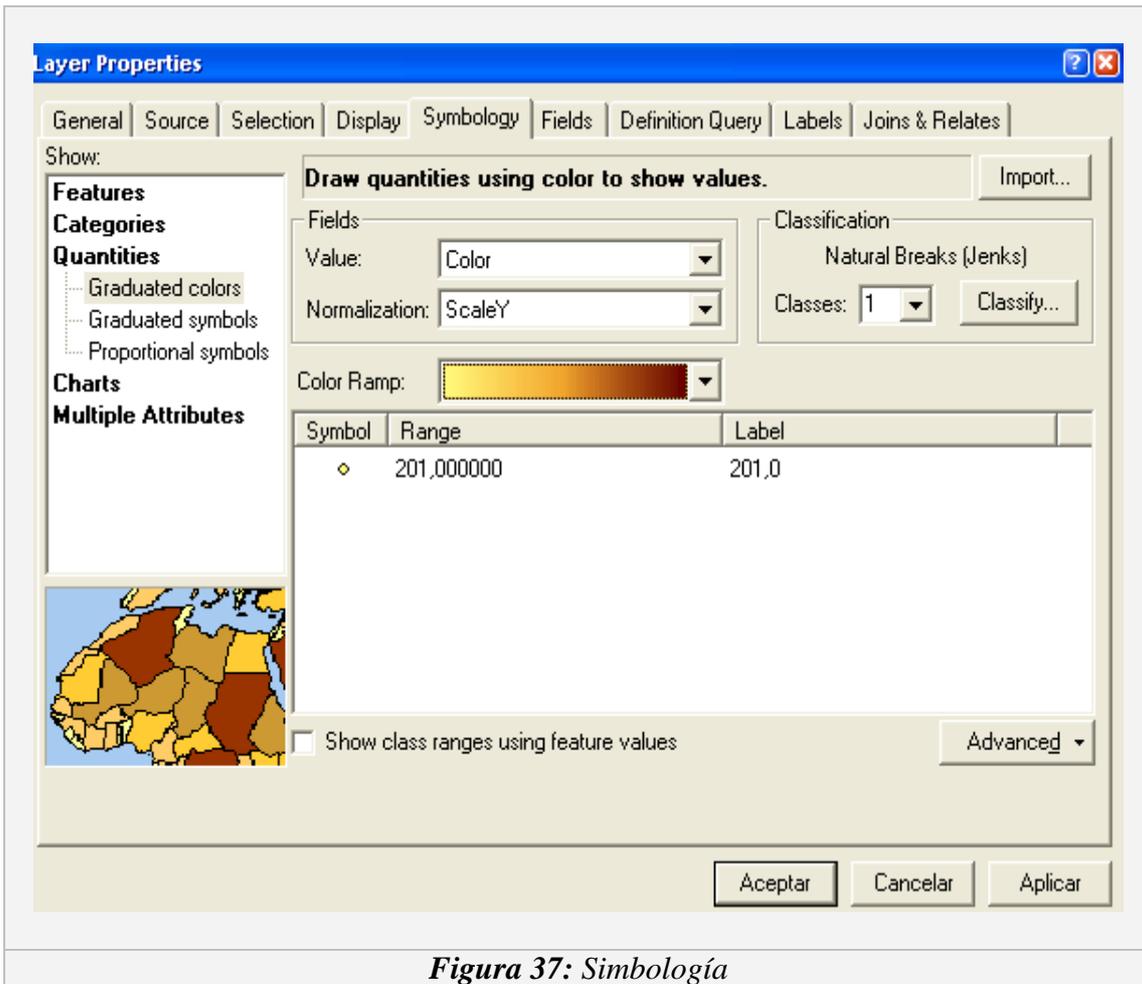


Figura 37: Simbología

- **Imágenes:** sirve para ahorrar espacio y hojas de mapas adicionales al representar variables que se relacionan entre ellas, pueden presentarse como cualquier gráfica hecha en Excel.
- **Atributos Múltiples:** representa valores en campos de distinto tipo tales como numéricos, texto, valores con rangos u ordinales.

Cada mapa temático provee características de simbología donde es posible cambiar los colores de cada capa y característica incorporada en ella, además de propiedades específicas de símbolos, áreas, puntos y líneas.

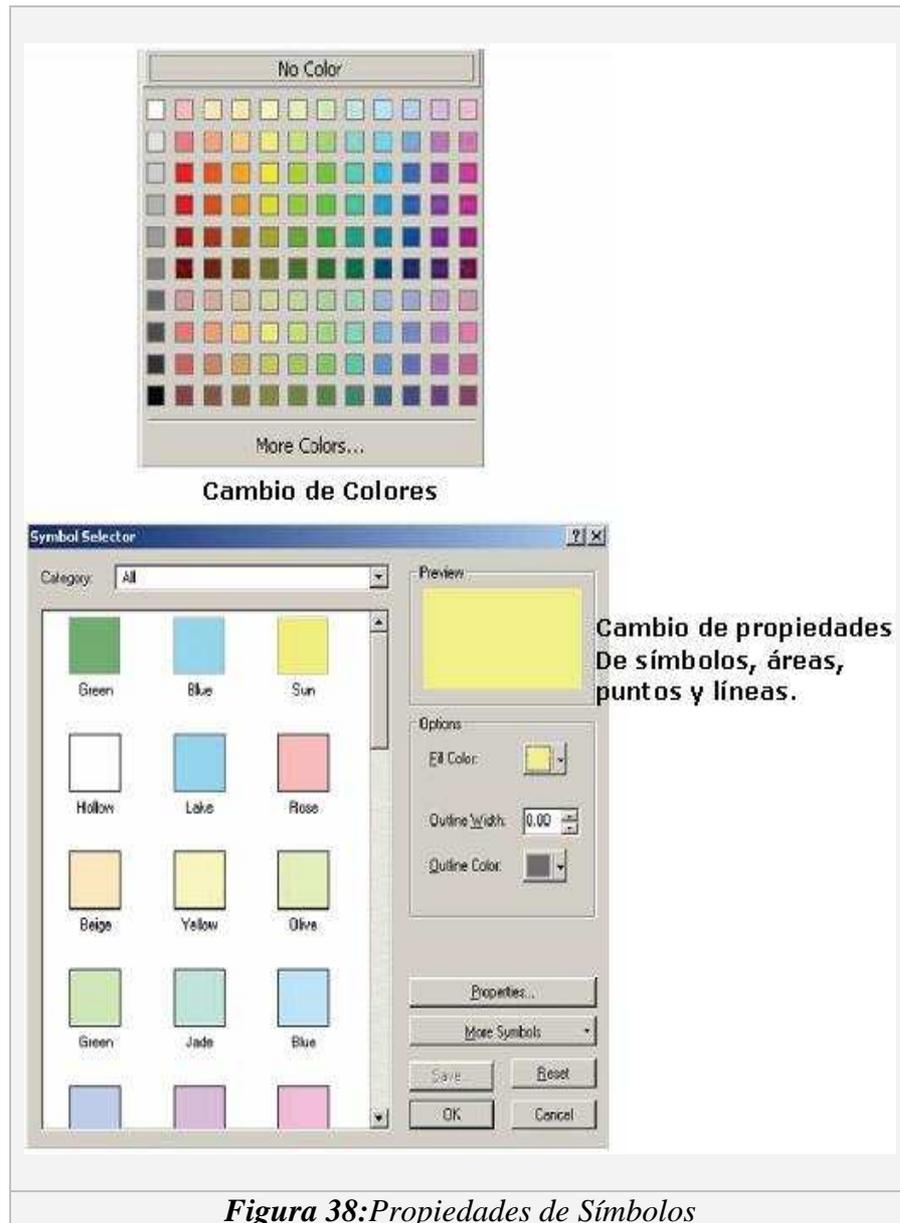
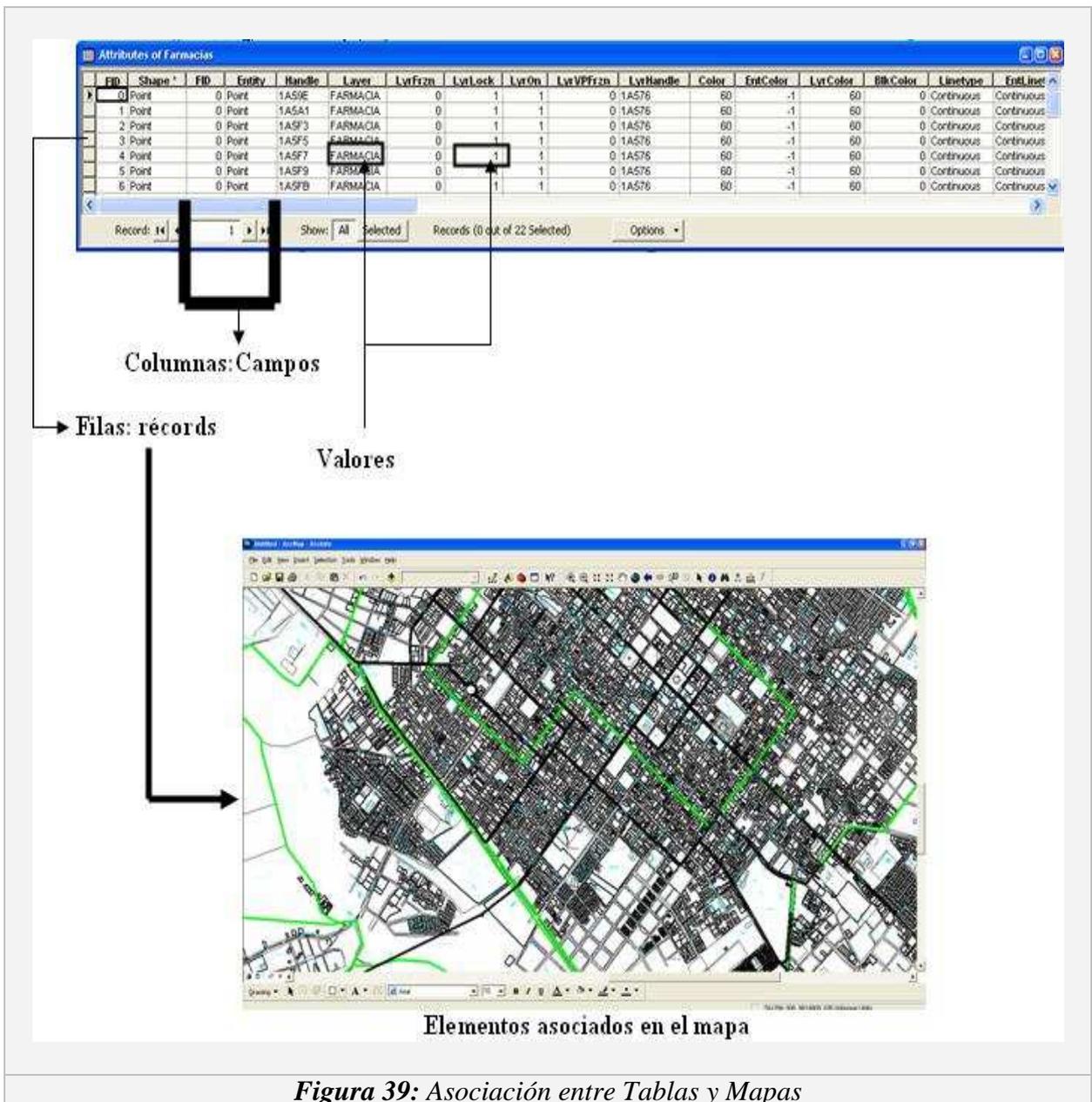


Figura 38:Propiedades de Símbolos

3.3.2.1.3 MANIPULACIÓN DE TABLAS

ArcGis permite almacenar información geográfica codificada tanto en forma vectorial como raster para ser representada en forma de puntos, líneas y polígonos que requieren ser enlazados con el fin conformar la geodatabase; la misma que define los atributos y el comportamiento de las relaciones entre tablas y capas de información, debido a lo cual es necesario poseer campos en común entre tablas, es decir, una primary key y una foreign key donde primary key es definido como identificador único.

Una tabla contiene la información descriptiva asociada a los elementos geográficos contenidos en la capa de información, además de brindar la posibilidad de ser asociada con otras tablas. Cada tabla esta estructurada por filas y columnas donde las filas corresponden a los elementos representados en el mapa o denominado también como capa de información. Así, las columnas contienen los campos o los distintos tipos de información descriptiva de cada una de las filas.



Los tipos de datos manipulados en una Tabla son:

TABLA II
Tipos de Datos ArcGis

<i>Tipo de Dato</i>	<i>Características</i>		
Texto	Longitud variable		
Date	31/08/2005		
Numeric			
Signed Integer	Short	16 bits	-32,000 hasta +32,000
	Integer	32 bits	-2147483648 hasta +2147483647
	Long	64 bits	
Unsigned Integer	Byte	8 bits	0 – 255
Decimal			
	Floating point	32 bits	-3.4E-38 hasta -1.2E38 negativos 3.4E-38 hasta 1.2E38 positivos
	Double	64 bits	Guarda hasta 15 números significativos
BLOB	Para guardar imágenes y objetos		
Raster	Para guardar imágenes y grids en la geodatabase.		

Fuente: Fundamentos de ArcGis versión ArcView 9.1

Elaborado por: Mónica Samaniego, Patricia Chiriboga

ArcMap permite modificar, añadir y borrar filas, además de crear y borrar campos; así, es posible también hacer búsquedas y generar gráficas mediante menús contextuales proporcionados por este componente; es decir, mediante ArcMap pueden abrirse tablas de atributos por tema, insertar datos y campos, realizase gráficos de tablas, reportes, asociaciones (joins) y obtener puntos de georeferenciación. ArcGis puede asociar tablas con formatos como MSAccess (Personal); Oracle, MS SQL y otras RDBMS Compartidas.

Durante la creación de un SIG, es necesario colocar información relativa al sistema en desarrollo, por ello, el abrir tablas, insertar, editar y asociar datos es de vital importancia, de esta manera:

ABRIR TABLA

ArcMap maneja los valores que posee un tema mediante su tabla de atributos, la cual se consulta de la siguiente forma:

1. Clic derecho sobre el tema a consultar en la tabla de atributos.
2. Seleccionar la opción Open Attribute Table.

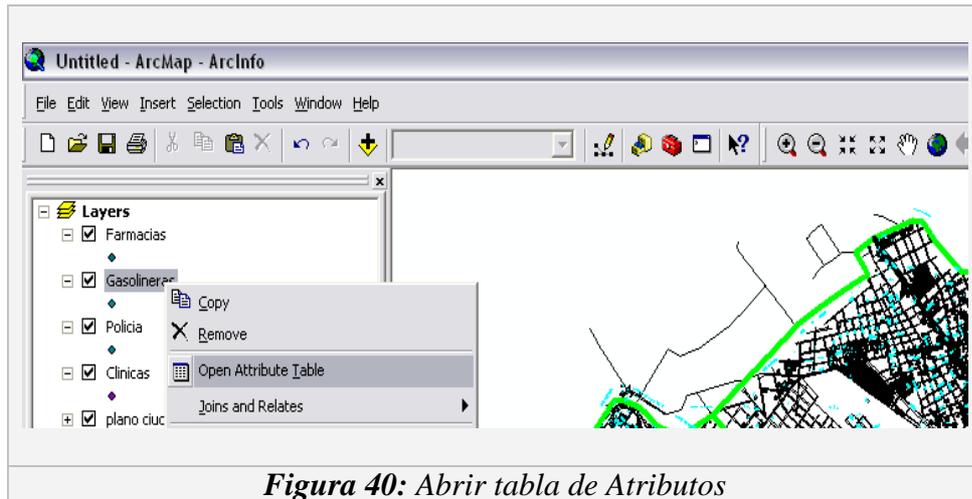


Figura 40: Abrir tabla de Atributos

Luego de abierta la tabla de atributos del tema seleccionado, si uno o varios registros están seleccionados representan elementos geográficos del mapa que pueden ser de tipo punto, línea o polígono que además describen las características de dichos elementos.

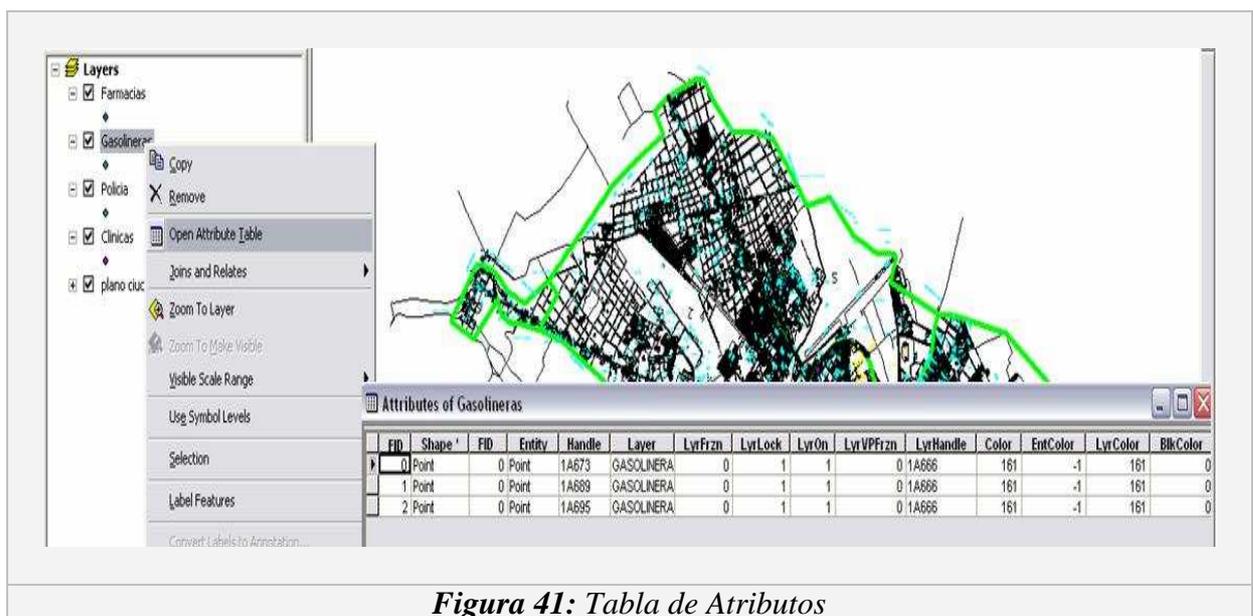


Figura 41: Tabla de Atributos

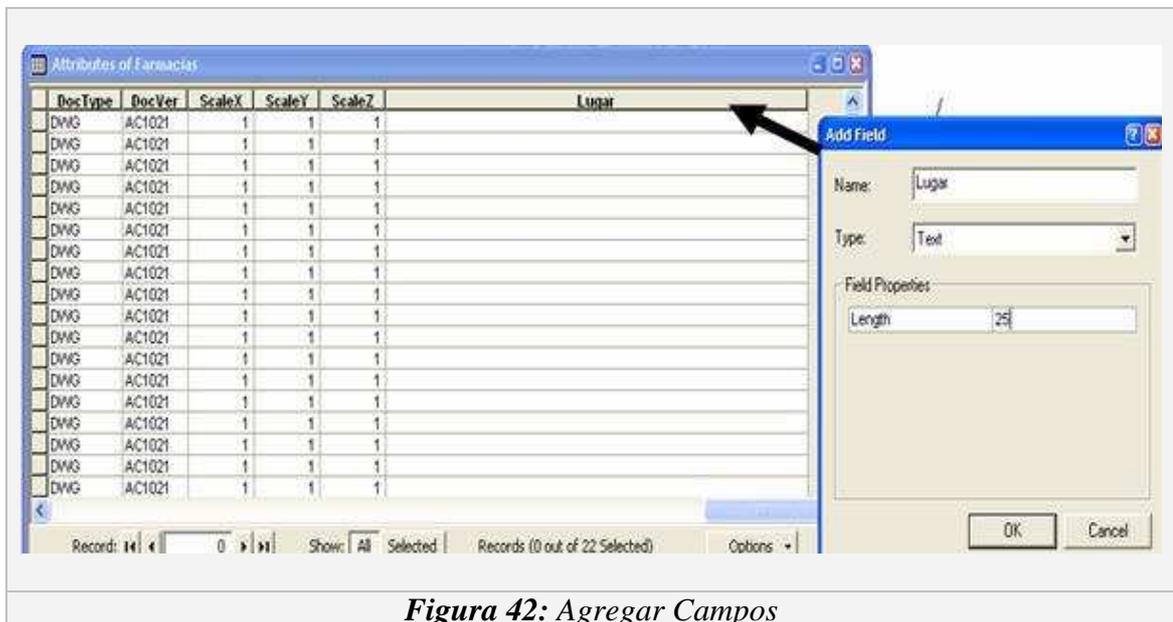
Con ArcMap es posible agregar tablas externas mediante la herramienta Add Data, que al mismo tiempo de brindar esta funcionalidad permite desplegar archivos de tipo CAD, Shape y Raster. De esta forma, para abrir una tabla debemos:

1. Dar clic en el icono Add Data 
2. Navegar hacia la carpeta que contiene el archivo de la tabla .dbf
3. Seleccionar el archivo.

INSERTAR CAMPOS

La inserción de campos en ArcMap se realiza de la siguiente forma:

1. Clic en el botón Opciones de la tabla de atributos.
2. Seleccionar Agregar Campos.
3. Ingresar el nombre del nuevo campo, su tipo y características dependiendo del tipo de dato y aceptar.



EDITAR REGISTROS

La edición de registros puede ser realizada automáticamente permitiendo modificaciones a varios registros bajo condiciones específicas, por ello es necesario

conocer la herramienta Editar, la cual hace posible modificar la tabla si se encuentra activa manipulando la barra de edición mediante el siguiente icono . Así, para dar inicio a dicha edición:

1. Presionar con el ratón el botón Editar de la barra de edición.
2. Seleccionar la opción iniciar edición.
3. Escoger la tabla a modificar, y
4. Realizar los cambios respectivos.

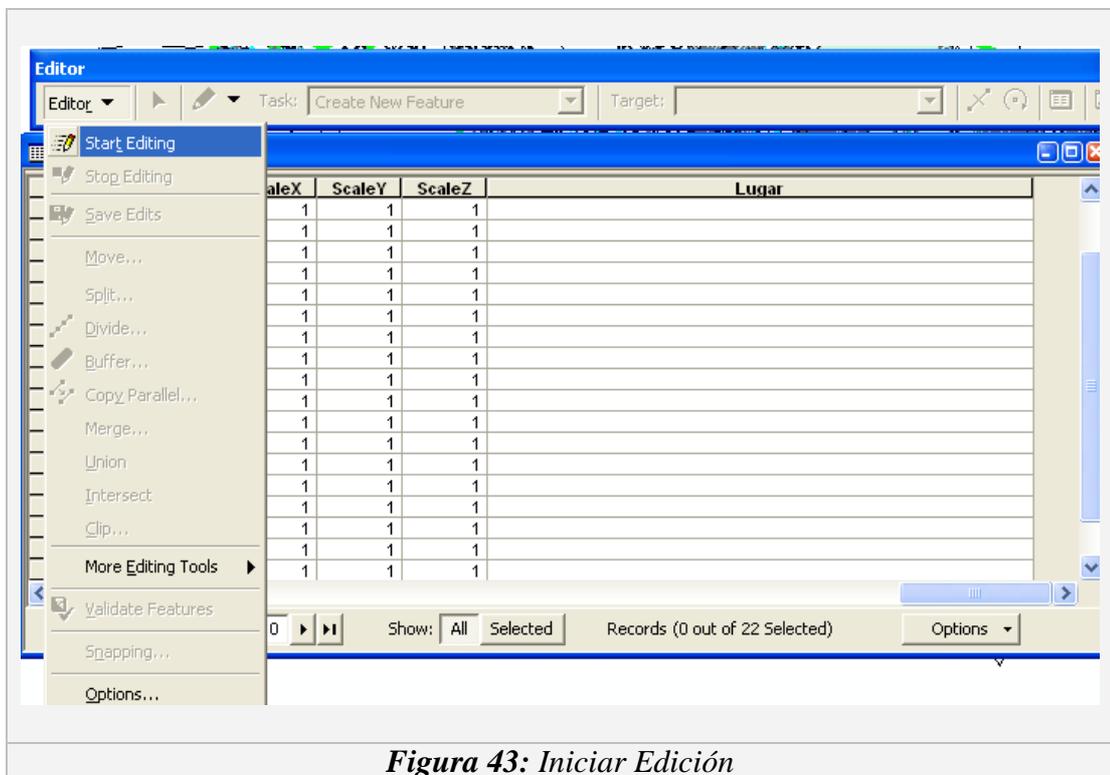


Figura 43: Iniciar Edición

ASOCIAR TABLAS

Para enlazar la información con un archivo cartográfico para ser representado de manera espacial en ArcMap es necesario:

1. Colocarse sobre el archivo cartográfico (Capas).
2. Activar el menú contextual de la capa y seleccionar la opción Joins y Relates para luego escoger el método apropiado de asociación.

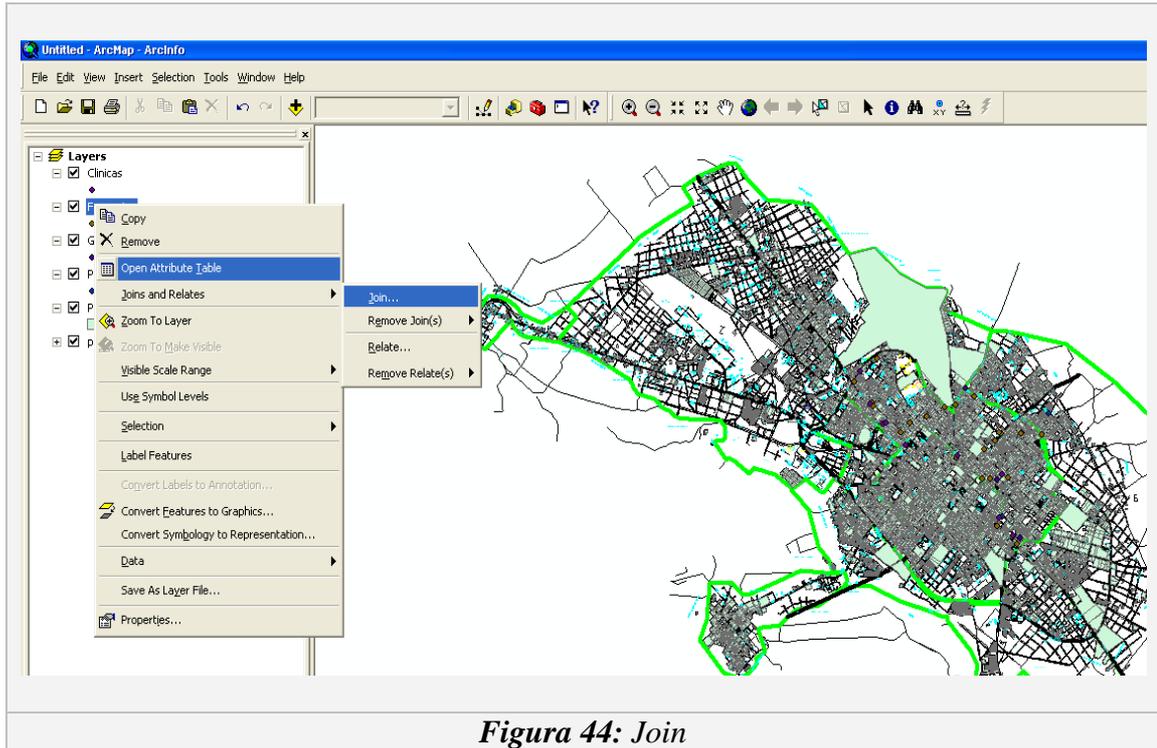


Figura 44: Join

Así, durante la selección de un método apropiado requiere conocer las relaciones incorporadas en ArcGis:

Relación Uno a Uno: Existe una relación uno a uno cuando un registro en la tabla externa corresponde con un registro en el archivo cartográfico que se define en cada capa.

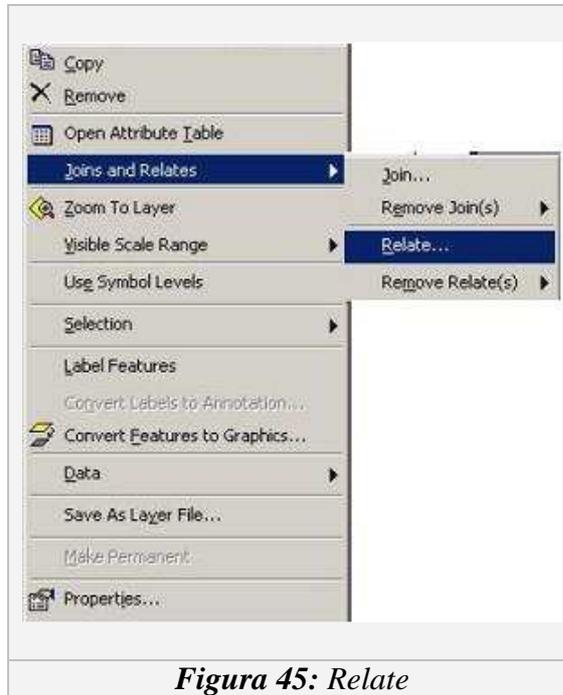
Relación Uno a Muchos: pueden presentarse relaciones uno a muchos y viceversa donde un registro de una tabla corresponde a dos o más registros asociados a otra.

Relación Muchos a Muchos: define varios registros de una tabla asociados a varios de otra.

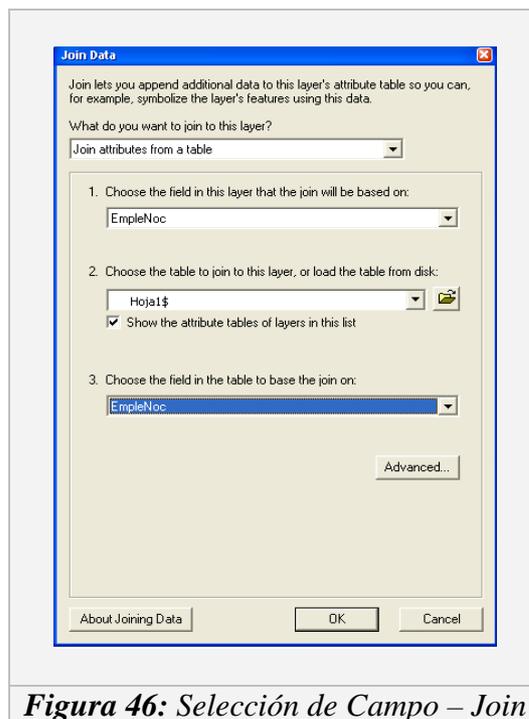
Entre los métodos existentes para asociar tablas en ArcMap están:

Join: conecta físicamente dos tablas. Es usado para relacionar tablas con cardinalidad uno a uno o uno a muchos siempre y cuando los campos posean los mismos tipos de datos.

Relate: define relaciones entre tablas cuya cardinalidad es de uno a muchos o muchos a muchos donde las tablas se mantienen independientes.



Aparecerá la ventana de configuración donde se define la clase de asociación a realizar y el campo de la capa en el que se basará dicha asociación.



3. Seleccionar la tabla a ser asociada.
4. Escoger el campo de enlace para la asociación y aceptar los cambios realizados.

EXPORTAR DATOS DESDE EXCEL

La información empleada para un sistema de información geográfica puede estar contenida en diferentes medios, uno de ellos archivos Excel que almacenan información respectiva a una o varias capas shape en ArcGis.

El primer caso de asociación de datos Excel propone la unión de datos en base a un campo existente y compatible en tipo dentro ArcGis y Excel, así, los pasos que permiten asociar la información son los siguientes:

1. Comprobar que el tipo de campo de la tabla Excel y el shape sean comunes, en caso contrario, hacer coincidir el formato de ambos campos.

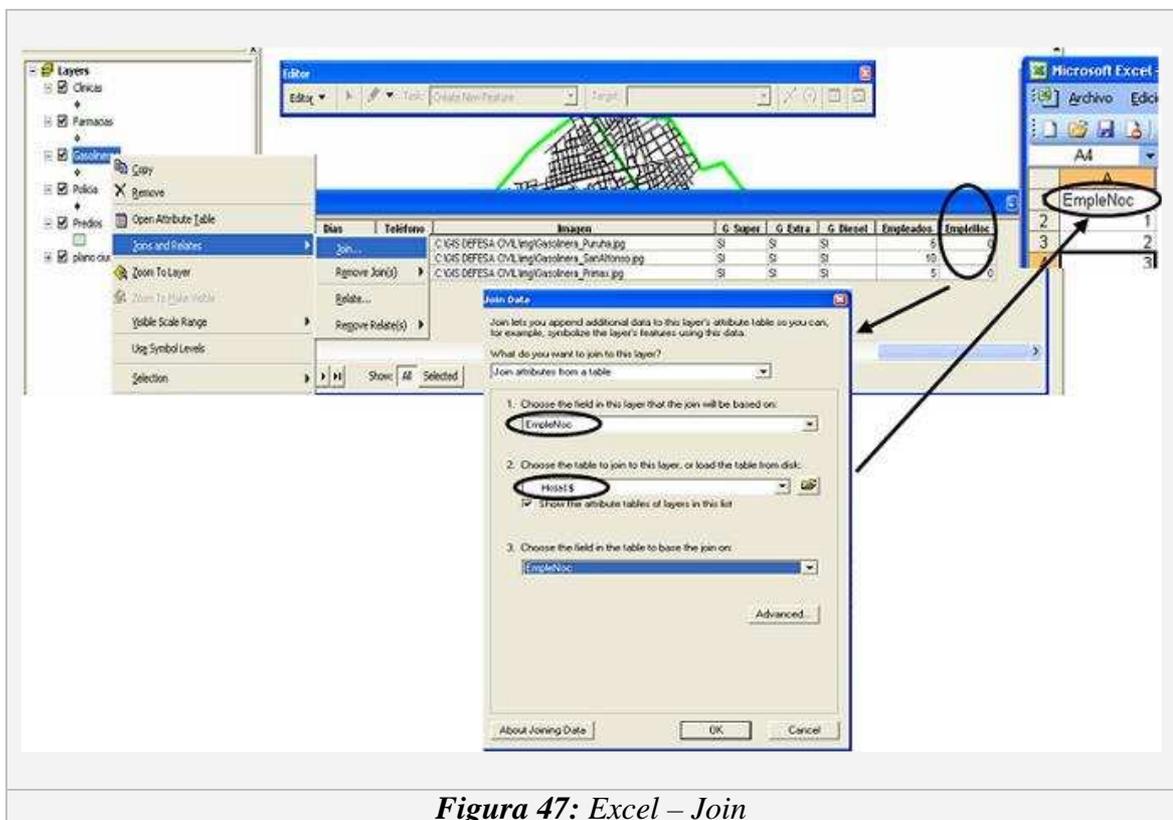


Figura 47: Excel – Join

2. Ir hacia la capa correspondiente y ejecutar botón derecho “Joins and relates/Join” e indicar que campos se usarán para la unión y la tabla empleada.
3. Tras la unión y para formalizar el proceso es recomendable exportar hacia una nueva capa.

El segundo caso propuesto es el de contar con un archivo en Excel en donde se encuentren las coordenadas x, y de objetos geográficos y su datos correspondientes. Así

1. Las coordenadas x, y deben encontrarse en campos separados en la tabla y pueden llevar cualquier nombre o situarse en cualquier orden dentro de la misma.
2. Abrir el archivo .xls que contiene los puntos guardarlo en formato Dbase IV para que de esta forma sea reconocido en ArcGis.

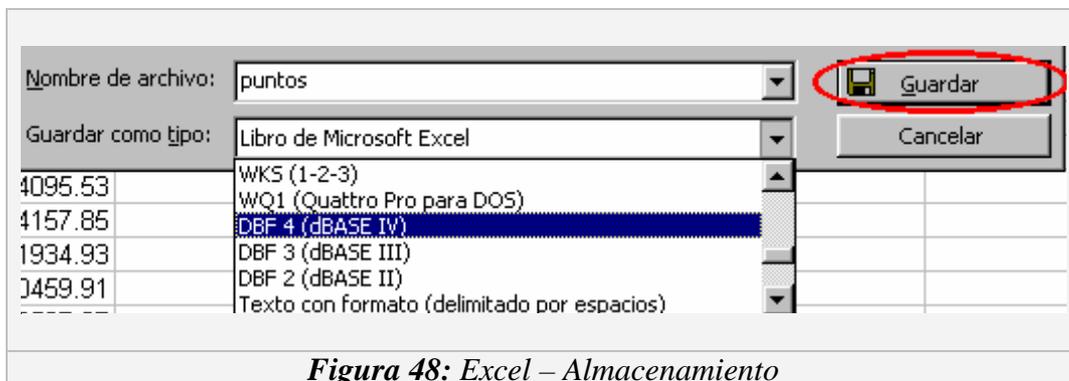


Figura 48: Excel – Almacenamiento

3. Una vez guardados los datos, ubicarse dentro ArcMap, crear una nueva capa y seleccionar dentro del menú Herramientas (Tools) la opción “Agregar Datos XY”.
4. El cuadro de diálogo que aparecerá le pedirá seleccionar la tabla que contiene los puntos con las coordenadas x, y, por lo tanto, ubicar el archivo correspondiente.
5. Indicar correctamente el campo que contiene la coordenada X y Y para terminar el proceso.

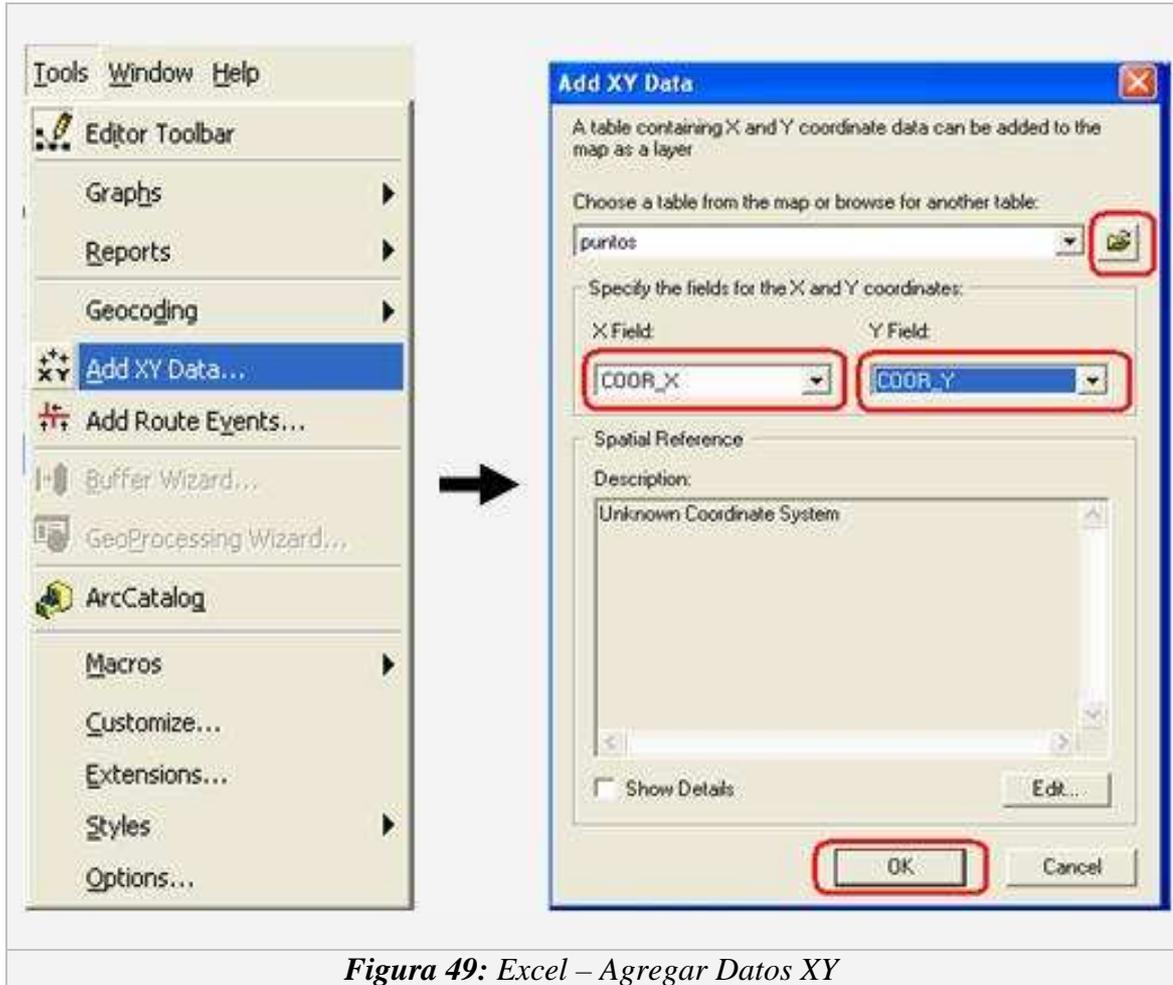


Figura 49: Excel – Agregar Datos XY

ArcMap mantiene automáticamente la relación entre las capas creadas por este método y los datos en forma de tablas en los que se basa, de modo que cualquier cambio a los datos se reflejará sobre el mapa.

GRÁFICOS EN BASE A TABLAS

Al realizar gráficos a partir de tablas en ArcMap es necesario tener clara la idea de lo que se desea representar y a partir de ello continuar con los siguientes pasos:

1. Seleccionar la opción Herramientas de la barra de herramientas de ArcMap.
2. Escoger Gráficos y dar clic sobre crear.

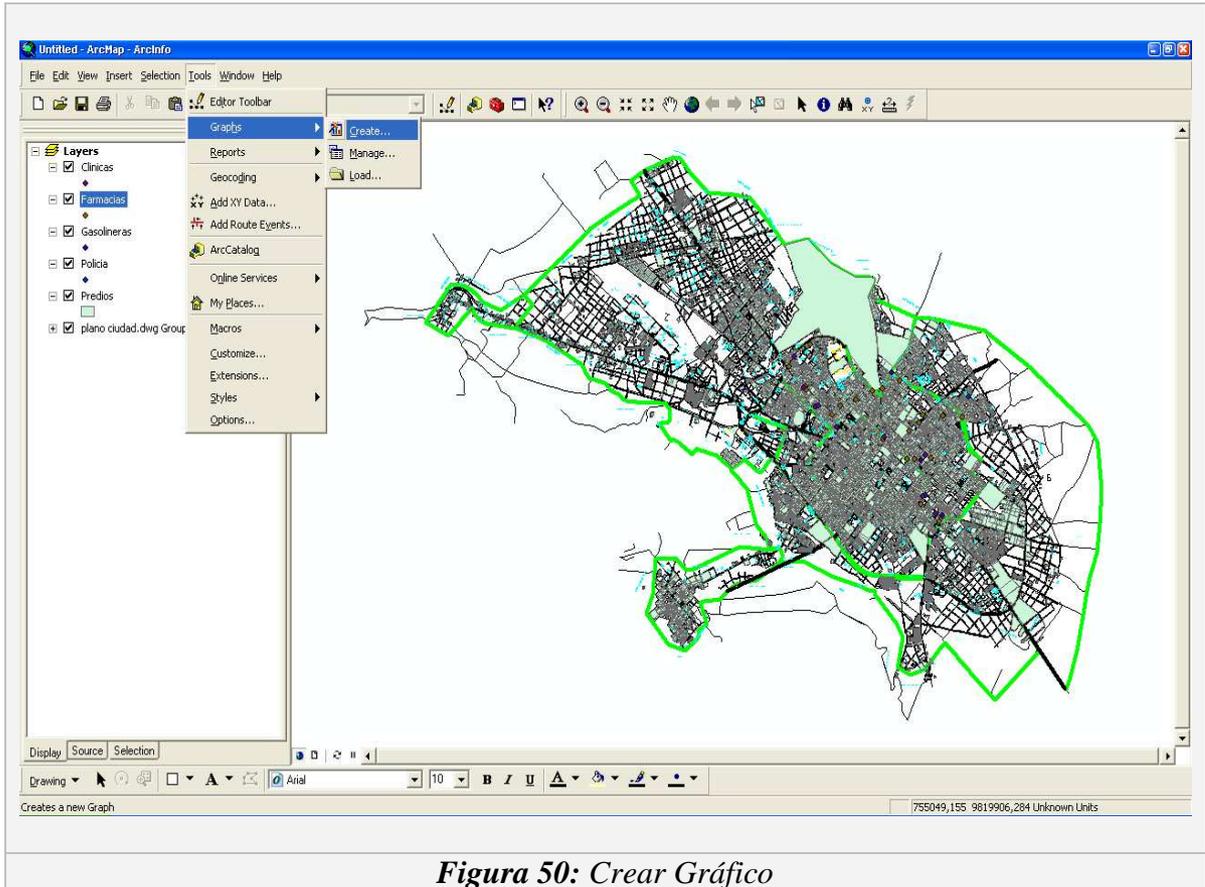


Figura 50: Crear Gráfico

3. Configuramos el tipo de gráfico a presentar a partir de ayudante presentado por ArcMap.

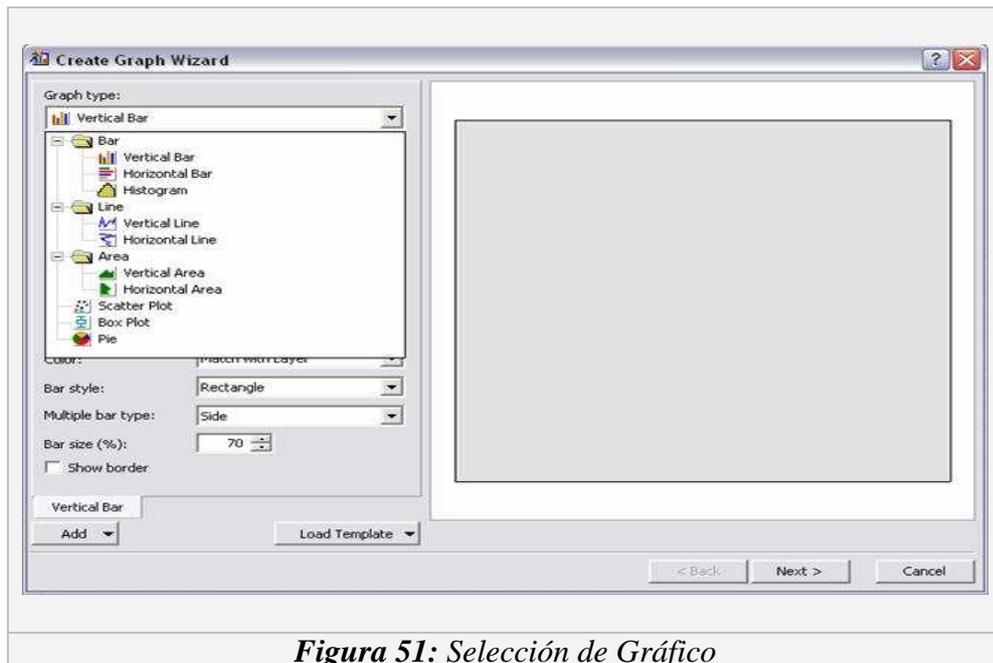


Figura 51: Selección de Gráfico

4. Seleccionar los campos a representar.

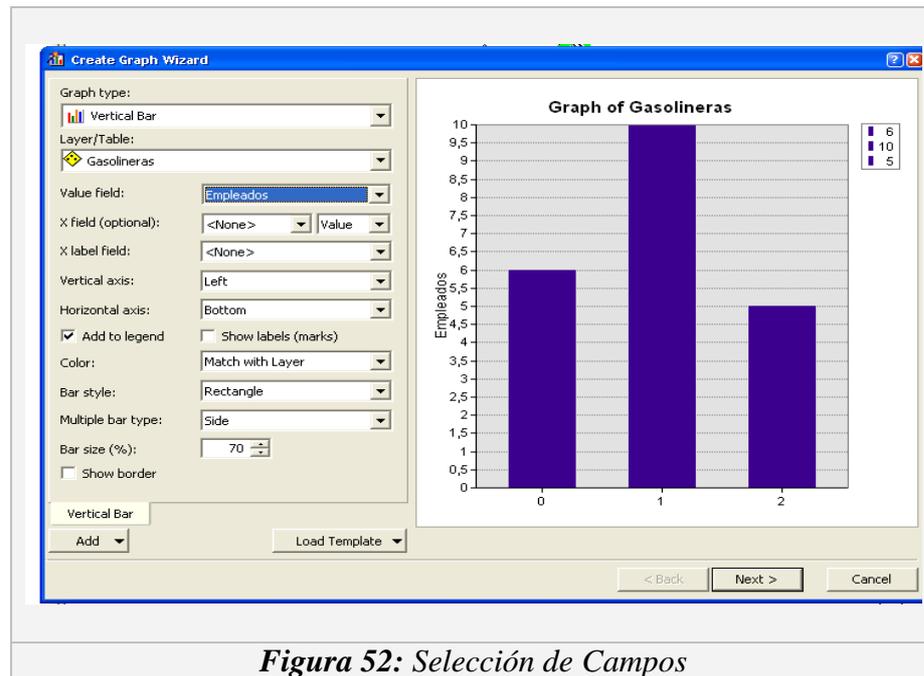


Figura 52: Selección de Campos

5. Colocar el Título del Gráfico, configurar las etiquetas del gráfico y los colores según la necesidad mediante las opciones avanzadas presentes.

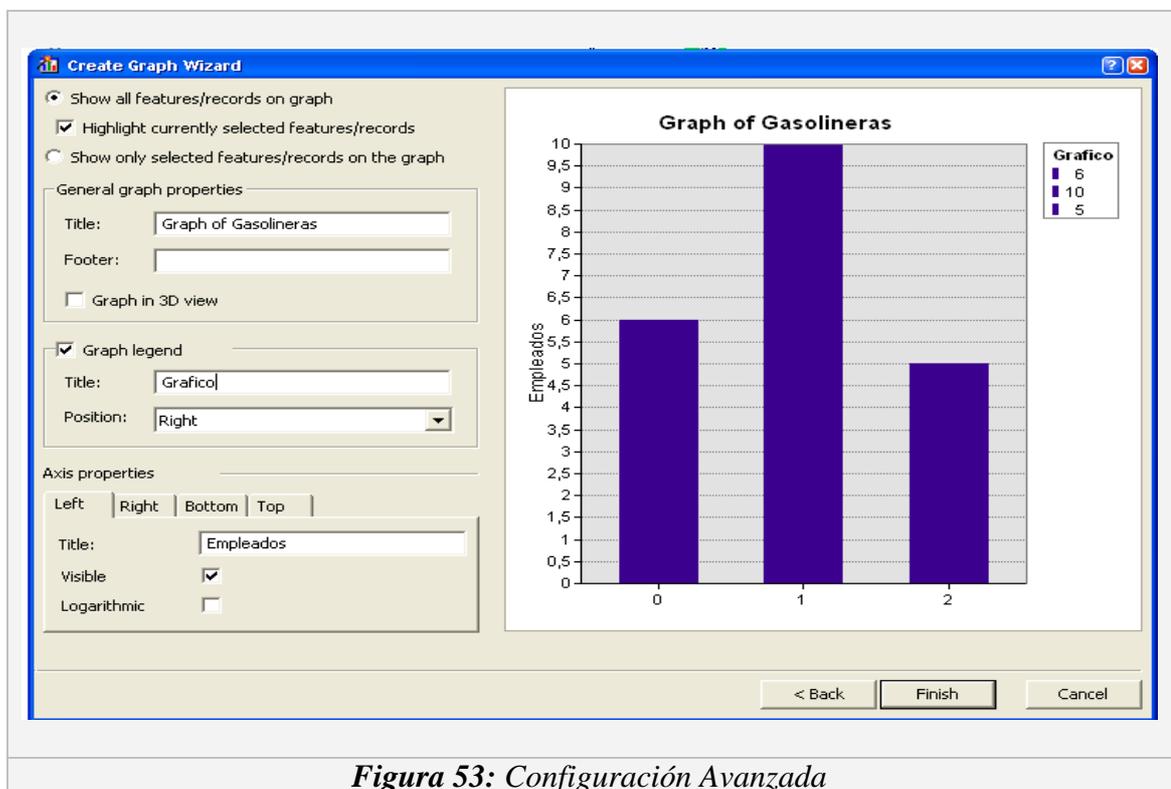
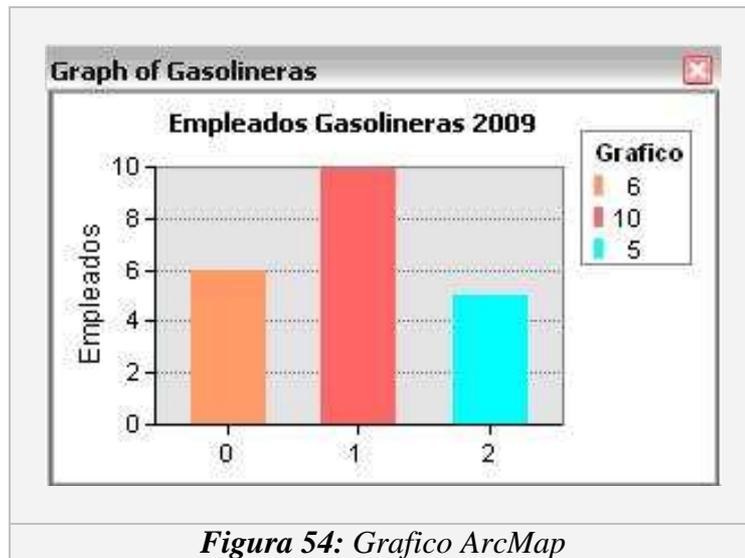


Figura 53: Configuración Avanzada

6. Aceptamos la nueva configuración y es generado el nuevo gráfico.



Mediante ArcMap es posible a la vez, incorporar un grafico en la vista de impresión mediante la opción **Show on Layout** de la ventana generada después de seleccionar la opción administrar con el grafico a agregar dentro de Herramientas/gráficos de la barra de herramientas.

REPORTES

ArcMap provee dos herramientas para construir informes, las cuales son ArcMap Report Writer y Cristal Reports.

ArcMap Report Writer

Para crear un reporte con ArcMap debemos:

1. Seleccionar la opción Informes de la Barra de Herramientas de ArcMap.
2. Clic en Crear Informe.
3. Seleccionar los campos de la lista Campos disponibles que desea incluir en el informe.

4. Ordene los campos del informe, agregar un título y configurar las propiedades del texto según las necesidades para después mostrar una vista previa del informe.
5. Clic en Generar Informe e incorporarlo en el mapa de ser necesario.

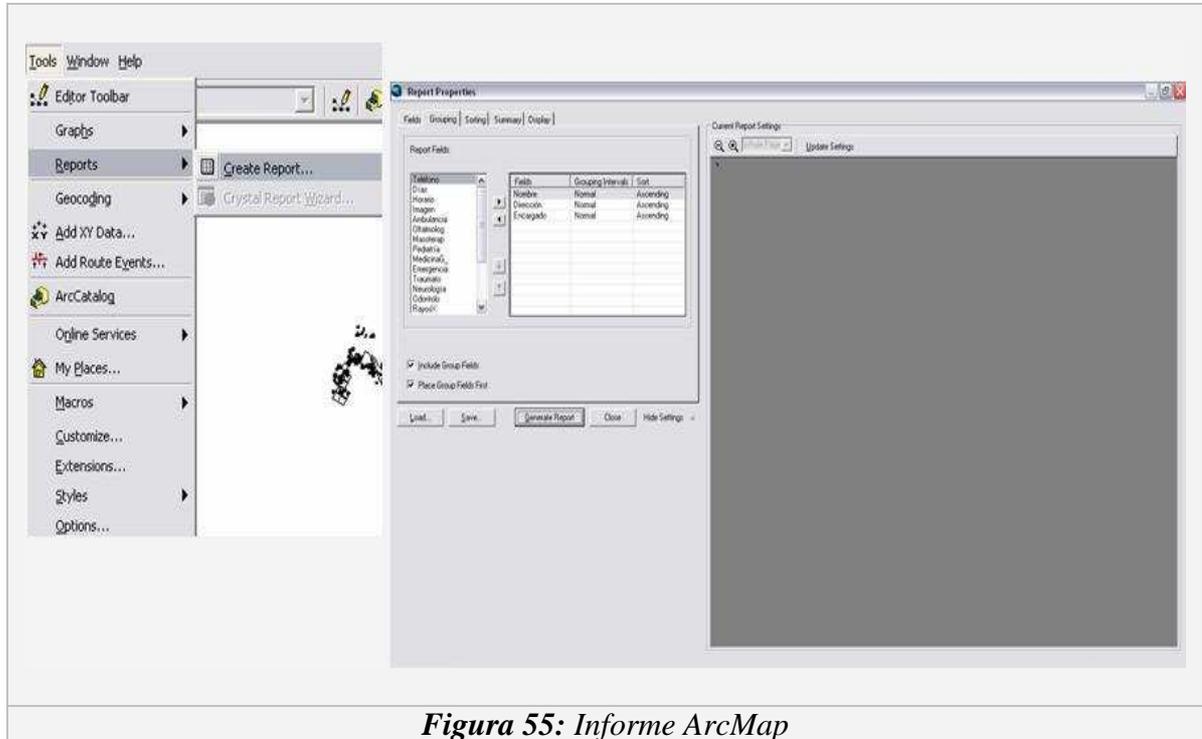


Figura 55: Informe ArcMap

Crystal Reports

Al usar Crystal Reports la creación de informes es más sencilla que al usar la herramienta incorporada en ArcMap, debido a que después de desarrollado el informe es posible modificarlo usando la herramienta propia de Crystal Reports.

ArcGis incorpora un asistente para crear y ver informes que es opcional en el momento de la instalación. Los informes que se crean son gestionados como archivos fuera de ArcMap pasando la información tabular de las capas al mapa de Crystal Reports. Así, si bien se puede acceder a los informes creados para modificarlos dentro de ArcMap, los

Crystal Reports no pueden ser agregados en un mapa trazado a diferencia de los ArcMap Reports.

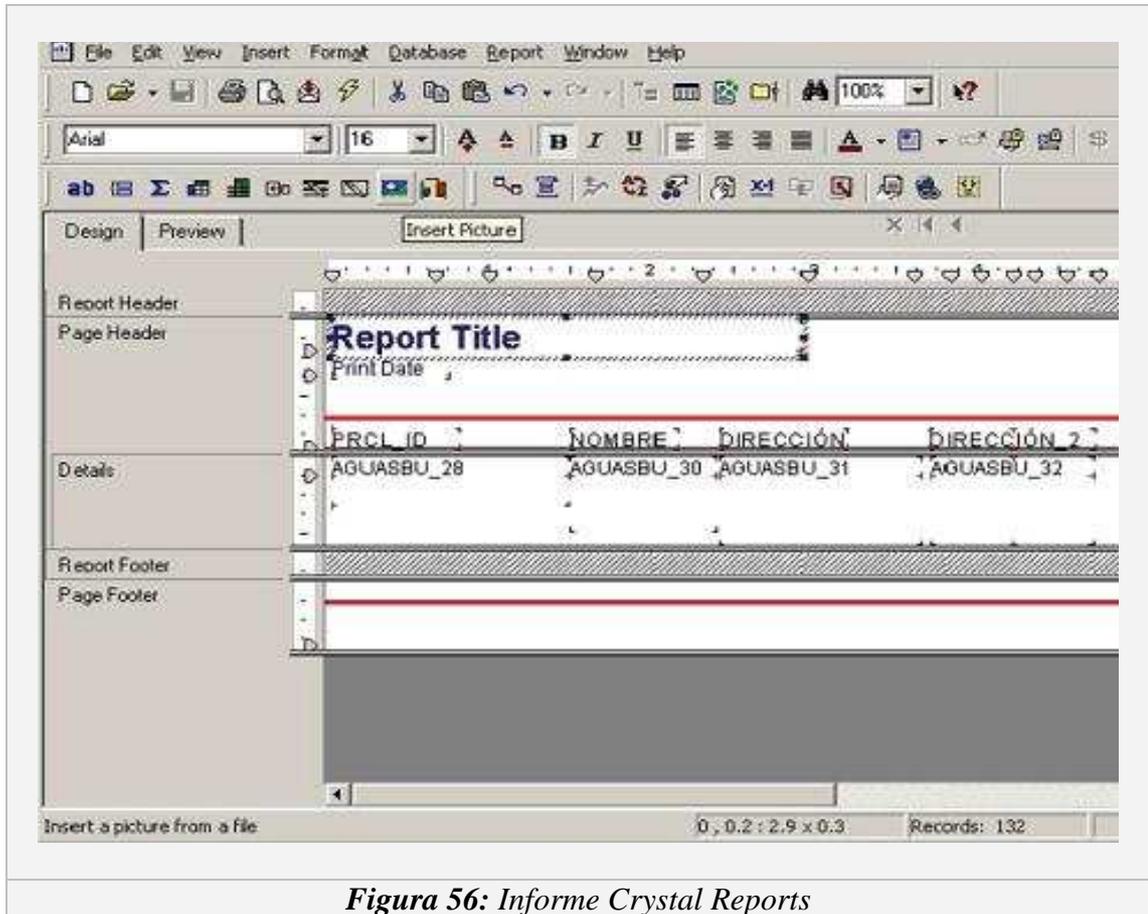


Figura 56: Informe Crystal Reports

Para crear un reporte se deben seguir los siguientes pasos:

1. Haga clic en el menú Herramientas, seleccione Informes y haga clic en Asistente para Crystal Report.
2. Haga clic en Crear un informe utilizando los elementos seleccionados.
3. Compruebe las capas y tablas que desea incluir en el informe.
4. Si existen campos seleccionados, comprobarlos antes de crear el informe.
5. Ingrese el nombre la base de datos de salida.
6. Clic en siguiente para iniciar el asistente Crystal Reports.
7. Seleccione los campos a incluir.

8. Clic en Finalizar u opcionalmente en Siguiete para configurar los parámetros adicionales del informe.
9. Escribir el nombre para el informe y Guardar.

3.3.2.2 ARCCATALOG

ArcCatalog es una aplicación básica incorporada en ArcGis usada para organizar la información geográfica, incluyendo herramientas para explorarla y encontrarla, almacenar y ver metadatos visualizando rápidamente cualquier tipo de archivo de datos geográficos, imágenes o tablas. Brinda un conjunto de herramientas para realizar conexiones a discos remotos, servidores en Internet, además de establecer pequeños cortes (shortcuts) que ayudan en la búsqueda de datos y capas de información más rápidamente.

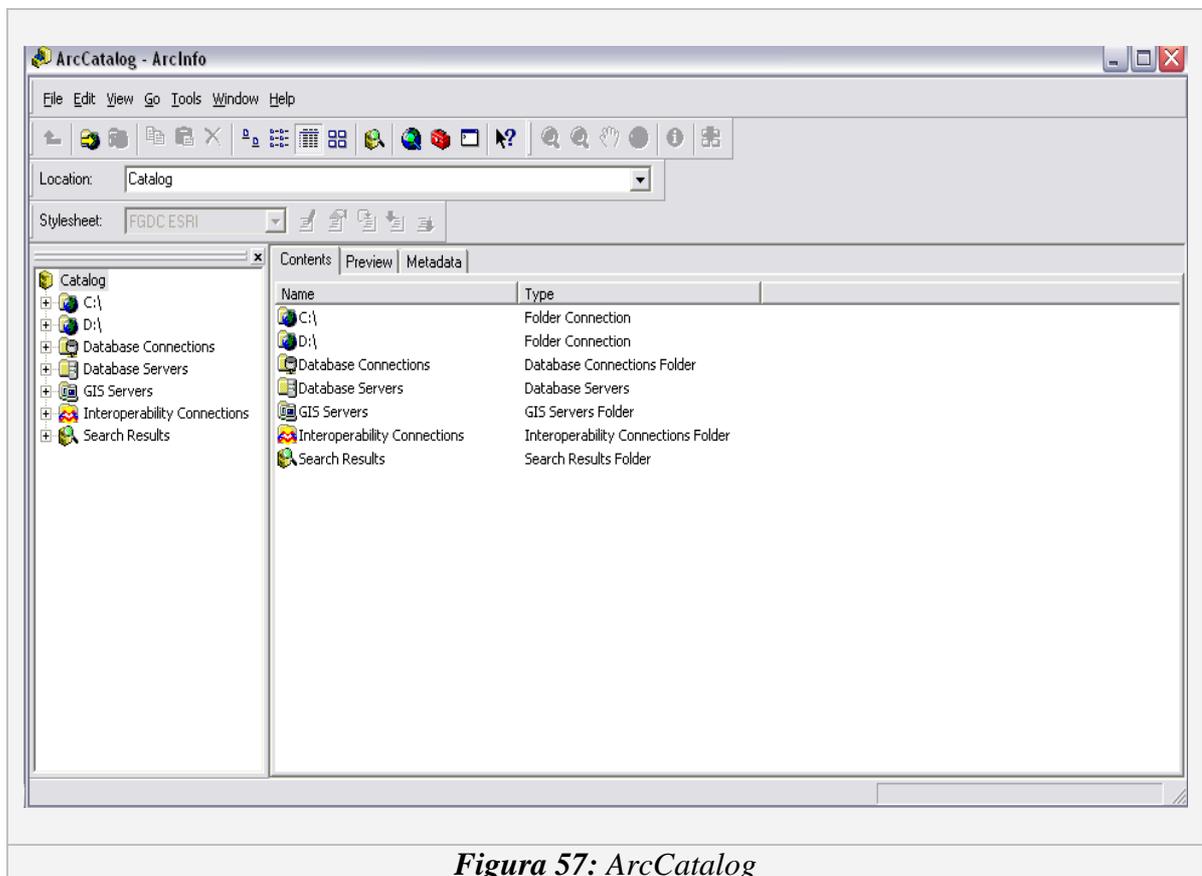


Figura 57: ArcCatalog

Permite administrar, organizar, crear y previsualizar tanto datos geográficos como alfanuméricos además de incorporar una herramienta potente para la creación y mantenimiento de metadatos bajo los estándares FGDC (Federal Geographic Data Committee) e ISO (Internacional Organization for Standardization).

3.3.2.2.1 ORGANIZACIÓN DE DATOS

Cuenta con tres niveles de instrumentos para organizar la información, definidos de la siguiente forma:

Estructura de Directorios: garantiza que los datos espaciales estén almacenados en carpetas, directorios o rutas específicas, de modo que el usuario controla dónde recuperar la información.

Reglas de Nomenclatura: los datos espaciales deben ser nombrados según las reglas que detallan al máximo de que tipo de datos se trata. El nombre del archivo informa sobre su contenido y la extensión informa sobre el formato de datos.

Uso de Metadatos: los metadatos describen con detalle los datos espaciales como fecha de creación, organismo responsable, datos de proyección, etc.

3.3.2.2.2 VISUALIZACIÓN DE DATOS

ArcCatalog provee tres modos de visualización de información, los cuales son:

Ficha de Contenido: muestra el contenido del directorio de la conexión activa y funciona de manera muy similar a la del explorador de Windows, en el cual es posible visualizar los elementos de manera de Listas, Detalles, Iconos Grandes y Diapositivas.

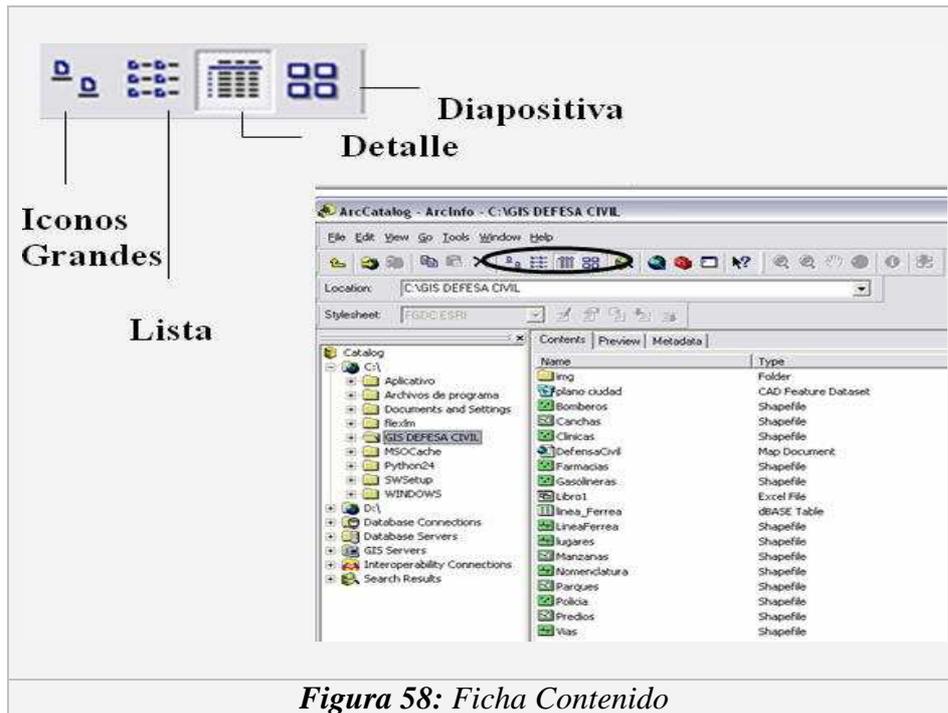


Figura 58: Ficha Contenido

Ficha Previa: muestra la vista previa de los elementos seleccionados como pueden ser la geografía o la tabla de atributos. En este modo es posible utilizar las herramientas de Zoom In, Zoom Out, Pan, Full Extent e Identify.

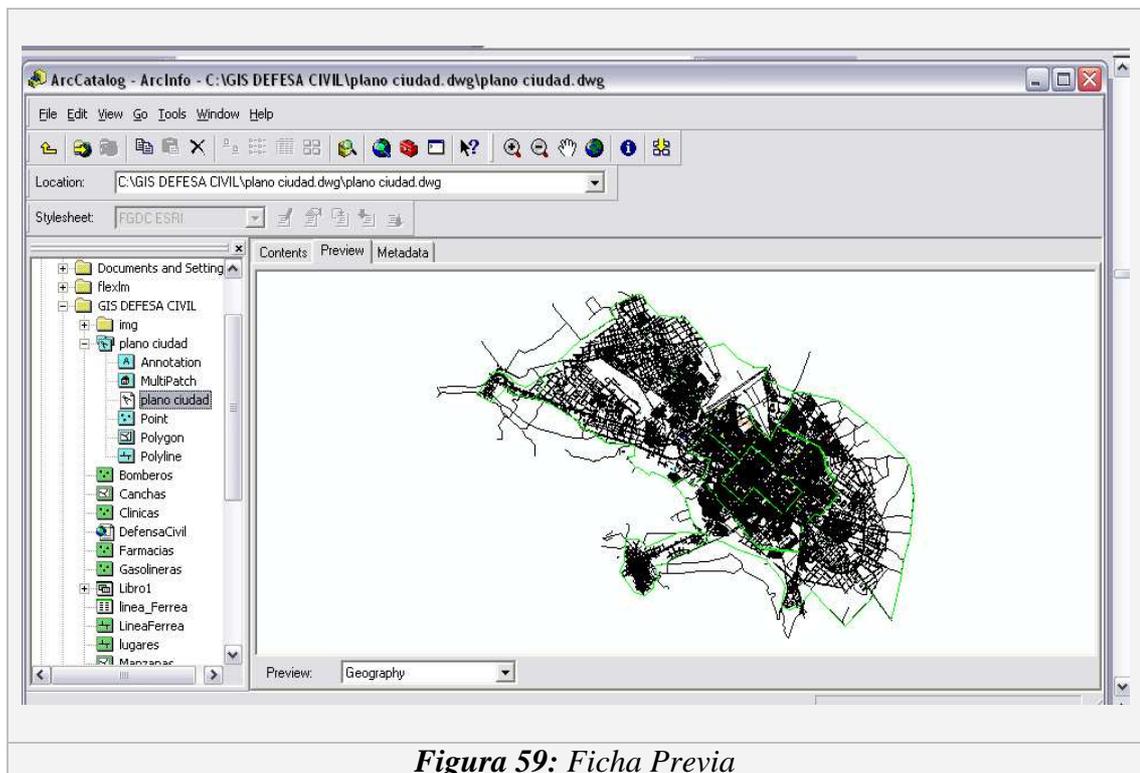


Figura 59: Ficha Previa

Ficha de Metadatos: muestra los metadatos de cada capa de información describiendo la documentación. La información contenida incluye propiedades que provienen de la fuente de los datos mientras que la documentación puede ser incorporada por una persona. Presenta las opciones Description (Descripción), Spatial (Espacial) y Attributes (Atributos) para ver la información que los archivos contienen.

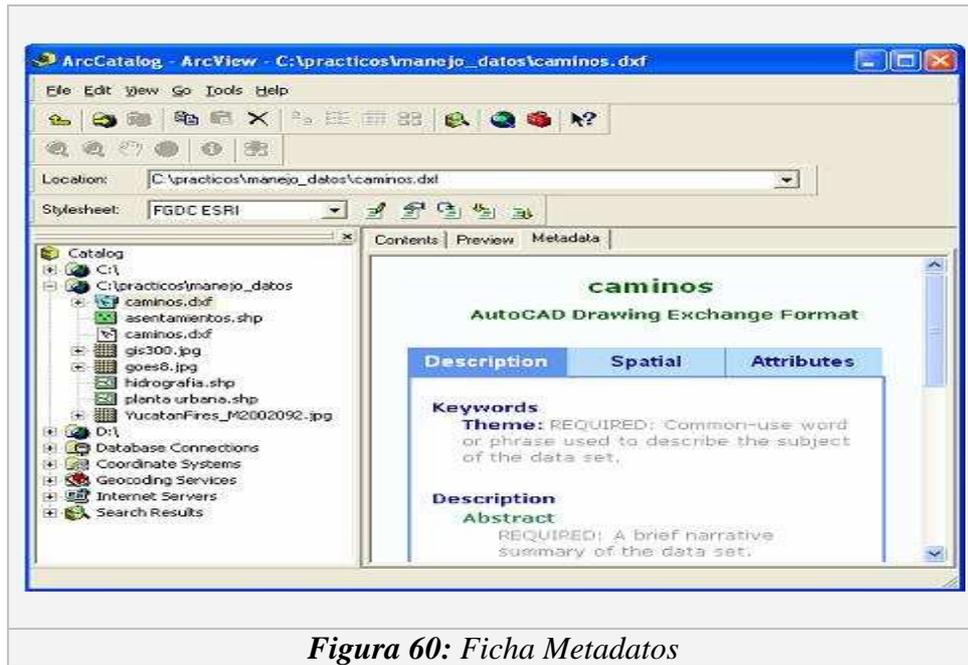


Figura 60: Ficha Metadatos

Los archivos visualizados en ArcCatalog son ficheros de datos geográficos reconocibles directamente por el programa. Por ello, para posibilitar que ArcCatalog acceda a un nuevo tipo de dato geográfico, se necesita especificarlo desde el menú Herramientas/Opciones en la pestaña general, donde se presentan formatos que el usuario debe seleccionar según la conveniencia.

3.3.2.2.3 CONEXIÓN A BASE DE DATOS

Mediante este componente es posible establecer conexiones a base de datos localizadas bajo carpetas, por lo que ArcCatalog presenta una ventana en la que se encuentra el

árbol del catálogo con cuatro conexiones existentes que son las que el programa trae por defecto pero que pueden incrementar según las necesidades.

1. Para añadir una conexión al árbol dirigirse hacia Archivo y luego a Carpeta de Conexiones, o presione el icono .
2. Seleccione la carpeta de conexión y clic en aceptar.

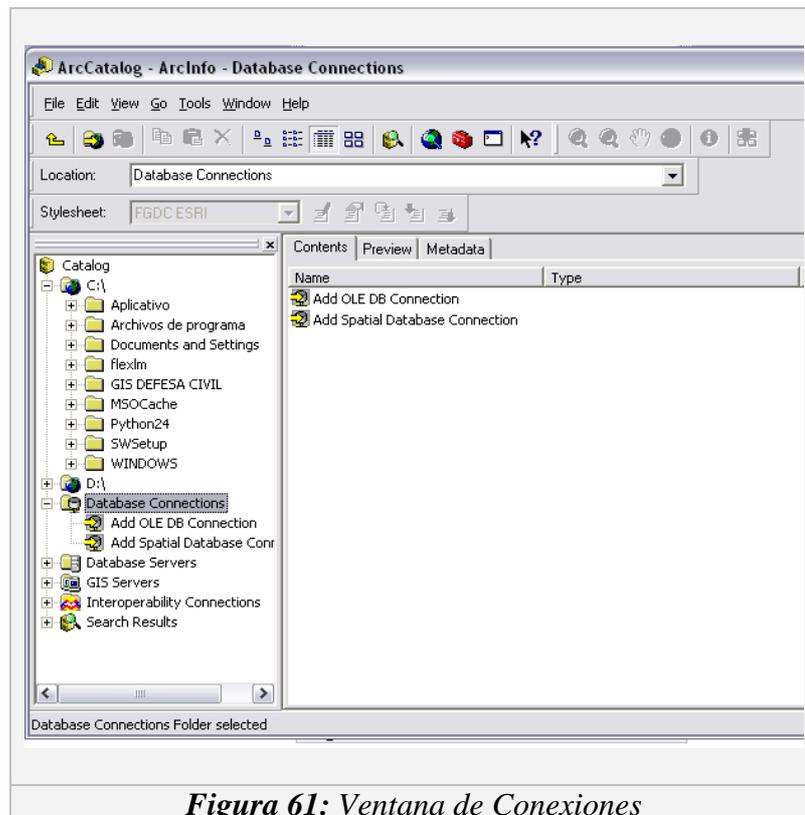


Figura 61: Ventana de Conexiones

Al establecer una conexión, se accede más rápidamente a un directorio de trabajo y a la información que contiene. Cuando ArcCatalog es iniciado se comprueban previamente las conexiones establecidas, así, es posible también eliminar las conexiones a carpetas no requeridas. ArcCatalog permite a la vez buscar datos de los que se desconoce su ubicación real mediante la utilización de una herramienta de búsqueda donde se usan los criterios de Nombre de archivo, Ubicación Geográfica, Fecha o Palabras claves.

