



CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS AVANZADOS
DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
DEPARTAMENTO DE COMPUTACIÓN

Sistema de Información Geográfica para la ayuda de toma de decisiones en políticas sociales

Tesis que presenta

Paulina Leija Luna

Para obtener el grado de

Maestra en Ciencias en Computación

Director de la Tesis: **Dr. Sergio V. Chapa Vergara**

México, D. F.

Febrero 2010

Agradecimientos

Para comenzar con mis agradecimientos debo permitirme agregar a todas personas aquellas que no serán mencionadas no es por que no las tenga presente, es simplemente que no me alcanzaría el papel para decirles Gracias!!

Mi primer agradecimiento es al CONACYT por haberme brindado el apoyo financiero para realizar mis estudios. Otro y creo que es el más importante en el desarrollo de esta tesis es al Dr. Sergio Víctor Chapa V. por darme la oportunidad de entrar en su circulo de trabajo, por brindarme su sabiduría y tenerme la paciencia al no poder concluir mis tareas a tiempo.

Gracias a mis revisores Dr. José Matías Alvarado Mentado y Dr. Adriano de Luca Pennacchia por tener la paciencia de leer mi tesis.

Gracias a Noé por ser siempre mi consejero y por todo el apoyo a lo largo de la maestría, Gracias Amilcar por darme mucho apoyo y darme ideas a cerca de mi tesis, Gracias Sofy Sofy! por que cualquier eventualidad que ocurría ya sea en la escuela como en mi vida personal siempre tuviste un buen consejo para resolverlo, a Feli y a Flor por estar al pendiente de mi beca.

Y bueno esta tesis esta dedicada a mi mamá por ser una mujer incansable, por haberme enseñado alcanzar mis metas, por estar ahí cuando yo la necesito y por que se que en ella siempre voy a contar; te quiero mucho más!, a mi papá por siempre darme animos para salir adelante, a mi hermano que espero que esto le pueda servir de ejemplo para que el sea aun mejor que yo, a mi tío Lorenzo que si no hubiera sido por él no estaría donde me encuentro ahora y a toda mi familia en general a mi tíos y tías a mi abuelo por que se que en ellos encuentro los animos necesarios para salir adelante. A mi Amoshy (John) por que desde que lo conocí ha estado al pie del cañon ayudandome, apoyandome y sobre todo queriendome gracias amoshy te amo!.

A mis cuates tanto de la maestría (Beto, Cheche, Cartaman, Don gabo, Gox, los Madayos (Christian y Madai), Migue, Lil, Lupita, Rayin, July, Pam y a los que se fueron también se les recuerda por que en algún momento fueron parte de mi vida), como las Troyanitas (Angie, Faby, Fer, Grace, Karlita, Magali, Melani, Merari, Pao), y a mis mejores amigos Potosinos (Ale, Bere, Clau, Damaris, Eliza, José) y a todos gracias por siempre quererme y aguantarme saben que se les quiere.

Y finalmente a mi más grande admiradora que este año pasado se me fue pero se que en algún lugar ella sigue hechandome porras, Gracias Abue Ofé! si lo logre te extraño muchísimo.

Contenido

Índice de Figuras	xi
Resumen	1
Abstract	3
1 Introducción	5
1.1 Motivación	5
1.2 Planteamiento del Problema	6
1.3 Objetivos	7
1.4 Estructura de la Tesis	7
2 Sistemas de Información Geográfica	9
2.1 Definición y características principales de un SIG	9
2.1.1 Componentes SIG	11
2.1.2 Contexto de Proyectos SIG	13
2.1.3 Modelización del mundo real en los SIG	13
2.2 Sistemas de Información Geográfica Web	16
2.3 SIG Libres	17
2.3.1 OPEN JUMP	17
2.3.2 Quantum GIS	18
2.3.3 La problemática computacional	18
3 Sistema de Información Geográfica para el Instituto Nacional de las Mujeres (SIGINM)	21
3.1 Modelo espacial en Ciencias Sociales	21
3.2 Inmujeres	22
3.3 El marco computacional para sistema de base de datos geográfica	24
3.3.1 Modelo de datos	24
3.3.2 Modelo de Objetos Geográficos	25
3.4 Metadatos y OpenGIS	29
3.4.1 Open GIS	31
3.4.2 Estándar ISO/TC 211	32
3.5 SIG Nacionales	34

4	Descripción de SIGINM	37
4.1	Proyecto Nacional y delimitación del Proyecto	37
4.2	Tipos de datos y análisis de datos simbólicos y ordinales	39
4.3	Tecnologías Open Source	40
4.3.1	Visualización de datos	40
4.3.2	El modelo objeto - relacional de PostgreSQL	41
4.4	Conclusiones	44
5	Diseño y Arquitectura de SIGINM	45
5.1	Arquitectura tres capas	45
5.2	Capa de Datos	48
5.2.1	Modelo Conceptual de la Base de datos	48
5.2.2	El modelo Entidad-Vínculo-Extendido (EVE)	49
5.2.3	Esquema Binario	51
5.2.4	Esquema Conceptual	56
5.2.5	Modelo Lógico	58
5.3	Componentes Lógicos ó lógica de Negocios	60
5.4	Capa de Presentación	62
6	Implementación del SIGINM	67
6.1	Requerimientos	67
6.2	Implementación de la base de datos	69
6.2.1	Traza urbana	69
6.2.2	Capa de datos	70
6.3	Implementación de la capa de negocios	73
6.3.1	JavaBeans SIGINM	73
6.3.2	Código JSP	75
6.3.3	Menú SIGINM	76
6.3.4	Capa de Presentación	82
6.4	Presentación del SIGINM	87
6.4.1	Visión general	88
6.4.2	GoogleMaps	89
6.4.3	SIGINM	90
6.5	Estudio comparativo con otras herramientas de Sistemas de Informa- ción Geográfica	95
6.5.1	Quantum GIS	95
6.5.2	gvSIG	96
6.5.3	GoogleMaps	97
6.5.4	IRIS	98
6.5.5	Tablas comparativas	100
6.6	Comparación con objetivos Sociales	101
6.6.1	Feminist Visualization: Re-envisioning GIS as a Method in Femi- nist Geographic Research	102

6.6.2	Mapping violence and policing as an environmental structural barrier to health service and syringe availability among substance-using women in street-level sex work	104
6.6.3	Using a GIS-based network analysis to determine urban greenspace accessibility for different ethnic and religious groups	106
7	Conclusiones	109
7.1	Conclusiones	109
7.1.1	Impacto computacional	110
7.1.2	Impacto social	110
7.2	Trabajo a Futuro	110
A	Antecedentes	115
B	Contenido de la cartografía geoestadística urbana	117
	Bibliografía	118

Lista de Figuras

1.1	Arquitectura de la Tesis	8
2.1	Modelo de Objetos Geográficos	10
2.2	Aplicaciones de un SIG	11
2.3	Componentes de SIG	12
2.4	Pasos para la construcción de SIG (Adoptado por Hendriks [1])	15
3.1	Modelo SIG	25
3.2	Ventajas y desventajas de datos raster y de vector	28
3.3	Modelo de Objetos Geométricos de OpenGIS	30
3.4	Distintas representaciones la misma información geográfica	31
3.5	Estándares <i>ISO/TC</i>	33
3.6	Software IRIS	35
3.7	Tabla Comparativa	36
4.1	Proyecto Nacional SIGINM	38
4.2	Imagen Raster y SVG	41
5.1	Arquitectura General (Tres Capas)	46
5.2	Arquitectura General de SIGINM (Tres Capas)	47
5.3	Conceptualización de la realidad	48
5.4	Representación gráfica	50
5.5	Esquema binario 1	52
5.6	Esquema binario 2	53
5.7	Esquema binario 3	54
5.8	Esquema Global	55
5.9	Esquema Conceptual SIGINM	57
5.10	Formato de Entidades y entidad principal que es la identificación de geourbana de la Delegación Gustavo A. Madero	59
5.11	Entidades escuelas y hospitales muestran las edificaciones mencionadas de la Delegación Gustavo A. Madero	59
5.12	Por ultimo las entidades de Estaciones de Metro y Calles son muy importantes al momento de localizar cualquier otra entidad sirve de referencia	60

5.13	Funcionamiento de JSP	61
5.14	Capa de Presentación	63
5.15	Comparación del modelo tradicional web y el nuevo propuesto por Adaptive path [2]	65
6.1	arquitectura de SIGINM (hardware)	68
6.2	Sistema UTM [3]	70
6.3	Traza Urbana Gustavo A. Madero en formato raster	71
6.4	Opciones para introducir datos en postGIS	72
6.5	Tabla Geourbana en PgAdmin	73
6.6	Diagrama de clases en forma de distribución de directorios	74
6.7	Diagrama de clases	75
6.8	Pantalla Principal de SIGINM	76
6.9	Código menusinginm.jsp	77
6.10	Código de Tags	78
6.11	Código donde se encuentra la recuperacion de menusinginm	78
6.12	Querys para generar la consulta	79
6.13	Código el cual envia los parametros para la formación del XML	79
6.14	Base de propiedades geométricas en GML [4]	80
6.15	Documento GML formado dinámicamente	81
6.16	Plantilla generica XSLT	82
6.17	Espacio de nombres	82
6.18	Declaración de características gml y svg	83
6.19	Código de interacción del gráfico SVG	84
6.20	Código 2 de interacción del gráfico SVG	85
6.21	Extracción de código mostrando como se manipulan los puntos en la hoja de estilos	86
6.22	Diagrama de secuencia SIGINM	87
6.23	Presentación SIGINM	88
6.24	Visión general SIGINM	89
6.25	Módulo de <i>googleMaps</i>	90
6.26	SIGINM	91
6.27	Mapa desplegando la capa de hospitales	92
6.28	Mapa haciendo un escalamiento como más grande y como más pequeño	93
6.29	Datos Nominales de las entidades (Cinvestav)	93
6.30	SIGINM en móviles	94
6.31	Interfaz gráfica de Quantum GIS	96
6.32	Interfaz gráfica de gvSIG	97
6.33	Interfaz gráfica de GoogleMaps	98
6.34	Interfaz gráfica de IRIS	99
6.35	Tabla comparativa en archivos de visualización	100
6.36	Tabla comparativa en herramientas de visualización	100
6.37	Aspectos generales	101

6.38	SIGINM	102
6.39	El espacio-tiempo caminos de una muestra de mujeres afro-americanas en Columbus, Ohio.	103
6.40	Mapeo de la relación geográfica entre la evitación de los entornos físicos debido a la violencia y la policía y la disponibilidad de los servicios de salud y programas de intercambio de jeringas entre las trabajadoras del sexo de supervivencia.	105
6.41	Un ejemplo de puntos de acceso a espacios verdes (izquierda) y los centroides de las zonas de salida (a la derecha) que se inserta en una red de carreteras	107
6.42	Tabla de Objetivos	108
7.1	Impacto social	111
B.1	Capas básicas de la Información de la cartografía geoestadística urbana .	117

Resumen

Los sistemas de Información Geográfica (SIG) han tenido un mayor auge en los últimos años. Actualmente los servidores de mapas por internet permiten visualizar diferentes capas temáticas, consultar algunos de sus atributos y quizás en alguno de ellos se puede realizar consultas a una base de datos, visualizando y seleccionando los registros que cumplen las condiciones solicitadas.

Pero existe un inconveniente con estas aplicaciones dado que son solo visualizadores de mapas. Por otra parte, los estándares de SIG son uno de los factores cruciales para aplicaciones basadas en web ya que gracias a estos se permite tener la interoperabilidad con otros sistemas que cumplan con las mismas condiciones .

El objetivo de esta tesis es dar un panorama general de la construcción de un SIG usando software open source. Este SIG está orientado a la WEB por lo que es un sistema multiplataforma, que se conforma por varias tecnologías que lo hace un sistema único como es el manejo de javabeans, jsp's, estándares Open GIS, creación dinámica de documento GML y finalmente el despliegue de los mapas con SVG (Scalable Vector Graphics) lo cual lo hace más eficiente y adaptable, ya que permite tener una imagen manipulable ya sea para realizar un acercamiento sin perder su resolución como el movimiento dentro del mapa (panning), además de proporcionarle interacción entre la aplicación y el usuario.

Cabe mencionar que el SIG está enfocado al Instituto Nacional de las mujeres por lo que lo llamaremos SIGINM. El SIGINM será de vital importancia al momento de realizar estudios de planeación de infraestructura, geolocalización de hospitales, escuelas, calles etc. gracias a estos estudios se podrá llegar a tomar ciertas decisiones en base a la visualización de mapas.

Abstract

Geographic Information Systems (GIS) have had a major boom in recent years. Currently, Internet map servers can view different thematic layers, see some of their attributes and perhaps some of them can query a database, viewing and selecting records that meet the conditions requested.

But there is a problem with these applications since they are just displays of maps. Moreover, GIS standards are one of the crucial factors for web-based applications because thanks to these are allowed to have interoperability with other systems that meet the same conditions.

The objective of this thesis is to give an overview of the construction of a GIS software using open source. The GIS will be geared to the Web by making it a multi-platform system. This consists of several technologies that makes it a unique system as is the handling of javabeans, jsp's, Open GIS standards, GML document dynamic creation and finally the deployment of the maps with SVG (Scalable Vector Graphics) which makes it more efficient and adaptable, and which allows an image to have manipulated either to make an approach without losing the resolution as movement within the map (panning), plus the proportional interaction between application and user.

It should be mentioned that the GIS is targeted to the Instituto Nacional de las Mujeres so we will call SIGINM. The SIGINM will be of vital importance when planning studies of infrastructure, geo-location of hospitals, schools, streets and so on. Through these studies may reach some decisions based on the map display.

Capítulo 1

Introducción

En la presente tesis se explicará el por que es viable hacer una investigación acerca del modelaje y construcción de los Sistemas de Información Geográfica, cuales son las motivaciones, se definirá el planteamiento del problema, objetivos generales y específicos de nuestro trabajo y finalmente la estructura del documento.

1.1 Motivación

Actualmente los sistemas información manejan un gran volúmen de datos (Militares, climáticos, demográficos, etc.) lo cual trae de la mano un sin fin de problemas referentes al almacenamiento, recolección y explotación de los mismos, con el fin de subsanar estos problemas los profesionales de las Ciencias de Computación han creado nuevas técnicas y disciplinas para resolverlos, tales como las Bases de Datos, Minería de Datos, Visualización, entre muchas otras.

Algunos de los Sistemas de información cuya cantidad de datos es inmensurable son los geográficos debido a que la Geografía utiliza estructuras complejas para representar sus objetos de estudio (ríos, montañas, lagos, infraestructura etc.). En muchos países, la producción de datos geográficos, es intrínsecamente costoso y consume tiempo, y es considerada como uno de los grandes retos nacionales.

Un Sistema de Información Geográfica (SIG) es una acumulación de datos y procedimientos que ayudan a las personas a tomar decisiones acerca de realizar cosas [5]. Un SIG tiene una característica que lo hace diferente a cualquier sistema de información, la ubicación es la parte más importante.

Nosotros como seres humanos somos especiales sin embargo no cambiamos mucho de dónde nos ubicamos aunque eso puede o no ser cierto, e.g. podemos ser una persona en el trabajo, en casa y otra con los amigos pero esas características dependen del rol que adoptemos, no de donde nos ubicamos, sin embargo en una parcela de tierra que está completamente ligada en el lugar donde se encuentra, si la movemos y se colocara en otro segmento de pavimento se convierte en algo diferente.

Por lo tanto es importante realizar una buena metodología para modelar un Sistema de Información Geográfica que pueda ser de fácil manipulación con grandes o pocos datos, sea completamente dinámico y finalmente que no sea costoso ni económicamente ni computacionalmente (visualización, interoperabilidad de datos, almacenamiento entre otros más).

Un proyecto de desarrollo de un SIG con aplicación puede apuntar en varias direcciones: sistema de consulta, para modelado, simulación y análisis de datos y como soporte para la planeación y toma de decisiones. El objetivo de esta tesis es exponer el papel que juega un SIG en el conocimiento y administración de problemas sociológicos en este caso para el Inmujeres (Instituto Nacional de las Mujeres, vease capítulo 3) con la finalidad de tener una tecnología para el análisis espacial de datos.

1.2 Planteamiento del Problema

En los proyectos de bases de datos, en los cuales se requiere profundizar como *Sistemas basados en Conocimiento*, el aspecto principal es el problema de análisis de datos. El tema es una clásica corriente de investigación dentro del campo de las matemáticas discretas, lo cual está asociado con el estudio estructural de los objetos y los fenómenos a los cuales están sujetos [6].

Conforme la tecnología de las bases de datos ha avanzado, se han desarrollado metodologías y técnicas de diseño. Por otro lado se ha logrado un acuerdo en relación a la descomposición del proceso de diseño en fases, los objetivos principales de cada fase y las técnicas para conseguir dichos objetivos.

La aplicación de una metodología de diseño es un factor significativo para obtener una base de datos eficiente [7]. Un mecanismo formal (matemático - computacional) para representar los diseños consiste en utilizar un modelo de datos que se define como: *una serie de conceptos que puede emplearse para describir un conjunto de datos y las operaciones para manipularlos* [8].

Los sistemas de Información Geográfica (SIG) han tenido un gran auge en los últimos treinta años como disciplina para modelar, analizar, planificar y representar el territorio, utilizando herramientas de computación. Su vínculo con la computación comenzó de una generación de estructuras de datos adecuados para el almacenamiento de datos espaciales y una simple representación gráfica que hoy en nuestros días ha extendido a diferentes ramas como: la minería de datos, las extensiones de arquitecturas de bases de datos para modelar información espacial, las técnicas de administración de atributos espaciales a través de redes, visualización con diferentes tipos de escalas inclusive para dispositivos móviles y la ingeniería de software aplicada a proyectos SIG.

Aunque existen herramientas comerciales para la creación de aplicaciones SIG, hay que integrar varias herramientas para conjuntar la funcionalidad adecuada.

El proceso del desarrollo de un SIG implica una extensión en tiempo que puede verse prolongada cuando los requerimientos son muy cambiantes. La necesidad de una metodología para el desarrollo de sistemas Web que contengan datos complejos (espaciales, nominales) implican una exigencia de planteamientos de nuevas arquitecturas para la generación de estos.

1.3 Objetivos

General

Creación de un Sistema de Información Geográfica Social para estudio de Género en una base de datos geoespacial con el modelo relacional de mapas de INEGI, sector Salud, y otras Instituciones para uso en web georeferenciada y visualización de mapas a nivel gerencial.

Particulares

- Entrada, acceso y edición de datos cartográficos y de atributos en diversos formatos estandarizados y fuentes.
- Despliegue y control de múltiples capas cartográficas.
- Visualización de los datos en forma de mapa presentaciones para impresión.
- Manejo de múltiples escalas y sistemas de proyección tanto en las capas como en el mapa.
- Creación de diversos tipos de mapas temáticos.
- Disponibilidad de un sistema de gestión de bases de datos, que incluya operaciones de enlace de datos no espaciales con los espaciales.
- Selección y consulta espacial de datos, incluyendo operaciones geográficas sobre una o varias capas cartográficas y atributos de las capas.

1.4 Estructura de la Tesis

Capítulo 1 Introducción; Describe la investigación, la motivación, planteamiento del problema, objetivos de investigación y el esquema de la tesis.

Capítulo 2 Sistemas de Información Geográfica; Definición de los SIG's, contexto, SIG web y problemática computacional .

Capítulo 3 Sistema de Información Geografica para el Inmujeres; Se definirá por que es un SIG social y antecedentes y modelos geográficos y estandares OpenGis

Capítulo 4 Descripción del Proyecto SIGINM; Un panorama general de como se desarrollará nuestra investigación y ademas de los alcances y delimitaciones del Proyecto

Capítulo 5 Diseño y Arquitectura de SIGINM; Se hablará sobre el modelo conceptual, modelo Entidad Relación y mostraremos cual es la arquitectura final del Sistema.

Capítulo 6 Implementación; Descripción de las tecnologías usadas y como fueron empleadas ademas de diferentes vistas del sistema SIGINM.

Capítulo 7 Resultados y conclusiones. Se hablará de los problemas que se obtuvieron al momento de realizar dicha investigación ademas de dar conclusiones acerca de los resultado obtenidos y finalmente el trabajo a futuro Fig.1.1.

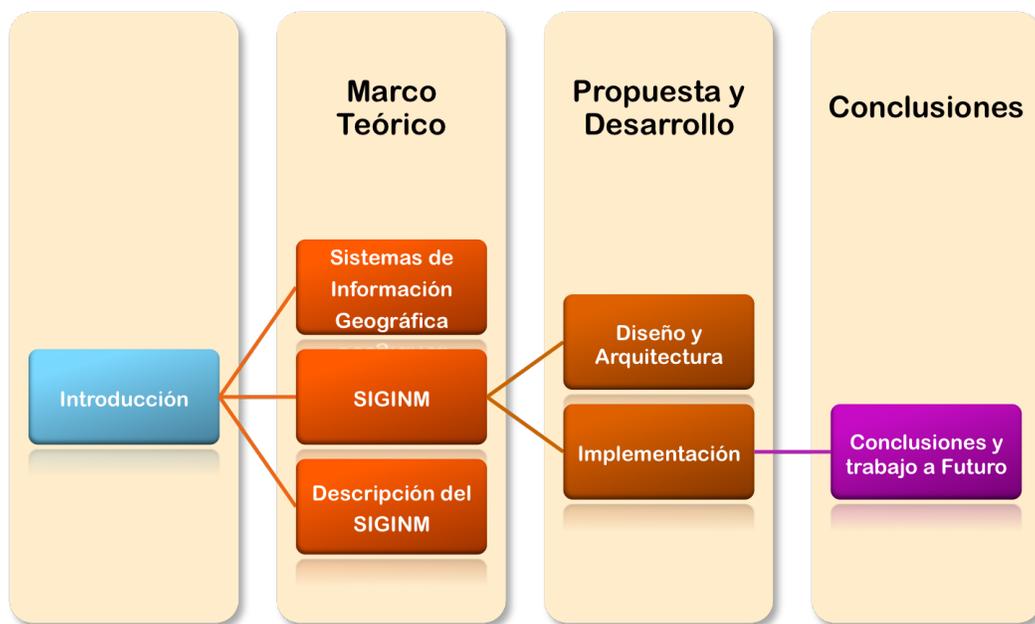


Figura 1.1: Arquitectura de la Tesis

Capítulo 2

Sistemas de Información Geográfica

Aunquen los Sistemas de Información Geografica (SIG) datan de los años setentas, actualmente siguen vigentes con acercamientos importantes a las nuevas tecnologías de base de datos y una variedad de aplicaciones. Lo primero que hay que tomar en cuenta desde las metodologías de diseño donde el modelo conceptual de datos espacio - temporal es de una alta complejidad; hasta la explotación donde el análisis espacial de datos y geoestadísticas son fundamentales. El potencial de aplicaciones se diversifica en: biología, energía e infraestructura, planeación urbana y regional, monitoreo ambiental y geografía física, transportación y logística.

2.1 Definición y características principales de un SIG

Un Sistema de Información geográfica (SIG) es una tecnología basada en computadora de propositos generales para almacenar, manejar y explotar datos geográficos en forma digital. Es un sistema que tiene un conjunto de subsistemas que sirven para: la captura, el almacenamiento, el análisis, la visualización y graficación de diversos conjuntos de datos espaciales geo-referenciados. Su fundamentación se basa en principios formales de matemáticas discretas, modelos de datos y geometría computacional; su desarrollo, en nuevas tecnologías de la información: estándares e ingeniería de software, bodegas de datos, Web- SIG, metadatos, ambientes y lenguajes visuales, graficación entre muchas otras.

La característica principal de los SIG es el manejo de datos complejos basados en datos geométricos (coordenadas e información topológica) y datos de atributos (información nominal) la cual describe las propiedades de los objetos geometricos tales como punto, líneas y polígonos (vease en capitulo 3) Fig. 2.1.

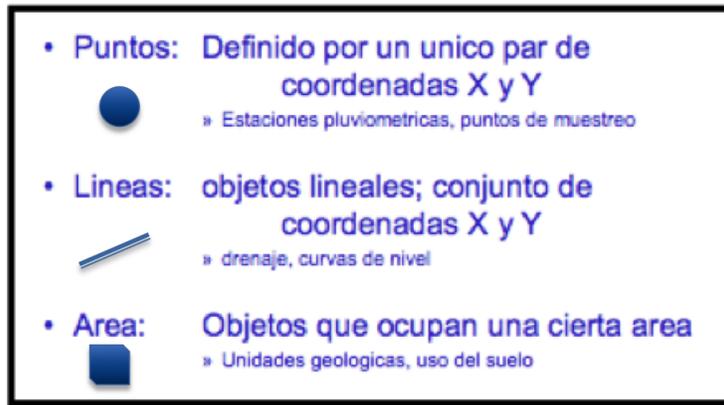


Figura 2.1: Modelo de Objetos Geográficos

Las codificaciones de la información en datos apunta a estructuras y formatos adecuados para el almacenamiento en una base de datos, la cual podrá tener una descripción en un nivel de abstracción más alto con una base de metadatos. Aunque la característica principal de un SIG consiste en procesar información espacial, el primer componente a considerar debe ser un subsistema de entrada y salida de cartografía digital o información georeferenciada. La herramienta de adquisición de datos debe tener la capacidad de almacenar la información espacial - nominal compleja de la realidad en una base de datos; en donde, un compromiso principal es mantener la correctitud en el proceso y cuidar la validez de los datos en estructuras de almacenamiento físicas consistentes.

El núcleo de software SIG es el sistema manejador de base de datos que del inglés ha sido denominado DBMS (*Data Base Management System*). Dicho sistema debe tener la capacidad para almacenar y gestionar las entidades asociando su representación geométrica y con su representación nominal constituida con atributos. La base para tener una independencia con la plataforma de implementación es el modelo lógico de datos el cual es una interfaz entre el modelo conceptual entidad - relación (*entity - relationship*) el modelo físico donde se almacena la estructura de datos y el almacenamiento. Los SIG contemplan herramientas de explotación de datos las cuales conlleva un subsistema de postprocesamiento de las consultas y resultados a través de reformato, tabulación, graficación y trazos de mapas. Para este último la representación gráfica implica el uso de herramienta de cartografía.

Comunmente en un SIG: la consulta, el despliegue de un mapa, el reporte tabular y el gráfico, no es el resultado final. En su amplio abanico de aplicaciones los SIG tienen como un fuerte interés de analizar la información espacial y modelar los procesos dinámicos que generan y conforman la información almacenada en una base de datos. Con frecuencia los usuarios quieren analizar situaciones, hacer inferencias o simular procesar, con el fin de tomar decisiones Fig. 2.2.

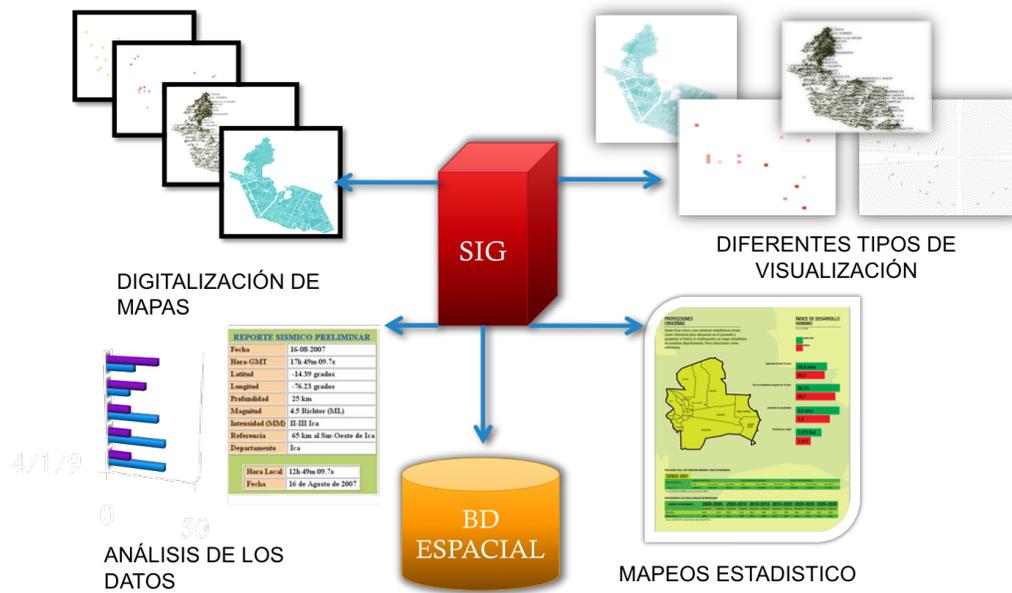


Figura 2.2: Aplicaciones de un SIG

El punto son los métodos de análisis espacial con métodos deterministas o estocásticos, tanto en su modalidad discreta como continua. De la amplia gama de posibilidades que tienen los SIG en el manejo de información, un requerimiento importante es brindar una interfaz de usuario amigable. Los lenguajes o ambientes visuales para bases de datos ha sido una área relativamente reciente en computación la cual tomo una importancia especial en los SIG por la naturaleza visual - espacial que tiene la información geográfica.

2.1.1 Componentes SIG

Los datos geográficos no son los unicos componentes de un SIG [9] como se puede observarse en la Figura 2.3.

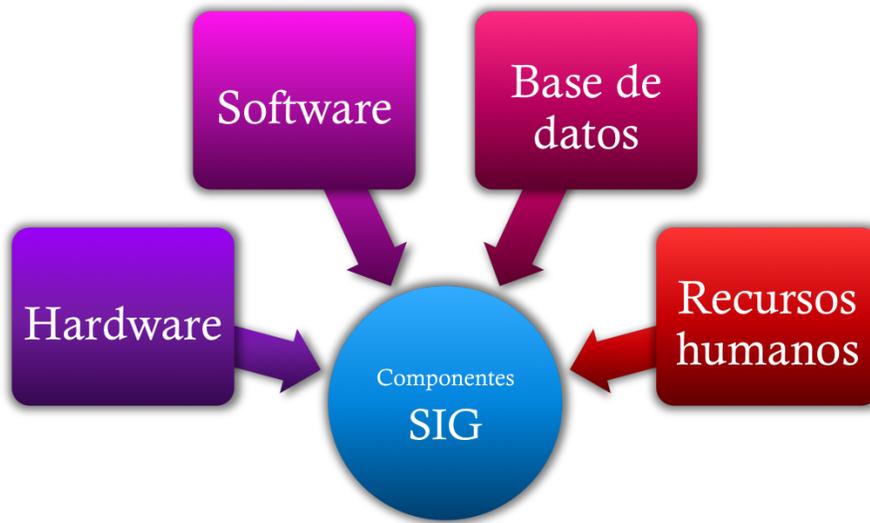


Figura 2.3: Componentes de SIG

- **Hardware:** Conjunto de equipos empleados en el almacenamiento y procesamiento de los datos contenidos en el sistema [10].
- **Software:** Conjunto de programas que proporcionan las funciones y herramientas necesarias para el almacenamiento, el análisis y el despliegue de información geográfica [11].
- **Datos:** Probablemente el componente más importante de un SIG son los datos geográficos y los datos nominales. Los SIG integra datos espaciales con otros recursos de datos que podrán ser almacenados y administrados por un DBMS [9]. El éxito del proyecto no está garantizado si no se tiene asegurada la actualización periódica de los datos. La dificultad en su representación es otro factor a tener en cuenta a la hora de organizar e introducir la información en el sistema.
- **Recursos Humanos:** Existen dos tipos de usuarios; los especializados y el público en general. Se denomina especializados a aquellos técnicos que trabajan con los sistemas en algunas de sus fases (introducción de datos, corrección, análisis, etc.), y que por ello deben tener una formación especializada; y público en general sería aquel que en algún momento tuviera que requerir información, sea la que fuese, de un SIG concreto. En este caso no se requiere una gran formación, y la adaptación debe estar en el sistema que debe ser "amigable".

2.1.2 Contexto de Proyectos SIG

La utilidad principal de un Sistema de Información Geográfica radica en su capacidad para construir modelos o representaciones del mundo real a partir de las bases de datos digitales (cartografía). La construcción de modelos constituye un instrumento muy eficaz para analizar las tendencias y determinar los factores que las influyen así como para evaluar las posibles consecuencias de las decisiones de planificación sobre los recursos existentes en alguna área de interés.

En el ámbito social (vease en capítulo 3) dirigida a la gestión de servicios como sanitarios, centros escolares, etc., proporcionan información sobre los centros ya existentes en una determinada zona y ayudan en la planificación de ubicación a nuevos centros. Estos sistemas aumentan la productividad de optimizar recursos. Pueden desarrollarse aplicaciones que ayuden a resolver un amplio rango de necesidades, como por ejemplo:

- Producción y actualización de la cartografía básica.
- Administración de servicios públicos (acueducto, alcantarillado, energía, teléfonos, entre otros).
- Atención de emergencias (incendios, terremotos, accidentes de tránsito, entre otros).
- Estratificación socioeconómica.
- Evaluación de áreas de riesgos (prevención y atención de desastres).
- Localización óptima de la infraestructura de equipamiento social (educación, salud, deporte y recreación).
- Formulación y evaluación de planes de desarrollo social y económico.

2.1.3 Modelización del mundo real en los SIG

La modelización de los rangos entre los fenómenos del mundo real es la tarea central más difícil de la construcción de un SIG. En general, la ciencia utiliza modelos para la estructura y reducir la abundancia de información sobre el medio ambiente [12]. Stachowiak menciona las siguientes características de un modelo [13]:

- **Visualización.**- Los modelos pueden representar objetos, ya sea natural o artificial que pueden ser modelos propios.
- **Simplificación.**- El proceso de construcción de modelos que propone una reducción de la complejidad mediante la identificación de características relevantes e irrelevantes.

- **Pragmatismo subjetivo.**- La reducción y simplificación de la realidad, realza las decisiones subjetivas. Dependiendo de diferentes personas, situaciones y temas de sistemas pueden ser trasladados a diferentes modelos.

Sin embargo, en las ciencias empíricas como la geografía, esta concepción general de un modelo, debe limitarse al hecho de que la calidad del modelo debe ser verificable por los resultados empíricos [12]. Para la aplicación dentro de un SIG debe extenderse a la realidad, este modelo representa una parte del mundo real que puede ser representado por datos. Goodchild por ejemplo, define un modelo de datos como *“una representación limitada de la realidad, limitado por la naturaleza finita, limitada por dispositivos de computación [14]”*. Esta definición se refiere a la realidad, la complejidad del mundo real debe reducirse, de modo que se puede almacenar en un SIG. Una fuente importante de reducción de la complejidad se debe a las limitaciones impuestas por el uso de tecnología de la información. Computadoras y software utilizan reglas formales para procesar los datos de modo que los datos en sí tienen que estar en una forma finita y discreta [15].

Construcción de un SIG

La reducción de la complejidad del mundo real en la modelización de un SIG puede conducir a resultados diferentes. El proceso de modelización en sí mismo no sólo está relacionado con el mundo real, está limitado por los SIG. Por lo tanto el resultado del proceso de aplicación puede variar considerablemente y se pueden crear demasiados errores. La representación del mundo real pueden pasar por alto fenómenos importantes, o los modelos pueden no representar el mundo real de acuerdo a los objetivos de los SIG. Hay varias etapas de planificación, que puede ayudar a prevenir los errores hasta el completo fracaso del proyecto SIG (vease Fig.2.4).



Figura 2.4: Pasos para la construcción de SIG (Adoptado por Hendriks [1])

En primer lugar, hay que definir las temáticas generales, e indicar los objetivos. Los problemas de la investigación son el determinar el análisis necesario y las herramientas de presentación. Esto depende e.g. en una estructura de datos tiene que ser elaborado antes que el análisis y la presentación que puede ser aplicado. El segundo paso es la conceptualización y elaboración de modelos del mundo real. Para esta etapa hay que tener mucha experiencia y el conocimiento teórico sobre la naturaleza de los fenómenos del mundo real. La conceptualización depende en considerar una metodología (vease en capítulo 4).

La raíz de las decisiones sobre cómo y por qué las entidades y los datos del mundo real, deben estar representados en los SIG, son las estructuras de datos que almacena la información concerniente, que debe ser desarrollado. Tenemos que diferenciar entre el almacenamiento de los atributos espacio-temporales en un lado y los datos relacionados con la geometría (datos nominales) en otro lado. La estructura de datos dependerá de la base de datos y la tecnología de los SIG disponible y viceversa. Las decisiones sobre la estructura de datos y la gestión de bases de datos relacionadas con los SIG son más interdependientes con las demandas de análisis y la presentación. Durante la siguiente fase los datos deberán recopilarse y así construir la base de datos. Además, la geometría de los objetos deben ser digitalizados o importados en el SIG. Este es un punto crítico, donde todas las decisiones tomadas antes deberán evaluarse cuidadosamente.

El posterior análisis y elaboración de modelos es la parte más interesante del proceso de construcción. Al punto de que los errores o las malas interpretaciones hechas antes tendría un impacto crucial. Finalmente los resultados deberán ser visualizados y presentados.

2.2 Sistemas de Información Geográfica Web

Como se ha mencionado los SIG han tenido un crecimiento significativo en los últimos años, la profundidad y el alcance de sus aplicaciones están en aumento, y poco a poco se han integrado como una corriente principal de las tecnologías de la información (IT), se está convirtiendo en un nuevo punto de crecimiento de la industria de la información. En la actualidad, Internet / Intranet se están desarrollando a gran velocidad, en una situación así, cómo acercar a los SIG a la web y cómo los SIG pueden hacer pleno uso del Internet serán los temas importantes en el desarrollo de los SIG [16].

Tradicionalmente, el intercambio de datos de SIG se basan en el intercambio de archivos distribuidos a bajo nivel, los datos almacenados en el servidor que son gestionados por las bases de datos espaciales, el cliente utiliza archivos remotos en los sistemas SIG de escritorio, a través de procesos de *llamadas a procedimiento remoto (RPC)*¹. Los principales problemas son los siguientes:

1. La capacidad de transformación de la estructura de servidor de archivos es totalmente dependiente al cliente por lo que hace muy ineficiente.
2. Las operaciones del cliente se replican en los servidores y con frecuencia producen un gran número de transmisiones de datos y producen cuellos de botellas en la red reduciendo el rendimiento del sistema.
3. Alto costo, cada cliente debe estar equipado con software costoso especial para desarrollar SIG.
4. El funcionamiento de un SIG de escritorio es complejo, ya que los usuarios necesitan una base profesional o una formación especial.

En la comparación con el SIG de escritorio tradicionales y los SIG Web tienen las siguientes ventajas:

- **Ampliar el alcance para el usuario.**- Los clientes pueden acceder a los datos en varios servidores en diferentes lugar al mismo tiempo, es más fácil lograr la gestión y la síntesis de la distribución en múltiples fuentes de datos.

¹Paradigma popular para la aplicación cliente - servidor del cómputo distribuido. Un RPC comienza por el cliente que envía una solicitud a un servidor remoto conocido con el fin de ejecutar un procedimiento establecido a partir de parámetros suministrados.

- **Independencia de Plataforma.**- Debido a que se utiliza un navegador web común, los usuarios pueden acceder de forma transparente a los datos, se realiza el intercambio de datos heterogéneamente.
- **Puede reducir el costo del sistema y reducir el trabajo duplicado.**- Los costos de mantenimiento del sistema son muy bajos.
- **Equilibra la carga, el alto rendimiento.**- Los procesos básicos se ejecutan del lado del servidor, el cliente ejecuta los procesos simples con poca necesidad de datos.

2.3 SIG Libres

Para tener una certeza de nuestro trabajo se investigo que es lo lo que más se acerca en Software libre a la investigación realizada y que beneficios ofrecen y que desventajas por esto a continuación hablaremos de algunas herramientas para desarrollar SIG.

2.3.1 OPEN JUMP

OpenJUMP es una aplicación SIG modular de código libre que permite la consulta y la creación/modificación de datos geográficos vectoriales almacenados bajo distintos formatos incluidos como GML, DXF o ESRI shapefile. El programa permite también la explotación de servicios WMS. Inicialmente su nombre era JUMP [17].

Este Sistema de Información Geográfica está programado en Java y es multiplataforma. Su arquitectura modular facilita la creación de numeroso plugins que añaden funcionalidades específicas tales como: comprobación de topología; generación de Modelos Digitales del Terreno; lectura de formatos raster, métodos de interpolación (kriging^{2 3}, triangulación de Delaunay, polígonos de Voronoi); tracing; creación de metadatos; etc. Es una buena solución siempre y cuando no se requiera manejar información centralizada o con un volumen excesivo de datos. A pesar de que es una herramienta libre solo es hecha para sistemas operativos de Windows por lo tanto es simplemente inútil a la hora de tener grandes de volúmenes de datos como se menciono anteriormente.

²Del fracés Krigeage, es un método geoestadístico de estimación de puntos que utiliza un modelo de variograma para la obtención de datos. Calcula los pesos que se darán a cada punto de referencias usados en la valoración.

³El variograma o semivariograma es una herramienta que permite analizar el comportamiento espacial de una variable sobre un área definida, obteniendo como resultado la influencia de los datos a diferentes distancias. A partir de los datos proporcionados por el variograma teórico se realizará la estimación por krigeaje.

2.3.2 Quantum GIS

Quantum GIS (o QGIS) es un Sistema de Información Geográfica (SIG) de código libre para plataformas Linux, Unix, Mac OS y Microsoft Windows.

Era uno de los primeros ocho proyectos de la Fundación OSGeo y en 2008 oficialmente graduó de la fase de incubación [18]. Permite manejar formatos raster y vectoriales, así como bases de datos. Algunas de sus características son:

- Soporte para la extensión espacial de PostgreSQL, PostGIS.
- Manejo de archivos vectoriales Shapefile, ArcInfo coverages, Mapinfo, GRASS GIS, etc.
- Soporte para un importante número de tipos de archivos raster (GRASS GIS, GeoTIFF, TIFF, JPG, etc.)

Como el SIG mencionado anteriormente cuenta con una filosofía de plugins y actualmente pueden encontrar un buen número de ellos para tareas tan interesantes como la conversión de archivos shape de ESRI a POSTGIS o para conectarse a un GPS y mostrar su posición. Sin embargo cuenta con una deficiencia sustancial: no dispone de herramientas de análisis.

Teniendo como preambulo el estudio de estas tecnologías para desarrollo de SIG vemos que tienen cada uno sus ventajas y sus desventajas por lo que hay que corroborar las deficiencias de cada uno de estos para poder desarrollar nuestra aplicación sin cometer los mismos errores que estos. También encontramos se deben cumplir con estandares internacionales para apoyar a la creación de SIG libres (vease capítulo 3).

2.3.3 La problemática computacional

Surgimiento de nuevas disciplinas hacia el 2020

En el reporte "Towards 2020 Science: A Draft Roadmap", presentado por "The 2020 Science Group", se señala que una de las metas para el 2010 es "*el surgimiento de los sistemas de biodiversidad como una nueva disciplina*", la cual marcará:

1. Nuevos desafíos científicos con representaciones de sistemas biológicos, como puede ser la ecuación de Lotka-Volterra.
2. El surgimiento de modelos dinámicos de población con interacciones locales y no-locales, explícitamente espaciales y estocásticas.
3. La integración de datos climáticos, ambientales, taxonómicos y de especies los cuales deberán ser proyectados sobre regiones espaciales y computacionalmente organizados en Sistemas de Información Geográfica.

Así, el problema de base de datos espaciales enfrenta nuevos retos que apuntan en la misma dirección que tiene la investigación de las bases de datos para este siglo 21⁴.

Su estudio es muy complejo y la solución a ciertos problemas han demandado de modelos matemáticos y métodos computacionales que permitan simular comportamientos y predecir sus futuros. Visto con un enfoque de interacciones locales, lo global mantiene *comportamientos colectivos*, donde surgen configuraciones inesperadas los cuales son dignas de ser estudiadas dentro del campo *Sistemas Complejos*. Por otro lado, existe un ensamble de la geografía con las comunidades locales, razón por la cual, los *Sistemas de Información Geográfica* son un marco muy adecuado para la integración de información a través de diversas escalas espaciales, temporales y organizacionales

Lo anterior marca un nuevo paradigma que profundizará en un conocimiento interdisciplinario. La computación, sociología y las matemáticas, se integran para la solución de nuevos problemas permitiendo la contribución de nuevos conceptos en ciencias de la computación y el desarrollo de innovadores sistemas computacionales. La dirección es el desarrollo de modelos que en su turno tome una aproximación experimental y/o una fundamentación teórica de las ciencias involucradas.

En computación algunos temas preponderantes son: sistemas de información geográfica, semántica de datos y metadatos, servicios Web, XML y XML activo, análisis y visualización de datos geoestadísticos complejos a gran escala, modelo espaciales-temporales, lenguajes simbólicos y visuales, entre otros aspectos. Como proyectos importantes son monitoreo y redes ambientales de adquisición de datos, así como, análisis de datos geoespaciales.

⁴Computación Científica. Sergio V. Chapa Vergara

Capítulo 3

Sistema de Información Geográfica para el Instituto Nacional de las Mujeres (SIGINM)

3.1 Modelo espacial en Ciencias Sociales

Los modelos espaciales en las ciencias sociales proceden de varias disciplinas como la economía, la geografía, la sociología y la ingeniería de transporte y sólo desde 1960 se han integrado de manera “artificial” las disciplinas como: la ciencia regional o institutos de investigación multidisciplinar y de planificación escolar [19]. Sin embargo, como punto de partida, la clasificación de la disciplina sigue siendo útil:

1. *Modelos Económicos*.- Modelización económica con una dimensión espacial incluye los modelos de comercio internacional o plurirregionales y regionales, los modelos de desarrollo económico basado en las funciones de producción, diversas definiciones de posibles aportaciones, análisis económico y de salida, y en los modelos de escala metropolitana, del suelo urbano y mercados de la vivienda fundamentado en el concepto de la oferta de alquiler. Teoría de los modelos económicos basados en la localización (colocación y minimizar los costes de transporte) se utilizan para determinar la ubicación óptima para las plantas de fabricación, puntos de venta al por mayor y al por menor ó de los servicios públicos.
2. *Modelos Geográficos*.- Modelización geográfica incluye los modelos de difusión espacial de innovaciones similares a los modelos epidémicos, los modelos de migración basadas en nociones de distancia y la diferencia entre origen y destino de la región, con frecuencia junto con modelos probabilísticos de la dinámica de la población, la interacción espacial y los modelos basados en la localización en los conceptos de la utilidad de la entropía o al azar y los sujetos de la actividad de los modelos de comportamiento basado en la movilidad de las personas limitado a espacio / tiempo de la geografía.

3. **Modelos Sociológicos.**- Modelos sociológicos ha contribuido modelos espaciales de la segregación de grupos étnicos o socioeconómicas en las zonas urbanas y la invasión de los territorios urbanos de los grupos de población basados en analogías de las plantas y la ecología de los animales (ecología social) y los modelos de ciudades “espacios de acción” en relación con los conceptos de espacio / geografía tiempo.
4. **Modelos de Ingeniería del Transporte.**- Elaboración de modelos de ingeniería de transporte incluye los viajes, y los modelos de transporte de mercancías sobre la base de la entropía o aleatorios, con submodelos de la utilidad de generación de flujo, la elección de destino, la elección entre modos de transporte, red de búsqueda y asignación de flujo con la moderación de la capacidad resultante en el usuario de la red de equilibrio óptimo, y los modelos normativos para la vía de planificación, gestión de flotas de transporte y la navegación en la red de transporte de gran tamaño. En los acontecimientos más recientes, los conceptos de actividad basadas en la movilidad han sido adoptadas por los modeladores de transporte para tener en cuenta no los viajes de vehículos, las rutas de viaje, viajes multimodal, uso compartido de vehículos y nuevas formas de demanda de transporte colectivo.
5. **Modelos Integrados.**- Incluye enfoques en los que dos o más de estos modelos especializados se combinan, como los modelos integrados de desarrollo territorial a escala regional o metropolitana. Normalmente estos modelos consisten en modelos de localización de actividades, usos del suelo y de viajes, y más recientemente también los aspectos ambientales como consumo de energía, las emisiones de dióxido de carbono, la contaminación del aire, espacios abiertos y el ruido del tráfico.

La elaboración de modelos espaciales en las Ciencias Sociales parece estar más fragmentado que en las Ciencias del medio ambiente. Al mismo tiempo, la necesidad de soluciones de integración es cada vez más urgente debido a la interconexión de los problemas económicos, sociales y ambientales.

3.2 Inmujeres

Durante siglos las mujeres han luchado para que la sociedad reconozca la igualdad de género desde las diferencias biológicas que distinguen entre hombres y mujeres, y por los efectos negativos que se generan en las relaciones, las actitudes, los comportamientos, la cultura de personas e instituciones.

La búsqueda por hacer valer la igualdad jurídica, social y familiar llevó a las mujeres promotoras de los derechos humanos a cabildear, realizar campañas y manifestarse públicamente para colocar la igualdad de género en la agenda de las políticas públicas. Además, han exigido el reconocimiento de los derechos de las mujeres como

derechos humanos, y que la violencia contra las mujeres y las niñas sea considerada como una violación de los mismos. Como resultado de estos movimientos, y en respuesta por parte del Estado Mexicano, el principio fundamental de igualdad jurídica entre hombres y mujeres se integró a la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en 1974, mediante la reforma al Artículo 4o. [20].

A partir de 1975 las reformas legislativas en pro de la igualdad jurídica destacan la labor conjunta de consenso de los partidos políticos promovida por las propias mujeres legisladoras federales y locales, quienes, más allá de las posiciones partidistas, han unido esfuerzos para alcanzar un objetivo común: La equidad de género. En 1980 se creó el Programa Nacional de Integración de la mujer al Desarrollo, el cual propuso un conjunto de iniciativas específicas orientadas a promover el mejoramiento de la condición social de las mujeres. Finalmente, por iniciativa de varios políticos y aprobada por mayoría todas las fracciones parlamentarias representadas por el Congreso de la Unión, el 12 de Enero de 2001 se publicó en el Diario Oficial de la Federación de la Ley [21]. Es mediante esta ley que se crea una instancia para el adelanto de las mujeres mexicanas, el Instituto Nacional de las Mujeres (Inmujeres). El Inmujeres se creó el 8 de marzo de 2001 como un organismo público descentralizado de la Administración Pública Federal con personalidad jurídica, patrimonio propio y autonomía técnica y de gestión para el cumplimiento de sus atribuciones, objetivos y fines [22].

Actualmente el Inmujeres opera con el Programa Nacional para la igualdad entre mujeres y hombres 2009-2012 (Proigualdad), programa especial que engloba las acciones de la Administración Pública Federal y establece una plataforma de líneas básicas de acción y objetivos para garantizar los derechos humanos de las mujeres, la no discriminación, el acceso a la justicia y a la seguridad, así como fortalecer las capacidades de las mujeres para potenciar su agencia económica a favor de mayores oportunidades para su bienestar y desarrollo. El Proigualdad prevé siete objetivos estratégicos: Institucionalizar una política transversal con perspectiva de género en la Administración Pública y Federal y constituir los mecanismos para contribuir a su adopción en los poderes de la unión, en los órdenes de gobierno y en el sector privado.

También garantizar la igualdad jurídica, los derechos humanos de las mujeres y la no discriminación; el acceso de las mujeres a la justicia, la seguridad y la protección civil, así como su acceso a una vida libre de violencia. Además, fortalecer las capacidades de las mujeres para ampliar sus oportunidades y reducir la desigualdad de género, así como potenciar la agencia económica de este sector en favor de mayores oportunidades para su bienestar y desarrollo. Otro de sus objetivos es impulsar el empoderamiento de las mujeres, su participación y representación en espacios de toma de decisión en el Estado y consolidar la cultura democrática.

Analizando el problema que se tiene culturalmente arraigado puede ser un gran estudio para nuestras autoridades e inclusive para la misma sociedad, por esto se ha decidido realizar un Sistema de Información Geográfica Web enfocado al estudio de la violencia de género la cual tendrá como objetivo ayudar a tener información palpable para que el Inmujeres fundamente donde hace más falta infraestructura, en donde se origina con mayor afluencia violencia entre muchos otros problemas más.

Gracias a lo anterior nace nuestra investigación que es la creación de un modelo para realizar un SIG Web enfocado al Inmujeres. Realizando un juego de palabras decidimos llamarlo SIGINM (Sistema de Información Geográfico para el Instituto Nacional de las Mujeres).

3.3 El marco computacional para sistema de base de datos geográfica

Para la construcción de un SIG un objetivo preponderante es la definición de un marco computacional para sistema de base de datos geográfica. Éste está fundamentado como modelo lógico de datos que se asocia a una tecnología denominada "Sistema Manejador de Base de Datos", del inglés DBMS. Dichos sistemas se conforman con lenguajes y sub-sistemas que atienden a la definición, almacenamiento y gestión de la base de datos. En el caso de datos georeferenciados es necesario que el modelo lógico contemple los datos nominales y espaciales. Un adecuado marco computacional es fundamental para que los modelos científicos ejecuten una gestión eficaz y eficiente para el análisis espacial de datos y simulación.

3.3.1 Modelo de datos

La tecnología de los SIG en la mayoría de los casos, se ha desarrollado sin una profundización teórica que sirva de base para su diseño e implementación; para sacar el mayor provecho de esta técnica, es necesario ahondar en ciertos aspectos teóricos y prácticos que los especialistas no deben pasar por alto, partiendo de que no se puede confundir el SIG con digitalizar e introducir datos en la computadora[23].

Al iniciar el estudio para diseñar un SIG, se debe estudiar como se van a manejar objetos que existen en la realidad, la modelización de los fenómenos del mundo real es la tarea principal y más difícil de la construcción de un SIG, como los modelos de uso de la ciencia a la estructura y reducir la abundancia de información sobre el medio ambiente [12].

Por lo que tienen características que los diferencien y guardan ciertas relaciones espaciales que se deben conservar; por lo tanto, no se puede olvidar en ningún caso que se va a desarrollar en la computadora un modelo de objetos y relaciones que se encuentran en el mundo real [24].

Para garantizar que el esquema anterior se pueda obtener, se construye una serie de modelos que permitan manipular los objetos tal cual como aparecen en la realidad, con esto, se convertirán imágenes de fenómenos reales en señales que se manejan en la computadora como datos que harán posible analizar los objetos que ellas representan y extraerles información. Normalmente se llevan a cabo tres etapas para pasar de la realidad del terreno al nivel de abstracción que se representa en la computadora y se maneja en los SIG y que definen la estructura de los datos, de la cual dependerán los procesos y consultas que se efectuarán en la etapa de producción Fig.3.1.

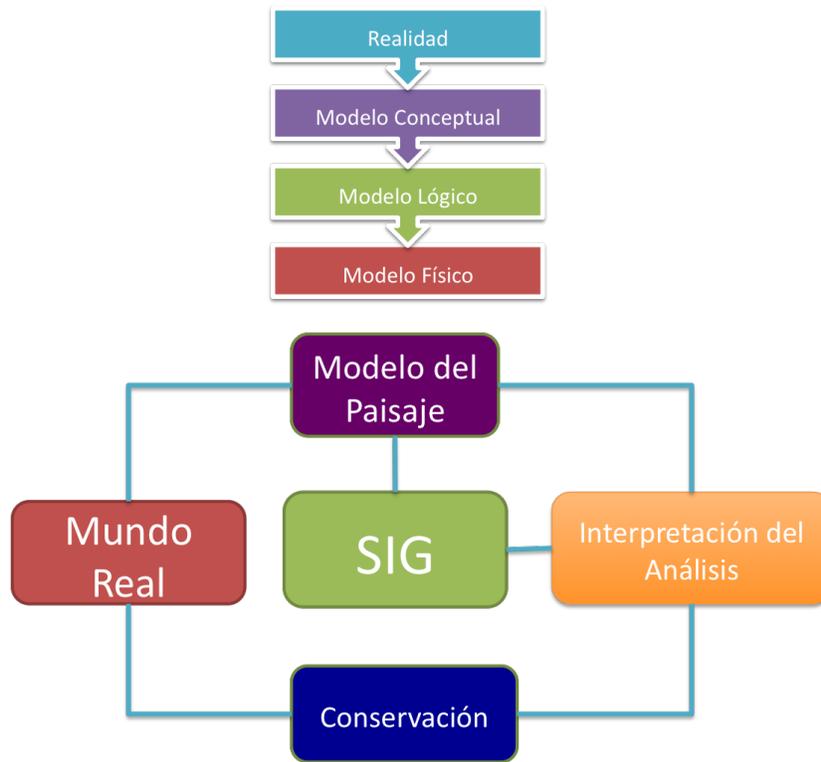


Figura 3.1: Modelo SIG

En relación con una reducción de la complejidad de la elaboración de modelos del mundo real implica la pérdida de una gran cantidad de información y sentido durante el proceso. Tenemos que seleccionar la información que debe incluirse y que puede ser excluido. La decisión de que la información que debe incluirse se basa en nuestro juicio sobre si una información es importante o no. Mientras hacemos esto, ejecutamos una reinterpretación distinta de la del mundo real.

3.3.2 Modelo de Objetos Geográficos

Información y datos es una dicotomía que se presenta entre la concepción en el mundo real y su representación simbólica codificada . La complejidad de la realidad geográfica da lugar a diversas formas de adquirir la información asociada a los eventos espacio-temporales.

Su codificación a representaciones finitas simbólicas (p. ejem. dirección de una escuela), son conformadas en estructuras más complejas (p. ejem. zona escolar), las cuales son asociadas a una localización espacial y que varía con el tiempo. La computadora es el instrumento tecnológico que convierte la información geográfica en un número finito de registros de base de datos y permite llevar a cabo computaciones numéricas que dependen directamente de una cierta longitud de palabra. Para describir la fisonomía espacial geográfica la realidad debe ser concebida mediante un modelo espacial de datos el cual puede ser descrito en dos niveles: modelo de objetos y modelo de campo.

El modelo de objetos que representa fenómenos geográficos que pueden ser singulares ya que poseen una identidad y a su vez características que pueden ser descritas a través de un conjunto de atributos y están definidos a continuación:

- **Punto:** Un objeto cero-dimensional que especifica la localización geométrica a través de un conjunto de coordenadas. Un nodo es un tipo especial de punto, también un objeto cero-dimensional, que es una conexión topológica o punto final que puede especificar una localización geométrica.
- **Línea:** Un objeto uni-dimensional que es un segmento de línea determinado entre dos puntos. Formas especiales de líneas incluyen las siguientes: cadenas, como una serie de puntos que dan un segmento de línea; arcos, como el lugar geométrico de todos los puntos que forman una curva definida por una función matemática; y cadena, como una secuencia consecutiva y dirigida de segmentos de línea o arcos con nodos en cada punto terminal.
- **Área:** Un objeto bidimensional que es continuo, puede incluir un límite o frontera;
- **Celda:** Un objeto bidimensional que representa un simple elemento en un espacio discreto referenciado a una superficie continua.
- **Pixel:** Un objeto pictórico bidimensional que es el elemento más pequeño indivisible de una imagen.
- **Símbolo:** Elemento gráfico que representa alguna característica a los puntos sobre un mapa.

El modelo de campo representa la variación espacial de una simple variable por una colección de objetos discretos. Un campo puede ser asociado con una variable medida sobre una escala continua o discreta. Una base de datos geográfica puede comprender varios campos de los cuales seis son los que comúnmente son usados en un SIG.

1. **Muestreo irregular de puntos.**- La base de datos contiene un conjunto de tripletas (x, y, z) que representan valores de puntos de una variable en un conjunto finito de localizaciones irregularmente distribuidas. Por ejemplo, medidas de precipitación.