En cuanto a las conexiones a discos remotos y servidores, se pueden establecer para acceder a bases de datos con información contenida a través de Internet o una red local. La conexión puede hacerse desde tres tipos de servicios: Servidor ArcGis, Servidor ArcIMS y servidor WMS (Servidor Web de Mapeo).

Para acceder a estos servidores es necesario conocer la URL en la que está ubicado el servidor en Internet o bien su dirección en una red local si se accede a través de este tipo de red.

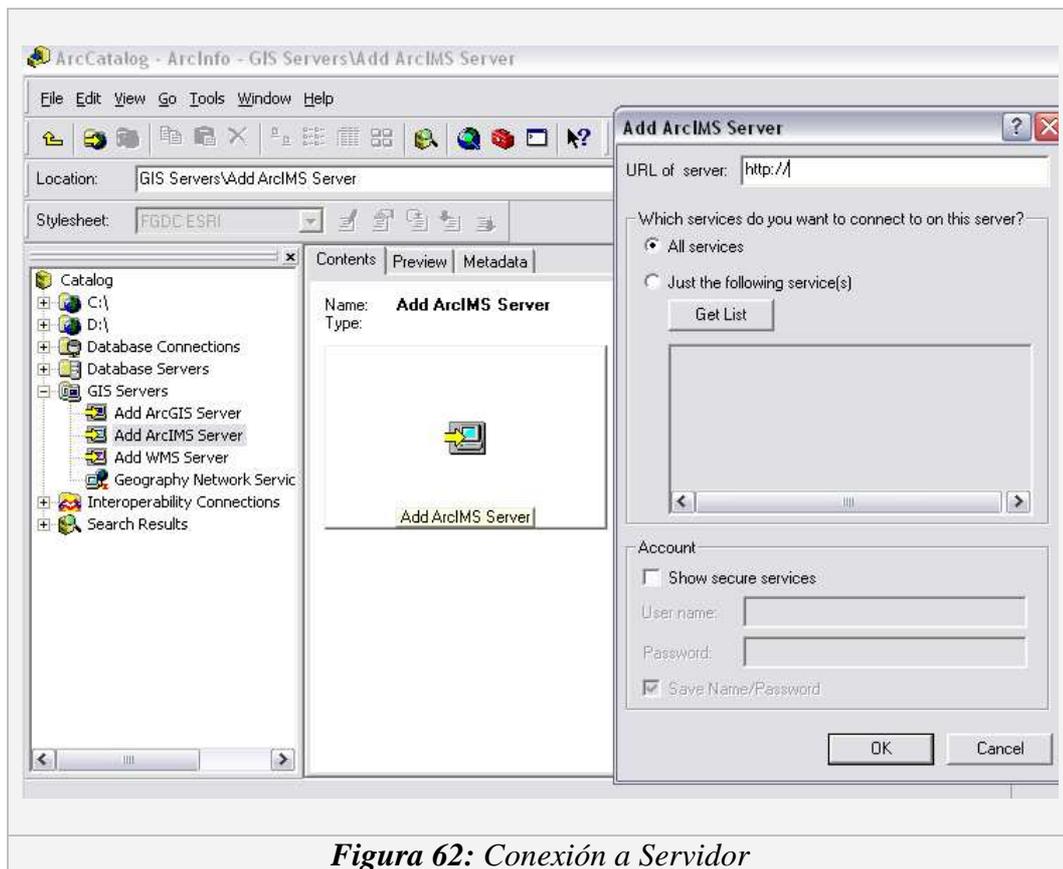


Figura 62: Conexión a Servidor

Las conexiones a bases de datos externas son también una tarea importante de ArcCatalog puesto que permite la integración a datos almacenados en gestores de bases de datos potentes como SQL, Oracle entre otros. Para definir este tipo de

conexiones es necesario dirigirse hacia la opción Conexión a base de datos presente en el árbol de opciones de este componente y desplegarlo. Se presentan dos alternativas, agregar conexiones OLE DB o conexiones a Bases de Datos espaciales, donde para establecer una conexión externa se debe seleccionar OLE DB Connection.

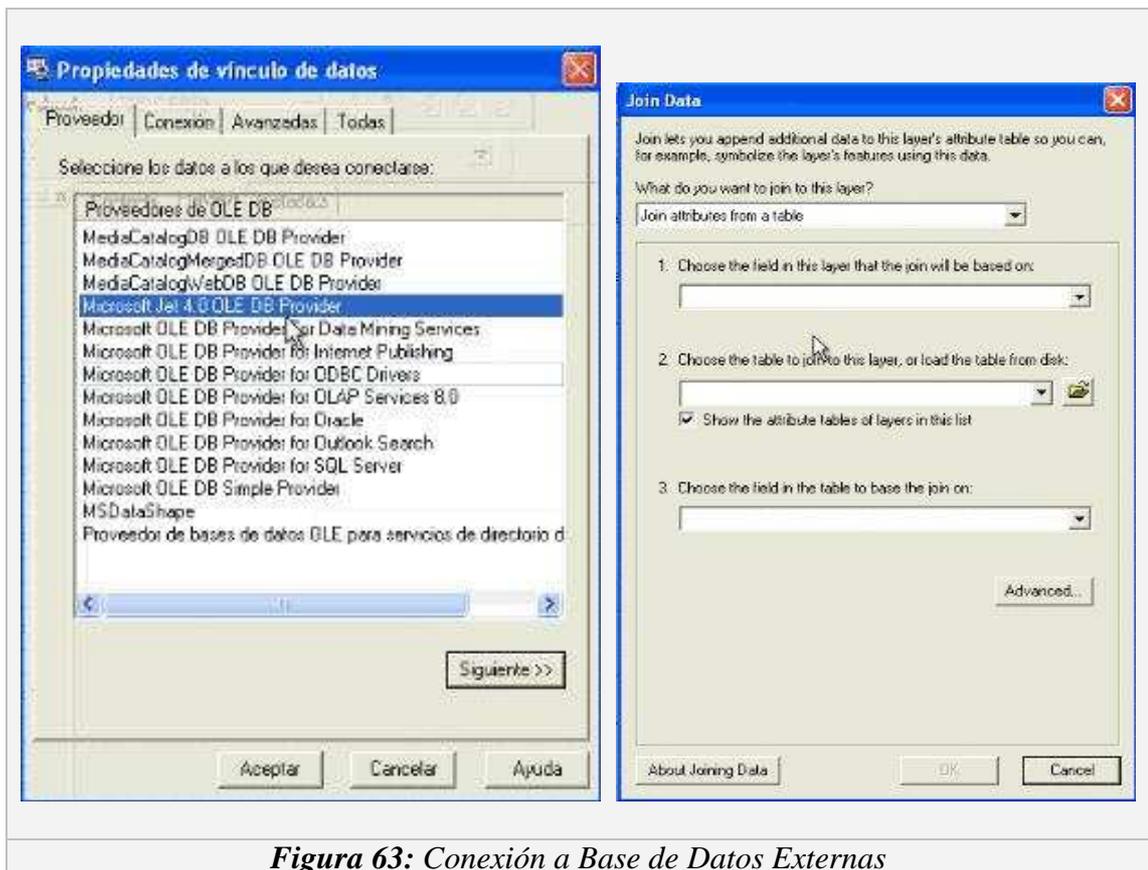


Figura 63: *Conexión a Base de Datos Externas*

A partir de este proceso, para configurar la conexión se debe seleccionar la base de datos a conectar y manipular la capa correspondiente a los datos almacenados en dicha base de datos externa, los cuales están enlazados por un campo clave. Así, para integrar los datos espaciales con los de la conexión es necesario recurrir a la opción Join&Relates de las propiedades de las capas y definir el campo de enlace, así como también, la tabla que contiene los nuevos datos sujetos a la conexión establecida en la opción Conexión a Bases de Datos de ArcCatalog donde se presentan todas las tablas,

Consultas y vistas propias de la misma.

3.3.2.2.4 CREAR NUEVA INFORMACIÓN ESPACIAL

La creación de datos espaciales nuevos a partir de cero; es decir, una nueva capa, solo es posible en ArcCatalog, posteriormente se realiza la entrada de datos tales como puntos, líneas, polígonos y atributos, lo cual es posible realizar de dos modos:

1. Desde el menú Archivo/ Nuevo o haciendo clic con el botón derecho en un directorio, de esta forma no es necesario indicar la ruta donde se creará.
2. Una vez creada una nueva clase de entidad, elegir el nombre.
3. Definir todas sus propiedades, el tipo de geometría (punto, línea y polígono), la referencia espacial y los campos de la base de datos para almacenar los atributos o importar el esquema de una tabla existente.

La tabla de atributos de un nuevo ShapeFile creado contendrá tres campos básicos:

Fid: donde ArcGis incluye un número secuencial por cada registro o elemento añadido.

Shape: donde se almacena la geometría del elemento punto, línea o polígono.

Id: identificador único para cada elemento que introducirá el usuario.

Además, Exportar datos hacia otros formatos constituye una alternativa para crear nueva información, para hacerlo:

1. Situarse sobre el elemento a exportar y hacer clic derecho.
2. Seleccionar la opción Exportar y definir el formato requerido.

3.3.2.2.5 DEFINICIÓN DE SISTEMA DE COORDENADAS

Para que los datos espaciales puedan ser considerados reales, es necesario configurar la proyección de los datos, lo cual es posible realizar en cualquier instancia dentro del

desarrollo del sistema, es decir, ya sea durante su creación o posterior a ello. La definición del sistema de coordenadas con ArcCatalog requiere que una vez situado sobre el nombre de una capa se despliegue el menú contextual para abrir la opción Propiedades donde se establece dicho sistema. Los datos con los que trabaja ArcGis están definidos en coordenadas UTM pero en caso de trabajar con un sistema de datos diferente es posible cambiarlo o definirlo de tres formas:

Select: Asigna un sistema de coordenadas predefinido por ArcGis.

Import: Importa el sistema de coordenadas de otra capa.

New: crea un nuevo sistema de coordenadas.

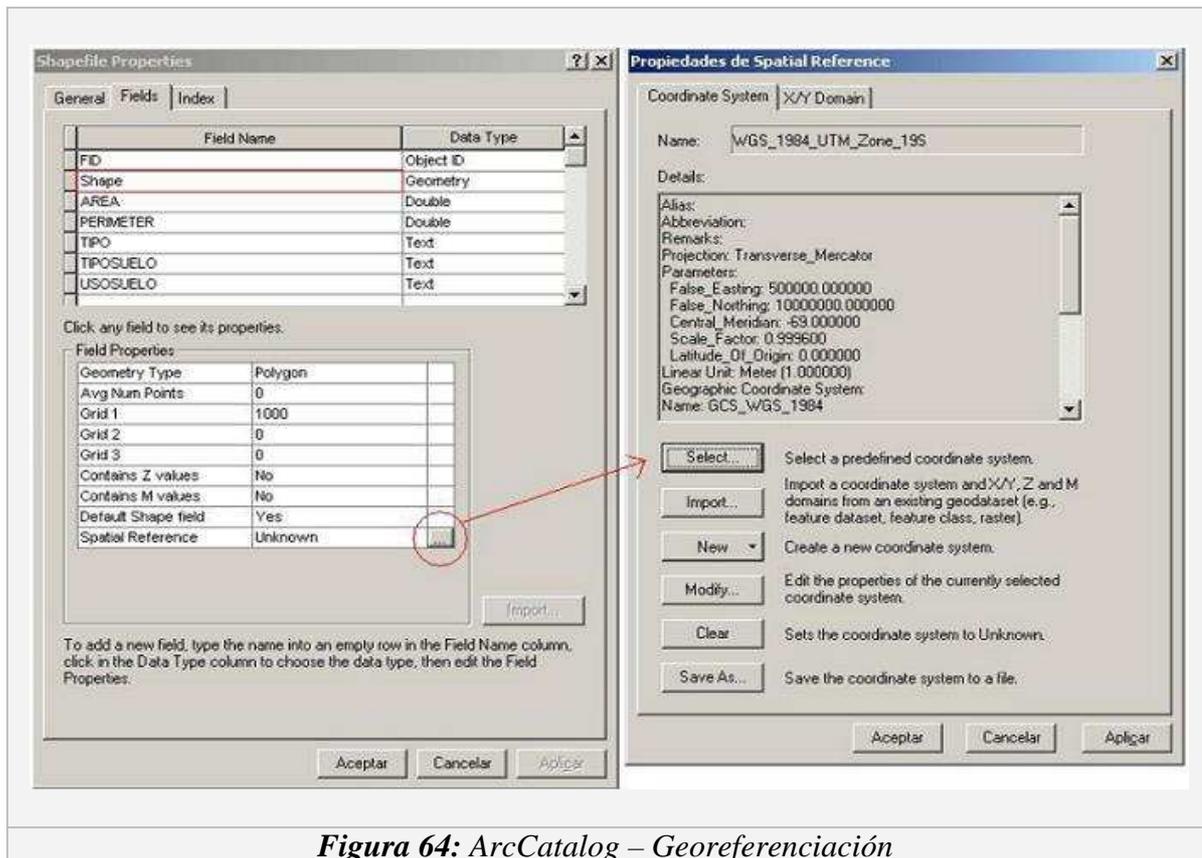


Figura 64: ArcCatalog – Georeferenciación

Después de definido el sistema de coordenadas, la información es guardada y en el caso de una geodatabase la información se guarda en la misma base de datos, así mismo, al tratarse de ArcCatalog, éste los registra automáticamente en el fichero de metadatos.

3.3.2.3 ARCTOOLBOX

ArcToolBox es una aplicación sencilla que contiene un conjunto de herramientas SIG para el geoprocesamiento de datos, que permiten la realización de conversiones entre formatos, cambios de proyección y ajuste espacial. Estas herramientas se encuentran organizadas temáticamente y emplean asistentes intuitivos que hacen del desarrollo de funciones un proceso sencillo e inmediato.

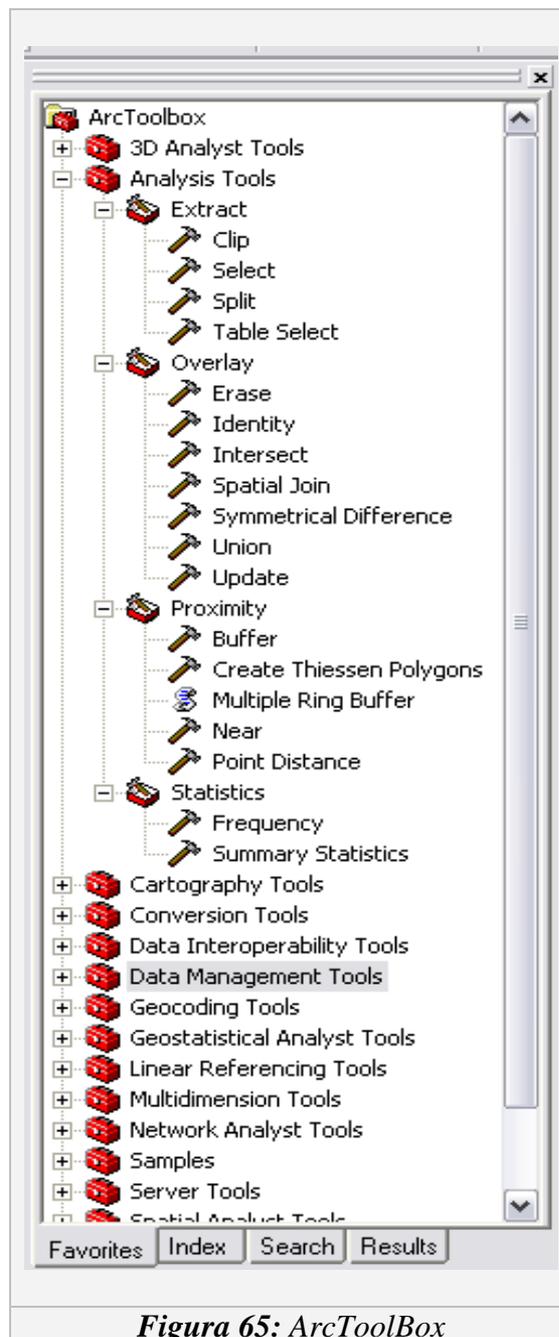


Figura 65: ArcToolBox

3.3.2.3.1 ORGANIZACIÓN DE HERRAMIENTAS

Las herramientas en ArcToolBox están organizadas en cuatro grupos principales, los cuales son:

- **Herramientas de Administración de Datos:** contiene un número de herramientas destinadas para la organización de contenido. Permite administrar proyecciones de mapas y atributos además de modificar las características propias de una tabla, de esta forma presenta herramientas para comparación de datos, organización de conexiones a bases de datos, dominios, campos, enlaces o joins, vista de tablas y capas, topologías, versiones y espacio de trabajo entre otros.
- **Herramientas de análisis:** se encuentran divididas entre las herramientas de análisis, análisis 3D, geocodificación, análisis geoespacial y herramientas de análisis en red. Las herramientas de análisis comúnmente usadas son las denominadas “Análisis Tools”, las cuales permite realizar operaciones como Extracción, Superposición, Proximidad y Análisis estadístico.

Entre el conjunto de herramientas contenidas en extracción se destacan clip, selección, dividir (split) y selección en tabla; dentro de Superposición se encuentran borrar, identidad, intersección, unión espacial, diferencia simétrica, unión y actualizar. Proximidad incorpora buffer, polígonos thiessen, multiple anillo buffer, acercar y punto de distancia. Por último, análisis estadístico emplea las herramientas como frecuencia y resumen estadístico; cada una de estas herramientas presenta funcionalidades únicas y eficaces que son empleadas según los requerimientos del

usuario. Las utilidades principales de geoprocésamiento se encuentran descritas en el capítulo anterior.

- **Herramientas de Conversión:** engloba un grupo de herramientas cuyo objetivo es realizar la conversión de información. Se encuentran organizadas en base al tipo de transformación que ejecutan, así, ArcGis 9.2 permite realizar conversión de archivos desde y hacia formatos raster, metadatos, transformación hacia archivos CAD, coverage, dBase y shapefile. Emplea asistentes para brindar una guía personalizada durante el desarrollo de conversiones complejas.

3.3.2.3.2 FUNCIONALIDADES ESPECIALES

ArcToolBox además de constituirse como un repositorio de herramientas especializadas en el desarrollo de sistemas de información geográfico permite también utilizar asistentes encargados de guiar la ejecución de herramientas, configuración precisiones, búsqueda de herramientas y obtención de ayuda acerca de cada una de las herramientas específicas, por ello, para iniciar con la utilización de una herramienta incorporada en su repositorio es necesario llevar a cabo los pasos descritos a continuación:

1. Activar la herramienta que se desea ejecutar mediante el doble clic del mouse.
2. Aparecerá la caja de diálogo correspondiente a dicha herramienta mediante la cual el usuario lleva a cabo el proceso siguiendo a cabalidad los pasos presentados por el asistente.

Para buscar una herramienta determinada es necesario especificar un nombre, comando o palabra de la siguiente manera:

1. Clic en la opción Herramientas y seleccionar la opción Encontrar.

2. Ingrese el nombre, el comando o la palabra de la herramienta que se desea encontrar.
3. Clic en Encontrar e iniciarla.

Del mismo modo, la ayuda proporcionada por ArcToolBox se obtiene dirigiéndose al menú ayuda, donde existe la posibilidad de buscar información mediante las opciones de contenido, índice y búsqueda. La información incorporada en la ayuda constituye una guía importante para conocer el funcionamiento de las herramientas ya que los contenidos existentes son amplios e ilustrativos.

Mediante ArcToolBox es posible también configurar la precisión dada por algunas de las herramientas que contiene, así, para configurar la precisión de dichas herramientas es necesario:

1. Dirigirse al menú Herramientas y seleccionar Opciones.
2. Clic en la pestaña precisión.
3. Seleccionar las opciones apropiadas de precisión y clic en aceptar.

3.3.3 INTEGRACIÓN DE DATOS

ArcGis 9.2 es una herramienta computacional que permite el análisis y almacenamiento de grandes volúmenes de información relacionada geográficamente, la cual, es representada en forma mapas temáticos para permitir un rango de procesos necesarios que dan soluciones a los problemas del entorno. El proceso de integración de datos SIG exige establecer criterios sobre las características de los datos encontrados detrás de los mapas, las fuentes de recolección y el alcance definido para ello, así, ArcGis permite agrupar imágenes satelitales, datos GPS y cartografía digital además de permitir

conexiones con gestores de bases de datos que brindan mayores beneficios al momento de ser administrados. La mayoría de las organizaciones poseen un alto número de aplicaciones de misión crítica de las cuales dependen para su normal funcionamiento. Esas aplicaciones están, generalmente interconectadas de forma lógica, manteniendo los datos vigentes y optimizados para cumplir una función específica que puede ser llevada a nivel de los SIG.

La integración de datos en ArcGis además de fundamentarse en la asociación de información y elementos geográficos, agrega localizaciones reales por medio de datos geocodificados en tablas de distintos formatos como DBase, Access, SQL entre otros. La Geocodificación de elementos espaciales se define como la obtención de datos acerca del posicionamiento real de objetos sobre la superficie terrestre y es realizada utilizando diferentes medios, algunos de ellos tienen lugar al usar una ubicación absoluta que especifica coordenadas estándares por medio de un GPS. Otra forma es la definición de sistemas de dirección física en mapas cartográficos como la postal u otro tipo de zonas, así, este tipo de datos son acoplados a todos los SIG para los cuales son necesarios dentro del desarrollo de sus procesos.

Las bases de datos externas a la herramienta son conectadas directamente a ArcGis mediante su componente ArcCatalog, el cual genera un conjunto de conexiones propias con la capacidad de poder crear nuevas hacia gestores de bases de datos más potentes y flexibles como son Access, Oracle, MS SQL, Infomix y DB2. Con ArcGis, las bases de datos geográficas admiten diferentes tipos de datos, funcionalidades y flujos de trabajo

adicionales donde se incorporan archivos de datos para recolección de datos personales y de soporte en terreno. Se integran también datos de tipo raster debido a que su administración incluye soportes adicionales a formatos tiff, jpg, png, formatos comprimidos MrSID, además de formatos GRID propios de ArcInfo. Así, existe una reproyección más rápida y más precisa, visualización mejorada, ortorectificación rápida y nitidez pancromática que hace de la integración de datos un proceso más amplio.

ArcGis 9.2 también permite leer formatos de datos propios de los sistemas de información geográfica como shapefile usado en aplicaciones como Geomedia, Erdas, entre otros. CAD generado por programas de diseño gráfico como AutoCAD de AutoDesk y Microstation de Bentley. Formatos de Internet Map Server que son transmitidos vía Internet a través de protocolos definidos por acuerdos OGC, GML propio de herramientas SIG libres y formato GDB considerado como el más reciente formato para almacenamiento de información geoespacial (rásters, imágenes, vectores y tablas) guardado por medio de bancos de datos MS Access y usados en ArcGis sin la necesidad de ejecutar o poseer la aplicación principal de MS Access.

En definitiva, ArcGis permite la integración de datos como una opción que agrega mayores beneficios a los sistemas de información geográfica al asociar elementos espaciales reales con información específica de los mismos, y brindándoles mayor capacidad de almacenamiento y geoprocésamiento de información en diferentes formatos tanto de imagen como de bases de datos con capacidades superiores para la toma de decisiones dentro de la organización.

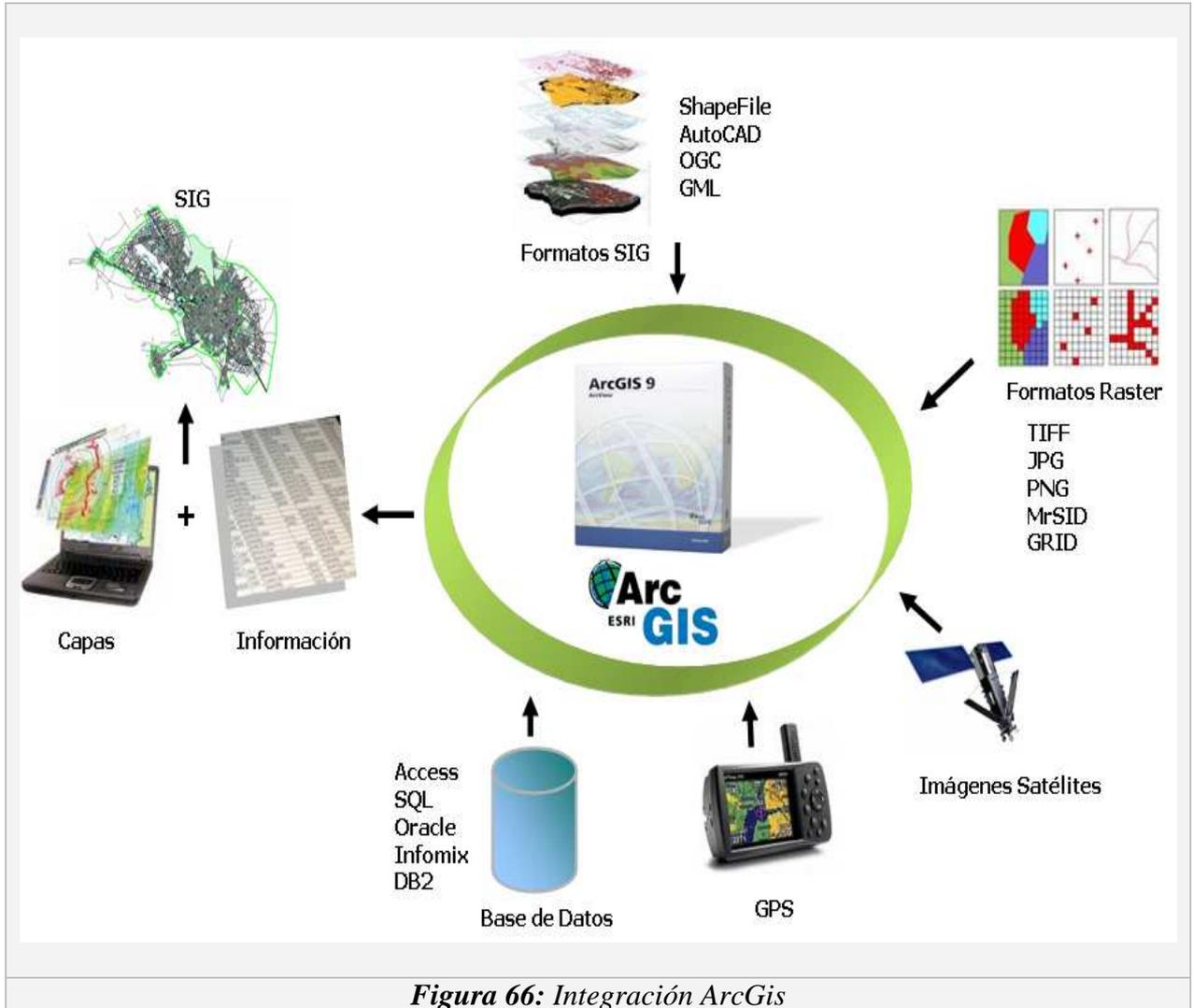


Figura 66: Integración ArcGis

3.3.4 VECTORIZACIÓN

La digitalización de mapas en la actualidad constituye un proceso complicado y poco eficiente al desarrollarse de forma manual debido a que promueve pérdidas de tiempo, dinero y sobre todo de precisión en los trabajos resultantes de este proceso. Es así que para resolver este inconveniente se presenta una alternativa en cuanto a la digitalización y vectorización de mapas en diferentes formatos (tif, bmp, jpg entre otros) la cual responde a la manipulación de mapas bajo formatos SIG como los de ArcGis, que permiten reducir tiempo, dinero y aumentar la exactitud de los resultados de mapas, planos, delimitación de predios con perímetros y áreas mediante su correcta utilización.

La vectorización de mapas y planos se define como la captura de la información contenida en el plano o mapa en un formato vectorial representado por coordenadas "x,y" (y z, en caso de contornos y puntos con altura). El modelo de datos vectorial representa los objetos geométricos del mundo real como un mosaico de puntos y líneas interconectadas que definen la localización y los límites de las entidades geográficas.

El proceso de vectorización se encarga de convertir en vectores cada uno de los elementos contenidos en un terreno para después de éste procedimiento definir una topología específica debido a que se provee un método riguroso y automatizado para limpiar errores de captura y preparación de datos. Los sistemas vectoriales se basan en una topología arco-nodo que viene definida por la direccionalidad, conectividad y proximidad entre vectores; de forma tal que a partir de éstos y otros valores se definen las diferentes entidades espaciales. Así, al concluir el proceso de vectorización y topología se obtiene una base cartográfica digital organizada por capas según el contenido del mapa, con una representación del terreno mediante líneas, puntos y polígonos.

ArcGis 9.2 permite la creación de nuevas capas de información geográfica mediante la utilización de barras de herramientas, una de ellas es la barra de edición estándar que permite vectorizar puntos, líneas y polígonos, para este fin es necesario iniciar la edición de la nueva capa; a partir de la cual, se selecciona una herramienta determinada para luego dar comienzo al trazo de los elementos geográficos. Así, durante el trazo se presentan las siguientes herramientas alternativas:



Figura 67: Herramientas de Edición

Intersección: comienza un dibujo en la intersección de dos segmentos existentes usando dos elementos de referencia. Puede ser empleado para denotar la intersección de dos carreteras en donde se encuentren puntos importantes como por ejemplo bomberos, policía, albergues o farmacias del sistema en desarrollo.

Distancia – Distancia: usa el radio de dos círculos como referencia para comenzar a dibujar en un punto específico, lo cual permitiría conocer por ejemplo un albergue cercano y común a dos zonas de riesgo.

Arco: permite dibujar arcos usando tres puntos que definen su forma, el segundo punto define el radio del arco y el tercero su forma. Esta herramienta podría servir para identificar una zona de riesgo en una emergencia, localizando tres puntos en el área de desastre.

Tangente: crea segmentos de arco con la condición de haber iniciado un boceto de imagen previa (imágenes compuestas por vértices y segmentos de línea conocidas) como punto de partida, como caso práctico, esta herramienta permitiría determinar la zona destruida cercana a una vía de la ciudad en el caso del aplicativo planteado.

Trazo: sirve para trazar imágenes de manera idéntica a los elementos seleccionados permitiendo dibujar encima o a una distancia dentro o fuera de dichos elementos, lo que permitiría conocer zonas específicas destruidas en caso de un desastre natural o producido por el hombre dentro de la ciudad.

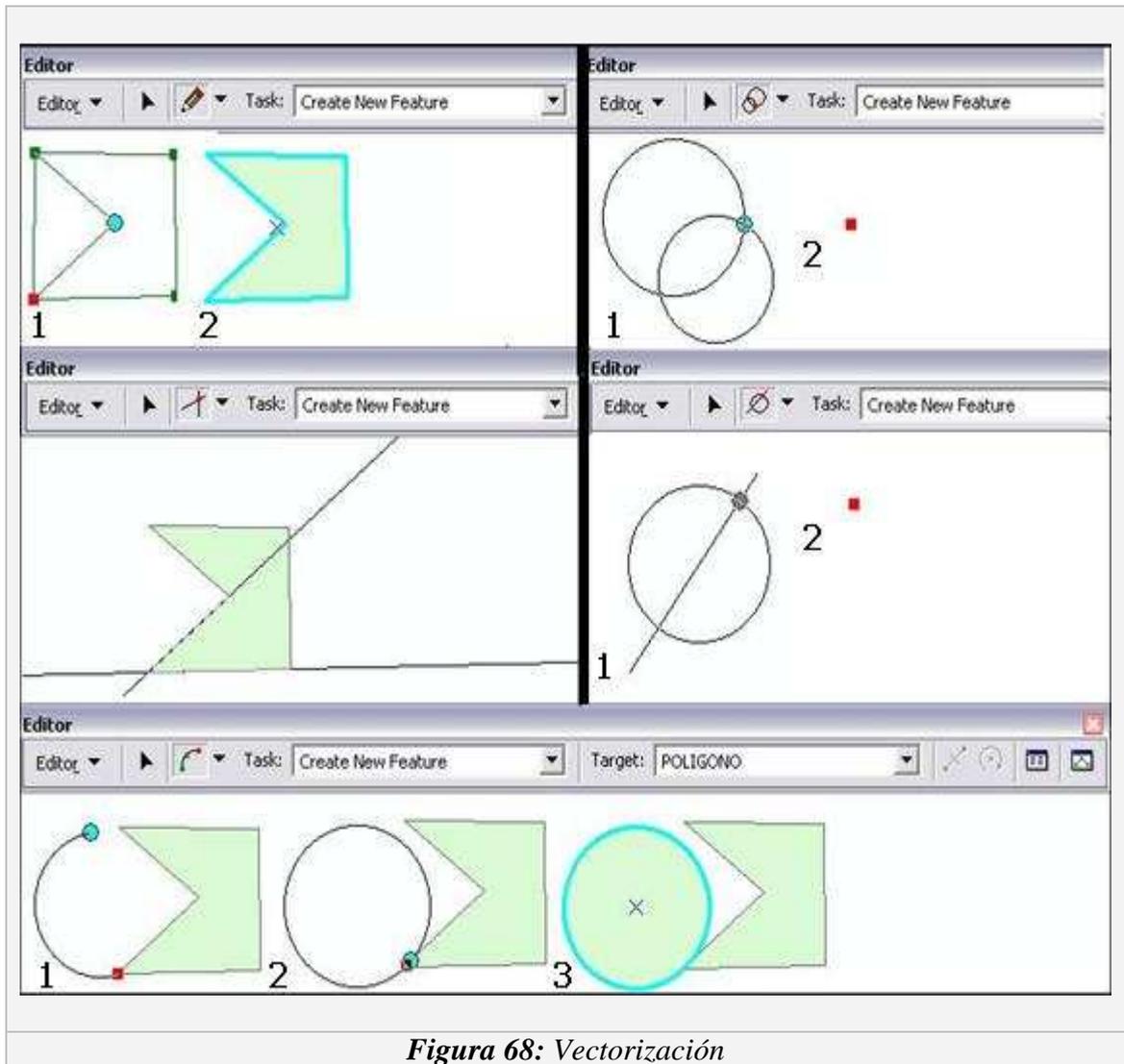


Figura 68: Vectorización

Mediante la herramienta de edición es posible modificar una capa a la vez, aunque permite usar múltiples capas como referencia para copiar o redibujar con mayor exactitud. Los trazos se realizan mediante el mouse o son ingresados por medio del teclado para describir la localización de sus coordenadas y son terminados con doble clic, al presionar F2 o usando el menú contextual.

Finalmente, mediante la edición se presentan opciones de modificación capaces de insertar, borrar y mover vértices hacia coordenadas específicas o relativas, agregando la

posibilidad de redibujar elementos, extender y cortar polígonos además de controlar la forma en la que se pegan los elementos dibujados conocido como snapping.

3.3.5 RASTERIZACIÓN

ArcGis Desktop 9.2 incorpora ArcScan como una extensión que posee herramientas y comandos necesarios para la vectorización de información raster, tanto de forma asistida como automática, por ello, está enfocado principalmente en la necesidad de convertir información raster en información vectorial.

Su funcionalidad se establece mediante la generación de elementos vectoriales (puntos, líneas y polígonos) en formatos shapefile y geodatabase, así, al integrarse con el editor de ArcMap, es posible combinar la rasterización con las herramientas de edición existentes en esta aplicación. ArcScan es capaz de reconocer y rasterizar estructuras espaciales con formas particulares (circulares, ortogonales, rectangulares, etc.), como edificios y otros elementos recurrentes a más de permitir el desarrollo de labores de limpieza de los raster originales, mediante una serie de funciones específicas como erosión, dilatación, apertura y cierre.



ArcScan dota a las aplicaciones de ArcGIS Desktop con la capacidad de seleccionar y editar celdas de imágenes raster, así como de ajustarse a él durante la edición (snap a

raster). Permite la selección de dichas celdas mediante consultas de conectividad y la vectorización tanto de información raster almacenada en ficheros como la almacenada en bases de datos corporativas por medio de ArcSDE.

Mediante ArcGis el proceso de rasterización se da lugar partiendo de un archivo de imagen raster de 8bits, debido a que ArcScan solo acepta imágenes binarias; es decir, 1 y 0 en rangos de color. Para obtener este tipo de imagen es posible utilizar la herramienta Global Mapper que es la encargada de cambiar el formato de este tipo archivos. A partir de este proceso, la imagen debe ser clasificada en un formato de solo dos clases blanco y negro para la generación de un archivo vectorial editable.

La rasterización de imágenes generada por ArcGis propone la utilización del archivo de imagen base y el ShapeFile que contendrá cada uno de los elementos georeferenciados de la misma después de haber dibujando directamente sobre la imagen cada uno de los objetos del terreno y teniendo en cuenta los símbolos convencionales establecidos. Al iniciar la edición se activará automáticamente el menú de herramientas propias de ArcScan que servirán para la adaptación y creación del nuevo shape vectorizado.

A partir de este punto de vista se configuran cada uno de los parámetros raster y de vectorización necesarios en cada caso y se procede a ejecutar la opción “Generar Características” del menú vectorización de ArcScan. Se escoge la capa que contendrá la nueva información espacial (ShapeFile) y conservará el identificador único generado automáticamente por la herramienta.

3.3.6 GEOREFERENCIACIÓN

ArcGis incorpora herramientas que permiten realizar la georeferenciación de imágenes estableciendo la ubicación de elementos geográficos de manera real, es decir, colocando a cada elemento en su localización exacta en el planeta. La georeferenciación contiene un proceso especial que dota de exactitud a cada elemento, pero debido a los medios utilizados para referenciar como por ejemplo imágenes ráster, satélite, GPS entre otros existe cierto grado de error aceptable que se considera factible de manipular.



Figura 70: Herramientas Georeferenciación

ArcGis propone dos formas de proyección de datos o información espacial, la primera corresponde a la proyección “on-the-fly” (al vuelo) la cual transforma automáticamente la información con respecto a las coordenadas geográficas y proyección existente en el sistema de referencia que posea el “Data Frame” o Estructura de Datos al cual se agrega una capa y la segunda que consiste en asignar la proyección a la cual pertenecen los datos utilizando ArcCatalog, lo cual esta descrito en el apartado correspondiente a definición de sistemas de coordenadas de ArcCatalog. La proyección de una capa de

información geográfica es posible también mediante ArcToolBox, el cual cuenta con un asistente de proyección que permite transformar varias capas simultáneamente a un sistema de coordenadas específico.

ArcGis 9.2 permite a la vez georeferenciar imágenes de tipo raster. Para iniciar el proceso, es necesario agregar una imagen base y la capa a georeferenciar; donde, al colocar puntos de control propios de las herramientas de georeferenciación, la imagen de tipo ráster y una capa de tipo Shape se ajustan empleando la opción “Fit to Display” del menú de georeferenciación. Los puntos de control para ajustar una imagen deben ser como mínimo cuatro y máximo 16, después de lo cual se almacena la imagen en una nueva capa ya que obtiene los elementos georeferenciados.

De la misma forma, ArcGis posee la facilidad de georeferenciar imágenes provenientes de AutoCAD, las cuales al ser agregadas muestran las capas con las que fueron creadas y permiten ser configuradas mediante sus propiedades. Esta información puede ser exportada de tal forma que se genere archivos de tipo Shape propios de ArcGis.

Para georeferenciar un archivo CAD es necesario poseer un archivo Shape que tenga coordenadas conocidas para realizar una equivalencia de coordenadas entre archivos. En el caso de los archivos CAD son necesarios solo dos puntos de control para ajustar la imagen a la realidad utilizando el mismo menú de georeferenciación empleado para archivos de tipo raster.

Con el mismo proceso aplicado a una imagen ráster, se debe incorporar la imagen CAD a la capa Shape donde se desea georeferenciar, y mediante la opción Fit to Display ajustamos las capas a coordenadas reales para después colocar los puntos de control necesarios. Es posible también utilizar herramientas adicionales de georeferenciación para hacer del ajuste un proceso más exacto como por ejemplo las herramientas rotar, escalar y ajustar según sea necesario.

Después de colocados los puntos de control debemos detener la edición de los mismos y actualizar la georeferenciación, a partir de este proceso se crean archivos Shape de las capas contenidas en el CAD por medio de la opción exportar del menú Datos de cada capa. Al generarse el shape no se agregan las leyendas que permiten leer la información, por lo tanto para agregarlas es necesario que en las propiedades de la capa CAD se cambien las categorías que tienen definidas. La categoría propia de un archivo CAD es conocida como “Valores Únicos de entidad CAD” y debe cambiarse por la opción “Valores Únicos, Muchos campos”.

Al cambiar estas opciones se debe crear el archivo de capa por medio del menú contextual de la misma, ingresando a la opción “Guardar como Archivo de Capa”. De este modo, para recuperar la leyenda correspondiente a la exportación es necesario abrir las propiedades e ingresar a la opción importar de la etiqueta simbología para luego cargar el archivo de capa creado y dar por finalizado el proceso. Así, la georeferenciación presente en ArcGis provee de herramientas y opciones capaces de generar aplicaciones que provean de información real al usuario que la solicite.

3.3.7 PERSONALIZACIÓN

ArcGis 9.2 provee de un sistema completo destinado a su personalización, el cual, permite construirlo y extenderlo usando componentes software conocidos como ArcObjects. Los ArcObjects se definen como colecciones de componentes listos e integrados en una plataforma cliente – servidor que pueden ser usados tanto en ArcMap como en ArcCatalog para reflejar las preferencias propias de un proyecto, siendo así que es posible personalizar aspectos como la posición específica de barras de herramientas, grupos de comandos y sobretodo agregar nuevas macros o cargar comandos personalizados almacenados en distintos orígenes que vinculan un conjunto de código ya escrito o creado por el usuario.

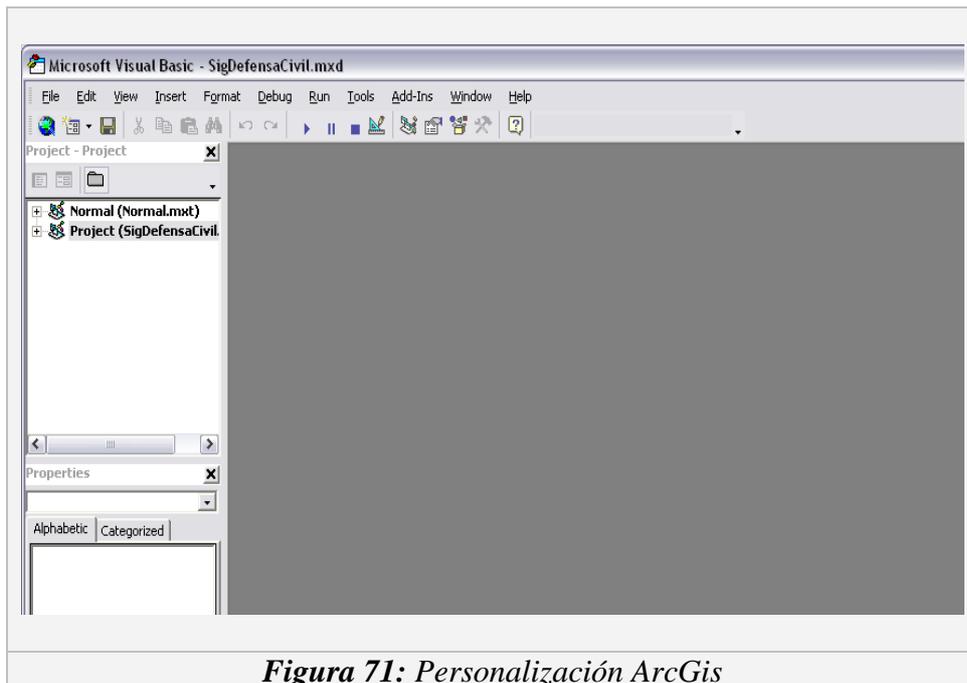


Figura 71: Personalización ArcGis

El proceso de personalización de ArcGis incluye una aplicación de Visual Basic que incorpora un entorno integrado de programación mediante un editor (VBE) que permite escribir macros que pueden ser depuradas y probadas de manera inmediata por ArcCatalog y ArcMap. Cada macro integra funcionalidades propias de Visual Basic

como el uso de cuadros de mensaje para entrada de datos con amplias bibliotecas de objetos que ESRI proporciona en este entorno. Para crear una macro debemos ir a la pestaña herramientas seleccionar Macros para luego ejecutar el editor de Visual Basic, donde accedemos al editor de formularios que propone controles típicos de etiquetas, cuadros de texto, comobox o Botones.

3.4 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA LIBRE

El software libre tubo sus inicios a partir de la última década conjuntamente con la consolidación del Internet, el cual se convirtió en una alternativa al software propietario mucho más económica. Este tipo de software representa una revolución en el modo en que están concebidos los actuales programas informáticos ya que no pone límites a la creatividad y al ingenio de los posibles usuarios.

Durante 1960, cuando un equipo hardware era vendido contenía software para su correcto funcionamiento, el cual incluía código fuente que permitía a cualquier tipo de usuario utilizar y rectificar el mismo, así, en 1970 se hizo cada vez más habitual restringir el acceso a los programas, limitando a los usuarios tanto técnica como legalmente las posibilidades de poder modificar, compartir o estudiar el software.

Los sistemas de información geográfica, al igual que el resto de software libre, evolucionaron rápidamente durante los últimos años, dejando de ser herramientas específicas manipuladas por unos pocos expertos para conformarse como el pilar imprescindible para cualquier análisis espacial riguroso al alcance de todo tipo de

usuario. Por ello, y debido a la conveniencia de desarrollar estas herramientas desde diferentes puntos de vista se impulsa la aparición de diferentes sistemas de información geográfica libres experimentales y accesibles, que juegan un papel muy importante en el avance de las tecnologías SIG. Algunas las herramientas actuales dentro de este campo son Grass, OpenJump y GvSIG

3.4.1 VENTAJAS

Un SIG libre posee también ventajas que lo caracterizan, de este modo se presentan las siguientes:

- Usar un SIG libre agrega al usuario independencia tecnológica permitiéndole libertad de ejecutar el programa con cualquier propósito; de estudiar cómo funciona el programa y de adaptarlo a sus necesidades. Libertad de redistribuir copias del programa y de mejorar el programa para redistribuir dichas modificaciones.
- Al preferir un sistema de información geográfica libre, la empresa que lo use queda habilitada a utilizar la gran cantidad de herramientas libres disponibles en la actualidad, lo que implica la ejecución de dichas herramientas y la modificación de las mismas para adaptarlas a casos particulares y la exploración de sus mecanismos de funcionamiento para luego reutilizarlos en futuros desarrollos.
- Emplear un SIG libre para el desarrollo de un proyecto desde sus cimientos implica un ahorro de enormes sumas de dinero ya que no es necesaria la inversión en sistemas propietarios costosos que poseen sus mismas funcionalidades y evita recurrir hacia la migración de información de una plataforma a otra.
- Fomento de la libre competencia al basarse en servicios y no en licencias.
- Produce sistemas sin puertas traseras que brindan mayor seguridad en cuanto a la

Información manipulada, en caso de existir dichas puertas de entrada, voluntarias o accidentales, pueden ser cerradas después de una inspección que solo se realiza con el software libre.

- El software SIG libre, al ser público, esta sometido a la inspección de una multitud de personas, que pueden buscar problemas, solucionarlos y compartirlos; debido a eso, los programas libres gozan de un excelente nivel de confiabilidad y estabilidad requerido por las aplicaciones críticas actuales.

3.4.2 DESVENTAJAS

Además de presentar ventajas, un software SIG libre posee también desventajas:

- La mayoría de la configuración del hardware no es intuitiva, se necesita dedicar recursos a la reparación de errores, la mayoría de sus soportes están en los foros de la Web.
- Algunas aplicaciones (bajo Linux) pueden llegar a ser algo complicadas de instalar.
- Las interfaces amigables con el usuario (GUI) y la multimedia apenas se están estabilizando.
- La diversidad de distribuciones, métodos de empaquetamiento, licencias de uso, herramientas con un mismo fin, etc., pueden crear confusión en cierto número de personas.

3.5 SELECCIÓN DE HERRAMIENTA SIG LIBRE

Los Sistemas de Información Geográfica Libre juegan un papel muy importante en el avance de las tecnologías SIG ya que proporcionan acceso a usuarios que no pueden o no quieren recurrir al software propietario.

TABLA III

Comparativa de Herramientas SIG Libres

Puntos de Interés	OpenJump	Grass	Kosmo
Multiplataforma	Sí	Sí	Sí
Estándares OGC	WMS,WFS,GML	WMS,GML	WMS
Formatos Raster Soportados	TIFF con extensión, JPG,BMP,Gif, ECW, PNG,MrSID.	ARC/GRID,E00,Gif,Tiff,PNG,ERDAS LAN SAR y SPOT	ECW, MrSID,Tiff, goeTIFF,png
Formatos Vectoriales Soportados	ESRI SHP,DXF	ASCII,ARC/INFO ungenerate, ArcView SHAPE,DXF,GMT,MOSS,TIGER	Oracle Spatial, PostgreSQL/PostGIS y MySQL
Conectividad a BD relacionales	PostgreSQL/PostGIS con extensión,MySQL,SQL	PostgreSQL/PostGIS, MySQL,SQLite y DBF	Oracle Spatial, PostgreSQL/PostGIS y MySQL
Orientación del SIG	Vectorial	Raster	Vectorial
Lenguaje Documentación de Soporte	Inglés	Inglés y Francés	Español
Lenguaje Soportado por la aplicación	Inglés	Inglés	Inglés
Capacidad 3D	Sí	Sí	Sí

Fuente: http://www.csaemap.es/csi/tecnimap/tecnimap_2004/comunicaciones/tema_03/3_008.pdf, http://www.sigte.udg.es/jornadassiglibre2008/uploads/file/Comunicaciones_2/4.pdf

Elaborado por: Mónica Samaniego, Patricia Chiriboga

En cuanto a las características de las herramientas descritas en la tabla anterior, Openjump 1.2 es un gestor vectorial capaz de leer datos raster, facilitando así la compatibilidad con bases de datos cartográficas de diversos tipos. Además permite la consulta, creación y modificación de datos geográficos vectoriales almacenados bajo distintos formatos como gml, dxf o shapefile de ESRI. El programa permite también la

capacidad de soporte a topología, generación de Modelos Digitales del Terreno, creación de metadatos y explotación de servicios WMS. Posee herramientas de edición, georeferenciación y plugings para JTS (Java TopologySuite) y JCS (Java ConfactionSuite) entre otros [14]. Es por todo ello esta herramienta es adecuada y óptima para el desarrollo del análisis comparativo motivo de este estudio.

3.6 OPENJUMP 1.2

Open Jump es un Sistema de Información Geográfico (SIG) vectorial y multiplataforma de código abierto, escrito en lenguaje de programación java. Es desarrollado y mantenido por un grupo de voluntarios de todo el mundo. Inicialmente fue diseñado por Vivid Solutions en el año de 2002 con el nombre de JUMP SIG debido a un concurso público convocado por el Ministerio de Recursos Naturales de la Columbia Británica (Canadá). Así, por el constante crecimiento de la comunidad de usuarios en torno a JUMP y a la discontinuación de su desarrollo por parte de la empresa, surgieron diferentes grupos independientes de desarrolladores que han ampliando las capacidades de este Sistema resultando en la aparición de diferentes versiones de la aplicación original.

A partir de esta situación comenzaron a presentarse problemas de compatibilidad para la comunidad de usuarios entre los diferentes proyectos que se estaban desarrollando, la ayuda técnica todavía era facilitada por Vivid Solutions pero no existía un grupo unificado para coordinar el desarrollo y esfuerzos que aseguraran una continuidad del futuro de JUMP. De esta forma, diferentes usuarios y programadores, incluyendo a

¹⁴ *OpenJump*,
<http://openjump.org/wiki/show/OpenJUMP>

antiguos empleados de Vivid Solutions que desarrollaron la aplicación inicial, decidieron fundar JUMP Pilot Project (o JPP) con el objetivo de mejorar y coordinar los esfuerzos llevados a cabo en todo el mundo en torno a JUMP.

A partir de ello, se crea una plataforma unificada, mantenida por un núcleo duro de administradores y supervisores, que permitió eliminar incompatibilidades entre las diferentes bifurcaciones existentes. Así, nace el nuevo SIG de código abierto conocido actualmente como OpenJump abreviatura de Plataforma Unificada de Cartografía en lenguaje Java de Código abierto, que busca la interoperabilidad con otros Sistemas de Información Geográfica a través de la utilización del estándar de datos GIS GML como una de las principales metas marcadas para este proyecto.

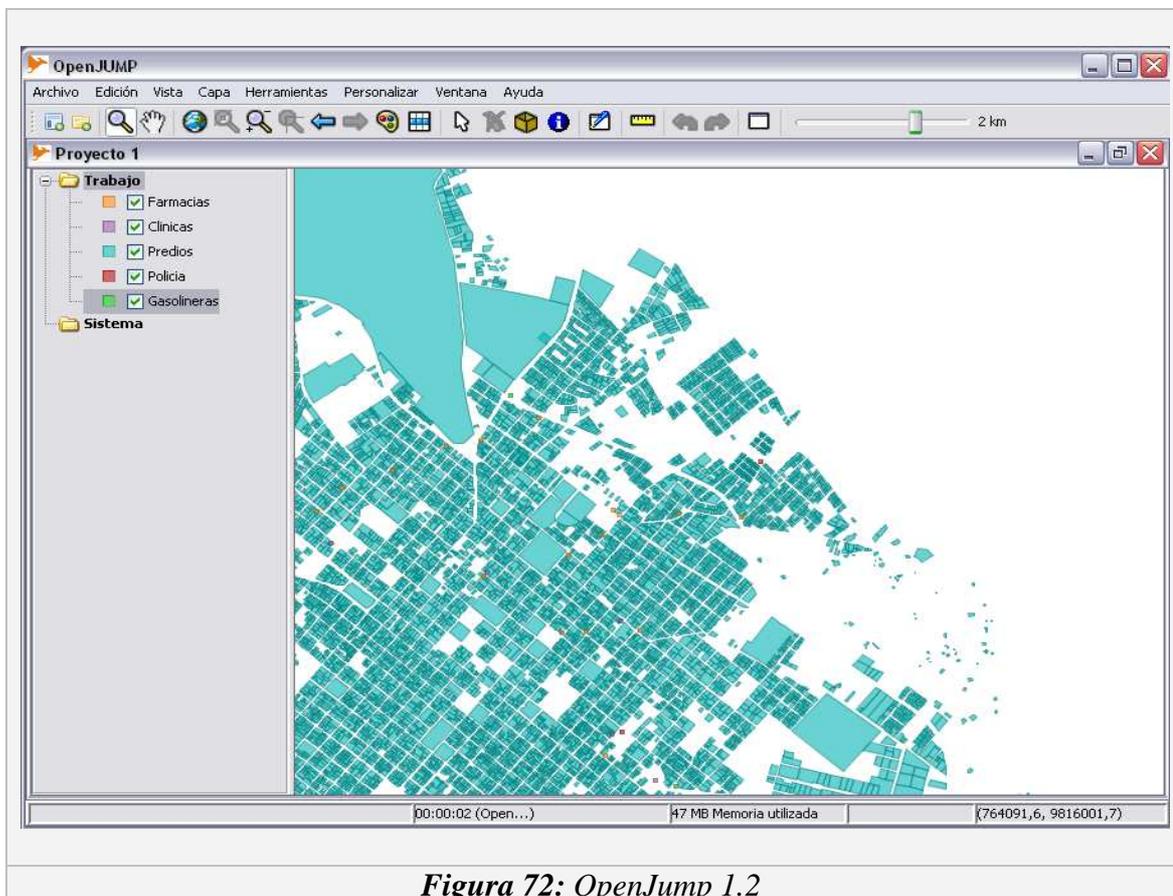


Figura 72: OpenJump 1.2

Esta herramienta ha sido diseñada en un entorno de trabajo extensible bajo una Interfaz Gráfica de usuario GUI para el desarrollo y personalización de aplicaciones destinadas al procesamiento de datos espaciales. El código fuente de OpenJump, así como el código de las clases y librerías para la representación espacial están disponibles en lenguaje Java por lo tanto puede ejecutarse correctamente bajo entornos Linux y Windows.

3.6.1 ARQUITECTURA

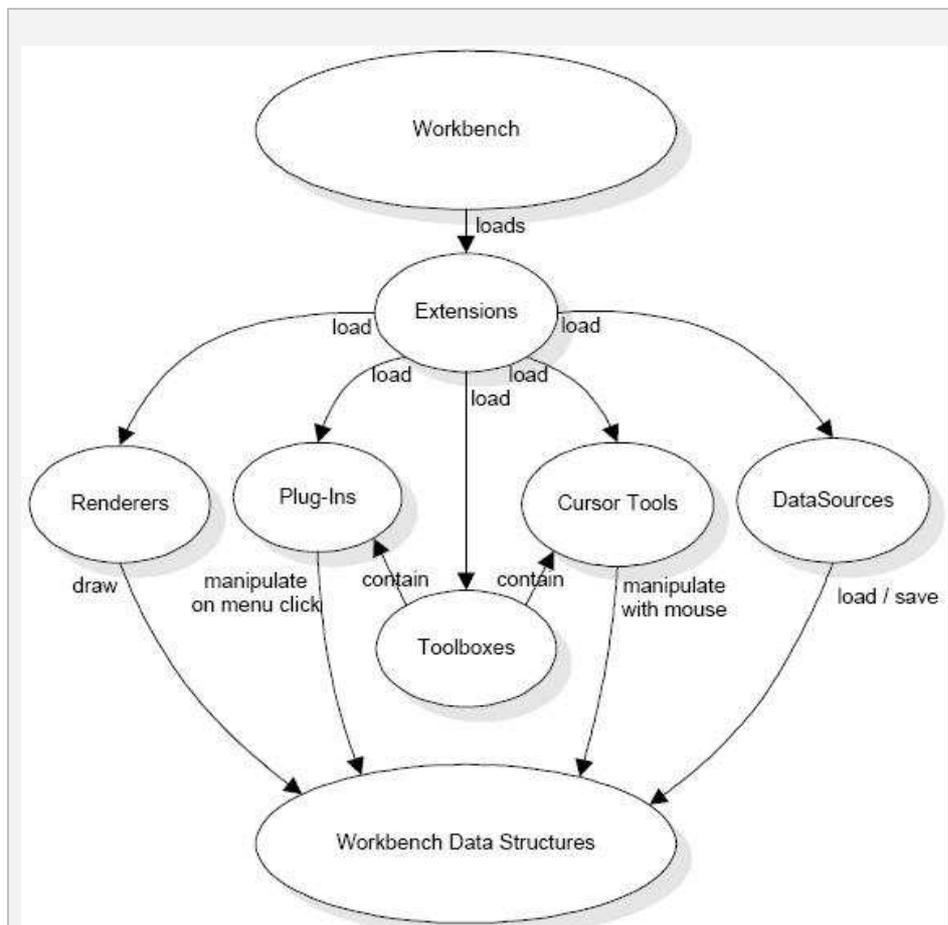


Figura 73: Arquitectura OpenJump

OpenJump 1.2 está definido bajo una arquitectura modular, escalable y adaptable que al iniciar carga un conjunto de extensiones al entorno de trabajo; dando forma a plugins

que generan opciones de menú; cursores, barra de herramientas, renderizadores que indican la forma de dibujar los datos y orígenes de datos que especifican el almacenamiento y manipulación de varios formatos de información. Así, la creación de numerosos plugins tiene la finalidad de agregarle mayores funcionalidades a esta aplicación.

Las extensiones además de crear cajas de herramientas específicas y cursores; incorporan estructuras de datos propias de OpenJump. Una extensión esta definida por un conjunto de clases, siendo las principales `AbstractPlugIn`, `PlugInContext` y `ThreadedPlugIn`. De esta forma, un Plugin se considera un objeto que realiza acciones de forma simple en respuesta a la selección de un menú o al presionar un botón.

OpenJump puede ser usado como un Framework (estructura de soporte definida) debido a que provee características específicas como una pantalla de bienvenida, múltiples documentos de interfaz (MDI), acciones reusables, menús avanzados, herramientas cursor, advertencias discretas, cajas de dialogo de error, lista de ventanas y opciones de cuadro de diálogo. Además, incorpora cajas de herramientas que añaden asistentes con la posibilidad de agregar y eliminar paneles, usar paneles para visualizar capas, manipular herramientas Java2XML, y múltiples cajas de dialogo de entrada.

De esta forma, Openjump manipula elementos de menú que son considerados como parte fundamental de la interfaz permitiendo un enlace entre las acciones de usuario y la funcionalidad de plugins. La arquitectura definida concede la posibilidad de activar

controles, agregar nuevos menús y elementos a menús por medio de las clases básicas `addMainMenuItem`, `addLayerViewMenuItem` y `EnableCheck` entre otras.

Al mismo tiempo son generadas estructuras de datos básicas, las cuales, están definidas por: Características (features), colección de características (feature collections), capas (layers), tareas (tasks) y pizarras (blackboard). Una **Característica** se encuentra definida en la aplicación principalmente por representar a objetos geográficos en el mundo real, a los que agrega localización, geometría y otros atributos espaciales y no espaciales.

La **colección de características** soporta métodos específicos para realizar consultas; así, una **capa** es considerada como una de ellas con el valor agregado de poseer información adicional de estilo, además, es considerado como un objeto que OpenJump presenta al usuario para la visualización y edición de elementos geográficos. Del mismo modo, son incorporadas **pizarras** destinadas a programadores, definidas como cadenas a objetos mapas, que pueden ser utilizadas en paneles de visualización, administración de capas y en todo el entorno de trabajo de OpenJump.

Dentro de la arquitectura de OpenJump los cursores son definidos como botones incorporados en la barra de herramientas con la posibilidad de ser configurados para obtener modos diferentes de interacción del mouse, de esta forma, se presentan muchos ejemplos de herramientas cursor en el entorno de trabajo de la aplicación. Así mismo, se muestran renderizadores y estilos, donde un renderizador es un objeto que se encarga de

dibujar sobre el entorno de trabajo gracias a la librería `java.awt.Graphics`, y un estilo es utilizado para dibujar características, a partir de las cuales, los estilos básicos se especifican mediante particulares como colores, rellenos y anchos de línea.

OpenJump incorpora bajo su arquitectura orígenes de datos (`datasource`) definidos como objetos mediadores que mueven datos entre el entorno de trabajo y archivos u otros orígenes de datos, además de la clase `Java2Xml` que permite integrar objetos a documentos XML y viceversa. A la vez provee de características propias para programadores donde plantea efectos específicos de texto, tratamiento de errores, excepciones y peligros con la finalidad de obtener una aplicación confiable, flexible y segura.

3.6.2 COMPONENTES PRINCIPALES

OpenJump 1.2 es una aplicación SIG que posee un conjunto de componentes que fortalecen su funcionalidad. Una de las opciones más interesantes que maneja son las herramientas de edición de las que dispone para modificar datos vectoriales así como herramientas básicas de geoprocésamiento (zonas de influencia, uniones, etc). Existe también un componente para la edición y corrección de topología (Jump Conflation Suite) cuya funcionalidad se aproxima a la de ArcMap en su versión ArcInfo. Aunque carece de opciones de creación de layouts y de georeferenciación es posible agregar dichas funcionalidades al contar con los plugins correspondientes. De esta forma, los componentes principales de OpenJump son:

3.6.2.1 INTERFAZ GRÁFICA

El primer componente de OpenJump es su interfaz gráfica, la cual, al iniciarse despliega un entorno de trabajo que identifica elementos básicos de una aplicación SIG; es decir, proyectos, características y capas. Incluye también un conjunto de barras de herramientas y menús básicos que pueden obtener mejoras mediante la incorporación de nuevas en base a plugins apropiados a la herramienta. Así, Dentro de OpenJump se definen los siguientes conceptos:

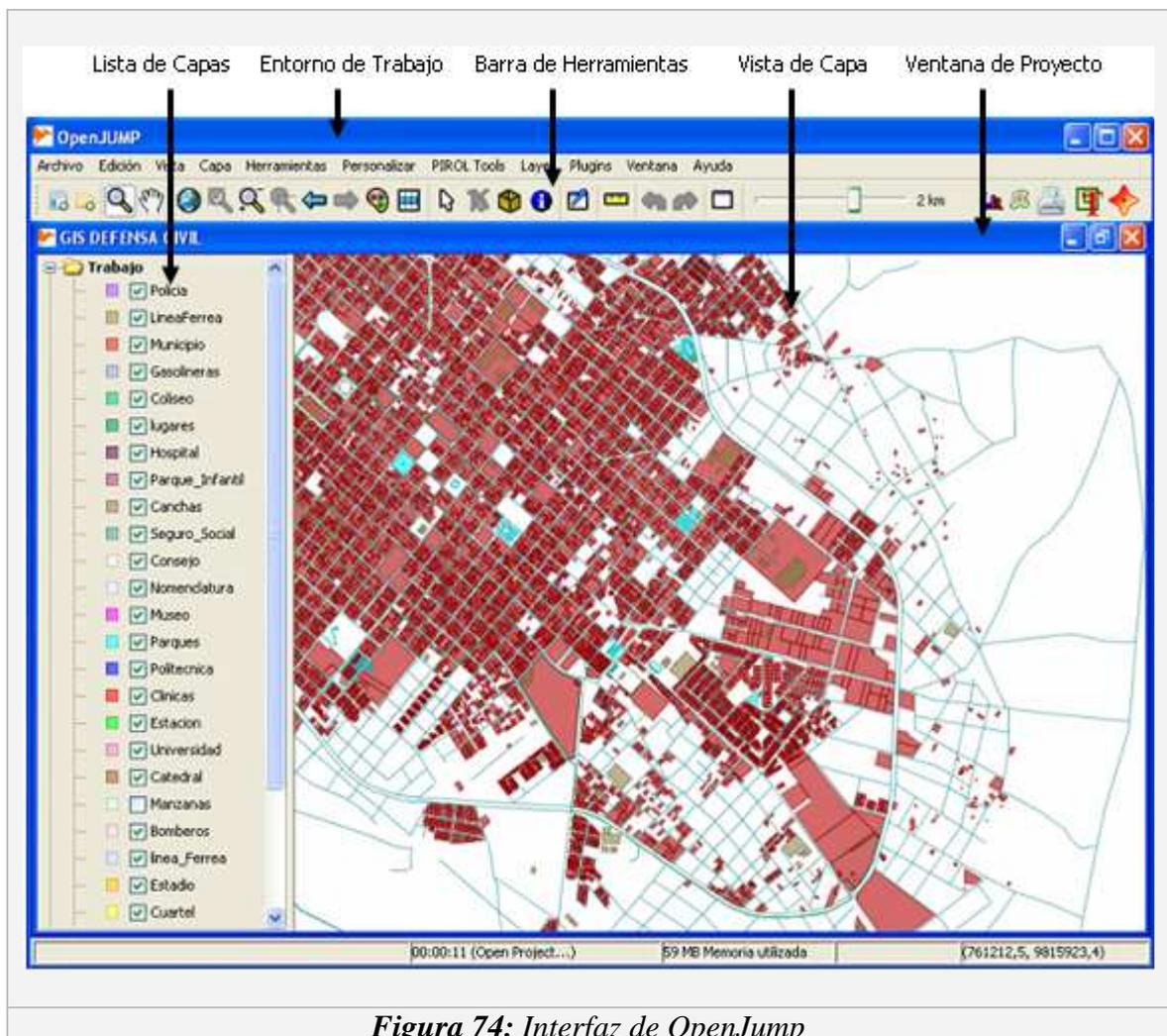


Figura 74: Interfaz de OpenJump

Proyecto: es aquel que conserva la colección de todas las capas creadas por el usuario desarrollador. Un usuario puede modificar estas capas, agregar nuevas categorías y

operar consultas u otras operaciones de análisis. Cuando OpenJump inicia, permite abrir, guardar y duplicar proyectos.

Características: colección de capas generada por OpenJump que puede proporcionar nuevas capas, abrir datos geográficos, capas almacén, solicitudes WMS y capas imagen.

Capas: almacena información geográfica en forma de puntos, líneas y polígonos representada en forma de mapas temáticos.

OpenJump contiene principalmente una ventana de proyecto que posee la lista de capas del sistema en desarrollo y la vista correspondiente a cada una de ellas, vista de categorías, esquema y atributos, además de una barra de edición, barra de herramientas estándar con las funcionalidades principales de un SIG y una ventana de salida de mensajes.

Lista de Capas: se encuentra en la parte izquierda de la ventana del proyecto y se encarga de mostrar todas las capas abiertas en el mismo. Las capas pueden ser agrupadas dentro de características, las cuales, al ser establecidas por la aplicación toman los nombres “Trabajo” y “Sistema”.

Vista de Capas: colocada en la parte derecha del entorno de trabajo muestra gráficamente cada capa seleccionada mostrando puntos, líneas y polígonos que conforman mapas temáticos.

Barra de herramientas: posee un conjunto de opciones que permiten la edición y manipulación de elementos geográficos del mundo real.

Las ventanas principales generadas por OpenJump son:

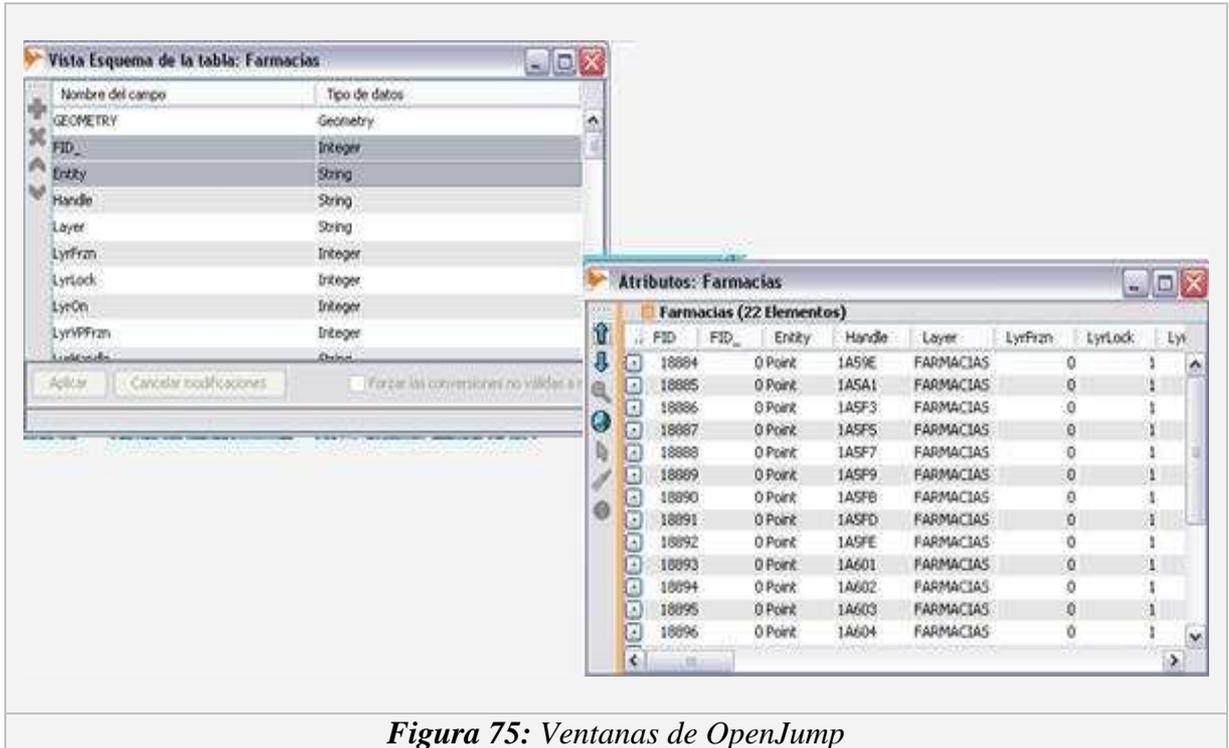


Figura 75: Ventanas de OpenJump

Vista de Atributos: muestra los atributos de capas. Posee una barra de herramientas usada para seleccionar y editar opciones sobre la vista de capa además de herramientas zoom.

Vista de Esquema: permite agregar y borrar columnas de atributos a una capa, al igual que permite cambiar los tipos de datos de cada uno.

Vista de Categorías: muestra atributos y valores de los ítems seleccionados. Provee de dos posibilidades: Vista de Tabla en la que se muestra la estructura de datos de una tabla y Vista HTML para mostrar atributos y coordenadas de capas en formato GML y la sintaxis WKT.

Ventana de Salida: se encarga de mostrar procesos y mensajes de error. Controla los botones permitidos para mostrar mensajes previos a su ejecución.

Barra de Estado

La barra de estado de OpenJump es usada para mostrar la siguiente información:

- Peligros y errores.
- Tiempo de carga de dataset con el número de capas seleccionadas con dimensión X/Y.
- Memoria RAM en uso.
- Latitud y longitud del cursor del mouse.

3.6.2.1.1 SIMBOLOGÍA Y MAPAS TEMÁTICOS

Cada capa o mapa temático dentro de OpenJump se caracteriza por poseer un nombre, además de poder ser copiada, eliminada, insertada o movida del árbol jerárquico. De esta forma, puede asignarse a categorías diferentes y ser almacenada como archivo o base de datos.

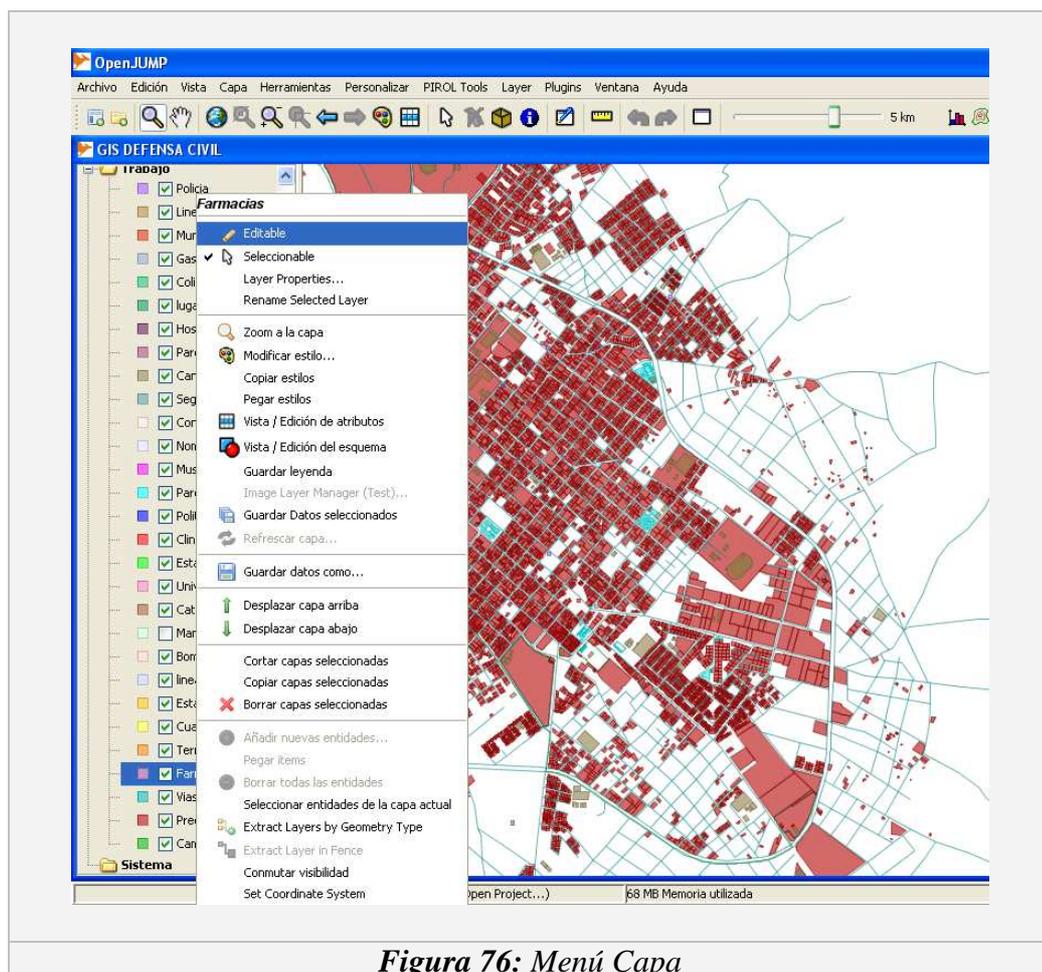
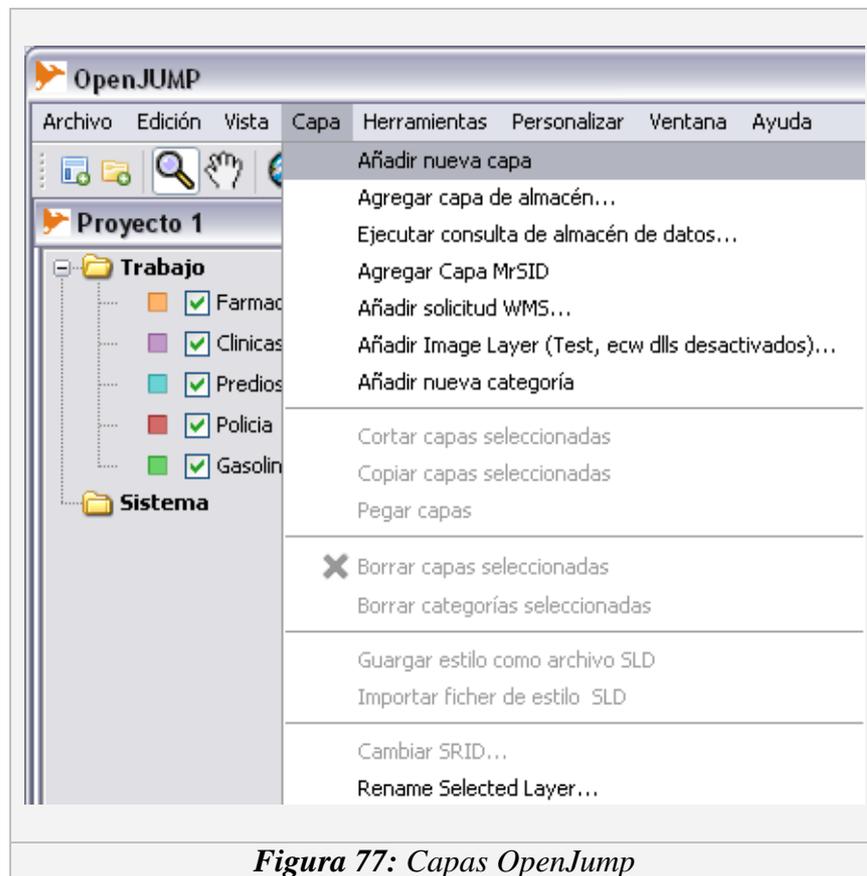


Figura 76: Menú Capa

Cada capa presente en OpenJump despliega un menú básico que permite modificar su estilo, ver sus atributos y esquema además del zoom de cada una. La simbología aplicada a una capa permite diferenciarla de las demás, así, OpenJump incorpora a la vez plugins adicionales que generan herramientas para colocar diferentes símbolos a cada capa dándole mayor vistosidad.

El menú capa proporcionado por la interfaz de OpenJump permite a la vez cargar capas existentes, capas WMS y crear nuevas estructuras para el almacenamiento de capas.



Una capa permite cambiar su estilo mediante la ventana de cambio de estilo generada al utilizar la herramienta “Cambio de Visualización de Capa” , la cual no requiere que la capa sea editable. OpenJump ofrece cuatro formas de visualización de capas, estas

son Apariencia, Escala, Colores temáticos, Etiquetas (textos desplegados) y Decoraciones (Inicio y Fin de puntos de estilos de líneas).

Apariencia

Mediante este estilo es posible configurar el color de las líneas y áreas, el tipo de relleno propio de las áreas, el estilo de color de una línea, su ancho y la transparencia de los colores, además del tamaño de los vértices permitiendo al usuario personalizar un mapa según las necesidades requeridas y gustos definidos.

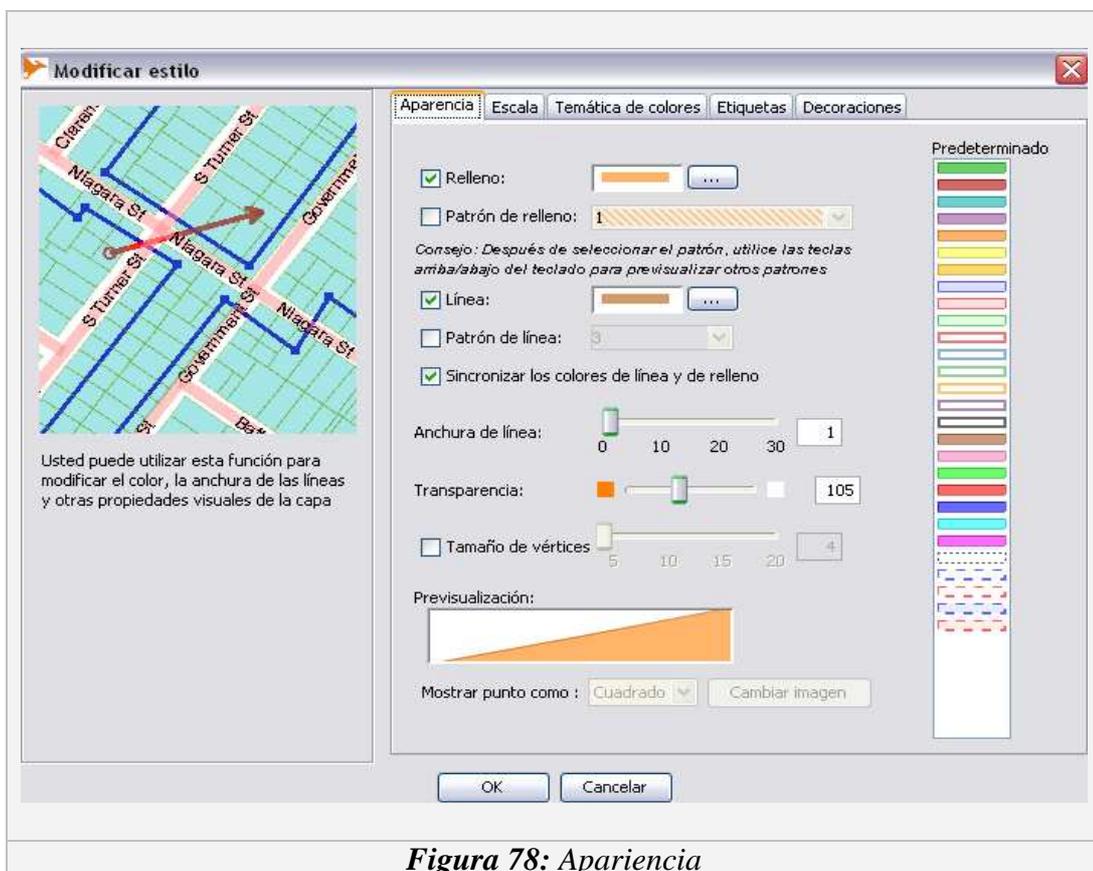


Figura 78: Apariencia

Relleno: esta opción permite llenar el color de polígonos. Al abrir el botón destinado a esta opción aparece una ventana de colores donde los usuarios pueden escoger según sus necesidades y sus gustos.

Patrón de Relleno: cambia el estilo de relleno de polígonos.

Línea: esta opción cambia el color de la línea.

Patrón de Línea: permite cambiar el patrón de línea.

Sincronizar los colores de Línea y Relleno: esta opción se activa por defecto y ayuda a que los colores de línea y relleno tomen vistosidad una de otra.

Anchura de Línea: permite cambiar la anchura de la línea.

Transparencia: permite configurar la transparencia de una capa

Tamaño de Vértices: permiten configurar el tamaño de los vértices. OpenJump permite asignar símbolos a Vértices por medio de un plugin externos.

Escala

La opción escala provee la máxima y mínima escala para mostrar una capa.



Colores Temáticos

La opción colores temáticos configura la apariencia de las capas de acuerdo a los valores de los atributos o a un rango de valores definido. Para emplear un estilo

temático es necesario que cada capa posea atributos cuyos valores sean numéricos, los cuales pueden ser agrupados en intervalos y modificados en cuanto a color. Provee la opción de generar rangos que dan proporción a colores e intervalos. Los aspectos de configuración proporcionados por la temática de colores son las siguientes:

Activar Temática de Colores: define los colores acorde a los valores de atributo.

Por Rango: permite configurar colores temáticos acorde a un rango de colores.

Atributo: La opción atributo permite escoger un atributo en el cual se basará la temática de colores.

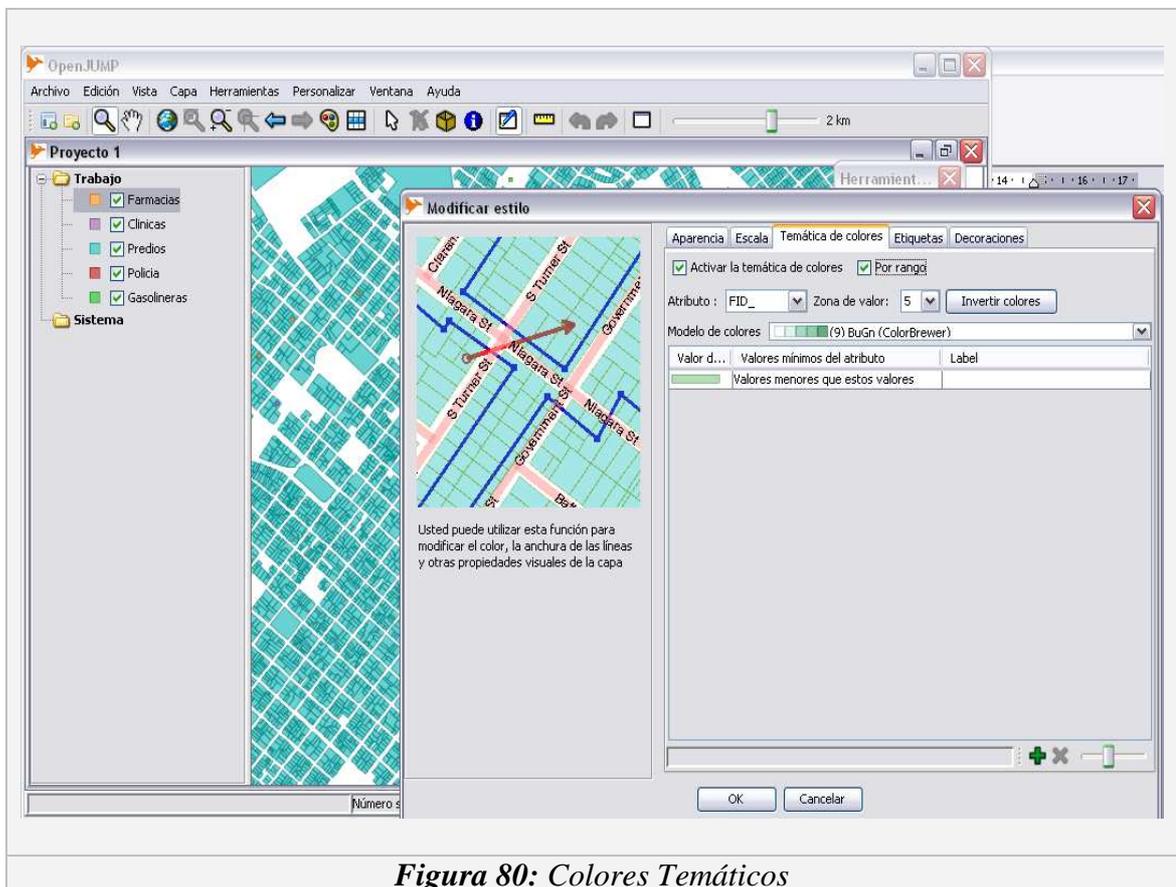


Figura 80: Colores Temáticos

Etiquetas

Las capas poseen atributos cuyos valores pueden ser mostrados como etiquetas de texto al activar la casilla de etiquetas dentro de la ventana de Cambio de estilo. Para etiquetar

es necesario seleccionar el campo de atributo en el cual se basará este proceso y configurar las opciones adicionales.

Etiquetas de Atributos: permite definir el campo de atributos para ser mostrados como etiquetas.

Alineación: permite alinear etiquetas tanto vertical como horizontalmente. Es usado para alinear etiquetas por líneas definiendo también la posición.

Atributo de Angulo: permite configurar la rotación del ángulo de la etiqueta.

Atributo de Altura: permite configurar la altura de un atributo.

Altura: configura la altura del texto.

Cambiar Color: abre la ventana de color para modificar el color de fuente.

Cambiar Fuente: define el tipo de fuente usado para una etiqueta.

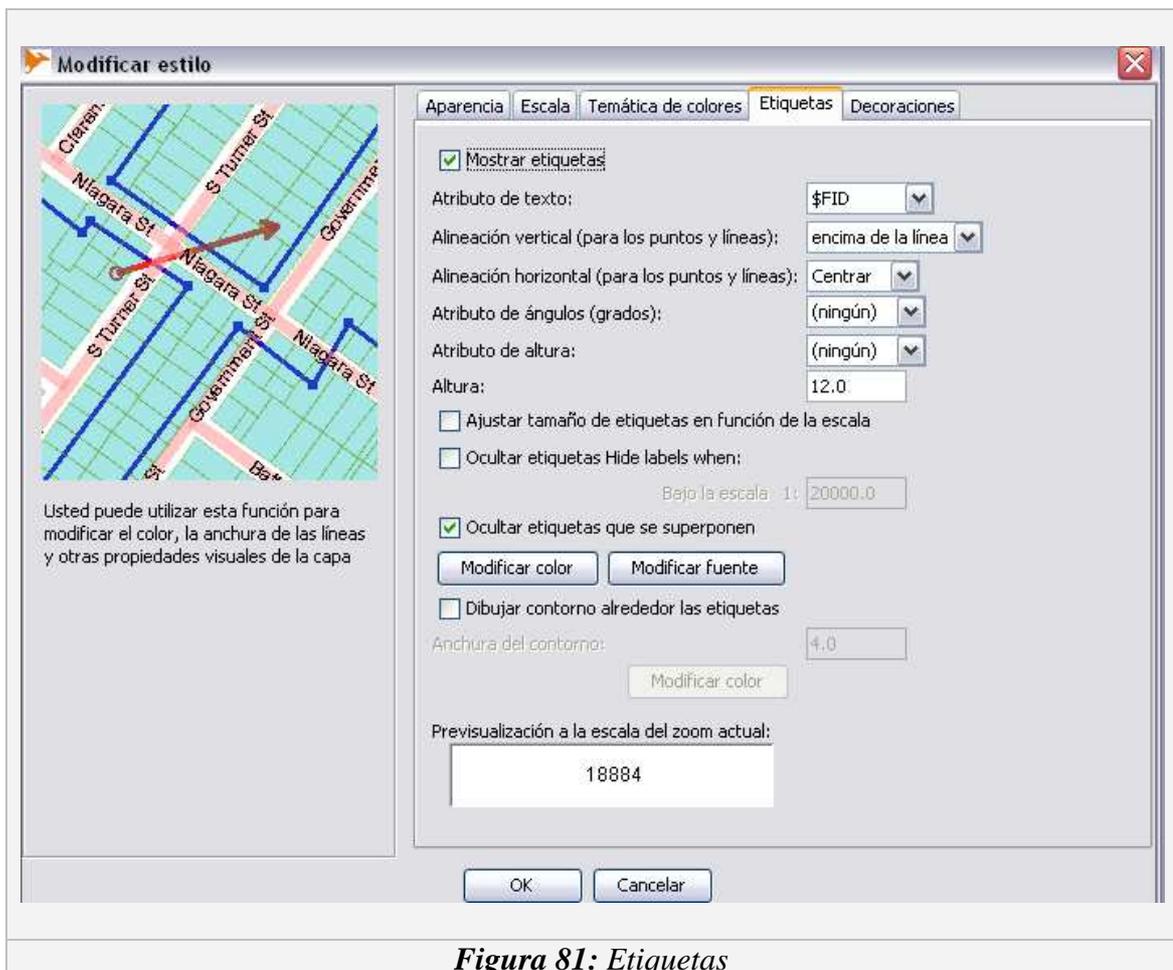
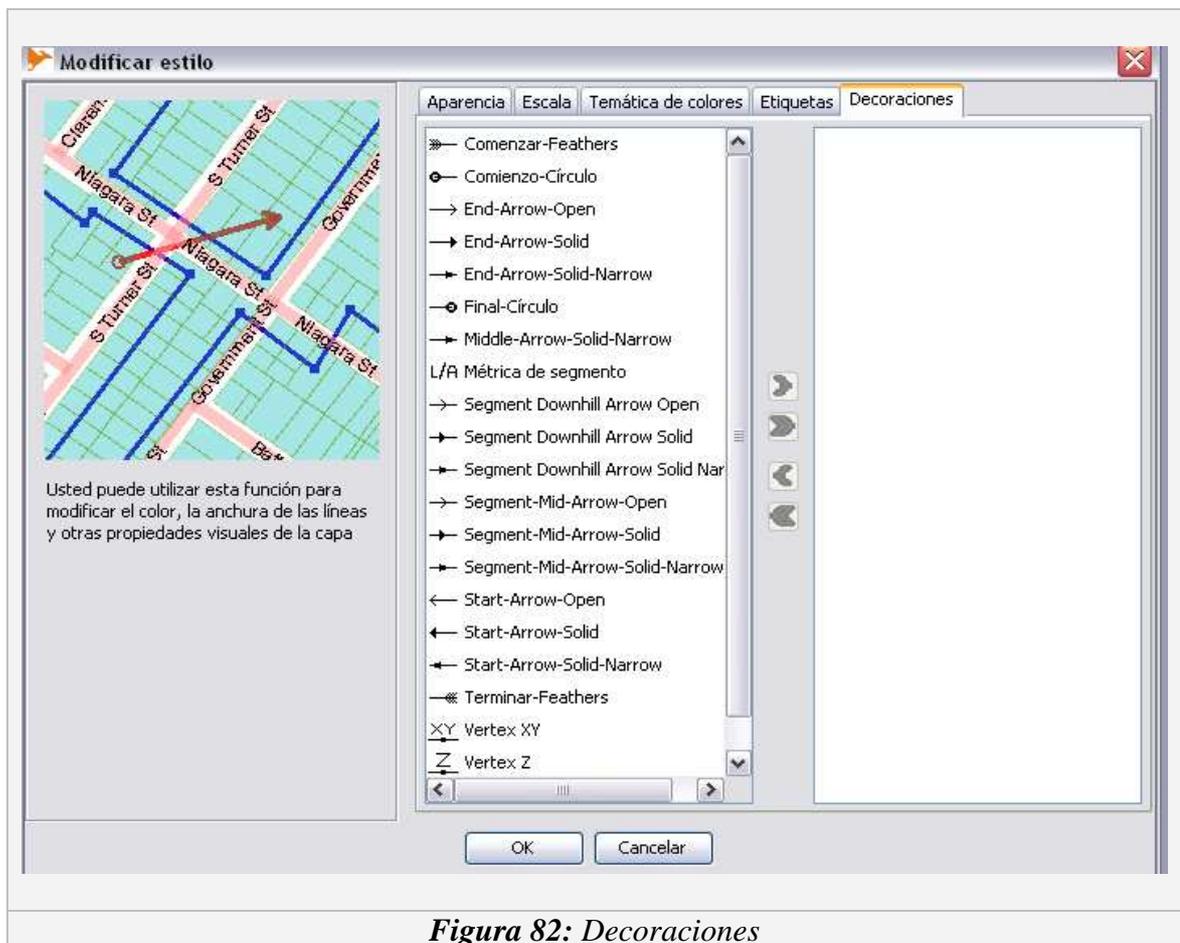


Figura 81: Etiquetas

Decoraciones

Mediante esta opción es posible definir símbolos para puntos de inicio y fin de línea. Los símbolos necesitan ser transferidos de izquierda a derecha por medio de los botones dentro de la ventana de cambio de estilos para ser aplicados sobre las líneas, de esta forma cada símbolo es aplicado a todas las características de la capa y no solo a características simples.



3.6.2.1.2 IMPRESIÓN Y LAYOUT

En OpenJump no es posible imprimir capas mostradas directamente, sin embargo, mediante un plugin adicional instalado en la aplicación cada capa puede mostrarse en una Vista de Diseño especial. Dentro del diseño de impresión es posible configurar la impresora y el tamaño de hoja además de la leyenda respectiva al mapa y la orientación

correspondiente. El plugin destinado para impresión debe ser descargado desde Internet, y lleva el nombre JumpPrinter.jar, el cual requiere de los archivos denominados iText-2.1.2u.jar y VertexSymbols.jar. La ubicación final del plugin debe ser dentro de la carpeta “ext” que se encuentra en la carpeta principal de instalación de OpenJump. Así, para iniciar la funcionalidad del plugin, es necesario reiniciar la herramienta y ejecutarla nuevamente.

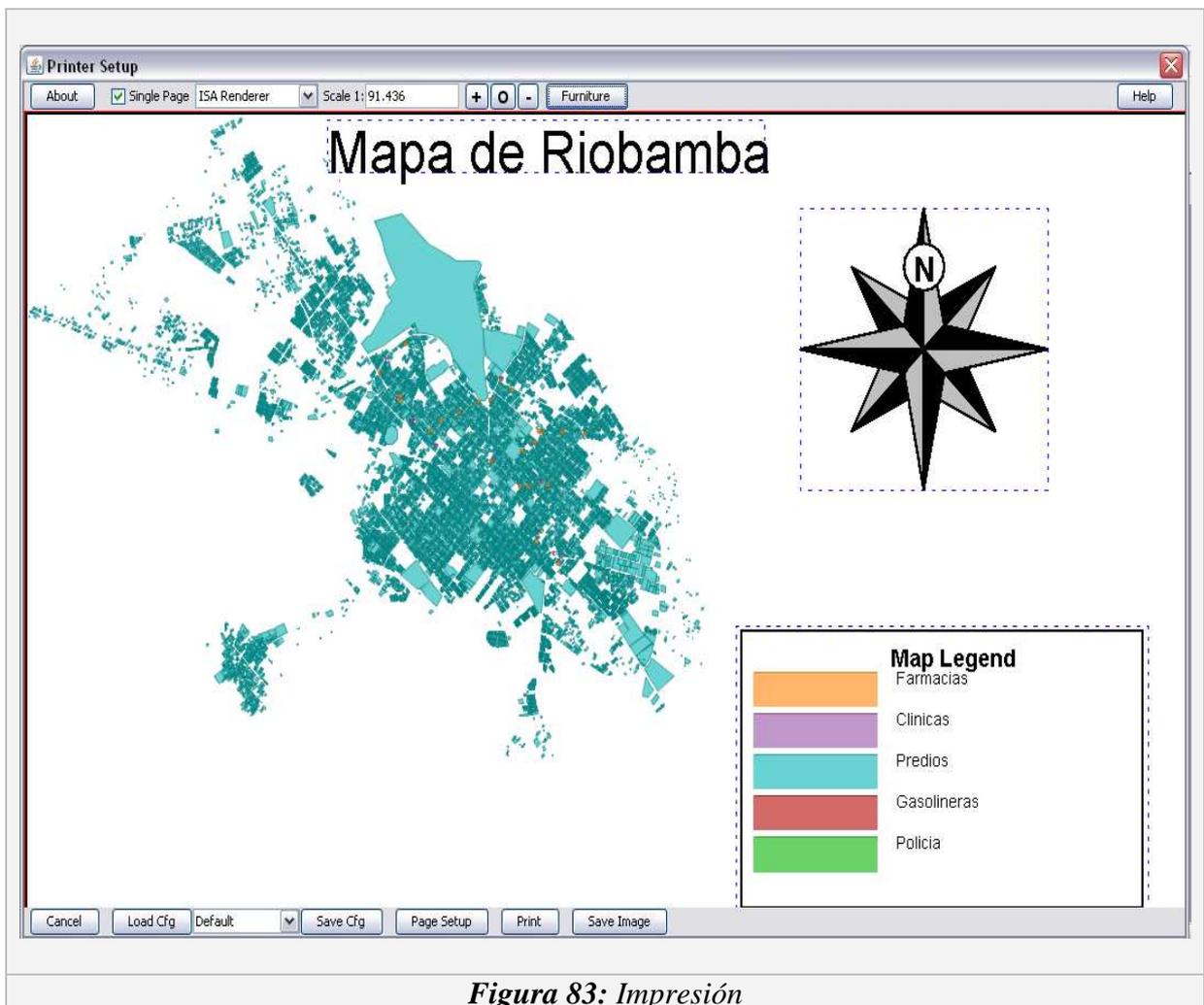


Figura 83: Impresión

Mediante la utilización de un programa de código abierto apropiado para la impresión de mapas vectoriales, como por ejemplo, PhotoFiltre o GIMP para imágenes raster e Inkscape para gráficos vectoriales, cada mapa puede ser almacenado en formato raster o

vectorial para después ser impreso. De esta manera, al emplear opciones hábiles que permitan guardar archivos en diferentes formatos (Archivo/Guardar imagen en formato SVG) es posible almacenar la vista actual de un proyecto en formatos como SVG que almacena solo la capa que se encuentra visible. Así mismo, Inkscape también permite que los archivos SVG puedan ser editados e impresos con mayor facilidad al emplear las opciones de impresión proporcionadas por la herramienta.

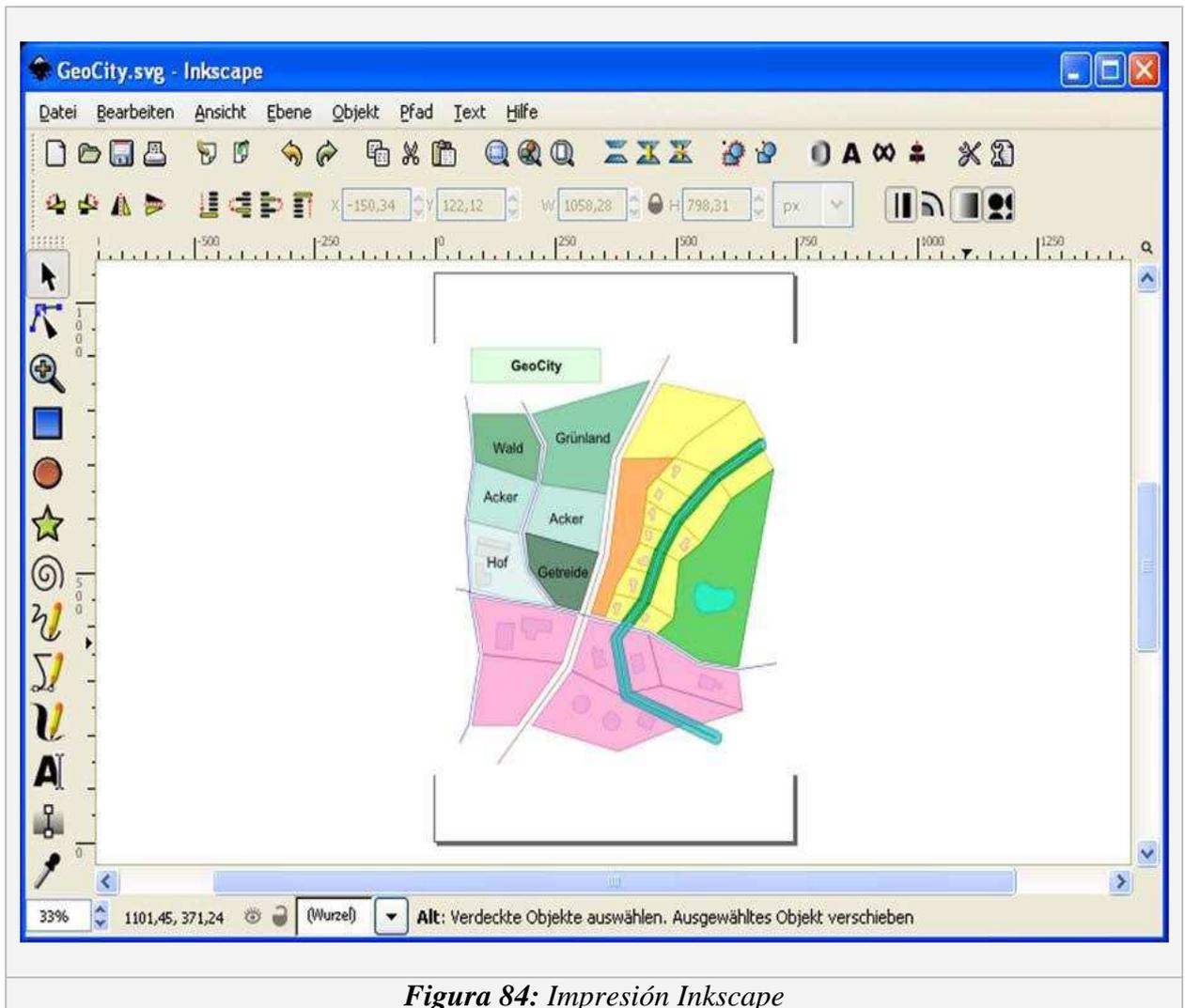


Figura 84: Impresión Inkscape

3.6.2.1.3 MANIPULACIÓN DE TABLAS

En OpenJump 1.2 las capas creadas manejan un esquema de datos que es representado por tablas, mediante él, la información no espacial es definida, así, los

valores propios de los elementos geográficos como por ejemplo el nombre o el área de una parcela se describen en correspondencia con la parte gráfica de la información.

El modelamiento de datos es un aspecto muy importante en OpenJump debido a que se definen capas y esquemas respectivos para cada caso. De esta forma, si hablamos de capas en las que se describen parcelas y árboles, éstos deberían dividirse en dos capas diferentes ya que cada uno posee propiedades específicas y por consiguiente atributos diferentes. OpenJump maneja el término Esquema Relacional de Bases de Datos donde define campos, a los cuales se asigna un tipo de dato específico. Los tipos de datos manejados en la aplicación son:

TABLA IV
Tipos de Datos OpenJump

<i>Tipo de Dato</i>	<i>Descripción</i>
Integer	Dato numérico positivo o negativo de máximo 38 dígitos
Double	Dato numérico que puede poseer decimales
String	Tipo de dato Texto
Date	Tipo de dato Fecha
Geométrico	Usado en bases de datos espaciales como SQL
Object	Usado en bases de datos espaciales como SQL

Fuente: OpenJump, www.openjump.org

Elaborado por: Mónica Samaniego, Patricia Chiriboga

Editar Atributos

Para editar una tabla de atributos en OpenJump debemos seleccionar la capa a editar y por medio del menú contextual seleccionar la opción Vista/Editar Atributos, en donde es posible colocar información acorde a la tabla.

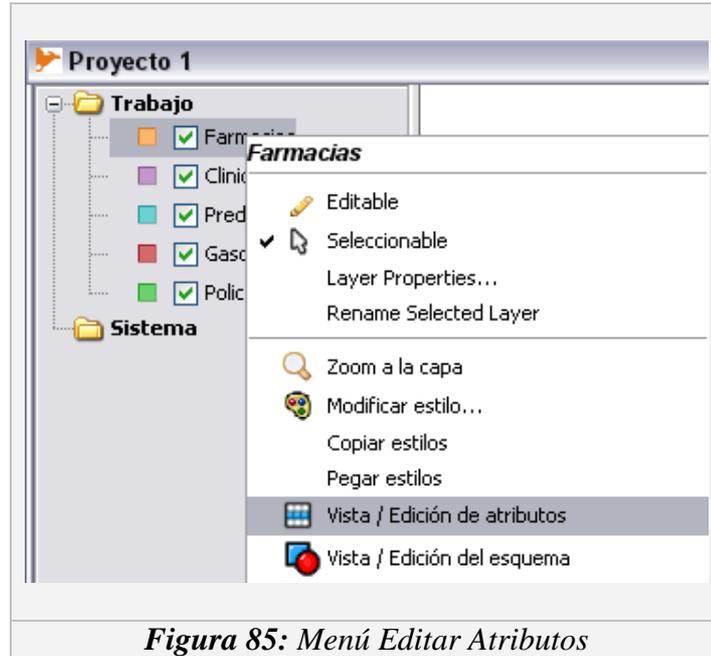


Figura 85: Menú Editar Atributos

Una capa debe ser editable para poder cambiar sus atributos. Así, la barra de herramientas provista para editar atributos brinda funciones para zooming específicamente zoom de fila y zoom completo, identificación de características previamente seleccionadas en la tabla. Además de las herramientas de movimiento, seleccionar capa y mostrar capa.

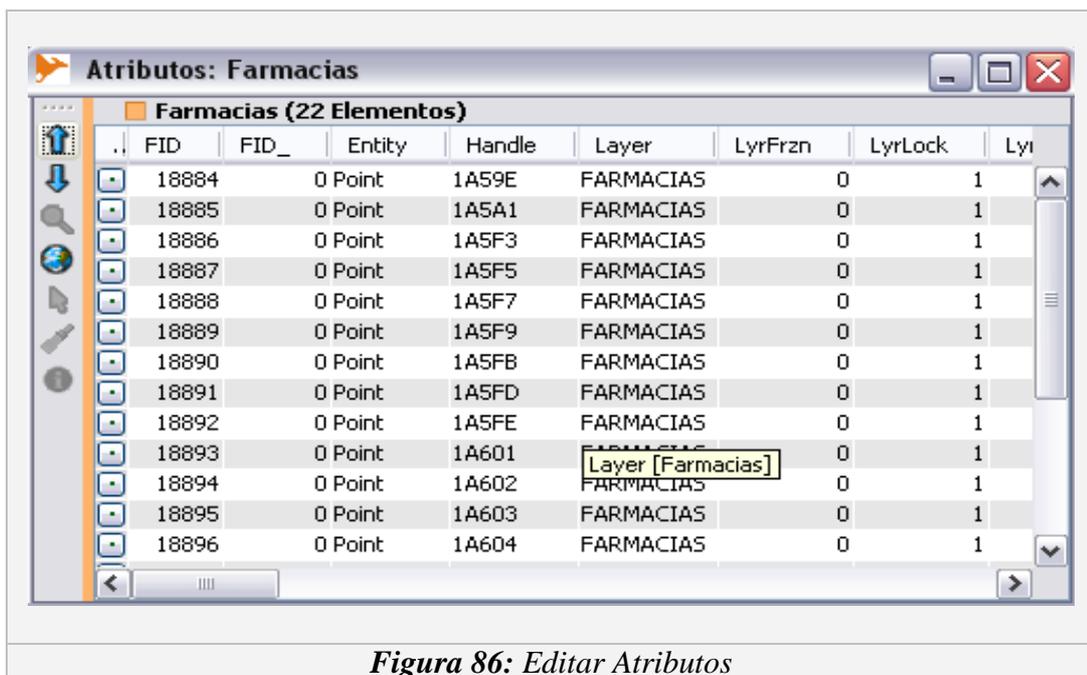


Figura 86: Editar Atributos

Cada una de estas herramientas posee una funcionalidad específica:

Flechas de Desplazamiento: sirven para moverse a través de la tabla de atributos.

Lupa: para realizar zoom de una fila seleccionada y “Zoom Completo” permite hacer un zoom total de la vista.

Seleccionar capa: brinda la posibilidad de mostrar y seleccionar capas dentro de la vista de capa.

Mostrar Capa: se encarga de visualizar gráficamente el contenido de un esquema.

Mostrar Información: presenta datos geométricos en diferentes formatos. El formato WKT (Well Know Text), GML (Geography Mark-Up Language) y el formato CL o lista coordinada.

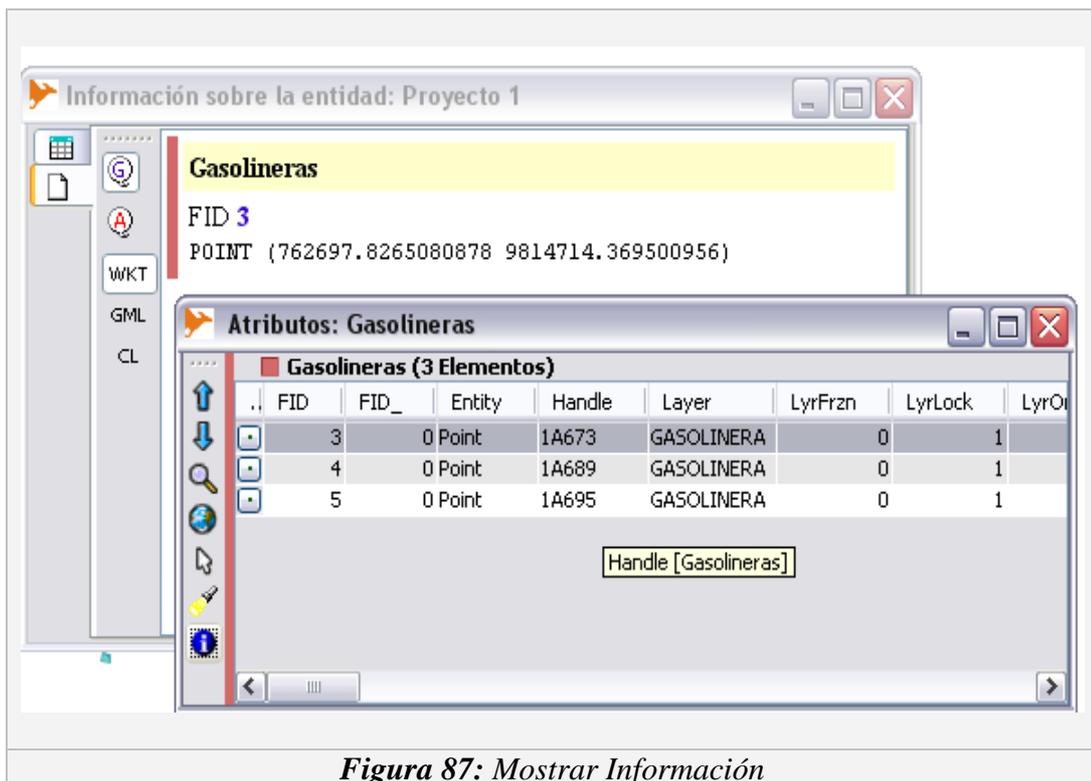


Figura 87: Mostrar Información

Editar Esquema

Para editar un esquema de tabla que contiene los campos y tipos de datos de la tabla es necesario seleccionar una capa y abrir la opción Vista/Editar Esquema donde se

encuentran las opciones de agregar, eliminar y mover campos que permitirán manipular la tabla de manera flexible.

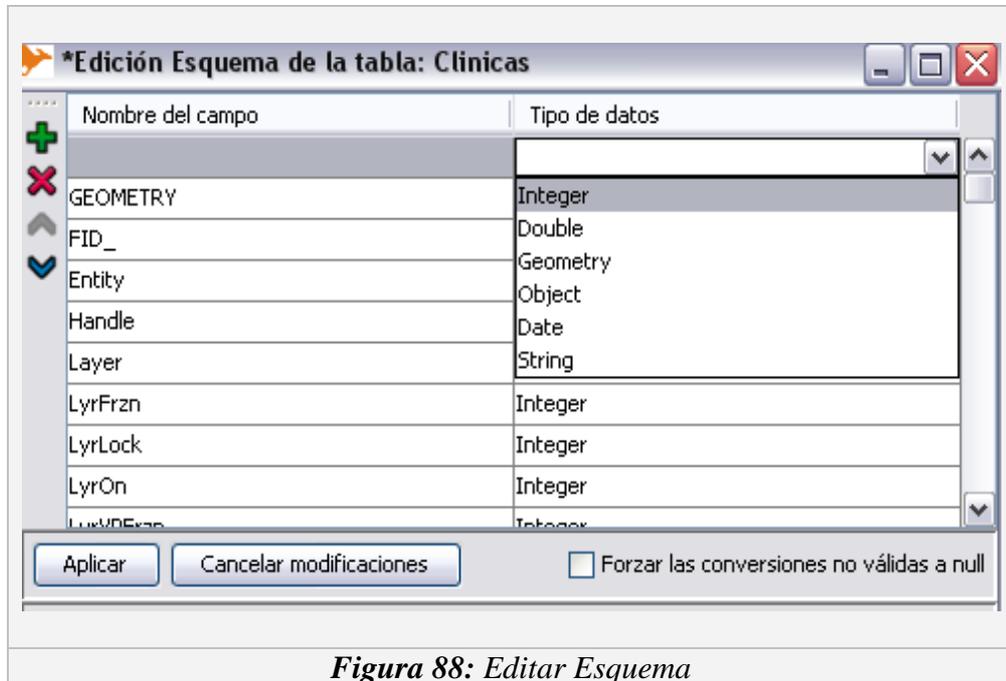


Figura 88: Editar Esquema

Agregar Atributo

Para agregar un atributo en el esquema de una tabla se debe:

1. Clic en el botón agregar de la ventana de edición
2. Ingresar el nuevo nombre
3. Seleccionar el tipo de dato para el campo.
4. Aplicar cambios.

Eliminar Atributos

Para eliminar un atributo es necesario seleccionar el atributo a eliminar. Presionar con el mouse el botón eliminar de la ventana de edición de esquema y aplicar los cambios.

Gráficos

OpenJump proporciona también la posibilidad de representar gráficamente el contenido de la tabla de atributos contenida por una capa por medio de la herramienta histograma,

la cual requiere de un plugin adicional denominado histogramm.jar. Por medio de este plugin se incorpora a la barra de herramientas una nueva opción que al ejecutarse permite la creación de gráficos estadísticos en forma de barras. De esta forma el usuario es capaz de representar gráficamente los resultados de un análisis definido.

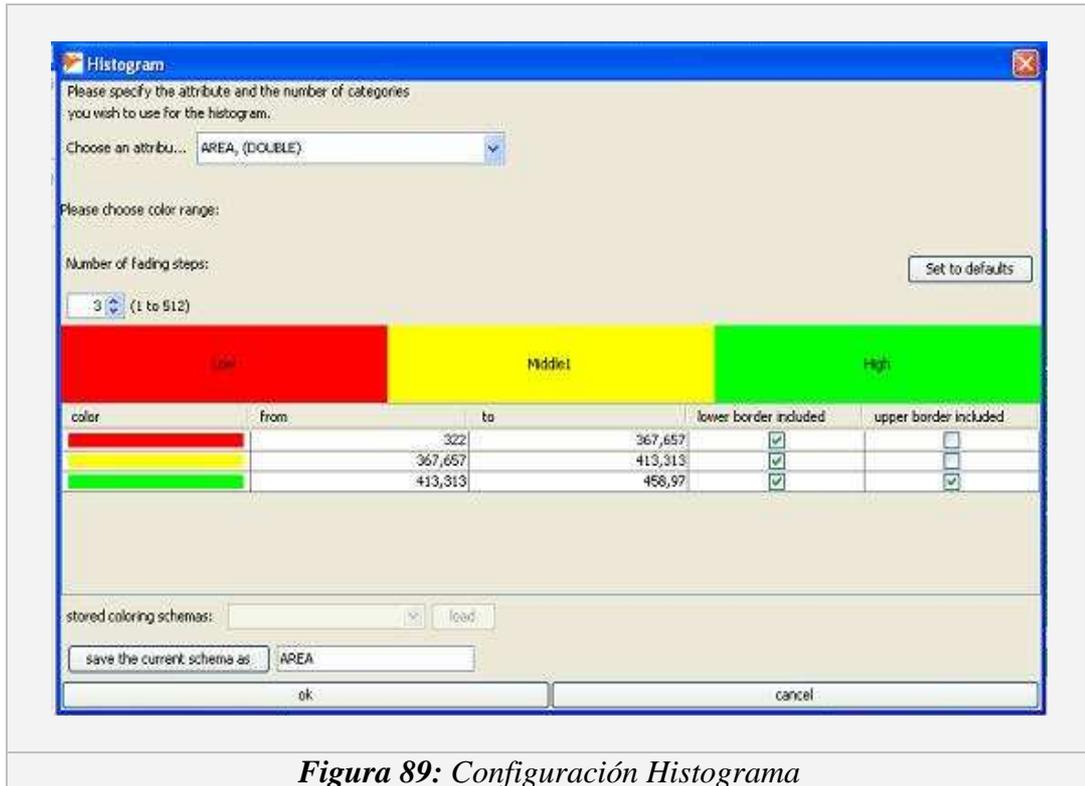


Figura 89: Configuración Histograma

Para configurar un histograma es necesario seleccionar el atributo en base al cual se realizará el gráfico y definir el rango de colores para el mismo. Los colores indican los niveles bajo, medio y alto a los valores de los atributos. De esta manera es generado un histograma con las categorías y colores establecidos; además de una leyenda que contiene los valores máximos y mínimos, número de categorías en el gráfico y las filas de atributos empleados para el gráfico. Un histograma generado por OpenJump puede ser almacenado como imagen.

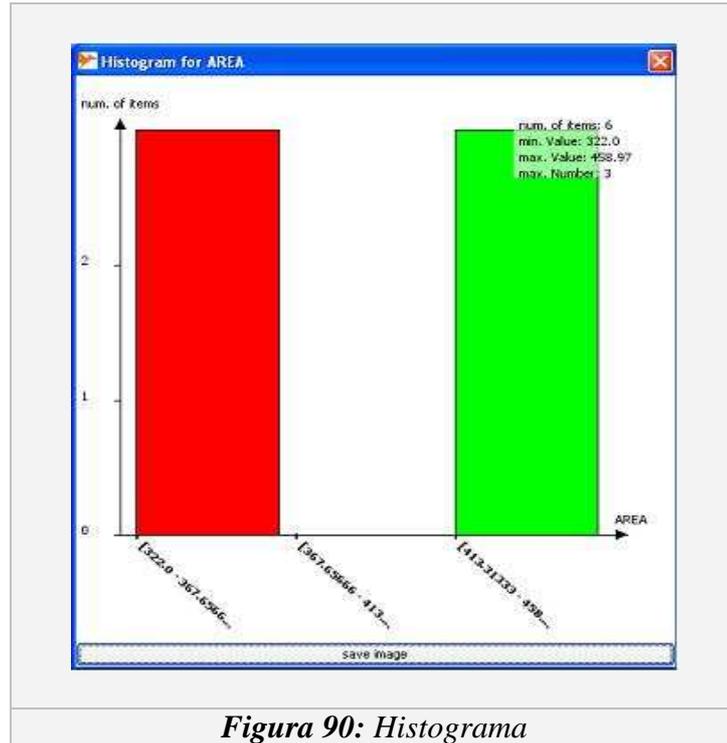


Figura 90: Histograma

3.6.2.2 CONEXIÓN A BASE DE DATOS

En cuanto a conexiones, OpenJump requiere de plugins adicionales para enlazar datos a gestores externos, de este modo, se presenta la posibilidad de trabajar con tablas (relaciones) propias de bases de datos como PostgreSQL/PostGIS. PostgreSQL es un objeto relacional de sistemas de administración de bases de datos (ORDBMS), el cual puede ser adaptado para propósitos geográficos usando la aplicación conocida como PostGIS. Mediante esta aplicación es permitido almacenar y editar atributos y elementos geográficos haciendo uso de relaciones básicas usuales.

Para utilizar PostGis se requiere instalar un drive JDBC (Conexión a Bases de Datos Java) para PostSQL y dos plugins para OpenJump. El drive JDBC puede ser descargado en su versión más actual del sitio <http://www.postgresql.org/>. Así, la instalación de éste debe realizarse por medio del entorno de trabajo de Java "JavaRuntimeEnviroment" por

medio del cual es necesario copiar el archivo en la carpeta \lib\ext donde también debe estar colocado el plugin de OpenJump (JumpPostGISrzcن.jar) y un soporte (sridsupport.jar).

El primer plugin utilizado (JumpPostGISrzcن.jar) tiene el objetivo de realizar la conexión con el servidor de bases de datos permitiendo la lectura y escritura de los datos. El segundo (sridsupport.jar) es usado para asignar a las capas un identificador del sistema de referencia espacial (SRID). De este modo, para establecer la conexión a un servidor es necesaria la siguiente información:

- La dirección IP del servidor.
- Un número de puerto (normalmente 5432).
- El nombre de la base de datos.
- El nombre de la tabla
- La cuenta de usuario y su correspondiente contraseña.

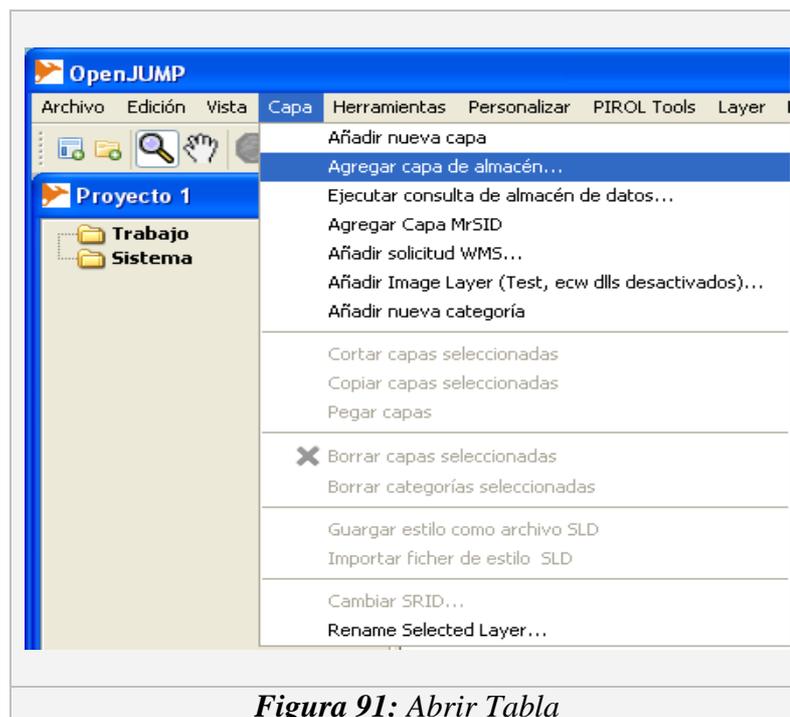


Figura 91: Abrir Tabla

Así, para establecer una conexión a cualquier base de datos externa, se precisa cargar una capa mediante el menú Capa/Agregar capa de almacén, que además requiere de la geometría de la capa; es decir que mediante este proceso existe la posibilidad de abrir tablas creadas en diferentes formatos siempre y cuando posean una conexión y por lo tanto los plugins necesarios para abrir la tabla que será mostrada en la interfaz principal de la aplicación con el nombre con el que se definió con anterioridad.

El establecimiento de una conexión en OpenJump genera la instalación de nuevos plugins que permiten la manipulación de datos, por ello, la aplicación permite mayor flexibilidad y alcance hacia nuevos y poderosos gestores de bases de datos como SQL, Oracle y MySQL; pero a un costo de adquisición de elementos necesarios para el establecimiento de una conexión segura.

En lo referente a conexiones con Servidores WMS, OpenJump genera dichos enlaces en forma de capas con propiedades diferentes, así, puede servir como base para extender la información del sistema por medio de vectorización o digitalización de nuevos elementos geográficos enlazados a sus atributos. Si este tipo de conexión estuviera manipulada como una instancia no sería posible dibujar o modificar nuevos datos.

Mediante el menú “Capa/Agregar solicitud WMS” la dirección URL del servidor de mapas puede ser agregado, para después ingresar capas WMS que son seleccionadas usando el botón “Escoger Capas”.

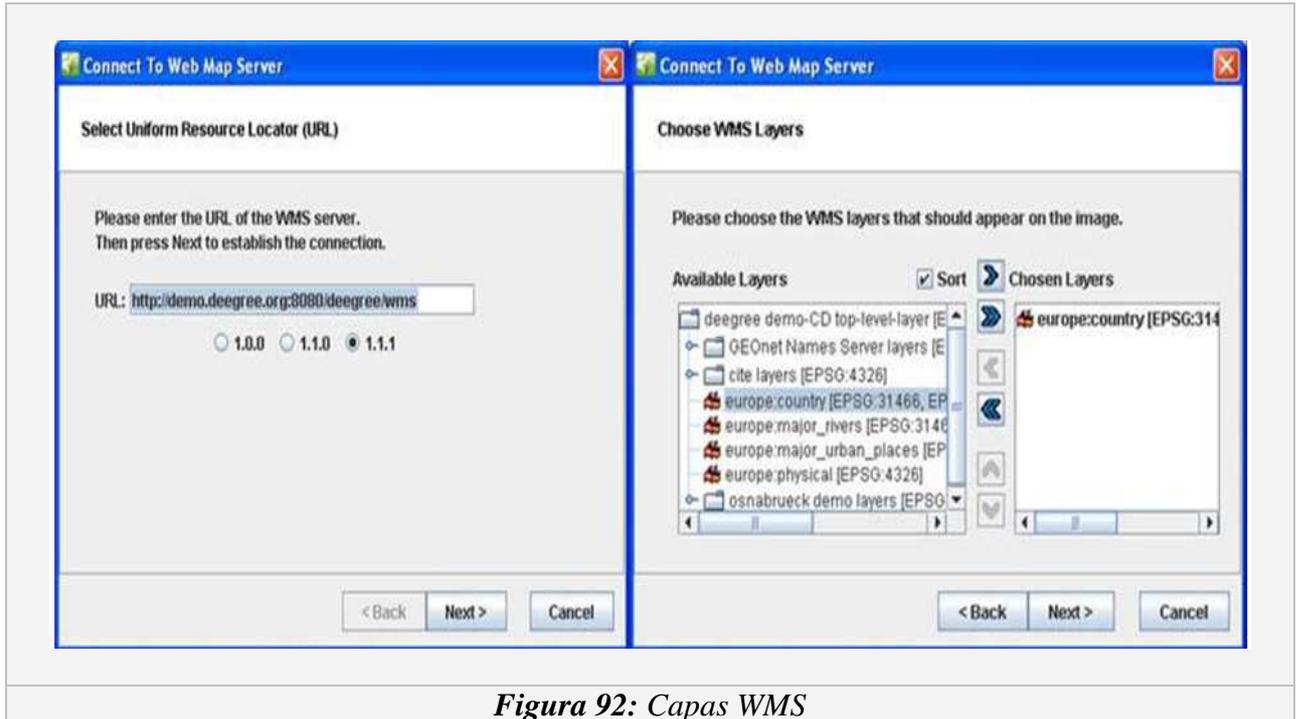


Figura 92: Capas WMS

Un servidor WMS provee también datos ráster en diferentes Sistemas de Referencia de Coordenadas (CRS) que deben ser seleccionados para mostrar apropiadamente los datos. Los sistemas de referencia en OpenJump son especificados por la notación de EPSG (Grupo de Inspección de Petróleo Europeo).

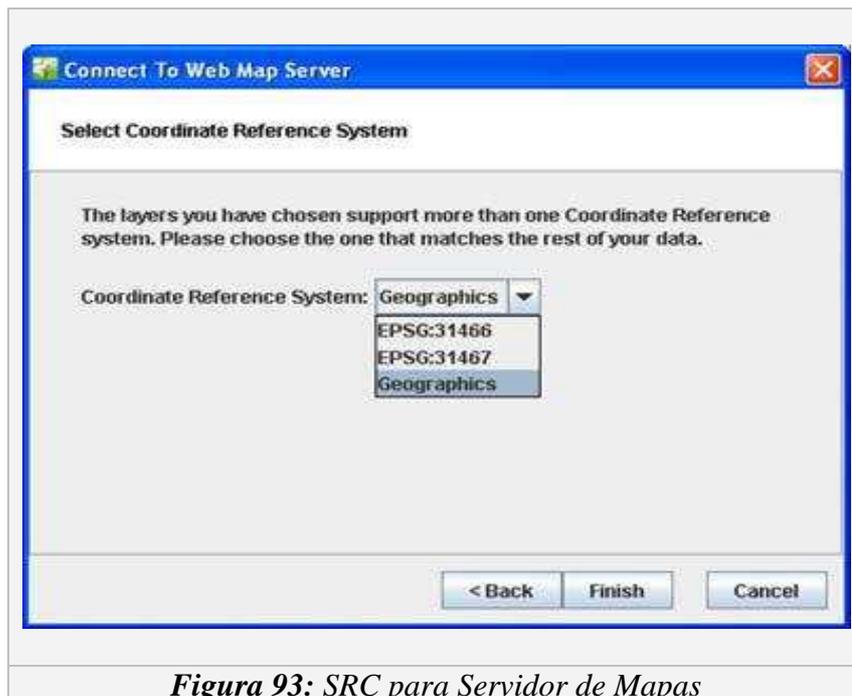


Figura 93: SRC para Servidor de Mapas

Al seleccionar la opción “View/Zoom para Capas WMS” se obtiene una vista clara del mapa. Así, el tiempo que tarda en presentarse este tipo de capas depende de la conexión de la red y las capacidades del servidor. OpenJump permite ver muchas capas WMS además de la tabla de atributos propia de cada una de ellas.

3.6.2.3 CAJA DE HERRAMIENTAS

OpenJump posee un conjunto de herramientas que potencian su funcionalidad y que son consideradas como un componente en su estructura; cada una de ellas abarca grandes procesos y se colocan en diferentes categorías definidas por la actividad que ejecutan.

Por ende son descritas a continuación:



Figura 94: Barra de Herramientas OpenJump

Las herramientas estándares presentes en OpenJump se describen a continuación:

- | | | |
|---|--|--|
|  Dibujar |  Mostrar características de información | |
|  Herramientas de Edición |  Regla |  Cambiar Estilo |
|  Undo |  Redo | |
|  Ventana de Salida |  Zooming Rápido | |

Independiente a éste conjunto de opciones se proponen las siguientes categorías de herramientas específicas:

3.6.2.3.1 HERRAMIENTAS DE NAVEGACIÓN

Las herramientas propuestas para navegación dentro de un proyecto de OpenJump son las siguientes:



Ampliar/Reducir: permite realiza un zoom de un área dentro de la vista de mapas.

Para utilizarla es necesario dibujar un rectángulo en el área que se desea el zoom.



Movimiento: permite mover la vista de un mapa determinado.



Vista Completa: se encarga de realizar un zoom de la extensión completa de un mapa seleccionado.



Zoom Seleccionado: seleccionando un ítem sobre la vista de capa permite realizar un zoom del mismo.



Acercamiento: permite visualizar de cerca los elementos de una capa.



Zoom en tiempo real: realiza la ampliación y reducción de un mapa por medio del mouse según la dirección del usuario.



Vista Previa: permite ver el mapa anterior mostrado.



Vista Siguiente: visualiza la siguiente vista en la ventana de visualización del proyecto.

3.6.2.3.2 HERRAMIENTAS DE SELECCIÓN

OpenJump genera cuatro posibilidades de selección de elementos, entre ellas están:

- Uso de barra de herramientas estándar.
- Uso de menú edición.
- Uso de menú herramientas.

- Uso de la vista de edición de atributos.

Barra de Herramientas estándar

 **Seleccionar Características:** posibilita seleccionar una o más características sobre la vista.

 **Deseleccionar:** permite limpiar la selección existente.

Menú Edición

En el menú edición de OpenJump existen varias funciones de selección que permiten escoger ítems de acuerdo al zoom y/o elementos gráficos, así, se encuentran definidos los siguientes menús:

- Seleccionar ítems de capas: permite escoger todos los ítems contenidos dentro de una o más capas. De esta forma:
 1. Definir una capa.
 2. ingresar al menú y escoger la opción “Seleccionar ítem de capa”.
- Selección por tipo de geometría: selecciona elementos según su geometría.
 1. Seleccionar una capa de la lista.
 2. Escoger la opción Edit/Selección por tipo de geometría
 3. Seleccionar el tipo de geometría de la lista (Geometría vacía, punto, multipunto, línea, polígono, multipolígono, colección de geometrías).
- Selección de elementos dentro de un área circular definida:
 1. Seleccionar una capa
 2. Ir hacia el menú Edit/seleccionar ítems por círculo.
 3. En una la nueva ventana definir el radio del círculo.

4. Se genera una nueva ventana que dota al cursor de un círculo rojo que al colocar sobre la vista permite seleccionar los elementos dentro del área circular.

- Selección de Acercamiento (📦): caja temporal que puede ser definida sobre la vista de capa. Es usado para examinar vértices de características y para realizar un zoom específico hacia áreas cerradas.

Menú herramientas

El menú de herramientas permite operar sobre características mostrando atributos de una capa seleccionada. Algunas de las funciones permiten más modos de selección sofisticados cuyos resultados son generalmente copiados en nuevas capas. Así, es posible realizar consultas espaciales según las necesidades del usuario por medio del menú Herramientas/Consultas/Consulta espacial presente en la interfaz básica de OpenJump.



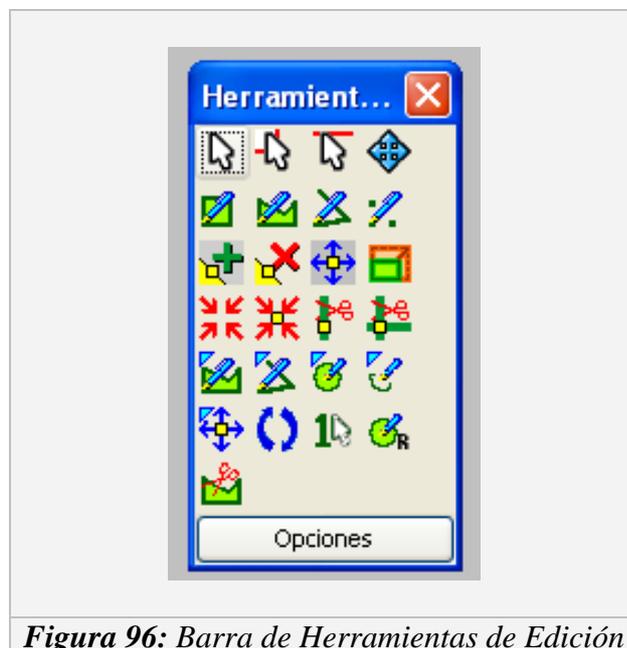
Figura 95: Consulta Espacial

Vista de edición de atributos.

Al emplear la herramienta “Mostrar Atributos” () de la barra estándar, se abre una vista que muestra una tabla con todos los ítems en forma de columnas (atributos) y filas (valores), de esta manera, al emplear la herramienta de selección  sobre la fila de una característica el correspondiente elemento de la vista es visualizado.

3.6.2.3.3 HERRAMIENTAS DE EDICIÓN

Una caja de herramientas de edición constituye en OpenJump una colección de herramientas de edición, generación y modificación de geometrías sobre la vista de una capa. El usuario se encuentra en la capacidad de dibujar complejas formas partiendo de los elementos básicos como son puntos, líneas y polígonos. Añaden a cada característica la capacidad de ser duplicadas y rotadas.



La barra de herramientas de edición se activa mediante el icono (). Así, las herramientas que presenta son:

- Herramientas de selección y movimiento.
- Rectángulo, polígono, línea, y dibujo de puntos.
- Herramientas de agregar, eliminar y mover vértices.
- Herramientas para quitar vértices (snapping) y dividir líneas (split lines).

Herramientas de Selección

 **Seleccionar Colecciones:** mediante esta herramienta uno o más ítems dentro de grupos combinados pueden ser editados.

 **Seleccionar aberturas:** permite seleccionar elementos que posean aberturas o espacios vacíos y editar sus vértices o moverlos dentro de polígonos.

 **Mover:** se encarga de desplazar características y aberturas seleccionadas dentro de la vista de capa.

Herramientas de Dibujo de Objetos

Estas herramientas son usadas para dibujar elementos geográficos sobre la vista de capa.

 **Dibujar Rectángulo:** permite dibujar polígonos en la vista de capa. Después de seleccionada la herramienta dibujar mediante el mouse la figura y finalizar dar doble clic sobre el mouse.

 **Dibujar Polígono:** de la misma forma dibuja polígonos y aberturas.

 **Dibujar Línea:** permite dibujar una cadena de líneas sobre la vista de capa utilizando el mouse y doble clic para terminar.

 **Dibujar Puntos:** se encarga de dibujar puntos sobre la vista de capas empleando el ratón.

Herramientas de Vértices y Ajuste



Agregar punto a línea (vértices): para utilizar esta herramienta es necesario seleccionar la característica y agregar el vértice requerido mediante el clic izquierdo del mouse sobre el segmento de línea.



Eliminar Vértices: seleccionando la característica eliminar el vértice dando un clic sobre él.



Mover Vértice: seleccionar la característica para luego mover el vértice arrastrándolo con un clic izquierdo del mouse.



Ajustar características: permite ajustar características o conjunto de características sobre la vista de capa, por lo cual es necesario escoger una característica y activar la herramienta. A partir de ello se crea una caja de líneas rojas alrededor del mapa donde al colocarse sobre la esquina de la caja se ajusta automáticamente.

Herramientas de Combinar y Dividir



Combinar vértices: seleccionar el primer vértice y mientras se presiona el botón de combinación, arrastrar hacia el segundo vértice.



Combinar Dos vértices seleccionados: seleccionar una sola característica, a partir de ella dibujar un cuadro alrededor de los vértices a combinar con la herramienta seleccionada. Presione el botón Shift y presione el botón del mouse sobre los vértices seleccionados.



Dividir línea: seleccionar la característica a utilizar y con un clic izquierdo sobre la posición a dividir.



Dividir dos líneas intersecadas: seleccionar las líneas intersecadas y dar un clic izquierdo sobre el punto de intersección entre ellas.

Herramientas de Dibujo Restringido

Estas herramientas permiten dibujar objetos independientes unos de otros, entre éstos se encuentran:



Polígono restringido.



Línea restringida.



Circulo restringido: es dibujado por medio de un punto centro y su radio, así, un rectángulo puede colocarse dentro de él basándose en tres puntos.



Arco restringido.

Otras Herramientas



Mover vértice restringido: permite mover vértices dependiendo de la configuración de las restricciones.



Rotar: permite rotar con libertad una característica seleccionada. Presionando el botón Shift se establece un punto de rotación.



Seleccionar Uno: se encarga de seleccionar un solo elemento, es utilizado cuando se trata de un grupo de elementos.



Dibujar círculo: dibuja un círculo especificando el radio y la exactitud.



Cortar Polígono: corta uno o más polígonos seleccionados. Este también permite crear un corte dentro del polígono.



Polígono Autocompletado: crea polígonos fuera de otros y completa el límite entre ellos. Esta herramienta puede ser usada también para llenar espacios entre polígonos.

3.6.2.3.4 MENU DE HERRAMIENTAS

Este conjunto de herramientas se incorpora en el menú estándar de OpenJump y genera las siguientes opciones:

Consultas: el menú consulta permite al usuario personalizar consultas sobre un proyecto abierto. Los resultados pueden ser seleccionados y/o almacenados en una nueva capa. Dentro las posibles consultas a realizar se destacan: consultas espaciales, consulta de atributos y consultas simples.

- **Consultas espaciales:** requiere de dos capas para su ejecución y brinda la posibilidad de encontrar relaciones espaciales en comparación con otras capas.
- **Consulta de atributos:** trabajan dentro de la capa de origen permitiendo al usuario encontrar datos para la satisfacción de condiciones dadas.
- **Consultas simples:** esta función abre una ventana de construcción de consultas donde el usuario puede definir varias consultas sobre múltiples capas, así, los datos pueden filtrarse de acuerdo al tipo de atributos requeridos.

Análisis: análisis de geometrías realizado sobre una y dos capas que se incorporan en nuevas capas. De esta forma, se presentan las siguientes categorías de análisis en base al número de capas:

- **Una capa:** es posible generar las funciones unión, cálculo de áreas y longitudes, enlace de atributos espaciales, unión por valores de atributos.

Unión: crea una nueva capa como resultado de la unión de las capas seleccionadas.

Cálculo de áreas y longitudes: requiere que la capa sea editable para calcular el área y longitud de las capas seleccionadas.

Enlace de atributos espaciales: enlaza atributos de una capa de origen de acuerdo con criterios espaciales y estadísticos.

Unión por valores de atributos: crea una nueva capa con todas las características que tienen en común los valores de atributos generando la unión entre ellas.

- **Dos capas:** incorpora el análisis de sobrecarga, enlace espacial de geometrías, intersección de polígonos.

Sobrecarga: calcula la intersección entre dos capas y permite que los atributos sean transferidos desde una capa de origen.

Enlace espacial de Geometrías: permite enlazar dos capas sobre una relación espacial dada.

Intersección de Polígonos: genera la intersección entre dos capas que contengan polígonos. Los resultados se almacenan en una capa separada con los atributos originales de las capas utilizadas.

Generar: este menú provee las siguientes opciones:

- **Buffer:** crea una zona alrededor de la capa seleccionada.
- **Envoltura convexa:** se aplica a una o varias capas creando un nuevo resultado.
- **Polígonos Thiessen:** permite crear polígonos Thiessen de los que se considera su triangulación y la región perteneciente a los puntos de una característica.

- **Triángulos aleatorios:** crea una nueva capa con triángulos aleatorios.
- **Flechas aleatorias:** crea flechas aleatorias sobre una capa.

Deformar: permite deformar capas vectoriales. La deformación permite modificar todas las características en una capa seleccionada de acuerdo algunos parámetros específicos. Dentro de este menú se destacan:

- **Deformación:** abre la ventana de deformación en donde es posible seleccionar, dibujar y borrar vectores, además de mostrar triangulación y escoger otras opciones encargadas del proceso de deformación.
- **Transformación afín:** es empleada después de definir vectores seleccionados, los cuales deben ser tres puntos o vectores.

En definitiva, esta herramienta se encarga de deformar un vector técnico dibujando un mapa georeferenciado, georeferenciar un vector presentando un sistema de coordenadas específico y mover y georientar un grupo de objetos sobre un mapa.

Control de calidad: se encargan de realizar operaciones espaciales avanzadas para el análisis de características en una capa cuyos resultados se obtienen en otra capa distinta.

Las opciones que presenta son:

- **Validar capas seleccionadas:** esta herramienta es utilizada para validar la topología de las características en donde se posibilita la selección de errores de topología o se define consultas simples de geometrías.
- **Estadísticas de Capa:** provee al usuario de estadísticas básicas de una capa como por ejemplo; el área, número de vértices entre otros que son presentados en una nueva ventana.

- **Cálculo de diferencia geométrica:** esta función encuentra diferencias entre geometrías o segmentos en dos capas.
- **Eliminar geometrías vacías:** permite eliminar geometrías vacías contenidas en una capa.

Edición de Geometría: mediante este menú es posible usar más herramientas de edición de geometrías que resultan en una nueva capa. Estas son:

- **Conversión:** dentro de las herramientas de conversión presentes en OpenJump, se encuentran: Poligonizar y Extractor de Segmentos.

Poligonizar: transforma en polígonos áreas cerradas dentro líneas cruzadas. Opcionalmente los datos de entrada pueden ser convertidos en nodos.

Extractor de segmentos: permite al usuario obtener todos los segmentos encontrados en una capa, brindando opciones extras como la eliminación de segmentos dobles y la fusión de segmentos resultantes.

- **Node – Lines:** puede extraer segmentos desde una capa seleccionada para luego definir los puntos de cruce entre líneas con el objetivo de convertirlos en nodos.
- **Reducción de Precisión:** permite reducir la precisión de las coordenadas sobre una capa.
- **Nueva transformación Afín:** aplica una transformación a todas las características de una capa. En comparación con la función deformación, la nueva transformación afín permite ingresar un conjunto de coordenadas a un punto de anclaje. Para esta transformación se especifican parámetros como: escala, rotación y traducción, los cuales pueden ser computadas desde dos capas conteniendo un vector de referencia.

- **Enlace con Arco:** permite que dos líneas seleccionadas sean unidas por un arco especificando un radio.
- **Líneas de la mezcla:** se encarga de mezclar dos o más líneas, las cuales están en contacto en un nodo creando una nueva línea para la que se debe un grado de tolerancia entre 1 y 10.
- **Fusionar dos polígonos:** une dos o más polígonos en una nueva capa. Si existe un área vacía entre polígonos ésta desaparece.
- **Cortar polígonos:** permite cortar uno o más polígonos cuyo resultado generado puede almacenarse en una nueva capa o actualizar el origen de datos empleado para esta función. Para cortar polígonos es necesario utilizar la herramienta de creación de cadenas de líneas, a partir de la cual se dibujan líneas para cruzar polígonos sobre los puntos a cortar.

Edición de Atributos: se encarga de editar, modificar y personalizar el cálculo de atributos desde una capa. Emplea las siguientes herramientas:

- **Transferir atributos:** admite la transferencia de atributos desde una capa de origen hacia una capa destino en base a criterios espaciales (=, AND, OR).
- **Reemplazar valores de atributos:** permite asignar un valor sobre el campo desde un atributo o configurar un número auto-incremental además de combinación de valores.
- **Cálculo de atributo:** se encarga de asignar cálculos simples sobre las filas, permitiendo escoger tipos y fórmulas creando automáticamente un nuevo campo sobre la tabla de atributos de una capa.
- **Enlazar Datos:** puede importar datos desde archivos de extensión .txt o .text en una capa, tomando en cuenta que nuevos datos deben tener un formato delimitado.

Generalización: esta función se encarga de realizar una simplificación de objetos línea y polígono dependiendo del algoritmo empleado, así, incorpora dos posibilidades: algoritmo ISA y algoritmo JTS.

Medida en pies: permite medir una distancia entre dos o más puntos generándola en metros y pies dentro de la barra de estado del entorno de trabajo de OpenJump.

3.6.2.3.5 OPCIONES AVANZADAS

Existen opciones avanzadas en cuanto al conjunto de herramientas manipuladas por Openjump, entre las que se destacan: restricciones, combinar y red, edición y vista, combinar vértices y envoltura.

Restricciones

Permite configurar restricciones de elementos graficados tomando en cuenta las opciones de longitud y el incremento del ángulo. Así:

Longitud: coloca una restricción en la longitud de la unidad más cercana identificada, ingresando la proporción en pies o metros.

Ángulo incremental: emplea las teclas shift y control para iniciar y finalizar respectivamente restricciones entre líneas e incrementar el ángulo; resultando en la división de 360 grados para el número de partes ingresadas por el usuario.

Ángulo: emplea opciones como restricción de ángulo, restricción de ángulo relativo y restricción de ángulo absoluto que a la vez emplean el botón shift para realizar la función de limitar un tipo de ángulo determinado.

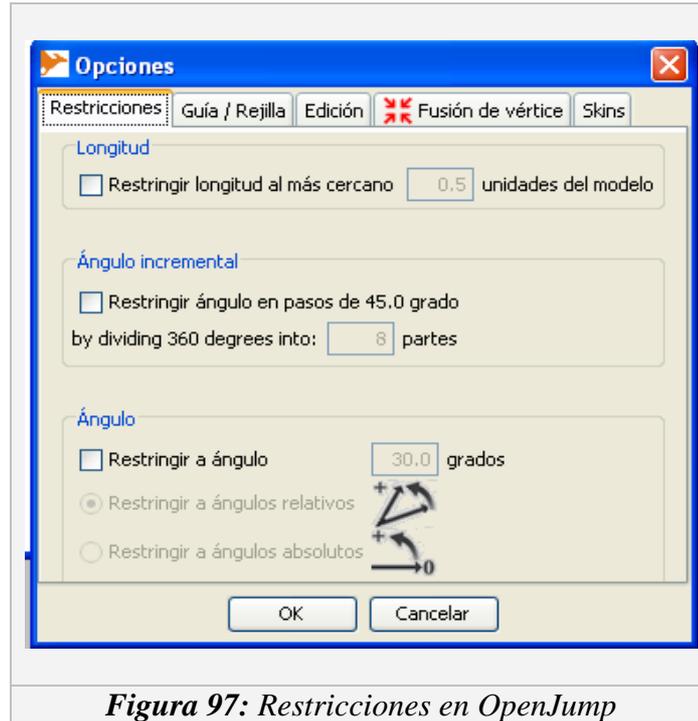


Figura 97: Restricciones en OpenJump

Combinación y Red

Las opciones establecidas para estas herramientas muestran dos alternativas adicionales: Combinación de elementos como vértices, líneas y redes y opciones para permitir el despliegue de redes.



Figura 98: Combinación/Red

Vista y Edición

Proporciona opciones para corregir errores en la aplicación, así por ejemplo puede prevenir que la edición devuelva geometrías inválidas.

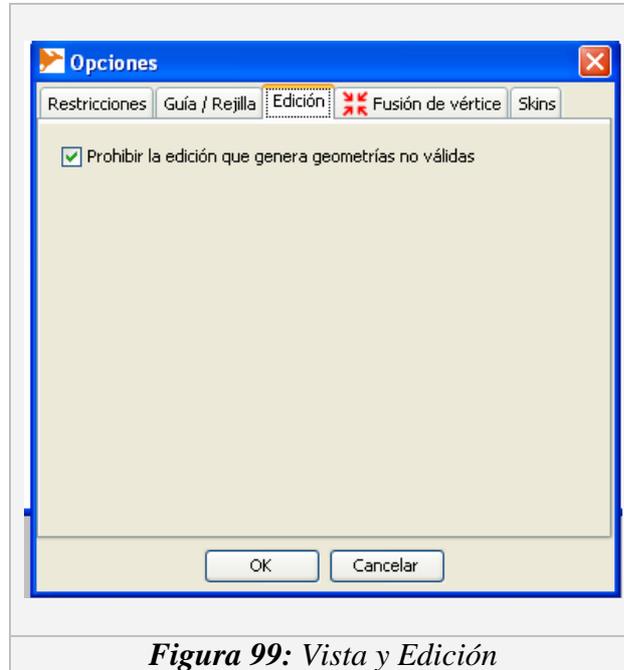


Figura 99: Vista y Edición

Combinación de Vértices

Se encarga de personalizar la inserción de vértices en segmentos vacíos.