2. **Muestreo irregular de puntos.**- El muestreo de puntos es un arreglo que se mapea sobre un enrejado regular. Este campo tiene una similitud con el anterior excepto por el espaciado regular en donde se tienen localizadas las mediciones. Ejemplo de este caso es el Digital Elevation Model (DEM).
3. **Contornos.**- La base de datos contiene un conjunto de líneas, cada una representada por un conjunto de parejas ordenadas (x, y) que están asociadas a un sólo valor z . Los puntos en cada conjunto se asume que están linealmente conectados. Ejemplos, líneas de contorno cartográfica de una misma elevación, mapas hisoyético de datos.
4. **Polígonos.**- El área es dividida en un conjunto de elementos poligonales, de tal forma que cualquier localización cae dentro de un polígono. Cada polígono tiene asociado un valor cuya variable se asume tiene para todas las localizaciones con el polígono. Las fronteras son definidas por un conjunto de parejas ordenadas (x, y) de puntos. Ejemplos son AGEBS, áreas geoestadísticas básicas, uso de suelo, área básica de simulación, polígonos de Thiessen.
5. **Enrejado de celdas.**- El área es dividida en un enrejado regular de celdas, como por ejemplo un enrejado de diferencias finitas. Cada celda contiene un valor y la variable se supone que tiene un valor para todas las localizaciones dentro de la celda. Un ejemplo, son los valores en imágenes de percepción remota.
6. **Red triangular.**- El área es dividida en triángulos irregulares. El valor de la variable es especificada en cada vértice del triángulo y se supone que varía linealmente sobre el triángulo. Como el ejemplo más ilustrativo es el modelo de elevación TIN (Triangular Irregular Network).

El proceso de modelización se relaciona en como usamos la información finita y discreta para representar fenómenos de la vida real un ejemplo de los objetos discretos puede ser una escuela y un objeto continuo quizá una curva de nivel. Existen dos formas de almacenar los datos en un SIG: vectorial y raster. Para mayor manejo de datos la mejor opción es tener los datos en forma vectorial no obstante los SIG que manejan datos raster son muy utilizados en fenómenos continuos; también en estudios donde no se requiere una excesiva precisión espacial (análisis geológico, distribución de temperaturas etc.)

En el SIGINM utilizaremos datos tipo vectorial ya que se tiene una mejor precisión de localización de los elementos geográficos sobre el espacio y donde los fenómenos a representar son discretos, es decir, de límites definidos sin embargo no dejamos de analizar por que es mejor los datos vectoriales que los raster por esto en la Figura 3.2 siguiente se muestran las ventajas y desventajas de usar datos raster y datos vectoriales.

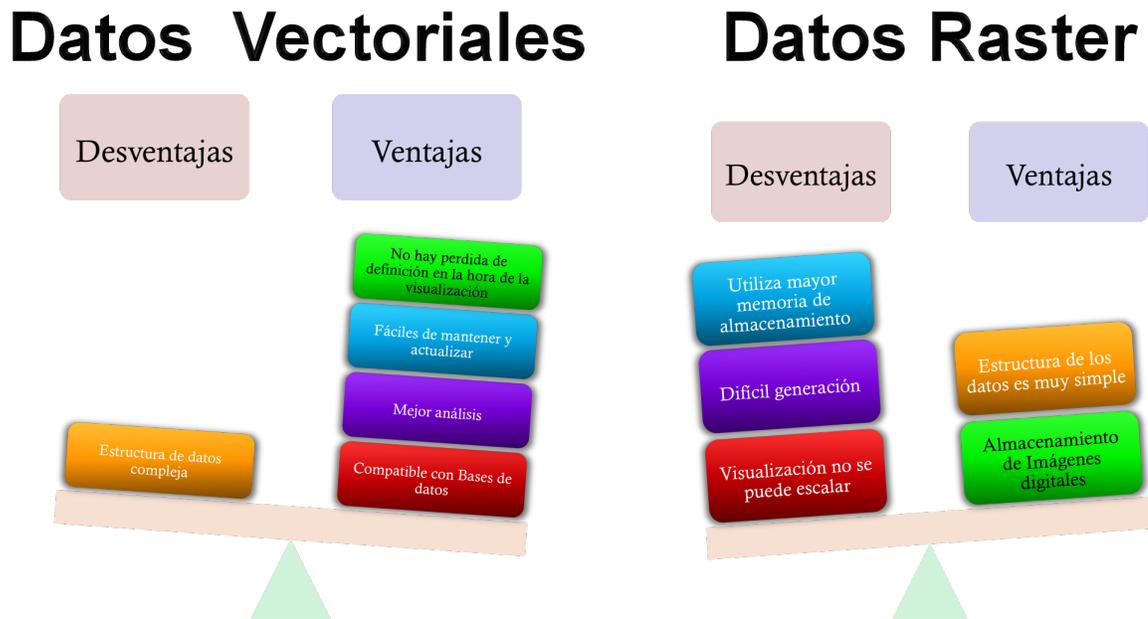


Figura 3.2: Ventajas y desventajas de datos raster y de vector

Modelo de atributos nominales

Los datos no espaciales describen las características de las capas gráficas y los fenómenos que ocurren en localizaciones geográficas específicas. Por ejemplo, en una capa gráfica de sociología para el modelo de infraestructuras como hospitales podemos incluir las especializaciones de cada hospital. Esta puede incluir una serie de variables no espaciales como pueden ser: si existe odontología pediatría etc. En el caso del modelo relacional de datos el problema ha sido tratado ampliamente considerando en esquema de relación, con dominios que son asignados a nombres de atributos. En las bases de datos geográficas, el requerimiento de una vinculación con los modelos espaciales propician una clasificación de cuatro clases de datos de tipo nominal

- **Atributos nominales.**- Las entidades geográficas están parcialmente determinadas por un conjunto de atributos nominales. Cada atributo proporciona información descriptiva, que puede ser cualitativa y cuantitativa, acerca de las características que asume la fisonomía de un mapa. Los atributos tiene asignados dominios homogéneos de valores y son vinculados a elementos gráficos a través de identificadores comunes. Dichos identificadores, son denominados geocódigos y sirven de llave única que asocia los registros espaciales y no-espaciales.
- **Índices geográficos.**- Describe incidentes o fenómenos que ocurren en una localización específica. A diferencia de los atributos, estos no describen rasgos del mapa en si mismo. Este tipo de datos describe átomos o acciones (tales como

muestreo y protocolos de análisis), los cuales pueden ser relacionados a localizaciones geográficas (tales como estaciones de monitoreo de la calidad del servicio). Los datos de referencia geográfica representa una entidad adicional en el modelo geográfico que identifica la localización de los elementos o fenómenos. Con una mayor perspicacia en el modelo EVE (capítulo 5), podemos incorporar otros atributos que mantenga cierta participación en la viculación.

- **Vínculos espaciales.**- Comunmente existen algunas descripciones conceptuales entre los objetos espaciales. La asociaciones espaciales son definidas principalmente como descripciones de proximidad, adyacencia y conectividad de los rasgos de los mapas.

3.4 Metadatos y OpenGIS

El OpenGIS Consortium (OGC) fue creado en 1994 y agrupa a más de 350 organizaciones públicas y privadas, su misión es abordar los problemas de interoperabilidad entre sistemas de proceso de datos geoespaciales a través del establecimiento de normas, desarrollado Geography Markup Language (GML) para resolver la mayoría de las cuestiones de interoperabilidad de los datos [25]. El GML (Geographic Markup Language) es un formato XML (Extensible Markup Language) basado en la codificación estándar para el transporte y almacenamiento de información geográfica incluida la geometría y las propiedades de las características geográficas incluyendo las propiedades espaciales como las no espaciales de los elementos geográficos.

El uso de GML como un estándar para describir de información geográfica permite compartir datos y la integración más fácil que nunca. GML es un dialecto XML, GML defiende el principio de separación de contenido geográfico de su presentación y no se ocupa de la visualización de las características geográficas, por lo que en denominación es el modelo de datos geométricos. La definición de GML se realiza utilizando esquemas (schemas). Los esquemas de la especificación podemos personalizarlos a nuestro modelo de datos extendiendolos o especilizandolos.

El Consorcio OpenGIS propuso el Modelo de Objetos Geométricos y se muestra en la Figura 3.3. Este modelo muestra la clase Geometría es la de mayor nivel tiene herencia o subniveles como los son Punto, Curva, Superficie y Colección Geográfica.

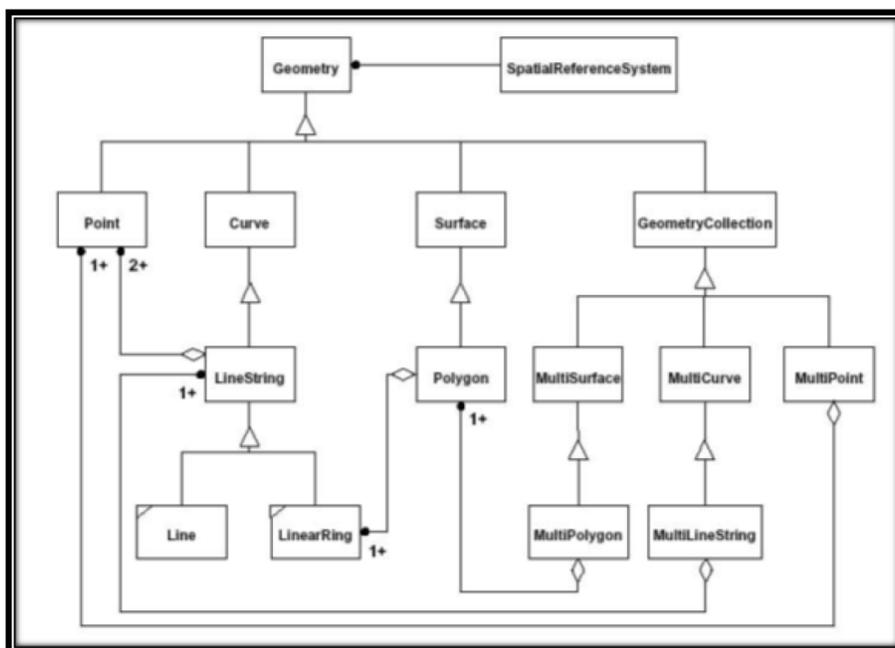


Figura 3.3: Modelo de Objetos Geométricos de OpenGIS

El modelo relaciona a cada objeto geométrico a un Sistema de Referencia Espacial, el cual describe la coordenada espacial en la que se define el objeto geométrico. Las clases Multipunto, MultiPolilínea y Multipolígono corresponden a un grupo de Puntos, Polilíneas y Polígonos respectivamente. GML está respaldado por los principales fabricantes de software geográfico, así como las más importantes agencias estatales relacionadas con datos espaciales por lo que nuestro SIGINM está basado a este estándar esto es por que la diferencia entre los datos geográficos (que son codificados en GML) y sus interpretaciones gráficas que podrían ser un mapa o cualquier forma de visualización Fig. 3.4.

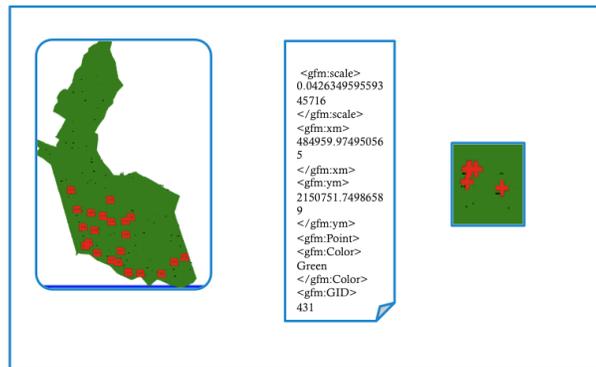


Figura 3.4: Distintas representaciones la misma información geográfica

3.4.1 Open GIS

El modelo de Software libre se plantea originalmente como un modelo más justo y equitativo de producción y uso de software, independientemente del ámbito en el que esas tareas se llevan a cabo [26]. El software libre constituye un modelo de negocio distinto, que puede aprovecharse como herramienta para construir riqueza y oportunidades en países en vías de desarrollo, constituyendo así como una alternativa [27]. En el ámbito de los SIG, la mayoría de las necesidades pueden cubrirse mediante el uso exclusivo de herramientas libres, y en muchos casos de mejor forma que con aplicaciones privadas. Como se menciona en el capítulo anterior el principal consorcio para el geoprocesamiento es llamado *Open GIS Consortium, Inc. (OGC)*, la cual es una organización sin fines de lucro dedicada a la promoción de nuevos enfoques técnicos y comerciales para el geoprocesamiento interoperable. Algunas organizaciones como: proveedores de software de geoprocesamiento, de base de datos, de visualización; las compañías, las universidades y las agencias federales se han unido al consorcio OGC para participar en la creación de una especificación de software y para establecer estrategias que ayuden a resolver el problema de geoprocesamiento. La especificación del software OGC es la descripción de los servicios y componentes de la interoperabilidad de datos geográficos abiertos (*OGIS, Open geodata Interoperability Specification*), la cual es una extensa especificación de un marco de software para distribuir el acceso a los datos geográficos y recursos de geoprocesamiento.

Kurt Buehler y Lance McKee [25] establecen que *OGIS* proporciona a los desarrolladores de software de todo el mundo una plantilla detallada de interfaz común para escribir software que pueda interoperar con software compatible *OGIS* escrito para otros desarrolladores. El marco de *OGIS* incluye tres partes:

- * **Modelo de datos geográficos libre (OGM, Open Geodata Model).**- Es un medio común para la representación digital de los elementos geográficos de la Tierra y sucesos geográficos relacionados con ésta, matemáticamente y conceptualmente;

- * **Modelo de servicios OGIS** .- Consiste en una especificación para la aplicación de servicios de acceso a los datos geográficos, gestión, manipulación, representación e intercambio entre comunidades de la información;
- * **Modelo de información entre las comunidades**.- Es un marco de trabajo para el uso de modelos de datos geográficos abiertos y modelo de servicios OGIS para resolver no solo el problema técnico de no- interoperabilidad, sino también el problema de la no-interoperabilidad institucional.

3.4.2 Estándar ISO/TC 211

Desde 1990, se ha comenzado a experimentar con una gran evolución en tecnología de geoprocésamiento, analizando también un aumento significativo en el número de SIG instalados. Este tipo de sistemas se ha adoptado en ambientes de administración pública y privada. El aumento de desarrollo de los SIG se debe por un aparte a la reducción del precio en el diseño y desarrollo de los sistemas de captura de datos y de software de geoprocésamiento. Por otra parte, la divulgación se debe a la amplia difusión de la cultura del geoprocésamiento y a la consiguiente expansión de las aplicaciones que están siendo implementadas en SIG [28]. Actualmente está en aumento el uso de repositorios geoespaciales¹ para almacenar el contenido conceptual de esquemas de base de datos y diccionarios alineados con las normas internacionales de información geográfica *ISO/TC 211* y *OGC*. El estándar *ISO/TC 211* y *OGC* es el comité técnico de la *ISO*² encargado de definir las normas internacionales en el ámbito de la información geográfica digital. Las labores del comité incluyen el desarrollo de métodos, normas y servicios necesarios para adquirir, procesar, gestionar y acceder a datos geoespaciales. Las normas internacionales proporcionan las bases para el desarrollo de aplicaciones geoespaciales. La lista de estándares *ISO/TC* se muestra en la figura 3.5.

¹Es una colección de datos organizada para proporcionar información, acerca de la semántica, la geometría, la temporalidad y la integridad de datos almacenados en una base de de datos geográfica.

²Organización Internacional para la Estandarización (International Organization for Standardization).

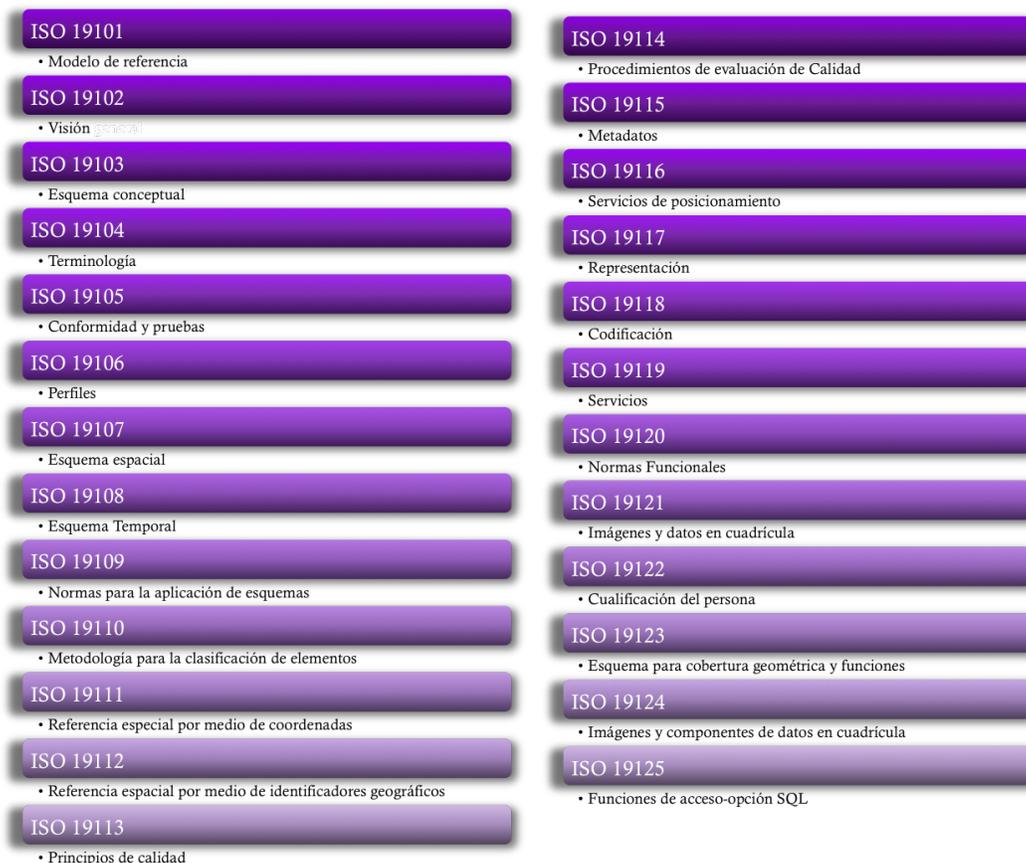


Figura 3.5: Estándares ISO/TC

Observando los estandares se explicara a mayor detalle los que se aplican a nuestro proyecto.

- **ISO 19103 (Esquema conceptual).**- Refiere a la selección de un lenguaje de esquema conceptual que satisfaga las necesidades de los modelos de información geográfica y del desarrollo de estándares.
- **ISO 19107 (Esquema espacial).**- Define un conjunto de datos espaciales estándar y las operaciones de tipo geométrico y espacios topológicos. La geometría suministra los medios para describir las formas de los objetos con coordenadas y funciones matemáticas.
- **ISO 19108 (Esquema temporal).**- Es la contraparte del esquema espacial. En este se definen las características temporales y las funciones necesarias para describir los eventos que ocurren en el tiempo dentro del contexto espacial.

- **ISO 19109 (Normas para la aplicación de esquemas).**- Este es uno de los más importantes ya que define el *GFM (General Feature Model)*, el cual consiste en el metamodelo para la abstracción de características del mundo real. Las normas de aplicación proporcionan los principios sobre el proceso de abstracción y la realización de aplicación de esquemas que documenta una percepción de la realidad.
- **ISO 19110 (Metodología para la clasificación de elementos).**-Determina un metadato para la documentación de entidades del mundo real.
- **ISO 19111 (Referencia espacial por medio de coordenadas).**- Este define la metodología para documentar el sistema de referencia de coordenadas.
- **ISO 19115 (Metadatos).**- Especifica el contenido y la estructura de los componentes de los metadatos para describir conjunto de datos [29].

3.5 SIG Nacionales

Existen muchas aplicaciones para los SIG como lo mencionamos anteriormente sin embargo la mayoría de estos tienen sus ventajas y desventajas estas se verán reflejadas a continuación:

Sistema integral de Información Geográfica (SIG) para la Vigilancia de Paludismo de los Proyectos de Áreas Demostrativas en México Este sistema tiene la peculiaridad que se puede administrar y capturar datos nominales y esto no ayudó a entender su modelo físico y lógico sin embargo no es muy útil a la hora de realizarlo debido a que este maneja Arc Gis Server y Visual Basic 2003 por lo que no es multiplataforma y solo puede ser utilizado por usuarios de Windows[30].

Utilización de un SIG para la determinación del impacto ambiental generado por actividades agrícolas, ganaderas e industriales: El caso del valle de Zapotlán en la reserva de la biosfera de Tehuacán cuicatlán Su objetivo era el realizar un análisis de calidad que permitiera el evaluar la magnitud que tendrá la alteración del medio generado por las actividades agrícolas, el impacto de la ganadería extensiva considerando el uso actual y el impacto ambiental de la localización de polígonos industriales en el valle de Zapotlán de las salinas, Puebla (México), y está realizado con la tecnología IDRISI 3.2 que es una tecnología hecha para plataformas Windows lo que la pone en desventaja para usuarios de otras plataformas.

El impacto que obtuvieron al tener un SIG con este contexto fue de vital importancia al localizar cuáles son las principales amenazas que atacan a los ecosistemas de la reserva de Tehuacán[31]. Como observamos ellos consideraron varios factores el cual nos dieron un panorama más amplio sobre como era nuestro problema o como teníamos que desfragmentarlo para ir atacándolo de una manera más real.

IRIS Sistema de Información Geográfica de INEGI IRIS es una aplicación informática orientada a cubrir las principales capacidades de los Sistemas de Información Geográfica actuales, con un enfoque dirigido a las necesidades de los productores de información geográfica del país [32].

IRIS es un desarrollo propio donde participa personal calificado en la elaboración de software orientado a relacionar la información geográfica y estadística que se genera en el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), y en otras unidades productoras y usuarias de información geográfica 3.6.

La necesidad de la sociedad mexicana de contar con información estadística y geográfica, ha encaminado al Instituto a cubrir necesidades básicas respecto de la integración de la información estadística referida al espacio que le da origen, con lo cual se construyen modelos que aportan los elementos necesarios para orientar la toma de decisiones. Dadas estas características, es un herramienta útil para realizar estudios de ordenamiento territorial, formular planes de desarrollo regional y municipal, implementar políticas sociales y apoyar en proyectos de protección civil en casos de contingencias por desastres, en proyectos de seguridad pública, entre otros.



Figura 3.6: Software IRIS

Si podemos observar se podría decir que IRIS resuelve todos los problemas que el Inmujeres nos planteó sin embargo una de las desventajas de IRIS y quizás la principal es que es una aplicación para escritorio por lo que para tener actualizaciones y otras cuestiones deberán comprar una vez más software, otra de sus desventajas es que no es multiplataforma por lo que a los usuarios los obligaría a tener que instalar Windows, como el Sistema para la Vigilancia de paludismo de los proyectos de áreas demostrativas de México y finalmente esta realizado con Sql (Lenguaje estándar entre algunos manejadores de Base de datos) pero su base esta hecho de igual manera con ArcGIS por lo tanto tiene un costo económico alto. Por lo que vimos estos tres ejemplos representativos y en la siguiente tabla podemos observar que si bien hay gente mexicana trabajando en SIG se están atando a tecnología de paga, somos muy pocos los que estamos apostando al Software libre por lo que tenemos una tarea muy compleja al implementar SIG completamente de software libre Fig.3.7.

SIG NACIONALES	Software Libre	MULTI-PLATAFORMAS	ENTORNO WEB
SIG para la vigilancia de paludismo de los proyectos de Áreas demostrativas en México	NO	NO	NO
Utilización de un SIG para la determinación del impacto ambiental generado por actividades agrícolas, ganaderas e industriales: El caso del valle de Zapotlán en la reserva de la biosfera de Tehuacán cuicatlán	NO	NO	NO
IRIS Sistema de Información Geográfica de INEGI	NO	NO	NO
SIGINM	SI	SI	SI

Figura 3.7: Tabla Comparativa

Capítulo 4

Descripción de SIGINM

Como se ha mencionado en los capítulos anteriores tenemos mucho material para modelar un Sistema de Información Geográfico Social por lo que ahora se describirá de manera más propia a nuestra investigación, expondrán a grandes rasgos cual es el proyecto Nacional sus módulos que lo conforman y la delimitación del proyecto en esta tesis, se explicarán las tecnologías de una manera superficial.

4.1 Proyecto Nacional y delimitación del Proyecto

Observando que es lo que se va a utilizar y por que es mejor una tecnología que la otra se explicará el Proyecto Nacional el cual como lo vimos en el capítulo anterior el Inmujeres requería de un banco de datos Nacional, sin embargo nos dimos cuenta que esto no era suficiente para tener un control sobre esta información ya que se manejaran volúmenes de datos tan grandes que finalmente no se gestionan eficientemente usando métodos manuales, por lo que se acordó realizar un Sistema de Información Geográfico, ya que un SIG esta diseñado para la colección, almacenamiento, y análisis de objetos y fenómenos donde la localización geográfica que son características importantes o críticas para el análisis de los indicadores de violencia, e.g. la localización de un ministerio público ó, en que lugar existe más afluencia de mujeres que acuden a hospitales por sufrir alguna lesión etc. son consideraciones clave usando esta información. El número de aplicaciones y análisis que pueden realizarse por un SIG son tan amplias y diversas como los conjuntos de datos geográficos disponibles. El portal SIGINM(Sistema de Información Geográfica para el Instituto Nacional de las Mujeres) se llevará a cabo en varios módulos los cuales se observan el diagrama 4.1

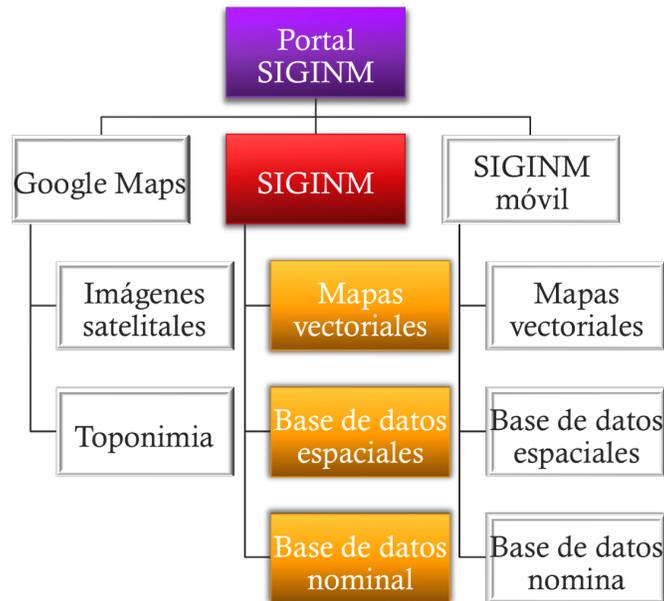


Figura 4.1: Proyecto Nacional SIGINM

El primer módulo que se encuentra es el de GoogleMaps contendrá las imágenes satelitales y la Toponimia el cual, no se puede dejar a un lado ya que ha sido uno de los pioneros acerca de los SIG y cuentan con una plataforma ya bien establecida sin embargo no cuenta con una total manipulación de datos nominales por lo que el módulo el cual nosotros tendremos la mayor contribución, siendo uno de los más importantes dado que es donde se llevará a cabo una total manipulación de los datos, como será en tener una base de datos en donde estarán guardados los datos espaciales y de esta manera redibujar gracias a SVG (Scalable Vector Graphics), y así tener una mejor visualización de los mapas, además de tener la base de datos nominal el cual contendrá datos de interés para los usuarios.

Dentro de los Alcances definiremos los siguientes puntos:

- Base de datos Geográfica de Hospitales, Escuelas, otros en PostgreSQL/PostGIS
- Servidor de Mapas desde la Base de datos Geográfica
- Visualizador de Mapas dinámico conformado de Software Libre
- Despliegue de Información nominal.

Dentro de las Limitaciones

- La información sobre el cual trabajaremos solamente será de la delegación Gustavo A. Madero.
- Las Instituciones son herméticas con sus base de datos por lo que se tiene poca información nominal

4.2 Tipos de datos y análisis de datos simbólicos y ordinales

Como definimos en la sección anterior los alcances y las limitaciones ahora se tratará de describir a grandes rasgos las principales tecnologías y se dará un breve ejemplo de como se usaran en nuestro sistema.

Los modelos de los objetos son considerados en términos de su conocimiento y las dependencias entre las característica descritas a través de sus atributos. En los modelos semánticos es claro que las dependencias mantienen una transitividad que extienden los conceptos, enriqueciendo los significados, pero dando problemas a las clasificaciones. El problema fundamental del análisis es encontrar medidas de distancias entre los objetos o características que ellos tienen. Dichas medidas, nos permiten definir clases que se interceptan o ajenas, o también, subclases. De esta manera los esquemas de clasificación, determinan estructuras donde se tiene clases similares determinadas por medidas de similitud, considerando que dentro de un dominio estas pueden ser ordenadas parcialmente formando nuevas estructuras denominadas *Retículas* del inglés *Lattices*.

Atacar el problema de analizar datos simbólicos y ordinales conduce a la representación y organización del conocimiento en taxonomías de clases. En la dirección, de una solución se requiere de la aplicación de alguna *técnica de análisis*, la cual este asociada a un *algoritmo de clasificación*, que a su vez se encuentra dentro un *esquema de clasificación*.

Un esquema de clasificación es un modelo abstracto de una clase taxonómica, el cual se define tomando en cuenta a un modelo de individuos \mathcal{M}_I y uno de categorías \mathcal{M}_C . Los elementos de los primeros son interpretados como entidades dentro del dominio del modelo. En su turno, las categorías tienen dos posibles interpretaciones, ambas como conjunto de individuos. La interpretación abstracta y la real, difiriendo esencialmente en el dominio del modelado. Las interpretaciones de las categorías tienen condiciones de eslabonamiento como las *relaciones de orden*. Estas brindan una propiedad de *extensión de inclusión* mostrada por el acoplamiento de las categorías por el orden parcial. En los *esquemas de clasificación*, es importante que se pueden mostrar mediante comparación gruesa de una superposición de dos taxonomías. Es decir, un esquema de clasificación sobre un par de modelos \mathcal{M}_I y \mathcal{M}_C , es dado por un conjunto de categorías $\{C \in \mathcal{M}_C\}$ y dos relaciones de orden parcial: una relación de sub-categorización \leq y un criterio den la subcategorización \ll .

4.3 Tecnologías Open Source

4.3.1 Visualización de datos

Visualización y análisis de datos son dos aspectos que se encuentran íntimamente relacionadas. Comúnmente, cuando un profesor quiere ilustrar de manera cualitativa ciertos resultados numéricos lleva a cabo un bosquejo gráfico, permitiéndole poner atención en ciertos casos y realzando resultados importantes. El mapeo, a gráficas en una hoja de papel con un sistema de referencia de coordenadas cartesianas ha sido lo más inmediato y natural; sin embargo, si nuestro fenómeno presenta crecimientos substancialmente muy pronunciadas es necesario aplicar una nueva escala que sea logarítmica y, en el contexto de computación de datos la regla de cálculo es el instrumento. Este, proceso de interacción hombre-máquina llevado a una computadora con software para transformaciones de datos y los medios gráficos de presentación de datos, es el paradigma de *Visualización y análisis de datos*.

La presentación visual de los datos geográficos SVG

Scalable Vector Graphics (SVG) es un lenguaje basado en XML utilizado para describir una imagen, especialmente para la visualización en el navegador Web. Es un estándar desarrollado por el W3C (World Wide Web Consortium). SVG es un gráfico vectorial, que es diferente de los formatos de imagen raster como GIF, JPEG y PNG ver Fig. 4.2. Un gráfico vectorial usa enunciados matemáticos para describir las formas y los caminos de una imagen. El uso de la palabra “escalables” en SVG tiene dos significados. En primer lugar, las imágenes de gráficos vectoriales se pueden escalar fácilmente, no se limita a un tamaño de píxeles individuales y fijos. El formato SVG significa que se pueden visualizar en cualquier dispositivo de cualquier tamaño y cualquier resolución. En segundo lugar, en particular esta tecnología puede crecer a un mayor número de archivos, un gran número de usuarios y una gran variedad de aplicaciones en la web.

Otras características de SVG incluyen un tamaño de archivo más pequeño y la búsqueda de información de texto. Un archivo SVG es generalmente más pequeño que un archivo raster (mapa de bits) para la resolución de un mismo mapa y por lo tanto pueden ser transferidos a través de Internet más rápidamente. La información de texto dentro de SVG es todavía texto y puede ser consultada, mientras que la información de texto dentro del archivo raster se integra en la imagen y ya no se reconoce como texto. SVG es también especialmente adecuado para la visualización de mapas inteligentes, porque los objetos geométricos como puntos, líneas y polígonos son reconocidas como tal, son identificables.

Las imágenes raster por otra parte contienen información sobre cada píxel, y los puntos, líneas y polígonos que no son reconocibles. Por lo tanto, el usuario puede trabajar directamente con las características espaciales de un SVG, pero no en la imagen raster.

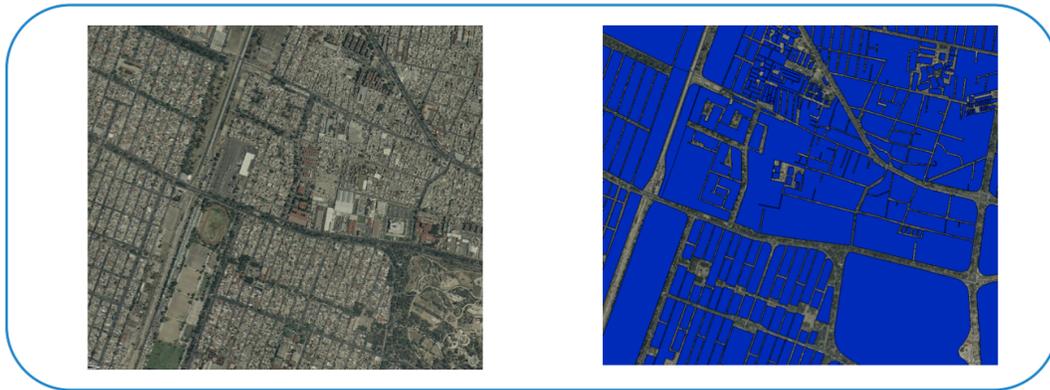


Figura 4.2: Imagen Raster y SVG

4.3.2 El modelo objeto - relacional de PostgreSQL

PostgreSQL es un modelo relacional extendido el cual asume el modelo relacional de datos tradicional e incluye alguna de las características del modelo orientado a objetos [33]. Los conceptos de generalizaciones y especializaciones que se definen en el modelo extendido EVE derivan en un modelo de datos lógico el cual debe incluir el empotrado de tipos extras, considerando la posibilidad de definir tipos de datos abstractos, soporte para herencia, soporte para objetos compartidos y la capacidad para soportar reglas y funciones para manejar datos de manera sencilla. En principio, la capacidad que tiene PostgreSQL para incluir lo anterior, es una razón principal para usarla como una plataforma adecuada de desarrollo; más aun, el tiempo y el espacio son dos factores importantes que refuerzan la decisión de establecer PostgreSQL como la base para un **SIG espacio-temporal**. PostgreSQL tiene la capacidad de incluir el manejo del **tiempo**, tanto del mundo real, como el tiempo de la base de datos. Soporta tipos de datos geométricos y operadores espaciales asociadas, así como la habilidad de manejar tipos de "objetos grandes" los cuales puede incluir bitmap para datos basados en raster [34]. Como un resumen de datos de tipo geométrico son:

- **point.**- Consiste de un par de coordenadas, las cuales describen una localización en un espacio de dos dimensiones. Los puntos geográficos pueden ser usados para identificar características topológicas, parecidas a lo que son nodos de polígonos, o entidades geográficas de nivel más alto como puede ser cabecera municipal, ciudad, estación de transporte.
- **lseg.**- Representa un simple segmento de línea recta y consiste de un punto inicial y un punto final. Su uso principal es como parte de una más grande y más complicada entidad línea característica.
- **path.**- Consiste de un arreglo de **lseg**.

- **polygon.**- Consiste de un arreglo de **lseg** en donde coincide el punto inicial con el final.
- **box.**- Describe un rectángulo.

Existen tres principales tipos temporales. Ellos pueden ser usados como parte de una consulta, en cuyo caso PostgreSQL asume que es un valor temporal de la base de datos, o un tipo que puede ser definido dentro de una relación y que corresponde a un tiempo del mundo real.

- **absolute time.**- Consiste de un mes, día, hora, minuto, segundo, año y hora de zona. Este tipo es usado como un dato estampa-tiempo con tiempos absolutos.
- **relative time.**- Permite hora para ser especificado en términos relativos. Este tipo consiste de un valor numérico, una unidad (dimensionalidad) y una dirección.
- **time range.**- Admite un período de tiempo para ser especificado y consiste de dos tipos de tiempo absoluto. El primero representa el inicio y el final es el que determina el período de tiempo.

PosgresSQL: objeto-relacional.- Con base en la naturaleza de los sistemas de base de datos orientados a objetos, actualmente, existe un debate de su uso estandar y los sistemas relacionales. Existen pocos prototipos de investigación los cuales pueden combinar las buenas características de SQL con accesos simples y, conexiones estandar con ODBC o JDBC, en contra parte de la buenas características de los ODBC los cuales tiene un modelo para datos complejos. El punto, es tomar la dirección de los sistemas orientados a objetos, tomando ventaja de las tecnologías eficientes relacionales, produciendo un nuevo paradigma que son los *Sistemas de Base de Datos Objeto-Relacional*, como lo es PosgresSQL.

PosgresSQL: modelo activo.- El sistema PostgreSQL desarrollado en UC-Berkeley, fue uno de los primeros que incorporó el modelo activo, con la finalidad de monitorear el estado de la base de datos y ejecutar algunas acciones predefinidas, bajo la ocurrencia de eventos.

Para el primer caso, uno de los representativos son los *Sistemas de Información Geográfica*. Lenguajes de consulta a este tipo de base de datos, pueden ser tratados dentro de un ambiente visual. Considerando que nuestro núcleo de máquina de base de datos es PostgreSQL, la herramienta relevante para los SIG son los siguientes componentes: PostGIS detallado posteriormente. El otro modelo, incluye datos temporales y puede ser muy adecuado como un repositorio para computación de problemas dinámicos. Existen algunas propuestas de lenguajes de consulta para soportar el manejo de datos temporales, como puede ser TSQL2 o SQL-2.

PostgreSQL y PostGIS

PostgreSQL es considerado como uno de los mejores gestores de base de datos de todo el software abierto. Muchas empresas han emprendido el uso de esta herramienta beneficiándose en la reducción de costes y aumentar la fiabilidad. Dentro de sus características tenemos:

- Cumple completamente con ACID¹
- Cumple con ANSI SQL
- Integridad referencial
- Replicación (soluciones comerciales y no comerciales) que permiten la
- duplicación de bases de datos maestras en múltiples sitios de replica
- Interfaces nativas para ODBC, JDBC, C, C++, PHP, Perl, TCL, ECPG, Python y Ruby Reglas Vistas Triggers
- Unicode Secuencias Herencia Outer Joins Sub-selects.

La forma tradicional de almacenar información espacial digitalmente es utilizar algún formato de los programas SIG “de escritorio” como ArcView, MapInfo o GRASS. En general, estos formatos son poco flexibles y bastante anticuados, ya que son un conjunto de archivos que almacenan la información sobre las coordenadas, proyección espacial y los datos asociados a cada elemento.

El formato más común utiliza archivos con extensión DBF para almacenar los datos, formato que presenta muchas limitaciones que parecen totalmente arbitrarias en el día de hoy como por ejemplo nombres de campos limitados a 10 caracteres, 3 ó 4 tipos de datos, entre otras. En cambio, PostGIS (y en general cualquier extensión espacial a un RDBMS) soluciona estos problemas y además, permite una mucho mayor flexibilidad porque hace posible realizar operaciones espaciales en la fuente de datos misma, lo que conlleva varias ventajas, entre ellas:

1. Hace la vida más sencilla a la de un programador, puesto que evita el tener que implementar esas operaciones en la aplicación (intersección, búsqueda por cajas, proyección geográfica de los datos, etc.). Además se puede optar por desarrollar partes de la lógica de la aplicación vía procedimientos almacenados, o generar nuevos conjuntos de datos a partir de los existentes de manera mucho más fácil a través de vistas, subqueries, joins o tablas temporales.

¹ACID es un acrónimo de Atomicity, Consistency, Isolation and Durability: Atomicidad, Consistencia, Aislamiento y Durabilidad. Conjunto de características necesarias para que una serie de instrucciones puedan ser consideradas como una transacción

2. Permite un mayor control sobre la aplicación, al separar los datos del lugar donde se encuentra la aplicación (y no tener necesariamente que compartir archivos vía un sistema de archivos distribuido si queremos separar los datos de la aplicación). Este control presenta beneficios en varios niveles, como el de poder distribuir la carga hacia el RDBMS, o a la aplicación, según el tipo de aplicación y sus características, o correr en máquinas distintas el servidor espacial (de haberlo) y el RDBMS.

PostGIS es simplemente una extensión a PostgreSQL, que define nuevos tipos de datos, crea dos tablas con información relevante al sistema (proyección de los datos y columna que posee la información geográfica) y define también las funciones de manejo de información como procedimientos almacenados.

Modelo de atributos nominales

Los datos no espaciales precisan las características de las capas gráficas y los fenómenos que ocurren en localizaciones específicas (geográficas). En las bases de datos espaciales, el requerimiento de una vinculación con los modelos espaciales propician una clasificación de clases de tipo nominal como son:

- * *Atributos nominales.*- Entidades geográficas se determinan parcialmente por un conjunto de atributos nominales; Cada atributo provee información descriptiva, que puede ser cualitativa y cuantitativa, acerca de las características que asume la fisonomía de un mapa. Los atributos tienen asignados dominios homogéneos de valores vinculados a elementos gráficos, a través de indentificadores comunes.
- * *Índices geográficos.*- Describe fenómenos que ocurren en una localización específica. Son diferentes a los atributos ya que estos no describen rasgos de mapa en sí mismo. Este tipo de datos describe acciones, los cuales pueden ser relacionados a localizaciones geográficas.
- * *Referencia a datos geográficos.*- Son conjuntos de información geográfica digital que sirven para referir espacialmente otros datos manipulados por los SIG.

4.4 Conclusiones

Dentro de este capítulo se describió un poco de las tecnologías a usar al momento de implementar lo que lo hace fundamental para el desarrollo de la investigación por lo que en los capítulos siguientes se explicará a detalle la arquitectura y diseño de nuestro SIGINM.

Capítulo 5

Diseño y Arquitectura de SIGINM

Como lo hemos mencionado en los capítulos anteriores arquitectura es el problema principal de los SIG, es que el interés se ha dirigido al Internet, el cual tiene como meta liberar y compartir información espacial [35], con el objetivo de dar soporte durante el proceso de toma de decisiones. El desarrollo y mantenimiento de las aplicaciones representa un costo (tiempo y dinero) que puede elevarse cuando existen cambios en la especificación de los requerimientos. Por lo que se ha propuesto una arquitectura de tres capas ya que su principal ventaja de este estilo es el desarrollo que se puede llevar a cabo en varios niveles y, en caso de que sobrevenga algún cambio, solo afecta a una sola capa sin tener que revisar todo el código completo.

5.1 Arquitectura tres capas

Como se menciona en la introducción al capítulo se utilizará una arquitectura de tres capas para el desarrollo de nuestro SIG. La arquitectura tres capas es un estilo de programación que tiene como objetivo primordial la separación de la capa de presentación, capa de negocio y la capa de datos. En la figura 5.1 se muestra nuestra arquitectura general sus componentes esenciales son los siguientes:

- > **Capa de Presentación:** En esta capa es la donde el usuario interactúa, le comunica la información y captura de la información del usuario en un mínimo proceso en este caso puede acceder desde cualquier dispositivo ya que es multiplataforma por el simple hecho que esta en internet. Esta capa se comunica únicamente con la capa de negocio. También puede ser nombrada como interfaz gráfica y debe tener la característica de ser "amigable" para el usuario.
- > **Capa de negocios:** Aquí es donde, se reciben las peticiones del usuario y se envían las respuestas tras el proceso. Se le llama capa de negocio por que es donde se establecen toda las reglas que deben cumplirse. Esta capa se comunica con la capa de presentación, para recibir solicitudes y presentar resultados, y con la capa de datos, para solicitar el gestor de base de datos para almacenar o recuperar datos

él. De una manera más sencilla de explicar son las reglas de negocios. En nuestro caso en el SIG es la manera de acceso a los datos, validación de usuario, petición de capas(escuelas, hospitales etc.) entre otras.

-> **Capa de datos:** Es donde residen los datos y es la encargada de acceder a los mismos. Está formada por uno o más gestores de base de datos que realizan todo el almacenamiento de datos, reciben solicitudes de almacenamiento o recuperación de la información desde la capa de negocios. En esta parte tenemos en nuestro sistema las base de datos espaciales y la base de datos nominal.

A continuación se explicará a mayor detalle cada capa con su propia arquitectura.

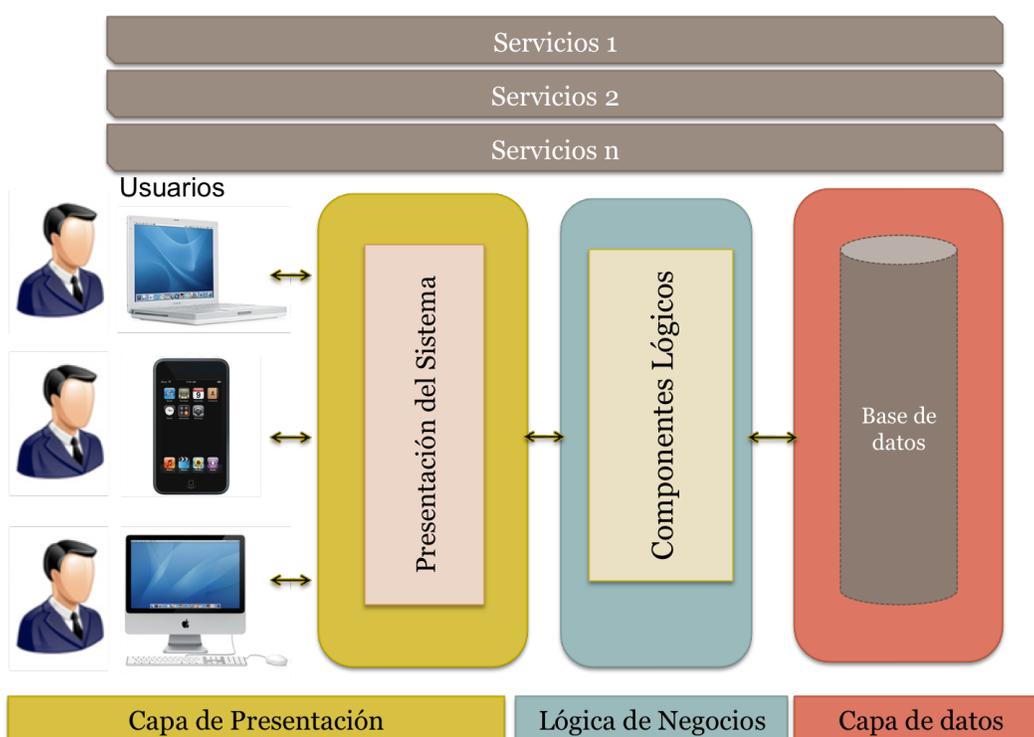


Figura 5.1: Arquitectura General (Tres Capas)

Ahora que se tiene una visión general de la arquitectura tres capas se mostrará nuestra arquitectura basada en dicha arquitectura para después dar paso a la descripción de cada una de ellas.

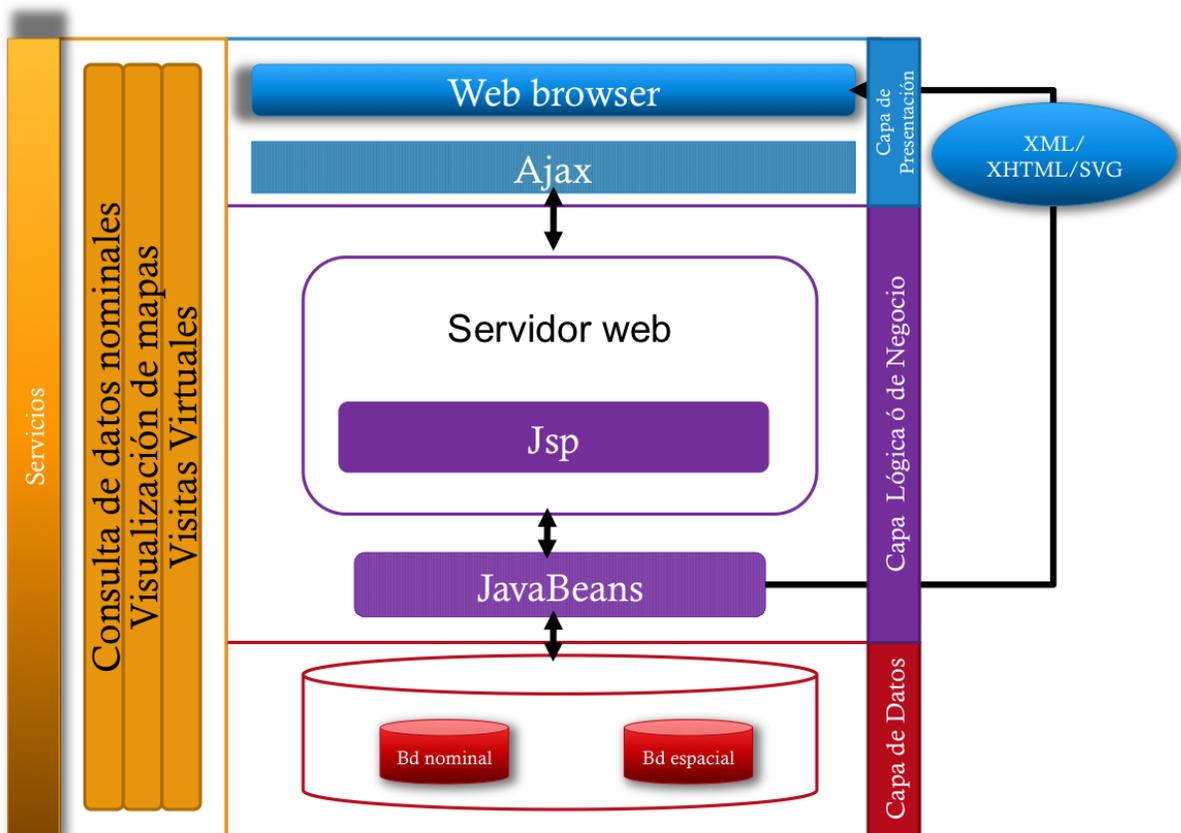


Figura 5.2: Arquitectura General de SIGINM (Tres Capas)

5.2 Capa de Datos

Como hemos hablado la capa de datos es donde se almacenan la información a desplegar ahora se describirá los modelos de los datos.

5.2.1 Modelo Conceptual de la Base de datos

Es la conceptualización de la realidad por medio de la definición de objetos de la superficie de la tierra (entidades) con sus relaciones espaciales y características (atributos) que se representan en un esquema describiendo esos fenómenos del mundo real Fig. 5.3.

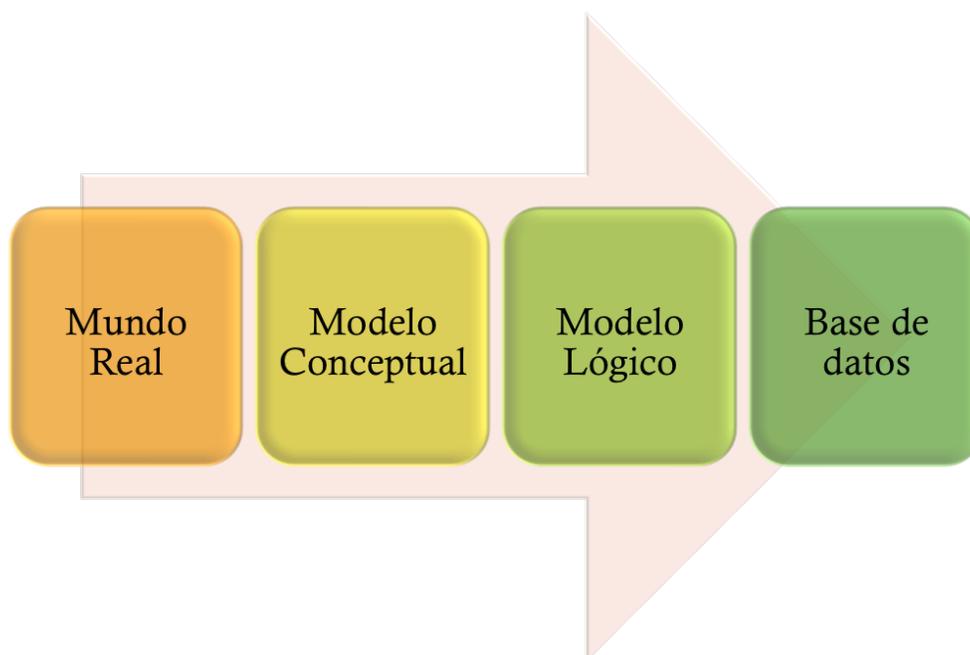


Figura 5.3: Conceptualización de la realidad

Para obtener el modelo conceptual, el primer paso, es el análisis de la información y los datos que se usan y producen en el desarrollo del SIG; el siguiente paso es la determinación de las entidades y los atributos con las relaciones que aquellas guardan, de acuerdo con el flujo de información que en los diferentes procesos que se llevan a cabo. Existen diversos métodos para desarrollar tanto el modelo conceptual como los demás modelos, por cuanto este es la base para obtenerlos; entre ellos tenemos:

- Entidad Asociación.
- Modelo Entidad-Vínculo-Extendido.

5.2.2 El modelo Entidad-Vínculo-Extendido (EVE)

El modelo ER, del inglés Entity-Relationship, fue propuesto por Peter Chen [36] a mediados de los setentas [36]. Su valor principal es el de un modelo formal de nivel de abstracción muy alto, que basado en una técnica diagramática sencilla puede codificar la información del mundo real. El resultado fue un fundamento para la tecnología de base de datos y un método exitoso para el problema de diseño de base de datos en ingeniería de software.

La característica básica del enfoque ER es la representación abstracta de las entidades y asociaciones con iconos, que se conectan con líneas para integrar diagramas. Estos son muy expresivos, con un alto contenido semántico y visión completa de la base de datos. Mediante un diagrama ER es posible plantear consultas como un paradigma visual. En la dirección teórica el punto es la construcción de conjuntos de esquemas ER semánticamente bien-formados, que sirve como un modelo unificado para la construcción del modelo relacional, de red y jerárquico.

A partir del original modelo ER propuesto por Chen diversas investigaciones, extensiones y aplicaciones, han sido llevadas a cabo [37]. Una de ellas ha sido el modelo Entidad-Vínculo-Extendido (EVE) [38], [39], que ofrece como ventajas adicionales son: asociación ternaria, generalización y especialización. Existen varias razones de peso porque EVE ha sido importante en investigaciones del departamento computación [40]. Primero, como modelo ha sido el centro para el desarrollo en tecnología de base de datos, en especial CADBD "Diseño de Base de Datos Asistido por Computadora" [41]. Como metodología, ha formado parte importante para el diseño de bases de datos en sistemas de información, tales como SINAC y Micro500.

- Tiene una interfaz gráfica clara y sencilla, que sirve para bosquejar rápidamente vistas de la base de datos e integrarlas para una visión globales de la base de datos.
- El concepto esencial de asociación o vínculo con distintas cardinalidades, enriquece la semántica con base en la definición de los vínculos entre distintas entidades.
- Mantiene explícitamente la distinción entre tipos de relaciones, tipos de atributos y las entidades objetos.
- El modelo extendido EVE cubre el modelo relacional y se orienta a objetos basandose en conceptos de generalización y especialización.
- En ingeniería de software es importante para el desarrollo de sistemas de información. Como metodología permite el desarrollo de las estructuras de la bases de datos y las operaciones que aparecen de los requerimientos funcionales.
- Desde el trabajo original su visión de unificar los modelos lógicos de datos a partir de su especificación conceptual, ha sido una de las características que ha conducido a desarrollar tecnología de software que

permita transformar automáticamente los modelos conceptuales a una variedad de otros modelos de base de datos.

La representación gráfica que poseen se muestra en la figura siguiente (Fig. 5.4):

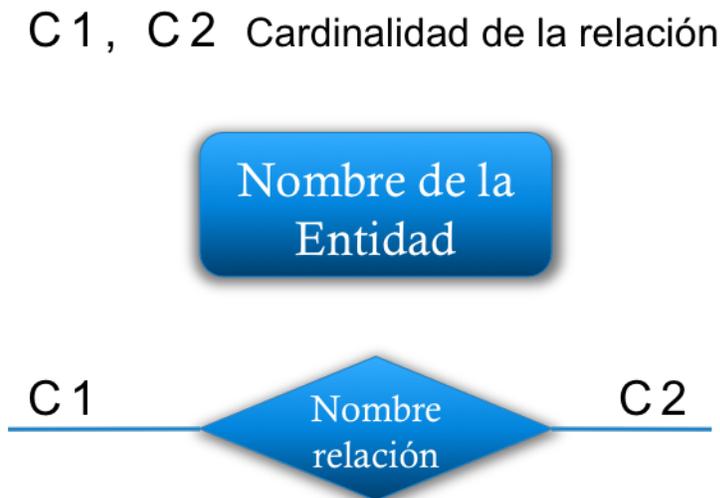


Figura 5.4: Representación gráfica

En los SIG, sobre todo si tienen algo de complejidad, se debe pensar siempre en el Modelo Entidad-Relación o el modelo EVE que garantiza la organización de todas las entidades con sus relaciones en un solo esquema de representación de las cosas como son en la realidad. Con estos modelos se obtiene un medio efectivo para mostrar los requerimientos de información, organización y documentación necesarios para desarrollar el SIG y la clases de datos que se estarán manipulando.

Como se mencionó en el capítulo 4 tenemos el modelo de objetos y estos son aplicados en el desarrollo de nuestra solución para descripción de las características de la Información geográfica de acuerdo a las propiedades geográficas que engloben las entidades que integran la base de datos. Los aspectos que deben considerarse en relación a los objetos geográficos son [42]:

- Localización y extensión: Es la ubicación y alcance de las coordenadas (x,y,z) en el sistema de referencia específico. Estos aspectos están representados por cualquiera de los puntos, líneas y polígonos o áreas;
- Valores temáticos: Un objeto tiene varios atributos que definen sus valores;
- Identificación del objeto: Un identificador de objeto único es fundamental para el intercambio de datos; siempre es necesario hacerlo entre diversos repositorios; identificación es de gran ayuda;

- Restricciones: Un objeto puede estar definido por atributos cuyos valores requieran de restricciones en cierto intervalo.
- Calidad de la Información: La calidad describe el valor de los datos. Esta información es importante al evaluar la credibilidad de los datos debe ser un compromiso.

Los elementos a considerar en las relaciones entre los objetos que definen los modelos geográficos:

- Relaciones Topológicas: Refieren a las relaciones y conexiones entre los objetos.
- Relaciones Métricas: Implica la distancia y depende de la posición absoluta de los objetos en relación con un determinado sistema de referencia;
- Relaciones Semánticas: Son relaciones entre los objetos, en un plano conceptual, que no son topológicas ni métricas;
- Restricciones de la relación: Son muy importantes y dependen en gran medida del tipo de relación entre los objetos.
- Visualización: La visualización de objetos es la parte mas importante, de tal manera que se pueden visualizar a diferentes escalas.