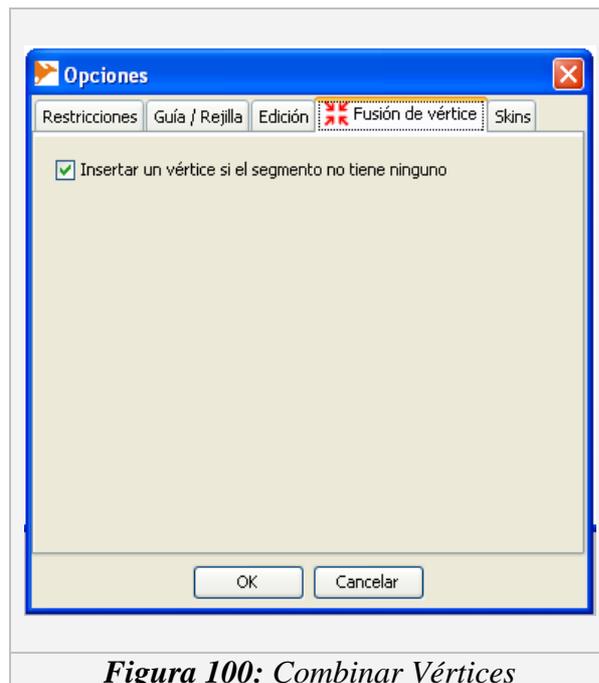
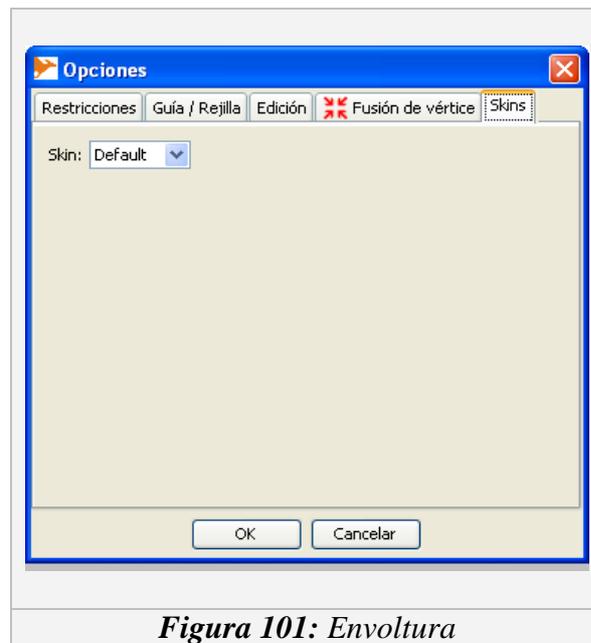


Figura 100: Combinar Vértices

Envoltura

El usuario puede definir el tipo de interfaz para OpenJump. Algunas de las envolturas presentes por defecto (motif o metal) pueden presentar irregularidades dependiendo del sistema operativo utilizado.



3.6.3 ANÁLISIS ESPACIAL

OpenJump posee la capacidad de analizar datos espaciales para obtener resultados que impliquen la toma de decisiones respecto a proyectos reales con influencia en la sociedad, para lo cual, emplea un conjunto de herramientas que se aplican en mapas temáticos o capas generados de acuerdo a los requerimientos del sistema en desarrollo. Las herramientas proporcionadas se alojan dentro del menú “Herramientas/Análisis” que brinda submenús de opciones donde se encuentran las principales funciones de OpenJump aplicadas al geoprocesamiento de información. Las cuales son:

- Buffer
- Sobrecarga
- Intersección

- Unión
- Diferencia entre conjuntos
 - ✓ (A-B)
 - ✓ (B-A)
 - ✓ Simetría

A continuación se describe la forma de aplicación de la herramienta para cada una de ellas:

Buffer



Figura 102: Buffer OpenJump

Al aplicar la función buffer a un elemento geométrico se obtiene una región alrededor de él. La función crea una nueva capa con el área generada y si es aplicado a un punto

se presenta un área circular a él. La figura original dibujada no es modificada y la nueva capa creada puede ser utilizada para el análisis geoespacial conocido como geoprocésamiento. Con la función buffer es necesario ingresar la distancia a colocarse alrededor de la figura seleccionada, la cual al presentarse en la nueva capa resalta de la figura original por medio de un color específico asignado.

Sobrecarga

La función Sobrecarga de OpenJump es usada para calcular la intersección entre dos o más áreas. Si se aplica conjuntamente la función buffer en calles con un grupo de parcelas, las áreas de intersección son retornadas en una nueva capa con los datos nuevos generados por la aplicación de la función.

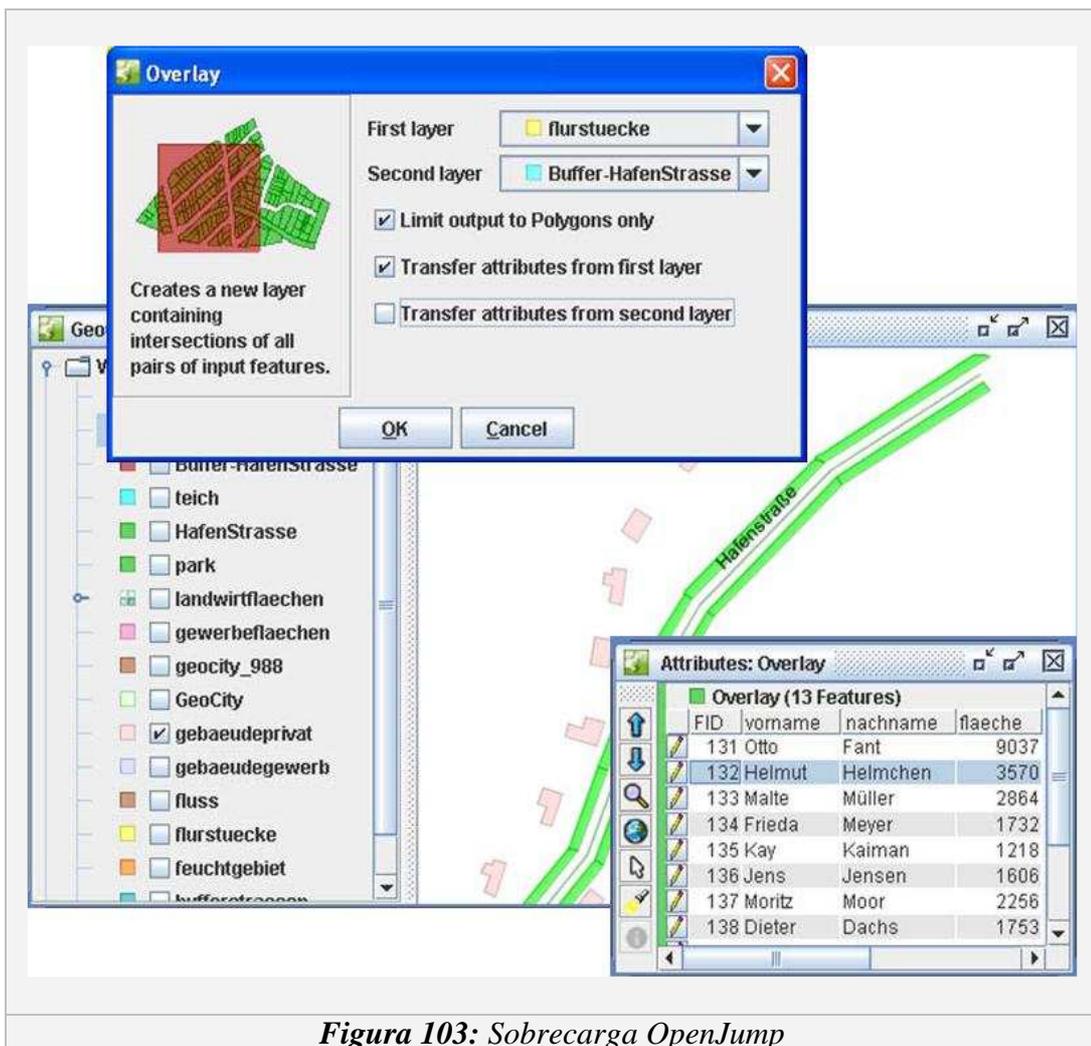


Figura 103: Sobrecarga OpenJump

Unión

La herramienta Unión se encarga de enlazar varias capas de un proyecto. El resultado de esta función es una nueva capa con los elementos presentes en las capas escogidas, así, la tabla de atributos creada contiene todas las características de los elementos presentes en las capas definidas para la unión. Además, la función unión permite el cálculo de áreas y longitudes por medio de la opción “Análisis/Cálculo de áreas y longitudes”. Esta función puede ser empleada también después de haber aplicado funciones como buffer y overlay para obtener un análisis minucioso de los datos contenidos.

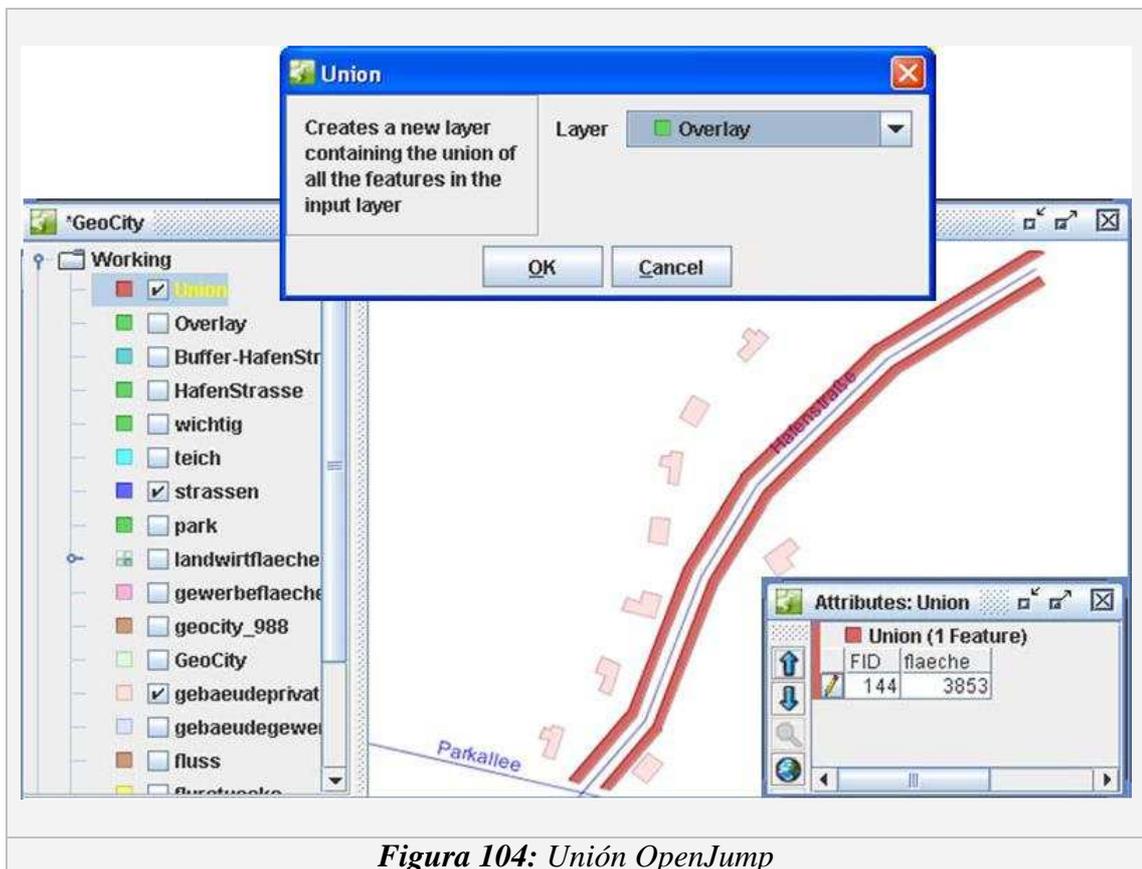


Figura 104: Unión OpenJump

Funciones Geométricas

Las funciones geométricas de OpenJump están localizadas bajo el menú “Herramientas/Análisis/Funciones Geométricas”, las cuales proveen de diferentes

métodos algebraicos vectoriales como A-B, B-A y diferencia simétrica. Estas funciones representan dos capas y consideran una sola característica a la vez.

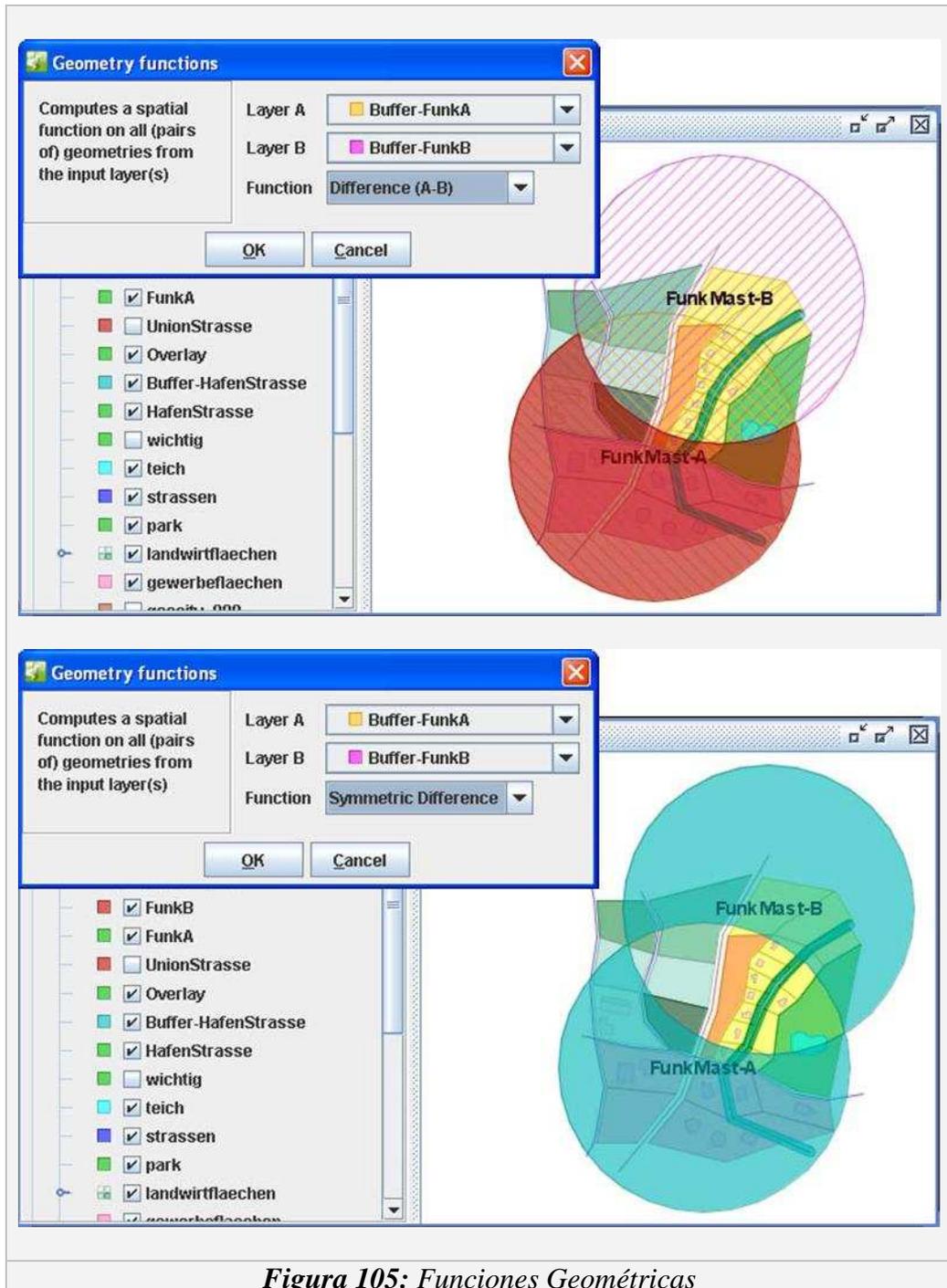


Figura 105: Funciones Geométricas

La función **diferencia** crea una nueva región donde el área de B es cortada del área de A y el resultante es presentado en una nueva capa, así, esta filosofía es tomada también

para B-A. La **diferencia simétrica** en cambio agrega el área de A con el área de B realizando una unión, para luego restar de la nueva área la zona de superposición generada. Como ejemplo, si se presenta una situación en la cual dos antenas de radio A y B son instaladas dentro de la ciudad de Riobamba que emiten ondas que cubren un radio de terreno específico provocando interferencia ¿Qué área esta cubierta por una recepción de A sin problemas? ¿Qué área esta cubierta por una recepción de B sin problemas? Y ¿Qué área posee buena recepción de radio?

La primera pregunta se responde calculando la diferencia entre A y B, la segunda mediante la función diferencia entre B y A y la tercera es resuelta por medio del cálculo de la diferencia simétrica. De esta forma, OpenJump permite obtener resultados para desarrollar planes que generan soluciones a problemas cotidianos de la sociedad actual, empleando el conjunto de funciones de análisis descritas y otras adicionales con las que cuenta.

3.6.4 INTEGRACIÓN DE DATOS

La integración de datos es un concepto que permite a los sistemas de información geográfica libres constituirse como sistemas potentes y flexibles al asociar información en diferentes formatos y de diferentes fuentes, así como también incorporar aspectos básicos de SIG en los que se promueve la correlación entre elementos geográficos (puntos, líneas y polígonos) e información descriptiva de los mismos. En OpenJump la integración de datos se fundamenta en su arquitectura interna, la cual hace visible el hecho de estar compuesto por un conjunto de extensiones que permiten la creación de plugins, herramientas y demás elementos que generan su funcionalidad. Al constituirse

como una aplicación de código abierto la posibilidad de personalización es mayor y la conexión con gestores de bases de datos externos y potentes depende de la existencia de los plugins adecuados para su enlace.

OpenJump posee la característica de integrar varios datos en cada uno de sus proyectos, los cuales son almacenados en diferentes formatos partiendo del hecho de que se conservan varios métodos para agregarlos. Así, OpenJump soporta básicamente archivos con extensión .JML propios de la versión anterior JUMP que además agrega el formato GML en sus versiones 1.0 y 2.0. Otros formatos integrados en OpenJump son WKT (Well Known Text) y SHAPEFILE propio de las aplicaciones manejadas por ESRI. Así mismo, permite la manipulación de archivos de tipo raster mediante el uso de plugins que brindan acceso a formatos jpg, png, bmp, ecw, gif, svg y tiff.

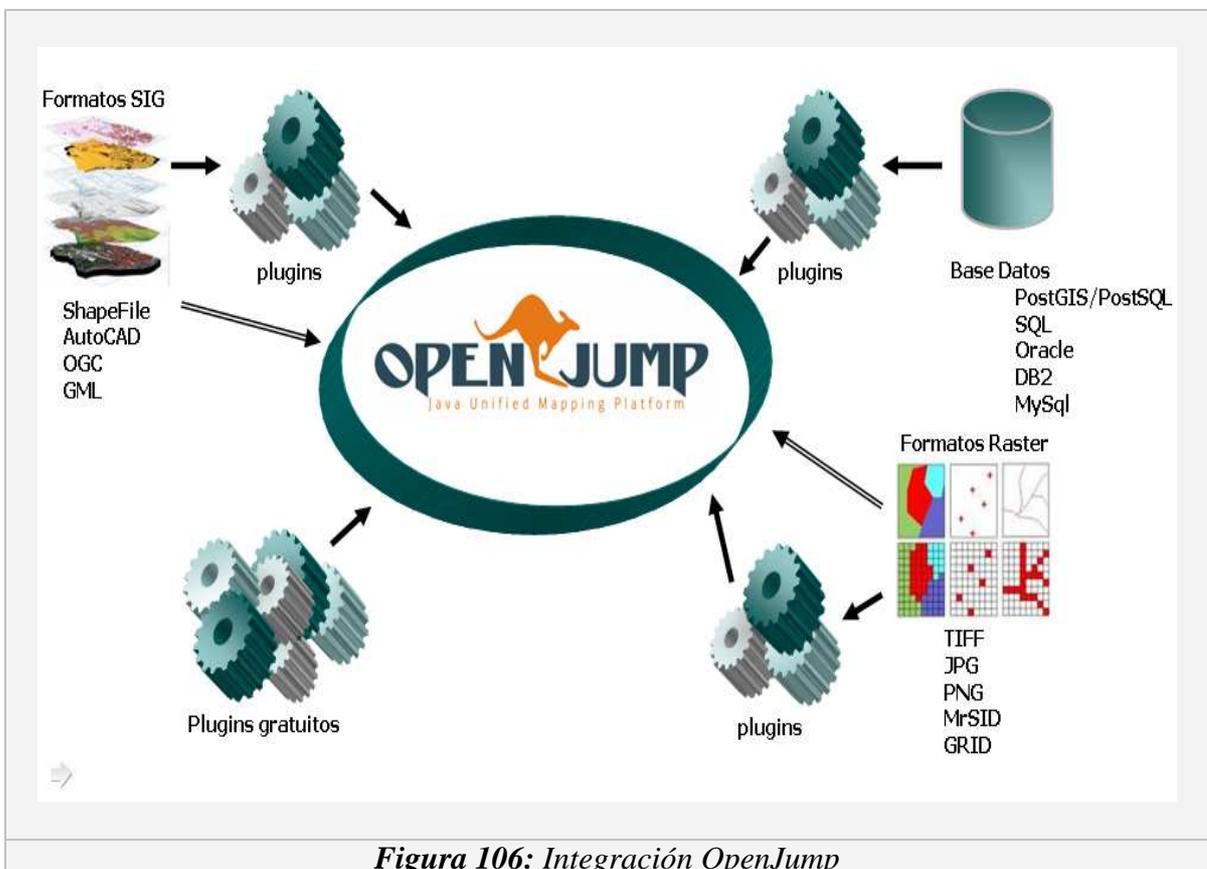


Figura 106: Integración OpenJump

En la incorporación de datos, OpenJump provee la habilidad de agregar datos en formato ráster que pueden ser recibidos por un servidor WMS y que además permiten ser digitalizados por medio de la barra de herramientas de edición propia de la aplicación. Además, mediante la creación de conexiones a bases de datos más poderosas la integración de información es mayor y por lo tanto los resultados son mejores en el tratamiento de información geográfica para el análisis y toma de decisiones.

La existencia de plugins en OpenJump genera mayores posibilidades de escalabilidad en la aplicación, por lo que al hablar de bases de datos externas no solo se destaca la carga de archivos de bases de datos desde PostGIS en PostgreSQL sino también el establecimiento de relaciones creadas para bases de datos SQL, Oracle, BD2 y MySql mediante plugins adicionales colocados en Internet por el grupo de desarrolladores que permanecen alrededor del proyecto OpenJump.

3.6.5 VECTORIZACIÓN

El proceso de Vectorización; es decir, la captura de información contenida en un plano o mapa que representa objetos geométricos del mundo real en forma de puntos, líneas y polígonos encierra elementos específicos que permiten adquirir datos esenciales en el proceso de creación de los sistemas de información geográfica.

La utilización de herramientas propias de edición de imágenes vectoriales está vigente en OpenJump por medio de la barra de edición descrita con anterioridad, por lo cual en esta sección se describe el proceso que incluye cada una de ellas.

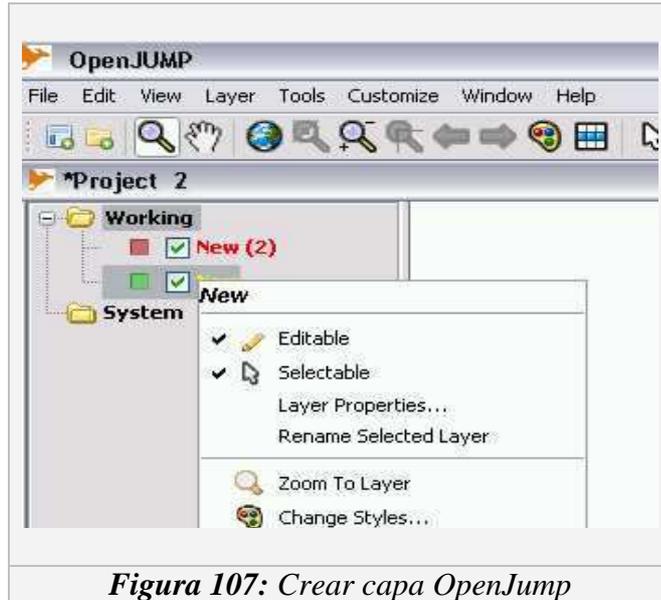


Figura 107: Crear capa OpenJump

En la edición de elementos geográficos es importante recalcar que para dibujar dentro de una característica se requiere que la capa se encuentre en estado de edición. Así, para dibujar puntos y líneas basta con establecer las marcas principales con el mouse después de seleccionar la herramienta correspondiente para dibujarlos.

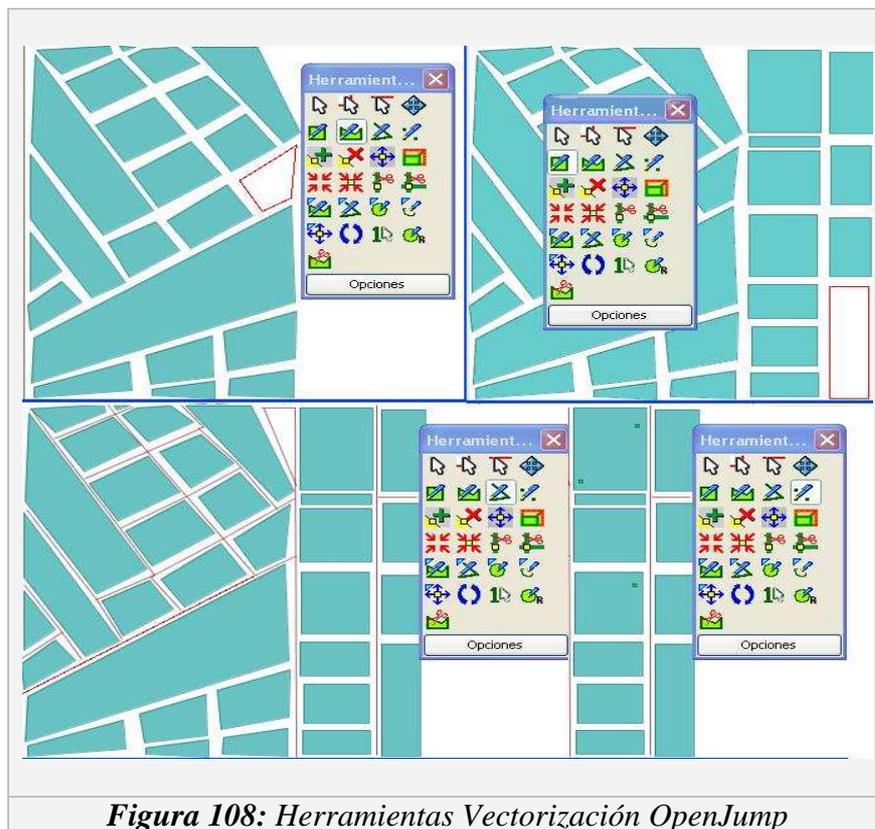


Figura 108: Herramientas Vectorización OpenJump

En cuanto a la graficación de polígonos con la capacidad de representar predios, manzanas, edificios entre otros; es necesario seleccionar una de las herramientas provistas por OpenJump como por ejemplo dibujar polígono () que permite dibujarlos; o, lápiz shape () que dibuja un polígono sobre la vista en forma de líneas para luego proporcionarle un color por defecto, y proceder de la siguiente manera:

Dibujar Polígono

Para dibujar un polígono es necesario:

1. Seleccionar una capa y hacerla editable.
2. Presionar la herramienta “Dibujar Polígono” o “Dibujar Rectángulo”
3. Marcar el punto de inicio en la vista de capa.
4. Agregar vértices (puntos de línea) con el clic izquierdo del mouse.
5. Cerrar el área con doble clic izquierdo del mouse.

Dibujar Línea

1. Seleccionar una capa y hacerla editable.
2. Presionar la herramienta “Dibujar Polilínea”
3. Marcar los puntos correspondientes a la línea.
4. Finalizar con doble clic izquierdo del mouse.

Dibujar Punto

1. Seleccionar una capa y hacerla editable.
2. Presionar la herramienta “Dibujar Punto”
3. Marcar los puntos que sean requeridos con un clic izquierdo del mouse.

Además, mediante OpenJump es posible dibujar polígonos que posean aberturas para brindar mayor funcionalidad al usuario, de esta forma:

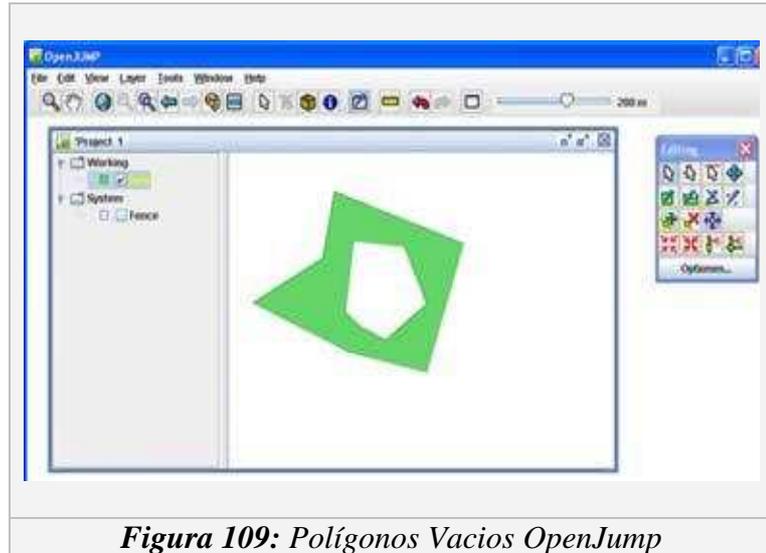


Figura 109: Polígonos Vacíos OpenJump

Dibujar Polígono Vacío

1. Seleccionar una capa y hacerla editable.
2. Seleccionar el área con la herramienta selección.
3. Presione la herramienta “Dibujar Polígono” .
4. Dibuje el polígono vacío (polygon/hole) sobre el otro.

La edición implicada en el proceso de vectorización incluye también la posibilidad de agrupar y desagrupar características permitiendo reunir información entre ellas. Muchos elementos geográficos pueden ser combinados en una entidad lógica, la cual define la condición que todos los elementos a ser agrupados permanezcan dentro de la misma capa. Sin embargo, si las características son combinadas los atributos no espaciales pueden perderse. Sin embargo, para agrupar y desagrupar características se debe:

Agrupar Características

1. Seleccionar las características a ser combinadas con Shift.
2. Clic derecho sobre la vista de la capa.

3. Seleccionar en el menú contextual del mouse “Combinar características seleccionadas”.

Desagrupar Características

Para desagrupar características se debe:

1. Seleccionar la colección de elementos.
2. Clic derecho sobre la vista de capa.
3. Seleccionar en el menú “Dividir las características seleccionadas”.

3.6.6 RASTERIZACIÓN

El conjunto de herramientas presentadas para la vectorización de datos permite también realizar el proceso conocido como rasterización con la finalidad de obtener información real de objetos sobre la tierra. OpenJump emplea recursos adicionales como imágenes raster, que para ser manipulados por la aplicación pueden o no requerir plugins necesarios en la ejecución de procesos. Esto resulta en la utilización de herramientas capaces de convertir la rasterización de elementos geográficos en un proceso sencillo que el usuario puede ejecutar utilizando con precisión el mouse.

Dentro del proceso de rasterización de imágenes se toma en cuenta la capacidad de abrir archivos de tipo GIF, PNG, JPG, JPEG y TIF utilizando el menú Capa/Agregar capa imagen o mediante el menú “Layer/Add new raster layer ” perteneciente a un plugin específico. Las extensiones como ECW y Musid se encuentran desactivadas pero se incorporan dentro de la interfaz de la aplicación en el menú Capa/Agregar capa MrSID aunque requiere de la instalación del plugin mrsiddecode.exe para ejecutarlo. En cuanto al almacenamiento de imágenes de éste tipo, el menú “Archivo/Guardar vista como”

permite que OpenJump guarde la vista de un proyecto como archivo ráster en formatos PNG, JPG y SVG.

OpenJump agrega a este proceso la transparencia de imágenes raster con el inconveniente de no ser soportada en la instalación básica de OpenJump pero mediante el uso de los plugins baseclass.jar y rasterimage.jar se presentan dichas funciones y otras adicionales que se encuentran incorporadas para su utilización. De igual forma, la georeferenciación, reproyección y filtrado de un archivo ráster puede realizarse mediante la instalación de plugins que posean dichas funcionalidades.

3.6.7 GEOREFERENCIACIÓN

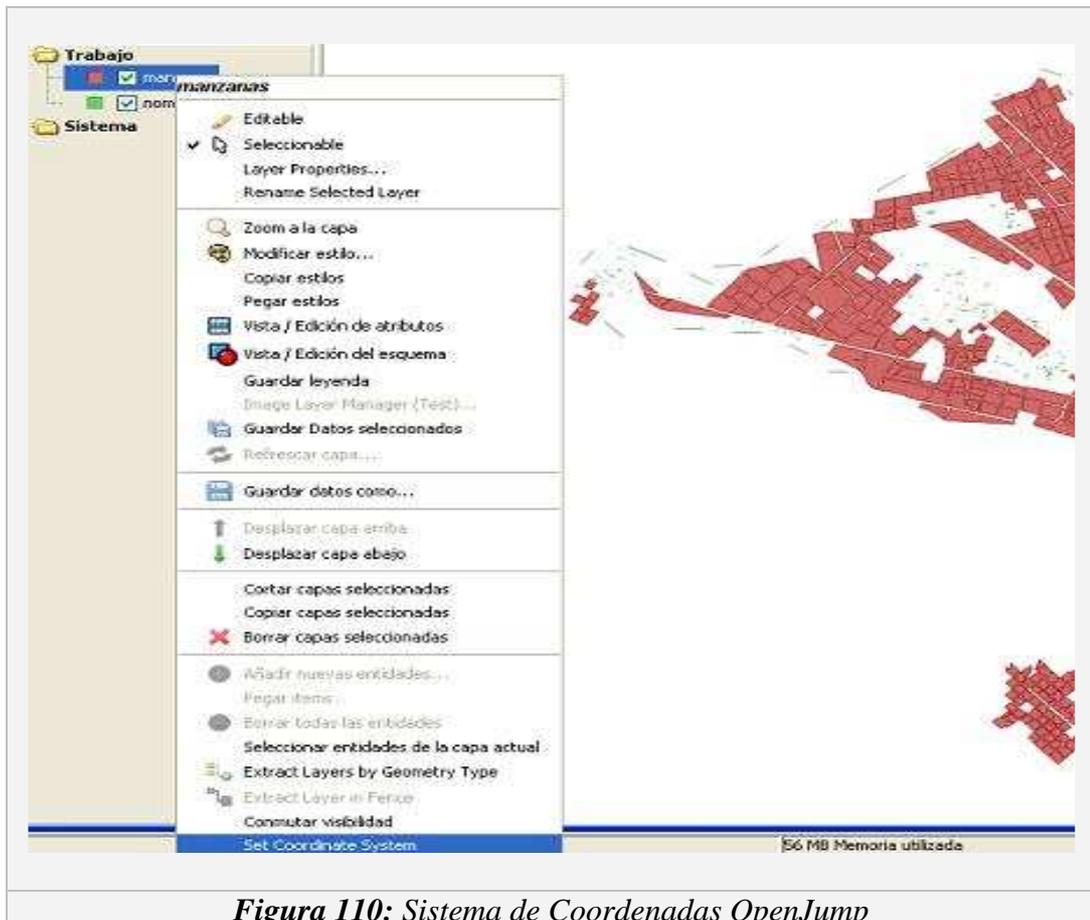


Figura 110: Sistema de Coordenadas OpenJump

OpenJump provee de herramientas de georeferenciación por medio de la aplicación de plugins destinados a éste proceso. Así, cuando se incorpora esta funcionalidad es creado un nuevo menú de opciones que permite configurar el sistema de coordenadas aplicado a una capa, es decir, que cada capa dentro de un proyecto definido posee la opción de cambiar el sistema de coordenadas en el que trabaja. El plugin necesario para proporcionar georeferenciación en OpenJump debe colocarse en la carpeta lib/ext dentro de la instalación de la herramienta y se encuentra conformado por varios archivos .jar que toman en conjunto el nombre de gt2jump.cts-0.1a.

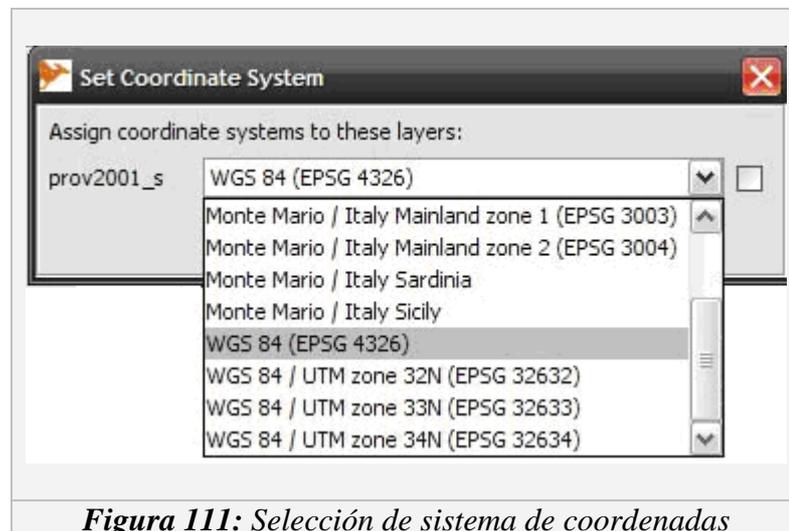


Figura 111: Selección de sistema de coordenadas

El modo de operación de esta función se fundamenta principalmente en agregar al archivo cs.conf generado en la ejecución del plugin, el mayor número de sistemas de coordenadas para que el cambio de sistemas sea más flexible a las necesidades del usuario. El archivo puede ser editado por medio del bloc de notas de Windows y la información acerca de los sistemas de coordenadas es posible encontrarla en Internet. Así, debido a que la georeferenciación implica proporcionar a los elementos de la aplicación una posición real sobre la tierra OpenJump genera un conjunto de ventanas donde se presentan los posibles sistemas de coordenadas alojados en el archivo cs.conf

que el usuario puede escoger según sus necesidades y obtener un producto georeferenciado correctamente.

Inicialmente, para georeferenciar una capa se requiere escoger la opción “Set Coordinate System” con el objetivo de seleccionar una de las opciones presentadas por el plugin utilizado. Se muestra una caja de dialogo en la que se presentan las posibles proyecciones habilitadas en el archivo cs.conf a partir de las cuales es re proyectado el archivo requerido según la conveniencia del usuario. La acción provocada por la re proyección de capas puede modificar la capa original, por ello es necesario tener cuidado al momento de almacenarla ya que las transformaciones son irreversibles y las geometrías anteriores son guardadas en memoria provocando diversos problemas con grades estructuras de datos. Así mismo, es posible re proyectar más de una capa del sistema, seleccionando las requeridas de la lista de capas proporcionada por la herramienta.

3.6.8 PERSONALIZACIÓN

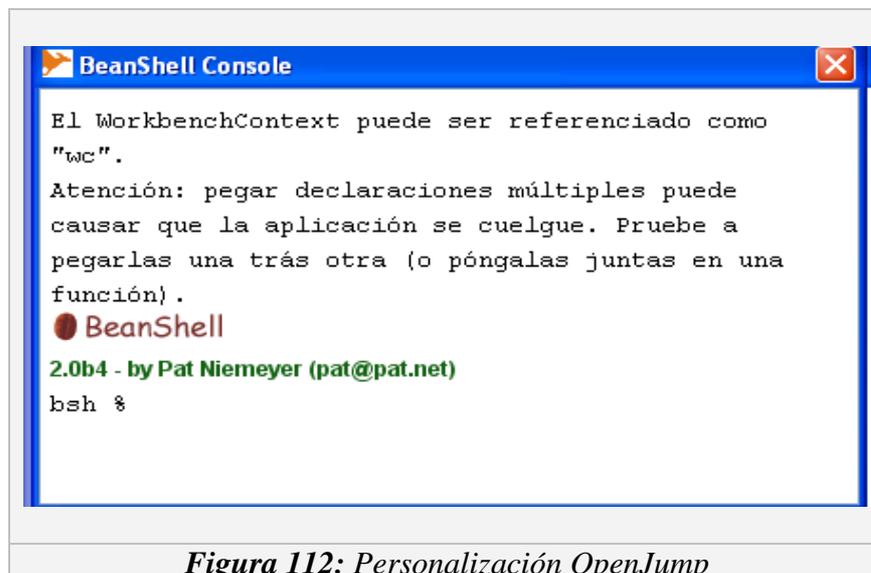


Figura 112: Personalización OpenJump

OpenJump 1.2 brinda acceso a la programación por medio de un editor adherido a la herramienta bajo el cual es posible escribir, ejecutar y almacenar scripts definidos por el usuario. El entorno de personalización de OpenJump es conocido como Beanshell, el cual permite el acceso a funciones API propias de la herramienta de forma directa consintiendo realizar operaciones comunes como la configuración de opciones de inicio de la herramienta por medio de líneas de comando y un conjunto de opciones Java.

CAPÍTULO IV

Comparativa entre Herramientas GIS Libre y Propietario

basado en métricas de calidad.

4.1 GENERALIDADES

La ingeniería de software se encarga de proveer métodos y técnicas para el desarrollo y mantenimiento de software, además de apuntar a la evaluación de calidad tanto de aplicaciones como de lenguajes de programación [¹⁵]. Mediante este análisis se pretende comparar dos aplicaciones SIG en las categorías libre y propietario. Así, las herramientas seleccionadas son OpenJump 1.2 de código abierto y ArcGis 9.2 con su producto ArcInfo como software comercial. De esta forma, un software de calidad debe reunir las siguientes características [¹⁶]:

- *Corrección*, la cual se ejecuta para satisfacer las especificaciones y conseguir los objetivos encomendados por el cliente.
- *Fiabilidad* con la que se llevan a cabo las operaciones especificadas con la precisión requerida.

¹⁵ *Ingeniería de Software*, [http:// http://es.wikipedia.org/wiki/Ingenier%C3%ADa_de_software](http://es.wikipedia.org/wiki/Ingenier%C3%ADa_de_software)

¹⁶ *Calidad de Software*, http://gidis.ing.unlpam.edu.ar/downloads/pdfs/Calidad_software.PDF

- *Eficiencia* en cuanto a la cantidad de recursos hardware y software necesarios en una aplicación para realizar las operaciones con los tiempos de respuesta adecuados.
- *Integridad* para controlar el acceso al software o a los datos por personal no autorizado.
- *Facilidad de uso* que permita minimizar el esfuerzo requerido para aprender el manejo de la aplicación, trabajar con ella, introducir datos y conseguir resultados.
- Capacidad para *soportar cambios*, permitiendo una amplia facilidad de mantenimiento de localización y reparación de errores.
- *Flexibilidad* que consienta la modificación de una aplicación en funcionamiento.
- *Facilidad de prueba*, de forma que sea posible comprobar que el software cumpla con lo especificado en los requisitos.
- *Portabilidad* que permita transferir la aplicación a otro hardware o sistema haciéndolo adaptable a nuevos entornos.
- *Reusabilidad* a tal grado en que las partes de una aplicación pueden utilizarse en otras aplicaciones.
- *Interoperabilidad* necesaria para comunicar la aplicación con otras aplicaciones o sistemas informáticos.

Las características mencionadas se convierten en métricas de calidad definidas bajo estándares de la norma ISO 9000. De manera puntual hacen referencia al estándar ISO 9126-3 [17] que propone un conjunto básico de métricas de calidad y la forma correcta de aplicación de las mismas. En este contexto, se consideran también conceptos propuestos por R.S. Pressman en el año de 1992 concernientes a este ámbito. De la misma forma, al referirnos a calidad de software libre, el Observatorio de Calificación

¹⁷ *Métricas de Calidad del Producto Software*,
http://www.mena.com.mx/gonzalo/maestria/calidad/presenta/iso_9126-3/

de Software para Software de Código abierto (SQA-OSS) propone un conjunto de herramientas de evaluación para el análisis y comparación de calidad de código fuente e idoneidad en un entorno empresarial, así, define un método de calificación y selección de software de código abierto denominado QSOS [¹⁸].

En cuanto a software SIG, además de las características mencionadas anteriormente, se deben considerar parámetros específicos que marcan su grado de calidad, de esta forma, se incorporan ítems bien definidos, los cuales se reducen a la entrada de información geográfica, gestión de información espacial, funciones analíticas para el geoprocésamiento de información, salida y representación gráfica, y cartográfica de la información que conforman funciones primordiales de un Sistema de Información Geográfico [¹⁹].

4.2 METODOLOGÍA DE COMPARACIÓN

La metodología de evaluación para herramientas SIG propuesta en el ámbito de desarrollo de sistemas de información geográfico, engloba una gran cantidad de información, la cual argumenta los parámetros de calidad establecidos en el proceso de valoración planteado por medio de un método deductivo – analítico definido. Los valores asignados se debieron a las categorías investigadas bajo este enfoque de calidad, considerando el estándar ISO 9000, ISO 9126-3 y el modelo QSOS de software libre; siendo así que los argumentos recopilados en conjunto dan forma a indicadores e índices de evaluación cuyo fin es enmarcarse en factores que dan origen a los

¹⁸ *Calidad Software Libre,*
subversion.assembla.com/svn/ingswi/metricas.ppt

¹⁹ *Funciones de los SIG,*
http://www. http://www.scribd.com/doc/14423825/Tecnologias-de-la-Informacion-Geografica

parámetros de calidad propiamente aplicados a los SIG. El proceso inmerso en el método de evaluación es el siguiente:

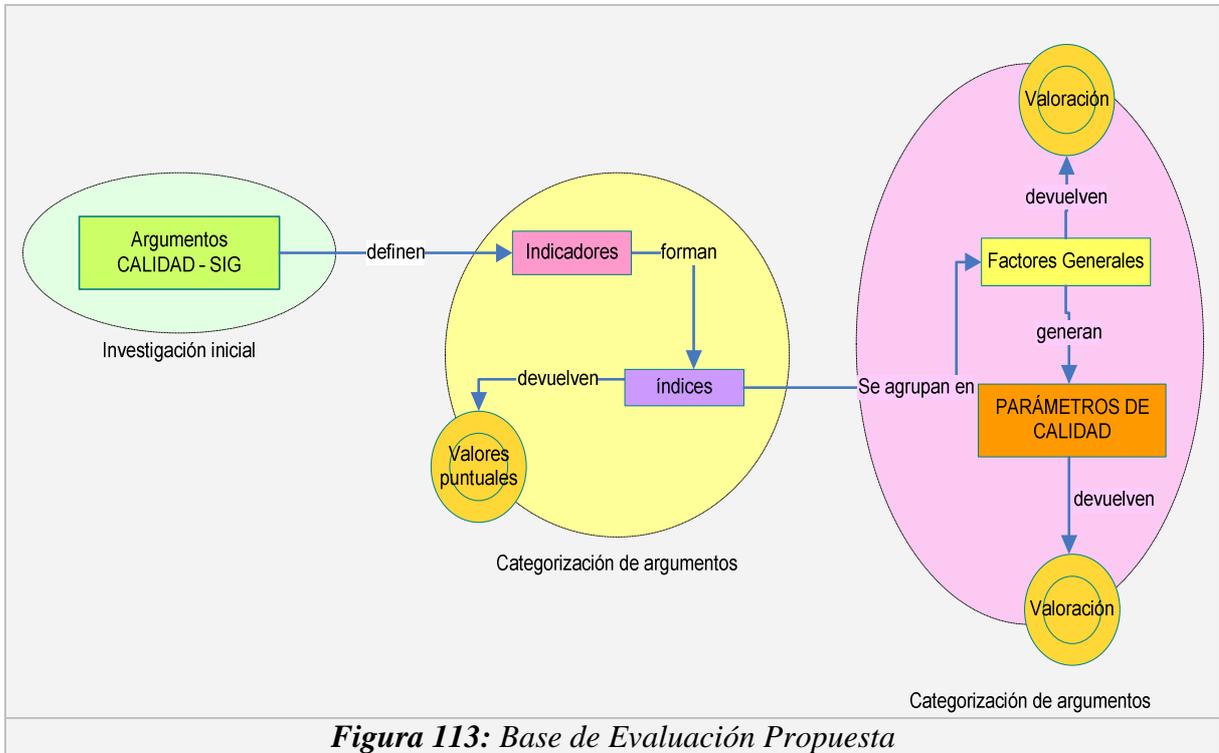


Figura 113: Base de Evaluación Propuesta

La base investigativa de este estudio se reduce en forma definitiva en un conjunto de características de calidad acerca de las herramientas SIG en el entorno de desarrollo, bajo la cual, se evalúan las herramientas propuestas para la comparativa.

4.3 COMPARACIÓN SIG

La presente comparativa conlleva un tedioso proceso de evaluación bajo el cual se destacan las grandes funcionalidades proporcionadas por cada una de las herramientas SIG, considerando la larga trayectoria de desarrollo de ArcGis y el notable avance alcanzado por OpenJump como software de código abierto, además, denotando el grado de calidad que proveen a sus aplicaciones por medio del análisis de sus “habitats” de operación evaluados mediante el proceso descrito a continuación:

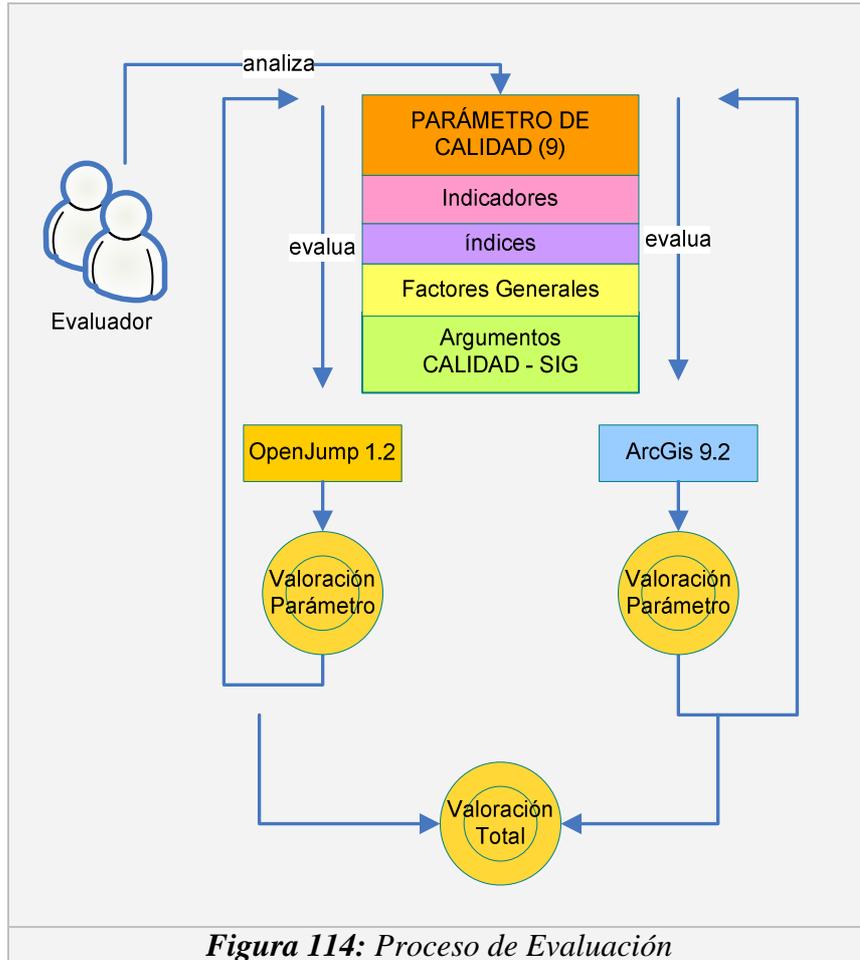


Figura 114: Proceso de Evaluación

Basados en los estándares internacionales como ISO 9000, ISO 9126-3, estándares comerciales (como ESRI), estándares libres (como QSOS) y los devueltos por la **propia investigación** se propone para la comparativa los siguientes parámetros y sus respectivos pesos (Ver Anexo 1):

TABLA V

Criterios de Evaluación

Métricas/Parámetros	Peso	Factor
Funcionalidad básica	78	Configuración general del sistema
		Interfaz grafica para creación de mapas
		Manejo de capas
		Interfaz grafica para manejo de layout
Análisis Espacial	31	Método de aplicación
		Funcionalidad resultante

Capacidad Raster	27	Tratamiento de imágenes
		Georeferenciación raster
Interoperabilidad	20	Soporte a formatos
		Conexión a Datos
Rendimiento	10	Fiabilidad
		Estabilidad
Personalización	10	Accesibilidad
		Implementación
Capacidad 3D	18	Manipulación de objetos 3D
		Análisis 3D
		Raster 3D
Generación de Mapas	23	Usabilidad
		Vistosidad
Documentación y Soporte	8	Documentación
		Soporte

Fuente: Análisis de Herramientas ArcGis y OpenJump
Elaborado por: Mónica Samaniego, Patricia Chiriboga

A continuación, se proponen tablas descriptivas que encierran información general de cada una de las herramientas, las cuales servirán como guía en el análisis propuesto.

TABLA VI
Características Generales ArcGis 9

Elementos	Detalles
Multiplataforma	No
Plataformas soportadas	Windows
Formatos Ráster Soportados	TIFF, PNG, JPG, Musid
Formatos Vectoriales Soportados	SHP, COVERAGE, DXF
Conectividad a Base de Datos Relacionales	Access, Oracle, MS SQL, Infomix y DB2.
Orientación del SIG	Vectorial
Soporta Estándares OGC	Conexión a servidores
Personalización SIG	Avenue, Visual Basic y .Net
Capacidad 3D	Si
Lenguaje Documentación de Soporte	Inglés
Lenguaje Soportado por la Aplicación	Inglés
Coste	Alto para empresas. Gratuidad, para fines académicos.

Fuente: Fundamentos de ArcGis versión ArcView 9.1
Elaborado por: Mónica Samaniego, Patricia Chiriboga

TABLA VII
Características Generales OpenJump 1.2

Elementos	Detalles
Multiplataforma	Si
Plataformas soportadas	Windows, Linux, Mac
Formatos Ráster Soportados	TIFF, GIF, PNG, JPEG, MrSID, ECW
Formatos Vectoriales Soportados	SHP, DXF, SVG
Conectividad a Base de Datos Relacionales	PostgreSQL, PostGIS, SQL, Oracle, MySql con extensión
Orientación del SIG	Vectorial
Soporta Estándares OGC	Conexión a servidores
Personalización SIG	Java
Capacidad 3D	Si
Lenguaje Documentación de Soporte	Inglés
Lenguaje Soportado por la Aplicación	Inglés, Español
Licencia Bajo la cual se distribuye	GNU General Public Licence (GPL)
Coste	Gratuito

Fuente: OpenJump, www.openjump.org

Elaborado por: Mónica Samaniego, Patricia Chiriboga

4.3.1 FUNCIONALIDAD BÁSICA

Las funcionalidades básicas de un sistema de información geográfico vienen a constituirse como un parámetro importante a tratar en el cual se consideran aspectos primordiales como la configuración general del sistema, manejo de capas, y la interfaz gráfica para creación de mapas así como también el manejo de layouts. Un proyecto SIG debe definir características básicas como el manejo de documentos propios de este tipo de herramientas, así tenemos, categorías, capas y características, las opciones de interfaz presentes en menús principales y contextuales, el sistema de coordenadas que maneja el proyecto y las alternativas de creación de mapas [²⁰].

En cuanto al manejo de capas para las cuales se involucra un conjunto de herramientas y opciones básicas para proporcionar la posibilidad de selección, movimiento y

²⁰ *Funcionalidades básicas,*
http://www.atlasdebuenosaires.gov.ar/mapas_pdf/TutorialSIG_AABA.pdf

visualización, se destacan componentes designados propiamente para vectorización y rasterización de elementos geográficos. Es significativo el manejo de atributos que presentan las capas, por lo que se debe tratar los distintos tipos de datos que operan, así como también la edición de un esquema y de la tabla propiamente dicha. En este punto se trata además las opciones de manejo de Layouts, como las propiedades de las leyendas en las que se logrará su personalización.

Para el análisis correspondiente a este parámetro se designaron los siguientes pesos: Configuración General del Sistema (19 pts), Interfaz Gráfica para Creación de Mapas (11 pts), Manejo de Capas (34 pts) e Interfaz Gráfica para Manejo de Layout (14 pts).

TABLA VIII

Funcionalidades Básicas

<i>Parámetro/ Herramienta</i>	<i>Funcionalidades Básicas</i>					<i>Referencia</i>
	<i>Configuración general proyecto</i>	<i>GUI Creación mapas</i>	<i>Manejo Capas</i>	<i>GUI Manejo Layout</i>	<i>Total</i>	
<i>ArcGis</i>	18	10	34	14	76	<i>Tabla</i>
<i>OpenJump</i>	17	10	33	13,5	73,5	<i>A2.1</i>

Fuente: Análisis de Herramientas ArcGis y OpenJump
Elaborado por: Mónica Samaniego, Patricia Chiriboga

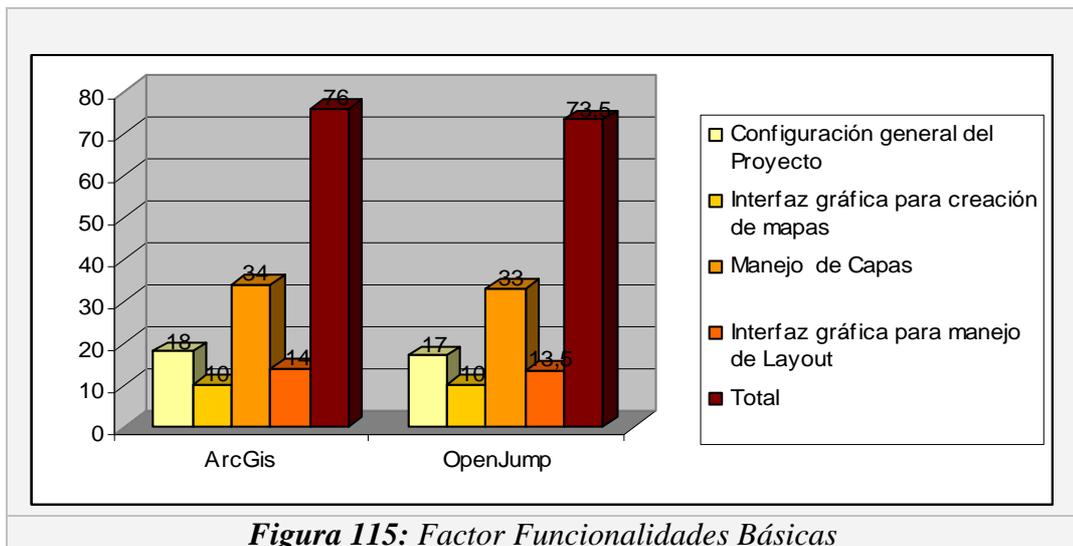


Figura 115: Factor Funcionalidades Básicas

Nota Aclaratoria: la configuración general de un proyecto diferencia a ArcGis por su capacidad de poseer un componente específico para el tratamiento de herramientas (ArcToolBox). El manejo de capas en OpenJump es similar al de ArcGis con la desventaja de no poder activar y desactivar columnas de tablas de atributos propuestas al usuario final. En cuanto a la interfaz aplicada en la creación de layout, OpenJump se limita en la configuración de color y fuente de leyenda, no así ArcGis, que demuestra gran potencialidad en este sentido. En definitiva, ambas herramientas manejan funcionalidades básicas similares.

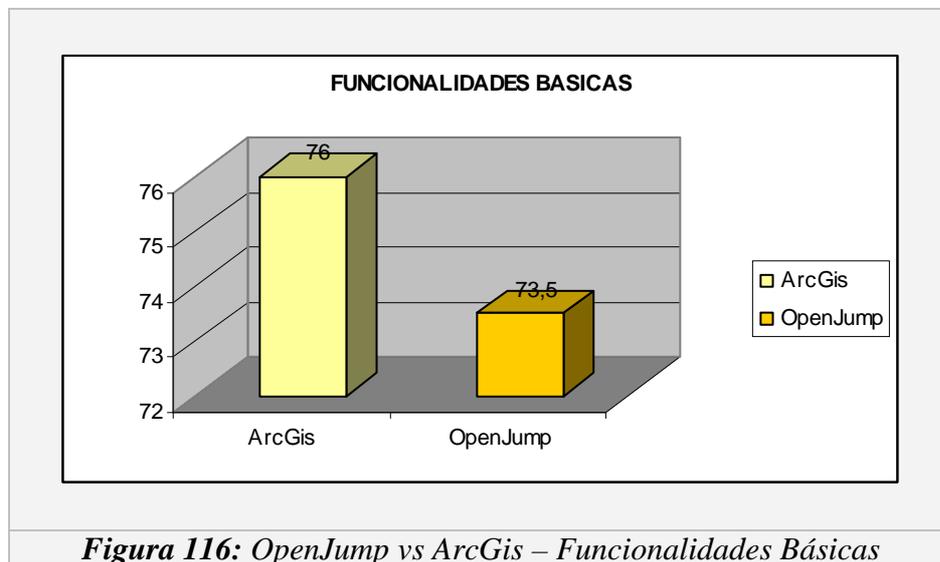


Figura 116: OpenJump vs ArcGis – Funcionalidades Básicas

4.3.2 ANÁLISIS ESPACIAL

El análisis espacial en herramientas de sistemas de información geográfico se caracteriza por presentar un conjunto de funciones que buscan cumplir con diferentes objetivos en cuanto al análisis de vecindad, superposición topológica y análisis de redes [21], brindando al usuario resultados que apoyen la toma de decisiones en un contexto definido.

²¹ *Análisis espacial,*
http://www.igac.gov.co:8080/igac_web/UserFiles/File/ciaf/TutorialSIG_2005_26_02/paginas/anl_funcionesanalisespacial.htm

Las funciones de análisis tratan en definitiva y de forma conjunta los datos cartográficos y sus atributos temáticos, los cuales se convierten en parte del método de aplicación de las mismas en donde se consideran las capas que intervienen en el proceso y un conjunto de parámetros que influyen en el resultado deseado.

En cuanto a la funcionalidad de los resultados devueltos por las herramientas, se consideran aspectos como la manipulación de capas resultantes y la incorporación geográfica en mapas creados con un objetivo definido dependiendo del proyecto generado. De este modo, con el estudio planteado se consideran las categorías Método de aplicación y Funcionalidad resultante con los pesos 18pts y 13pts respectivamente.

TABLA IX
Análisis espacial

<i>Parámetro/ Herramienta</i>	<i>Análisis Espacial</i>			
	<i>Método Aplicación</i>	<i>Funcionalidad Resultante</i>	<i>Total</i>	<i>Referencia</i>
<i>ArcGis</i>	18	13	31	<i>Tabla A2.2</i>
<i>OpenJump</i>	18	13	31	

Fuente: Análisis de Herramientas ArcGis y OpenJump
Elaborado por: Mónica Samaniego, Patricia Chiriboga

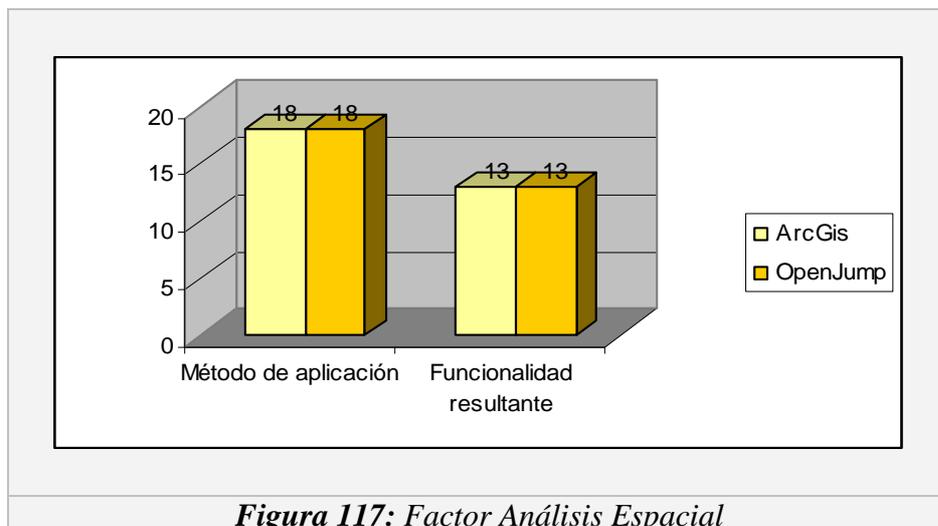
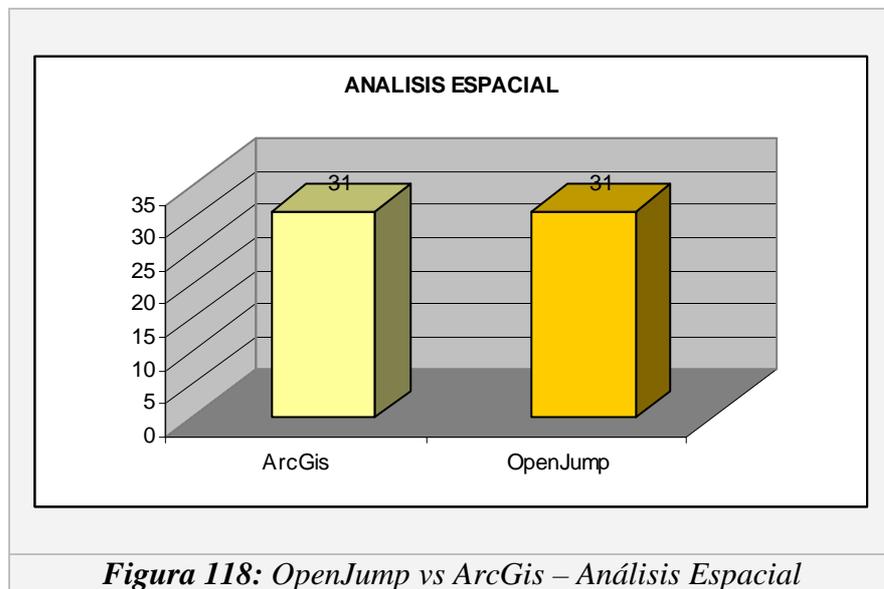


Figura 117: Factor Análisis Espacial

Nota Aclaratoria: al comparar la capacidad de análisis espacial brindada por las herramientas se determinó que tanto OpenJump como ArcGis poseen igual capacidad de geoprocesamiento de información al considerar los procesos principales envueltos en este parámetro, sin embargo, hay que destacar que ArcGis posee mayor organización en cuanto a la presentación de las herramientas involucradas. De esta forma, cada herramienta posee su propio método de aplicación pero fundamentándose en el mismo objetivo de aplicación y permitiendo manejar e incorporar los resultados obtenidos según las necesidades requeridas por el sistema en desarrollo.



4.3.3 CAPACIDAD RASTER

Un SIG se encuentra en la posibilidad de soportar dos formatos básicos de manejo de información geográfica digital, así tenemos, el formato vectorial y el formato raster. En cuanto a formatos raster, éstos guardan las coordenadas de cada vértice del objeto y sus características gráficas haciendo a sus archivos grandes y pesados. Para poder determinar o extraer elementos de una imagen es necesario realizar procesos sobre ella con software específico que permita determinar áreas, puntos o líneas con características

específicas. Con frecuencia es necesario adecuar información de este tipo y transformarla para llevar a cabo análisis con otros datos. Los paquetes SIG disponen usualmente de herramientas de fácil uso que permiten realizar esta tarea con mayor facilidad, además de permitir editar adecuadamente capas de tipo raster [22].

Otro aspecto importante dentro de la capacidad raster de una herramienta SIG es la posibilidad de aplicar rectificación a las imágenes empleadas en la creación de mapas, la cual cubre procesos de corrección geométrica de imágenes especificadas en la representación de superficies irregulares de la tierra, de tal manera que sea posible representar en una superficie plana e integrada a otras imágenes con el fin de obtener un mapa.

Para este parámetro se definieron dos factores influyentes que engloban todos los aspectos específicos de la capacidad raster de una herramienta SIG, así tenemos el Tratamiento de imágenes y la georreferenciación con 20pts y 7pts respectivamente.

TABLA X
Capacidad Raster

<i>Parámetro/ Herramienta</i>	<i>Capacidad Raster</i>			
	<i>Tratamiento Imágenes</i>	<i>Georeferenciación raster</i>	<i>Total</i>	<i>Referencia</i>
<i>ArcGis</i>	20	7	27	<i>Tabla A2.3</i>
<i>OpenJump</i>	17	3	20	

Fuente: Análisis de Herramientas ArcGis y OpenJump
Elaborado por: Mónica Samaniego, Patricia Chiriboga

²² *Capacidad raster*,
http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_Informaci%C3%B3n_Geogr%C3%A1fica

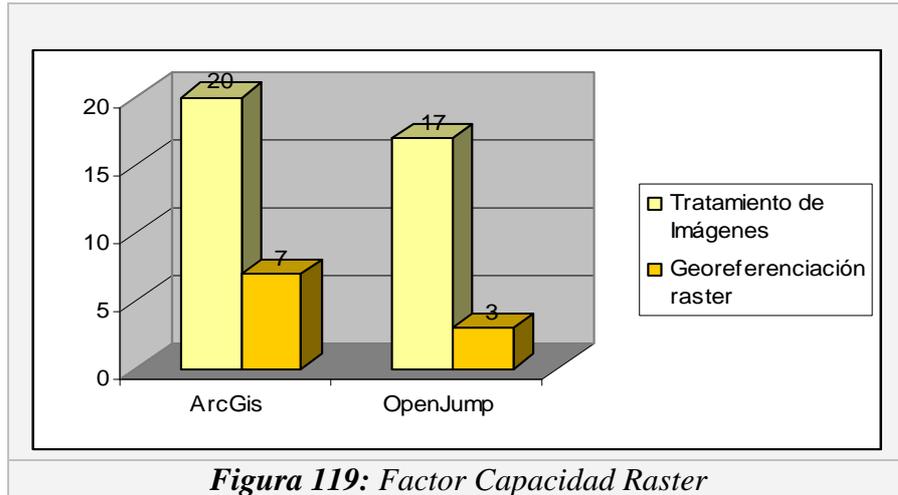


Figura 119: Factor Capacidad Raster

Nota Aclaratoria: El tratamiento de imágenes involucra aspectos como la conversión de imágenes raster, digitalización y edición raster, por tanto, al hablar de OpenJump y la conversión de imágenes raster se puede notar que ésta herramienta carece de elementos capaces de obtener topologías y reconstruirlas. Así mismo, en el proceso de digitalización OpenJump no define procesos de detección de errores que en ArcGis son factibles de utilizar. En cuanto a la georeferenciación raster, la rectificación de imágenes es considerada como un proceso fundamental, el cual se divide en diferentes tipos. ArcGis permite realizar a diferencia de OpenJump gran cantidad de rectificaciones, por lo tanto posee mayor capacidad de manejo de elementos raster que OpenJump.

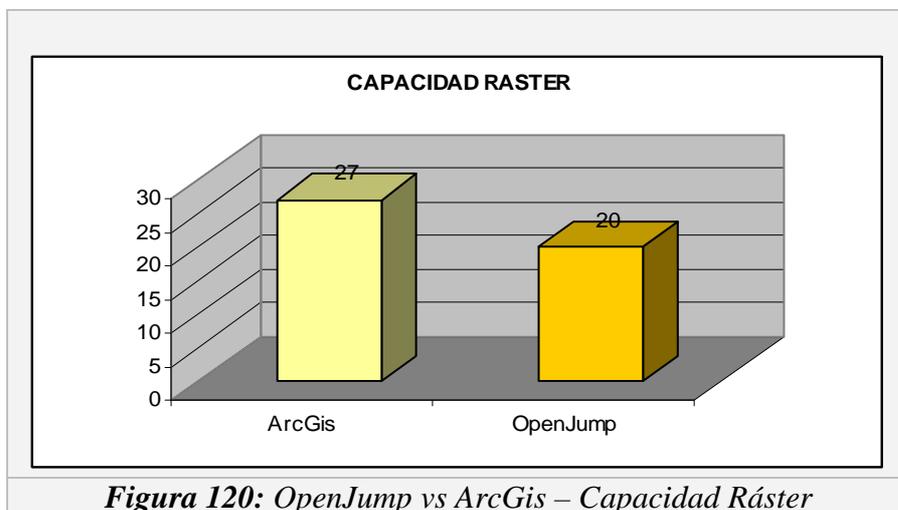


Figura 120: OpenJump vs ArcGis – Capacidad Ráster

4.3.4 INTEROPERABILIDAD

La interoperatividad en un SIG nace de la comunicación establecida con diferentes sistemas existentes en el medio actual, siempre y cuando exista una condición en la cual sea posible el intercambio de procesos o datos. Se considera importante en éste ámbito la compatibilidad hacia diversos formatos, entre los que se tratan formatos estándar SIG, formatos raster y formatos CAD manipulados hoy en día [²³].

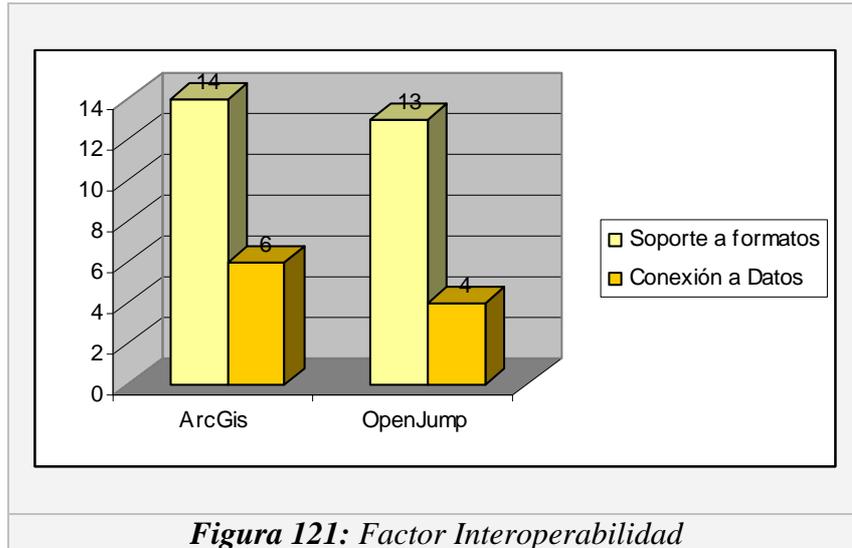
En este parámetro, el acceso hacia servicios web de mapas también se define como una forma de interoperabilidad ya que servicios como WMS, WFS y WCS buscan diseñar, aplicar, generar y visualizar u ofrecer datos geoespaciales a través de la web, cada uno con sus diferencias y similitudes. Las conexiones de bases de datos externas a herramientas SIG, son también un aspecto a considerar dentro de la interoperabilidad, debido a que agregan funcionalidad a los sistemas generados por este tipo de herramientas, de tal forma que permiten mejorar el producto final de los Sistemas de Información Geográfica. Así, dentro del parámetro interoperabilidad se establecen los factores y pesos que apoyen el proceso de evaluación para este estudio de tal forma que se resaltan el soporte a formatos con 14pts y conexión a datos con 6pts.

TABLA XI
Interoperabilidad

<i>Parámetro/ Herramienta</i>	<i>Interoperabilidad</i>			
	<i>Soporte a formatos</i>	<i>Conexión a Datos</i>	<i>Total</i>	<i>Referencia</i>
<i>ArcGis</i>	14	6	20	<i>Tabla</i>
<i>OpenJump</i>	13	4	17	<i>A2.4</i>

Fuente: Análisis de Herramientas ArcGis y OpenJump
Elaborado por: Mónica Samaniego, Patricia Chiriboga

²³ *Interoperabilidad SIG,*
<http://www.geotecnologias.com/Documentos/GIS.pdf>



Nota Aclaratoria: El soporte de formatos en una herramienta SIG establece su compatibilidad y el acceso a servicios web, a partir de lo cual, ArcGis y OpenJump manejan elementos raster y SIG de manera similar. En cuanto a elementos CAD, ArcGis supera a OpenJump en compatibilidad ya que OpenJump únicamente permite la lectura de elementos con extensión *.dxf.

El uso de servicios web en ambas herramientas es similar, ya que definen conexión a servidores y manipulan URLs que permiten acceder a elementos geográficos en la red. La conexión a base de datos es también considerada en este entorno; de esta forma, ArcGis permite establecer conexiones hacia gestores de bases de datos comunes en el entorno SIG [24]. En definitiva ArcGis 9.2 posee mayor capacidad en tanto a interoperabilidad que la proporcionada por la herramienta OpenJump 1.2.

²⁴ Bases de Datos,
http://www.geoinfinite.com/index.php?option=com_content&view=article&id=59&Itemid=66

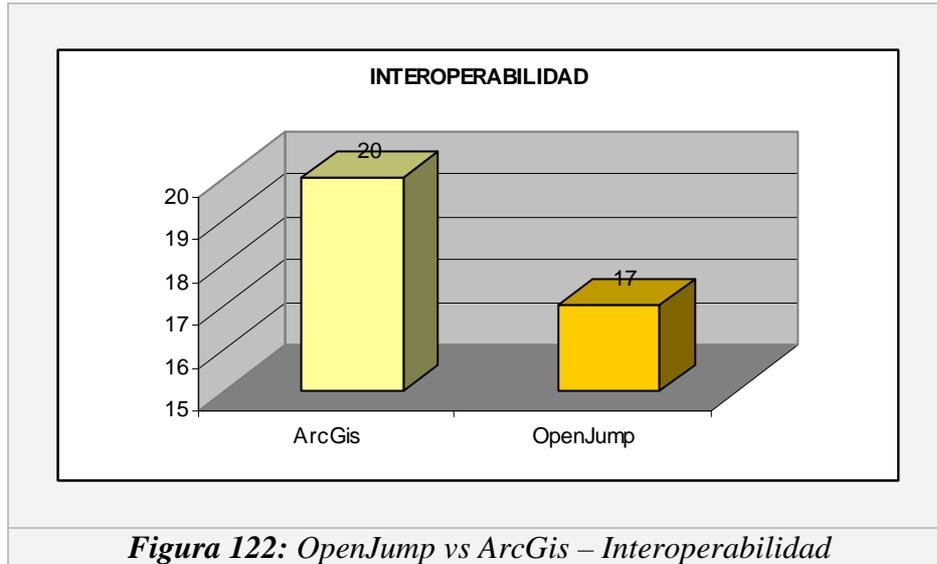


Figura 122: OpenJump vs ArcGis – Interoperabilidad

4.3.5 RENDIMIENTO

El rendimiento del sistema es un parámetro importante dentro de la calidad de software, ya que permite validar y verificar otros atributos como son la escalabilidad y fiabilidad [25]. Para obtener un alto rendimiento del sistema es necesario que exista una sintonía entre la capacidad de la máquina y el comportamiento del programa, por ello en la ingeniería de software se considera las conocidas pruebas de rendimiento.

En las pruebas de rendimiento, a menudo es crucial y con frecuencia difícil de conseguir que las condiciones de prueba sean similares a las esperadas en el uso real. Sin embargo, las pruebas de rendimiento coordinadas con la creación del volumen y carga de todos los sistemas necesarios permiten reproducir un estado real entorno a la producción y ejecución del sistema global. Los principales aspectos considerados entorno al rendimiento incluyen las siguientes pruebas:

²⁵ Rendimiento,
http://es.wikipedia.org/wiki/Pruebas_de_rendimiento_del_software

Pruebas de carga: se realiza generalmente para observar el comportamiento de una aplicación bajo una cantidad de peticiones esperada. Esta prueba puede mostrar los tiempos de respuesta de todas las transacciones importantes de la aplicación.

- **Tiempo de regreso:** Tiempo desde la entrega del trabajo hasta su regreso al usuario.
- **Tiempo de respuesta:** Tiempo de regreso de un sistema interactivo.
- **Tiempo de reacción del sistema:** Tiempo desde que el usuario presiona “enter” hasta que se da la primera sección de tiempo de servicio.
- **Carga de trabajo:** medida de la cantidad de trabajo que ha sido introducida en el sistema y que el sistema debe procesar normalmente para funcionar correctamente.

Prueba de estabilidad: esta prueba normalmente se hace para determinar si la aplicación puede aguantar una carga esperada continua. Generalmente esta prueba se realiza para determinar si hay alguna fuga de memoria en la aplicación.

- **Capacidad de ejecución:** Es la medida de la ejecución de trabajo por unidad de tiempo.
- **Utilización:** Es la fracción de tiempo que un recurso está en uso. Cuando se aplica al CPU se debe distinguir entre el uso en trabajos productivos de aplicación y el uso en sobrecarga del sistema.

Con la definición de pruebas de rendimiento aplicadas a Sistemas de Información Geográfico se consideran dos categorías específicas, fiabilidad y estabilidad, a las cuales se asignan pesos de 3 y 7 respectivamente. Dentro del tratamiento de fiabilidad

del sistema se enmarcan procesos como la carga de archivos, layout, vectorización y rasterización. Así mismo, con la estabilidad se considera la ejecución y uso de procesos de conversión de archivos y ejecución de funciones espaciales básicas.

TABLA XII

Rendimiento

<i>Parámetro/ Herramienta</i>	<i>Rendimiento</i>			
	<i>Fiabilidad</i>	<i>Estabilidad</i>	<i>Total</i>	<i>Referencia</i>
<i>ArcGis</i>	2,5	5	7,5	<i>Tabla</i>
<i>OpenJump</i>	2,5	5,5	8	<i>A2.5</i>

Fuente: Análisis de Herramientas ArcGis y OpenJump

Elaborado por: Mónica Samaniego, Patricia Chiriboga

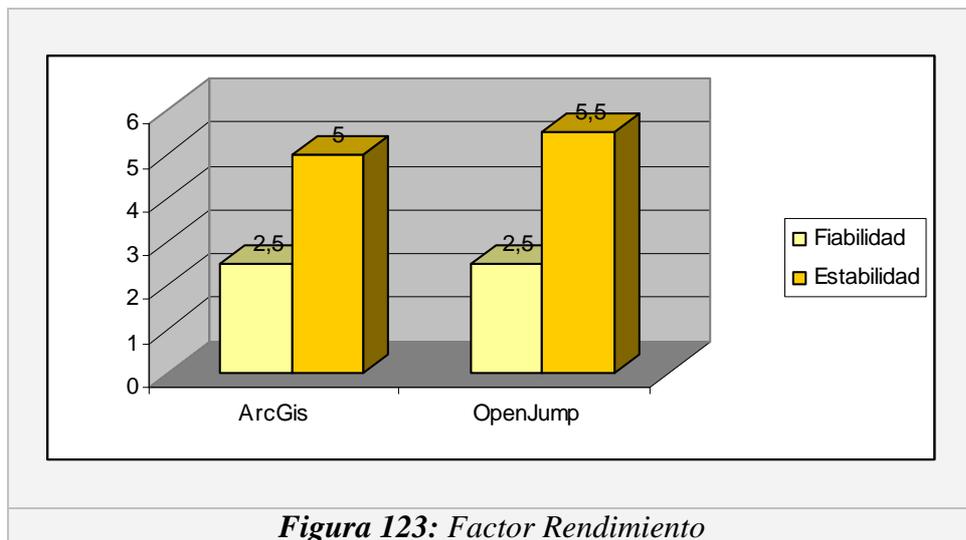


Figura 123: Factor Rendimiento

Nota Aclaratoria: En cuanto a la fiabilidad dada por OpenJump la carga de layouts resulta un proceso con mayor complejidad que el generado por ArcGis. La vectorización y rasterización en ArcGis implica una tediosa ejecución de tareas que absorben en gran parte al sistema en desarrollo, siendo OpenJump más ligera al realizar este tipo de actividad. Al referirse a la estabilidad dada por cada herramienta en la ejecución y uso de procesos de conversión y funciones espaciales, OpenJump efectúa las actividades en menor tiempo posible. Siendo así OpenJump la que destaca en

Rendimiento considerando las condiciones bajo las cuales se realizaron las pruebas pertinentes a la evaluación, especificadas en el Anexo 2 del documento.

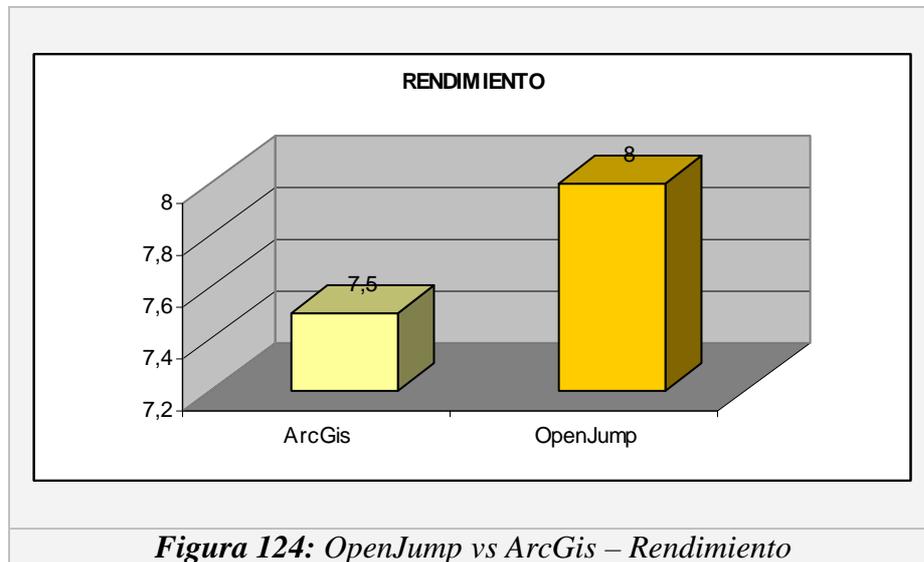


Figura 124: OpenJump vs ArcGis – Rendimiento

4.3.6 PERSONALIZACIÓN

La personalización de una herramienta se basa en la adaptación de la misma a una persona o usuario en función de sus características, preferencias personales o información previa que proporciona [26]. En cuanto a herramientas SIG, se busca satisfacer las necesidades operativas de los usuarios mediante el empleo de diferentes lenguajes de programación que permitan optimizar velocidad, ganar precisión y agilidad en consultas; además de lograr un uso generalizado del sistema. Mediante este proceso, es posible programar aplicaciones que respondan a las inquietudes y necesidades de los usuarios y que ayuden a simplificar su trabajo.

Otro aspecto a considerar es el posible acceso hacia el código fuente de la herramienta, mediante el cual sea posible alterar funciones básicas de presentación. En la

²⁶ Personalización,
<http://es.wikipedia.org/wiki/Personalizaci%C3%B3n>

personalización se busca realizar cambios que brinden mayores beneficios al usuario pero es también de utilidad el poder acceder a la programación de la herramienta que permita cambiar perfiles con los que el usuario se siente inseguro. La personalización de una herramienta SIG propone dos aspectos importantes de evaluación, accesibilidad e implementación donde el peso asignado a cada una es de 3 y 7 respectivamente.

TABLA XIII

Personalización

<i>Parámetro/ Herramienta</i>	<i>Personalización</i>			
	<i>Accesibilidad</i>	<i>Implementación</i>	<i>Total</i>	<i>Referencia</i>
<i>ArcGis</i>	3	7	10	<i>Tabla</i>
<i>OpenJump</i>	3	6,23	9,23	<i>A2.6</i>

Fuente: Análisis de Herramientas ArcGis y OpenJump
Elaborado por: Mónica Samaniego, Patricia Chiriboga

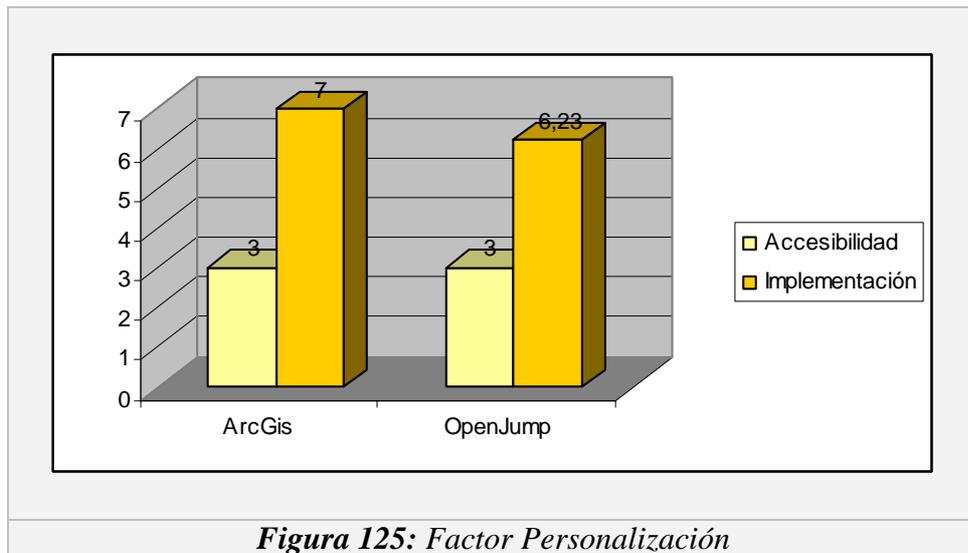


Figura 125: Factor Personalización

Nota Aclaratoria: En la personalización, la accesibilidad hacia la configuración de funciones básicas (menús, herramientas e inicio de aplicación) tanto para ArcGis como para OpenJump es permitida mediante la ejecución de componentes específicos. Los lenguajes de programación empleados por cada uno de ellos son potentes, confiables y permiten la creación eficiente de diferentes elementos programables. La calidad del

código generado por dichas operaciones SIG difiere entre las herramientas, de tal forma que el lenguaje empleado por ArcGis en el proceso de personalización posee mayores características de calidad que el empleado por OpenJump. De este modo, la calidad de personalización favorece a ArcGis de manera notable.

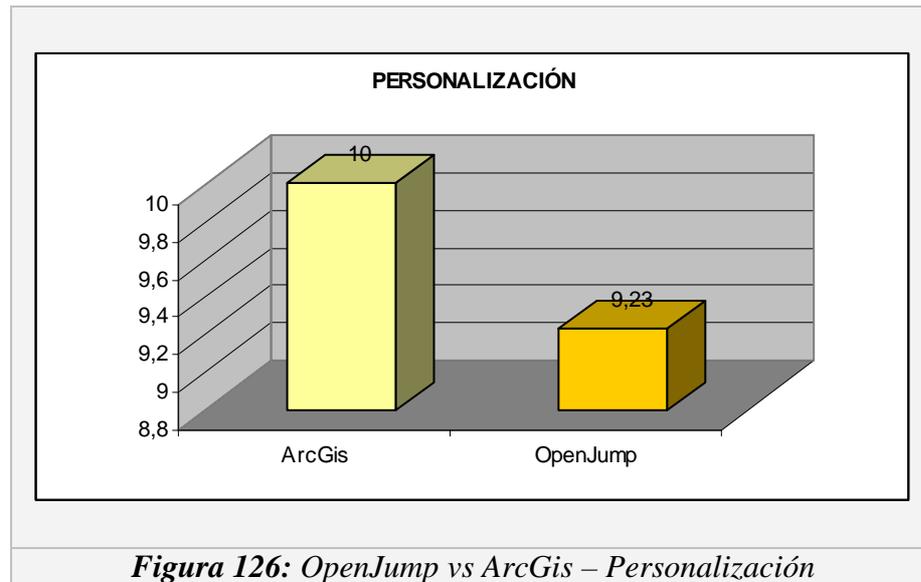


Figura 126: OpenJump vs ArcGis – Personalización

4.3.7 CAPACIDAD 3D

La creación de mapas en 3D permite de manera concreta visualizar objetos que en dos dimensiones no se podrían ver, es decir, fenómenos continuos. Mediante este tipo de mapas, es posible realizar un análisis e interpretación rigurosa de dichos elementos cuya perspectiva puede ser modificada a voluntad del usuario tanto en lo que se refiere al punto cardinal donde está el observador, al ángulo de inclinación con respecto a la horizontal definida en un mapa de este tipo, así como también a la posibilidad de transformar la escala del eje vertical de manera que se pueda exagerar la sensación de relieve [27]. Un mapa 3D exige considerar los siguientes aspectos:

²⁷ Entorno SIG 3D,
http://maps.unomaha.edu/Peterson/gis/Final_Projects/1996/Swanson/GIS_Paper.html

- En qué dirección se dirige la mirada, esto puede ser, Norte, Sur, Este y Oeste o alguna intermedia.
- Cuál es la distancia desde la que se mira, ya que afecta su tamaño relativo de los puntos visibles situados alrededor de la perspectiva seleccionada.
- La altura del punto de vista sobre el plano de base del relieve representado en que se sitúa el observador y que determina el grado de realce o planicie de la topografía.

Los datos empleados en la creación de un mapa 3D parten de las características geométricas típicas como el punto, línea o polígono que pueden representar picos de montañas o puntos de telefonía, carreteras o corrientes y edificios o lagos respectivamente, los cuales pueden usar valores Z en su geometría para disponerlos en una escena 3D.

Así mismo, las capas raster y características 2D pueden ser dibujadas en formato 3D siempre y cuando estén apoyadas o descansando sobre una superficie; es decir, al utilizar un elemento raster para superponer al modelo de superficie se produce una forma de visualización muy efectiva pues se relaciona la imagen raster con la superficie permitiendo dibujarla pero requiriendo del mismo modo valores en el eje Z.

De este modo, la construcción de modelos 3D en base a modelos raster tanto de forma automática o semi-automática puede recurrir a diversas fuentes y tecnologías, desde fotos aéreas, verticales y oblicuas, video, imágenes satelitales de alta resolución hasta scanners laser con detección automática de objetos y alturas. Es posible además emplear

la interpolación de las alturas para la obtención de datos de superficie o dar a un raster un conjunto de valores constantes interpretados como altura para el diseño final 3D.

Con el análisis de los SIG en 3D se obtuvieron tres categorías de comparación, las cuales engloban la manipulación de objetos 3D, análisis 3D y los raster en 3D. Cada uno de ellos posee un peso de 9, 3 y 6pts respectivamente bajo los cuales se evalúa cada herramienta.

TABLA XIV
Capacidad 3D

<i>Parámetro/ Herramienta</i>	<i>Capacidad 3D</i>				<i>Referencia</i>
	<i>Manipulación objetos 3D</i>	<i>Análisis 3D</i>	<i>Raster 3D</i>	<i>Total</i>	
<i>ArcGis</i>	9	1	6	16	<i>Tabla A2.7</i>
<i>OpenJump</i>	6	0	2	8	

Fuente: Análisis de Herramientas ArcGis y OpenJump
Elaborado por: Mónica Samaniego, Patricia Chiriboga

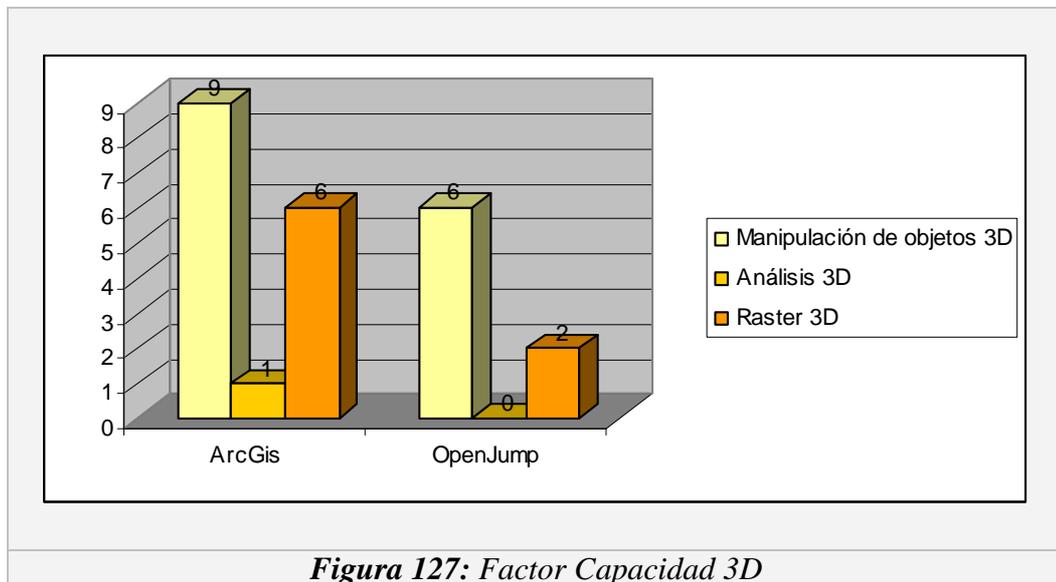


Figura 127: Factor Capacidad 3D

Nota Aclaratoria: La manipulación de objetos 3D implica el manejo de herramientas básicas y escenas en 3D. OpenJump permite agregar, mover y rotar elementos de este

tipo; además de controlar iluminación, coordenadas y vistas, pero no alcanza la potencialidad de manejo brindada por ArcGis. Las funciones de análisis son un aspecto delicado en 3D, el cual destaca a ArcGis por la posibilidad de realizar consultas. En cuanto al manejo de elementos raster, OpenJump únicamente maneja apariencia de superficies y resolución de imágenes, por lo que ArcGis lo supera de sobremanera. En definitiva, ArcGis brinda mayor capacidad 3D a las aplicaciones desarrolladas.

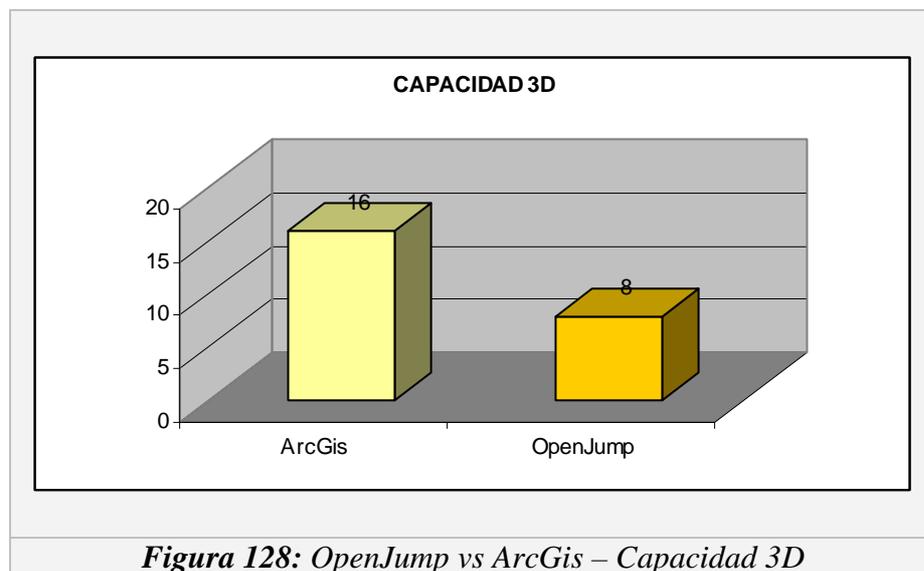


Figura 128: OpenJump vs ArcGis – Capacidad 3D

4.3.8 GENERACIÓN DE MAPAS

El objetivo fundamental de un Sistema de Información geográfico es el de generar mapas vistosos y entendibles al usuario final, por ello, pone a disposición del mismo un conjunto de herramientas y opciones que le hagan más sencilla esta tarea. Un mapa en GIS es presentado mediante capas, las cuales permiten ser configuradas considerando colores, rellenos y decoraciones [28]. Cada una de las configuraciones establecidas permiten definir de mejor manera los mapas creados y definir un nivel de importancia entre el conjunto de información representada.

²⁸ Manejo de Capas,
<http://saglop.iespana.es/personales/IMPLESIG.pdf>

El usuario puede aplicar las configuraciones de manera práctica y sencilla mediante la interfaz presentada por la herramienta y a la vez obtener mapas de manera física por medio de las características definidas con anterioridad. Un mapa puede ser mostrado también en forma de reportes, los cuales albergan información específica que puede incorporar gráficos estadísticos o resultados de consultas. Para este parámetro, se categorizaron dos factores específicos, usabilidad y vistosidad, a los cuales se les define un peso de 6pts y 17pts respectivamente.

TABLA XV
Generación de Mapas

<i>Parámetro/ Herramienta</i>	<i>Generación de Mapas</i>			
	<i>Usabilidad</i>	<i>Vistosidad</i>	<i>Total</i>	<i>Referencia</i>
<i>ArcGis</i>	6	17	23	<i>Tabla</i>
<i>OpenJump</i>	6	13	19	<i>A2.8</i>

Fuente: Análisis de Herramientas ArcGis y OpenJump
Elaborado por: Mónica Samaniego, Patricia Chiriboga

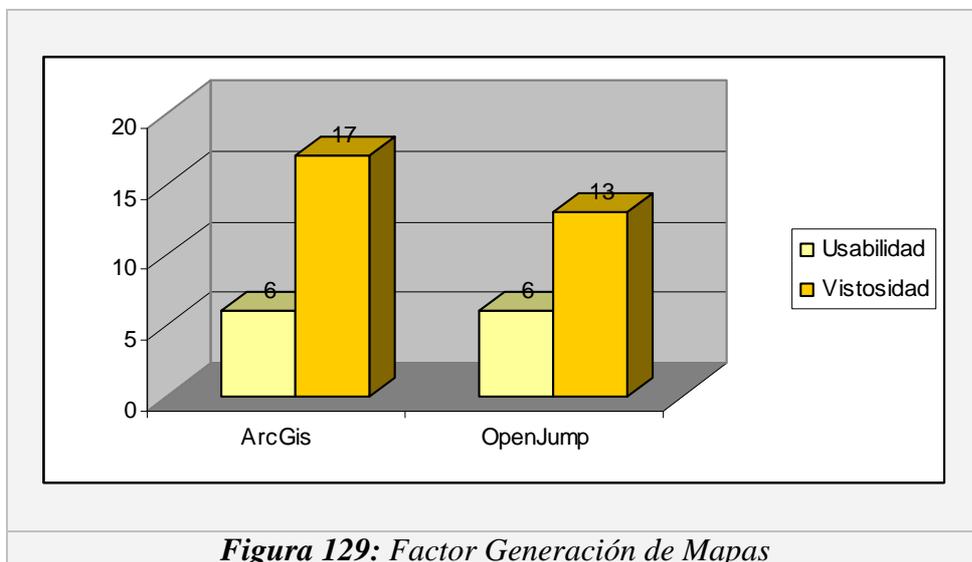


Figura 129: Factor Generación de Mapas

Nota Aclaratoria: La generación de mapas se relaciona directamente con la usabilidad de la interfaz de herramientas, caracterizando la utilidad, intuitividad y facilidad de aprendizaje de cada una. ArcGis y OpenJump brindan el mismo nivel de facilidad de

uso en cuanto a su interfaz, así al hablar de la vistosidad que cada una de ellas genera para la configuración de capas (colores, rellenos, colores temáticos y decoraciones) su potencialidad es similar. OpenJump se ve desacreditado en lo referente a la generación de reportes al no incluir herramientas para dicha actividad, pero permite la creación de gráficos estadísticos y mapas de consultas. De esta forma ArcGis supera a OpenJump al incluir mayores opciones en cuanto a la generación de mapas.

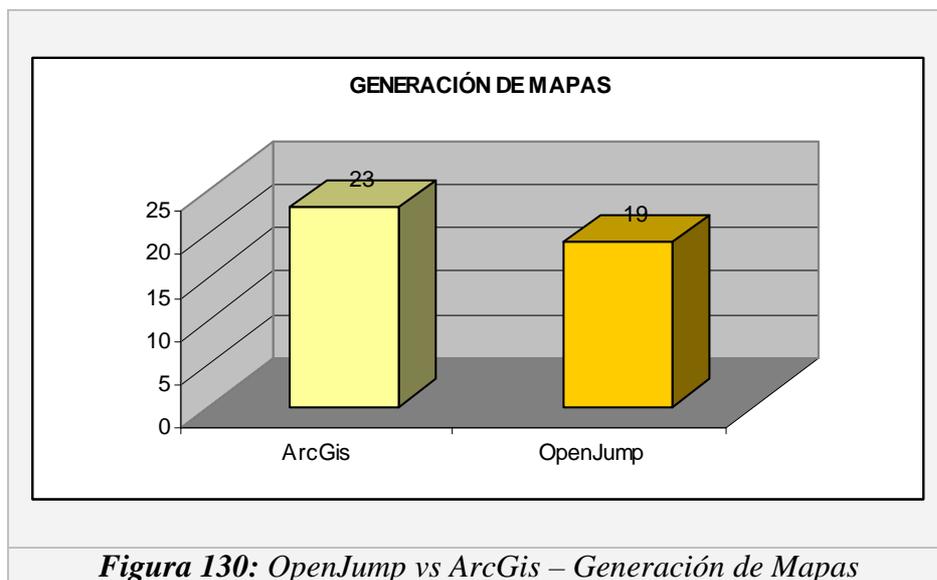


Figura 130: OpenJump vs ArcGis – Generación de Mapas

4.3.9 DOCUMENTACIÓN Y SOPORTE

La documentación de un sistema o herramienta software es un conjunto de información en el que se expresa detalles que involucra el mismo, de tal forma que señala el camino adecuado para operar con él permitiendo interpretar los errores producidos y conocer el proceso que genera [29]. En la mayoría de los sistemas, la documentación viene expresada en un carácter técnico, en el cual se indican algoritmos de cómo realizar alguna acción, como por ejemplo, en el caso de los SIG imprimir reportes, manipular mapas o cualquier otra tarea dependiendo de la naturaleza del sistema o su función.

²⁹ Documentación técnica,
<http://www.elcodigok.com.ar/2009/02/la-importancia-de-la-documentacion-en-nuestros-sistemas/>

En el desarrollo de un sistema se discute la necesidad de contar con documentación que sea de utilidad tras operar con el sistema, de ahí que surge la necesidad de emplear manuales, ayudas incorporadas y de manera más accesible la ayuda en línea, las cuales se denotan en dos categorías de ayuda, interna y externa. Así mismo, el soporte de una herramienta permite mejorar su uso de manera activa y promover la calidad de los productos desarrollados a partir de ella. En este contexto se generaron dos factores principales que guían la evaluación propuesta, los cuales se definen como documentación con un peso de 6pts y soporte con un peso de 2pts.

TABLA XVI

Documentación y Soporte

<i>Parámetro/ Herramienta</i>	<i>Documentación y Soporte</i>			
	<i>Documentación</i>	<i>Soporte</i>	<i>Total</i>	<i>Referencia</i>
<i>ArcGis</i>	6	2	8	<i>Tabla A2.9</i>
<i>OpenJump</i>	4	2	6	

Fuente: Análisis de Herramientas ArcGis y OpenJump
Elaborado por: Mónica Samaniego, Patricia Chiriboga

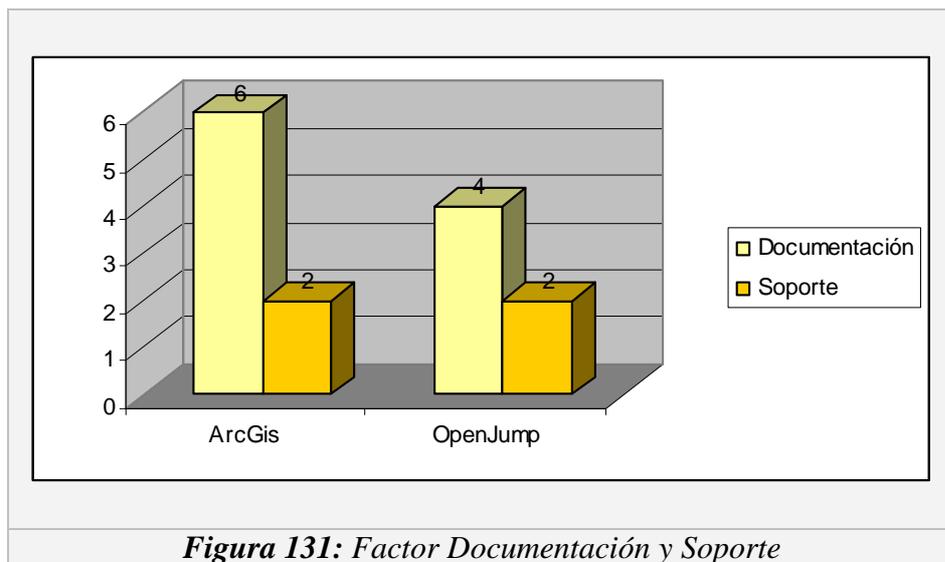


Figura 131: Factor Documentación y Soporte

Nota Aclaratoria: En cuanto a la documentación se definen dos aspectos importantes, la documentación técnica incorporada en la herramienta y la ayuda en línea proporcionada por la organización correspondiente. ArcGis provee un conjunto completo de información para guía del usuario, caso contrario de OpenJump que no dispone de ayuda dentro de la herramienta. Tanto ArcGis como OpenJump presentan abundante fuente de información en línea y brindan soporte mediante los datos incluidos en la opción Acerca de. Por ende ArcGis sobresale en documentación y soporte.

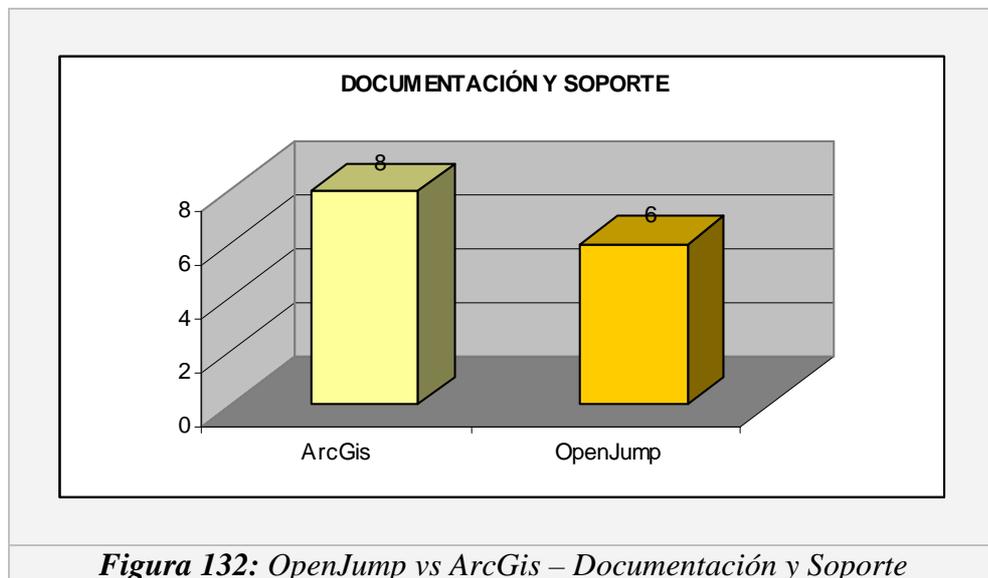


Figura 132: OpenJump vs ArcGis – Documentación y Soporte

4.4 COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

Con el análisis de los parámetros de calidad planteados en base a los estándares ISO 9000, ISO 9126-3, QSOS y la investigación SIG - calidad; es necesario proponer un resultado global acerca de las herramientas SIG estudiadas. De este modo, se especifican los puntajes obtenidos tanto de ArcGis 9.2 como de OpenJump 1.2 sobre las métricas establecidas, así, mediante la tabla descrita a continuación se presentan los resultados finales por cada una de las herramientas mencionadas:

TABLA XVII
Resultado Final

Nº	Herramienta/Parámetro	ArcGis 9.2	OpenJump 1.2
1	Funcionalidad básica	76	73,5
2	Análisis Espacial	31	31
3	Capacidad Raster	27	20
4	Interoperabilidad	20	17
5	Rendimiento	7,5	8
6	Personalización	10	9,23
7	Capacidad 3D	16	8
8	Generación de Mapas	23	19
9	Documentación y Soporte	8	6
	Total (/233)	218,5	191,73

Fuente: Análisis de Herramientas ArcGis y OpenJump
Elaborado por: Mónica Samaniego, Patricia Chiriboga

Cada una de las herramientas presenta características que definen el grado de calidad de los SIG creados por ellas. ArcGis por su parte, brinda funcionalidades básicas flexibles que hacen posible la creación de mapas y que superan a las proporcionadas por OpenJump. El análisis espacial aportado por cada una de las herramientas, genera funciones para el geoprocesamiento de información espacial, las cuales son empleadas de diferentes formas dependiendo de la herramienta utilizada pero cumpliendo con el objetivo propuesto para cada una de ellas.

En cuanto a la capacidad raster incluida por ArcGis y OpenJump; el uso de herramientas de georeferenciación permiten manipular con exactitud imágenes base de tipo raster. ArcGis por medio de sus componentes pone a disposición del usuario opciones de georeferenciación mayores a las propuestas por OpenJump por medio de las cuales el tratamiento raster constituye un proceso sencillo y eficiente. Así mismo, con la interoperabilidad de un Sistema de Información Geográfico se consideran formatos

estándar que miden la compatibilidad de las herramientas estudiadas en donde ArcGis se propone como la herramienta más potente al superar a OpenJump en cuanto accesibilidad de formatos y empleo de bases de datos actualmente manipuladas.

En lo concerniente a rendimiento, OpenJump como herramienta de código abierto ejecuta procesos sencillos y ágiles que permiten obtener respuestas del sistema de manera óptima. ArcGis a la vez, emplea funciones cuyos procesos incluyen un análisis profundo de las actividades espaciales produciendo resultados robustos y puntuales para el usuario pero haciendo mayor uso de recursos hardware. Del mismo modo, en la personalización de una herramienta SIG, el uso de lenguajes de programación es una prioridad donde se considera la calidad generada por el código escrito mediante dichos lenguajes. ArcGis supera a OpenJump debido a la aplicación de PF y KLDC donde de manera individual KLDC favorece a ArcGis mientras que PF a OpenJump, pero de manera conjunta la evaluación de errores y defectos pesan de mayor forma a esta herramienta, por lo que se lleva la ventaja en gran proporción ArcGis.

La capacidad 3D proporcionada por OpenJump limita el uso de herramientas de creación y análisis de objetos 3D, sin dejar de lado la capacidad de tratamiento de imágenes raster de este tipo. ArcGis en este sentido proporciona mayores elementos para la creación de mapas, brindando un conjunto de herramientas que permiten interactuar en escenarios 3D, analizar datos y manipular adecuadamente elementos raster de tal forma que permitan crear con exactitud mapas en vista 3D.

Durante la generación de mapas, ambas herramientas muestran facilidad e intuitividad de manejo; además de capacidad para generar mapas en varios formatos incluyendo formatos PDF.

El uso de colores temáticos y rellenos, etiquetas y decoraciones también se manifestaron en este contexto pero al tomar en cuenta la creación de reportes, ArcGis proporciona herramientas como crystal reports con este objetivo. Posee a la vez una forma básica de reportes incorporados que permiten la construcción de reportes simples y vistosos. Con estas características, ArcGis prevalece ante OpenJump, debido a que mediante éste último únicamente es posible obtener informes estadísticos claves acerca de la información que manipula.

La documentación y soporte brindado por ArcGis y OpenJump favorece a la herramienta ArcGis, puesto que posee un sitio de ayuda completo sumado a los contenidos incorporados en la aplicación; OpenJump en cambio, a pesar de contar con un sitio de ayuda muy completo no cuenta con ayuda adherida a la herramienta.

4.4.1 RESUMEN DE COMPARATIVA

Las características de calidad representativas de cada herramienta analizada constituyen el resultado final del presente estudio comparativo ya que juegan un rol importante al momento de seleccionar una de ellas con el objetivo de crear el sistema de información geográfico destinado a la Defensa Civil. Por ende, los aspectos técnicos tanto de ArcGis como de OpenJump se destacan en la siguiente tabla:

TABLA XVIII
Características de Herramientas

Características	ArcGis	OpenJump
<i>Sistemas de Coordenadas</i>	√	√
<i>Configuración de Categorías</i>	-	-
<i>Configuración de Capas</i>	√	√
<i>Configuración de Características</i>	√	√
<i>Movilidad</i>	√	√
<i>Manejo Menú Principal</i>	√	√
<i>Manejo Menú contextual</i>	-	-
<i>Otros módulos de creación</i>	√	√
<i>Renombrar Mapa temático</i>	√	√
<i>Herramientas Selección/movimiento/Visualización</i>	√	√
<i>Herramientas de Dibujo de objetos</i>	√	√
<i>Componentes de Vectorización</i>	√	√
<i>Componentes de Rasterización</i>	√	√
<i>Manejo Tipos de Datos</i>	√	√
<i>Edición de esquema</i>	√	√
<i>Edición tabla de atributos</i>	√	-
<i>Propiedades Leyendas</i>	√	-
<i>Personalización Título Layout</i>	√	√
<i>Personalización Escala Layout</i>	√	√
<i>Personalización Orientación</i>	√	√
<i>Buffer</i>	√	√
<i>Proximidad</i>	√	√
<i>Superposición Topológica</i>	√	√
<i>Análisis de Redes</i>	√	√
<i>Manejo de capas resultantes de análisis espacial</i>	√	√
<i>Incorporación de resultados de análisis espacial</i>	√	√
<i>Conversión de Imagen raster semiautomática</i>	√	√
<i>Conversión de Imagen raster automática</i>	√	-
<i>Digitalización raster</i>	√	-
<i>Edición raster</i>	√	√
<i>Rectificación imágenes</i>	√	x
<i>Rectificación Transformación Polinómica lineal</i>	√	√
<i>Rectificación Transformación Polinómica no lineal</i>	√	x
<i>Soporte Formatos Raster</i>	√	√
<i>Soporte Formatos SIG</i>	√	√
<i>Soporte Formatos CAD</i>	√	-
<i>Soporte Servicios Web de Mapas</i>	√	√
<i>Soporte Bases de datos</i>	√	-
<i>Acceso Personalización Operaciones básicas</i>	√	√
<i>Lenguaje Personalización</i>	√	√
<i>Herramientas básicas interacción 3D</i>	√	-
<i>Manejo de Escenas 3D</i>	√	-
<i>Análisis métricos 3D</i>	x	x
<i>Consultas SQL 3D</i>	√	x
<i>Funciones de Análisis espacial 3D</i>	x	x
<i>Configuración de imágenes raster 3D</i>	√	-
<i>Utilidad de Herramienta en Generación de mapas</i>	√	√
<i>Intuitividad y facilidad de aprendizaje herramienta</i>	√	√

<i>Manejo Colores y Rellenos</i>	√	√
<i>Manejo Colores temáticos</i>	√	√
<i>Manejo Decoraciones</i>	√	√
<i>Reportes</i>	√	x
<i>Gráficos estadísticos</i>	√	√
<i>Mapas de Consultas</i>	√	√
<i>Mapas de estadísticos</i>	√	x
<i>Documentación Técnica</i>	√	-
<i>Ayuda en Línea</i>	√	√
<i>Acerca De</i>	√	√

√	<i>Funciones Completas</i>
-	<i>Funciones Incompletas</i>
x	<i>Ninguna Función</i>

Fuente: Análisis de Herramientas ArcGis y OpenJump
Elaborado por: Mónica Samaniego, Patricia Chiriboga

4.4.1.1 DIFERENCIAS Y SEMEJANZAS

Las herramientas analizadas poseen diversas características por las cuales igualan y/o diferencian sus rasgos. Los aspectos técnicos definidos por el presente análisis permitirán determinar qué herramienta posee mejores condiciones para el desarrollo del sistema propuesto para la defensa civil.

Semejanzas

- La georeferenciación de un proyecto SIG tanto para la herramienta ArcGis como para OpenJump considera un conjunto de sistemas de coordenadas aplicables de manera sencilla y completa.
- El manejo de capas, características y categorías en ambas herramientas conlleva la misma perspectiva de uso donde es posible personalizar cada una de ellas de una forma específica según su funcionalidad.
- La interfaz presentada por ArcGis y OpenJump hacen posible la movilidad de sus elementos según lo requiera el usuario.

- En cuanto a la manipulación de la interfaz presentada para el uso de capas, ArcGis y OpenJump permiten el manejo de elementos mediante menús principales y contextuales; además de hacer posible la creación de capas mediante otros módulos específicos.
- ArcGis y OpenJump brindan mediante sus funcionalidades la capacidad de emplear herramientas básicas de selección, movimiento, visualización y dibujo de objetos; además de componentes de vectorización y rasterización.
- Las tablas de atributos generadas por las capas de un Sistema de Información Geográfico poseen la misma funcionalidad en cuanto a tipos de datos y manejo de esquema dentro de ambas herramientas, ArcGis y OpenJump.
- La configuración de layout dentro de ArcGis y OpenJump permite de manera fácil personalizar títulos, escalas y orientación definidos para la presentación de un mapa final.
- Las funciones de análisis espacial son un aspecto primordial dentro las herramientas SIG, por ende, tanto ArcGis como OpenJump manipulan de manera similar dichas funciones en cuanto a método de aplicación y funcionalidad resultante.
- La edición de elementos raster en las herramientas ArcGis y OpenJump prácticamente presentan las mismas opciones de manejo de imágenes, mediante barras de herramientas destinadas a este fin.
- En cuanto al soporte de formatos brindado por cada herramienta, ArcGis y OpenJump se encuentran al mismo nivel de compatibilidad al referirse a formatos de tipo raster y SIG.

- El acceso a servicios web de mapas se trata de igual forma sobre ambas herramientas de tal forma que se establece una conexión a servidor y se permite el acceso según un URL utilizado en la misma.
- La fiabilidad dada por las herramientas es similar en cuanto a la ejecución de procesos básicos del sistema.
- Los lenguajes de programación empleados por ambas herramientas para la personalización manejan componentes poderosos capaces de brindar resultados de calidad de los procesos desarrollados.
- Durante la generación de mapas, la interfaz propuesta por ambas herramientas brinda gran utilidad, intuitividad y facilidad de aprendizaje. Así mismo, la vistosidad aportada permite obtener mapas elegantes y apropiados a la situación.
- La documentación presentada por ArcGis y OpenJump poseen similar magnitud en la web de tal forma que presentan enlaces de ayuda y sitios de descarga propios de cada herramienta; además, abren la posibilidad de conocer acerca de la organización por la cual fueron desarrolladas.

Diferencias

- La incorporación de herramientas en ArcGis presenta funcionalidades completas mediante su componente ArcToolBox, mientras que OpenJump permite acceder hacia nuevas herramientas con la instalación de plugins y personalizarlas de manera limitada.
- La edición de tablas de atributos presente en ArcGis y OpenJump permite el ingreso, modificación y eliminación de elementos geográficos, así como también el empleo de herramientas de selección, organización, visualización de contenidos y

zoom a registros; sin embargo, la presentación de tablas al usuario difiere puesto que el proceso de activación y desactivación de columnas no esta presente en OpenJump.

- En cuanto a la personalización de leyendas dentro de layout OpenJump permite definir un tamaño, posición, color y bordes de leyenda, aunque no accede al cambio de fuentes para el texto presentado. ArcGis en cambio brinda una funcionalidad completa en este contexto.
- La capacidad raster definida por cada herramienta SIG difiere en cuanto a la conversión de imágenes raster; es decir, en el acople y manejo de elementos gráficos ejecutados por las herramienta, así que OpenJump no incorpora herramientas destinadas al manejo de topologías.
- El proceso de digitalización raster es también disparejo en cuanto a las herramientas estudiadas ya que ArcGis posee elementos que brindan mayor funcionalidad que OpenJump en éste ámbito; denotando herramientas de detección de errores, agregación, eliminación y división de arcos y vértices.
- La rectificación de imágenes en SIG comprende diferentes tipos, así, procesos como la ortorectificación son controlados por ArcGis que permite además el uso de puntos de control y el manejo de predicción y ajuste. OpenJump por su parte no posee dichas capacidades pero se inclina hacia transformaciones de tipo lineal. ArcGis a más de poseer esta característica permite también realizar transformaciones no lineales de imágenes de tipo raster.
- La conexión a base de datos dada por las herramientas brinda mayor potencialidad a ArcGis, debido a la gran capacidad que posee al conectarse a gestores de bases de datos conocidos y más usados en la actualidad, no obstante, OpenJump también

permite realizar conexiones con gestores de datos al contar con plugins propios de cada gestor.

- La estabilidad brindada por ArcGis en cuanto a la ejecución y uso de procesos es considerada como buena pero OpenJump la supera.
- Al hablar de soporte a formatos CAD, OpenJump se encuentra limitado ya que permite leer únicamente formatos DXF acoplados por un plugin específico.
- La calidad de código generado por ArcGis y OpenJump por medio de lenguajes de programación definidos para cada uno, permite distinguir que la cantidad de errores y defectos generados por OpenJump es mayor a la de ArcGis, llegando a obtener que ésta última es pionera en cuanto a calidad de código para personalización.
- La creación de mapas 3D propuesta por ArcGis presenta herramientas más completas y accesibles además de herramientas de manipulación de escenas. Permite realizar consultas 3D y configurar imágenes de este tipo de manera más óptima que la propuesta por OpenJump bajo la cual es posible crear mapas 3D en base a atributos definidos y manipular imágenes para este proceso.
- La creación de reportes dada por ArcGis define mayores posibilidades de presentación de mapas; además, abre la posibilidad de generar mapas estadísticos, mapas de consultas y gráficos estadísticos. OpenJump no permite crear reportes pero manifiesta la obtención de mapas de consultas y gráficos estadísticos.
- La documentación técnica incorporada en la herramienta ArcGis presenta grandes características que influyen durante el desarrollo de un sistema, ya que presenta un conjunto de opciones capaces de mostrar información completa de la herramienta. OpenJump por otro lado no agrega ayuda dentro de sus funciones.

4.4.2 RESULTADO FINAL

Con el estudio comparativo desarrollado en base al planteamiento de métricas destinadas a definir la calidad de una herramienta para la creación de Sistemas de Información Geográfico, se obtuvieron valores puntuales que decidieron la superioridad de una herramienta frente a otra. Cada parámetro enfocó la selección de una herramienta específica ya sea libre o propietaria que no solo se fundamente en el costo detrás de la herramienta sino en la capacidad de incorporar información geográfica, analizarla y hacerla factible de uso.

El proceso que permite la comprobación de la hipótesis planteada inicialmente, incurre en la evaluación individual de indicadores, índices y factores enmarcados en cada parámetro, bajo los cuales, los puntajes y características devueltas por cada herramienta establecen la capacidad de cada una para crear sistemas de información geográfica de calidad. La demostración de la hipótesis se ve representada por la siguiente figura.

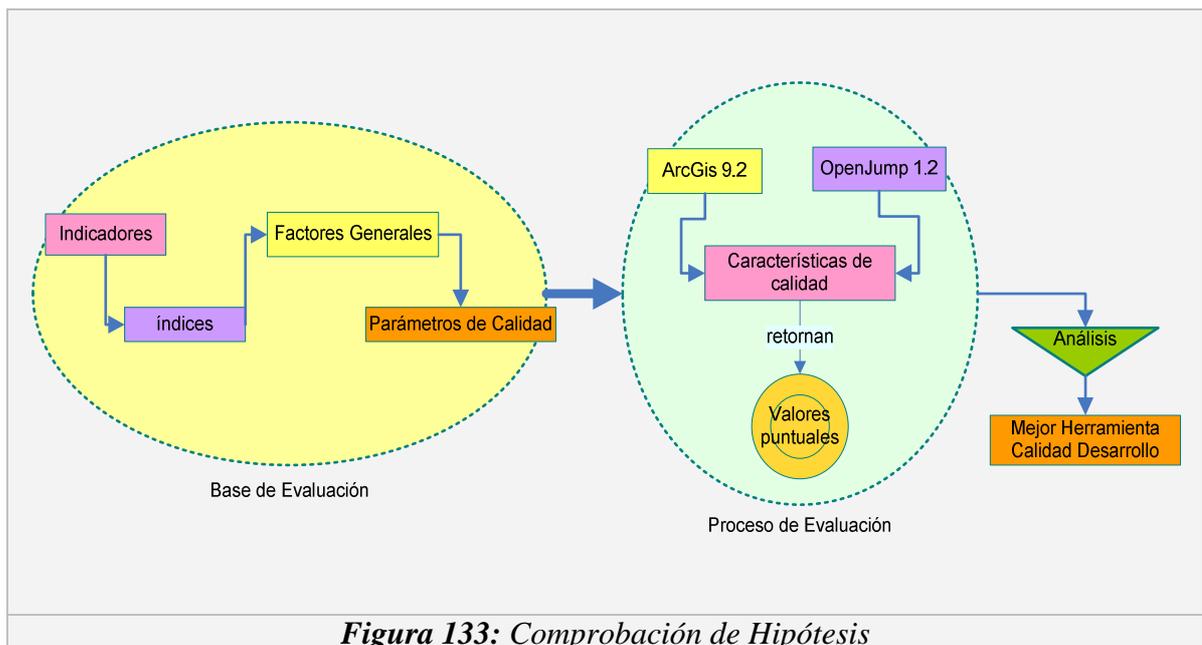


Figura 133: Comprobación de Hipótesis

En definitiva, los resultados obtenidos en base al proceso de esta comparativa demuestran y definen a la herramienta de calidad para el desarrollo del sistema de información geográfico para la Defensa Civil, siendo ésta **ArcGis 9.2**, debido a las amplias funcionalidades básicas, análisis espacial, capacidad raster, interoperabilidad, generación de mapas y documentación y soporte brindados y fundamentados en la aplicación de los parámetros de calidad propuestos. En conclusión, la hipótesis planteada para este proyecto de tesis se ve comprobada con el estudio comparativo realizado por las autoras.

CAPÍTULO V

Desarrollo de la Aplicación SIG

Los Sistemas de Información Geográfico (SIG) tienen la capacidad de representar datos espaciales y atributos específicos que los caracterizan a través de una serie de etapas. Así, con el empleo de elementos computacionales, un SIG es utilizado como una herramienta de análisis, consulta, manipulación y presentación de datos geográficos cuya construcción requiere escoger un paradigma de ingeniería de software adecuado para satisfacer la fusión de las diferentes etapas que son parte del desarrollo de un sistema de este tipo [³⁰].

La metodología en cascada al constituirse como una metodología estructurada, propone varias etapas para la construcción del sistema, donde destaca la definición de requisitos, diseño de software, pruebas, operación y mantenimiento. A partir de estas etapas se entregan las funciones principales del sistema y se describen las decisiones, tácticas y estrategias destinadas al desarrollo de la aplicación permitiendo una implementación

³⁰ *Implantación de SIG,*
<http://www.ceagi.org/portal/?q=node/295>

efectiva y eficiente debido a lo cual es empleada para el desarrollo del sistema [³¹].

5.1 ANÁLISIS DE SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO

La etapa de análisis de Requerimientos tiene como finalidad incurrir en el menor grado de errores durante la implementación del sistema de información geográfica, por ello, se establece la requerimentación necesaria para el mismo mediante el siguiente documento en el que se concentra el desarrollo y puesta en marcha del sistema con la finalidad de facilitar la toma de decisiones de la Defensa Civil en caso de suscitarse emergencias provocadas por la naturaleza o por el hombre dentro de la zona de estudio ubicada en la ciudad de Riobamba.

La información empleada para la consecución del SIG demanda ser documentada técnicamente, por lo tanto, la definición del problema, requerimientos, especificación de escenarios, fichas de recolección de información, análisis de la actividad del SIG y el SRS correspondiente a la ingeniería del sistema se desarrollan a continuación.

Definición Del Problema

La Defensa Civil como institución del estado esta destinada a salvaguardar la integridad de la ciudadanía presente en la ciudad de Riobamba preparándola para actuar ante cualquier evento o desastre natural. Cuenta con personal y voluntarios que brindan sus servicios para prevenir, evitar, reducir y reparar los efectos de una catástrofe de cualquier origen. El objetivo fundamental de la institución es actuar durante emergencias y coordinar a la población para tranquilizarla en estos casos. Este objetivo

³¹ *Metodologías para el desarrollo de software,*
<http://dienteciego.wordpress.com/2009/10/10/metodologias-para-el-desarrollo-de-software/>

actualmente se lleva cabo mediante procesos específicos que no cuentan con medios informáticos, de ahí que surge necesidad de recopilar información que sirva de apoyo en situaciones peligrosas manifestadas dentro de la ciudad por medios digitales que además permitan agilizar procesos de ayuda. La información necesaria durante dichas situaciones se enfoca en el conocimiento de ubicaciones estratégicas de puntos clave que podrían colaborar en circunstancias que requieran salvar vidas humanas.

Alternativas de Solución

La alternativa más factible de solución propuesta es la creación de un sistema de información geográfico que además de ubicar sitios específicos en un mapa digital incorpora información real de puntos geográficos definidos para el sistema. De este modo, se desarrolla el SIG para la defensa civil con las siguientes características técnicas:

Nombre: *“Sistema de Información Geográfica para Defensa Civil”*

Función: Agilizar procesos de ayuda definidos en la Defensa Civil por medio la georeferenciación de puntos claves en caso de desastres para la zona 2 de la ciudad de Riobamba.

Descripción: El sistema de información geográfica estará a disposición de la dirección de la Junta Provincial de Seguridad Ciudadana y Defensa Civil de Chimborazo y los usuarios bajo su cargo. Se instalará bajo un equipo de escritorio destinado específicamente para el sistema y permitirá la consulta de información acerca de rutas de escape en caso de emergencia para toda la ciudad de Riobamba; las farmacias, clínicas, hospitales, policía, bomberos y gasolineras ubicadas dentro de la zona de estudio, además de los albergues disponibles dentro de la ciudad.

Justificación: La utilización de un sistema de información geográfica permitirá a la Defensa Civil tomar decisiones de manera ágil y fácil en todos los ámbitos relacionados a emergencias. En caso de ocurrir algún tipo de desastre, la localización de rutas de salida de la ciudad se consideran de gran importancia, así como también, el contar con información de farmacias cercanas, hospitales y clínicas, además de instituciones policiales y bomberos que posibilitan a la institución el brindar ayuda de manera óptima y solicitarla según sea necesario.

5.1.1 FUNCIONES PRIMARIAS DEL SISTEMA

La definición de pasos de acceso a los servicios del sistema permite definir la interacción con el usuario incorporando los mecanismos claves que el sistema debe proveer. Las principales entradas y salidas que el sistema de información geográfica para la defensa civil brinda se ven detallados con los siguientes escenarios:

Escenarios Normales

Escenario 1: *Obtención de Información de Vistas*

1. El usuario accede al Sistema de Información Geográfico.
2. El usuario abre la vista del proyecto.
3. El usuario selecciona el tema del cual requiere información.
4. El SIG muestra mapas
5. El usuario escoge el botón **identify**.
6. El usuario va a la ventana de vista de mapa.
7. El usuario obtiene información
8. El usuario cierra la vista en el SIG

Escenario 2: *Abrir información de tablas a través de vistas*

1. El usuario accede al Sistema de Información Geográfico.
2. El usuario abre una vista.
3. El usuario selecciona el tema del cual requiere ver información.
4. El usuario escoge la opción Open Theme Table.
5. El usuario cierra la vista en el SIG

Escenario 3: *Actualización de datos en una Tabla*

1. El usuario accede al Sistema de Información Geográfico.
2. El usuario abre la tabla de la que desea actualizar.
3. El usuario escoge la opción **Star Editing** de la barra de edición.
4. El usuario se coloca en el registro y el campo que desea actualizar.
5. El usuario modifica la información.
6. El usuario graba los cambios mediante **Save Editing**.
7. El usuario cierra la Tabla

Escenarios Anormales

Escenario 1: *No se encuentra la información*

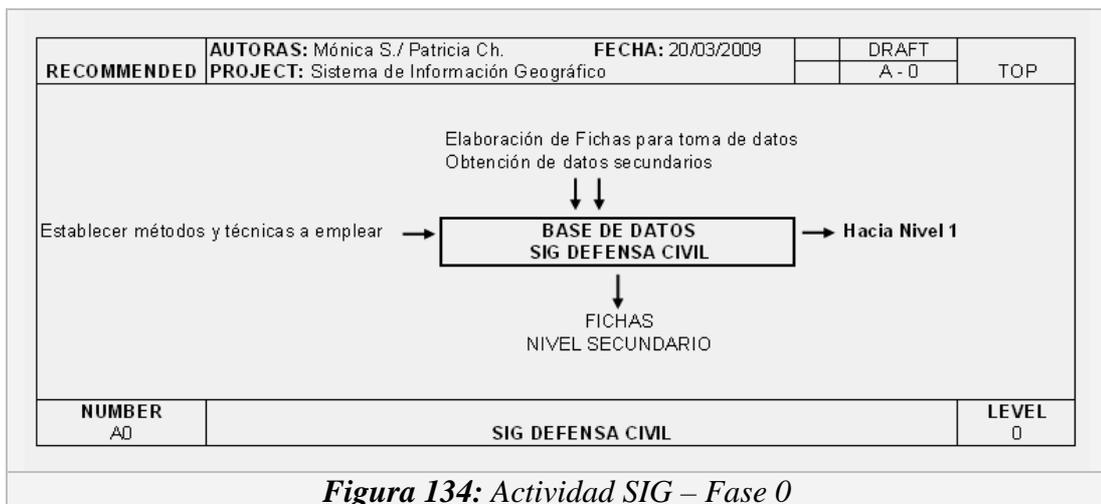
1. El usuario accede al Sistema de Información Geográfico.
2. El usuario abre una vista
3. El usuario selecciona el tema del cual requiere ver la información.
4. El usuario escoge el botón **Open Theme Table**.
5. El usuario no observa la información.
6. El usuario cierra la vista sin éxito de información.

5.1.2 ANÁLISIS DE ACTIVIDAD SIG

Con el análisis de la actividad SIG para la Defensa Civil, se identifican los principales factores que intervienen en la interacción gráfica de las entradas y salidas generadas por el sistema. Las principales fuentes de acción se describen de la siguiente manera:

FASE 0

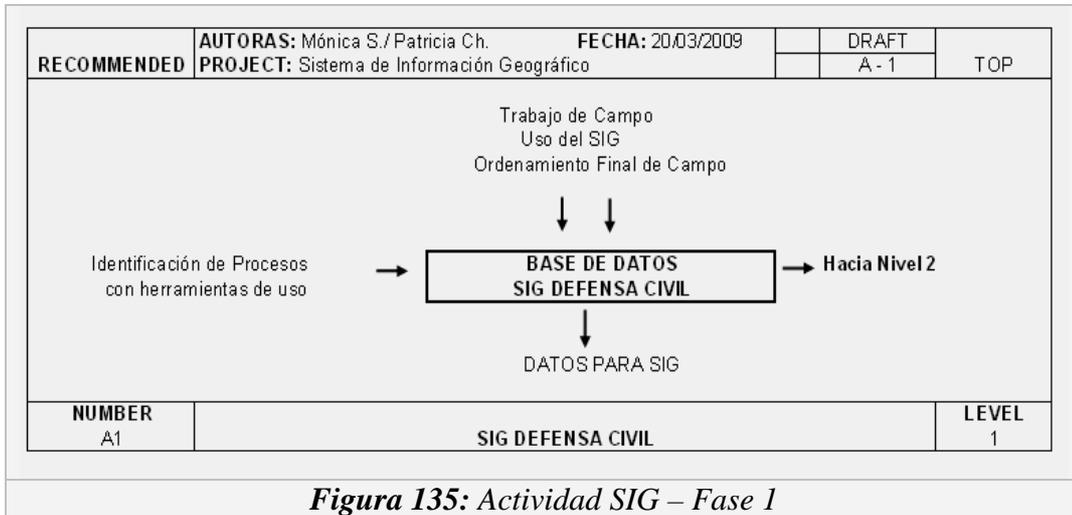
Durante la fase preliminar de la actividad del SIG se requirió del establecimiento de métodos y técnicas apropiadas que ayuden en la agilización del trabajo de campo. Por ende, se elaboraron fichas destinadas a la recolección de datos específicos de cada punto clave del sistema, dichas fichas, constituyen la técnica más importante incorporada dentro de la implementación del sistema donde su estructura apoya la recopilación de información acerca de los servicios proporcionados por cada sitio definido.



FASE 1

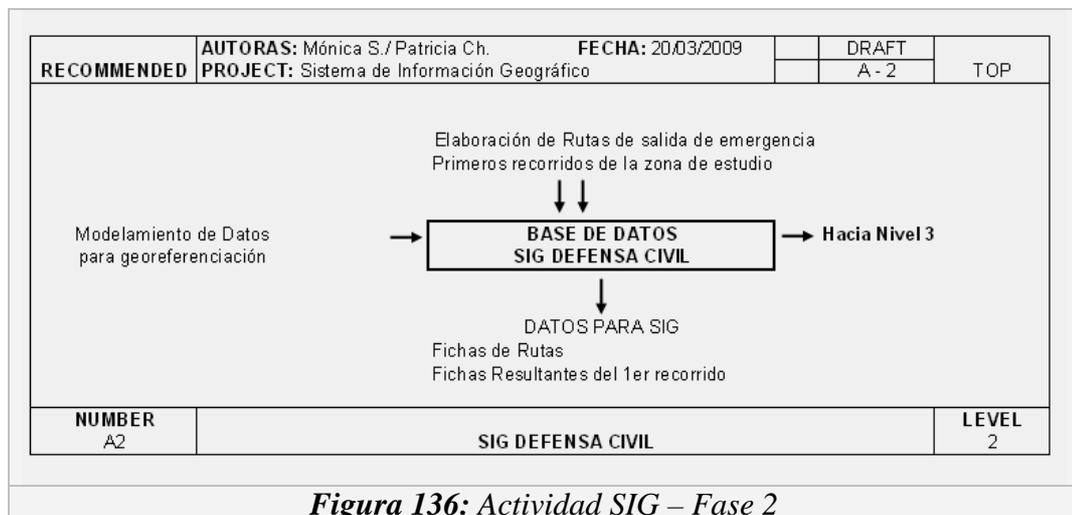
Con la estructura de la información a recolectar mediante el trabajo de campo es necesario dar forma a los datos destinados a la solución de necesidades existentes en la organización. La herramienta empleada identifica los procesos en base a los requerimientos y la información recolectada ayudando a definir el uso del sistema y el ordenamiento final de los datos dentro de la base de datos definida para el SIG dando

paso al siguiente nivel donde se lleva acabo el modelamiento de la información obtenida.



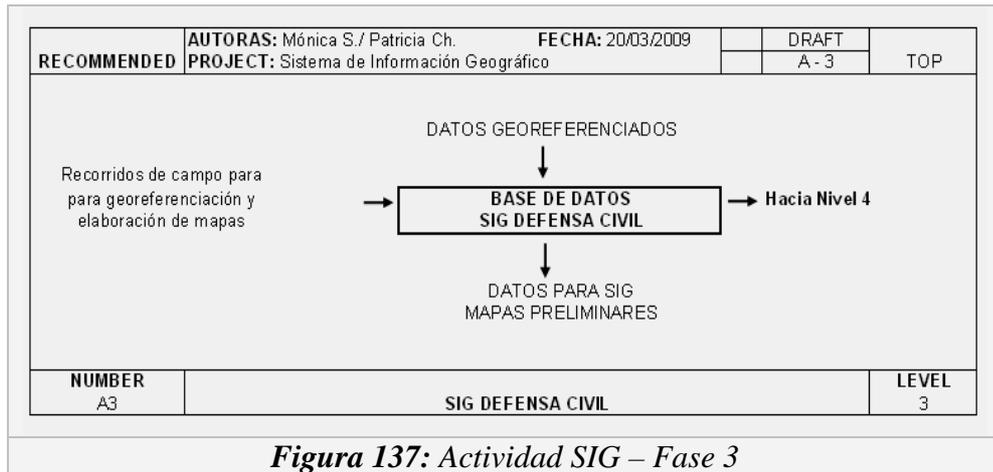
FASE 2

Durante esta fase se da principio al modelamiento de datos georeferenciados obtenidos para la aplicación. Se pone en marcha la recolección de información acerca de rutas de salida en caso de emergencia y los primeros recorridos dentro de la zona de estudio que forman parte del proceso de modelamiento. La información recolectada genera fichas informativas y dan cabida a la creación de mapas temáticos propios del sistema que generan la base de datos SIG de la aplicación con la información recolectada.



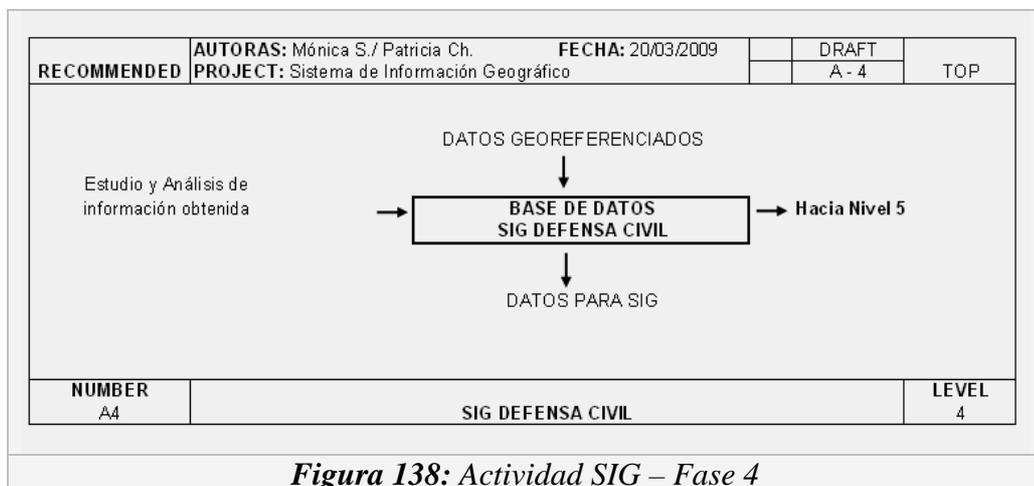
FASE 3

Con los datos georeferenciados generados por los recorridos realizados para la creación del sistema se inicia con el planteamiento preliminar de los mapas temáticos requeridos por el sistema. La información recopilada y correctamente georeferenciada forma la base de datos inicial del sistema de información geográfica para la defensa civil.



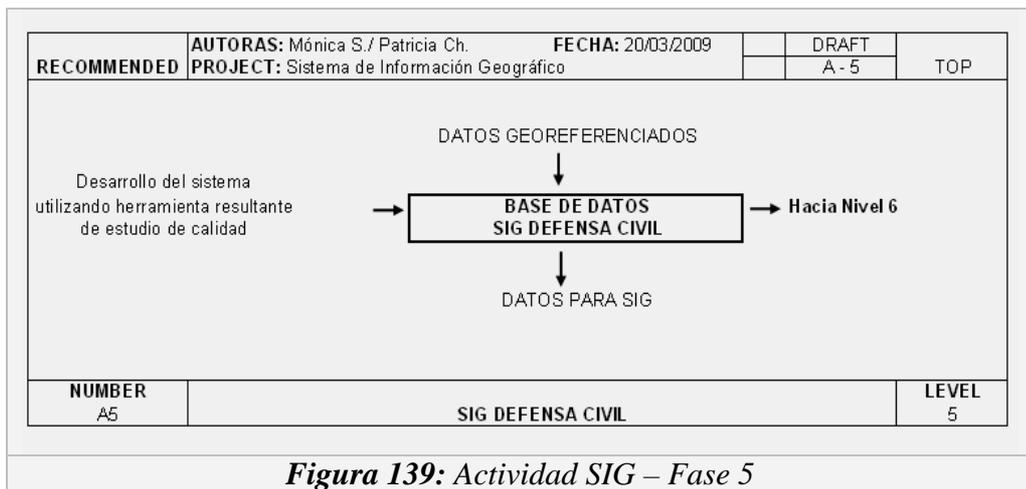
FASE 4

Mediante esta etapa, se analiza la información recolectada de tal forma que se busca realizar un análisis geoespacial de los datos presentados con la finalidad de generar nuevas opciones de información requerida por la organización a la cual es destinado el sistema.



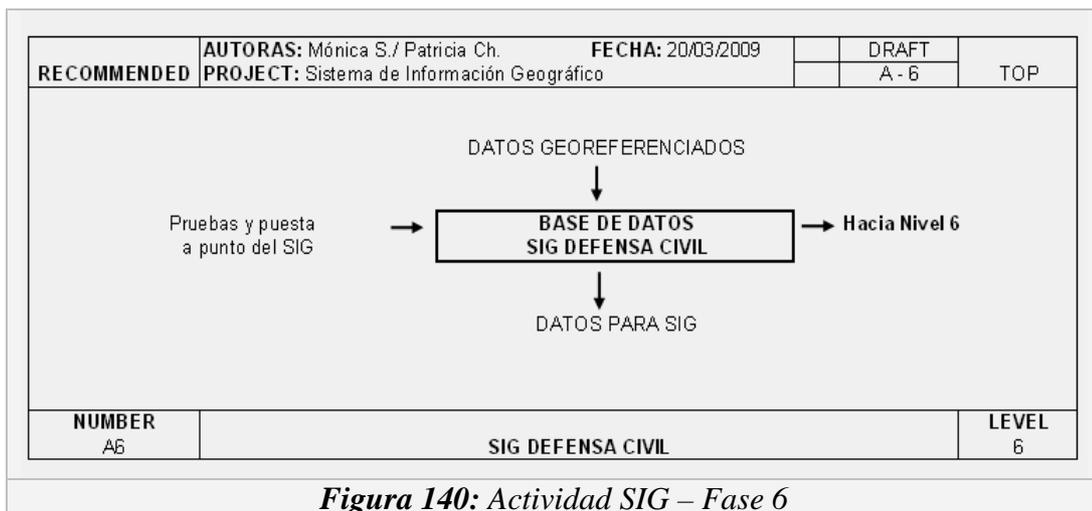
A partir de este proceso, nuevas capas de información serán agregadas a la base de datos definitiva del sistema incorporando información analítica apta para la toma de decisiones.

FASE 5



Con la información espacial recolectada mediante fichas, la base de datos modelada, los mapas temáticos definidos y el análisis espacial requerido por el sistema se da inicio al desarrollo del SIG mediante la herramienta resultante del estudio comparativo realizado.

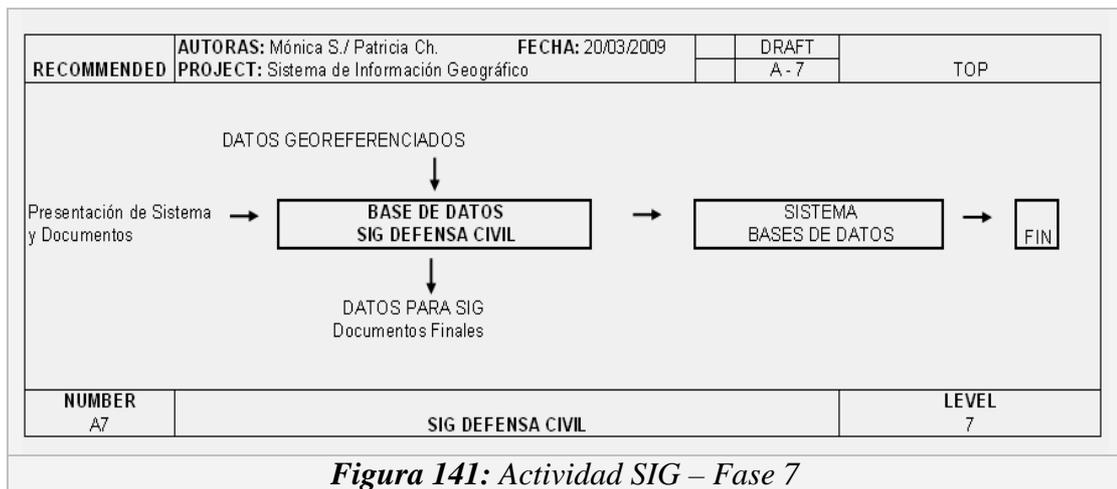
FASE 6



Después de desarrollado la mayor parte del sistema utilizando la herramienta ArcGis 9.2 de ESRI, se da inicio a las pruebas preliminares del SIG destinado a la defensa civil.

Las pruebas determinarán el buen funcionamiento de la aplicación para alcanzar la correcta funcionalidad del sistema de información geográfico. En esta fase se plantean las pruebas necesarias y se ejecutan según sea conveniente.

FASE 7



En la fase 7 del sistema se da por finalizado el desarrollo, se incorporan datos geográficos adicionales o faltantes y se completa la base de datos y los mapas temáticos propuestos.

5.1.3 ESPECIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS DEL SOFTWARE (SRS)

5.1.3.1 INTRODUCCIÓN

Se detallarán las especificaciones de requerimientos de software [SRS], permitiendo de esta manera plantear principios que ayuden al cliente y al desarrollador a describir correctamente los procesos que intervienen en el sistema.

Se considera de suma importancia conocer y plasmar las necesidades de los usuarios (requerimientos funcionales), y las características (requerimientos no funcionales) del Sistemas de Información Geográfica para la Defensa Civil.

5.1.3.1.1 OBJETIVOS

- Detallar en forma clara los requerimientos del usuario.
- Definir los factores que limitan la solución y sus requerimientos
- Analizar y definir las funcionalidades que tendrá del sistema.

5.1.3.1.2 ÁMBITO

La Defensa Civil localizada en la ciudad de Riobamba tiene origen en el año de 1960, debido a que se constituye como una actividad de servicio permanente del estado a favor de la comunidad que tiende a desarrollar y coordinar las medidas en todo orden, destinadas a predecir y prevenir desastres de cualquier origen, a limitar y reducir los daños que tales desastres pudiesen causar a personas y bienes así como a realizar en las zonas afectadas, las acciones de emergencia, para permitir la continuidad del régimen administrativo y funcional en todos los ordenes de actividad. Por ello lo que esta institución requiere es automatizar sus procesos, los cuales conforman planes de contingencia, mapas y ubicaciones estratégicas de centros de ayuda. En esta institución el manejo y operación de sistemas informáticos de tipo SIG es básico, por lo que el desarrollo e implementación de un software de este tipo facilitará y optimizará el trabajo de la institución en cuanto a agilidad, precisión y veracidad. Se consultará rápidamente bases de datos, tanto espacial como alfanumérica, almacenadas en el sistema, con información exacta, actualizada y centralizada, minimizando costos de operación e incrementando la productividad del sistema.

Bases Legales

El Congreso Nacional de la República, expide en diciembre de 1960 la ley de Defensa Civil. En 1964, se deroga la ley de Defensa Nacional, sustituyéndola por la ley de

Seguridad Social, en la cual, la Defensa Civil se fija como una dependencia de la Secretaría Nacional del Concejo de Seguridad Nacional.

En 1973, se inicia la organización formal y la puesta en marcha de todo el articulado previsto en el artículo tercero de la ley de Seguridad Nacional, respecto a la Defensa Civil. En 1976, se reforma nuevamente el texto de la ley de Seguridad Nacional, a través del Decreto Supremo que dispone la codificación de la ley de Seguridad Nacional, manteniendo la Defensa Civil dentro del Título III, así como su Reglamento General de la misma Ley. Mediante Decreto Ejecutivo 1980 el Presidente de la República aprueba y expide el Plan Nacional de Defensa Civil. En el año 1981 se institucionaliza la Semana de la Defensa Civil mediante Decreto Ejecutivo, para que durante este tiempo se realice una extensa y profunda concientización de toda la población a fin de que se prepare permanentemente para afrontar cualquier tipo de emergencia.