5.2.3 Esquema Binario

El modelo Binario utiliza relaciones binarias entre conjuntos de datos. Es importante para algunos sistemas de bases de datos. Donde es posible transformar el modelo binario en un modelo de red. Los lenguajes que manipula son complejos en la medida en que ofrecen numerosas primitivas de acceso específicas de cada organización de datos. En un modelo conceptual y denota clases de informaciones llamadas conjuntos de entidades, pudiéndose definir entre desde estos conjuntos una relación binaria llamada asociación, se caracteriza mediante dos funciones mono o multivalorada, inversas entre si, y que son interpretaciones de esta relación.

Identificación de identidades

Da como resultado la obtención de la tabla de entidades, cada entidad tiene atributos (hospitales es la entidad y su atributo el nombre, clave etc.).

Identificación de relaciones, y construcción de subesquemas

Las entidades se pueden relacionar unas con otras, y la forma en que se pueden relacionar (cardinalidad 1 a 1, 1 a muchos). En este sentido, algunas de las relaciones existentes en la información analizada se muestran en la figuras siguientes 5.5, 5.6

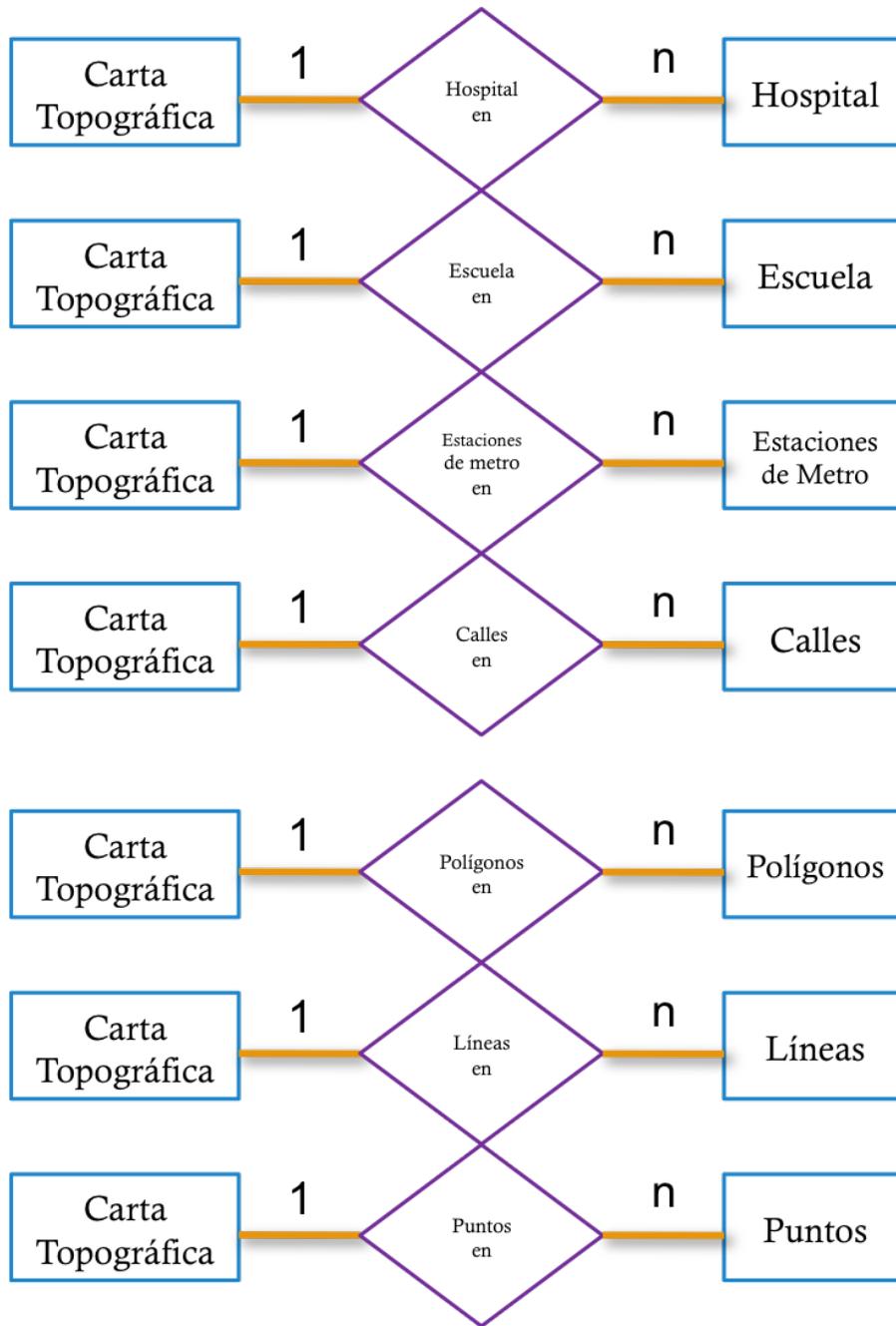


Figura 5.5: Esquema binario 1

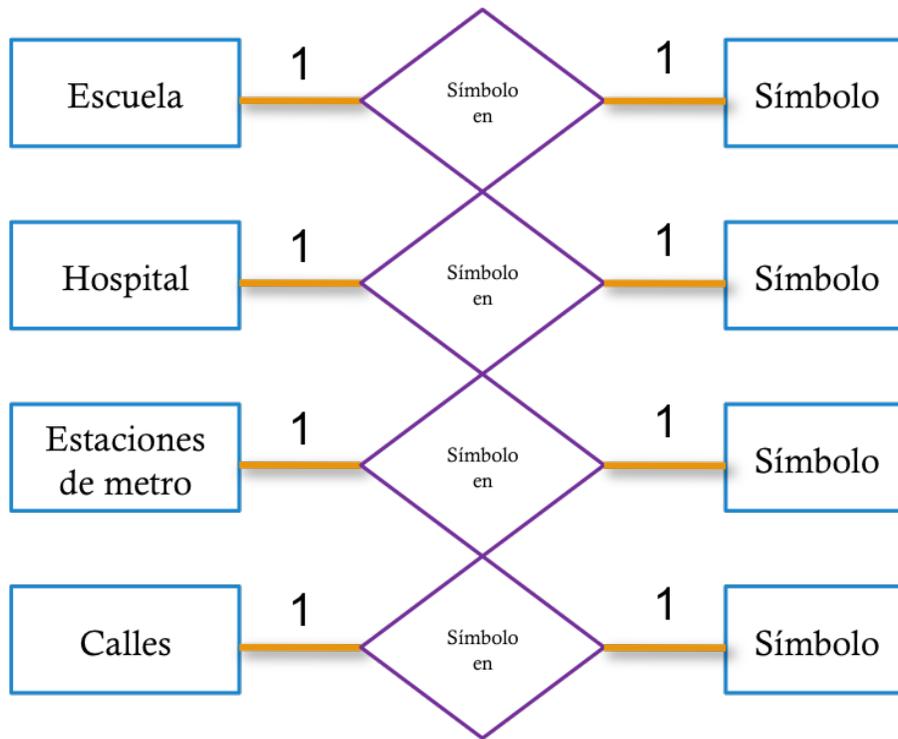


Figura 5.6: Esquema binario 2

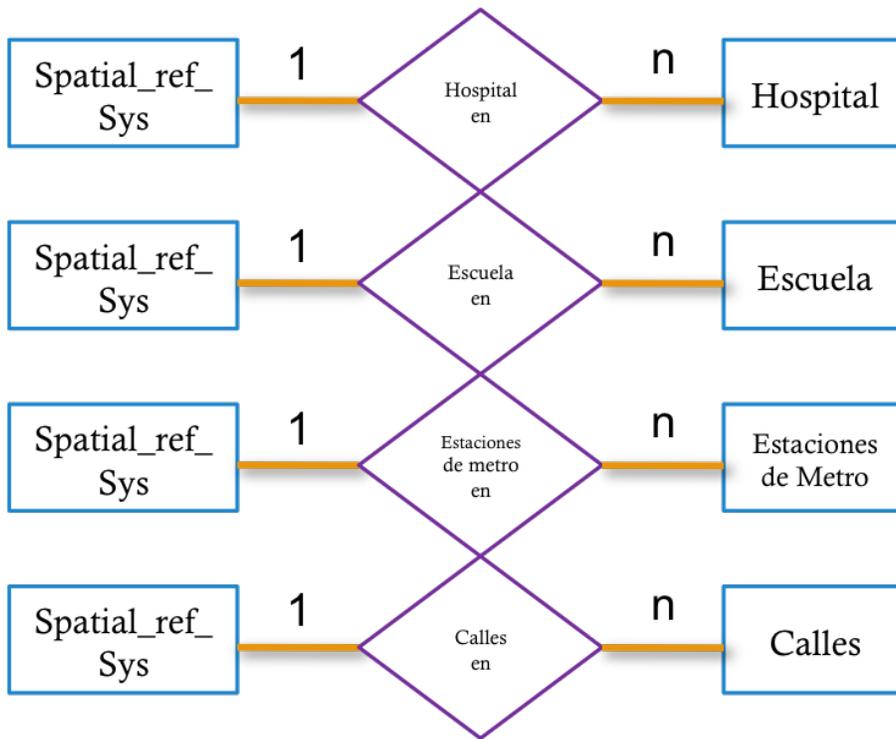


Figura 5.7: Esquema binario 3

Estos subesquemas son el resultado de un esquema global que a continuación se muestra.

Integración de subesquemas, para formar el esquema global

En este punto el esquema de datos tiene una presentación completa y detallada de todas las clases de esquemas provistos por el modelo EVE. Se hace un análisis de todos los atributos y relaciones para verificar si las ocurrencias de alguna entidad pueden tener atributos no especificados o no pertenecen a alguna relación. Finalmente se determinan los identificadores de las entidades en el esquema 5.8.

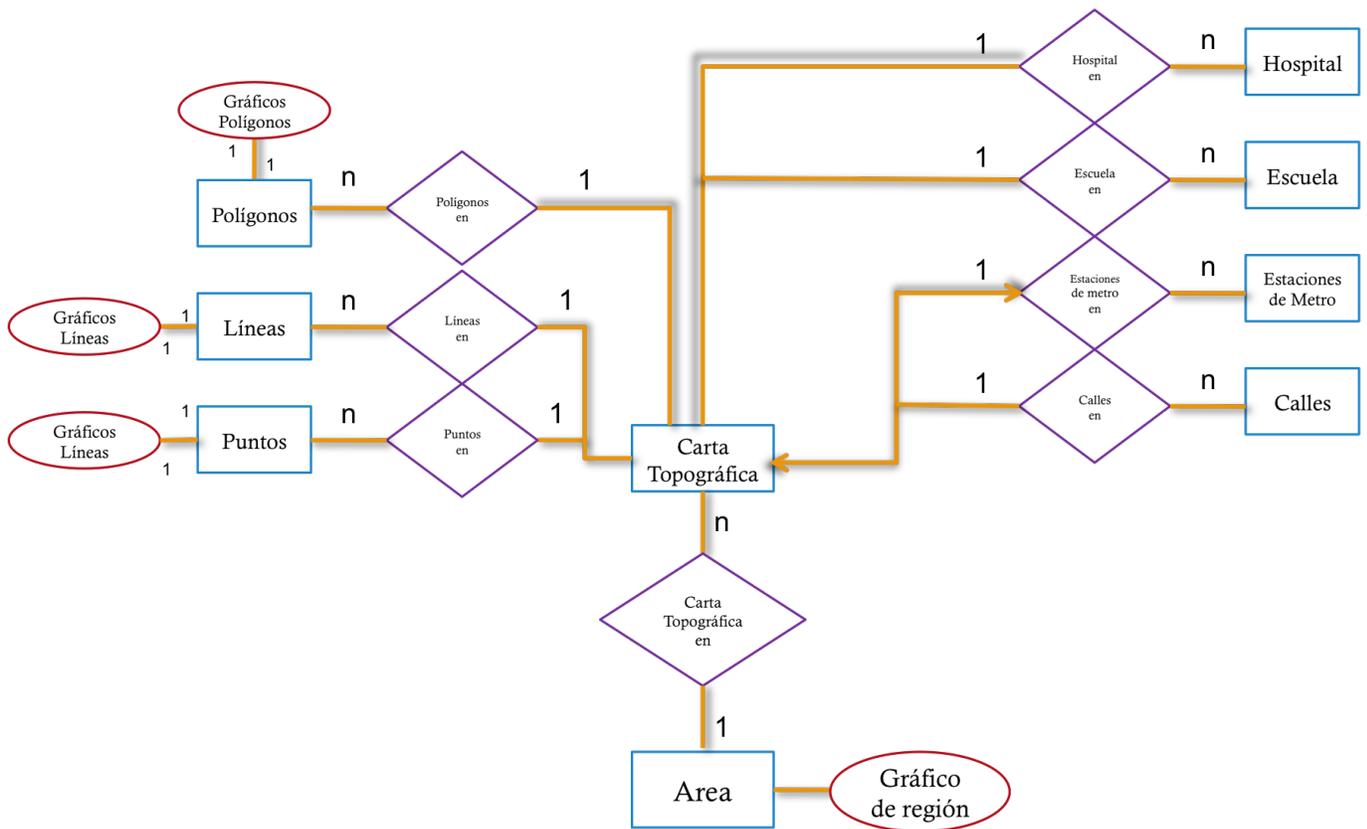


Figura 5.8: Esquema Global

5.2.4 Esquema Conceptual

La unión mediante una simple superposición de los conceptos comunes y las propiedades de los ínter esquemas. El resultado de la unión es un esquema global como se muestra en la figura 5.9. Se analizaron las redundancias en la representación de datos, para esto se deben considerar pares de trayectorias y la relaciones entre los conceptos terminales (entidad ó relación) de las trayectorias que serán analizados para verificar si ellos son semánticamente equivalentes.

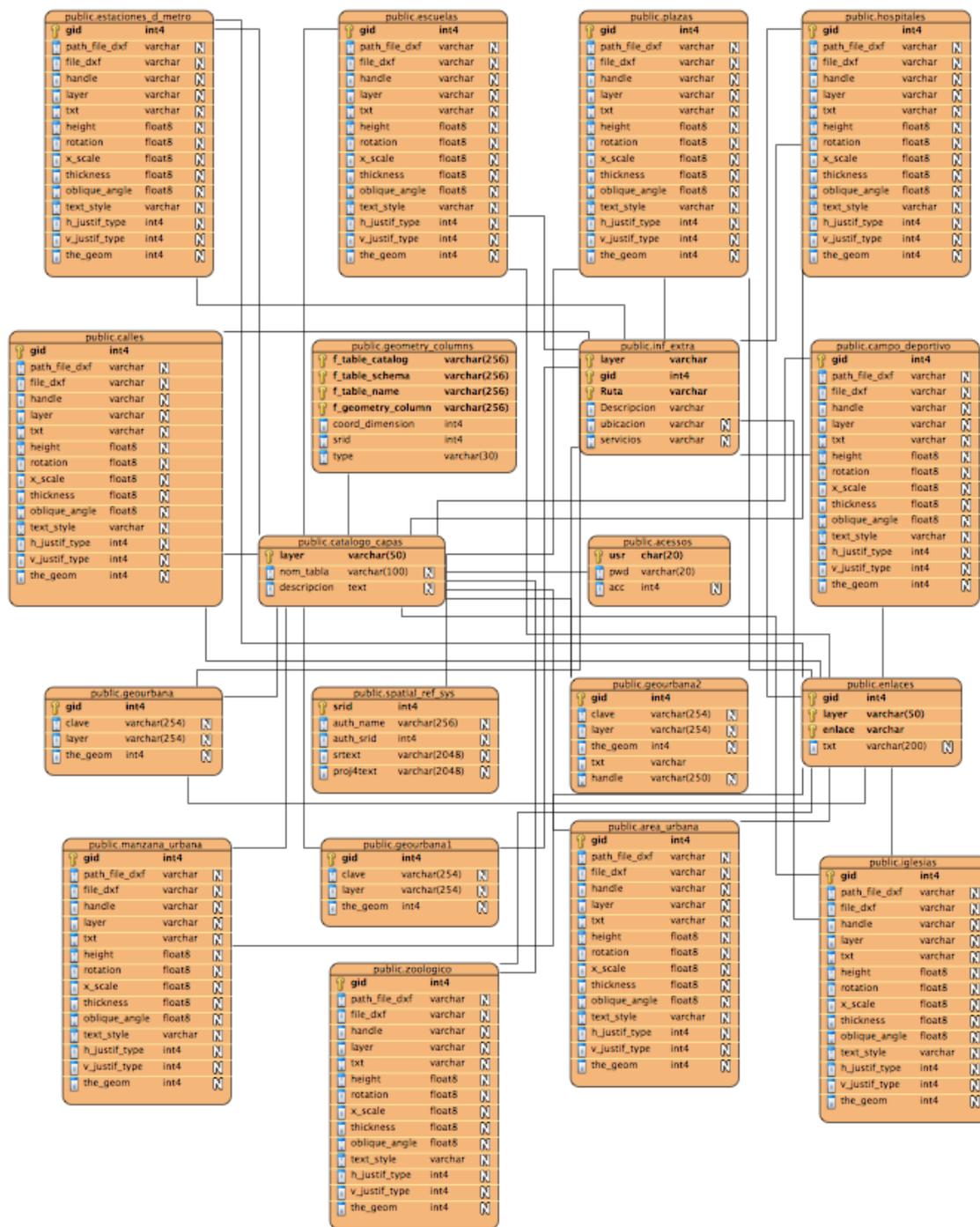


Figura 5.9: Esquema Conceptual SIGINM

5.2.5 Modelo Lógico

Se puede definir como el diseño detallado de las bases de datos que contendrán la información alfanumérica y los niveles de información gráfica que se capturarán, con los atributos que describen cada entidad, identificadores, conectores, tipo de dato (numérico o carácter) y su longitud; además, se define la geometría (punto, línea o área) de cada una de ellas.

Como se trata de manipular en el sistema los elementos del paisaje, se tienen que codificar para poder almacenarlos en la computadora y luego manipularlos en forma digital y además, darles un símbolo para su representación gráfica en la pantalla o en el papel.

Es en esta etapa que se elaboran las estructuras en que se almacenarán todos los datos, tomando como base el modelo conceptual desarrollado anteriormente. Se trata de hacer una descripción detallada de las entidades, los procesos y análisis que se llevarán a cabo, los productos que se espera obtener y la preparación de los menús de consulta para los usuarios.

En esta parte de diseño del SIG se definen los diferentes tipos de análisis que se estarán llevando a cabo más adelante y las consultas que se vayan a realizar comúnmente, esto por cuanto de la estructura de las bases de datos (gráficas y alfanuméricas) dependen los resultados obtenidos al final; es por lo anterior, que en esta etapa, se hace un diseño detallado de lo que contendrá el SIG y de la presentación que tendrán los productos normalmente, definiendo los tipos de mapas con sus leyendas, contenido temático y demás, reportes o tablas que se espera satisfagan los principales requerimientos de los usuarios y clientes; con estos se agilizarán los procesos que envuelvan directamente a los usuarios, ya que la mayoría de sus consultas podrán ser respondidas inmediatamente mientras las no convencionales tomarán un poco más de tiempo. Una vez definido el modelo conceptual y el lógico, se conoce cuales mapas se han de digitalizar y que información alfanumérica debe involucrarse.

Tanto el modelo conceptual como el lógico, son independientes de los programas y equipos que se vayan a utilizar y de su correcta concepción depende el éxito del SIG.

Identificación de Identidades

En esta sección se presenta una definición concreta de las entidades que se emplearon en el diseño de la base de datos como primer paso del esquema EVE. Se describe en nombre, presentación, atributos y descripción de la entidad. A estas entidades les llamamos entidades conceptuales. para cada definición se usa el siguiente formato:



Figura 5.10: Formato de Entidades y entidad principal que es la identificación de geourbana de la Delegación Gustavo A. Madero

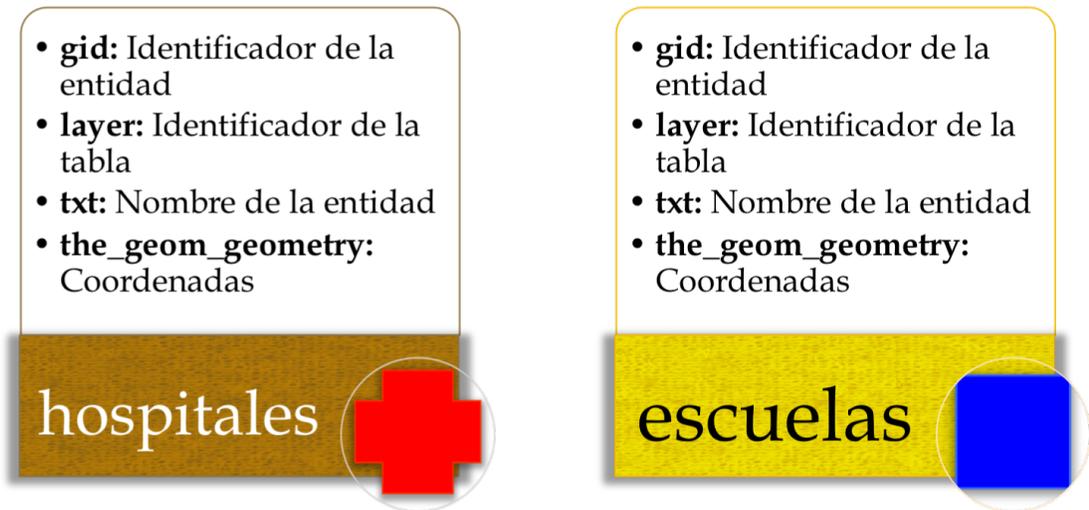


Figura 5.11: Entidades escuelas y hospitales muestran las edificaciones mencionadas de la Delegación Gustavo A. Madero



Figura 5.12: Por ultimo las entidades de Estaciones de Metro y Calles son muy importantes al momento de localizar cualquier otra entidad sirve de referencia

5.3 Componentes Lógicos ó lógica de Negocios

En esta parte de la arquitectura es donde se comunican la capa de presentación con la capa de datos, representan los objetos que van a ser manejados. En nuestro SIGINM la capa de negocios esta basado con las siguientes tecnologías:

- **Java Server Pages (JSP).**- Los JSPs son servlets: un JSP se compila a un programa en Java la primera vez que se invoca, y del programa en Java se crea una clase que se empieza a ejecutar en el servidor como un servlet. La principal diferencia entre los servlets y los JSPs es el enfoque de la programación: un JSP es una página Web con etiquetas especiales y código Java incrustado, mientras que un servlet es un programa que recibe peticiones y genera a partir de ellas una página web. Gráfico del Funcionamiento de las JSP [43]. Tipo de programa Java que contiene HTML, para ejecutar un JSP se requiere de un servlet engine como Tomcat. La tecnología JSP separa la interface de usuario de la generación de contenidos, permitiendo a los desarrolladores cambiar el formato de la página sin alterar el contenido dinámico subyacente. Gracias a los jsp en SIGINM podemos realizar las consultas dinámicamente. En la figura 5.13 se puede observar el funcionamiento del jsp.

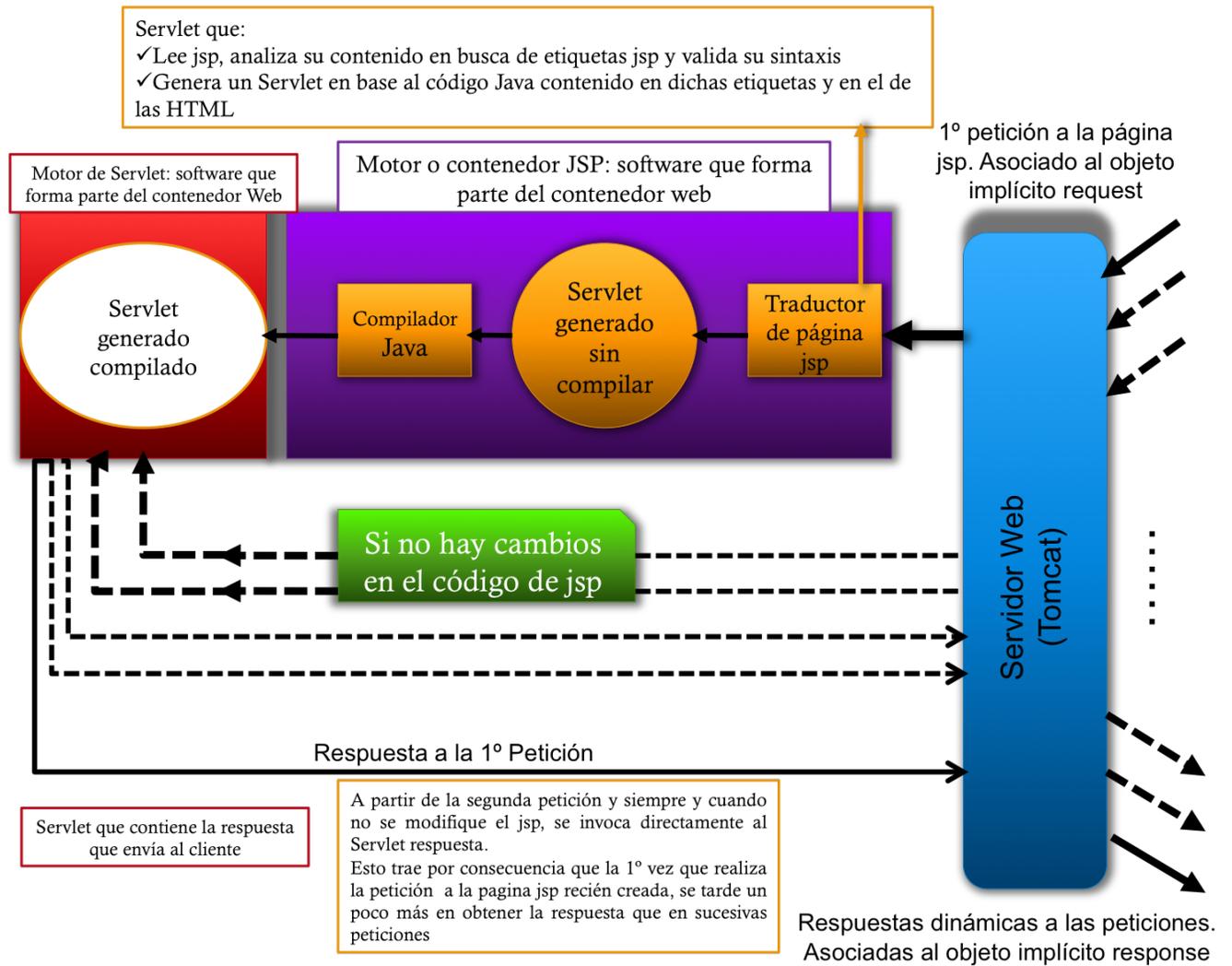


Figura 5.13: Funcionamiento de JSP

- **JavaBeans Componentes (Beans):** Un JavaBean o bean es un componente hecho en software que se puede reutilizar y que puede ser manipulado visualmente por una herramienta de programación en lenguaje Java. Los JavaBeans son un modelo de componentes creado por Sun Microsystems para la construcción de aplicaciones en Java. Se usan para encapsular varios objetos en un único objeto, para hacer uso de un sólo objeto en lugar de varios más simples. La especificación de JavaBeans de Sun Microsystems los define como “componentes de software reutilizables que se puedan manipular visualmente en una herramienta de construcción” [44]. En el SIGINM se emplean al momento de dar tratamiento a los datos de la base de datos para después ser manipulados con svg y darle presentación al usuario (mapas), además de gracias a estos se puede realizar la conectividad y estos pueden ser reutilizados cada que el usuario necesite realizar una consulta.
- **Servidor Web Apache (Tomcat).**-También llamado Jakarta Tomcat o Apache Tomcat funciona como un contenedor de servlets desarrollado bajo el proyecto Jakarta en la Apache Software Foundation. Tomcat implementa las especificaciones de los servlets y de Java Server Pages (JSP) de Sun Microsystems. Tomcat es un servidor web con soporte de servlets y JSPs. Incluye el compilador Jasper, que compila JSPs convirtiéndolas en servlets. El motor de servlets de Tomcat a menudo se presenta en combinación con el servidor web Apache[45].
- **Java DataBase Connectivity (JDBC).**- La conectividad de la base de datos de Java (JDBC , Java Database Connectivity) es un marco de programación para los desarrolladores de Java que escriben los programas que tienen acceso a la información guardada en bases de datos [46]. JDBC se va a utilizar para conectar los jsp con la base de datos por “detrás de la escena”.