Finalidades

- Prevenir, limitar los riesgos y reducir los efectos de los desastres naturales o de aquellos originados por acciones u omisiones del hombre.
- Proporcionar ayuda adecuada y suficiente en tiempo oportuno a la comunidad afectada.
- Propender a la rehabilitación de la comunidad en emergencia, para asegurar las condiciones que permitan el restablecimiento de sus actividades.
- Concienciar e instruir a la población para que realice su autoprotección en situaciones de emergencia.

Metas

- Prevenir los desastres.
- Reducir sus efectos.

Objetivo General

- Desarrollar un Sistema de Información Geográfica que agilite las búsquedas de puntos claves emergentes en el mapa digital de Riobamba dentro de la zona N° 2, incorporando la información precisa y completa de aquellos sitios.

Objetivos Específicos

- Recolectar datos específicos de farmacias, clínicas, hospitales, policías, bomberos, gasolineras, y albergues de la zona N° 2 de Riobamba.
- Trazar rutas de escape para bomberos, ambulancias y policías en caso de requerir salir de la ciudad.
- Ubicar en el mapa digital los sitios mencionados con su respectiva información.
- Proporcionar información estadística en base a los datos recolectados de los sitios emergentes en la zona N° 2 de la ciudad de Riobamba.

Beneficios

▪ Tangibles

- ✓ Optimización de recursos.
- ✓ Menor tiempo de respuesta a consultas correspondientes a la ubicación de los sitios emergentes en el mapa de la ciudad de Riobamba.
- ✓ Información verás y visible de cada sitio emergente.
- ✓ Reconocimiento de los sitios emergentes a través de imágenes incorporadas en el mapa digital.

▪ **Intangibles**

- ✓ Brindar mejor ambiente de trabajo para el personal implicado en la operación del sistema.
- ✓ Mejorar la imagen de la empresa.
- ✓ Incremento favorable en la toma de decisiones referentes a situaciones emergentes que se susciten.
- ✓ Ofrecer un mejor servicio a la ciudadanía al anticipar procesos propios de emergencias con la implementación y ejecución análisis SIG.

5.1.3.1.3 DEFINICIONES. ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

DEFINICIONES

Análisis espacial: comprende un conjunto de conceptos y procedimientos utilizados para abordar el estudio de la estructura y las relaciones territoriales a partir del conocimiento de la posición de las entidades geográficas y las características de las variables seleccionadas para su estudio.

Diseño: Proceso de definición de la arquitectura, y otras características de un sistema o componente.

Mapas Temáticos: Son mapas que, basados en los mapas topográficos, representan cualquier fenómeno de la superficie terrestre que sea cartografiable.

Proceso: Conjunto de actividades interrelacionadas que usan recursos para transformar entradas en salidas.

Requisito: Necesidad o expectativa que se establece de forma explícita o implícita.

Sistema: Conjunto de elementos interrelacionados e interactuantes en uno o más de los procesos que proporcionan la capacidad de satisfacer una necesidad u objetivo definido.

Un sistema puede ser considerado como un producto o como el servicio que proporciona.

Servicio: Producto intangible que es el resultado de realizar al menos una actividad en la interfaz entre el suministrador y el cliente.

Usuario: Una persona u organización que usa el sistema para realizar una función específica.

ACRÓNIMOS

SIG: Sistemas de Información Geográfica.

GIS: Sistemas de Información Geográfica.

SRS: Especificación de Requerimientos de Software.

5.1.3.1.4 VISIÓN GENERAL

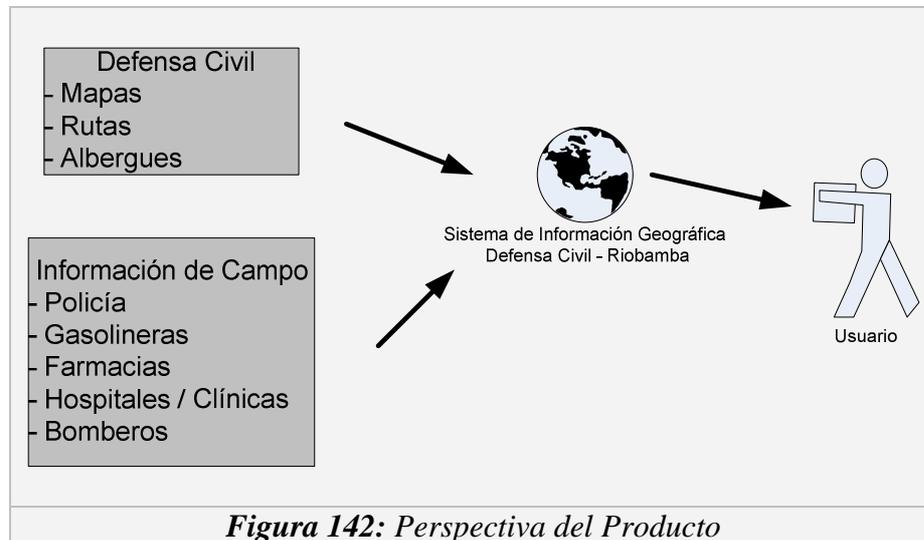
El presente [SRS] está documentado con la información recopilada para el desarrollo del Sistema de Información Geográfica para la Defensa Civil; el mismo que consta de 3 Etapas. Introducción, Descripción General y requerimientos específicos. La etapa de Introducción está formada por la especificación del objetivo, Ámbito, Definiciones (Acrónimos y Abreviaturas), y una Visión General del SRS. La Descripción General determina cada uno de los requerimientos del Sistema en forma detallada y por último la fase de Requerimientos Específicos, contiene los detalles que se deben implementar en el proyecto y sus características.

5.1.3.2 DESCRIPCIÓN GENERAL

5.1.3.2.1. Perspectiva del producto

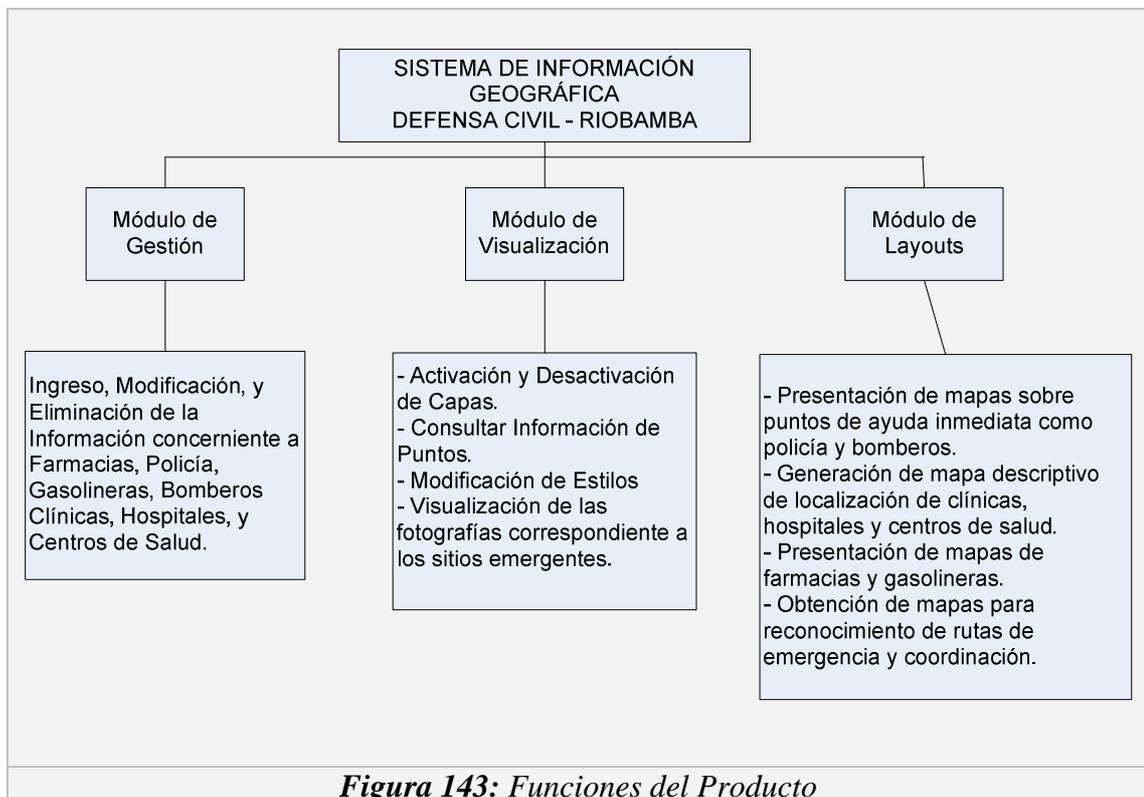
Cabe mencionar que el proyecto propuesto será un módulo funcional y dependiente;

debido a que la información que se almacenará en su correspondiente base de datos será obtenida a partir del trabajo de campo realizado.



5.1.3.2.2. Funciones del Producto

El sistema llevará el nombre GIS-DC-RIESGOS y desempeñará las siguientes funciones.



5.1.3.2.3. Características de los usuarios.

Los usuarios destinados al uso del sistema se han clasificado en tres grupos:

Usuario de clase 1

Administrador: Usuario de mayor nivel

Propósito: Encargado de la administración del Sistema de Información Geográfico

Usuario de clase 2

Técnicos: Responsables del uso del sistema

Propósito: Actualizar los datos obtenidos durante una inspección

Usuario de clase 3

Ciudadano: Usuario común

Propósito: Consulta de información en el SIG.

Quienes vayan a utilizar el Sistema propuesto deben reunir las siguientes características

TABLA XIX
Características de Usuario

Función	Nivel Educativo	Experiencia	Conocimientos técnicos
Usuario	Medio, superior	No necesaria	Manejo básico de Windows XP, ArcMap.
Administrador, Técnico del sistema	Superior	Administración de Bases de datos, y Sistemas de Información Geográficos.	Administración de: sistemas informáticos, Bases de datos, ArcMap ArcCatalog y ArcToolbox.

Fuente: Análisis Sistema

Elaborado por: Mónica Samaniego, Patricia Chiriboga

5.1.3.2.4. Limitaciones Generales

- Este sistema en cuanto a la ubicación de Farmacias, Hospitales, Clínicas Centros de Salud, Gasolineras, y Policías, se realizará solo en la Zona N° 2 de la ciudad de

Riobamba debido al enorme trabajo de campo que conllevaría si se lo realiza en toda la ciudad.

- Por otro lado lo que tiene que ver a Ubicación de Bomberos, Rutas de emergencia, y Rutas de Coordinación serán realizadas en toda la ciudad de Riobamba.
- El Sistema de Información Geográfico estará activo y disponible, siempre y cuando la Defensa Civil lo requiera.
- El tiempo de respuesta será mínimo siempre que se cuente con el equipo necesario para la correcta ejecución del Sistema.
- El sistema será de fácil uso para los usuarios; pero si previamente reciben la debida capacitación.
- El SIG para la Defensa Civil será desarrollado utilizando ArcGis 9.2, y además para crear los puntos georeferenciados se empleará el Autocad 2006.

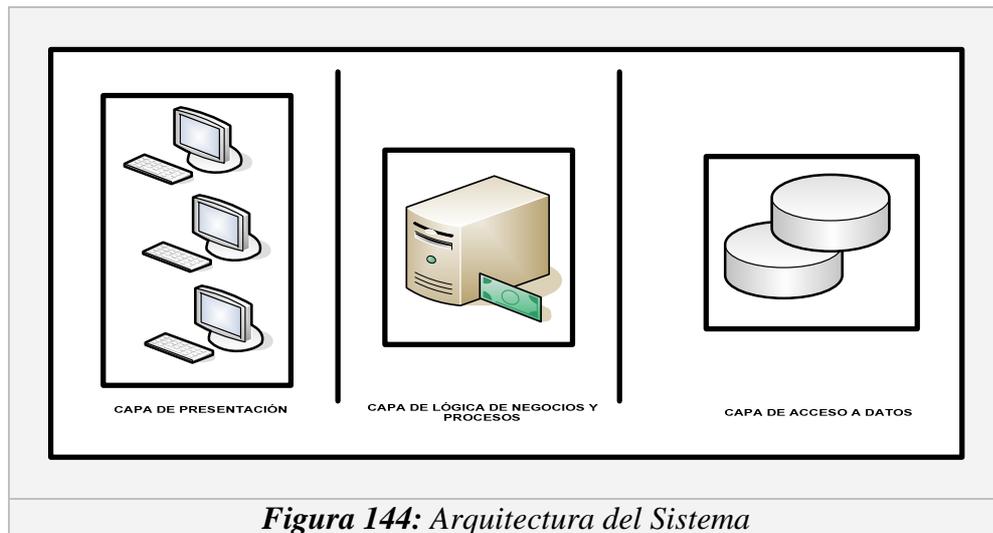
El sistema será desarrollado dentro de una arquitectura que permita implementar las siguientes características:

- Proporcione altos niveles de disponibilidad y robustez.
- Sea escalable.
- Sea de fácil mantenimiento.
- Proporcione soporte para usuarios simultáneos.
- Ocupe la menor cantidad de recursos de usuario.
- Sea de fácil implantación una vez que esté terminado.

La arquitectura del Sistema en general será construida utilizando el siguiente modelo de capas:

- Capa de Presentación
- Capa de Regla Negocios y Procesos

- Capa de Acceso a datos



Capa de Presentación.- Muestra la interfaz gráfica del Sistema, la misma que se encargará de manejar la interacción con el usuario, mediante el uso de las herramientas con las que cuenta.

Capa de Regla Negocios y Procesos.- Se encuentra implementada la lógica de negocios, es decir, el conjunto de componentes que contienen toda la funcionalidad de la herramienta SIG, haciendo uso de la información almacenada mediante la capa de acceso a datos, y publicando un conjunto de servicios para que sean consumidos por la capa de presentación.

Capa de Acceso a Datos.- Almacena las funciones requeridos por la herramienta SIG, para el acceso a la información administrada por gestores de datos compatible con la herramienta.

5.1.3.2.5. Supuestos y Dependencias

- Los cambios en los requerimientos del Sistema producirá retrasos en el desarrollo e incluso puede causar una reprogramación total del Producto; por lo que el SIG para la Defensa Civil supone que no existirán cambios mayores en las necesidades definidas.

- El cambio de equipo donde se encuentra alojado el Sistema no influenciara en el mismo siempre y cuando el nuevo equipo cuente con las condiciones necesarias.
- En el caso de agrandar la zona de trabajo para el SIG de la Defensa Civil, se requerirá un nuevo estudio de campo, lo que conllevará a una nueva versión del Sistema.

5.1.3.3. REQUERIMIENTOS ESPECÍFICOS

5.1.3.3.1. Requisitos funcionales

El Sistema que se va a desarrollar implementará los siguientes requerimientos:

MÓDULO DE GESTIÓN

Requerimiento 1: El sistema permitirá ingresar, modificar y eliminar los datos de los Hospitales, Clínicas y Centros de Salud de la zona N° 2 de la ciudad de Riobamba.

Requerimiento 2: Se condescenderá el poder ingresar, modificar y eliminar los datos de Policías que se ubiquen en la zona N° 2 de la ciudad de Riobamba.

Requerimiento 3: Se permitirá ingresar, modificar y eliminar los datos de las Gasolineras situadas en la zona N° 2 de la ciudad de Riobamba.

Requerimiento 4: El sistema permitirá ingresar, modificar y eliminar los datos de las Estaciones de Bomberos localizadas en toda la ciudad de Riobamba.

Requerimiento 5: Se concederá el poder ingresar, modificar y eliminar los datos concernientes a los Albergues ubicados el toda la ciudad de Riobamba.

Requerimiento 6: El sistema permitirá ingresar los datos de las Farmacias localizadas en la zona N° 2 de la ciudad de Riobamba.

MÓDULO DE VISUALIZACIÓN

Requerimiento 12: Activación y Desactivación de las capas Farmacias, Hospitales (Clínicas y Centros de Salud), Policías, Gasolineras, Bomberos, Albergues, Rutas de

Emergencia para policías, bomberos y ambulancias, Rutas de localización de albergues más cercanos dentro de la ciudad para la población proveniente de penipe y guano en caso de Erupciones y Rutas de Coordinación desde la Defensa Civil hacia puntos policiales y bomberos de la ciudad.

Requerimiento 13: Se podrá consultar de Farmacias, Hospitales, Bomberos, Policías, Gasolineras y Albergues la siguiente información: Dueño/Encargado, Nombre del sitio, Horas de Atención, Días de Atención, Dirección y Teléfono.

Requerimiento 14: En el caso de Hospitales se conseguirá consultar si cuentan con: Ambulancias, Oftamología, Masoterapia, Pediatría, Medicina General, Emergencia, Traumatología, Neurología, Odontología, Rayo X, Farmacia, Quirófano, Sala de espera, Atención a Parto, Estacionamiento, Número de doctores y un campo adicional para datos extras.

Requerimiento 15: En cuanto a Farmacias se podrá consultar si disponen de Medicamentos Genéricos, Medicamentos Comerciales, Instrumentos de Laboratorio, Instrumentos Quirúrgicos y el número de Empleados que labora en estos sitios.

Requerimiento 16: Para los Albergues se permitirá consultar número de habitaciones, si cuenta con servicios higiénicos, cocina, comedor, disposición de agua y de luz.

Requerimiento 17: En lo referente a Policías se podrá consultar si cuenta con cuarto de Retención, Oficinas, Patrullas y la cantidad de Guardias.

Requerimiento 18: Para los Bomberos se conseguirá consultar número de Motobombas, número de Ambulancias, si cuenta con una Oficina, y la cantidad del Personal para Primeros Auxilios.

Requerimiento 19: En cuanto a las Gasolineras se podrá consultar la cantidad de Empleados que labora en estos Sitios, y si cuentan con gasolina super, extra y diesel.

Requerimiento 20: Para la Defensa Civil se permitirá consultar el número de Personal Ejecutivo, Empleados y Personal Médico.

Requerimiento 21: El Sistema permitirá modificar Estilos de las capas de Farmacias, Hospitales, Gasolineras, Policías, Bomberos, Albergues, Defensa Civil, Rutas de coordinación y Rutas de Emergencias.

Requerimiento 22: El sistema permitirá visualizar las fotografías de los sitios correspondientes a las Capas de Farmacias, Hospitales, Gasolineras, Defensa Civil, Policías, Bomberos y Albergues.

MÓDULO DE LAYOUTS

Requerimiento 23: El sistema permitirá emplear un diseño definido para una impresión ágil y vistosa a favor del usuario.

Requerimiento 24: Se presentarán mapas individuales en diseño de impresión acerca de la localización de farmacias, hospitales, gasolineras, policía y bomberos.

Requerimiento 25: Se mostrarán los albergues ubicados dentro de la ciudad mediante el layout específico del sistema.

Requerimiento 27: El sistema indicará mediante la vista de layouts las rutas señaladas en caso de evacuación, rutas para localización de albergues cercanos a penipe y guano y Rutas de coordinación.

5.1.3.3.2 Atributos del sistema

Escalabilidad

La aplicación será construida de tal manera que pueda manejar el crecimiento continuo de trabajo de manera fluida y hacerse más grande sin perder calidad en los servicios ofrecidos; con la necesidad de adaptarse a las circunstancias cambiantes.

Disponibilidad

El sistema estará disponible para ser utilizado por los usuarios de la Defensa Civil el 99% de las veces.

Precaución

Todos los datos solicitados deberán ser llenados pues son indispensables para el adecuado almacenamiento de la información. En el momento que se realice alguna modificación de información del sistema es importante que se guarde los cambios o estos no surtirán efecto.

Interfaz amigable

El sistema presenta una interfaz de fácil manejo para el usuario; para que su manejo sea lo más intuitivamente posible.

Mantenimiento

El sistema será construido de tal manera que su diseño permita un fácil mantenimiento.

Portabilidad

El sistema será implementado con una arquitectura en 3 capas en un 100%, y será utilizado bajo la plataforma Windows para mantener la base de datos y la lógica de negocio; el uso de una aplicación Windows para todos los usuarios, hace a la interfaz independiente de la plataforma, de manera que puede ser ejecutada en cualquier cliente que disponga de un sistema operativo XP o superior, requisito necesario con la finalidad de obtener un adecuado rendimiento de la aplicación.

5.1.3.3.3 Limitaciones del Diseño

En cuanto a los iconos representativos de los distintos sitios emergentes no podrán ser modificados pues estos ya son definidos por las desarrolladoras del sistema. Para los Layout generados en lo concerniente a su diseño este no podrá ser cambiado.

5.1.4 FACTIBILIDAD

Factibilidad técnica

La factibilidad técnica ayuda a determinar si la propuesta puede ser implementada con el hardware, software y recurso humano disponible. Para el desarrollo del sistema de información geográfico para la defensa civil se cuenta con casi todos los recursos hardware y software necesarios. A continuación se detalla el hardware, software existente, requerido así como también el personal técnico requerido para el desarrollo del mismo.

Hardware existente

Hardware con el que se cuenta para el desarrollo de la aplicación es el siguiente:

TABLA XX

Hardware Existente

Cantidad	Descripción	Observaciones
2	Computadores	Desarrollo de la aplicación y Documentación
1	Infraestructura de Red	Acceder al Internet para consultar las dudas en el desarrollo de la aplicación.

Fuente: Análisis Sistema

Elaborado por: Mónica Samaniego, Patricia Chiriboga

Hardware requerido

El hardware que se necesita para el desarrollo de la aplicación SIG es el siguiente:

TABLA XXI

Hardware Requerido

Cantidad	Descripción	Observaciones
1	Impresora	Impresión de mapas u informes.
1	Computadora	Para albergar al sistema de información geográfico desarrollado.

Fuente: Análisis Sistema

Elaborado por: Mónica Samaniego, Patricia Chiriboga

Software existente

Para el desarrollo de la aplicación SIG para la defensa civil se dispone del siguiente software:

TABLA XXII

Software Existente

Nombre	Descripción	Licencias
XP Profesional	Sistema Operativo	2
Rational Rose	Herramienta CASE para el análisis y diseño orientado a objetos en el desarrollo de software	1
ArcGis 9.2	Herramienta de desarrollo de Sistemas de Información Geográfico	1

Fuente: Análisis Sistema

Elaborado por: Mónica Samaniego, Patricia Chiriboga

Software requerido

El software necesario para el desarrollo de la aplicación es:

TABLA XXIII

Software Requerido

Nombre	Descripción	Licencias
ArcGis 9.2	Herramienta de desarrollo de Sistemas de Información Geográfico	1

Fuente: Análisis Sistema

Elaborado por: Mónica Samaniego, Patricia Chiriboga

Recurso Humano Requerido

TABLA XXIV

Recurso Humano Requerido

Función	Formación	Experiencia
Desarrolladores	Estudiante de Ingeniería en Sistemas	ArcView ArcGis 9.2
Personal Trabajo de Campo	Estudiante de Ingeniería en Sistemas	Recolección de Datos

Fuente: Análisis Sistema

Elaborado por: Mónica Samaniego, Patricia Chiriboga

Factibilidad operativa

La solución propuesta es deseable dentro del marco administrativo existente en la Defensa Civil.

Recurso Humano

El recurso humano que participará en la operación de la aplicación SIG es:

- Usuarios Directos: Los usuarios directos a capacitar para el manejo de la aplicación SIG son:

TABLA XXV
Personal a Capacitar

Nombre	Función
Administrativo	Director Provincial de Junta Provincial de Seguridad Ciudadana y Defensa Civil de Chimborazo
Empleados	Secretaria

Fuente: Análisis Sistema
Elaborado por: Mónica Samaniego, Patricia Chiriboga

Factibilidad legal

La aplicación SIG se desarrollará bajo el reglamento de la institución y la completa autorización del Director Provincial de la Junta Provincial de Seguridad Ciudadana y Defensa Civil de Chimborazo.

Factibilidad económica

COSTOS DE DESARROLLO

Costos de desarrollo

Costos Personal	Mensual	Total
2 Desarrolladores	\$400,00	\$2400,00
2 Personal para Trabajo de Campo	\$100,00	\$600,00
Costo Personal Total		\$3000,00

Costo de hardware y software

Costo Hardware

1 Impresora \$60,00

Costo Uso / hardware

	Mensual	Total
2 Computadoras	\$20	\$120,00

Costo Software

ArcGis 9.2 – ArcInfo \$0000,00

Costo Hardware y Software Total \$120,00

Costos varios

Suministros \$80,00

Costos Total de desarrollo \$3260,00

Nota: El costo de licenciamiento de la herramienta usada es cubierto por la institución.

COSTOS DE INSTALACIÓN

La Defensa Civil ubicada en la ciudad de Riobamba cuenta con todos los recursos tecnológicos y Humanos necesarios para la instalación, por tal motivo no se necesita costos adicionales.

COSTOS DE OPERACIÓN

Costo personal de operación

Usuarios directos \$100,00

Costos Total de operación \$100,00

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

Los beneficios que se podrá obtener con la utilización de la aplicación SIG son los siguientes:

- ☞ Permitirá ofrecer un mejor servicio a la ciudadanía al momento de requerir información acerca de farmacias, hospitales, clínicas centros de salud, centros policiales y bomberos disponibles en la ciudad.
- ☞ La institución podrá agilizar sus procesos en cuanto a la toma de decisiones en caso de requerir tomar medidas urgentes en caso de cualquier tipo de desastres.
- ☞ Se podrá obtener información detallada de los sitios localizados y en el mapa digital de la ciudad para poder ser llevada a quien lo requiera, además de ser posible la actualización de los datos correspondientes.
- ☞ Será posible considerar las rutas más ágiles hacia una zona de desastre por medio de la localización exacta de sitios y la medida de longitud de vías.
- ☞ El tiempo de coordinación entre entidades de apoyo a desastres se constituirá como mínimo pues se diferencias alternativas eficientes para puntos de reunión.
- ☞ Con la presencia de las principales actividades de colaboración en emergencias alrededor de la vía destinada para policía, ambulancias y bomberos se hacen ágiles los procesos que permitan salvaguardar vidas humanas en peligro causado por desastres naturales o provocados por el hombre.

5.1.5 RIESGOS DE REQUERIMENTACIÓN

Los posibles riesgos durante el desarrollo del sistema se detallan a continuación:

R1: Mala definición de requerimientos funcionales.

R2: No existe disponibilidad de hardware y software requerido.

R3: El sistema no cumple con las funciones asignadas al inicio.

R4: Personal insuficiente para el desarrollo del proyecto

Análisis de Riesgos

ID	Probabilidad	ID	Probabilidad
R1	85%	R3	5%
R2	10%	R4	35%

TABLA XXVI

Análisis de Riesgos

ID	PROBABILIDAD			IMPACTO		EXPOSICIÓN	
	%	VALOR	PROB	VALOR	IMPACTO	VALOR	EXPOSICIÓN
R1	85	3	Alta	3	Alto	9	Alto
R2	10	1	Bajo	2	Moderado	2	Bajo
R3	5	1	Bajo	1	Bajo	1	Bajo
R4	35	2	Medio	2	Moderado	4	Medio

Rangos Probabilidad	Descripción	Valor
1% - 33%	Baja	1
34% - 67%	Media	2
68% - 99%	Alta	3

Impacto	Retraso	Valor
Bajo	1 semana	1
Moderado	2 semanas	2
Alto	1 mes	3
Crítico	Mayor 1 mes	4

Exposición	Valor	Color
Baja	1 o 2	Verde
Media	3 o 4	Amarillo
Alta	Mayor 6	Rojo

Fuente: Análisis Sistema

Elaborado por: Mónica Samaniego, Patricia Chiriboga

De los riesgos analizados, el riesgo nº1 tuvo más influencia en el proyecto ya que se modificaron requerimientos.

RIESGO N° 1

Fecha:	23 de Abril del 2009
Responsables:	Patricia Ch. / Mónica S.
N°. Errores:	

Error 1:	Mala definición de los requerimientos funcionales
Error 2:	Falta de especificación de métodos
Error 3:	otros

Observaciones

La primera versión del SRS tuvo que ser reconstruida en un 25% por encontrarse incompleto.

Figura 145: Desarrollo – Riesgo #1

En cuanto al requerimiento n°2, no se tuvo retrasos gracias a que la institución a la cual se aplica el sistema cuenta con los recursos necesarios.

RIESGO N° 2	
Fecha:	23 de Abril del 2009
Responsables:	Patricia Ch. / Mónica S.
N°. Errores:	
Error 1:	No existe disponibilidad de hardware y software requerido.
Error 2:	Falta de recursos de la institución
Error 3:	otros
Observaciones	
La institución cuenta con los recursos hardware y software requeridos por el sistema	

Figura 146: Desarrollo – Riesgo #2

5.2 DISEÑO DE SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

La etapa de diseño del Sistema de Información Geográfico permite identificar las capas destinadas para el producto final mediante un inventario de mapas y la definición de entidades producidas por las mismas. Además presenta el diseño de base de datos con su respectivo esquema y diccionario de datos.

5.2.1 DISEÑO DE BASE DE DATOS

El SIG genera capas de información geográfica relacionadas con datos espaciales y no espaciales. Cada capa se diferencia por llevar campos que proveen identificadores únicos y especifican la geometría de sus elementos, de esta forma, se establecen capas con elementos de tipo punto, línea o polígono según las características de las localizaciones recolectadas para el sistema. La base de datos incorporada en el sistema de información geográfica para la defensa civil se describe con el siguiente diagrama entidad relación.

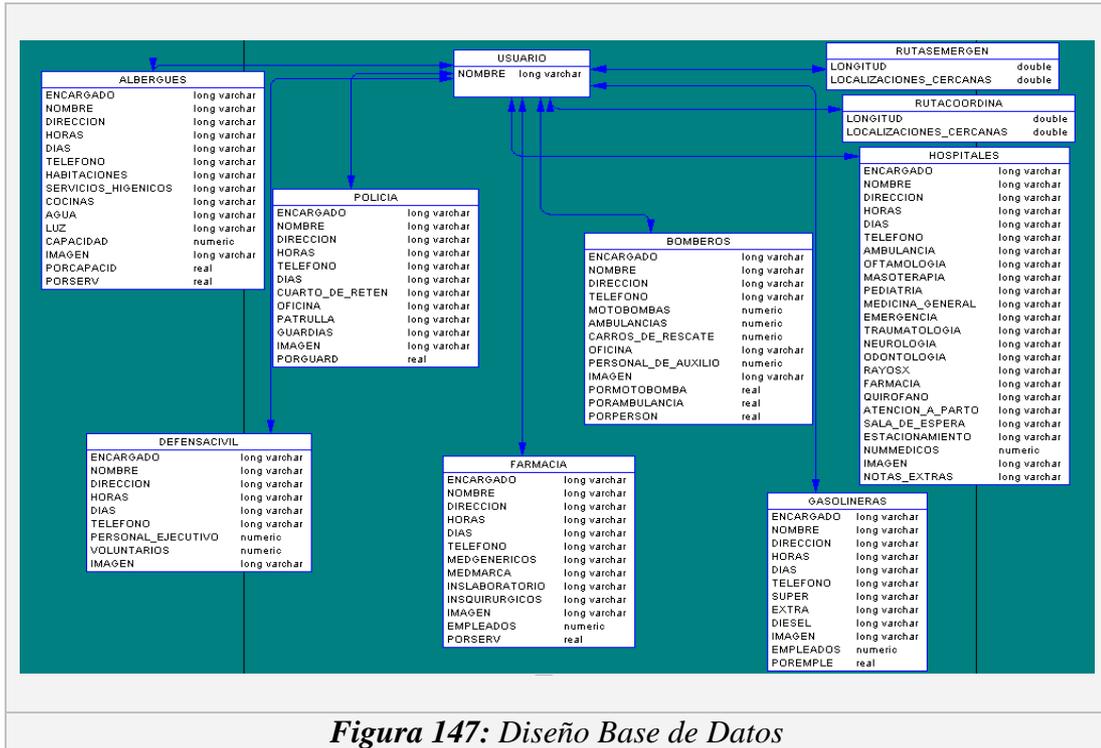


Figura 147: Diseño Base de Datos

5.2.2 INVENTARIO DE MAPAS

Con el análisis del sistema de información geográfico para la defensa civil se describe de manera precisa y concisa el modelo en el que se fundamenta el sistema, por ello, dentro del proceso que describe el inventario de mapas se definen las características que deben ser convertidas en formato digital, la cantidad de mapas redundantes que pueden ser eliminados mediante la combinación de datos geográficos en de la base de datos y la integración de los mapas diferenciados por temas para la creación de otros SIG específicos.

El Sistema de Información Geográfico debe permitir al usuario realizar consultas de información y ubicación de hospitales, clínicas o centros de salud, farmacias, gasolineras y policía dentro de la zona N° 2 de la ciudad de Riobamba. Vías emergentes apta para policías, bomberos y ambulancias en caso de emergencias, además de rutas

hacia albergues y rutas de coordinación de Defensa Civil con bomberos y policías localizados dentro de la zona de estudio. Por ello, los mapas finales del sistema se detallan a continuación:

TABLA XXVII
Mapas del Sistema

Mapas candidatos	Mapas Finales
Clínicas	Hospitales
Centros de salud	
Hospitales	
Farmacias	Farmacias
Albergues	Albergues
Defensa civil	Defensa Civil
Gasolineras	Gasolineras
Policía	Policía
Bomberos	Bomberos
Ruta Ambulancias	Rutas Emergencia
Ruta Bomberos	
Ruta Policía	
Rutas escape caso erupción guano.	Rutas Albergues Cercano Guano
Rutas escape caso erupción penipe.	Rutas Albergues Cercano Penipe
Rutas de Coordinación Bomberos Rutas de Coordinación Policía	Rutas Coordinación

Fuente: Análisis de Información Recopilada
Elaborado por: Mónica Samaniego, Patricia Chiriboga

Cada uno de los mapas definidos posee una determinada función la cual conforma una funcionalidad del sistema, de esta forma:

- **Hospitales:** incorpora información descriptiva acerca del conjunto de Hospitales, clínicas y centros de salud de la zona n° 2 de Riobamba.
- **Farmacias:** marca la localización de las farmacias existentes en la zona de estudio delimitada para el sistema de información geográfica.
- **Albergues:** ubica los albergues existentes en el entorno de la ciudad de Riobamba.
- **Defensa civil:** localiza en la posición real a la organización.

- **Gasolineras:** ubica geográficamente las gasolineras existentes dentro de la zona n° 2 de la ciudad de Riobamba.
- **Policía:** marca la ubicación real de los puestos policiales ubicados en la ciudad de Riobamba específicamente en la zona n° 2.
- **Bomberos:** localiza exactamente los departamentos de bomberos existentes en la ciudad de Riobamba.
- **Rutas de Emergencia:** marca las rutas de escape utilizadas en caso de emergencias por unidades policiales, bomberos y ambulancias.
- **RutasAlberguesCercanosGuano:** vías establecidas en caso de evacuación de ciudadanos provenientes de Guano ya que la ciudad de Riobamba es considerada Punto de ayuda.
- **RutasAlberguesCercanosPenipe:** vías establecidas en caso de evacuación de ciudadanos provenientes de Penipe.
- **Rutas de Coordinación:** identifica las rutas factibles de uso para la defensa civil en caso de requerir coordinar esfuerzos con los departamentos policiales y bomberos localizados en el sistema de información geográfico.

5.2.3 ESPECIFICACIÓN DE METADATOS

Los mapas empleados en el sistema muestran los atributos que poseen mediante el formato de metadatos siguiente:

TABLA XXVIII
Policía

Nombre Mapa	Policía
Representación	Tipo Punto (Point)
Formato	Shape
Escala	1:40.137
Fuente	Trabajo de Campo - Recolección de Información

Información			
Clave Primaria	ID		
Atributo	Tipo	Longitud	Descripción
ID	Numérico	-	Identificador de Tipo
Encargado	Texto	250	Contiene el nombre del encargado del retén policial.
Horas	Texto	100	Describe las horas de atención al público por parte del retén policial.
Días	Texto	100	Contiene los días de atención al público.
Nombre	Texto	250	Describe el nombre del retén.
Dirección	Texto	250	Describe la dirección donde se encuentra ubicado el retén policial
Teléfono	Texto	9	Contiene el número telefónico del retén.
Cuart_Ret	Texto	2	Define la existencia de un cuarto retén (si/no).
Oficina	Texto	2	Define la existencia de oficina (si/no).
Patrullas	Texto	2	Define la existencia de patrullas (si/no).
Guardias	Numérico		Indica el número de guardias en la unidad policial.
Imagen	Texto	100	Describe la dirección de una imagen.
PorGuard	Double	-	Porcentaje guardias de cada centro policial definido dentro de la zona de estudio definido para el sistema desarrollado.
Frecuencia Actualización	Definida por la institución		
Responsable actualización	Definida por la institución		

Fuente: Recolección de Datos
Elaborado por: Mónica Samaniego, Patricia Chiriboga

TABLA XXIX
Farmacias

Nombre Mapa	Farmacias		
Representación	Tipo Punto (Point)		
Formato	Shape		
Escala	1:14.933		
Fuente	Trabajo de Campo - Recolección de Información		
Clave Primaria	ID		
Atributo	Tipo	Longitud	Descripción
ID	Numérico	-	Identificador de Tipo
Encargado	Texto	250	Contiene el nombre del dueño o encargado de farmacia.

Horas	Texto	100	Describe las horas de atención al público.
Días	Texto	100	Describe los días de atención al público.
Nombre	Texto	250	Describe el nombre de la farmacia.
Dirección	Texto	250	Contiene la dirección específica de la farmacia.
Teléfono	Texto	9	Contiene el número telefónico de la farmacia.
MGenericos	Texto	2	Define la existencia de medicamentos de tipo genérico (si/no).
MedMarca	Texto	2	Define la existencia de medicamentos de marca (si/no).
InsLaboratorio	Texto	2	Define la existencia de instrumentos de laboratorio (si/no).
InsQuirurg	Texto	2	Define la existencia de instrumentos quirúrgicos (si/no).
Empleados	Numérico		Especifica el número de empleados dentro de la farmacia
Imagen	Texto	100	Describe la dirección de una imagen.
PorServ	Double	-	Porcentaje de servicios prestados según los definidos para el desarrollo del sistema.
Frecuencia Actualización	Definida por la institución		
Responsable actualización	Definida por la institución		

Fuente: Recolección de Datos
Elaborado por: Mónica Samaniego, Patricia Chiriboga

TABLA XXX
Bomberos

Nombre Mapa	Bomberos		
Representación	Tipo Punto (Point)		
Formato	Shape		
Escala	1:9.185		
Fuente	Trabajo de Campo - Recolección de Información		
Clave Primaria	ID		
Atributo	Tipo	Longitud	Descripción
ID	Numérico	-	Identificador de Tipo
Encargado	Texto	250	Contiene el nombre del encargado del departamento de bomberos.
Horas	Texto	100	Describe las horas de atención al público.
Días	Texto	100	Contiene los días de atención al público.
Nombre	Texto	250	Describe el nombre del departamento.
Dirección	Texto	250	Describe la dirección específica del

			departamento de bomberos.
Teléfono	Texto	9	Contiene el número telefónico del departamento.
Motobombas	Numérico		Define la cantidad de motobombas.
Ambulancia	Numérico		Define la cantidad de Ambulancias.
Car_Rescat	Numérico		Define los autos destinadas a rescate.
Oficina	Texto	2	Define la existencia de oficinas (si/no).
P_Auxilios	Numérico	-	Define el número de elementos para primeros Auxilios
Imagen	Texto	100	Describe la dirección de una imagen.
PorMotobom	Double	-	Porcentaje de Motobombas por unidad de bomberos.
PorAmbula	Double	-	Porcentaje de Ambulancias existentes por departamento.
PorPerson	Double	-	Porcentaje de Personal de Auxilio.
Frecuencia Actualización	Definida por la institución		
Responsable actualización	Definida por la institución		

Fuente: Recolección de Datos
Elaborado por: Mónica Samaniego, Patricia Chiriboga

TABLA XXXI
Gasolineras

Nombre Mapa	Gasolineras		
Representación	Tipo Punto (Point)		
Formato	Shape		
Escala	1:18.667		
Fuente	Trabajo de Campo - Recolección de Información		
Clave Primaria	ID		
Atributo	Tipo	Longitud	Descripción
ID	Numérico	-	Identificador de Tipo
Encargado	Texto	250	Contiene el nombre del dueño o encargado de gasolinera.
Horas	Texto	100	Describe las horas de atención al público.
Días	Texto	100	Describe los días de atención al público.
Nombre	Texto	250	Describe el nombre de la gasolinera.
Dirección	Texto	250	Contiene la dirección específica de la gasolinera.
Teléfono	Texto	9	Contiene el número telefónico de la

			gasolinera.
Super	Texto	2	Define la existencia de gasolina tipo super (si/no).
Extra	Texto	2	Define la existencia de gasolina tipo extra (si/no).
Diesel	Texto	2	Define la existencia de gasolina tipo diesel (si/no).
Empleados	Numérico		Especifica el número de empleados dentro de la gasolinera.
Imagen	Texto	100	Describe la dirección de una imagen.
PorEmplead	Double	-	Porcentaje de empleados por zona.
Frecuencia Actualización	Definida por la institución		
Responsable actualización	Definida por la institución		

Fuente: Recolección de Datos
Elaborado por: Mónica Samaniego, Patricia Chiriboga

TABLA XXXII
Albergues

Nombre Mapa	Albergues		
Representación	Tipo Punto (Point)		
Formato	Shape		
Escala	1:30.965		
Fuente	Trabajo de Campo - Recolección de Información		
Clave Primaria	ID		
Atributo	Tipo	Longitud	Descripción
ID	Numérico	-	Identificador de Tipo
Encargado	Texto	250	Contiene el nombre del dueño o encargado de albergue.
Horas	Texto	100	Describe las horas de atención al público.
Días	Texto	100	Describe los días de atención al público.
Nombre	Texto	250	Describe el nombre del albergue.
Dirección	Texto	250	Contiene la dirección específica de albergue.
Teléfono	Texto	9	Contiene el número telefónico del albergue.
Habitaciones	Numérico		Define el número de habitaciones disponibles en el albergue.
Serv_Higien	Texto	2	Define la existencia de servicios higiénicos disponibles (si/no).
Cocina	Texto	2	Define la existencia de servicio de cocina dentro del albergue (si/no).

Agua	Texto	2	Define la disponibilidad de agua en el albergue (si/no).
Luz	Texto	2	Disponibilidad de luz eléctrica (si/no).
Imagen	Texto	100	Describe la dirección de una imagen.
Capacidad	Short	4	Capacidad estimada de personas por albergue.
PorCapacid	Double	-	Porcentaje de capacidad por albergue en relación a todos los albergues registrados.
PorServi	Double	-	Porcentaje de servicios activos por albergue.
Frecuencia Actualización	Definida por la institución		
Responsable actualización	Definida por la institución		

Fuente: Recolección de Datos
Elaborado por: Mónica Samaniego, Patricia Chiriboga

TABLA XXXIII
Defensa Civil

Nombre Mapa	Defensa Civil		
Representación	Tipo Punto (Point)		
Formato	Shape		
Escala	1:8.073		
Fuente	Trabajo de Campo - Recolección de Información		
Clave Primaria	ID		
Atributo	Tipo	Longitud	Descripción
ID	Numérico	-	Identificador de Tipo
Encargado	Texto	250	Contiene el nombre del dueño o encargado.
Horas	Texto	100	Describe las horas de atención al público.
Días	Texto	100	Describe los días de atención al público.
Nombre	Texto	250	Describe el nombre completo de la institución.
Dirección	Texto	250	Contiene la dirección específica del lugar.
Teléfono	Texto	9	Contiene el número telefónico del sitio.
P_Ejecutiv	Numérico	-	Define la cantidad de personas trabajando a nivel ejecutivo.
Voluntarios	Numérico	-	Muestra la cantidad de voluntarios registrados en la institución.
Imagen	Texto	100	Describe la dirección de una imagen.

Frecuencia Actualización	Definida por la institución
Responsable actualización	Definida por la institución

Fuente: Recolección de Datos
Elaborado por: Mónica Samaniego, Patricia Chiriboga

TABLA XXXIV
Rutas de Emergencia

Nombre Mapa	Rutas de Emergencia		
Representación	Tipo Linea (Line)		
Formato	Shape		
Escala	1:28.261		
Fuente	Unidad Provincial de Gestión de Riesgos		
Clave Primaria	ID		
Atributo	Tipo	Longitud	Descripción
ID	Numérico	-	Identificador de Tipo
Longitud	Numérico	-	Muestra la longitud de la vía
Hospitales	Texto	50	Conjunto de campos que identifican hospitales cercanos a la ruta.
Albergues	Texto	50	Conjunto de campos que identifican albergues cercanos a la ruta.
Policía	Texto	50	Conjunto de campos que identifican puestos policiales cercanos a la ruta.
Frecuencia Actualización	Definida por la institución		
Responsable actualización	Definida por la institución		

Fuente: Recolección de Datos
Elaborado por: Mónica Samaniego, Patricia Chiriboga

TABLA XXXV
Ruta Albergues Guano

Nombre Mapa	RutasAlberguesCercanoGuano		
Representación	Tipo Linea (Line)		
Formato	Shape		
Escala	1:21.196		
Fuente	Unidad Provincial de Gestión de Riesgos		
Clave Primaria	ID		
Atributo	Tipo	Longitud	Descripción
ID	Numérico	-	Identificador de Tipo
Longitud	Numérico	-	Muestra la longitud de la vía

Hospitales	Texto	50	Conjunto de campos que identifican hospitales cercanos a la ruta.
Albergues	Texto	50	Conjunto de campos que identifican albergues cercanos a la ruta.
Policía	Texto	50	Conjunto de campos que identifican puestos policiales cercanos a la ruta.
Frecuencia Actualización	Definida por la institución		
Responsable actualización	Definida por la institución		

Fuente: Recolección de Datos
Elaborado por: Mónica Samaniego, Patricia Chiriboga

TABLA XXXVI
Ruta Albergues Penipe

Nombre Mapa	RutasAlberguesCercanoPenipe		
Representación	Tipo Linea (Line)		
Formato	Shape		
Escala	1:15.897		
Fuente	Unidad Provincial de Gestión de Riesgos		
Clave Primaria	ID		
Atributo	Tipo	Longitud	Descripción
ID	Numérico	-	Identificador de Tipo
Longitud	Numérico	-	Muestra la longitud de la vía
Hospitales	Texto	50	Conjunto de campos que identifican hospitales cercanos a la ruta.
Albergues	Texto	50	Conjunto de campos que identifican albergues cercanos a la ruta.
Policía	Texto	50	Conjunto de campos que identifican puestos policiales cercanos a la ruta.
Frecuencia Actualización	Definida por la institución		
Responsable actualización	Definida por la institución		

Fuente: Recolección de Datos
Elaborado por: Mónica Samaniego, Patricia Chiriboga

TABLA XXXVII
Rutas Coordinación

Nombre Mapa	RutasCoordinacion		
Representación	Tipo Linea (Line)		
Formato	Shape		
Escala	1:19.817		

Fuente	Unidad Provincial de Gestión de Riesgos		
Clave Primaria	ID		
Atributo	Tipo	Longitud	Descripción
ID	Numérico	-	Identificador de Tipo
Longitud	Numérico	-	Muestra la longitud de la vía
Hospitales	Texto	50	Conjunto de campos que identifican hospitales cercanos a la ruta.
Albergues	Texto	50	Conjunto de campos que identifican albergues cercanos a la ruta.
Policía	Texto	50	Conjunto de campos que identifican puestos policiales cercanos a la ruta.
Hospitales	Texto	50	Conjunto de campos que identifican hospitales cercanos a la ruta.
Frecuencia Actualización	Definida por la institución		
Responsable actualización	Definida por la institución		

Fuente: Recolección de Datos

Elaborado por: Mónica Samaniego, Patricia Chiriboga

TABLA XXXVIII

Hospitales

Nombre Mapa	Hospitales		
Representación	Tipo Punto (Point)		
Formato	Shape		
Escala	1:15.381		
Fuente	Trabajo de Campo - Recolección de Información		
Clave Primaria	ID		
Atributo	Tipo	Longitud	Descripción
ID	Numérico	-	Identificador de Tipo
Encargado	Texto	250	Contiene el nombre del dueño o encargado.
Horas	Texto	100	Describe las horas de atención al público.
Días	Texto	100	Describe los días de atención al público.
Nombre	Texto	250	Describe el nombre completo del hospital o clínica.
Dirección	Texto	250	Describe la dirección específica del lugar.
Teléfono	Texto	9	Contiene el número telefónico del sitio.
Ambulancia	Texto	2	Especifica la existencia de ambulancia (si/no).
Oftalmolog	Texto	2	Existencia de servicio de oftalmología (si/no).
MasoTerap	Texto	2	Existencia de servicio de masoterapia(si/no).
Pediatría	Texto	2	Existencia de servicio de pediatría (si/no).
MedGeneral	Texto	2	Existencia de servicio de medicina general (si/no).
Emergencia	Texto	2	Especifica la existencia de servicio de

			Emergencia (si/no).
Traumatolo	Texto	2	Especifica la existencia de servicio de traumatología (si/no).
Neurología	Texto	2	Especifica la existencia de servicio de Neurología (si/no).
Odontolog	Texto	2	Especifica la existencia de servicio de Odontología (si/no).
RayosX	Texto	2	Especifica la existencia de servicio de Rayos X (si/no).
Farmacia	Texto	2	Especifica la existencia de servicio de Farmacia (si/no).
Quirófano	Texto	2	Especifica la existencia de servicio de Quirófano (si/no).
SalaEspera	Texto	2	Especifica la existencia de servicio de sala de espera (si/no).
AtenParto	Texto	2	Especifica la existencia de servicio de atención a parto (si/no).
Estacionam	Texto	2	Especifica la existencia de servicio de estacionamiento (si/no).
NumMédicos	Numérico		Define el número de médicos de la clínica u hospital.
NotasExtra	Texto	250	Muestra una descripción de servicios adicionales proporcionados por la clínica u hospital.
Imagen	Texto	100	Describe la dirección de una imagen.
Frecuencia Actualización	Definida por la institución		
Responsable actualización	Definida por la institución		

Fuente: Recolección de Datos
Elaborado por: Mónica Samaniego, Patricia Chiriboga

5.2.4 RESPALDO DE BASE DE DATOS

La base de datos generada por el sistema posee gran cantidad de información que puede ser manipulada por el usuario según su conveniencia, por ello, en caso de perder parcialmente dicha información se crea un respaldo de datos por medio de la herramienta de cálculo Microsoft Excel debido a su sencillez y facilidad de uso por parte de un usuario básico. Con el uso de esta aplicación se almacena la información

resultante del trabajo de campo desarrollado para el sistema y es permitida una gestión mucho más ágil por parte del usuario según lo requiera.

La base de datos se conecta al sistema por medio de un identificador único y herramientas generadas por ArcGis. De este modo, el proceso inmerso en el resultado sigue las fases mostradas en la siguiente figura.



Para ejecutar el respaldo creado para el sistema, se debe emplear la opción join de la herramienta ArcGis, en la cual es seleccionada la columna de identificación de cada registro geográfico presentado en las capas de la aplicación. Después de ejecutado este proceso, la información es utilizada directamente desde la interfaz principal del sistema de información geográfico desarrollado.

5.2.5 DISEÑO DE INTERFAZ DE USUARIO

El sistema de información geográfico destinado a la defensa civil proporciona un conjunto de capas que representan mapas temáticos donde se distinguen los diferentes puntos y vías emergentes dentro de la zona de estudio definida en la ciudad de Riobamba y la funcionalidad de las mismas, de esta forma se visualizan con las figuras a continuación presentadas.

5.2.5.1 INTERFAZ PRINCIPAL

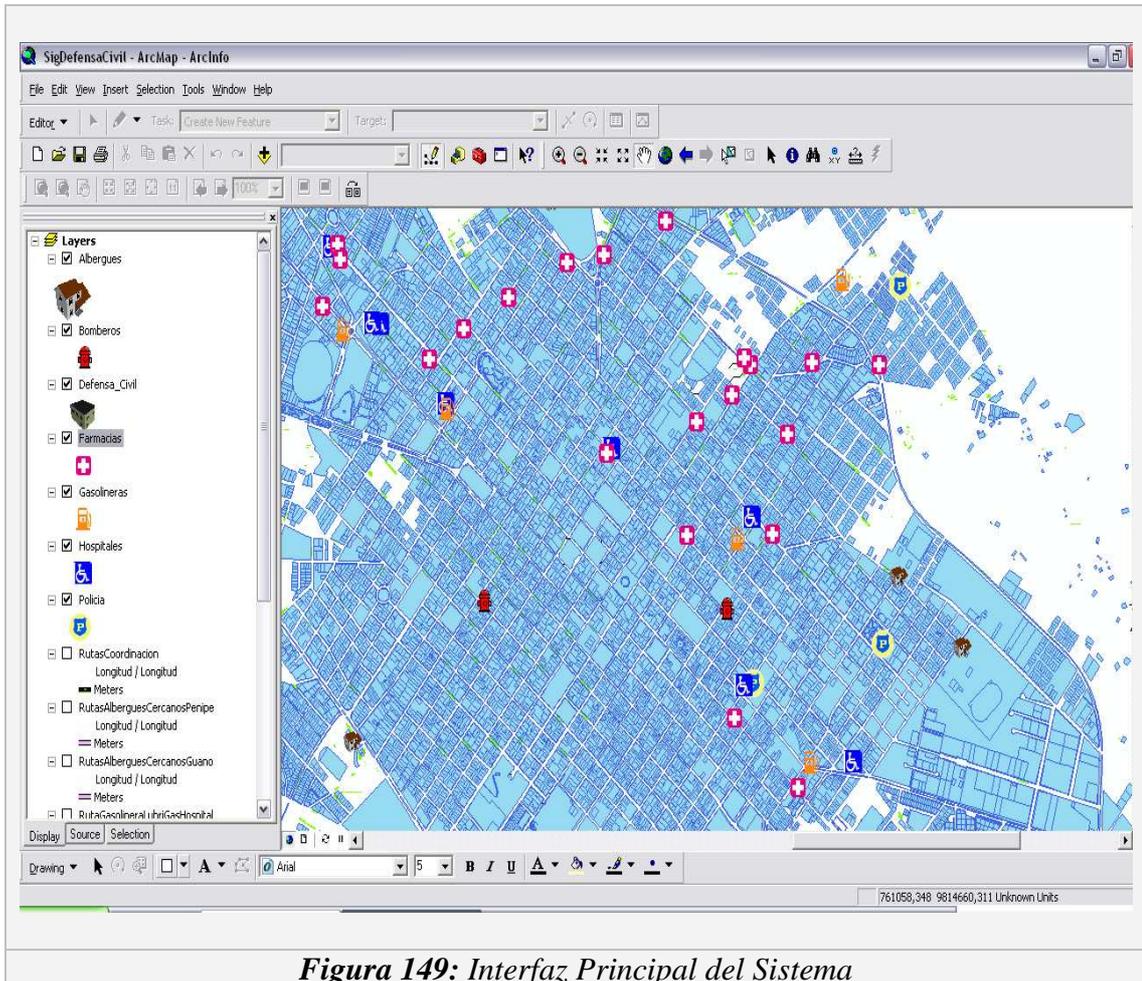


Figura 149: Interfaz Principal del Sistema

La Interfaz Principal del sistema de información geográfico presenta las principales capas de la aplicación donde se denotan albergues, policía, farmacias, hospitales, rutas, bomberos y gasolineras además del mapa digital de la ciudad de Riobamba con sus predios y vías principales que pueden ser activadas o desactivadas por el usuario según lo requiera.

Menú Capa

El sistema permite al usuario manipular la información contenida por los puntos localizados mediante el acceso a su menú de opciones o uso de herramientas estándar.

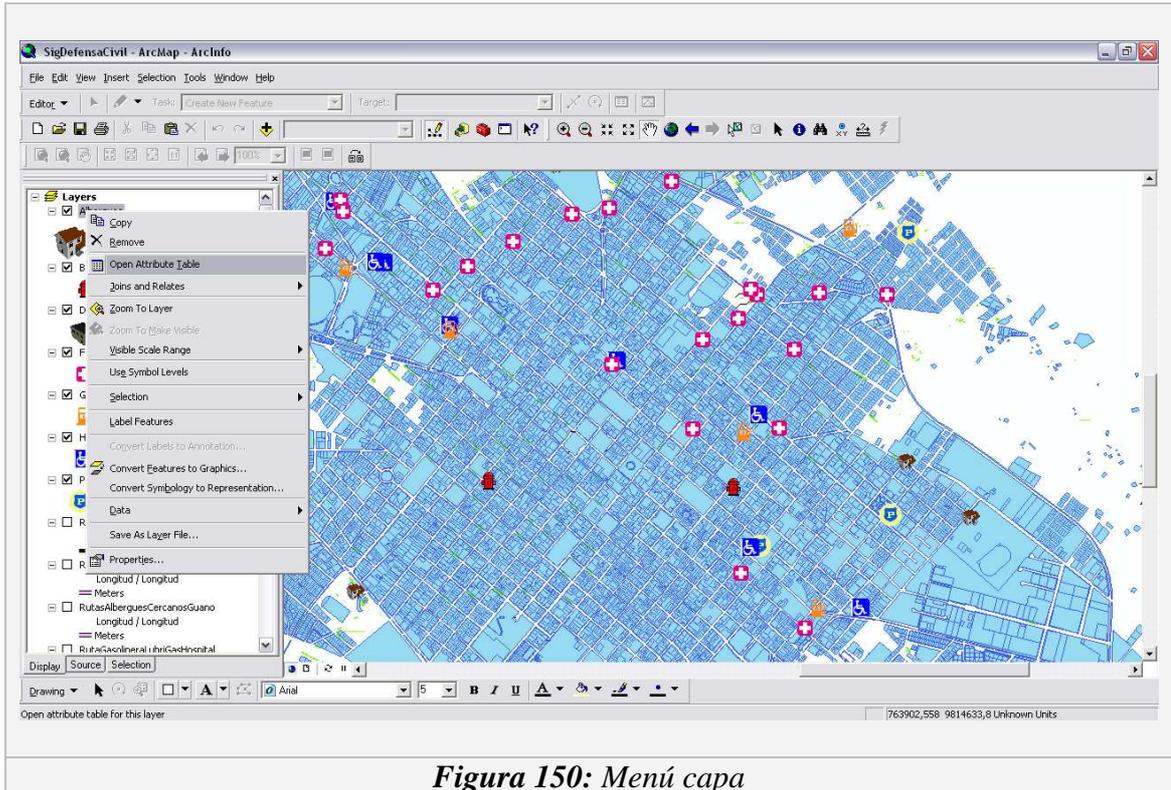


Figura 150: Menú capa

Capa Farmacias

Presenta el conjunto de farmacias localizadas dentro de la zona de estudio realizado.

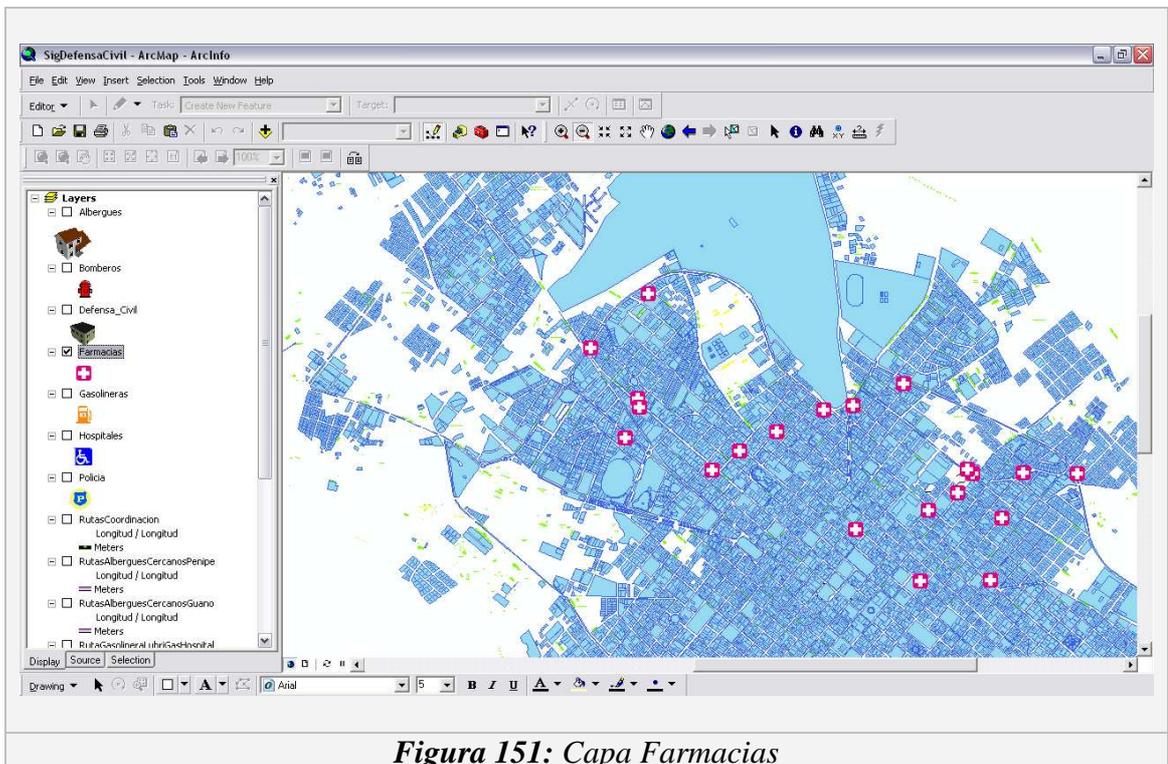


Figura 151: Capa Farmacias

Capa Hospitales

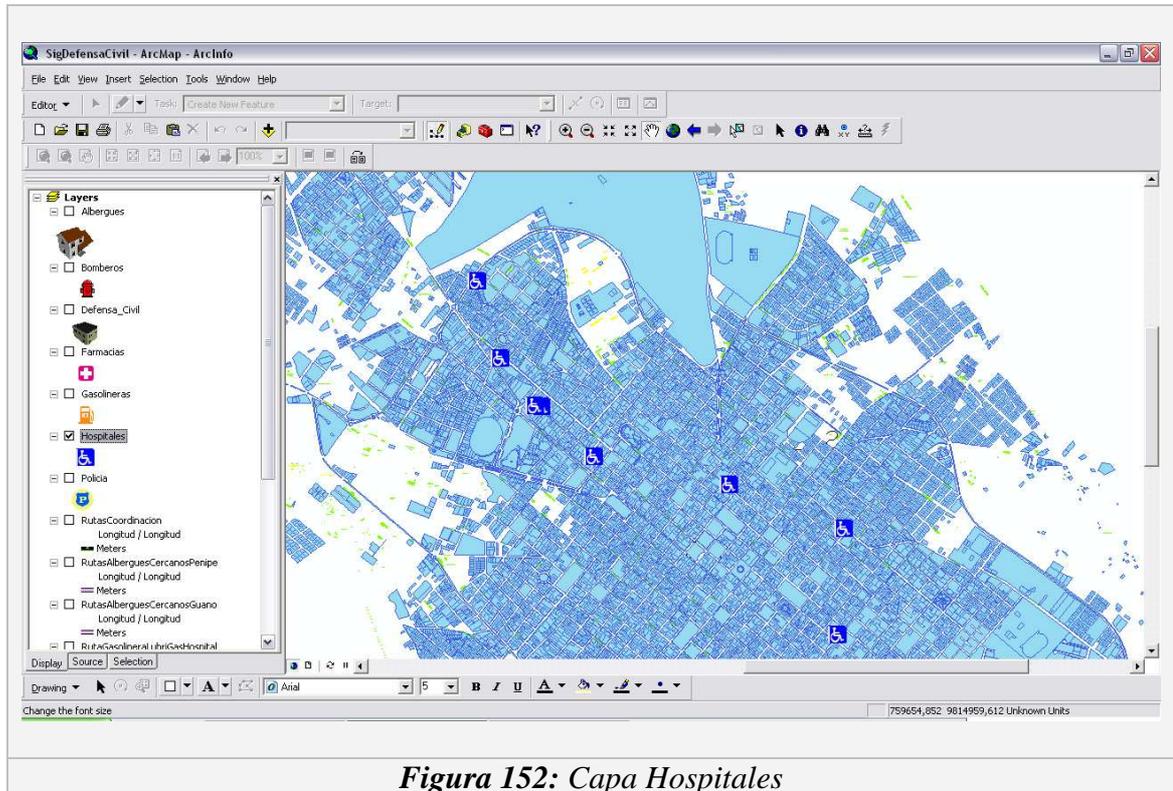


Figura 152: Capa Hospitales

Capa Bomberos

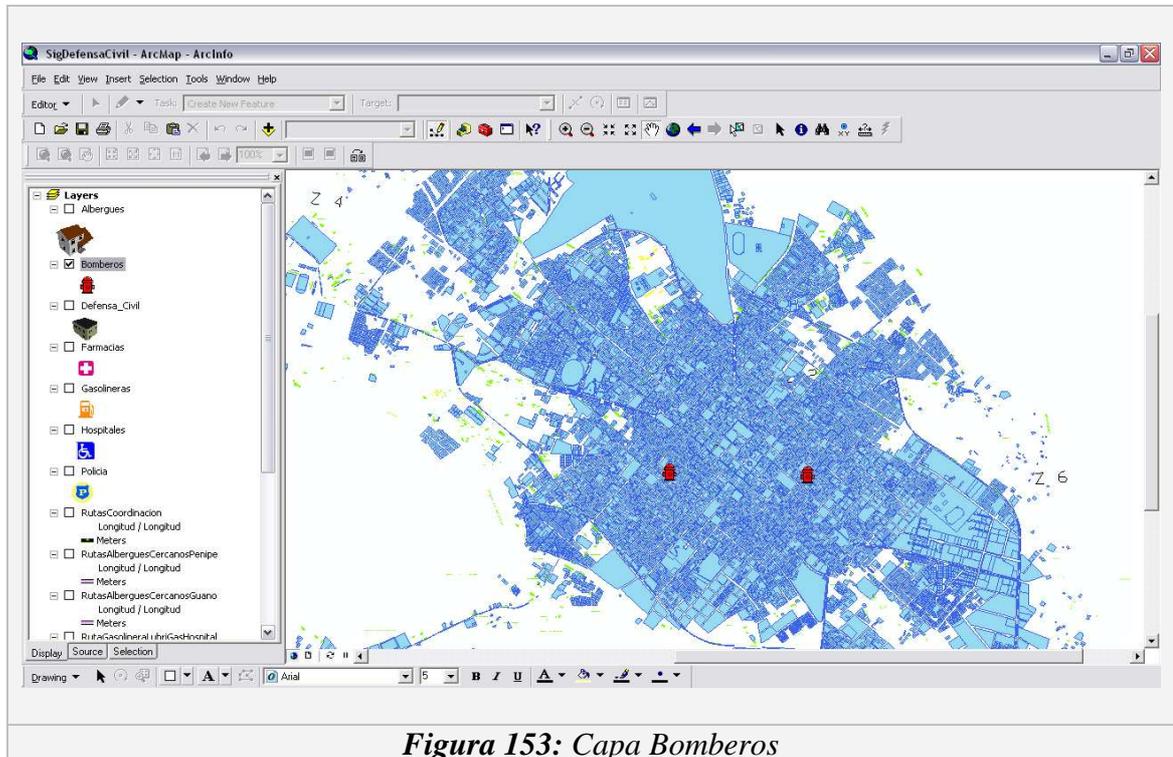
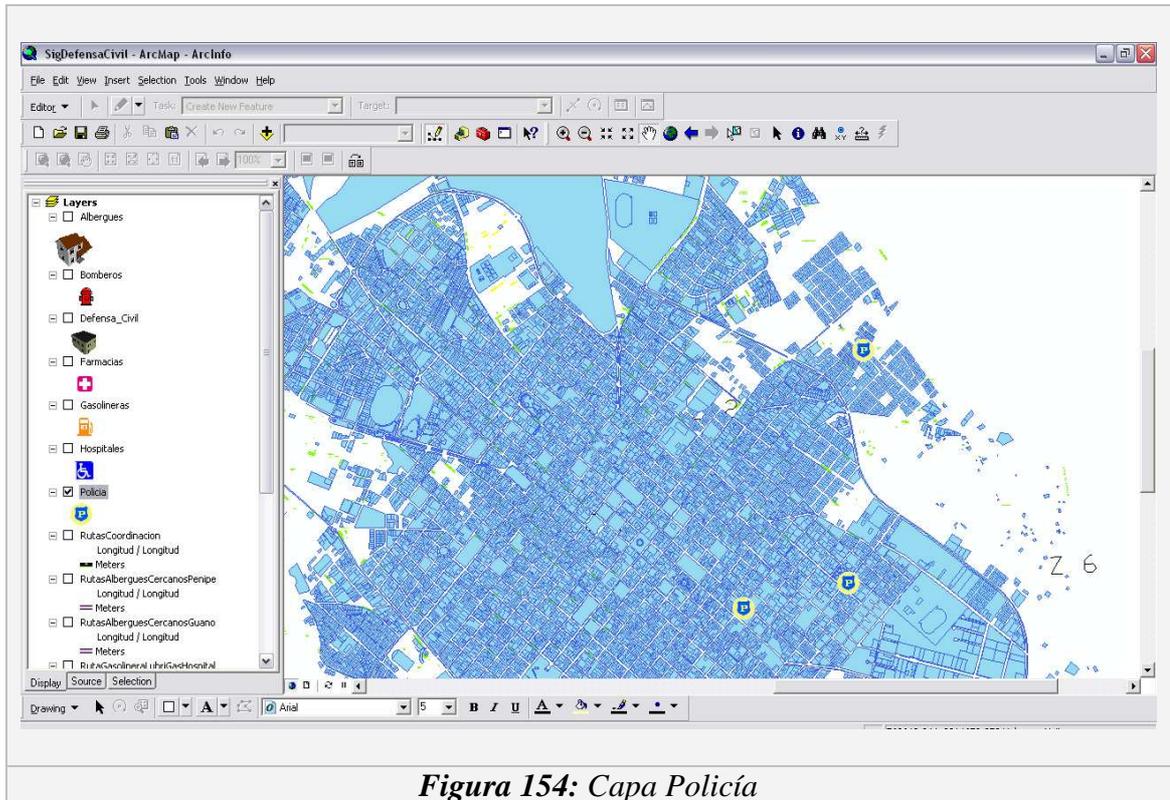
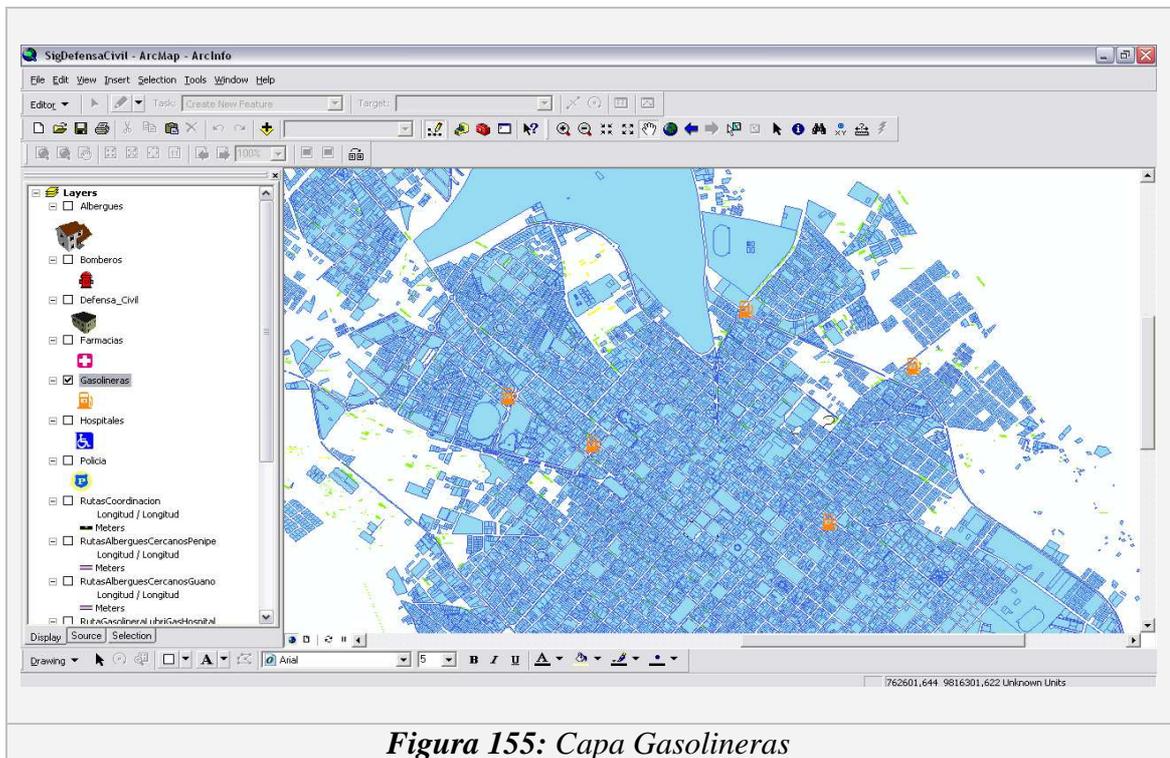


Figura 153: Capa Bomberos

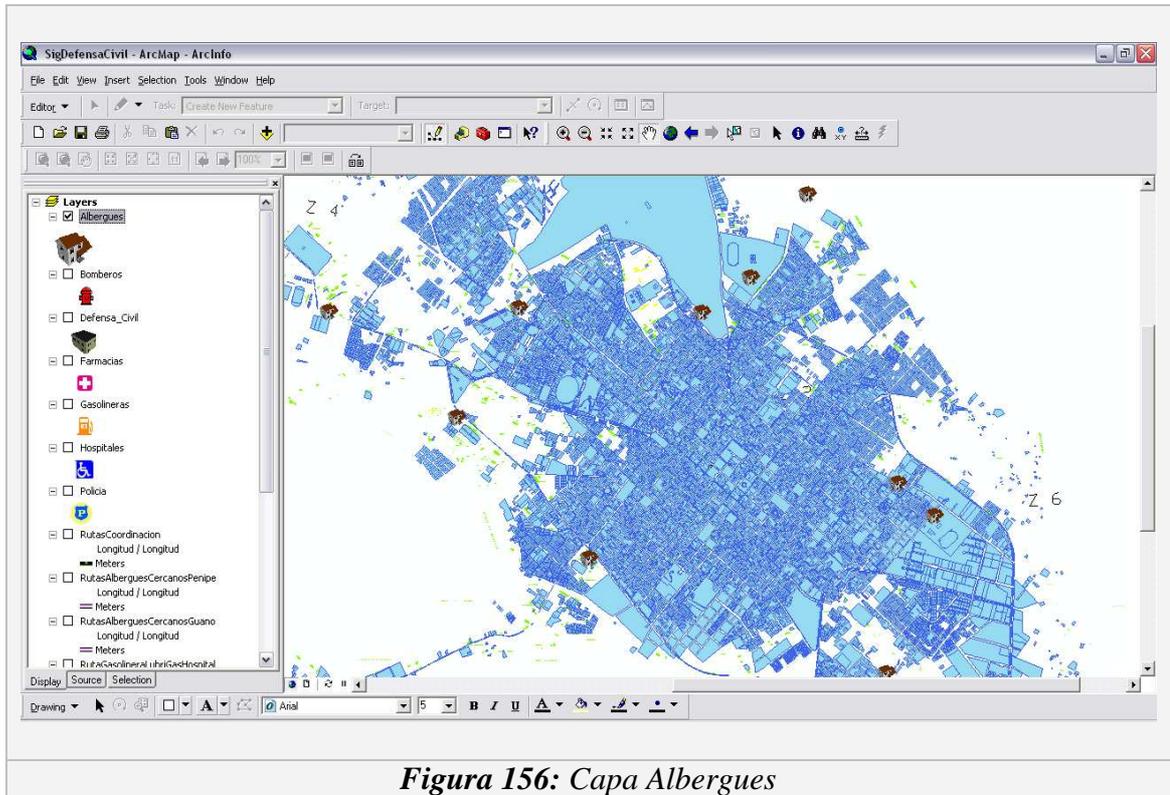
Capa Policia



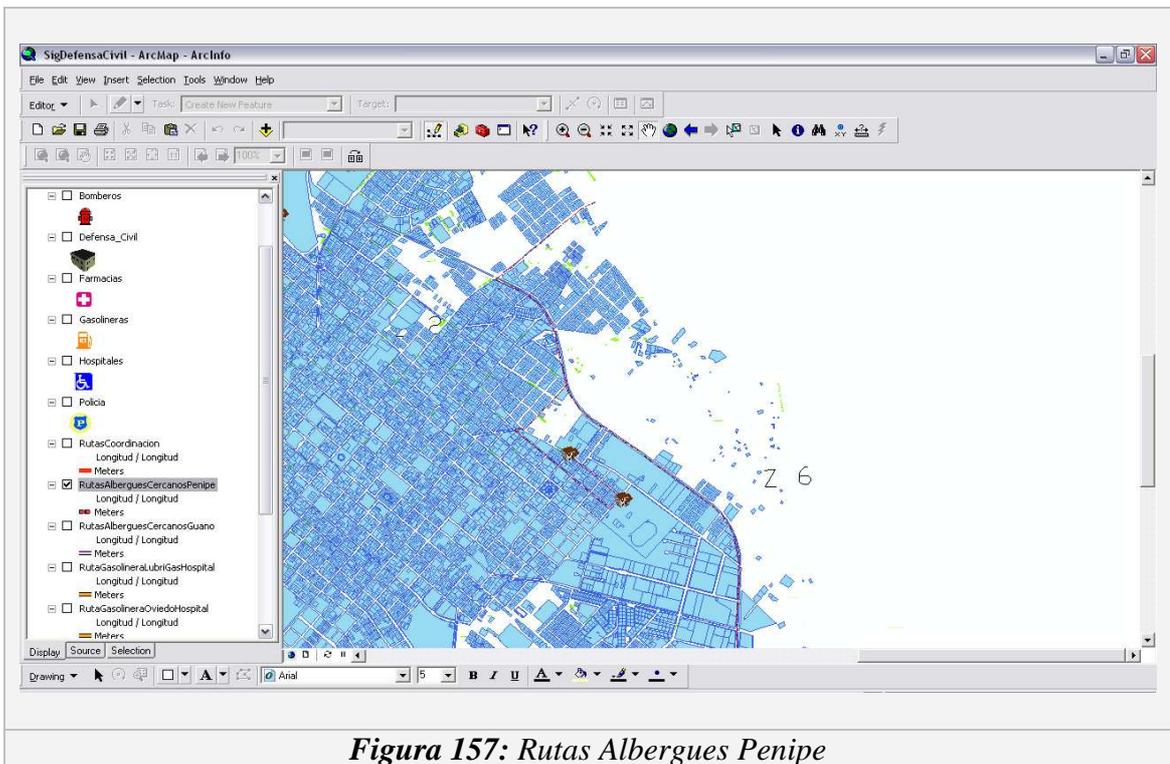
Capa Gasolineras



Capa Albergues



Capa Vías



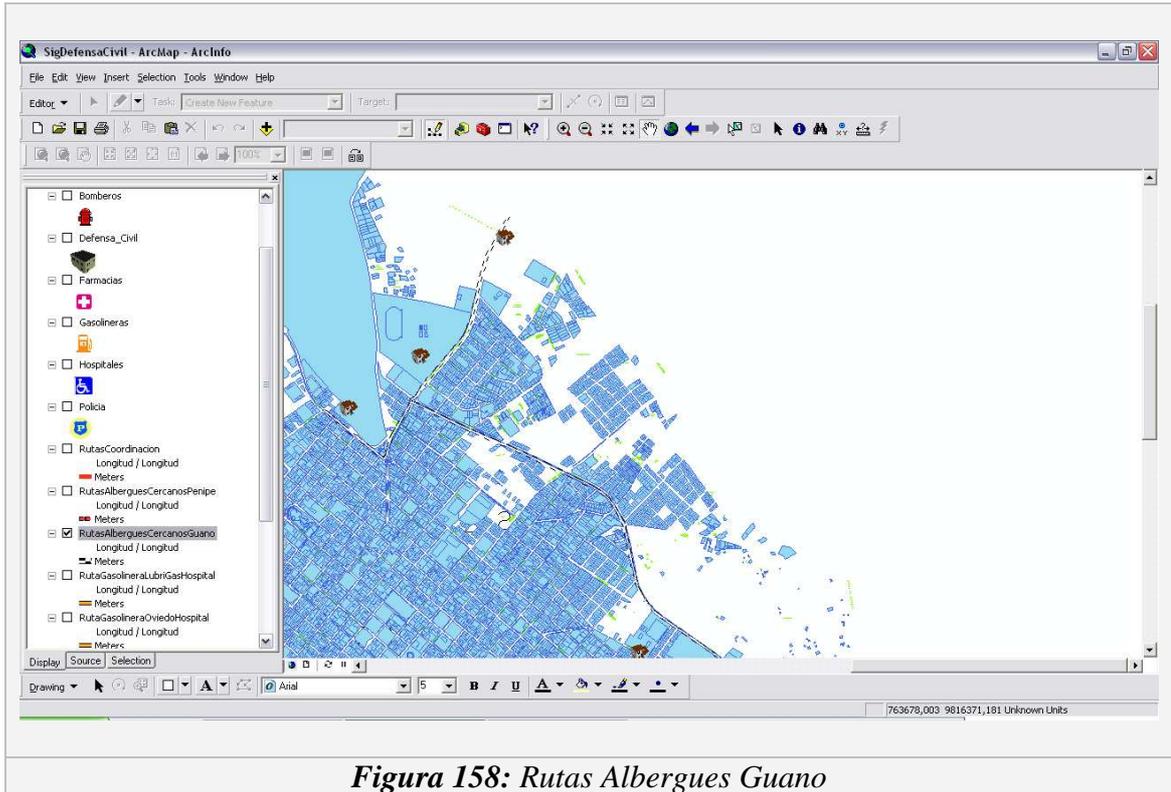


Figura 158: Rutas Albergues Guano

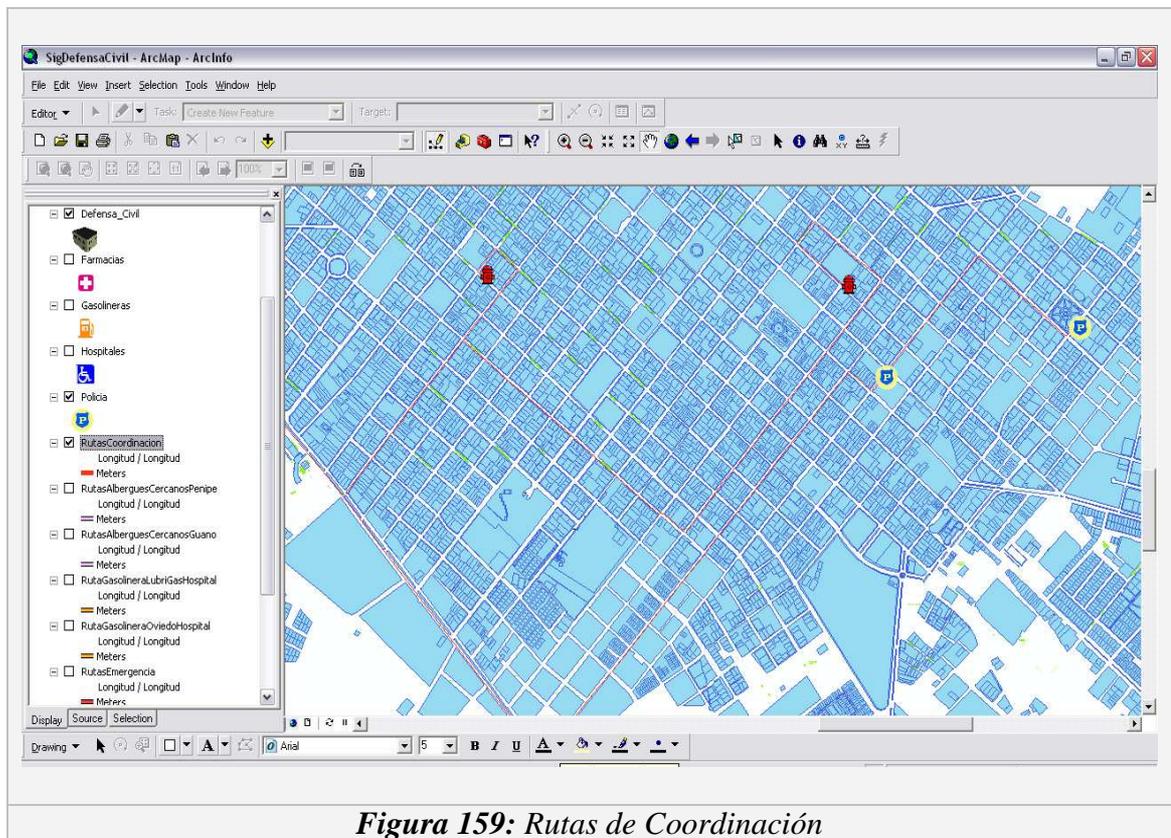


Figura 159: Rutas de Coordinación

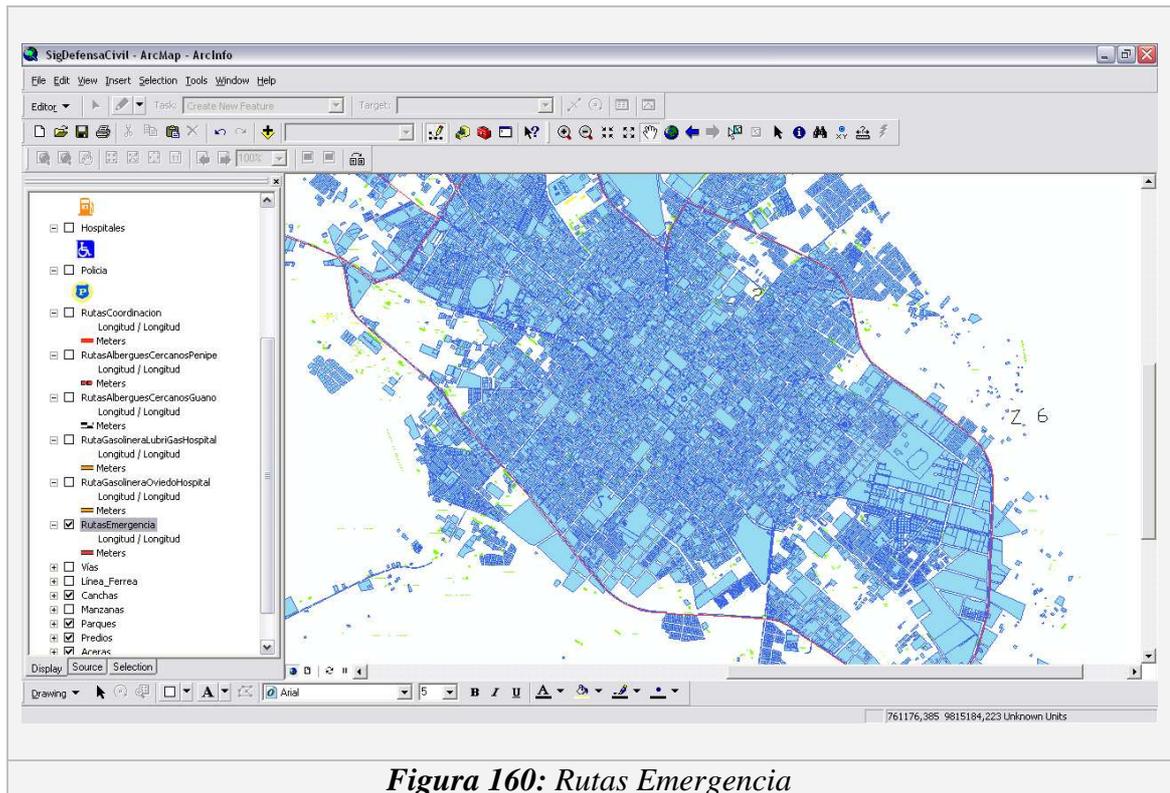


Figura 160: Rutas Emergencia

5.2.5.2 LAYOUTS DEL SISTEMA

El Sistema de Información Geográfico presenta un diseño bien definido para la previsualización e impresión de mapas por medio de vistas conocidas como layouts. El modelo propuesto para cada mapa incorporado por la aplicación exterioriza las siguientes características:

Encabezado

Consta de las siguientes características informativas para el usuario final:

Logo: Logo de la institución

Título: Nombre específico de la institución a la cual se aplica el sistema.