5.4 Capa de Presentación

Esta es la capa que se usa para generar los elementos que el usuario vera por lo que tendrá que ser sencilla y practica en la figura5.14 podremos ver las tecnologías usadas:

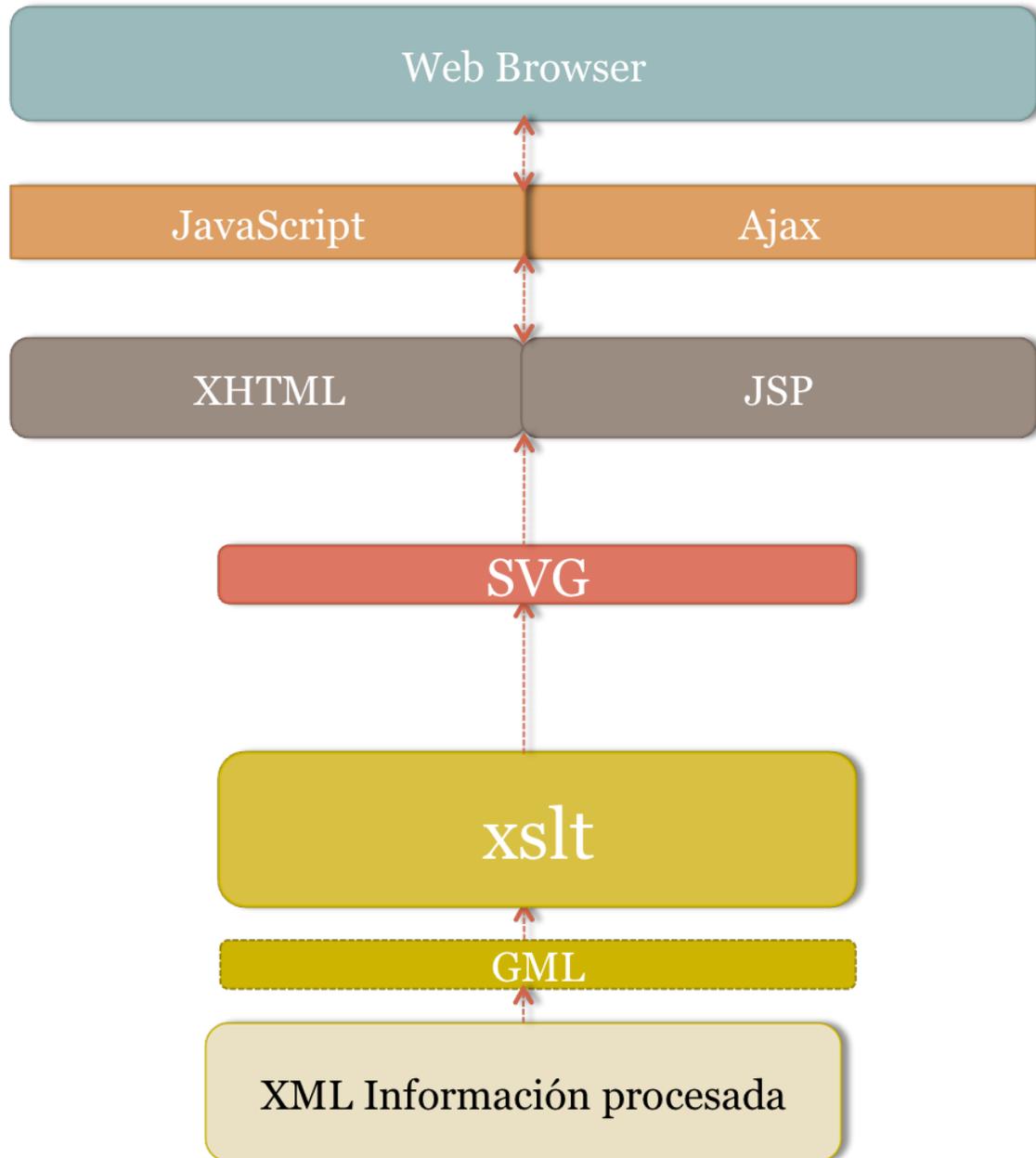


Figura 5.14: Capa de Presentación

- **Extensible Markup Language (XML).**-Es una tecnología muy sencilla que tiene a su alrededor otras tecnologías que la complementan y la hacen mucho más grande y con unas posibilidades mucho mayores. XML tiene maneras más fáciles e interesantes de trabajar con los datos y, en definitiva, un avance a la hora de tratar la información, que es en realidad el objetivo de la computación en general [47]. XML no es un lenguaje, sino varios lenguajes, no es una sintaxis, sino varias y no es una manera totalmente nueva de trabajar, sino una manera más refinada que permitirá que todas los lenguajes anteriores se puedan comunicar entre si sin problemas, ya que los datos cobran sentido. Dicho lo anterior XML nos sirve para tratar la información nuestra base de datos para que con otra herramienta XSLT que a continuación se hablará se unirá para poder manipular los datos en SVG y así desplegar información.
- **Geographic Markup Language (GML).**- Es una gramática y escrito bajo el esquema XML. Descripción de la aplicación de esquemas, así como el transporte y almacenamiento de información geográfica (vease capítulo 3). Con este mecanismo se pueden estandarizar los datos y de esta manera tener compatibilidad con otros SIG. Los conceptos clave utilizados por Geography Markup Language (GML) para modelar el mundo provienen de la ISO 19100 serie de normas internacionales y la especificación abstracta OpenGIS.
- **Extensible Stylesheet Language Transformations (XSLT).**- Es un lenguaje de programación. Forma parte de la trilogía transformadora de XML, compuesta por las CSS (Cascading Style Sheets, hojas de estilo en cascada), que permite dar una apariencia en el navegador determinada a cada una de las etiquetas XML; XSLT (XML Stylesheets Language for Transformation , o lenguaje de transformación basado en hojas de estilo); Los programas XSLT están escritos en XML, y generalmente, se necesita un procesador de hojas de estilo, o stylesheet processor para procesarlas, aplicándolas a un fichero XML. En el SIGINM el XSLT se usa para convertir datos XML en documentos XHTML para la visualización como la página web principal: la transformación ocurre de forma dinámica en el servidor, y es parte de la proceso de publicación. También se utiliza para crear un rendimiento de impresión como es el SVG.
- **Scalable Vector Graphics (SVG).**- Esta es una de las partes más importantes del SIGINM ya que gracias a esta herramienta que ya se platico en el capítulo 4 se visualiza la información espacial . Esto lo hace esencial en la presentación del usuario, otra de las partes sobresalientes es el total manejo de la imagen y se puede llegar a manipular tanto como el usuario requiera.
- **XHTML.**- XHTML es una reformulación del HTML aplicandole XML que se ha convertido en un estándar aprobado por el W3C [48]. La principal razón de su uso es la creación de código limpio, separando el contenido del diseño, además dado que está basado en XML, es posible su lectura e interpretación en cualquier dispositivo (móviles).

- **AJAX.**- En realidad, el término AJAX es un acrónimo de Asynchronous JavaScript + XML, que se puede traducir como “JavaScript asíncrono + XML”. Ajax no es una tecnología en sí mismo. En realidad, se trata de varias tecnologías independientes que se unen de formas nuevas y sorprendentes [2]. En las aplicaciones web tradicionales, las acciones del usuario en la página desencadenan llamadas al servidor. Una vez procesada la petición del usuario, el servidor devuelve una nueva página HTML al navegador del usuario 5.15. AJAX permite mejorar completamente la interacción del usuario con la aplicación, evitando las recargas constantes de la página, ya que el intercambio de información con el servidor se produce en un segundo plano. Las aplicaciones construidas con AJAX eliminan la recarga constante de páginas mediante la creación de un elemento intermedio entre el usuario y el servidor.

La nueva capa intermedia de AJAX mejora la respuesta de la aplicación, ya que el usuario nunca se encuentra con una ventana del navegador vacía esperando la respuesta del servidor.

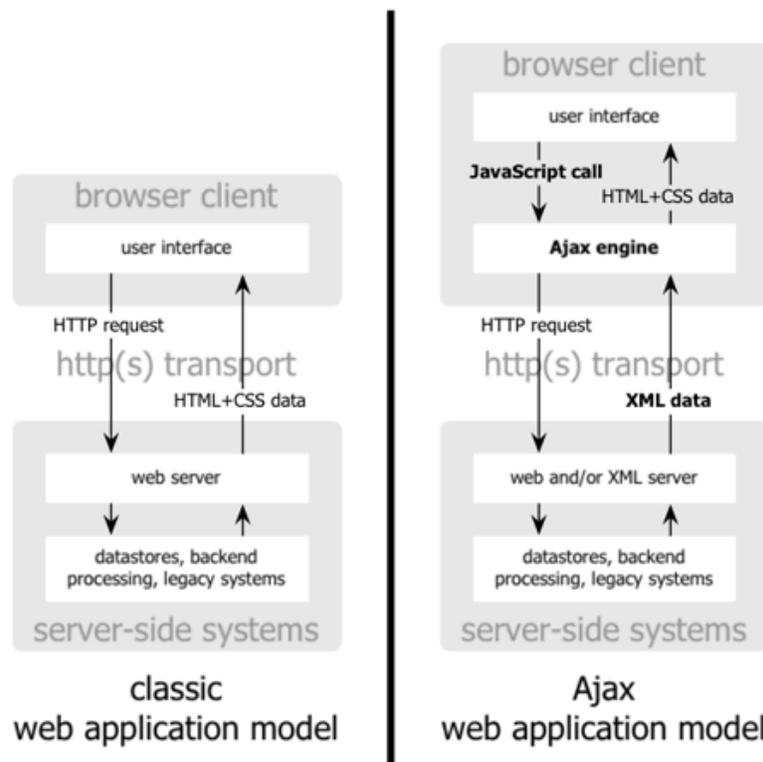


Figura 5.15: Comparación del modelo tradicional web y el nuevo propuesto por Adaptive path [2]

- **JAVASCRIPT.**- Es un lenguaje de scripting basado en objetos, utilizado para acceder a objetos en aplicaciones. Principalmente, se utiliza integrado en un navegador web permitiendo el desarrollo de interfaces de usuario mejoradas y páginas web dinámicas. JavaScript es un dialecto de ECMAScript y se caracteriza por ser un lenguaje basado en prototipos, con entrada dinámica y con funciones de primera clase. JavaScript ha tenido influencia de múltiples lenguajes y se diseñó con una sintaxis similar al lenguaje de programación Java, aunque más fácil de utilizar para personas que no programan. Con esta herramienta en el SIGINM se puede dar interactividad a la consulta a demás de manipulación de eventos para después manejarlo con ajax.

Como conclusión de este capítulo podemos comentar que se mostró la arquitectura de lo más general a lo más particular para dar pie al siguiente el cual mostrará como se implementó toda esta arquitectura y cuales fueron los principales inconvenientes.

Capítulo 6

Implementación del SIGINM

En este capítulo se mostrará la manera en la que se editan los archivos shapefile de las cartas topográficas, para posteriormente exportarlos a la base de datos y de esa manera recuperar y almacenar los datos de la base de la delegación Gustavo A. Madero (GAM). Por otra parte, se expondrá el trabajo de software desarrollado, el cual es una aplicación web mediante la cual se pueden visualizar las capas de la delegación antes mencionada en formato SVG.

6.1 Requerimientos

Los requerimientos del sistema fueron determinados en base a anteriores trabajos realizados que se tuvieron entre diferentes tesis. La idea principal surgió de un proyecto como se menciona en el capítulo 3 que lo propuso el Instituto Nacional de las Mujeres (Inmujeres) consistía en desarrollar herramientas para el acceso y la visualización de información cartográfica, dado que el proyecto es considerablemente grande se decidió limitarlo como se habló en el capítulo 4. Los requerimientos fueron clasificados de la siguiente manera:

Requerimientos de entorno

Requerimientos, como lo es de hardware como lo es de software, se muestran en la siguiente figura 6.1 imprescindibles para la realización y funcionamiento del sistema.

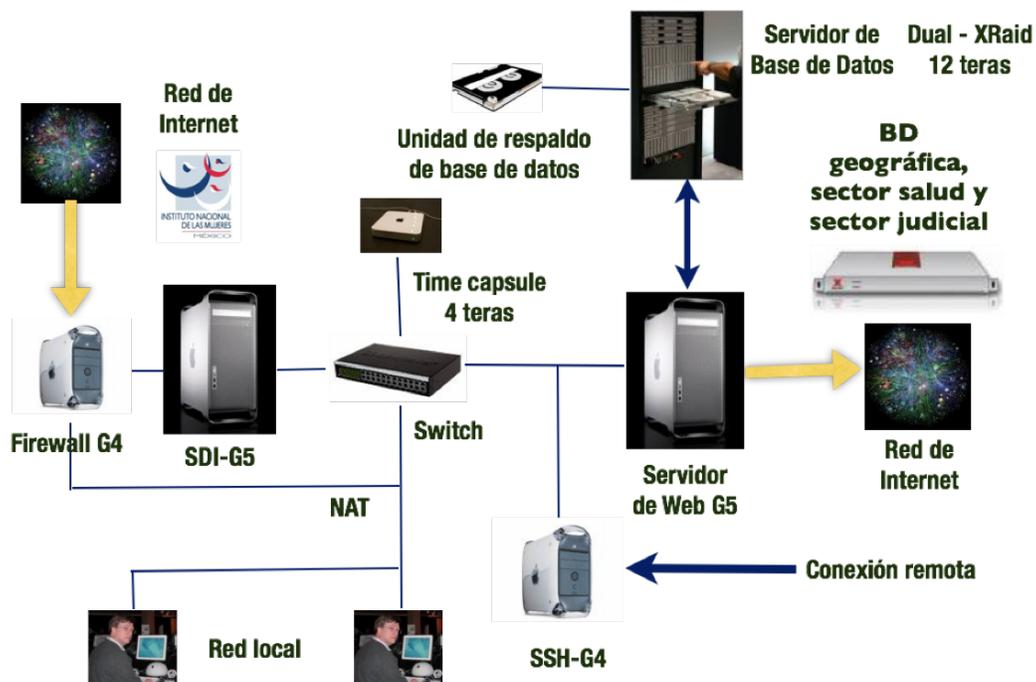


Figura 6.1: arquitectura de SIGINM (hardware)

Requerimientos Ergonómicos

Requerimientos de la interfaz usuario-computadora.

- Interfaz Amigable
- Usabilidad (Sencillo para el usuario)
- Finalmente lo más importante presentar información espacial en formato gráfico.

Restricciones de Diseño

Requerimientos relacionados con estándares que el sistema debe cumplir:

- Multiplataforma.
- Uso de estándar GML de OpenGIS
- Servicio accesible vía Internet.
- Uso del formato de SVG para la visualización gráfica.

6.2 Implementación de la base de datos

Las cartas topográficas contienen imágenes digitales, que ofrecen al público información cartográfica en presentación digital (shp, hdr entre otras), con lo cual su consulta e integración a sistemas de información geográfica. Las imágenes constituyen una base de información geográfica con una inmensa riqueza de detalle y precisión, que además puede brindar un contexto y medio de incorporación para información proveniente de diversas fuentes. Todo para ayudar al usuario en la definición y ejecución de cualquier proyecto o actividad en la cual la posición y distribución geográfica de los fenómenos bajo estudio y constituyen una característica fundamental.

6.2.1 Traza urbana

El sistema Ciudades Capitales: Una visión histórico - urbana tiene por objeto mostrar la evolución del área urbana de diversas ciudades capitales de México desde sus orígenes hasta la época contemporánea. Comprende 32 ciudades distribuidas en una colección de cinco volúmenes, en igual número de discos compactos. El sistema permite una ágil interacción entre los diversos elementos que lo constituyen, por ejemplo: realizar acercamientos, alejamientos y desplazamientos en la cartografía, elaborar mapas temáticos, localizar un elemento representativo de la ciudad en la cartografía a través de un listado de rasgos, obtener la fotografía disponible de un rasgo importante desde su reseña, acceder a la reseña de un rasgo desde su localización en las reconstrucciones cartográficas o desde el listado de rasgos, relacionar la información histórica con las fuentes consultadas, imprimir y exportar textos, etc.

La información presentada es resultado de una minuciosa investigación en diversas fuentes (cartográficas, iconográficas, hemerográficas, etc.) resguardadas en centros documentales locales, municipales, estatales y nacionales, contribuyendo así al conocimiento histórico de la realidad urbana, rescatando la memoria de dichas ciudades en términos de espacio-tiempo al reconstruir su traza urbana en diferentes momentos de su historia [49].

Ventajas

Adicionalmente a las características de información que esta serie poseen su presentación impresa, como ya se mencionó, se ha agregado un valor más a las imágenes como son: el dimensionamiento y posición (georeferencia), de cada imagen y de cada elemento de imagen (pixel), a un sistema de coordenadas rectangulares de uso generalizado (UTM ó Proyección Universal transversa de Mercator)[3] fig 6.2

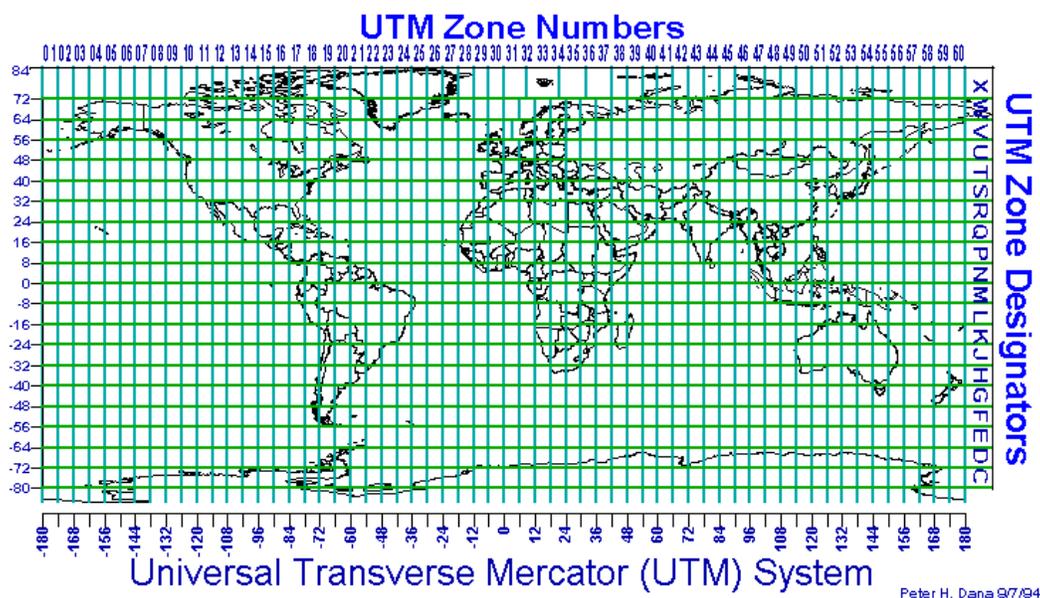


Figura 6.2: Sistema UTM [3]

Esta cualidad permite que las imágenes se conciertan en insumos de primera importancia para una gran variedad de paquetes y programas de cómputo, capaces de efectuar operaciones tales como:

- Determinar superficies, distancias, ubicaciones, etc.
- Dar georeferencia a otras imágenes o datos digitales o para verificar o valorar la georeferencia de otros conjunto de datos como los nominales.
- Accesibilidad inmediata de cualquier mapa o fracción de mapa en formato digital, como imagen

En la siguiente imagen fig. 6.3 se observa la traza urbana que en este caso fue donde se tomaron todos los datos espaciales debido a su escala tan pequeña de 1: 5 000 y se puede tener una mejor precisión al momento de localizar un objeto (hospital, escuela, etc.).

6.2.2 Capa de datos

Proceso de digitalización de datos

Los datos proporcionados por INEGI para este proyecto es de la Delegación Gustavo A. Madero y constan de lo siguiente:

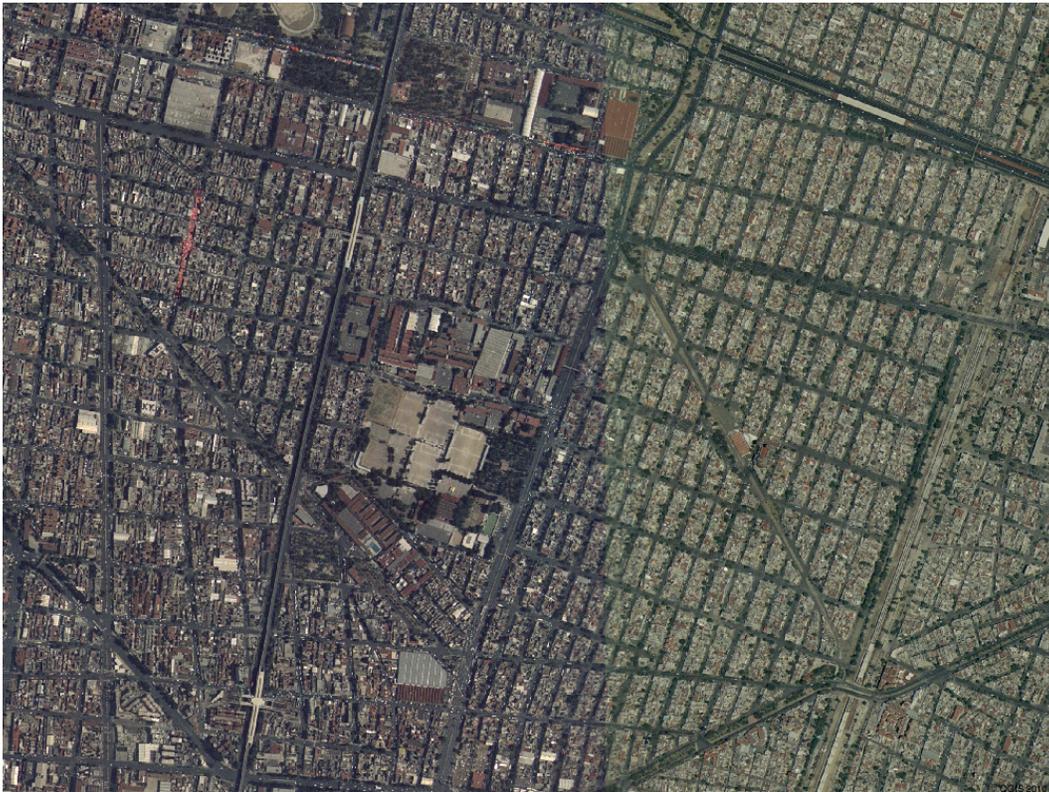


Figura 6.3: Traza Urbana Gustavo A. Madero en formato raster

1. Traza Urbana, que consiste en una imagen que contiene: manzana, calles, edificios públicos (hospitales, iglesias, campos deportivos entre muchos otros) geourbana. Y están en una escala 1:5000.
2. Datos en formato shp y dxf, que consta de conjuntos vectoriales de la traza urbana.

El proceso para poder digitalizar los datos de formato shp¹ a la base de datos puede ser de dos formas diferentes una forma es gracias al Software Quantum GIS que tiene plugin para poderlos añadir a la base de datos postgis. Y una segunda forma es la manera más tradicional para ambas hay que tener instalado previamente postgresQL con su extensión a base de datos espaciales, teniendo instalado dicho software la creación de una tabla con datos espaciales que consiste de la siguiente forma:

pgsql2shp : Este comando conecta directamente con la base de datos y convierte una tabla en un archivo de figuras y la sintaxis que se usa es:

```
pgsql2shp | [opciones] | [base de datos] [nombre de la tabla]
```

Opciones	Significado
-d	Escribe un archivo de figuras 3D siendo el 2D que tiene por defecto
-f [archivo]	Archivo de salida
-p[puerto]	Puerto de la conexión de la base de datos
-h[host]	Host donde se encuentra la base de datos
-p[password]	Clave de acceso
-u[user]	Usuario de Acceso
-g[columnageometria]	Si la tabla contiene varias columnas geométricas, secciona la columna geométrica a usar

Figura 6.4: Opciones para introducir datos en postGIS

En la siguiente Figura 6.4, en esta tabla se puede apreciar las diferentes opciones: Sin embargo para ello se debe crear la base de datos espacial:

- Creación de la base de datos no espacial:

```
./createdb [nombre de la base de datos]
```

- Se le da soporte para el lenguaje procedural *pl/pgsql* en la base de datos.

```
./createlang plpgsql [nombre de la base de datos]
```

- Ejecutamos el script SQL que carga los objetos que convierten una base de datos normal en un base de datos postGIS.

```
/psql -U postgres -d [nombre de la base de datos] -f [dirección donde se encuentra el script lwpostgis.sql]
```

- Finalmente cargamos la tabla con los sistemas de referencia.

```
/psql -U postgres -d [nombre de la base de datos] -f [dirección donde se encuentra el script spatial_ref_sys.sql]
```

Finalmente para visualizar los datos la mejor manera es instalar pgadmin que es la aplicación gráfica para gestionar la base de datos de PostgreSQL un ejemplo de la tabla en PgAdmin es como la que se muestra en la figura 6.5, la cual muestra la tabla geourbana con los campos gid el cual es su identificado, la clave que es la que tiene INEGI en sus bases de datos, el campo layer que es el Area Geoestadística Básica Urbana y Clave de AGEBA en este caso es de 9125 toda la nomenclatura se puede observar en Apéndice B.

¹Representan la geometría de los objetos, existe uno para cada capa

gid (PK) serial	clave character var	layer character var	the_geom geometry
1	090050001	9125	01060000000100000001030000000100000014000000F0AC4C05F8C81D418DC666A0766F4041581C8FA969C91D416C3CAED6A26F40
2	090050001	9125	01060000000100000001030000000100000019000000A8B9C4844CC1D412072787C704041A0E751584AC91D418FDA2EA0A27040
3	090050001	9125	0106000000010000000103000000010000001F000000A80529C8CEC1D418F180D10447240418808D03532C31D414E0009D43B7240
4	090050001	9125	01060000000100000001030000000100000047000000E8CA921E68E1D41283CFFE897140417086872E318F1D418AD4E6DCAA71404
5	090050001	9125	0106000000010000000103000000010000001E00000080F8A6FF5C41D41B3F1266FD3704041582741AD91C41D419E2C996AA770404
6	090050001	9125	01060000000100000001030000000100000010000000E0ACD388CDA1D41696D3387376F4041A8A5EBDB88DA1D41A1ADD14C356F40
7	090050001	9125	010600000001000000010300000001000000F000000D0ACF6C53AC81D418758E6A5286E4041204F10A1E4C81D41F4FBA45D5F6E404
8	090050001	9125	010600000001000000010300000001000000180000008191296F5CD1D4182F15812E46D404118A28C8E9FCD1D41182A161EE86D40
9	090050001	9125	0106000000010000000103000000010000005000000F0AC4C05F8C81D418DC666A0766F404108C419DC27C61D41789386F57E6E404
10	090050001	9125	01060000000100000001030000000100000011000000E84C3A719841D416A770C76586F4041302801E69D851D41153B08CA9D6F404
11	090050001	9125	010600000001000000010300000001000000D000000D0ACF6C53AC81D418758E6A5286E404170D5084A98C71D417588F403306E404
12	090050001	9125	010600000001000000010300000001000000E000000D0ACF6C53AC81D418758E6A5286E404188F48E22ACA1D41D90202F6116E404
13	090050001	9125	010600000001000000010300000001000000700000028D97E77FCC21D418F3E3F230FD6D404188A17566F4C11D41E1AC3482A46D404
14	090050001	9125	01060000000100000001030000000100000022000000F0AC4C05F8C81D418DC666A0766F404198437E59ECC31D41D907D048B836F404
15	090050001	9125	0106000000010000000103000000010000001D0000000F4239AE78C1D416D834CEA486E404178D74FA9E1B81D41384F8613EC6D404
16	090050001	9125	01060000000100000001030000000100000008903A2441891D4175623A247970404160A767A4FAB41D41D09E0C1F8170404

Figura 6.5: Tabla Geourbana en PgAdmin

6.3 Implementación de la capa de negocios

Como se mostro en el capítulo 5 la arquitectura se divide en capas (capa de presentación, capa de negocios y la capa de base de datos). En la sección anterior pudimos observar la creación de la base de datos espacial por lo que queda solo las dos capas consecuentes en la sección siguiente se mostrará la implementación de la capa de negocios y para comenzar se hablará de los javabeans de la aplicación.

6.3.1 JavaBeans SIGINM

Para comenzar a explicar las clases deberemos observarlas en la siguiente figura 6.6 la cual se muestran en forma de directorios

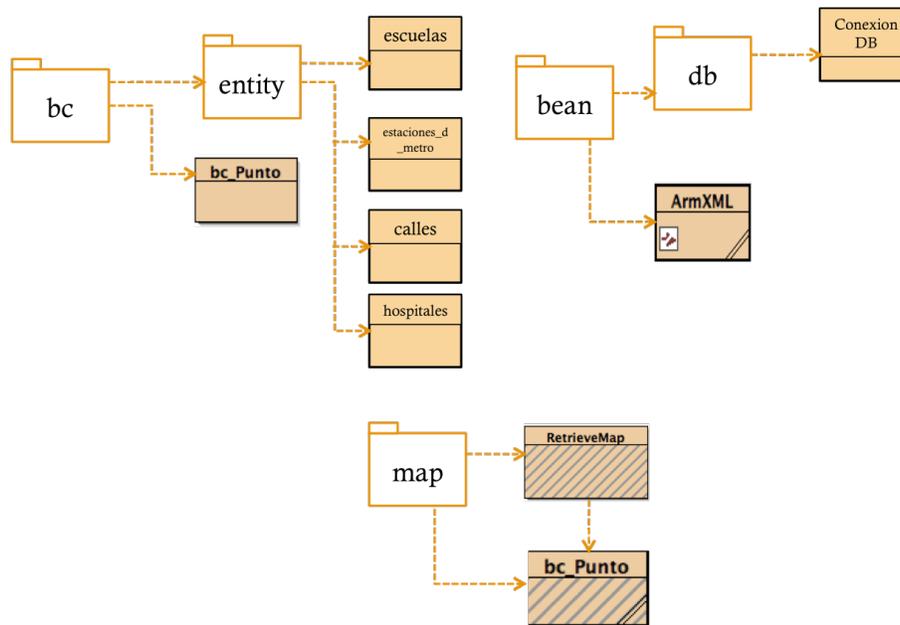


Figura 6.6: Diagrama de clases en forma de distribución de directorios

Package bc El package *bc* contiene en su directorio la clase *bc_punto* y el package *entity*

clase bc_punto esta clase sirve de contenedor de los atributos básicos de las entidades generales (En puntos, líneas y polígonos).

Package entity

clases escuela, estacionesmetro, calles ... en estas clases sirven de contenedor de los atributos de las entidades en específico (gid, txt, etc.).

Package bean Contiene el package *db* y la clase *ArmXML* este package es el que hace la parte de formar el XML y hacer la conexión de la base de datos.

Clase ArmXML en esta clase se arma el XML conforme al estándar OGIS.

Package DB ConexionBD.- Este bean se encarga de la conexión a la base de datos, el método de cierre y la ejecución de una consulta. El objeto instanciado de esta clase contiene toda la información necesaria proveniente de la descripción.