Cuerpo

Se centra en la presentación propia del mapa creado mostrando los siguientes aspectos representativos:

Mapa: área destinada al mapa generado por el sistema. Muestra el resultado de la activación de mapas temáticos propuestos en la aplicación.

Leyenda: sector definido para la presentación de etiquetas características de cada capa. Permite mostrar las capas activas en el sistema con su correspondiente simbología.

Orientación: indica la orientación de los mapas visualizados por el sistema.

Pie

Consta de información específica de la vista del mapa y un detalle informativo.

Escala: Presenta la escala activa del mapa presente en la vista de diseño. Mediante ésta es posible conocer el grado de visualización al que trabaja el usuario.

Detalle: presenta el título del proyecto, la escala, fecha, número de mapa y la identificación de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Diseño

El diseño propuesto para el layout generado por el sistema posee las siguientes características de diseño:

- El título de la institución se coloca en la parte superior de la vista de forma centrada.
- El logo incorporado se ubica en la parte derecha superior de la vista junto al título presentado para la vista de layout.
- El área de mapa se localiza en la parte derecha total del cuerpo del documento para permitir una visualización del contenido más completa.
- La orientación del mapa es colocado en la parte superior izquierda del área del cuerpo de la vista.
- La leyenda es colocada en la parte media izquierda del cuerpo del documento con el objetivo de mantener la flexibilidad de activación de capas requeridas por el usuario y la estética del producto final.

- El detalle es definido en la parte inferior izquierda del cuerpo de la vista con la información básica del proyecto.
- La escala empleada por el mapa se coloca en la parte inferior derecha de la vista con una información detallada del movimiento de escala del mapa presentado.

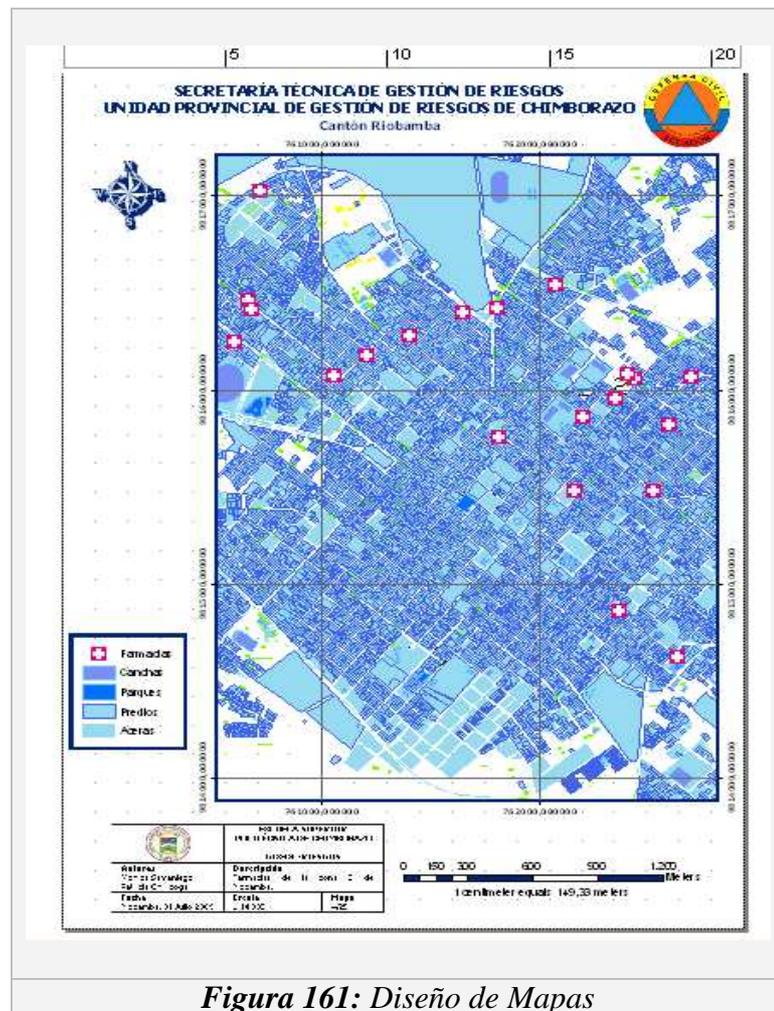


Figura 161: Diseño de Mapas

5.2.6 CONSULTAS ESPECÍFICAS Y ESTADÍSTICAS

El sistema de información geográfico desarrollado permite la consulta de información específica acerca de cualquiera de los mapas temáticos presentes en el mismo, de esta forma, es posible preguntar al sistema temas importantes que permitan considerar mejores posibilidades a la hora de tomar decisiones respecto a un ámbito específico. Las consultas propuestas para el sistema se definen con los siguientes enunciados:

Consultas Básicas

Cada consulta al sistema se realiza por medio de la definición de un “query” dentro de las propiedades de cada capa presente en el sistema propuesto.

1. Listar los hospitales que posean el mayor número de médicos con el fin de disponer de ellos en caso de una emergencia de gran magnitud.

Capa: Hospitales

Consulta: “NumMedicos” >= 10

Nota: Se consideran los hospitales que posean 10 o más médicos.



Figura 162: Query básico 1

2. Mostrar la estación de bomberos que posea menor número de ambulancias con la finalidad de conocer las necesidades en cuanto a unidades de rescate.

Capa: Bomberos

Consulta: "Ambulancias" < 3

Nota: Se considera la estación de bomberos que posea menos de 3 ambulancias.



Figura 163: Query básico 2

3. Visualizar las farmacias que cuenten con elementos quirúrgicos necesarios en caso de emergencias.

Capa: Farmacias

Consulta: "InsQuirurgicos" = "SI"

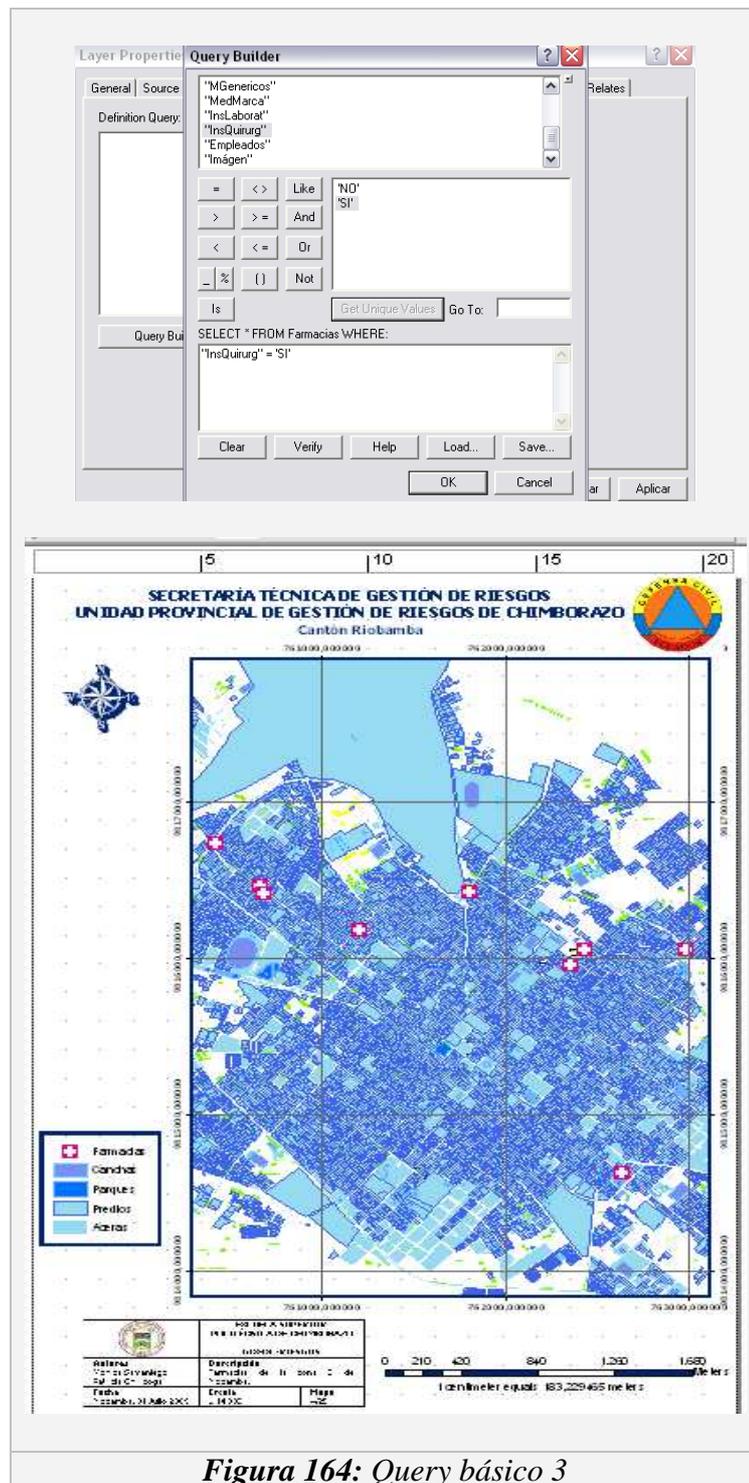


Figura 164: Query básico 3

Consultas avanzadas

El sistema de información geográfico permite las siguientes consultas avanzadas:

1. Indicar los albergues que cuenten con los servicios básicos agua, luz, cocina y servicios higiénicos necesarios en caso de evacuación.

Capa: Albergues

Consulta:

"Serv_Higen" = 'SI' AND "Cocina" = 'SI' AND "Agua" = 'SI' AND "Luz" = 'SI'

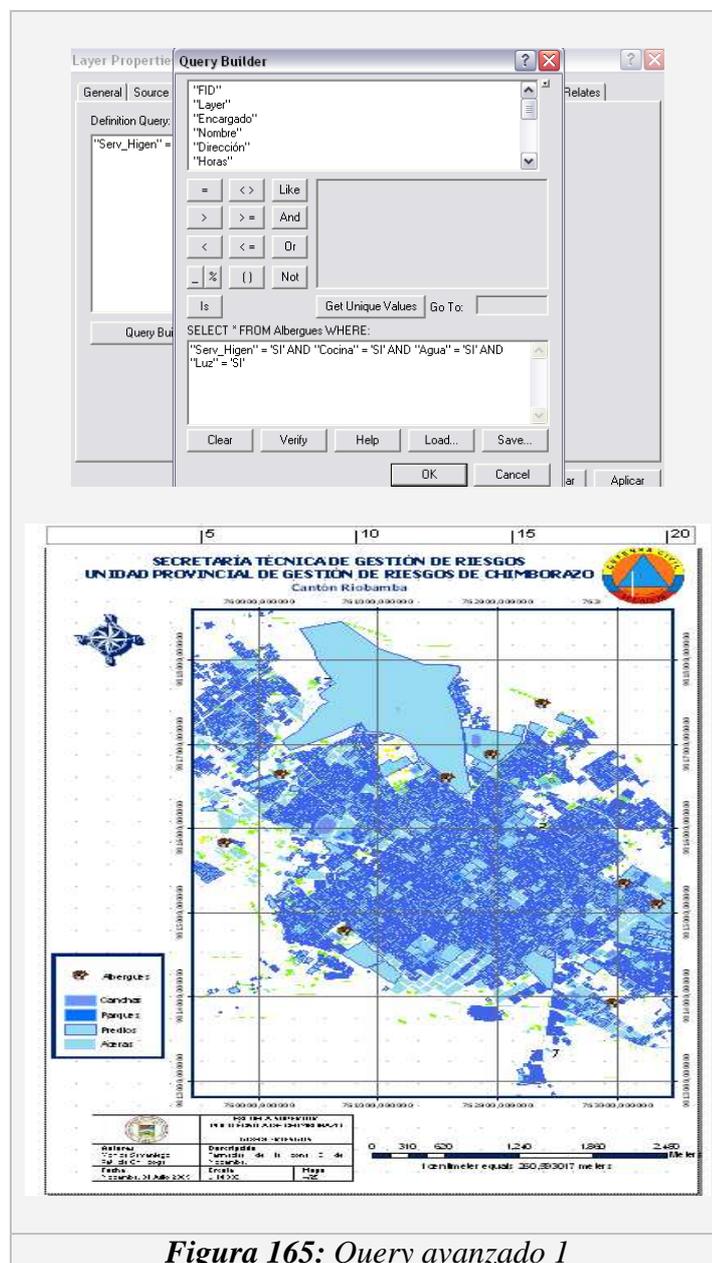


Figura 165: Query avanzado 1

2. Mostrar los hospitales que cuenten con áreas destinadas a emergencias, medicina general, rayos x y ambulancias ya que se consideran como servicios básicos para atención inmediata.

Capa: Hospitales

Consulta: "Emergencia" = 'SI' AND "MedGeneral" = 'SI' AND "RayosX" = 'SI' AND "Ambulancia" = 'SI'

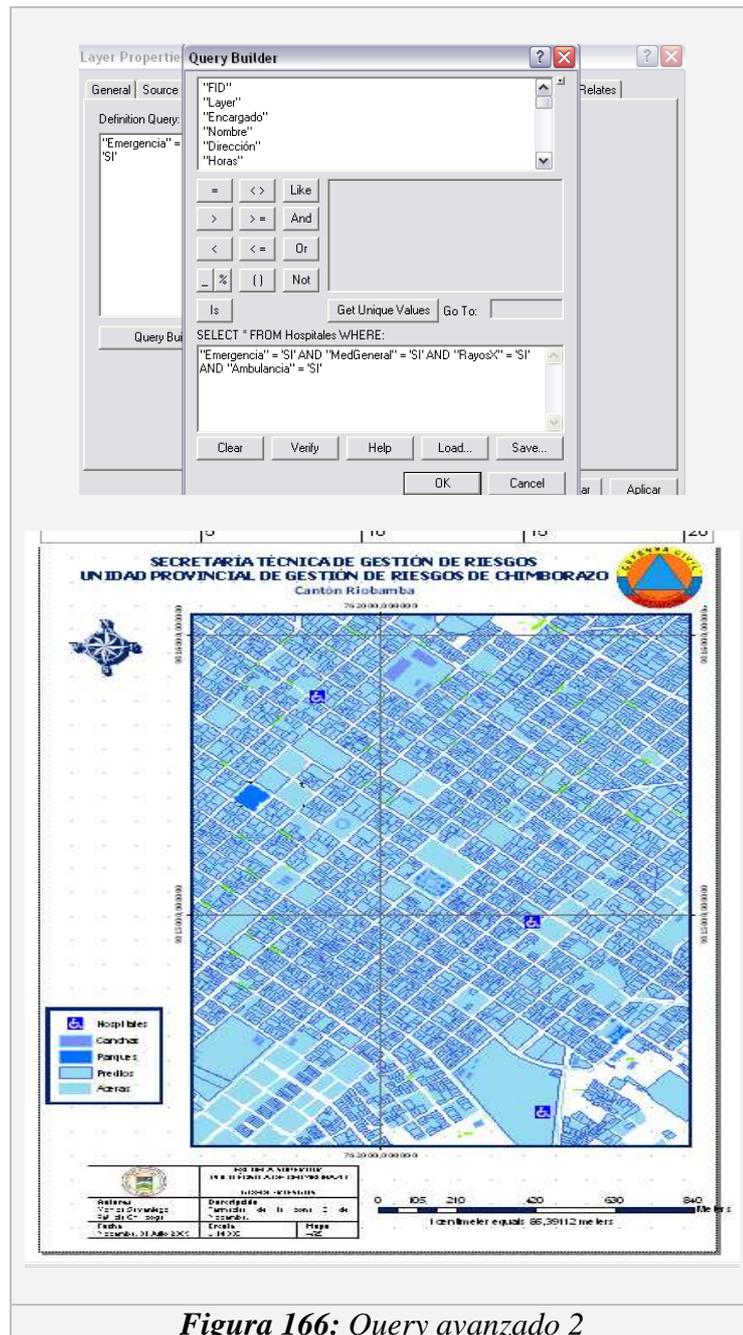


Figura 166: Query avanzado 2

3. Listar los puestos policiales que cuenten con patrullas y el número de guardias disponibles sea mayor o igual a 3 personas.

Capa: Policía

Consulta: "Patrulla" = 'SI' AND "Guardias" >= 3

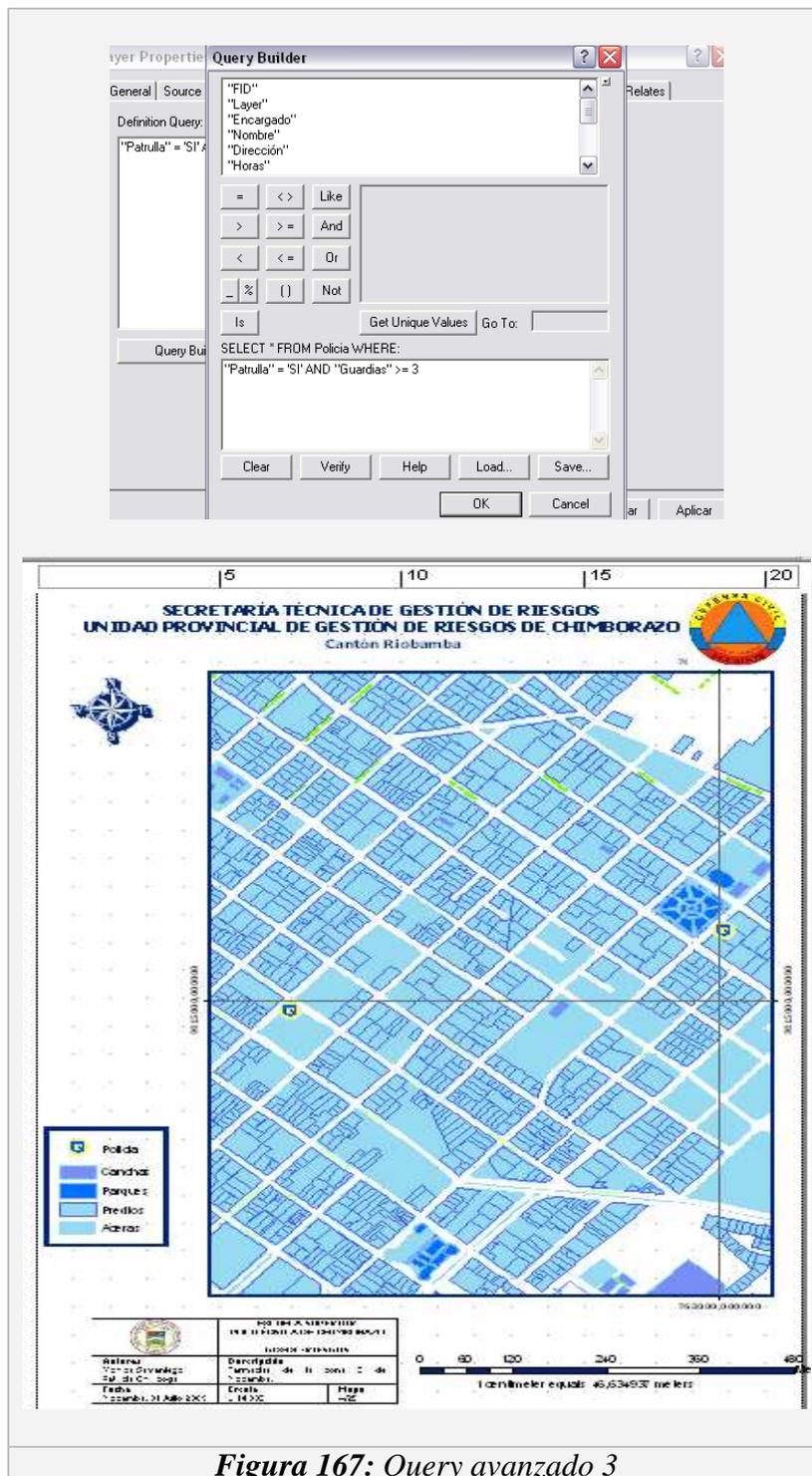


Figura 167: Query avanzado 3

4. Mostrar los hospitales que posean capacidad de llevar a cabo partos de emergencia contando con áreas de atención a parto, sala de espera, pediatría, emergencia y estacionamiento.

Capa: Hospitales

Consulta: "Emergencia" = 'SI' AND "AtenParto" = 'SI' AND "SalaEspera" = 'SI' AND "Pediatría" = 'SI' AND "Estacionam" = 'SI'

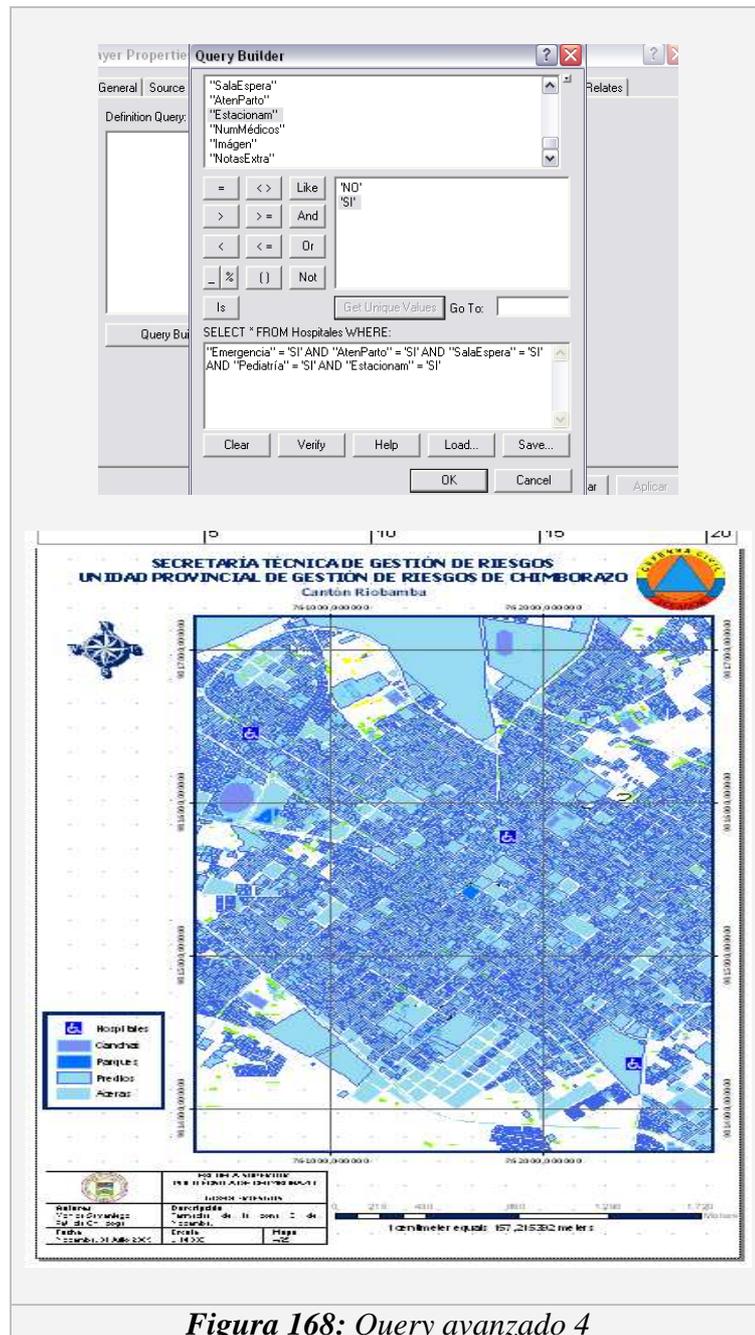


Figura 168: Query avanzado 4

Estadísticas

Las estadísticas propuestas por el sistema juegan un papel importante en el caso de surgir algún tipo de peligro dentro de la ciudad, por consiguiente, los valores obtenidos del estudio realizado en cuanto a este ámbito retribuye a los siguientes resultados:

Estadísticas Básicas

1. Porcentaje de empleados que laboran a nivel de gasolineras registradas.

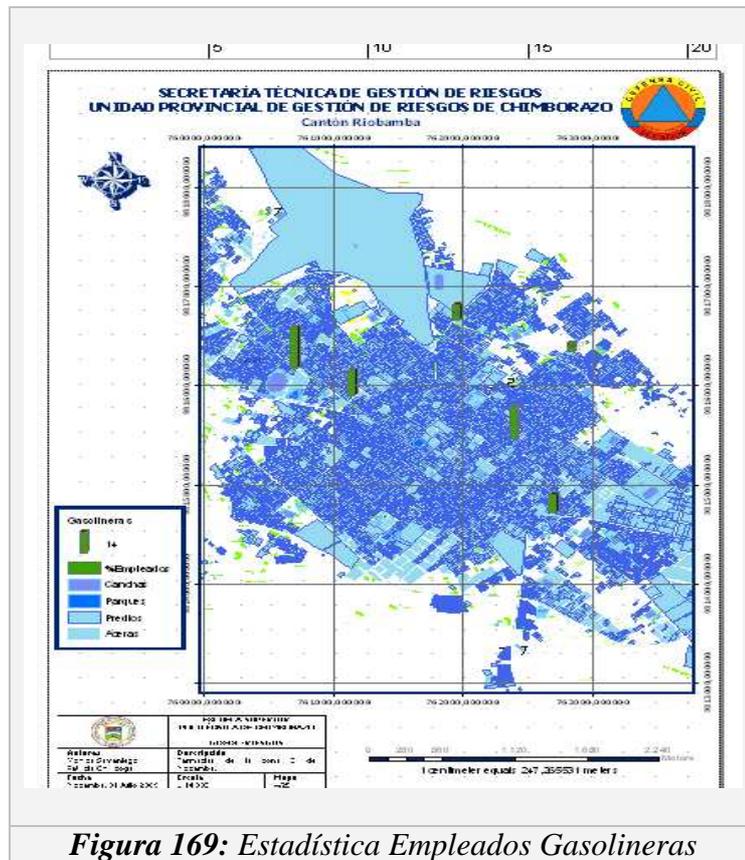


Figura 169: Estadística Empleados Gasolineras

Define por medio de gráfico en barras los porcentajes de empleados de gasolineras distribuidos y existentes dentro de la zona de estudio con la finalidad de conocer la posible cantidad de personas afectadas en caso de accidentes.

2. Porcentaje de guardias localizados en cada puesto policial considerando la disponibilidad de elementos dentro de la zona de estudio.

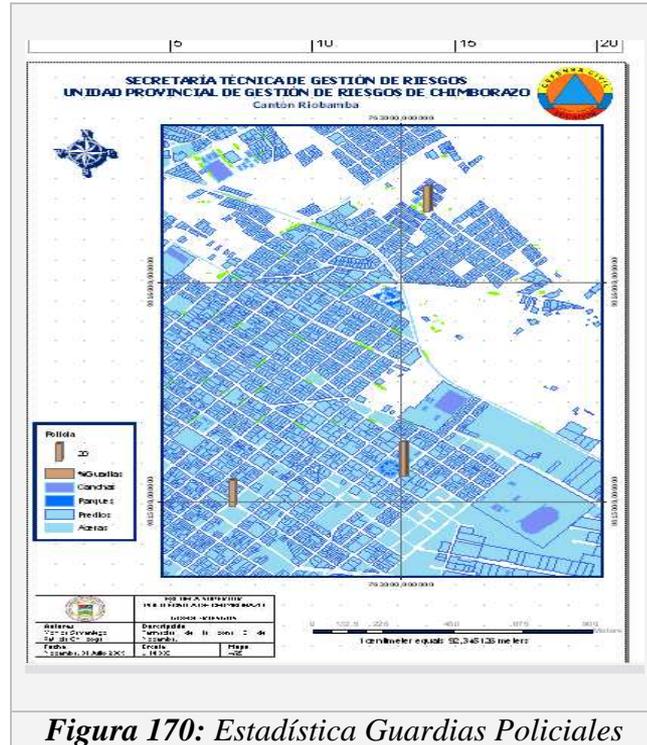


Figura 170: Estadística Guardias Policiales

Estadísticas Avanzadas

1. Porcentaje de Motobombas, ambulancias y personal de rescate distribuido en cada departamento de bomberos apto para uso en caso de incendios.

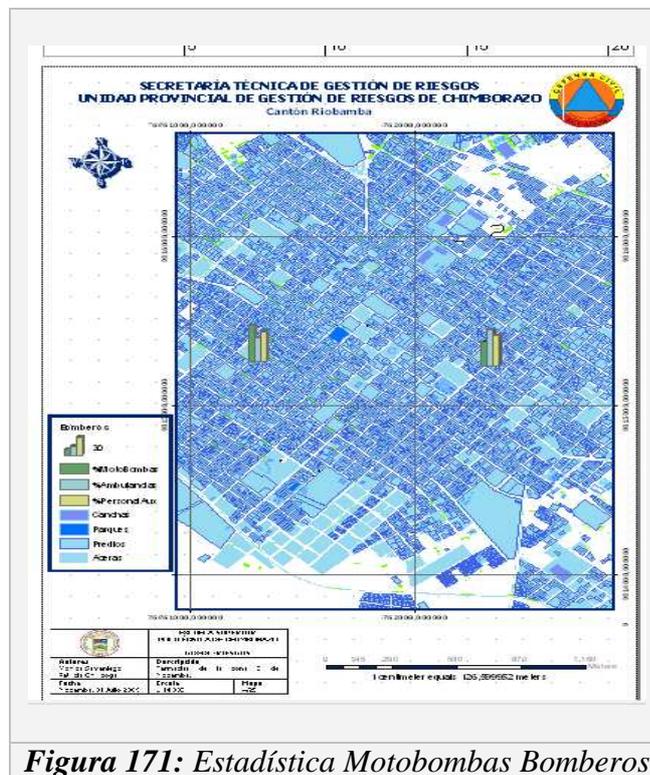


Figura 171: Estadística Motobombas Bomberos

2. Estadística de capacidad de albergues para la recepción de personas y servicios prestados para evacuaciones emergentes.

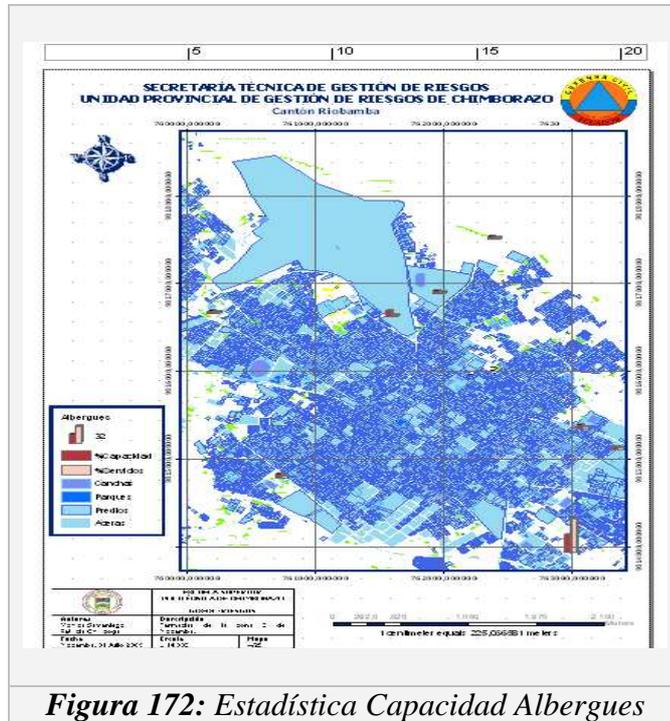


Figura 172: Estadística Capacidad Albergues

3. Estadística de porcentaje de servicios prestados por las farmacias (medicamentos genéricos, de marca, elementos quirúrgicos e instrumentos de laboratorio).

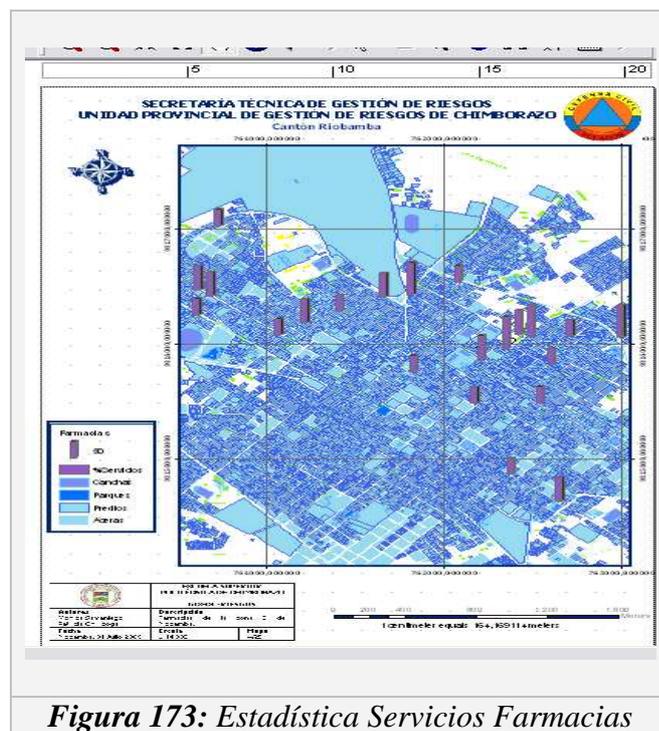


Figura 173: Estadística Servicios Farmacias

5.3 PRUEBAS

Durante el desarrollo del sistema de información geográfico, las pruebas realizadas se enfocaron en el ámbito funcional, el cual se basó en la ejecución, revisión y retroalimentación de funcionalidades previamente diseñadas para el sistema [³²]. Estas pruebas se encaminaron a la consulta de información acerca de cada punto localizado en los mapas temáticos del sistema. De esta manera, se efectuaron pruebas para:

- Consulta de información de Albergues, Hospitales, Farmacias, Policía, Bomberos, Gasolineras, Defensa Civil mediante el uso de barras de herramientas proporcionadas por la herramienta SIG y la macro propuesta para el sistema.
- Revisión de existencia de imágenes representativas de cada punto ubicado en los mapas propuestos con la ejecución de consultas dinámicas y herramientas.
- Visualización de capas existentes que permitan ser organizadas, activadas y desactivadas mediante la manipulación de la ventana de contenidos propuesta por la herramienta SIG.
- Localización exacta de cada sitio requerido considerando el sistema de coordenadas y georeferenciación definida.
- Verificación de resultados emitidos en los reportes planteados con el uso de layout del sistema que permiten obtener información clara del contenido del mismo.

5.4 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

La puesta en marcha del sistema se realiza dentro de los departamentos de la Defensa Civil bajo un equipo de escritorio perteneciente a la institución que además posee los

³² *Pruebas de software,*
http://es.wikipedia.org/wiki/Pruebas_funcionales

requerimientos hardware y software necesarios para la correcta ejecución del sistema. En cuanto al mantenimiento del sistema, la aplicación se entrega finalizada y la defensa civil toma la responsabilidad de actualizar los datos según las demandas de información surgidas con el tiempo, para lo cual, requerirá de efectuar un trabajo de campo exhaustivo que permita obtener datos requeridos. Así mismo, se adjunta la documentación respectiva mediante los manuales del sistema y usuario con los contenidos requeridos para el correcto uso de la aplicación dentro de la institución.

CONCLUSIONES

El desarrollo del presente estudio comparativo devolvió las siguientes conclusiones en cuanto a herramientas de Sistemas de Información Geográfico:

- Luego de realizar la comparativa entre una herramienta propietaria (ArcGis 9.2) y una libre (OpenJump 1.2) se puede tener una herramienta completa y de calidad para generar Sistemas de Información Geográfico.
- El estudio comparativo realizado bajo un enfoque de calidad esta fundamentado en normas estandarizadas (ISO 9000, ISO 9126-3, QSOS) que brindan apoyo a los parámetros devueltos por el estudio SIG – CALIDAD desarrollados.
- Las herramientas empleadas en la comparativa encierran un conjunto de particularidades para el desarrollo de sistemas geográficos, sin embargo, ArcGis 9.2 como herramienta comercial provee de mayores capacidades de calidad que las provistas por OpenJump 1.2.
- El uso de parámetros de calidad para la evaluación de herramientas de Sistemas de Información Geográfico permitió definir de manera específica las características propias de cada herramienta mostrando en definitiva sus cualidades y falencias entorno al desarrollo de sistemas.
- La interfaz generada por las herramientas ArcGis 9.2 y OpenJump 1.2 presentan grandes similitudes que facilitan la creación y manejo de sistemas de información geográfico, ya que ambas promueven el uso de elementos estándar en cuanto a la interfaz gráfica de usuario.
- El análisis de datos espaciales es considerado como un componente indispensable dentro de una herramienta SIG ya que permite realizar estudios a profundidad de los

- elementos geográficos existentes en un proyecto con la finalidad de llevar de mejor manera el proceso de toma de decisiones incluido de manera implícita en el mismo.
- La capacidad raster y 3D brindada por las herramientas SIG permiten obtener mejoras en cuanto a la facilidad de creación de sistemas y a la representación de elementos geográficos haciéndolos más reales y utilizables por el usuario.
- El uso de layout en las herramientas SIG consideradas para este estudio, constituyen una forma ágil de presentación de mapas resultantes, que brindan de manera vistosa información geográfica de un proyecto creado dando la posibilidad de obtenerlo físicamente.
- La interoperabilidad brindada por las herramientas SIG ArcGis 9.2 y OpenJump 1.2, abre la posibilidad de incrementar su funcionalidad y capacidad de almacenamiento, de tal forma que la accesibilidad a formatos externos y gestores de datos es mucho más sencilla y eficiente.
- El proceso de personalización de herramientas SIG hace posible al usuario incrementar las funciones de la herramienta utilizada, tanto ArcGis como OpenJump poseen esta característica permitiendo hacer más fáciles los procesos específicos requeridos por el usuario.
- El Sistema de Información Geográfico GIS-DC-RIESGOS desarrollado para la Defensa Civil incorpora capas de información geográfica concerniente a farmacias, hospitales, bomberos, policía, albergues, gasolineras y rutas de ayuda que son consultadas de forma dinámica mediante una interfaz propuesta para el trabajo realizado por la institución, lo cual fue implementado de manera definitiva en la herramienta ArcGis 9.2 debido a la comparativa realizada en función de los parámetros de calidad ofrecidos por la misma.

RECOMENDACIONES

- Para el desarrollo de un estudio comparativo entre programas SIG se debe seleccionar cuidadosamente las herramientas implicadas en el mismo, ya que deben poseer características similares para poder ser evaluadas correctamente.
- El proceso de evaluación inmerso en una comparativa requiere de la definición de parámetros específicos y correctamente fundamentados que permitan la comprobación de la hipótesis precisada para un estudio determinado.
- Estudiar las características y beneficios brindados por las herramientas software definidas para un estudio comparativo, de manera que al seleccionar una de ellas sea posible aprovechar sus funcionalidades y obtener los resultados deseados al concluir su tarea.
- Incursionar en el análisis de otros parámetros de calidad para SIG que empleen entornos de selección de la herramienta.
- Recomendar a las autoridades de la ESPOCH crear un comité de estandarización para velar y proponer estándares para sistemas informáticos, SIG y otros relacionados a la ingeniería de software.
- El desarrollo de layout en un Sistema de Información Geográfico debe permitir obtener mapas funcionales y vistosos por medio de un diseño elegante que consienta visualizar la información geográfica necesaria para resolver dudas y tomar decisiones según sea necesario.
- Durante el desarrollo de un Sistema de Información Geográfico es necesario definir las unidades de medida sobre las cuales trabaja y mantener una georeferenciación correcta para obtener datos más cercanos a la realidad.

- Desarrollar consultas avanzadas que permitan al Sistema de Información Geográfico para la Defensa Civil construir en base a mapas topológicos rutas cercanas en tiempo real hacia puntos de ayuda definidos en caso de emergencias.

RESUMEN

El estudio comparativo entre herramientas de Información Geográfica (SIG) libre y propietario busca obtener la mejor herramienta de desarrollo basado en métricas de calidad. Se aplicó el método deductivo - analítico durante la evaluación y fijación de parámetros de calidad fundamentados en estándares ISO 9000, ISO 9126-3 para métricas de calidad, QSOS de calidad para software libre y otros propios de la investigación.

La evaluación se realizó entre, ArcGis 9.2 como software propietario y OpenJump 1.2 como software de código abierto; donde, OpenJump 1.2 obtuvo 191,73 puntos y ArcGis 9.2 218,5 puntos de un total de 233 devuelto por los parámetros de calidad definidos, siendo estos: funcionalidades básicas, análisis espacial, capacidad raster, interoperabilidad, rendimiento, personalización, capacidad 3D, generación de mapas, y documentación y soporte; con los cuales se determina la mejor herramienta SIG de calidad.

Con el estudio realizado, se desarrolló un Sistema de Información Geográfica para Defensa Civil de Chimborazo empleando la herramienta ArcGis 9.2 denominado GIS-DC-RIESGOS, implantado bajo una metodología en Cascada. Involucró trabajo de campo donde se establecieron ubicaciones reales e información de hospitales, farmacias, policía, bomberos, albergues, gasolineras, y rutas alternas de emergencia y coordinación. La Defensa Civil accede a la información proporcionada de manera ágil realizando búsquedas dinámicas de distintos sitios ante situaciones emergentes suscitadas.

SUMMARY

The Comparative study between free and owner Geographic Information Tools tries to obtain the best development tool based on quality metrics. The deductive – analytical method was applied during evaluation and quality parameter fixation based on ISO 9000, ISO 9126-3 standards for quality metrics, QSOS quality for free and other software on the investigation.

The evaluation was carried out between ArcGis 9.2 as owner software and OpenJump 1.2 as a software of open code, where OpenJump 1.2 obtained 191.73 points and ArcGis 9.2 218.5 points of a total of 233 given back by the defined quality parameters, these being, basic functions, space analysis, raster capacity, inter-operability, performance, personalization, 3D Capacity, Map Generation, Documentation and Back-up, with which the best quality SIG tool is determined. With the study, a Geographic Information system for Civil Defense of Chimborazo was developed using the ArcGis 9.2 tool named GIS-DC-RISKS, implanting under a cascade methodology. It involved field work where real locations and hospital, pharmacy, police, firemen, shelter, gas station and alternate route of emergency and coordination information were established. The Civil Defense has an access to the information provided swiftly, carrying out dynamic searches of the different sites in front of rising emergent situations.

GLOSARIO

ARCGIS DESKTOP: es una colección de productos del software que corren en las computadoras del desktop normales. Se usa para crear, importar, revisar, preguntar, trazar, analizar, y publicar la información geográfica.

ARCGIS ENGINE: es un ArcGIS software de motor, un desarrollador de productos para la creación personalizada de SIG aplicaciones de escritorio.

ARCIMS: es un Servidor de Mapas Web producido por ESRI. Se trata de un SIG que está diseñado para servir mapas a través de la Internet.

ARCGIS MÓVIL: entrega ayuda a las organizaciones la capacidad de los SIG y los datos de los servidores centralizados a una gama de dispositivos móviles.

CARTOGRAFÍA: Es la ciencia que se encarga del estudio y de la elaboración de los mapas.

COVERAGE: Es el modelo de datos geográficos, también conocido como el modelo de datos georelacional introducido en ArcInfo.

DB2: Es una marca comercial, propiedad de IBM, bajo la cual se comercializa el sistema de gestión de base de datos.

DEMOGRAFÍA: Es el estudio interdisciplinario de las poblaciones humanas, es decir trata de las características sociales de la población y de su desarrollo a través del tiempo.

EFEMÉRIDES: **efeméride** o **efemeris** (plural: **efemérides**; del griego *ἐφήμερος*, *ephemeros*, «diario») es una tabla de valores que da las posiciones de los objetos astronómicos en el cielo en un momento o momentos dados.

ESCALABILIDAD: capacidad del sistema informático de cambiar su tamaño o manejar el crecimiento continuo de trabajo de manera fluida. Es la propiedad deseable en un sistema, una red o un proceso, que indica su habilidad para extender el margen de operaciones sin perder calidad.

FIABILIDAD: probabilidad de que un sistema o dispositivo desarrolle una determinada función, bajo ciertas condiciones y durante un período de tiempo determinado.

FRAMEWORK: es una estructura de soporte definida, mediante la cual otro proyecto de software puede ser organizado y desarrollado. Típicamente, puede incluir soporte de programas, bibliotecas y un lenguaje interpretado entre otros software para ayudar a desarrollar y unir los diferentes componentes de un proyecto.

GEOMARKETING: es una disciplina de gran potencialidad que aporta información para la toma de decisiones de negocio apoyadas en la variable espacial.

GEOMEDIA: es el nombre de una tecnología GIS de nueva generación que Intergraph creó en el año 1996, funciona en ambiente Windows, accede en tiempo real y sin necesidad de conversión a todos los formatos GIS y CAD del mercado.

JAVA: Lenguaje de programación de computadoras, de alto nivel, orientado a objetos y multiplataforma; que permite escribir programas que son ejecutados en el ordenador sin necesidad de ser instalados previamente por lo que es usado para aplicaciones web.

MAPA TEMÁTICO: Son mapas que, basados en los mapas topográficos, representan cualquier fenómeno de la superficie terrestre que sea cartografiable.

MAPA TOPOGRÁFICO: es una representación, generalmente parcial, del relieve de la superficie terrestre a una escala definida y estos representan amplias áreas del terreno.

MrSID (pronunciado *Mister SID*) : es un estándar abierto de compresión de imágenes raster, su acrónimo proviene de *Multi-resolution Seamless Image Database* y permite mostrar archivos digitales de gran tamaño con un tiempo de carga mínimo.

OGC: fue creado en 1994 y agrupa a más de 250 organizaciones públicas y privadas. Su fin es la definición de estándares abiertos e interoperables dentro de los Sistemas de Información Geográfica.

ORTORECTIFICACIÓN: es una forma de rectificación que corrige el desplazamiento de un terreno y que se puede usar si existe un DEM del área de estudio.

PROCESOS AEROFOTOGRAMÉTRICOS: procesos involucrados en la fotografía aérea cuya definición describe como una fotografía es tomada verticalmente desde el aire donde cualquier tipo de cámara puede ser utilizada especialmente aquellas de lentes individuales. Las fotografías aéreas pueden estar disponibles en papel, película transparente o archivos digitales.

RECTIFICACIÓN: proceso de transformación de datos de un sistema de cuadrícula en otro sistema de cuadrícula usando una transformación geométrica.

SHAPE: formato de datos geográficos dado por ArGid. Los archivos 'shape' pueden representar objetos geográficos como líneas, puntos, y áreas (polígonos).

WGS84: Sistema de coordenadas mundiales, que data de 1984, que es la base para sistemas de posicionamiento globales como el GPS.

Anexo 1: Asignación y Análisis de Pesos

Anexo 2: Evaluación de Parámetros Requeridos

Anexo 3: Recolección de Información

Anexo 4: Mapas Temáticos

Anexo 5: Manual de Usuario

A n e x o s

Anexo 1: Asignación y Análisis de Pesos

Tabla A1.1: Fundamentos Funcionalidades básicas

Investigación inicial	Indicadores	Índice	V.U.	Factor Global	V.F.
Configuración de Sistema de Coordenadas del proyecto: Ventana de configuración de coordenadas Nuevos sistemas de Coordenadas Edición de Sistemas de Coordenadas Opciones de aplicación a capas Registro de Sistemas de coordenadas	Sistemas de Coordenadas	Georeferenciación del proyecto	5	Configuración general del Proyecto	19
Configuración de documentos sig: Menú de opciones de creación Personalización de Nombre Configuración de Colores	Configuración de: Categorías Capas Características	Personalización de Interfaz gráfica	9		
Configuración del entorno de la Interfaz: Desplazamiento dentro del área de trabajo Desplazamiento dentro de barras de herramientas	Movilidad		2		
Configuración de Herramientas: Incorporación de Nuevas herramientas externas Ventana de Personalización de Herramientas Inserción de Herramientas existentes	Incorporación		3		
Creación de Mapas por menús principales: Opciones agregar capa Opciones agregar categoría Opciones agregar capa raster Opciones de Impresión	Menú Principal	Opciones de creación de mapas	4	Interfaz gráfica para creación de mapas	11
Creación de Mapas por menús contextuales: Opciones agregar capa Opciones agregar categoría Opciones agregar característica Opciones agregar capa raster	Menú contextual		4		
Alternativas de creación de mapas: Opciones agregación capas existentes Componentes software de creación adicionales	Otros módulos de creación		2		
Nombre de Mapa	Mapa temático		1		

<i>Renombrar mapa temático</i>					
Conjunto de Herramientas y Opciones Básicas: <i>Selección de elementos geográficos</i> <i>Selección de colección de elementos geográficos</i> <i>Aplicación de zoom</i> <i>Mover vista</i>	<i>Selección/movimiento/</i> <i>Visualización</i>		4	<i>Manejo de Capas</i>	34
<i>Punto o Vértice</i> <i>Línea</i> <i>Polígonos</i> <i>Círculos</i> <i>Arco</i> <i>Formas personalizadas</i>	<i>Dibujo de objetos</i>	<i>Herramientas de</i> <i>manejo de capas</i>	6		
<i>Accesibilidad a barra de vectorización</i> <i>Opciones de edición para vectorización</i>	<i>Componentes de</i> <i>Vectorización</i>		2		
<i>Accesibilidad a barra de rasterización</i> <i>Opciones de edición de elementos raster</i>	<i>Componentes de</i> <i>Rasterización</i>		2		
<i>Texto</i> <i>Fecha</i> <i>Número</i> <i>Decimal</i> <i>Objeto</i> <i>Dato Geométrico</i>	<i>Tipos de Datos</i>		6		
<i>Íngreso nombres de campos</i> <i>Íngreso tipo de datos de campos</i> <i>Modificación de nombre de campo</i> <i>Modificación de tipo de dato de campo</i> <i>Opciones de eliminación de elementos de esquema</i> <i>Opciones de Organización de campos</i>	<i>Edición de esquema</i>	<i>Opciones de manejo de</i> <i>Tabla de Atributos</i>	6		
<i>Íngreso de registros en tabla de atributos</i> <i>Modificación de registros en tabla de atributos</i> <i>Eliminación de registros en tabla de atributos</i> <i>Opciones de selección de registros</i> <i>Opciones de organización de registros</i> <i>Opciones de zoom a registros</i> <i>Opciones de visualización de contenidos</i> <i>Activación y desactivación de columnas</i>	<i>Edición tabla de atributos</i>		8		

Tamaño de leyenda Movilidad de leyendas Color y Fuente de Leyenda Bordes de Leyenda	Propiedades Leyendas	Opciones de manejo de Layout	4	Interfaz gráfica para manejo de Layout	14
Ingreso de Título Modificación de Título Color y Fuente de Título Movilidad de Título	Título Layout		4		
Selección tipo de Escala Color y tamaño de Escala Movilidad de Escala	Escala Layout		3		
Selección tipo de orientación Color y tamaño de orientación Movilidad de Orientación	Orientación		3		

Tabla A1.2: Fundamentos Análisis Espacial

Investigación inicial	Indicadores	Índice	V.U.	Factor Global	V.F.
Funciones de Análisis espacial: Capa Origen Capa Destino Definición de distancia Definición de estilo Unidad de medida Parámetros	Buffer	Funciones generales de análisis espacial	6	Método de aplicación	13
Longitud/Superficie: Capa de Origen Incidencia de campos Aplicación según geometría Parámetros	Proximidad		4		
Unión/Intersección/Identidad/Fusión de Polígonos/ Extracción de capas/algebra de mapas: Capa Origen Capa Destino Parámetros Unidad de Medida	Superposición Topológica		4		

<p>Capa Origen Capa Destino Parámetros Unidad de Medida</p>	<p>Análisis de Redes</p>		4		
<p>Personalización de Capa Resultante: Configuración de estilo Personalización de nombre Configuración de sistema de coordenadas Tabla de Atributos: Acceso a tabla de atributos Manejo esquema Edición de registros Manejo de herramientas de tabla</p>	<p>Características de capas resultantes</p>	<p>Manejo de resultados</p>	7	<p>Funcionalidad resultante</p>	<p>13</p>
<p>Acceso a mapas Incorporación a layout Agregación a nuevos proyectos Aplicación a estadísticas Aplicación a consultas Aplicación de funciones de análisis espacial</p>	<p>Incorporación de resultados</p>		6		

Tabla A1.3: Fundamentos Capacidad Raster

Investigación inicial	Indicadores	Índice	V.U.	Factor Global	V.F.
<p>Conversión Semiautomática: Opciones de inicio de edición Herramientas propias de edición raster Conversión Automática: Obtención de topología Extracción de coordenadas Reconstrucción topológica</p>	<p>Conversión de Imagen raster</p>		5	<p>Tratamiento de Imágenes</p>	<p>20</p>
<p>Cambiar la escala de presentación en pantalla(zoom) Detectar errores Agregar arcos Borrar arco Mover vértice</p>	<p>Digitalización</p>	<p>Proceso Raster</p>	7		

Dividir arco Grabar					
Corrección de rótulos (<i>labels</i>) Corrección de arcos duplicados Corrección de arcos que deberían cortarse Corrección de polígonos que no cierran Corrección de arcos colgantes Corrección de nodos innecesarios Suavizado de curvas Agregado de arcos faltantes	Edición raster		8		
Rectificación de Imágenes: Ecuaciones de <i>colinealidad</i> (ortorectificación) Puntos de control (GCP) Predicción y Ajuste GCP Transformación Polinómicas: - Transformación lineal: - Posición - Inclinación - Rotación - Transformación no lineal	Tipos de Rectificación	Rectificación raster	7	Georeferenciación raster	7

Tabla A1.4: Fundamentos Interoperabilidad

Investigación inicial	Indicadores	Índice	V.U.	Factor Global	V.F.
<i>Bmp</i> <i>Gif</i> <i>Jpg</i> <i>Tiff</i> <i>MrSID</i> <i>Enhanced Compress Wavelet (ECW)</i>	<i>Formatos Raster</i>	<i>Compatibilidad de formatos</i>	6	<i>Soporte a formatos</i>	14
<i>GML (Geography Language)</i> <i>KML (Keyhole Markup Language)</i> <i>ShapeFile (SHP)</i> <i>Styled Layer Descriptor (SLD)</i>	<i>Formatos SIG</i>		4		
<i>DWG</i> <i>DXF</i>	<i>Formatos CAD</i>		2		

<i>WMS/WFS/WCS</i> Conexión a servidores Uso URL	<i>Servicios Web de Mapas</i>	<i>Acceso a servicios web</i>	2		
<i>PostGis</i> <i>MySQL</i> <i>SQL</i> <i>Oracle</i> <i>DB2</i> <i>Microsoft Access</i>	<i>Bases de datos</i>	<i>Formas de enlace a datos</i>	6	<i>Conexión a Datos</i>	6

Tabla A1.5: Fundamentos Rendimiento

<i>Investigación inicial</i>	<i>Indicadores</i>	<i>Indice</i>	<i>V.U.</i>	<i>Factor Global</i>	<i>V.F.</i>
<i>Tiempo de regreso</i>	<i>Carga de archivos</i>	<i>Procesos del Sistema</i>	1	<i>Fiabilidad</i>	3
<i>Tiempo de respuesta</i>	<i>Carga de Layout</i>		1		
<i>Tiempo de reacción del sistema</i>	<i>Vectorización/rasterización</i>		1		
<i>Tiempo de reacción del sistema:</i> <i>JPG</i> <i>PNG</i> <i>SHAPEFILE</i> <i>GML</i>	<i>Conversión archivos</i>	<i>Ejecución y uso de procesos</i>	1	<i>Estabilidad</i>	7
<i>Tiempo de regreso:</i> <i>Buffer</i> <i>Proximidad (longitud)</i> <i>Superposición Topológica (Unión)</i>	<i>Funciones espaciales básicas</i>		1		
			1		
			1		

Tabla A1.6: Fundamentos Personalización

<i>Investigación inicial</i>	<i>Indicadores</i>	<i>Indice</i>	<i>V.U.</i>	<i>Factor Global</i>	<i>V.F.</i>
<i>Menús</i> <i>Nuevas herramientas y funciones</i> <i>Inicio aplicación</i>	<i>Operaciones básicas</i>	<i>Configuración de funciones</i>	3	<i>Accesibilidad</i>	3
<i>Sintaxis</i> <i>Bibliotecas de funciones</i> <i>Uso de clases</i> <i>Compilación</i>	<i>Características del lenguaje</i>		5		

<i>Ejecución</i>					
KLDC: <i>Errores</i> <i>Defectos</i> PF: <i>Errores</i> <i>Defectos</i>	<i>Calidad código generado</i>	<i>Lenguajes de programación</i>	2	<i>Implementación</i>	7

Tabla A1.7: Fundamentos Capacidad 3D

Investigación inicial	Indicadores	Índice	V.U.	Factor Global	V.F.
<i>Agregar objetos 3D</i> <i>Mover</i> <i>Rotar</i> <i>Zoom</i> <i>Selección e identificación de objetos</i>	<i>Herramientas básicas</i>	<i>Interacción 3D</i>	5	<i>Manipulación de objetos 3D</i>	9
<i>Control de iluminación</i> <i>Cambio de sistema de coordenadas</i> <i>Exageración vertical</i> <i>Especificar ubicación de observador</i>	<i>Escenas 3D</i>		4		
<i>Análisis métricos 3D</i> <i>Consultas SQL</i> <i>Funciones de Análisis espacial</i>	<i>Herramientas de Análisis</i>	<i>Funciones de análisis</i>	3	<i>Análisis 3D</i>	3
<i>Apariencia de superficie</i> <i>Sombras</i> <i>Resolución</i>	<i>Configuración de imágenes</i>	<i>Imágenes raster</i>	3	<i>Raster 3D</i>	6
<i>Superposición de imágenes raster</i> <i>Herramientas de edición</i> <i>Interpolación de alturas</i>	<i>Proceso de creación mapas</i>	<i>Mapa 3D</i>	3		

Tabla A1.8: Fundamentos Generación de Mapas

Investigación inicial	Indicadores	Índice	V.U.	Factor Global	V.F.
<i>Ejecución de procesos mediante ratón</i> <i>Ejecución de procesos mediante teclas rápidas</i>	<i>Utilidad</i>		2	<i>Usabilidad</i>	

Ventanas Iconos Barras de Herramientas Menú de Opciones	Intuitividad y facilidad de aprendizaje	Interfaz Herramienta	4		6
Ventana de Configuración Gama de Colores Efectos de relleno Color de línea	Colores y Rellenos	Configuración de capas	4	Vistosidad	17
Definición de Atributo Gama de Colores Rangos	Colores temáticos		3		
Ventana de Configuración Iconos existentes Carga de nuevos iconos Configuración de propiedades de iconos	Decoraciones		4		
Opciones de creación de Reportes Reportes básicos Reportes con Cristal Reports	Reportes	Mapas	3		
Gráficos estadísticos Mapas de Consultas Mapas de estadísticos	Resultados		3		

Tabla A1.9: Fundamentos Documentación y Soporte

Investigación inicial	Indicadores	Índice	V.U.	Factor Global	V.F.
Índice de Contenidos Temas Sugeridos Teclas rápidas	Documentación Técnica	Ayuda	3	Documentación	6
Sitio de empresa propietaria Enlaces adicionales Descargas	Ayuda en Línea		3		
Información sobre el sistema Información Sobre el equipo de desarrollo	Acerca De	Información herramienta	2	Soporte	2

Anexo 2: Evaluación de Parámetros Requeridos

Tabla A2.1: Funcionalidades básicas

Referencia	Factor Global	V.F	Índice	Indicadores	V.U	ArcGis	OpenJump	ArcGis	OpenJump	
Tabla A1.1: Fundamentos Funcionalidades básicas	Configuración general del Proyecto	19	Georeferenciación del proyecto	Sistemas de Coordenadas	5	5	5	18	17	
				Personalización de Interfaz gráfica	Configuración de: Categorías Capas Características	9	8			8
					Movilidad	2	2			2
					Incorporación	3	3			2
	Interfaz gráfica para creación de mapas	11	Opciones de creación de mapas	Menú Principal	4	4	4	10	10	
				Menú contextual	4	3	3			
				Otros módulos de creación	2	2	2			
				Mapa temático	1	1	1			
	Manejo de Capas	34	Herramientas de manejo de capas	Selección/movimiento/visualización	4	4	4	34	33	
				Dibujo de objetos	6	6	6			
				Componentes de Vectorización	2	2	2			
				Componentes de Rasterización	2	2	2			
			Opciones de manejo de Tabla de Atributos	Tipos de Datos	6	6	6			
				Edición de esquema	6	6	6			
	Interfaz gráfica para manejo de Layout	14	Opciones de manejo de Layout	Edición tabla de atributos	8	8	7	14	13,5	
				Propiedades Leyendas	4	4	3,5			
Título Layout				4	4	4				
Escala Layout				3	3	3				
			Orientación	3	3	3				

Tabla A2.2: Análisis Espacial

Referencia	Factor Global	V.F	Índice	Indicadores	V.U	ArcGis	OpenJump	ArcGis	OpenJump
Tabla A1.2: Fundamentos Análisis Espacial	Método de aplicación	18	Funciones generales de análisis espacial	Buffer	6	6	6	18	18
				Proximidad	4	4	4		
				Superposición Topológica	4	4	4		
				Análisis de Redes	4	4	4		
	Funcionalidad resultante	13	Manejo de resultados	Características de capas resultantes	7	7	7	13	13

Referencia	Factor Global	V.F	Índice	Indicadores	V.U	ArcGis	OpenJump	ArcGis	OpenJump
				Incorporación de resultados	6	6	6		
Tabla A2.3: Capacidad Raster									
Tabla A1.3: Fundamentos Capacidad raster	Tratamiento de Imágenes	20	Proceso Raster	Conversión de Imagen raster	5	5	3	20	17
				Digitalización	7	7	6		
				Edición raster	8	8	8		
	Georeferenciación raster	7	Rectificación raster	Tipos de Rectificación	7	7	3	7	3

Referencia	Factor Global	V.F	Índice	Indicadores	V.U	ArcGis	OpenJump	ArcGis	OpenJump
Tabla A2.4: Interoperabilidad									
Tabla A1.4: Fundamentos Interoperabilidad	Soporte a formatos	14	Compatibilidad de formatos	Formatos Raster	6	6	6	14	13
				Formatos SIG	4	4	4		
				Formatos CAD	2	2	1		
	Conexión a Datos	6	Formas de enlace a datos	Acceso a servicios web	2	2	2		
				Servicios Web de Mapas	2	2	2		
				Bases de datos	6	6	4	6	4

Referencia	Factor Global	V.F	Índice	Indicadores	V.U	ArcGis	OpenJump	ArcGis	OpenJump
Tabla A2.5: Rendimiento									
Tabla A1.5: Fundamentos Rendimiento	Fiabilidad	3	Procesos del Sistema	Carga de archivos	1	1	1	2,5	2,5
				Carga de Layout	1	1	0,5		
				Vectorización/rasterización	1	0,5	1		
	Estabilidad	7	Ejecución y uso de procesos	Conversión archivos	4	3	3	5	5,5
				Funciones espaciales básicas	3	2	2,5		

Referencia	Factor Global	V.F	Índice	Indicadores	V.U	ArcGis	OpenJump	ArcGis	OpenJump
Tabla A2.6: Personalización									
Tabla A1.6: Fundamentos Personalización	Accesibilidad	3	Configuración de funciones	Operaciones básicas	3	3	3	3	3
	Implementación	7	Lenguajes de programación	Características del lenguaje	5	5	5	7	6,23
				Calidad código generado	2	2	1,23		

Referencia	Factor Global	V.F	Índice	Indicadores	V.U	ArcGis	OpenJump	ArcGis	OpenJump
Tabla A2.7: Capacidad 3D									
Tabla A1.7: Fundamentos	Manipulación de objetos 3D	9	Interacción 3D	Herramientas básicas	5	5	3	9	6
				Escenas 3D	4	4	3		
	Análisis 3D	3	Funciones de análisis	Herramientas de Análisis	3	1	0	1	0

Capacidad 3D	Raster 3D	6	Imágenes raster	Configuración de imágenes	3	3	2	6	2
			Mapa 3D	Proceso de creación mapas	3	3	0		

Tabla A2.8: Capacidad 3D

Referencia	Factor Global	V.F	Índice	Indicadores	V.U	ArcGis	OpenJump	ArcGis	OpenJump
Tabla A1.8: Fundamentos Generación de mapas	Usabilidad	6	Interfaz Herramienta	Utilidad	2	2	2	6	6
				Intuitividad y facilidad de aprendizaje	4	4	4		
	Vistosidad	17	Configuración de capas	Colores y Rellenos	4	4	4	17	13
				Colores temáticos	3	3	3		
				Decoraciones	4	4	4		
				Reportes	3	3	0		
				Mapas	3	3	2		

Tabla A2.9: Documentación y Soporte

Referencia	Factor Global	V.F	Índice	Indicadores	V.U	ArcGis	OpenJump	ArcGis	OpenJump
Tabla A1.9: Fundamentos Documentación y Soporte	Documentación	6	Ayuda	Documentación Técnica	3	3	1	6	4
				Ayuda en Línea	3	3	3		
	Soporte	2	Información herramienta	Acerca De	2	2	2	2	2
Totales (/225)								218,5	191,73

EVALUACIÓN DE PARÁMETROS

RENDIMIENTO

CONDICIÓN	FACTOR	INDICE	INDICADORES		APLICACION	EJECUCION								
Capacidad del HW - Pentium IV - DD 160 GB - RAM 1G	Fiabilidad	Procesos del sistema	Tiempo de regreso		Carga de archivos	Archivo	Mapa Riobamba							
						Tamaño	803 Mb							
						Herramienta	Tiempos							
							T1	T2	T3	TPromedio				
							ArcGis	7	5	8	7			
			OpenJump	9	7	6	7							
			Tiempo de respuesta		Carga de layout	Layout		Farmacias						
								Herramienta	Tiempos					
						T1	T2		T3	TPromedio				
						ArcGis	1,96	1,85	1,85	1,89				
			OpenJump	5,74	5,41	5,63	5,59							
			Tiempo de recepción del sistema		Vectorización	Capas/ Tamaño		Manzanas.shp	3kb					
	Predios.shp	2kb												
	Herramienta	Tiempos												
		T1				T2	T3	TPromedio						
	ArcGis	8			9	11	9,3							
	OpenJump	7			8	10	8,3							
	Rasterización				Capas/ Tamaño		Manzanas.shp	3kb						
							Predios.shp	2kb						
			Herramienta	Tiempos										
T1				T2	T3	TPromedio								
ArcGis	5	7	8	6,6										
OpenJump	5	6	6	5,6										
Estabilidad	Ejecución y uso de procesos	Conversión		Herramienta	Origen	Destino	Tiempos							
							T1	T2	T3	TPromedio				
							ArcGis	Mapa proyecto	Jpg	1	1,52	1,53	1,35	2,89
							ArcGis	Mapa proyecto	Png	0,85	0,86	0,96	0,89	
							ArcGis	Mapa proyecto	Shapefile	4,19	3,07	3,74	3,67	
ArcGis	Mapa proyecto	Gml	7,00	5,00	5,00	5,67								
OpenJump	Mapa proyecto	Jpg	1,30	1,41	1,42	1,37								

					Mapa proyecto	Png	1	1,20	1,50	1,23	1,08	
					Mapa proyecto	Shapefile	0,96	0,85	0,74	0,85		
					Mapa proyecto	Gml	0,85	0,85	0,96	0,89		
			Funciones espaciales básicas			Capas	Manzanas.shp					
							Predios.shp					
					Herramienta	Función	T1	T2	T3	TPromedio		
					ArcGis	Buffer	2,63	2,52	3,00	2,71		2,01
						Longitud	0,29	0,18	0,18	0,22		
						Unión	3	3,5	3	3,1		
					OpenJump	Buffer	1,52	1,41	1,30	1,41		1,59
						Longitud	0,18	0,18	0,18	0,18		
						Unión	3	3,3	3,4	3,2		

CALCULOS RENDIMIENTO

Índice/Indicador/Peso			ArcGis		OpenJump	
			Resultado	Puntaje final	Resultado	Puntaje final
Procesos del Sistema	Carga de archivos	1	7	1	7	1
	Carga de Layout	1	1,89	1	5,59	0,5
	Vectorización	0,5	9,3	0,25	8,3	0,5
	Rasterización	0,5	6,6	0,25	5,6	0,5
Ejecución y uso de procesos	Conversión archivos	4	1,35	1	1,37	0,5
			0,89	1	1,23	0,5
			3,67	0,5	0,85	1
			5,67	0,5	0,89	1
	Funciones espaciales básicas	3	2,71	0,5	1,41	1
			0,22	0,5	0,18	1
			3,1	1	3,2	0,5
Total			7,5		Total	8

Carga archivos/layout/conversión/funciones espaciales

Tiempo mínimo = 1

Tiempo máximo = 0,5

Vectorización/rasterización

Tiempo mínimo = 0,5

Tiempo máximo = 0,25

PERSONALIZACIÓN

KLDC (K LÍNEAS DE CÓDIGO)

CODIFICACION	LDC	ERRORES		DEFECTOS		ERRORES POR KLDC	DEFECTOS POR KLDC
OPENJUMP Agregar Capa fs = new FeatureSchema(); fs.addAttribute("Geometry", AttributeType.GEOMETRY); fs.addAttribute("Name", AttributeType.STRING); fs.addAttribute("Width", AttributeType.DOUBLE); fs.addAttribute("Count", AttributeType.INTEGER); fs.addAttribute("Date", AttributeType.DATE); fc = new FeatureDataset(fs); wc.layerManag Agregar Atributos import com.vividsolutions.jump.workbench.ui.MultiInputDialog; // layer is the first of the selected layers layer = wc.layerNamePanel.selectedLayers[0]; fc = layer.featureCollectionWrapper; // error message if the selected layer is not editable if (!wc.getLayerNamePanel().getSelectedLayers()[0].isEditable()) { dialog = new MultiInputDialog(wc.workbench.frame, "", true); dialog.addLabel(wc.getLayerNamePanel().getSelectedLayers()[0].getName() + " is not editable"); dialog.setVisible(true); } else { // add an attribute to the schema fs = fc.featureSchema; fs.addAttribute("ValidGeom", AttributeType.STRING); fs.addAttribute("SimpleGeom", AttributeType.STRING); newDataset = new FeatureDataset(fs); // iterate over features for (f : fc.features) { nf = new BasicFeature(fs); // -2 because 2 attributes have been added		1		1		0,008	0,010
	39	2	3	1	4		

<pre> for (i = 0 ; i < (fs.attributeCount-2) ; i++) { nf.setAttribute(i, f.getAttribute(i)); } // Here is the code to fill the new attribute : change it to fit your needs nf.setAttribute("ValidGeom", ""+f.geometry.isValid()); nf.setAttribute("SimpleGeom", ""+f.geometry.isSimple()); newDataset.add(nf); } layer.setFeatureCollection(newDataset); } Agregar Items a Menu import com.vividsolutions.jump.workbench.ui.MenuNames; import com.vividsolutions.jump.I18N; context = wc.createPlugInContext(); featureInstaller = context.getFeatureInstaller(); menu = featureInstaller.menuBarMenu(I18N.get("Personalizar")); menu.add("MyItem"); </pre>	0		2				
<p>ARCGIS</p> <p>Agregar Capa dataSrc = SrcName.Make ("c:\avdata\streets.shp") theTheme = Theme.Make(dataSrc) theView = av.GetProject.GetActiveDoc theView.AddTheme(theTheme)</p> <p>Agregar Atributos aName=FileDialog.Put("xyz.dbf".AsFileName,"*.*", "File") theVTab = VTab.MakeNew(aName,dbase) f1 = Field.Make("Attribute 1",#FIELD_SHORT, 5, 0) f2 = Field.Make("Attribute 2",#FIELD_CHAR, 10, 0) theVTab.AddFields({f1, f2}) myTable = Table.Make(theVTab) myTable.GetWin.Open</p> <p>Agregar Items a Menu theViewGUI = av.GetActiveGUI theMenuBar = theViewGUI.GetMenuBar menuIndex = theMenuBar.GetControls.Count -3 theMenu = theMenuBar.New (menuIndex) theMenu.SetLabel("MyItem")</p>	16	2	2	4		0,013	0,019

CALCULOS KLDC

	Errores	Defectos
OpenJump	LDC = 39 ERRORES= 3 39 100% 3 X X = 7,69% LDC %E.KLDC = LDC/1000 %E.KLDC = 0,008%	LDC = 39 DEFECTOS = 4 39 100% 4 X X = 10,25% LDC %D.KLDC = LDC/1000 %D.KLDC = 0,010%
ArcGis	LDC = 16 ERRORES= 2 16 100% 2 X X = 12,5% LDC %E.KLDC = LDC/1000 %E.KLDC = 0,013%	LDC = 16 DEFECTOS = 4 16 100% 4 X X = 25% LDC %D.KLDC = LDC/1000 %D.KLDC = 0,025%

ArcGis genera un porcentaje de errores en código de 0,013% y defectos en 0,025% en base a 16 LDC
 OpenJump genera un porcentaje de error en código de 0,008% y defectos de 0,010% en base a 39 LDC
 ArcGis requiere menor líneas de código que OpenJump.

PUNTOS DE FUNCIÓN

OPENJUMP

Se toma en cuenta el **FACTOR DE PONDERACIÓN** Simple; escala 1a 10 por la poca complejidad de la aplicación.

Parámetro de medición	Factor de Ponderación						Resultado
	Cuenta		Simple	Medio	Complejo		
Número de entradas de usuario	0	x	3	4	6	=	0
Número de salidas de usuario	3	x	4	5	7	=	12
Número de peticiones de usuario	3	x	3	4	6	=	9
Número de archivos	3	x	7	10	15	=	21
Número de interfaces externas	1	x	5	7	10	=	5
Cuenta = Total							47

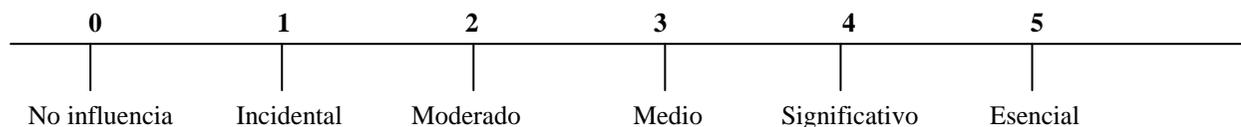
ARCGIS

Se toma en cuenta el **FACTOR DE PONDERACIÓN** Simple; escala 1a 10 por la poca complejidad de la aplicación.

Parámetro de medición	Factor de Ponderación						Resultado
	Cuenta		Simple	Medio	Complejo		
Número de entradas de usuario	0	x	3	4	6	=	0
Número de salidas de usuario	3	x	4	5	7	=	12
Número de peticiones de usuario	3	x	3	4	6	=	9
Número de archivos	3	x	7	10	15	=	21
Número de interfaces externas	0	x	5	7	10	=	0
Cuenta = Total							42

VALORES DE AJUSTE DE COMPLEJIDAD

FACTOR DE ESCALA DE 0 A 5:



Fi	PREGUNTAS	OPENJUMP	ARCGIS
1	Requiere el sistema copias de seguridad y de recuperación fiables	3	3
2	Se requiere comunicación de datos	2	2
3	Existen funciones de procesamiento distribuido	2	3
4	Es crítico el rendimiento	2	2
5	Se ejecutará el sistema en un entorno operativo existente y fuertemente utilizado	3	5
6	Requiere el sistema entrada de datos interactiva	2	2
7	Requiere la entrada de datos interactiva que en las transacciones de entrada se lleven a cabo sobre múltiples pantallas u operaciones	2	2
8	Se actualizan los archivos maestros de forma interactiva	3	2
9	Son complejas las entradas, las salidas, los archivos o las peticiones	2	2
10	Es complejo el procesamiento interno	2	3
11	Se ha diseñado el código para ser reutilizable	3	3
12	Están incluidas en el diseño la conversión y la instalación	1	3
13	Se ha diseñado el sistema para soportar múltiples instalaciones en diferentes organizaciones	5	4
14	Se ha diseñado la aplicación para facilitar los cambios y para ser fácilmente utilizada por el usuario	5	4
SUMATORIA Σ Fi		37	40

$$PF = \text{Cuenta Total} \times [0.65 + 0.01 \times \Sigma Fi]$$

Puntos de función OPENJUMP

$PF = 47 \times [0.65 + 0.01 \times 37]$

$PF = 47,94$

Puntos de función ARCGIS

$PF = 42 \times [0.65 + 0.01 \times 40]$

$PF = 44,10$

CODIFICACION	PF	ERRORES	DEFECTOS	ERRORES POR PF	DEFECTOS POR PF
OPENJUMP	47,94	3	4	6,26	8,34
ARCGIS	44,10	2	4	4,54	9,07

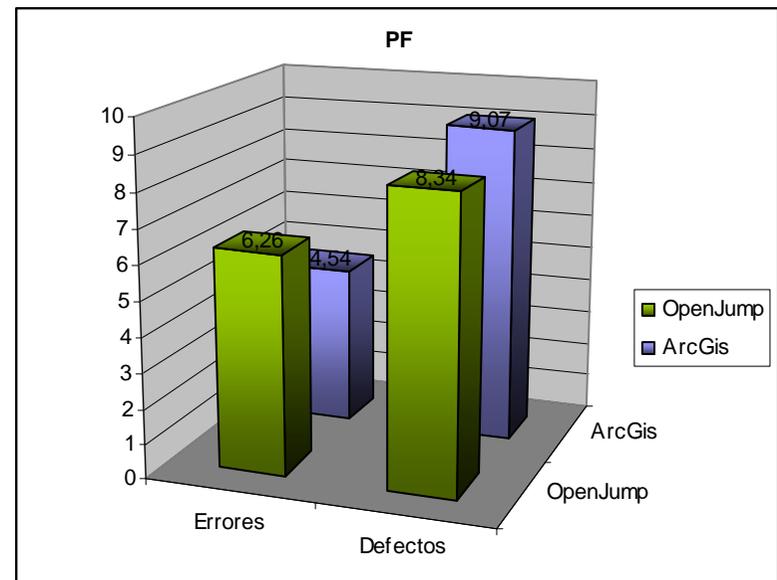
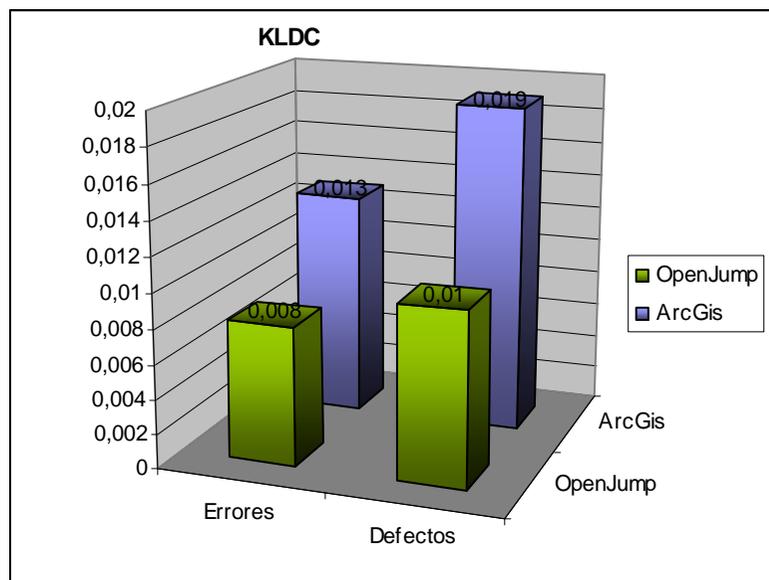
Los PF son usados como medida de normalización de productividad, calidad y complejidad algorítmica.
 Las KLDC son usadas para definir los porcentajes de error y defectos producidos en las líneas de código.

CALCULOS PF

	Errores	Defectos
OpenJump	PF = 47,94 ERRORES= 3 $\frac{47,94}{3} = 100\%$ $X = 6,257$ %E. PF =6,257%	PF = 47,94 DEFECTOS = 4 $\frac{47,94}{4} = 100\%$ $X = 8,343$ %D. PF = 8,343%
ArcGis	PF = 44,10 ERRORES= 2 $\frac{44,10}{2} = 100\%$ $X = 4,535$ %E. PF = 4,535%	PF = 44,10 DEFECTOS = 4 $\frac{44,10}{4} = 100\%$ $X = 9,070$ %D. PF = 9,070%

Para evaluar ambas herramientas se consideran los errores y defectos producidos por cada método.

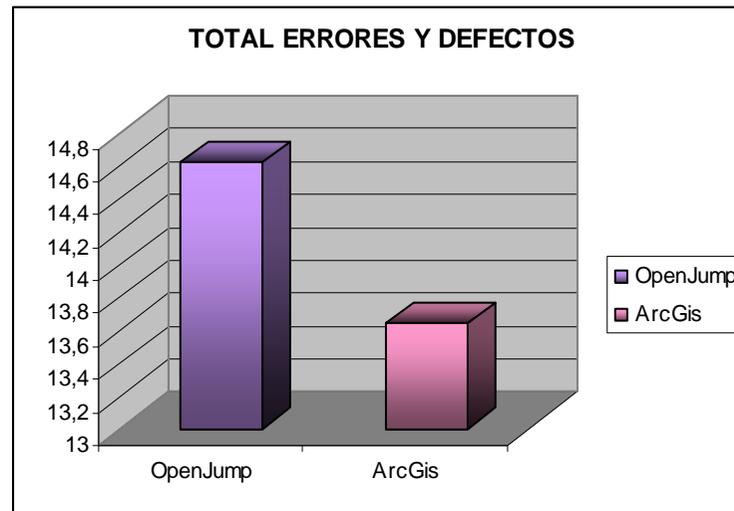
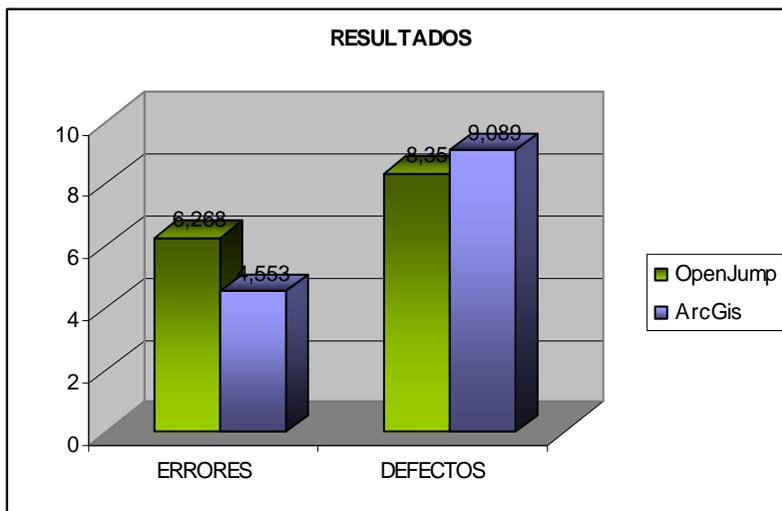
Herramienta/Método	KLDC		PF		RESULTADOS	
	Errores	Defectos	Errores	Defectos	ERRORES	DEFECTOS
OpenJump	0,008	0,010	6,26	8,34	6,268	8,35
ArcGis	0,013	0,019	4,54	9,07	4,553	9,089



Resultados:

KLDC opta por aventajar a ArcGis ya que genera menor cantidad de errores y defectos producidos en el proceso de compilación.

PF favorece a OpenJump en cuanto a la generación de menor cantidad de errores y defectos presentados en el proceso de compilación.



HERRAMIENTAS	CALIDAD		TOTAL
OpenJump	CALIDAD = N° errores (defectos) / KLDC CALIDAD = (3*4)/0,039 = 307,69	CALIDAD = N° errores (defectos) / PF CALIDAD = (3*4)/47,94 = 0,25	153,97
ArcGis	CALIDAD = N° errores (defectos) / KLDC CALIDAD = (2*4)/0,016 = 500	CALIDAD = N° errores (defectos) / PF CALIDAD = (2*4)/44,10 = 0,18	250,09

Con el análisis de calidad de ambas herramientas se obtiene que: ArcGis posee mayor calidad que OpenJump en cuanto a personalización. Para evaluar cada herramienta, se considera el valor promedio de calidad brindada por KLDC y PF y se define su valor sobre 2 puntos.

Herramienta	Calificación/2
OpenJump	1,23
ArcGis	2

Anexo 3: Recolección de Información

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

DATOS INFORMATIVOS					
<i>Dueño/Encargado:</i>		<i>Nombre:</i>			
<i>Horas de atención:</i>		<i>Dirección:</i>			
<i>Días de atención:</i>		<i>Teléfono:</i>			
SERVICIOS					
<i>Hospitales/Clínicas</i>		<i>Farmacias</i>		<i>Albergues</i>	
<i>Servicios</i>	<i>Ambulancia</i> <input type="checkbox"/>	<i>Servicios</i>	<i>Medicamentos Genéricos</i> <input type="checkbox"/>	<i>Servicios</i>	<i>Habitaciones</i> _____
	<i>Oftalmología</i> <input type="checkbox"/>		<i>Medicamentos Marca</i> <input type="checkbox"/>		<i>Servicios Higiénicos</i> _____
	<i>Masoterapia</i> <input type="checkbox"/>		<i>Instrumentos de Laboratorio</i> <input type="checkbox"/>		<i>Cocina</i> _____
	<i>Pediatría</i> <input type="checkbox"/>		<i>Instrumentos Quirúrgicos</i> <input type="checkbox"/>		<i>Agua</i> <input type="checkbox"/> <i>Luz</i> <input type="checkbox"/>
	<i>Medicina General</i> <input type="checkbox"/>		<i>Empleados</i> _____		<i>Capacidad Máxima</i> _____
	<i>Emergencia</i> <input type="checkbox"/>				
	<i>Traumatología</i> <input type="checkbox"/>				
	<i>Neurología</i> <input type="checkbox"/>				
	<i>Odontología</i> <input type="checkbox"/>				
	<i>Rayos X</i> <input type="checkbox"/>				
	<i>Farmacia</i> <input type="checkbox"/>				
	<i>Quirófano</i> <input type="checkbox"/>				
	<i>Sala de Espera</i> <input type="checkbox"/>				
<i>Atención a Parto</i> <input type="checkbox"/>					
<i>Estacionamiento</i> <input type="checkbox"/>					
<i>Médicos</i> _____					
<i>Policía</i>		<i>Bomberos</i>		<i>Gasolineras</i>	
<i>Servicios</i>	<i>Cuarto de Retención</i> <input type="checkbox"/>	<i>Servicios</i>	<i>Motobombas</i> <input type="checkbox"/>	<i>Servicios</i>	<i>Super</i> <input type="checkbox"/> _____
	<i>Oficina</i> <input type="checkbox"/>		<i>Ambulancia</i> <input type="checkbox"/>		<i>Extra</i> <input type="checkbox"/> _____
	<i>Patrullas</i> <input type="checkbox"/>		<i>Oficina</i> <input type="checkbox"/>		<i>Diesel</i> <input type="checkbox"/> _____
	<i>Guardias</i> _____		<i>Carros Recate</i> <input type="checkbox"/>		<i>Empleados</i> _____
			<i>Personal de Primeros Auxilios</i> _____		
<i>Defensa Civil</i>					
<i>Serv.</i>	<i>Personal Ejecutivo</i> _____				
	<i>Empleados</i> _____				
	<i>Personal Médicos</i> _____				

Anexo 4: Mapas Temáticos

**SECRETARÍA TÉCNICA DE GESTIÓN DE RIESGOS
UNIDAD PROVINCIAL DE GESTIÓN DE RIESGOS DE CHIMBORAZO
Cantón Riobamba**



76 000 000,000000 76 2000 000 000

90 15 00 0,00 00 00

90 15 00 0,00 00 00

90 15 00 0,00 00 00

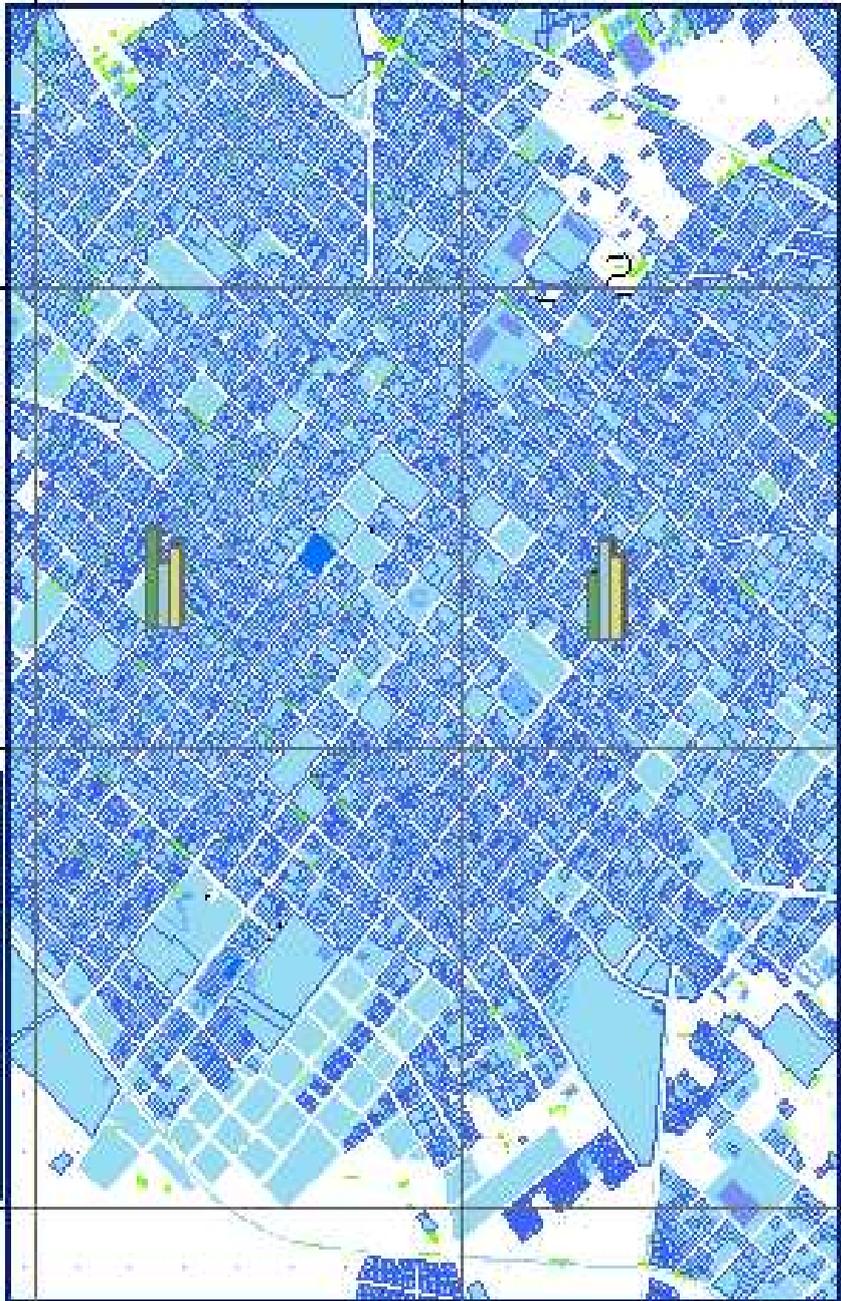
90 15 00 0,00 00 00

76 000 000,000000

76 2000 000 000

90 15 00 0,00 00 00

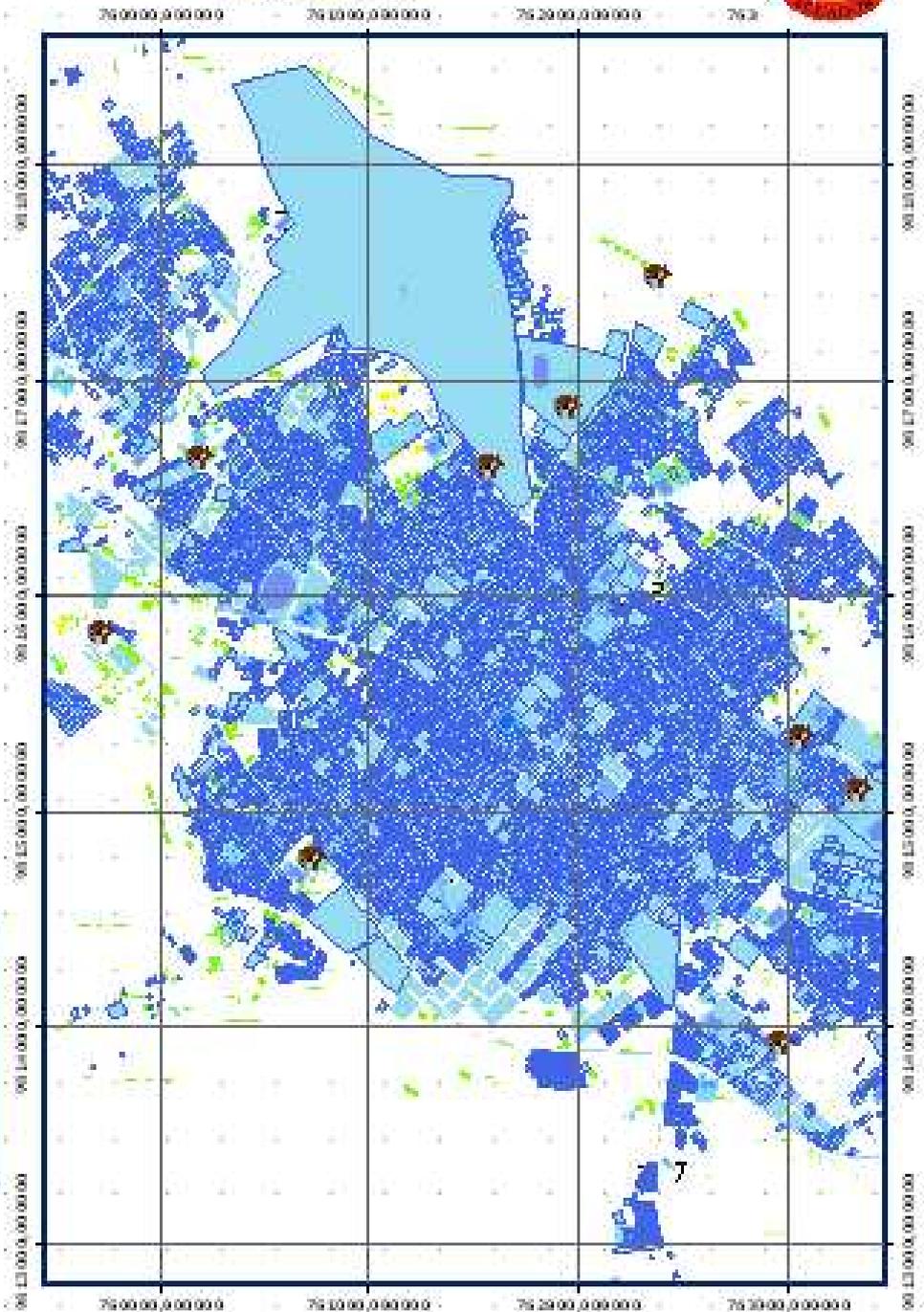
Emblemas	
	3D
	%MóduloBambas
	%Ambulancias
	%Personal Aux
	Candados
	Parques
	Predios
	Aceras



	GOBIERNO AUTÓNOMO PROVINCIAL DE CHIMBORAZO SECRETARÍA TÉCNICA DE GESTIÓN DE RIESGOS
Autoridad: Comité Provincial de Gestión de Riesgos	Descripción: Planificación de la zona 2 de Riobamba.
Fecha: Noviembre, 21 de Julio 2007	Escala: 1:1000
	Hoja: 42



**SECRETARÍA TÉCNICA DE GESTIÓN DE RIESGOS
UNIDAD PROVINCIAL DE GESTIÓN DE RIESGOS DE CHIMBORAZO**
Cantón Riobamba



- Alberques
- Canchales
- Parques
- Predios
- Aceras

	INSTITUCIÓN SUPERIOR DE EDUCACIÓN ALTA (SUA) CHIMBORAZO RIOBAMBA - RIOBAMBA	
Autoría: Unidad Provincial de Gestión de Riesgos	Desarrollo: Unidad Provincial de Gestión de Riesgos	
Fecha: 22 de Agosto del 2011	Escala: 1:10.000	Hoja: 42



Anexo 5: Manual de Usuario



SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

GIS-DC-RIESGOS

SECRETARIA TÉCNICA DE GESTIÓN DE RIESGOS
UNIDAD PROVINCIAL DE GESTIÓN DE RIESGOS DE CHIMBORAZO

MANUAL DE USUARIO

ARCGIS 9 - ARCTINFO



AUTORAS:

PATRICIA CHIRIBOGA

MÓNICA SAMANIEGO

SEPTIEMBRE 2009

RIOBAMBA - ECUADOR

INTRODUCCIÓN

Los Sistemas de Información Geográfico en la actualidad son considerados como herramientas esenciales en la toma de decisiones de una empresa u organización con la finalidad de mejorar u optimizar sus actividades. La Defensa Civil como institución del estado, se remite a salvaguardar la integridad de los seres humanos y ve la necesidad de recurrir a este tipo de herramienta para generar mejores resultados en sus procesos.

Los elementos propuestos por un sistema de este tipo permiten agilizar y minimizar esfuerzos del personal de rescate en una situación de emergencia ya que las funcionalidades presentes en el mismo generan grandes posibilidades de solución a problemas suscitados de forma inesperada.

Así, el presente documento muestra los pasos de manipulación correspondientes al Sistema de Información Geográfico desarrollado para la Secretaría Provincial de Riesgos de Chimborazo perteneciente a la Defensa Civil con el propósito de guiar al usuario durante el uso y procesamiento correspondiente del mencionado sistema puesto en marcha.

INDICE

Sistema de Información Geográfico GIS-DC-RIESGOS.....	2
Requerimientos Hardware y Software del Sistema.....	2
Hardware.....	2
Software.....	3
Preferencias Iniciales del Sistema.....	3
Símbolo de capa definido en propiedades.....	5
GIS-DC-RIESGOS.....	6
Uso de Herramientas básicas.....	6
Uso de la Tabla de Atributos.....	7
Consultas y Estadísticas.....	9
Diseño de Impresión de mapas.....	13
Actualización del Sistema.....	18

SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO GIS-DC-RIESGOS

El Sistema de Información Geográfico GIS-DC-RIESGOS desarrollado para la Secretaría Técnica de Gestión de Riesgos de Chimborazo, pone a disposición de la institución un conjunto completo de información necesaria y correspondiente a Centros de Salud, Hospitales, Clínicas, Farmacias, Centros Policiales localizados dentro de la zona 2 perteneciente a la ciudad de Riobamba, así como también Albergues y Unidad de Bomberos existentes en toda la ciudad.

Las principales funcionalidades del sistema se exponen en el presente documento, el usuario final podrá guiarse durante cualquier eventualidad surgida en el proceso de utilización del mismo. De esta forma, se lista cada paso requerido por la aplicación en la ejecución de sus funciones considerando también los archivos iniciales del sistema y los requerimientos hardware y software necesarios.

Requerimientos Hardware y Software del Sistema

Para dar una amplia funcionalidad al Sistema de Información Geográfico es necesario contar con herramientas software y elementos hardware capaces de soportar los procesos activos del sistema, así como, la visualización de mapas, layout, imágenes e información descriptiva, conjunto de estadísticas y consultas generadas; por ende, los requerimientos mínimos para la ejecución del sistema son:



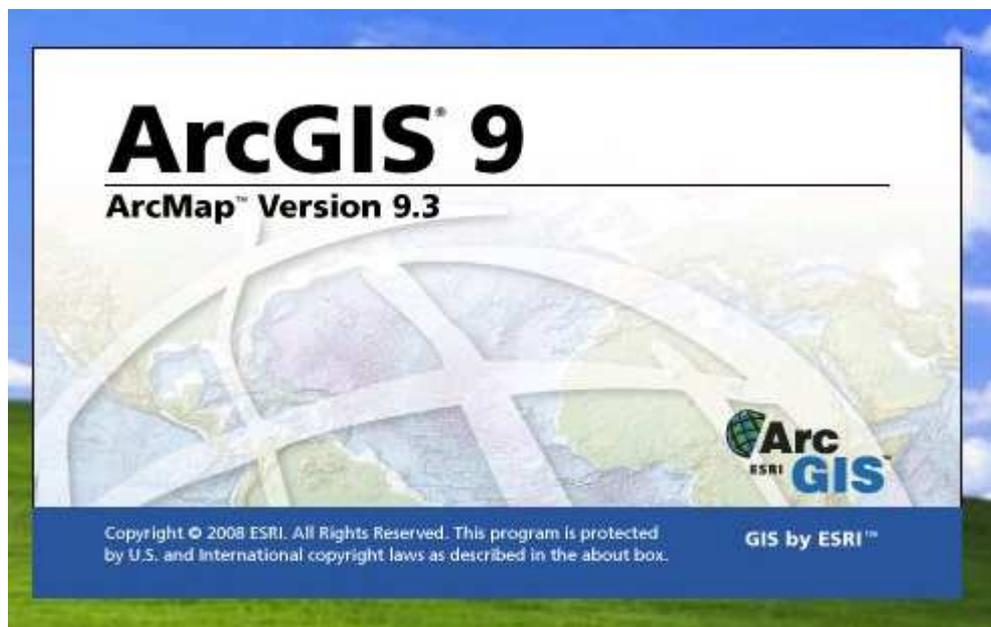
- ✓ Disco Duro 80 Mínimo
- ✓ 1Gb RAM
- ✓ Procesador 1.8 Mínimo
- ✓ Teclado
- ✓ Monitor

- ✓ Mouse

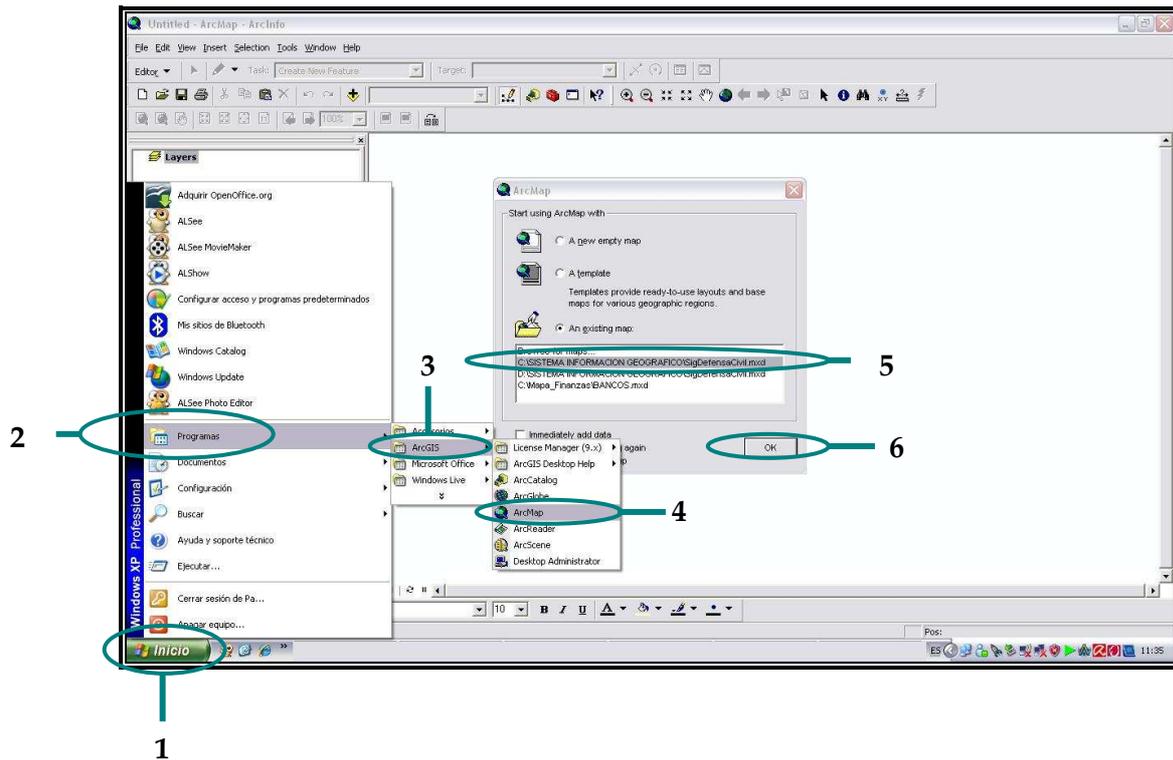


- ✓ ArcGis 9.x
- ✓ Software de Visualización de Imágenes de Windows u otro.

Preferencias Iniciales del Sistema



El Sistema de Información geográfico debe ser colocado dentro de la unidad de disco C: de la PC donde se instale. La carpeta de archivos correspondiente al mismo contendrá los archivos **shape** requeridos, la carpeta de imágenes necesaria, el archivo de proyecto principal de ArcGis (*.mdx), además del manual de usuario definido. Cabe indicar que se adjunta una copia del proyecto la cual se diferencia por contener estadísticas reales sobre los datos obtenidos para el sistema que también pueden ser ejecutadas en el sistema original. El proyecto SIG debe ser cargado de la siguiente manera:



Se incorpora también un respaldo de la información proporcionada en formato de archivo tipo Excel, el cual puede ser agregado al proyecto en caso de perderse la información. Este proceso requiere únicamente llevar a cabo los siguientes pasos:

- 1 Mediante la interfaz de la herramienta ArcGis emplear la opción join presente en el conjunto de opciones de la misma.
- 2 Seleccionar la columna de identificación de cada registro geográfico presentado en las capas de la aplicación.
- 3 Ejecutar el proceso, la información será utilizada directamente desde la interfaz principal del sistema de información geográfico.

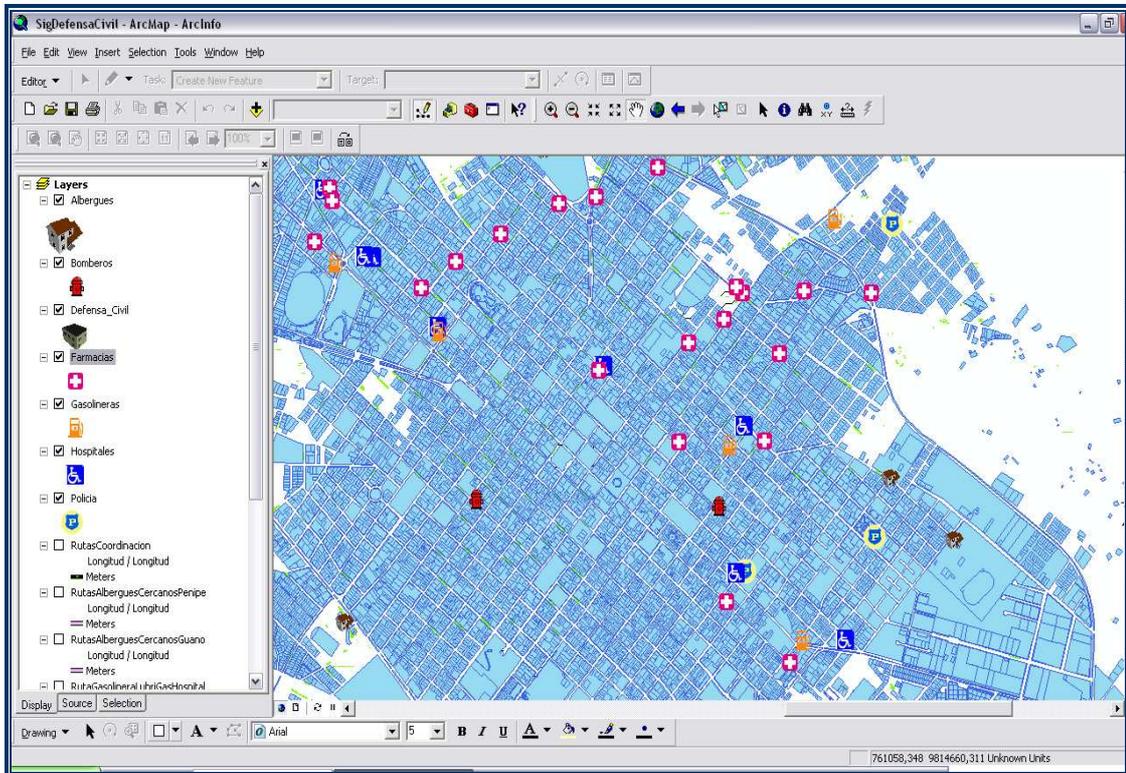
Las preferencias iniciales de la interfaz gráfica del proyecto también deben ser consideradas, por ello, es necesario definir la personalización descrita para cada capa del sistema, así, mediante las propiedades de capa se establecen las siguientes representaciones que pueden ser accesibles al usuario:

Símbolo de capa definido en propiedades:

Albergues		Propiedades/3D Residential
Bomberos		Propiedades/Hazmat
Policía		Propiedades/Crime Analysis
Farmacias		Propiedades/Foresty
Defensa Civil		Propiedades/3D Residential
Gasolineras		Propiedades/Business
Hospitales		Propiedades/Business

En este manual se recopiló toda la funcionalidad del sistema y la información pertinente para que el usuario pueda reconfigurar las opciones iniciales de representación de capa además de poder manipular mapas, estadísticas, consultas, editar tablas e imprimir mapas, así como también recuperar información perdida acerca del sistema.

GIS - DC - RIESGOS



La interfaz principal del sistema presenta el conjunto de capas contenedoras de información respectiva a Albergues, Bomberos, Defensa Civil, Farmacias, Gasolineras, Hospitales, Policía y Rutas definidas para emergencias, localización de albergues y coordinación de estrategias en caso de emergencias.

Cada capa contiene información definida y específica según su ámbito, por ello, para acceder a dichos datos es posible hacerlo por dos medios ágiles descritos a continuación:

Uso de Herramientas Básicas

La principal herramienta de consulta de datos en ArcGis es “**Identify**” , la cual permite presentar información concerniente a una capa mediante la generación de una ventana que se encarga de mostrar todas las columnas definidas en tabla de datos correspondiente a dicha capa, la cual puede ser

manipulada en forma de mapa al emplear un conjunto de herramientas que apoyan la manipulación manual de los mapas presentados en la interfaz principal del sistema, estas son:

 **Zoom in:** Acercamiento a un área de un mapa haciendo una caja con el mouse.

 **Zoom out:** Alejarse de un área de un mapa haciendo una caja con el mouse.

 **Fixed Zoom in:** Acercamiento en base al centro de la vista

 **Fixed Zoom out:** Alejarse en base al centro de la vista.

 **Pan:** Mover la vista sin cambiar de escala.

 **Full Extend:** Despliega la vista en base al tema que tenga la mayor frontera.

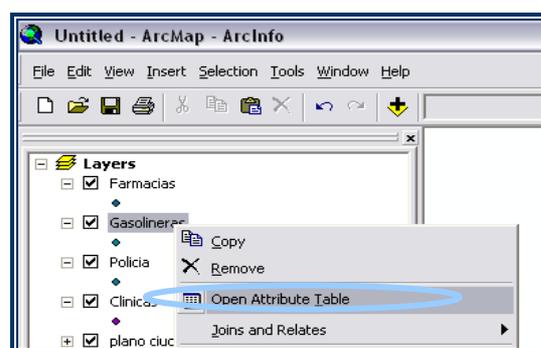
 **Go Back Extend:** Despliega la vista anterior mostrada (si existe)

 **Go to Next Extend:** Despliega la vista próxima mostrada (si existe)

 **Select Features:** permite seleccionar uno o varios elementos a la vez de un Tema.

Uso de Tabla de Atributos

Una forma alternativa de conocer los datos almacenados en una capa es el uso de la tabla de atributos generada por cada una, así, se obtiene una tabla dividida en filas y columnas que contiene los datos relacionados al mapa temático seleccionado. Para usar la tabla de atributos es necesario:



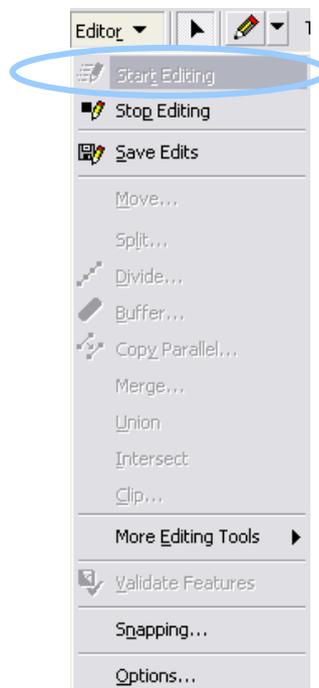
1. Seleccionar una capa.
2. Clic derecho sobre la capa
3. Escoger "Open Attribute Table"

FID	Shape	Layer	Encargado	Nombre	Dirección	Horas	Dias
0	Point	GASOLINERAS	Wilfrido Lopez	Estación de Servicio "LubriGas"	1ra Constituyente y Av. M	24 Horas	Lunes - Domingo
1	Point	GASOLINERAS	Ing. Fausto Ríos	Estación de Servicio "Oviedo Fierro"	Av. Daniel León Borja y A.	24 Horas	Lunes - Domingo
2	Point	GASOLINERAS	Luz María Salazar Gordillo	Estación de Servicio "San Alfonso"	Mariana de Jesús y Vene	24 Horas	Lunes - Domingo
3	Point	GASOLINERAS	Edith Noriega	Estación de Servicio "Puruha"	Av. Celso Augusto Rodrig	6:00 am - 22:00 pm	Lunes - Domingo
4	Point	GASOLINERAS	Marco Maihualema	Estación de Servicio "Primax"	Av. Circunvalación vía Gu	24 Horas	Lunes - Domingo
5	Point	GASOLINERAS	José Chavez Vallejo	Estación de Servicio "Oriental"	Av. Circunvalación y Eug	24 Horas	Lunes - Domingo

Es posible también **editar los contenidos** de la tabla de atributos, para lo cual es necesario activar la barra de edición generada por ArcGis:



Luego proceder a iniciar la edición mediante las opciones que presenta dicha barra.

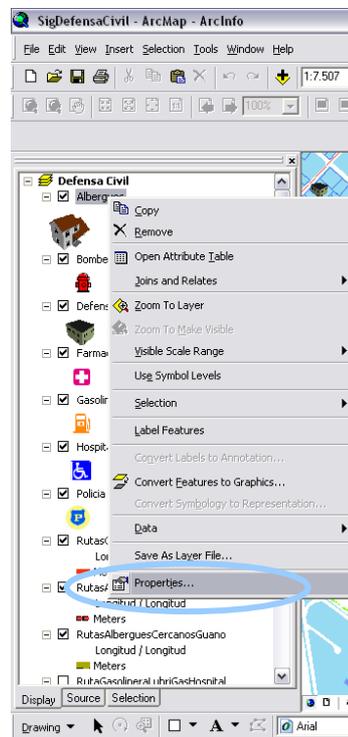


A partir de ello, se modifican y almacenan los datos de la tabla para al final detener la edición iniciada.

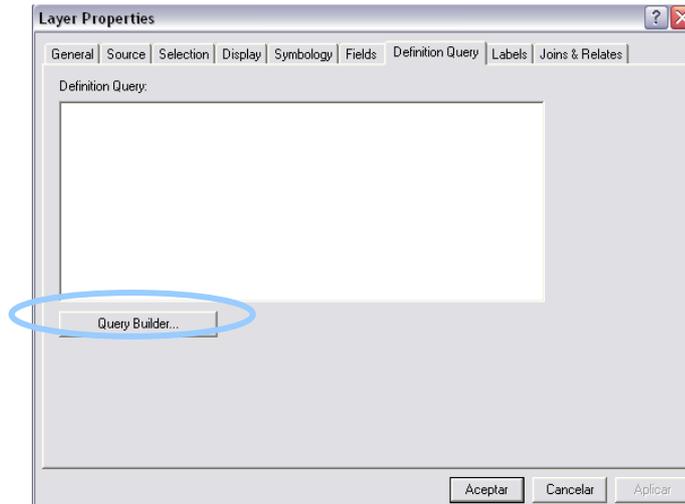
Consultas y Estadísticas

La herramienta ArcGis empleada en el sistema, permite la generación de consultas y estadísticas conforme a los datos manipulados en la aplicación. Esto se realiza mediante la interfaz de usuario presentada por dicha herramienta, así, para realizar una consulta es necesario:

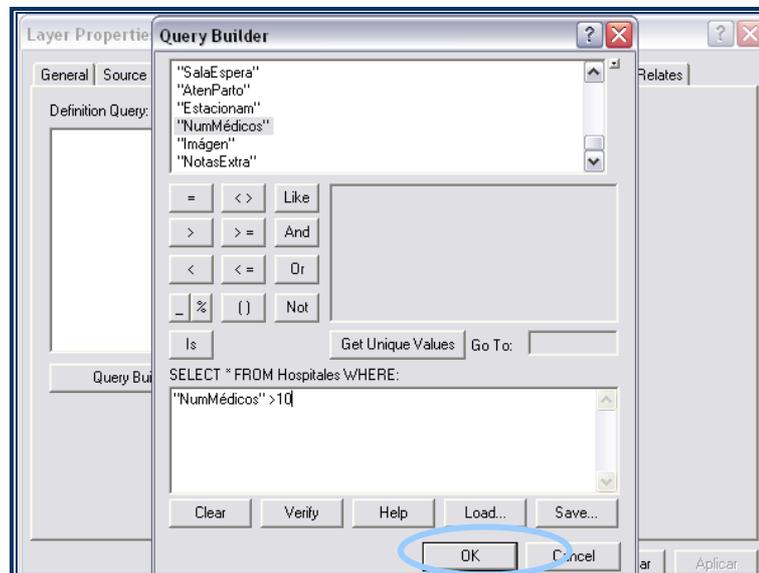
1. Seleccionar una capa.
2. Clic derecho sobre la capa.
3. Seleccionar la opción Propiedades de capa.



4. Ubicarse sobre la pestaña Definir Consulta (Definition Query).
5. Seleccionar la opción construir consulta.



6. Escribir la consulta requerida por el usuario.



Algunas de las consultas permitidas por el usuario son las siguientes:

1. Listar los hospitales que posean el mayor número de médicos con el fin de disponer de ellos en caso de una emergencia de gran magnitud.

Capa: Hospitales

Consulta: "NumMedicos" >= 10

2. Mostrar la estación de bomberos que posea menor número de ambulancias con la finalidad de conocer las necesidades en cuanto a unidades de rescate.

Capa: Bomberos

Consulta: "Ambulancias" < 3

3. Visualizar las farmacias que cuenten con elementos quirúrgicos necesarios en caso de emergencias.

Capa: Farmacias

Consulta: "InsQuirurgicos" ="SI"

4. Indicar los albergues que cuenten con los servicios básicos agua, luz, cocina y servicios higiénicos necesarios en caso de evacuación.

Capa: Albergues

Consulta:

"Serv_Higen" = 'SI' AND "Cocina" = 'SI' AND "Agua" = 'SI' AND "Luz" =
'SI'

5. Mostrar los hospitales que cuenten con áreas destinadas a emergencias, medicina general, rayos x y ambulancias ya que se consideran como servicios básicos para atención inmediata.

Capa: Hospitales

Consulta: "Emergencia" = 'SI' AND "MedGeneral" = 'SI' AND "RayosX" =
'SI' AND "Ambulancia" = 'SI'

6. Listar los puestos policiales que cuenten con patrullas y el número de guardias disponibles sea mayor o igual a 3 personas.

Capa: Policía

Consulta: "Patrulla" = 'SI' AND "Guardias" >= 3

7. Mostrar los hospitales que posean capacidad de llevar acabo partos de emergencia contando con áreas de atención a parto, sala de espera, pediatría, emergencia y estacionamiento.

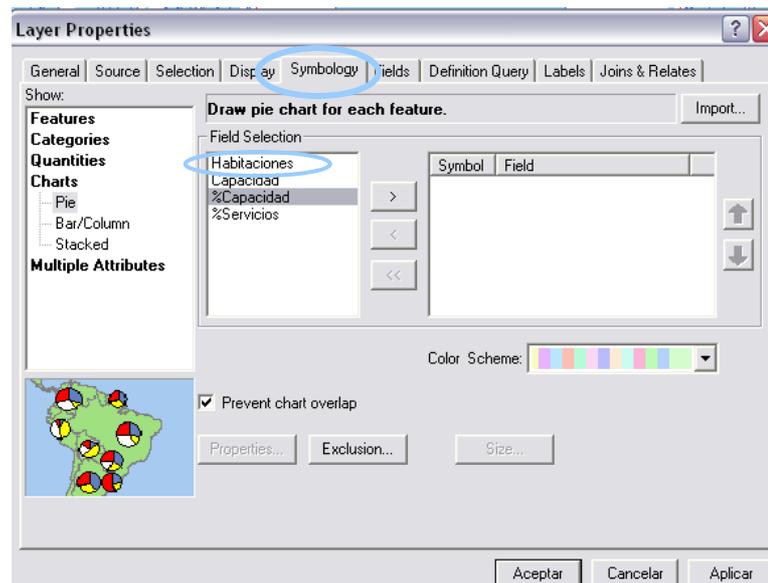
Capa: Hospitales

Consulta: "Emergencia" = 'SI' AND "AtenParto" = 'SI' AND "SalaEspera"
= 'SI' AND

"Pediatría" = 'SI' AND "Estacionam" = 'SI'

Las **estadísticas** que el sistema maneja permiten obtener datos en porcentajes sobre asuntos relacionados a cada mapa temático, lo cual es posible generar de la siguiente forma:

1. Seleccionar una capa.
2. Clic derecho sobre la capa.
3. Seleccionar la opción Propiedades de capa.
4. Ubicarse sobre la pestaña Simbología (Symbology).
5. Seleccionar el tipo de estadística a generar.
6. Seleccionar el campo sobre el cual se aplica la estadística.



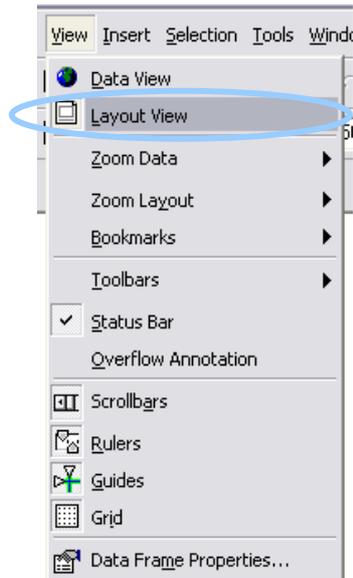
Las estadísticas generadas por el sistema son las presentadas a continuación pero es posible generar más según las necesidades del usuario y la información recolectada.

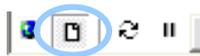
1. Porcentaje de empleados que laboran a nivel de gasolineras registradas.
2. Porcentaje de guardias localizados en cada puesto policial considerando la disponibilidad de elementos dentro de la zona de estudio.
3. Porcentaje de Motobombas, ambulancias y personal de rescate distribuido en cada departamento de bomberos apto para uso en caso de incendios.
4. Estadística de capacidad de albergues para la recepción de personas y servicios prestados para evacuaciones emergentes.
5. Estadística de porcentaje de servicios prestados por las farmacias (medicamentos genéricos, de marca, elementos quirúrgicos e instrumentos de laboratorio).

Diseño de Impresión de mapas

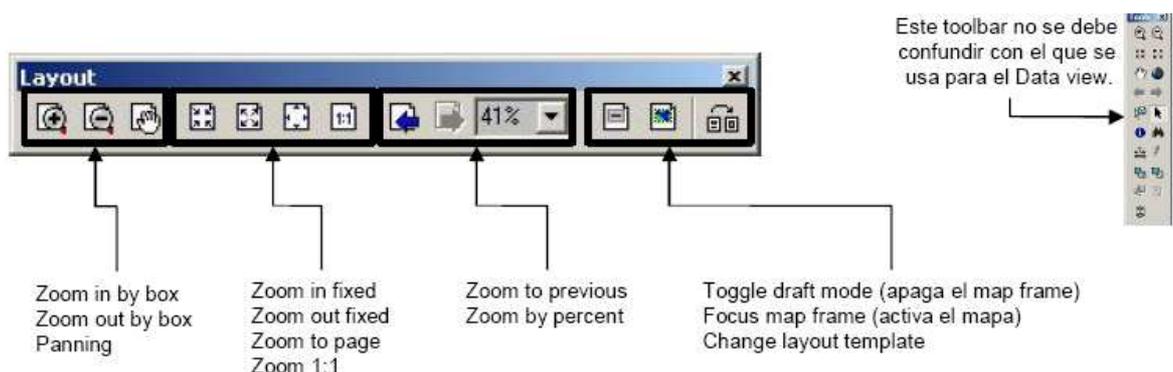
Un mapa generado por ArcGis permite ser impreso mediante la generación de Layout. El layout diseñado para el sistema incorpora un formato bien definido para mapas resultantes, el cual consta de encabezado, cuerpo y pie en donde se establece el nombre de la institución y su logo, el lugar de aplicación del sistema, los mapas respectivos y su correspondiente orientación, una leyenda que presenta los mapas visualizados, un detalle general del mapa y la escala a la cual es presentado. De esta forma:

1. El layout view se activa en el Menú View:



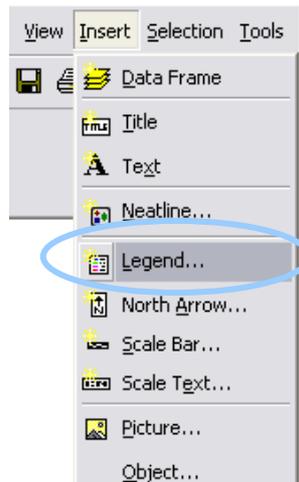
Además se puede activar mediante el botón disponible en la esquina inferior izquierda en ArcMap: 

2. Cuando entramos a la interfaz Layout podemos usar el **Layout Toolbar**, el cual nos ofrece varios niveles de navegación , niveles de acercamiento (zoom), así como para cambiar el tipo de plantilla (template).

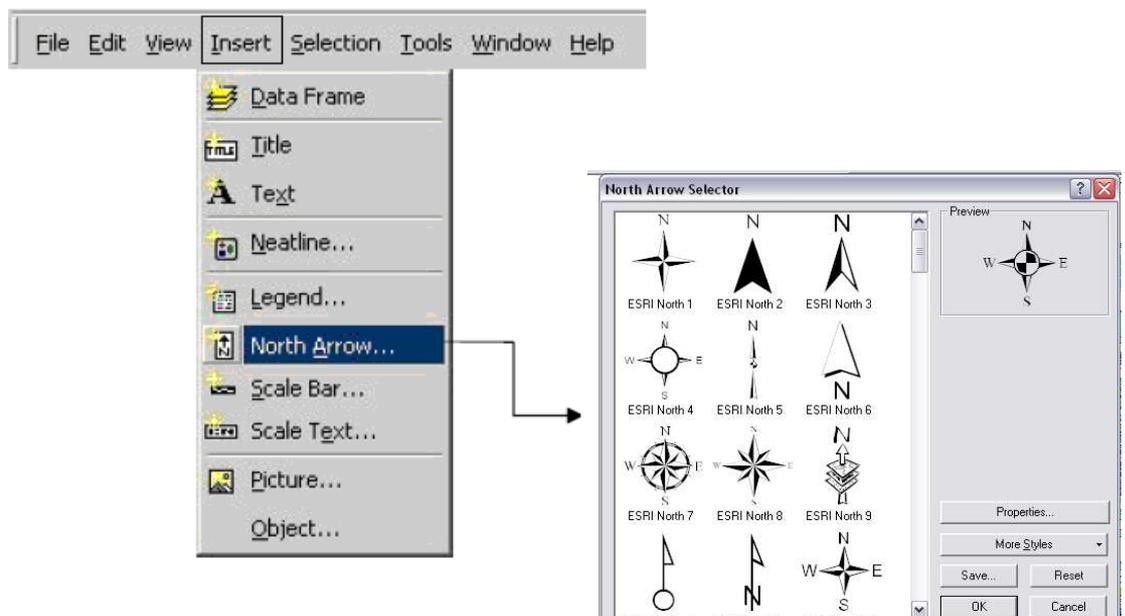


3. Inserción de elementos al mapa:

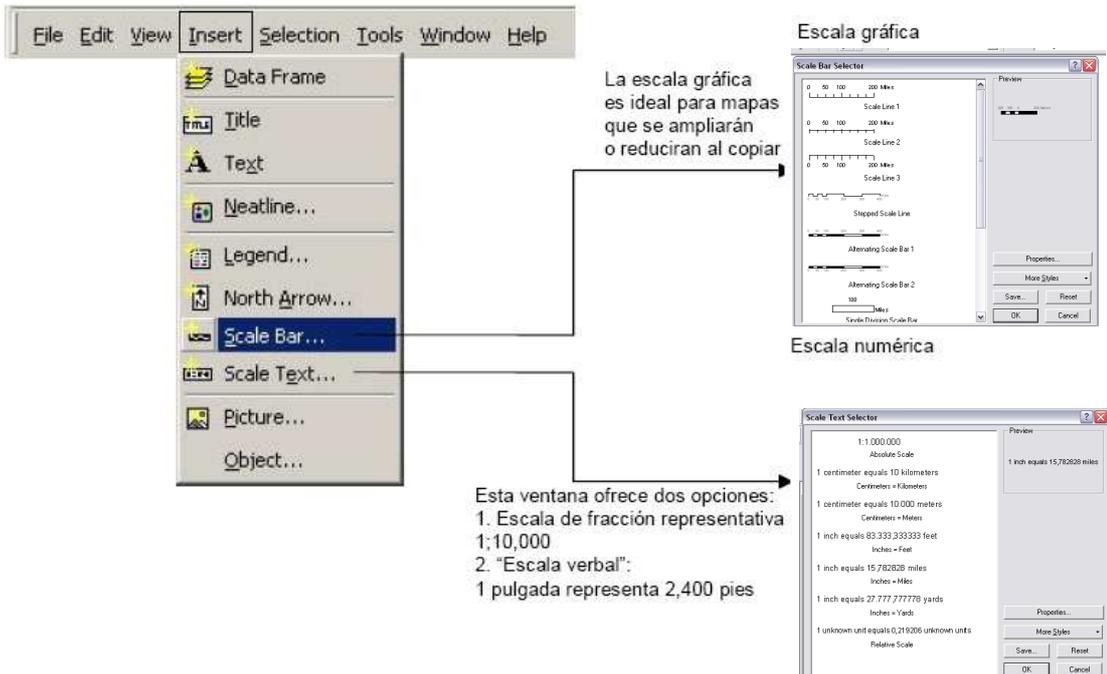
Las leyendas se pueden insertar a través de la interfaz de Layout View:



4. Orientación (North Arrow)

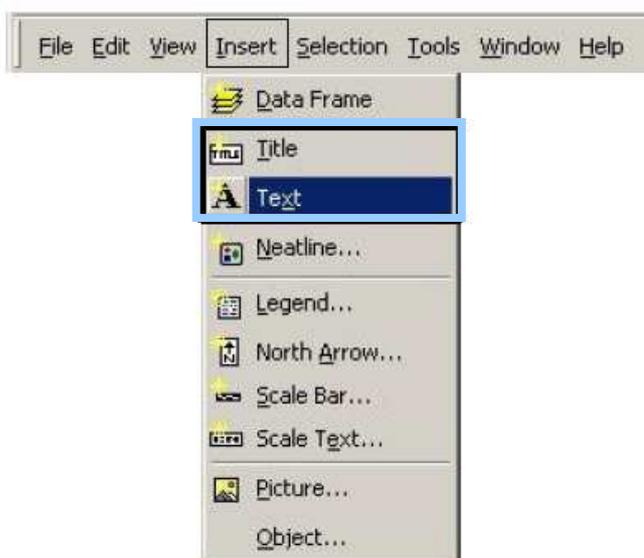


5. Escala - Se puede escoger entre gráfica y numérica:

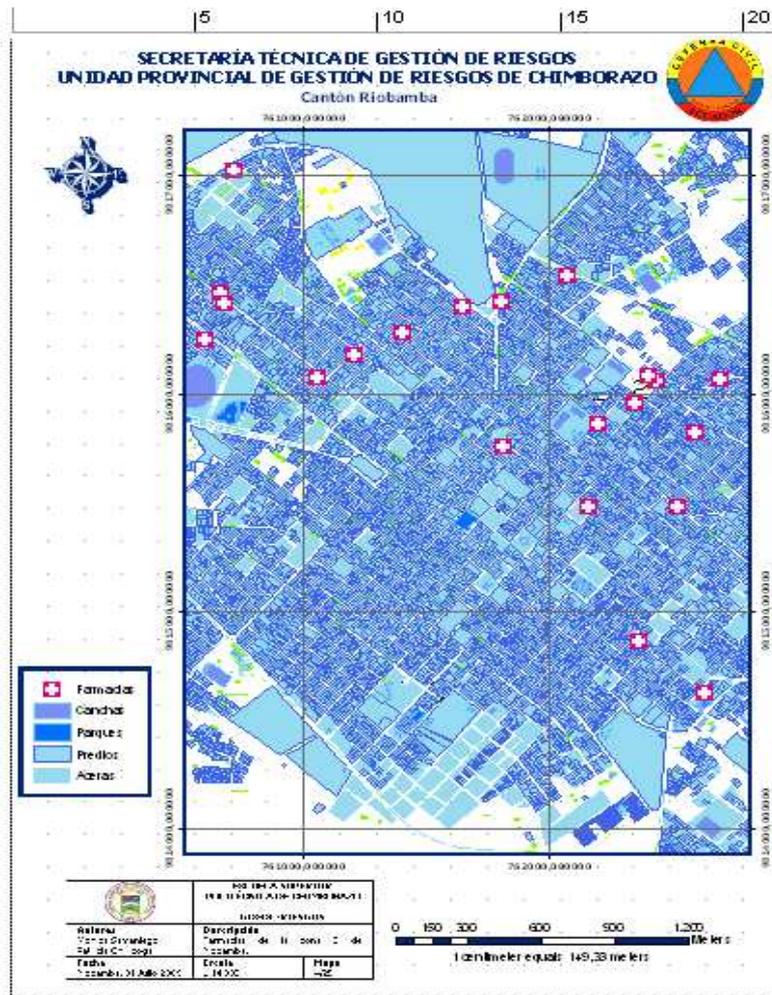
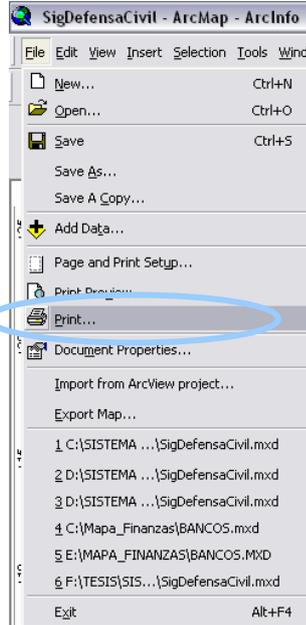


- Inserción de texto: Se usa para poner toda clase de anotación que sea necesaria en el mapa (títulos, fechas, autor, referencias, sistemas de coordenadas, avisos sobre errores potenciales).

Se puede añadir tanto en el Data View como en el Layout View:



7. Imprimir Mapa:



Actualización del Sistema

El Sistema de información geográfico desarrollado recopiló datos reales dentro del intervalo de estudio por medio del trabajo de campo realizado por las autoras, lo que implica una actualización del mismo según el avance del tiempo, la misma que deberá ser efectuada por un técnico con bastos conocimientos de manejo de la herramienta.

Cabe indicar que el presente sistema maneja una base de datos estática que puede ser trasladada a un gestor de base de datos que permita una actualización dinámica.

BIBLIOGRAFÍA

1.- ANÁLISIS ESPACIAL:

http://www.igac.gov.co:8080/igac_web/UserFiles/File/ciaf/TutorialSIG_2005_26_02/paginas/anl_funcionesanalisisespacial.htm
2009/01

2.- ARCGIS,

http://www.taringa.net/posts/downloads/1365149/ArcGIS-9_2.html

<http://www.geoinfo.cl/pdf/ArcView8.pdf>

<http://www.construmatica.com/construblog/2008/02/06/las-extensiones-arcgis/>

http://www.geotecnologias.co.cr/ESRI_9vr/index.html

http://www.elgeomensor.cl/downloads/manuales%20y%20tutoriales/index.php?fil=Curso_ArcMap.doc

<http://www.gabrielortiz.com/index.asp?Info=082e>

http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?TopicName=Creating_a_simple_report

http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?TopicName=using_crystal_reports

http://joaquinaalindo.com/georeferenciacion_en_arcgis_92.html
2008/10

3.- CAPACIDAD 3D

Visualización tridimensional y análisis de datos geográficos:

http://maps.unomaha.edu/Peterson/gis/Final_Projects/1996/Swanson/GIS_Paper.html

Potencialidades del gis 3D:

<http://cumincades.scix.net/data/works/att/13cb.content.pdf>

Visualización en 3D y raster en 3D:

<http://www.cexeci.org/IX%20CONFIBSIG/Comunicaciones/Metodolog%EDa/Vidal%20Dom%EDnguez.pdf>

2009/03

4.- CAPACIDAD RASTER:

http://www.divisiongis.com/backup/docs/Que_es_GIS.pdf

<http://www.elagrimensor.net/elearning/lecturas/sig-capitulo%204.pdf>

Conversión Raster

[http://www.igac.gov.co:8080/igac_web/UserFiles/File/ciaf/TutorialSIG_2005_26_02/paginas/fun_subentrada.htm#Conversi%F3n%20de%20Datos%20\(raster%20a%20vector;%20vector%20a%20raster\)](http://www.igac.gov.co:8080/igac_web/UserFiles/File/ciaf/TutorialSIG_2005_26_02/paginas/fun_subentrada.htm#Conversi%F3n%20de%20Datos%20(raster%20a%20vector;%20vector%20a%20raster))

Digitalización raster, transformación de coordenadas, edición raster

<http://cumincades.scix.net/data/works/att/0e19.content.pdf>

Georeferenciación - Rectificación de imágenes raster

http://www.freewebs.com/pdi2005/field_rectificacion.pdf

2009/01

5.- CONVERSIÓN DE SISTEMAS DE COORDENADAS,

http://foro.gabrielortiz.com/index.asp?Topic_ID=15883

<http://recursos.gabrielortiz.com/>

http://www.igm.gov.ec/cms/files/cartabase/enie/ENIEIV_C4.htm

2008/09

6.- DOCUMENTACIÓN Y SOPORTE

<http://www.elcodigok.com.ar/2009/02/la-importancia-de-la-documentacion-en-nuestros-sistemas/>

<http://www.desarrolloweb.com/articulos/importancia-documentacion.html>

http://www.wikilearning.com/articulo/la_iso-importancia_de_la_documentacion_iso/11143-2

http://www.ateneonline.net/datos/79_03_Van_der_Henst.pdf

2009/04

7.- FUNCIONALIDAD BÁSICA:

Visualización de Contenidos/Configuración de Capas, categorías y características:

http://www.atlasdebuenosaires.gov.ar/mapas_pdf/TutorialSIG_AABA.pdf

ftp://ftp.microimages.com/pub/outgoing/fordealers/_es_spanish/

ThemeMapping2.pdf

2009/01

8.- FUNCIONES DE ANÁLISIS ESPACIAL,

http://www.igac.gov.co:8080/igac_web/UserFiles/File/ciaf/TutorialSIG_

2005_26_0/paginas/anl_funcionesanalisisespacial.htm

2009/03

9.- GENERACIÓN DE MAPAS

Usabilidad:

<http://planeta.gaiasur.com.ar/infoteca/disenio-de-interfaces-y-usabilidad.html>.

Vistosidad:

http://espanol.orangecountyfl.net/orangecty/enes/24/_www_orangecountyfl_net/cms/DEPT/growth/maps/default.htm

ftp://ftp.microimages.com/pub/outgoing/fordealers/_es_spanish/ThemeMapping2.pdf

<http://www.ci-lapaz.gov.bo/ES/Planificacion/Dossier%20Estadstico/mapas/ayuda.htm>

<http://www.procoopsrl.com.ar/sistgis.htm>

2009/04

10.- HERRAMIENTAS SIG LIBRES Y COMERCIALES

<http://www.scribd.com/doc/2096954/SIG-Libres>

<http://www.freealts.com/libreapp.php?id=322>

<http://www.gentegeek.com/sl-sp-ventajas-desventajas/>

<http://tecnologiaedu.us.es/nweb/cursos/asig-nntt/html/karen-slu/ventanitas/ventanita3-4.htm>

2008/10

11.- INTEROPERABILIDAD

Formatos Raster:

<http://platea.pntic.mec.es/~iali/multinet/format2.htm>

<http://www.coolutils.com/es/Formats/PCD>

<http://www.red-spring.com.ar/FORMATOSRASTER.doc>

<http://www.landinfo.com/espanol/mapasdigitalesinfo.htm>

Formatos SIG:

http://es.wikipedia.org/wiki/Categor%C3%ADa:Formatos_de_archivo_SIG

Formatos CAD:

<http://www.ruano.com/folletos/40/PrestoCAD.pdf>

<http://es.wikipedia.org/wiki/AutoCAD>

Servicio Web de Mapas:

http://es.wikipedia.org/wiki/Web_Map_Service

http://es.wikipedia.org/wiki/Web_Feature_Service

Bases de datos:

http://www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id_articulo=388

http://www.geoinfinite.com/index.php?option=com_content&view=article&id=59&Itemid=66

2009/02

12.- OPENJUMP,

<http://jump-pilot.sourceforge.net/>

http://jump-pilot.sourceforge.net/download/ojlogo/openjumpflyer_v2.pdf

http://www.mirrorservice.org/sites/download.sourceforge.net/pub/sourceforge/j/ju/jump-pilot/OpenJUMP1.0.1_Tutorial_englishBeta.pdf

<http://es.wikipedia.org/wiki/JUMP>

<http://openjump.org/wiki/show/HomePage>

<http://openjump.org/wiki/show/Index>

<http://www.vividsolutions.com/jump/>

<http://metadatos.ingemmet.gob.pe/>

2009/01

13.- PERSONALIZACIÓN

Operaciones básicas:

http://www.aeroterra.com/sv-cap-cro-argis_herramientas_y_funcionalidades.html

Lenguajes de programación:

<http://www.desarrolloweb.com/articulos/2358.php>

http://es.wikipedia.org/wiki/Lenguaje_de_programaci%C3%B3n

<http://es.kioskea.net/contents/langages/langage-caracteristiques.php3>

Calidad de código:

<http://www.slideshare.net/aiaguilar/mtricas-del-software>

http://148.202.148.5/cursos/cc321/fundamentos/unidad2/tema2_1.html

2009/02

14.- RENDIMIENTO

http://es.wikipedia.org/wiki/Pruebas_de_rendimiento_del_software

<http://exa.unne.edu.ar/depar/areas/informatica/SistemasOperativos/SO12.html>
2009/02

15.- SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA,

<http://www.alcornocales.org/sig/que.html>
<http://www.humboldt.org.co/humboldt/mostrarpagina.php?codpage=70001>
2008/09

16.- SISTEMAS DE COORDENADAS,

<http://www.orbemapa.com/2007/05/qu-es-un-sistema-de-coordenadas.html>
<http://www.efdeportes.com/efd9/gps.htm>
http://es.wikipedia.org/wiki/Coordenadas_UTM
2008/09

17.- TOPOLOGÍA SIG,

http://www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id_articulo=763
http://html.rincondelvago.com/sig_1.html
<http://www.gabrielortiz.com/index.asp?Info=012>
2009/03