Package map Con este paquete se controla todo acerca de la creación de los mapas su relieve y con RetrieveMap y bc_Punto ya los detalles como lo son el color el tamaño, si es linea, polígono y punto cabe mencionar que es diferente a la clase bc_punto que esta en el *package bc* ya que este es de una manera más general mientras que la otra clase específica de los objetos.

Clase RetrieveMap Con esta clase se arma el svg junto con el ArmXML se les asigna el namespace (espacio de nombres) y los estándares de OGIS.

En la siguiente imagen se muestra el diagrama de clases que aunque fue mostrada con diagrama de directorios no están especifica como la que a continuación se presenta:

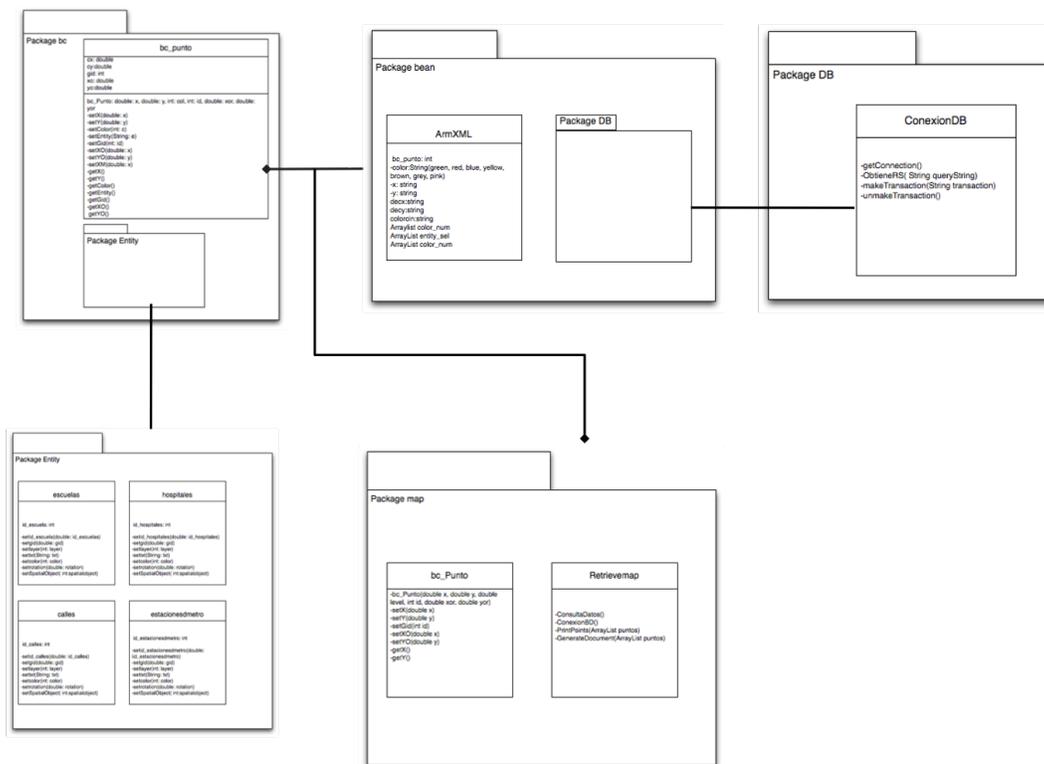


Figura 6.7: Diagrama de clases

6.3.2 Código JSP

Para empezar a explicar el código JSP se mostrará la vista principal del SIGINM y de a partir de esa imagen se desglosara conforme a la organización.

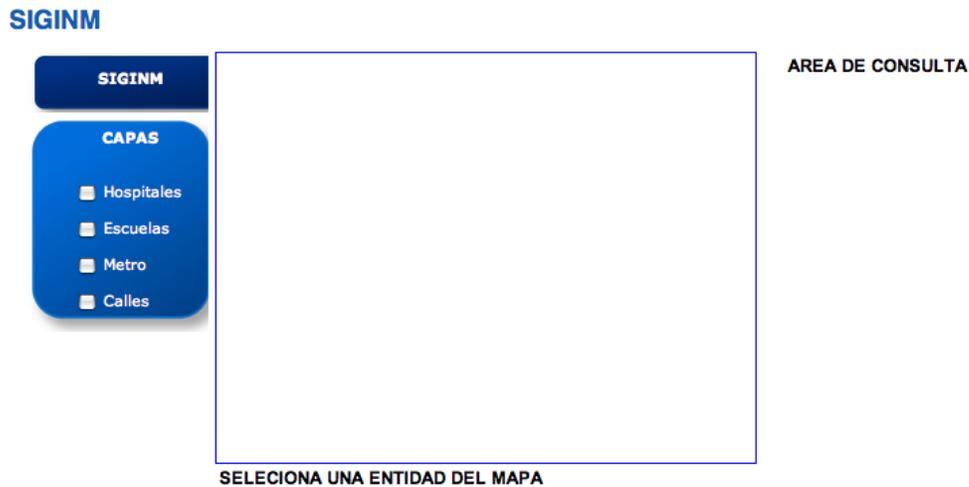


Figura 6.8: Pantalla Principal de SIGINM

6.3.3 Menú SIGINM

`menusigim.jsp`

Este es un código jsp con html (vease en figura 6.9) el cual en la etiqueta `<head>` contiene un módulo en javascript el cual sirve como una selección automática al momento de escoger una opción del checkbox. Además de contener el módulo de javascript también se encuentra el módulo de estilos que no es muy extenso solo le asignamos el tipo de letra y tamaño a la tabla y al cuerpo del documento. En la etiqueta `<body>` se encuentra las operaciones que están inmersas en una tabla que tienen un formulario con el método `get` que envía la dirección url, y a su vez en un checkbox el cual tiene las opciones de las capas como son escuelas, calles etc. Esta respuesta lo envía con las opciones al JSP mapa.

```

<!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD HTML 4.01 Transitional//EN">
<html>
<head><meta http-equiv="content-type" content="text/html;charset=iso-8859-1">
<title>Menu</title>
<script language="javascript">
function procesar(obj){document.forms["idFormulario"].submit();}
</script>
<style type="text/css">
body,td,th,font{ font-family:verdana,arial,sans-serif; font-size:11px; }
</style>
</head>
<body bgcolor="#ffffff" leftmargin="10" marginheight="0" marginwidth="0" topmargin="0">
<table width="160" cellspacing="0" cellpadding="0" border="0">
<tr>
<th height="50" background=" ../imagenes/barrita.png">
<div align="center"><font size="4" color="white">SIGINM</font></div>
</th>
</tr>
</table>
<table border="0" background=" ../imagenes/cuadro1.png" width="160" height="163" cellspacing="0" cellpadding="0">
<tr>
<td>
<form id="idFormulario" name="formulario" target="centro" method=get action="mapa.jsp">
<tr>
<th height="38" ><div align="center"><font color="white">CAPAS</font></div></th>
</tr>
<tr>
<td>
<Blockquote>
<input type="checkbox" name="capa" value="hospitales" onclick="procesar()" >
<font color="white">Hospitales</font>
</Blockquote>
<Blockquote>
<input type="checkbox" name="capa" value="escuelas" onclick="procesar()">
<font color="white">Escuelas</font>
</Blockquote>
<Blockquote>
<input type="checkbox" name="capa" value="estaciones_d_metro" onclick="procesar()">
<font color="white">Metro</font>
</Blockquote>
<Blockquote>
<input type="checkbox" name="capa" value="calles" onclick="procesar()">
<font color="white">Calles</font>
</Blockquote>
</td>
</tr>
</form>
</tr>
</table>
</body>
</html>

```

Figura 6.9: Código menuginm.jsp

mapa.jsp

Este jsp contiene tags la cual tiene un identificador(URI ²) de la biblioteca ver fig. 6.10 además de importar las librerías de java, el manejador de postgres e importar los beans. Se le asigna variables para poder manejarlas dentro del documento. En

```
<%@ page contentType="application/xhtml+xml"%>
<%@ taglib uri="/WEB-INF/taglibs-xtags.tld" prefix="xtags" %>
<%@ page language="java" import="java.sql.*, java.io.*, java.util.*, org.postgresql.*"%>
<%@ page import="bean.*" %>
<jsp:useBean id="conexion" class="bean.DB.ConexionBD" />
<jsp:useBean id="generaxml" class="bean.ArmXML" />
```

Figura 6.10: Código de Tags

el siguiente código recupera los datos enviados en el menuginm.jsp y se guarda en un arreglo. Se inicia la conexión con el manejador de la base de datos postgres, se hace una validación con el caso de no haber recuperado ningún dato y si fuese así se envía al xslt llamado estiloinicial.xslt esto se hace a través de tags (vease 6.11). En esta

```
if (request.getParameterValues("capa")!=null){
String[]
v = request.getParameterValues("capa");
tamano=v.length;
ResultSet rs = null;
java.sql.Connection conn = conexion.getConnection();
if (conn==null){/if lxmldoc = generaxml.createDocumentError("No ha seleccionado ninguna capa");
<xtags:parse id="resultadoE1"><%=xmldoc %></xtags:parse>
<xtags:style document="<%=resultadoE1%" xsl="/.SIGINM/menu/behavior/xml/estiloinicial.xsl"></xtags:style><%}
```

Figura 6.11: Código donde se encuentra la recuperacion de menuginm

parte se nos ayudamos de la sentencia case la cual nos sirve para saber si seleccionaron una sola capa, dos capas o más. Además de que creamos el query el cual nos dice: selecciona el gid hace una conversión gracias a la función Atext() la cual realiza una transformación de los datos geográficos como los tiene postGIS a un formato de texto plano se le asigna un color, te dice que entidad es y hace una unión para que siempre tenga como fondo el contorno de la geourbana en este caso de la Gustavo A. Madero (figura 6.12).

²Uniform resource Identifier

```

else {
    String query = ""; //out.print("#####"+tamano);
    switch(tamano){
        case 1: query="select a.gid, AsText(Reverse(scale( a.the_geom,1,1))), '0' as color," + v[0] + " as entity from " + v[0] + "
as a union select b.gid, AsText(Reverse(scale( b.the_geom,1,1))), '6' as color,'Geourbana' as entity from geourbana as b"; System.out.print(query);
        break;
        case 2: query="select a.gid, AsText(Reverse(scale( a.the_geom,1,1))), '0' as color," + v[0] + " as entity from " + v[0] + "
as a union select b.gid, AsText(Reverse(scale( b.the_geom,1,1))), '6' as color,'Geourbana' as entity from geourbana as b union select c.gid, AsText(Reverse(scale( c.the_geom,1,1))), '1' as
color," + v[1] + " as entity from " + v[1] + " as c";
        break;
        case 3: query="select a.gid, AsText(Reverse(scale( a.the_geom,1,1))), '0' as color," + v[0] + " as entity from " + v[0] + "
as a union select b.gid, AsText(Reverse(scale( b.the_geom,1,1))), '6' as color,'Geourbana' as entity from geourbana as b union select c.gid, AsText(Reverse(scale( c.the_geom,1,1))), '1' as
color," + v[1] + " as entity from " + v[1] + " as c union select d.gid, AsText(Reverse(scale( d.the_geom,1,1))), '2' as color," + v[2] + " as entity from " + v[2] + " as d";break;case 4:
query="select a.gid, AsText(Reverse(scale( a.the_geom,1,1))), '0' as color," + v[0] + " as entity from " + v[0] + " as a union select b.gid, AsText(Reverse(scale( b.the_geom,1,1))), '6' as
color,'Geourbana' as entity from geourbana2 as b union select c.gid, AsText(Reverse(scale( c.the_geom,1,1))), '1' as color," + v[1] + " as entity from " + v[1] + " as c union select
d.gid, AsText(Reverse(scale( d.the_geom,1,1))), '2' as color," + v[2] + " as entity from " + v[2] + " as d union select e.gid, AsText(Reverse(scale( e.the_geom,1,1))), '5' as color,'Calles' as
entity from calles LIMIT 10";
        break;
        default:break;}
}

```

Figura 6.12: Querys para generar la consulta

Finalmente se ejecuta el query y manda ejecutar los beans de armXML con los atributos seleccionados por el usuario y con uso de los tags manda todos los el gml (basado en xml) formado, para dar pie a la capa de presentación que es en el documento estilopath.xslt (código 6.13).

```

rs = conexion.ObtieneRS(query);
String []
table_multiple2={v[0]};
xmldoc = generaxml.createDocumentXML(points1, rs, table_multiple2);
<xtags:parse id="resultadoQ">
<%=xmldoc %></xtags:parse><xtags:style document="<%=resultadoQ%" xsl=" ../SIGINM/menu/behavior/xml/estilopath.xsl">
</xtags:style><%> // fi 2
else { // else 2xmldoc = generaxml.createDocumentError("No hay resultados");%>
<xtags:parse id="resultadoE3">
<%=xmldoc %>
</xtags:parse>
<xtags:style document="<%=resultadoE3%" xsl=" ../SIGINM/menu/behavior/xml/estiloerror.xsl">
</xtags:style>

```

Figura 6.13: Código el cual envia los parametros para la formación del XML

mapa.jsp

Este XML esta formado según las propiedades de la geometría de GML esta consta de tres niveles [4]:

- Nombre formal: Se refiere a las propiedades de la geometría como característica permite un valor en función del tipo de geometría.
- Nombre descriptivo: Es un conjunto de sinónimos estandarizados segun los nombres oficiales.
- Nombre de aplicación específico.- Nombres elegidos por el usuario y definidos en los esquemas de aplicación basada en GML.

El nombre formal y descriptivo de las propiedades geométricas básicas se enumeran en el la figura 6.14

Formal name	Descriptive name	Geometry type
<code>boundedBy</code>	-	Box
<code>pointProperty</code>	location, position, centerOf	Point
<code>lineStringProperty</code>	centerLineOf, edgeOf	LineString
<code>polygonProperty</code>	extentOf, coverage	Polygon
<code>geometryProperty</code>	-	<i>any</i>
<code>multiPointProperty</code>	multiLocation, multiPosition, multiCenterOf	MultiPoint
<code>multiLineStringProperty</code>	multiCenterLineOf, multiEdgeOf	MultiLineString
<code>multiPolygonProperty</code>	multiExtentOf, multiCoverage	MultiPolygon
<code>multiGeometryProperty</code>	-	MultiGeometry

Figura 6.14: Base de propiedades geométricas en GML [4]

Ahora cualquier documento *GML* se inicia con el encabezado *XML* estándar en la que el carácter *encoding* y la versión del *XML*. Entonces el elemento root del documento *GML* contiene todas las definiciones del namespace utilizados dentro del documento *GML* y el *schema location*(esquema de ubicación). El elemento *gml:boundedBy* contiene en una “caja” todas las características del documento. El atributo *srsName* en el elemento `<box>` indica que el sistema de referencia espacial en donde se basan las características de las coordenadas. Después del bounding box todos los atributos, de cada capa (colección de atributos) se describe a solas con elementos relacionados con la delimitación del *bounding box*. La figura de acontinuación muestra un fragmento del documento *GML* 6.15

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<gfm:VillageTopoModel xmlns:gfm="http://www.itc.nl/gfm" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"
xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance">
<gfm:dataCreated>Agosto 2009</gfm:dataCreated>
<gml:boundedBy>
  <gml:Box srsName="EPSG:7408">
    <gml:coordinates>190000,446000 193000,449000</gml:coordinates>
  </gml:Box>
</gml:boundedBy>
<gfm:featureMember>
  <gfm:BuildingLayer>
    <gml:boundedBy>
      <gml:Box srsName="EPSG:7408">
        <gml:coordinates>190000,446000 193000,449000</gml:coordinates>
      </gml:Box>
    </gml:boundedBy>
    <gfm:featureMember>
      <gfm:Building fid="GFM.Bld260">
        <gfm:code_id>Bld260</gfm:code_id>
        <gfm:begindate>Agosto 2009</gfm:begindate>
        <gfm:enddate/>
        <gfm:source_type/>
        <gfm:source_description/>
        <gfm:accuracy/>
        <gfm:code_num>8885</gfm:code_num>
        <gfm:type>Tower</gfm:type>
        <gfm:function>Municipality</gfm:function>
        <gfm:height_category>3</gfm:height_category>
        <gfm:height>40</gfm:height>
        <gfm:status>Occupied</gfm:status>
        <gfm:geometryProperty>
          <gfm:Polygon srsName="ESPG:7408">
            <gfm:outerBoundaryIs>
              <gfm:height>300</gfm:height>
              <gfm:width>450</gfm:width>
              <gfm:scale>0.042634959559345716</gfm:scale>
              <gfm:xm>484959.974950565</gfm:xm>
              <gfm:ym>2150751.74986589</gfm:ym>|
            <gfm:Point>
              <gfm:Color>Green</gfm:Color>
              <gfm:GID>431</gfm:GID>
              <gfm:Entidad>hospitales</gfm:Entidad>
              <gfm:coordinates>0.4655840094508068,34.69460780459201</gfm:coordinates>
            </gfm:Point>
          </gfm:outerBoundaryIs>
        </gfm:Polygon>
      </gfm:Building>
    </gfm:featureMember>
  </gfm:BuildingLayer>
</gfm:featureMember>
</gfm:VillageTopoModel>

```

Figura 6.15: Documento GML formado dinámicamente

6.3.4 Capa de Presentación

El objetivo de la capa de presentación es visualizar los datos anteriormente detallados, se explicará como se utiliza *Extensible Stylesheet Transformation (XSLT)* para la transformación de los datos GML con *Scalable Vector Graphics*.

Una hoja de estilo XSLT consiste en un conjunto de reglas como plantillas. Una plantilla contiene un conjunto de normas, la plantilla consta de dos partes, un patrón que se compara con los nodos del árbol del código fuente y una plantilla que puede ser una instancia para formar parte del árbol de resultados. Esto permite que una hoja de estilo sea aplicable a una amplia clase de documentos que tienen estructuras similares a las arquitecturas de árbol. Una hoja de estilo comienza de la misma forma que un XML, la siguiente línea es el elemento `<xsl:stylesheet>` o `<xsl:transform>` suigiendo con la versión y los espacios de nombre. Los elementos se presentan como nodos hijos de `<xsl:stylesheet>` que es llamado el primer nivel la estructura se muestra en a continuación 6.16: La hoja de estilo XSLT debe ser un documento XML bien formado y debe

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
  <xsl:stylesheet version="1.0"
    xmlns:xsl="http://www.w3.org/1999/XSL/Transform">

    <!-- templates go here -- >

  </xsl:stylesheet>
```

Figura 6.16: Plantilla generica XSLT

cumplir con las especificaciones XSLT. El contenido de la hoja de estilo depende completamente de la estructura de entrada y la producción necesaria. Los pasos generales para nuestra hoja de estilo se basan en el documento GML ya presentado con el objetivo de que la salida se un gráfico SVG.

1. Declaración XML.-

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
```

2. Los elementos raíz de la hoja de estilos incluyendo la versión y los atributos del espacio de nombres (incluyendo todos lo espacios de nombre que aparecen en el documento de entrada). Además de contener las declaraciones de salida.

```
<xsl:stylesheet version="1.0" xmlns:xhtml="http://www.w3.org/1999/xhtml"
  xmlns:gfm="http://www.itc.nl/gfm" xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"
  xmlns:tdh="http://www.gdmc.nl/tdh" xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
  xmlns:xsl="http://www.w3.org/1999/XSL/Transform" xmlns:ev="http://www.w3.org/2001/xml-events">
  <xsl:output encoding="UTF-8" indent="yes" media-type="application/xhtml+xml" method="html" omit-xml-declaration="yes" standalone="no"/>
```

Figura 6.17: Espacio de nombres

3. Se declara la raíz del documento para poder incluir otras plantillas en este caso se declara un root para el manejo del documento de GML.

```
<xsl:template match="/gfm:featureMember">
```

4. Se comienza a declarar las etiquetas XHTML para colocar el gráfico svg dentro de este;

```
<xhtm:html>
<xhtm:body>
```

5. SE divide el XHTML en divs (capas) para obtener una capa en donde se encontrará el SVG y otro div donde se encontrara la información del SVG.
6. Se declaran todas las características que debe contener un documento GML
7. Se crea el root de la salida en este caso de un SVG y sus atributos propios como 6.18:

```
<xhtm:div id="svgitem" align="center">
<xsl:attribute name="style">float:left;</xsl:attribute>
<xsl:for-each select="gfm:featureMember">
  <xsl:for-each select="gfm:BuildingLayer">
    <xsl:for-each select="gfm:featureMember">
      <xsl:for-each select="gfm:Building">
        <xsl:for-each select="gfm:geometryProperty">
          <xsl:for-each select="gfm:Polygon">
            <xsl:for-each select="gfm:outerBoundaryIs">
              <xsl:variable name="alto" select="gfm:height"/>
              <xsl:variable name="ancho" select="gfm:width"/>
              <xsl:variable name="vscale" select="gfm:scale"/>
              <xsl:variable name="vxm" select="gfm:xm"/>
              <xsl:variable name="vym" select="gfm:ym"/>
              <xsl:element name="svg" namespace="http://www.w3.org/2000/svg">

                <xsl:attribute name="id">svgObj</xsl:attribute>
                <xsl:attribute name="viewBox">0 0 450 430</xsl:attribute>
                <xsl:attribute name="width"><xsl:value-of select="gfm:width"/></xsl:attribute>
                <xsl:attribute name="height"><xsl:value-of select="$alto+130"/></xsl:attribute>
```

Figura 6.18: Declaración de características gml y svg

8. Para darle una interacción total al gráfico *svg* es necesario tener un código en JavaScript y la unica forma de hacer es gracias al ECMAScript, esto que pueden ser desde un vinculo a una función, cambiar los atributos gráficos visualización de objetos etc. En este caso se utilizó este lenguaje para dar una manipulación en cuanto a las coordenadas y a la ubicación de las capas además de darle eventos básicos de un mapa como lo son zoom (alejamiento y acercamiento del SVG), el

Panning (Movimiento dentro del mapa) y el más importante mostrar la información nominal de alguna entidad. Otra función importante es la introducción de la tecnología *AJAX* la cual la usamos para la sincronización de la página al momento de visualizar el mapa con la información nominal.

```

<![CDATA[
    <!--VARIABLES GLOBALES-->
    var timevalue= 0;
    var timer_increment= 10;
    var max_time=5000;
    var text_element;
    var scale=10;

    <!--COMIENZAN FUNCIONES-->
    function getXy(evt, scale, xm, ym){
    var x = (evt.clientX/scale)+xm;
    var y = (evt.clientY/scale)+ym;
    var xye = document.getElementById("xy");
    xye.value = x+', '+y;
    //xye.value = evt.clientX+', '+evt.clientY;
    function consulta(id,entidad,evt,scale,xm,ym)
    {llamarasincrono('http://localhost:8080/INMUJERES/SIGINM/consulta.jsp?id='+id+'&entidad='+entidad, 'infoitem'); }
    <!--fin de la funcion consulta -->
    function GrowAnimation(evt,id) { <!--Nos traemos el nombre del elemento-->
    text_element= evt.target.ownerDocument.getElementById(id);
    ShowAndGrowElement();
    <!--fin de la funcion GrowAnimation-->
    function ShowAndGrowElement(){
    text_element.setAttribute("transform", "scale(50)");
    window.ShowAndGrowElement= ShowAndGrowElement
    <!--fin de la funcion showGrowElement-->
    function UnGrowAnimation (evt,id){
    text_element = evt.target.ownerDocument.getElementById(id);
    ShowAndUnGrowElement();
    <!--fin de la funcion UnGrowAnimation-->
    function ShowAndUnGrowElement(){
    text_element.setAttribute("transform", "scale(0)");
    }
    window.ShowAndUnGrowElement= ShowAndUnGrowElement
    <!--fin de la funcion ShowUnGrowElement-->
    function llamarasincrono (url, id_contenedor){
    var pagina_requerida = false;
    var urlparam=url;
    if (window.XMLHttpRequest){ <!--SI ES MOZILLA O SAFARI-->
    pagina_requerida = new XMLHttpRequest ();
    } else if (window.ActiveXObject){ <!--SI ES INTERNET EXPLORER-->
    try { pagina_requerida = new ActiveXObject ("Msxml2.XMLHTTP");
    }catch (e){
    <!--SI ES INTERNET EXPLORER VERSION ANTIGUA-->
    try{ pagina_requerida = new ActiveXObject ("Microsoft.XMLHTTP");
    }catch (e){ }
    }else{ return false;
    } pagina_requerida.onreadystatechange = function ()
    {<!--FUNCION RESPUESTA-->
    cargarpagina (pagina_requerida, id_contenedor); }
    pagina_requerida.open ('GET', urlparam, true); <!--ASIGNACION DE METODOS SEND Y OPEN-->
    pagina_requerida.send (null);
    <!--FIN DE FUNCION ASINCRONA-->
    function cargarpagina (pagina_requerida, id_contenedor) {
    if ( pagina_requerida.readyState==4)
    if(pagina_requerida.status == 200 || window.location.href.indexOf("http") == - 1)
    document.getElementById (id_contenedor).innerHTML = pagina_requerida.responseText;
    }<!--fin de la funcion cargarpagina-->

```

Figura 6.19: Código de interacción del gráfico SVG

```
function asignAction(form, destino, eltarget){
    form.action=destino;
    form.target=_self;
    form.submit();}
<!--fin de la funcion asignaAction-->
function zoom(magnitudo){
    var root;
    root = document.getElementById("svgObj");
    root.currentScale *= magnitudo;
}
<!--fin de la funcion Zoom-->
function pan(x,y){
    var root;
    root=document.getElementById("svgObj");
    root.currentTranslate.x += x;
    root.currentTranslate.y += y;
}
]]></xsl:element>
```

Figura 6.20: Código 2 de interacción del gráfico SVG

9. La siguiente parte del código muestra la creación del svg con sus propiedades y como se va ir mostrando en el mapa por ejemplo la capa de hospitales están graficadas con una cruz y su entidad en gml es un punto.el código se muestra a continuación:

```

<!-- Manipulación de puntos ya sean calles escuelas etc.-->
<sl:element name="g" namespace="http://www.w3.org/2000/svg">
  <sl:attribute name="stroke"><sl:value-of select="gfn:Color"/></sl:attribute>
  <sl:attribute name="stroke-width">2</sl:attribute>
  <sl:attribute name="onmouseover">strokeWidth(4)</sl:attribute>
  <sl:attribute name="onmouseout">strokeWidth(2)</sl:attribute>
  <sl:variable name="gid" select="gfn:SID"/>
  <sl:attribute name="transform">translate(<sl:value-of select="substring-before(,&coor&id, ',')"/>,<sl:value-of select="substring-after(,&coor&id, ',')"/>)</sl:attribute>
</sl:element>
<!-- Dibujamos un círculo para las entidades puntuales-->
<sl:choose>
  <sl:when test="&capa='hospitales'">
    <sl:element name="text" namespace="http://www.w3.org/2000/svg">
      <sl:attribute name="x">.82</sl:attribute>
      <sl:attribute name="y">.82</sl:attribute>
      <sl:attribute name="id"><sl:value-of select="gfn:SID"/> </sl:attribute>
      <sl:attribute name="onclick">consulta(<sl:value-of select="gfn:SID"/>,<sl:value-of select="gfn:Entidad"/>,<sl:value-of select="&vscala"/>,<sl:value-of select="&vnm"/>,<sl:value-of select="&vym"/>)</sl:attribute>
      <sl:attribute name="fill"><sl:value-of select="gfn:Color"/> </sl:attribute>
    </sl:element>
  </sl:when>
  <sl:when test="&capa='escuelas'">
    <sl:element name="rect" namespace="http://www.w3.org/2000/svg">
      <sl:attribute name="x">.2</sl:attribute>
      <sl:attribute name="y">.2</sl:attribute>
      <sl:attribute name="width">.14</sl:attribute>
      <sl:attribute name="height">.14</sl:attribute>
      <sl:attribute name="id"><sl:value-of select="gfn:SID"/> </sl:attribute>
      <sl:attribute name="onclick">consulta(<sl:value-of select="gfn:SID"/>,<sl:value-of select="gfn:Entidad"/>,<sl:value-of select="&vscala"/>,<sl:value-of select="&vnm"/>,<sl:value-of select="&vym"/>)</sl:attribute>
      <sl:attribute name="fill"><sl:value-of select="gfn:Color"/> </sl:attribute>
    </sl:element>
  </sl:when>
  <sl:when test="&capa='estaciones_d_metro'">
    <sl:element name="text" namespace="http://www.w3.org/2000/svg">
      <sl:attribute name="x">.82</sl:attribute>
      <sl:attribute name="y">.82</sl:attribute>
      <sl:attribute name="id"><sl:value-of select="gfn:SID"/> </sl:attribute>
      <sl:attribute name="onclick">consulta(<sl:value-of select="gfn:SID"/>,<sl:value-of select="gfn:Entidad"/>,<sl:value-of select="&vscala"/>,<sl:value-of select="&vnm"/>,<sl:value-of select="&vym"/>)</sl:attribute>
      <sl:attribute name="fill"><sl:value-of select="gfn:Color"/> </sl:attribute>
    </sl:element>
  </sl:when>
  <sl:when test="&capa='calles'">
    <sl:element name="text" namespace="http://www.w3.org/2000/svg">
      <sl:attribute name="x">.82</sl:attribute>
      <sl:attribute name="y">.82</sl:attribute>
      <sl:attribute name="id"><sl:value-of select="gfn:SID"/> </sl:attribute>
      <sl:attribute name="onclick">consulta(<sl:value-of select="gfn:SID"/>,<sl:value-of select="gfn:Entidad"/>,<sl:value-of select="&vscala"/>,<sl:value-of select="&vnm"/>,<sl:value-of select="&vym"/>)</sl:attribute>
      <sl:attribute name="fill"><sl:value-of select="gfn:Color"/> </sl:attribute>
    </sl:element>
  </sl:when>
  <sl:otherwise>
  </sl:otherwise>
</sl:choose>
</sl:element>
</sl:for-each>

```

Figura 6.21: Extracción de código mostrando como se manipulan los puntos en la hoja de estilos

Diagrama de secuencia

Para tener los requerimientos del sistema se describen de una forma técnica mediante UML³ que nos sirve para especificar el sistema. En la figura 6.22 se muestra el diagrama de secuencia del SIGINM.

³Lenguaje de modelado unificado

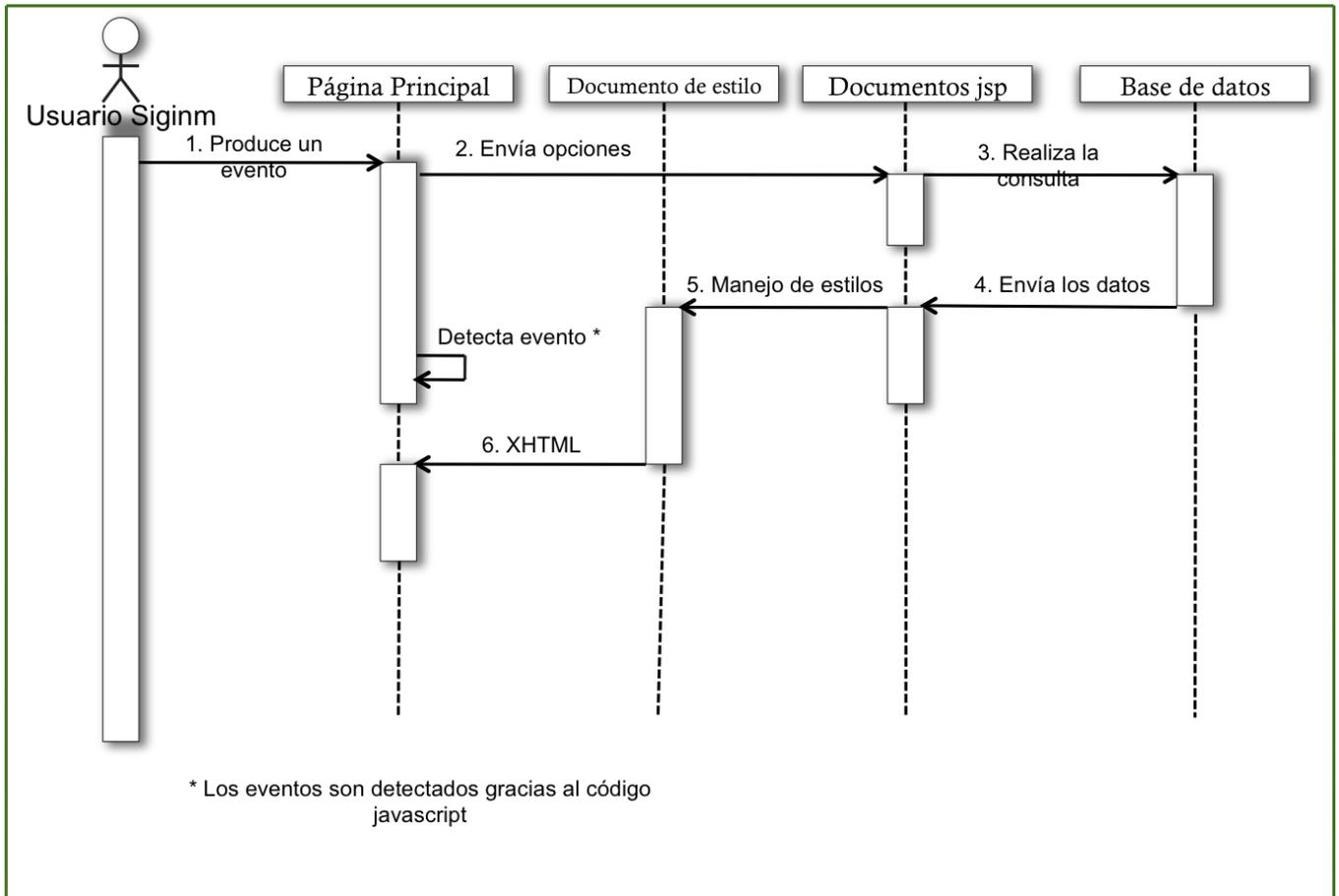


Figura 6.22: Diagrama de secuencia *SIGINM*

6.4 Presentación del SIGINM

Para comenzar a mostrar el sistema ya con pantallas se debe mencionar que en últimas modificaciones ajenas a la tesis el Sistema se montó en un gestor de contenidos (Joomla [50]) además de cargar un módulo referente a Googlemaps con las ubicaciones de los objetos también mostrados en SIGINM pero con la desventaja que no se le puede atribuir como antes se ha mencionado datos específicos nominales. Es inevitable dejar a un lado dicha tecnología puesto que gracias a este se pueden realizar visitas virtuales. En la primera imagen se muestra el SIGINM con una breve explicación de lo que es dicho sistema, y se logra observar un menú el cual nos sirve para navegar dentro del portal, y una pequeña encuesta que puede ser modificada según el administrador web.

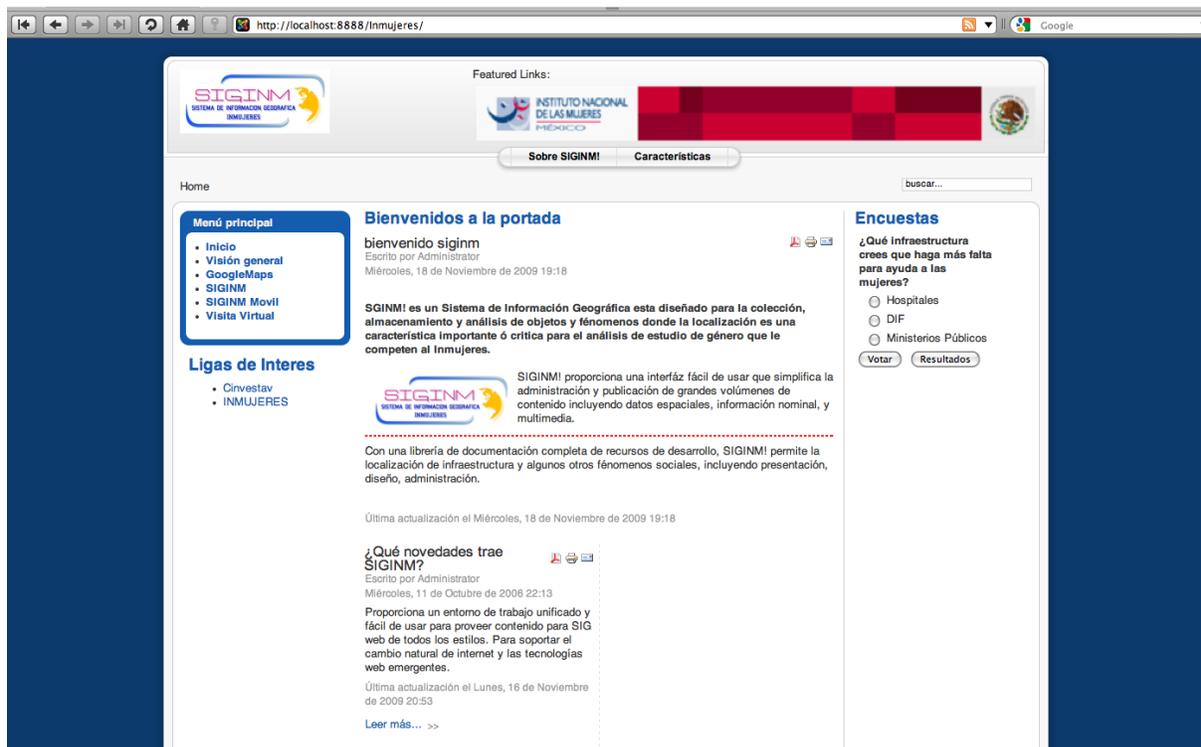
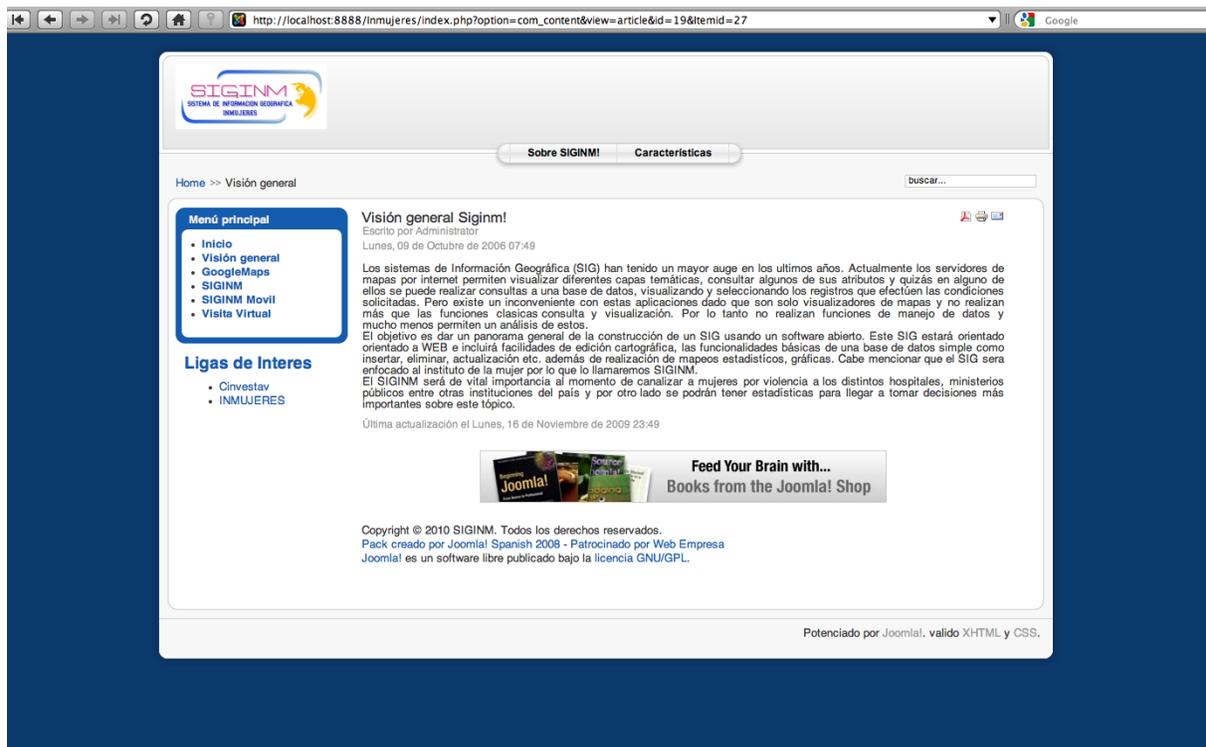


Figura 6.23: Presentación SIGINM

6.4.1 Visión general

Siguiendo el menú el siguiente enlace trata sobre la visión del SIGINM hacia donde se dirige y a que se está enfocando:

Figura 6.24: Visión general *SIGINM*

6.4.2 GoogleMaps

El siguiente módulo es a cerca de Googlemaps donde las imágenes de “globitos” de diferentes colores muestran las capas: Hospitales, escuelas y otras instituciones como lo son la comisión de los derechos humanos.

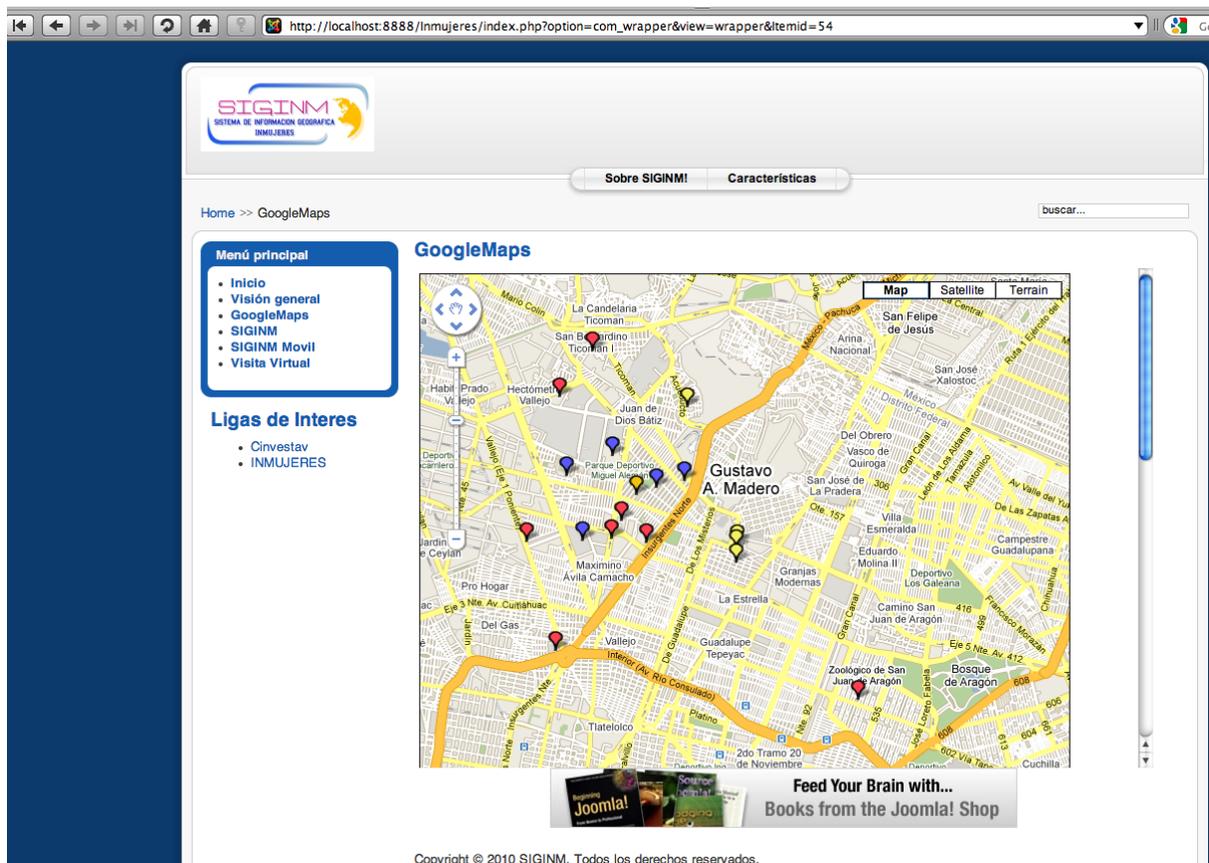


Figura 6.25: Módulo de *googleMaps*

6.4.3 SIGINM

Ahora se puede visualizar la presentación del módulo que se desarrollo en esta investigación donde se observa un submenú donde se encuentran las capas del sistema como lo son hospitales, escuelas, estaciones de metro y las calles. Finalmente está el área donde se visualizara el mapa una vez que se haya seleccionado una o todas las capas.

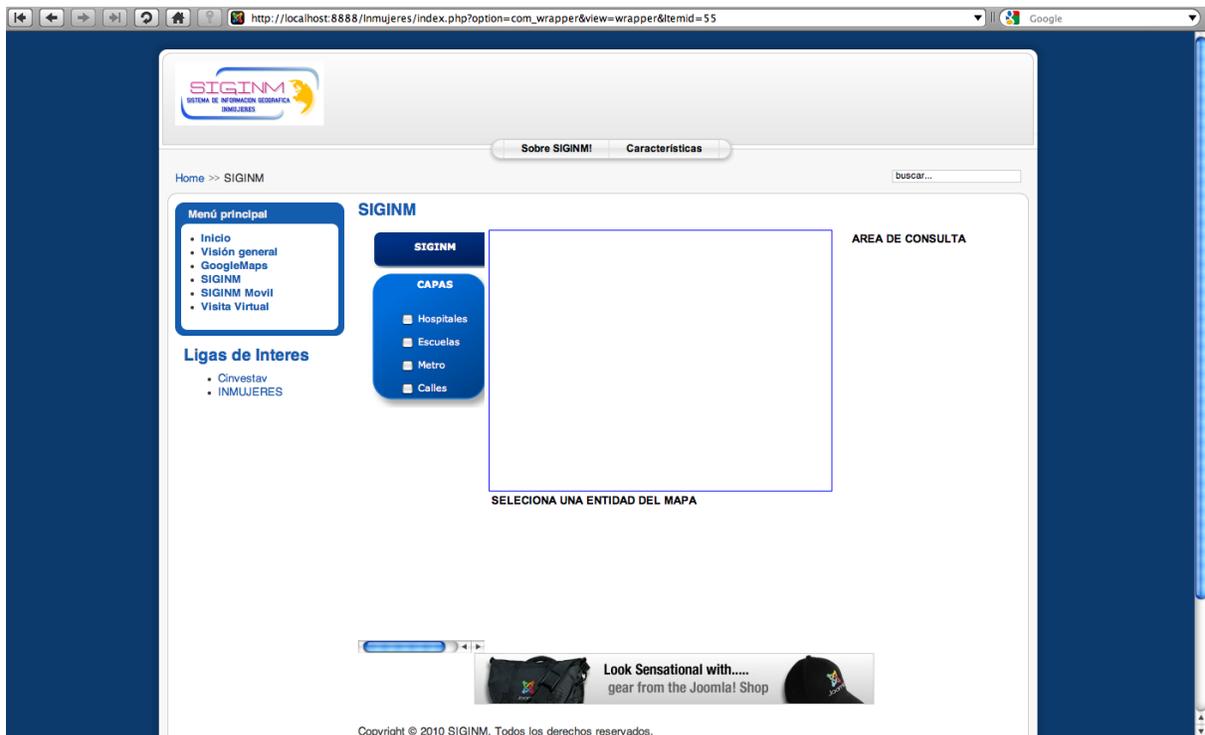


Figura 6.26: SIGINM

En la siguiente imagen se aprecia ya la imagen del mapa con la capa de hospitales además se pueden visualizar los botones que le dan al mapa interacción con el usuario y un cuadro extra el cual contiene las coordenadas según el movimiento del mouse.

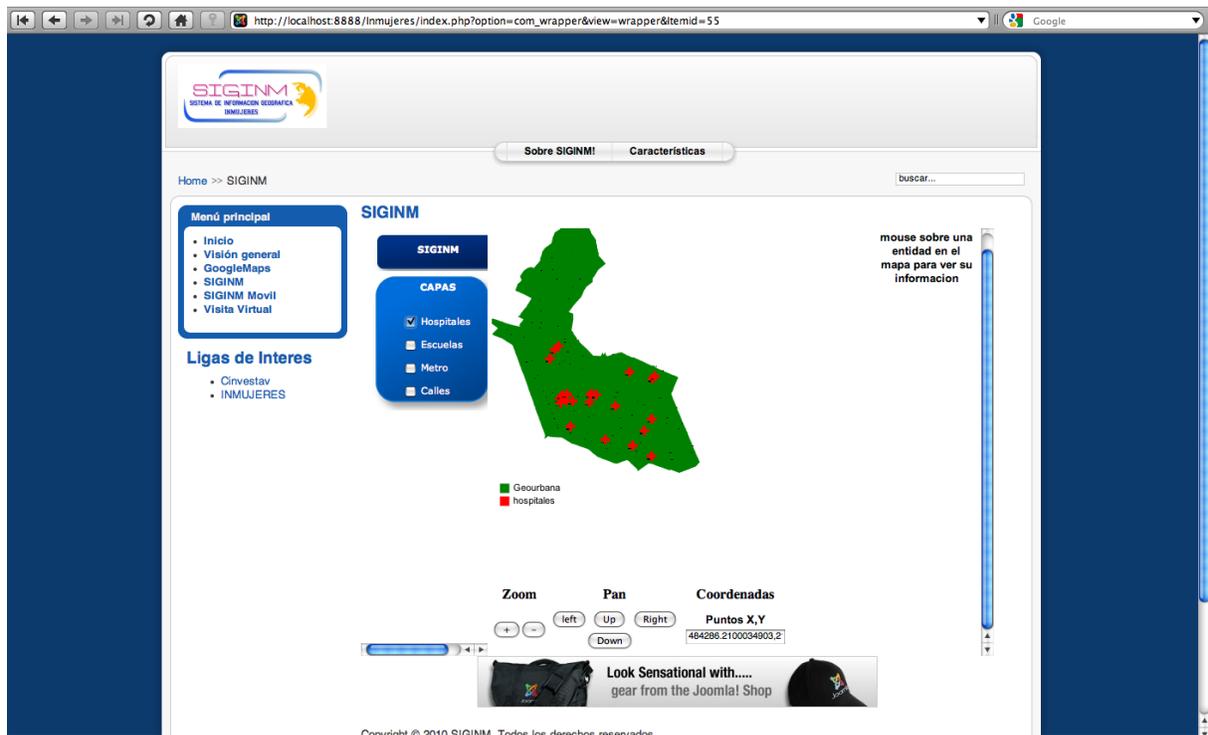


Figura 6.27: Mapa desplegando la capa de hospitales

Se menciono con anterioridad que las propiedades principales de un gráfico svg es el poder realizar la imagen o más pequeña o más grande sin que se deforme y pierda su resolución y para muestra la siguiente imagen contiene estas dos propiedades:

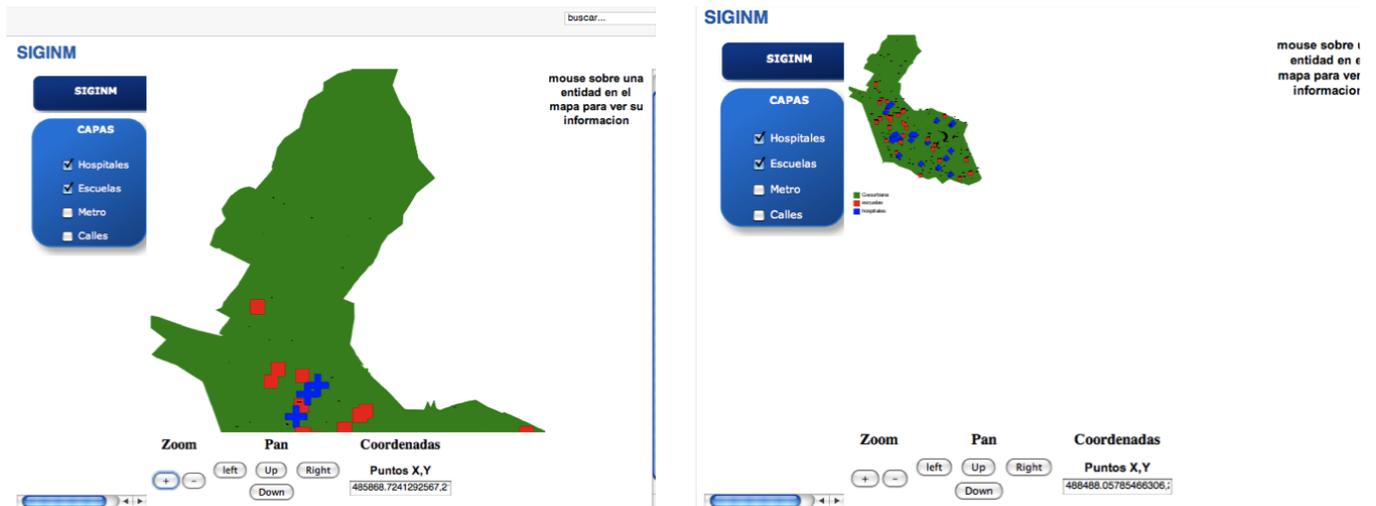


Figura 6.28: Mapa haciendo un escalamiento como más grande y como más pequeño

Como muestra final del SIGINM faltaba mostrar la información nominal esta es mostrada según el usuario lo requiera ya que como se explicó con anterioridad al momento de dar un evento con el mouse en un punto (un hospital, escuela etc.) y de esta manera se muestra una tabla con información propia a la entidad en este caso se muestra el Cinvestav con información como lo es: nombre de la entidad, la capa según nomenclatura de INEGI, ubicación y una foto relativa al lugar.

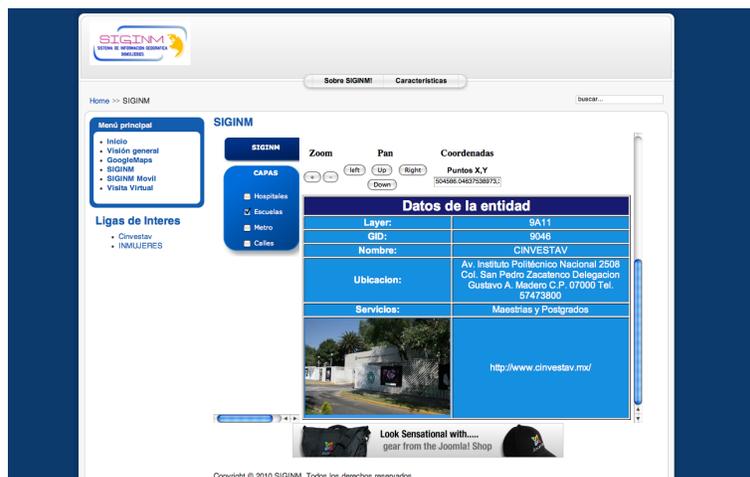


Figura 6.29: Datos Nominales de las entidades (Cinvestav)

La siguiente liga es un poco especial por que lo que se trato de hacer fue probar en un dispositivo móvil si en verdad funcionaba el sistema y como el proyecto se maneja a través de internet debería funcionar en cualquier navegador. Cabe mencionar que esto no es parte de la tesis solo se hizo pruebas de que funcionara en móviles.



Figura 6.30: SIGINM en móviles

6.5 Estudio comparativo con otras herramientas de Sistemas de Información Geográfica

Generalmente, los Sistemas de Información Geográfica en materia al desarrollo, ofrecen ventajas tanto en las fases iniciales como en las posteriores a la propia implementación técnica de los proyectos, permitiendo en todo momento conocer determinadas situaciones territoriales (calidad del agua, focos epidémicos, pobreza, localización de infraestructura etc.).

Con el propósito de probar si el SIGINM es un sistema competitivo se realizó un estudio comparativo entre diversos SIG. Los SIG más comunes para realizar dicha comparación son los siguientes:

- Quantum GIS
- gvSIG
- GoogleMaps
- IRIS (INEGI)

Dentro de las capacidades a comparar podemos subrayar las que se listan a continuación:

- Facilidad de instalación
- Interfaz gráfica sencilla y amigable
- Capacidad de importación de manejo de varios formatos de datos para facilitar la interoperabilidad
- Eficiencia en el manejo de los sistemas de referencia
- Variedad de herramienta de análisis
- Manejo de datos extras a los espaciales
- Software propietarios o libres

6.5.1 Quantum GIS

Quantum GIS es un SIG con una apariencia muy cuidada y que posee algunas características muy interesantes, tales como soporte directo para edición en PostGIS, conexión con GRASS para tareas como edición de topología, y buen número de formatos soportados, tanto vectoriales como matriciales. Este tipo de SIG tiene una filosofía de plugins y actualmente se pueden encontrar un buen número de ellos para tareas tan interesantes como la conversión de archivos shape (shp) a PostGIS o para conectarse a un

GPS y mostrar su posición. Pero cuenta con una deficiencia sustancial: no dispone de herramientas de análisis. Con este sistema se pueden llegar a tener interesantes tipos de visualización como lo son las satelitales y puede llegar a competir directamente con nuestro sistema sin embargo no es suficiente, debido a que su sistema no es diseñado para realizar análisis.

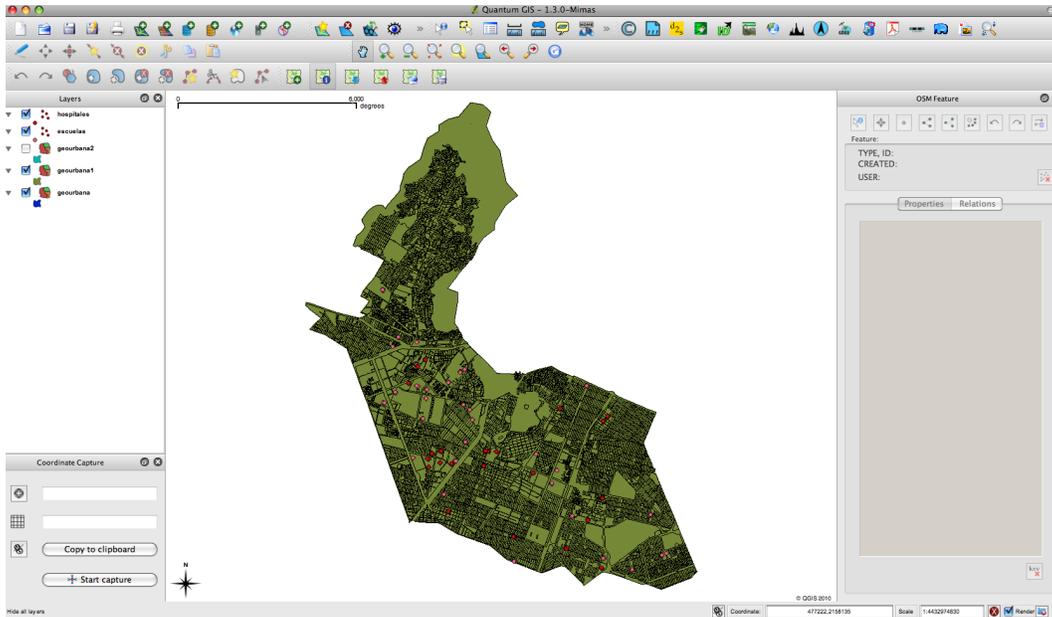


Figura 6.31: Interfaz gráfica de Quantum GIS

6.5.2 gvSIG

El origen de gvSIG es a finales del 2003, cuando la Infraestructura de Transporte en la Comunidad Valenciana emprende un proceso de migración de sistemas abiertos bajo Linux de todos sus sistemas de informáticos.

Se trata de un producto muy afianzado y orientado al usuario final, tanto a nivel de interfaz de usuario como de funciones implementadas. Soporta los formatos más populares de todas las tipologías de datos y permite trabajar con estándares del OGC. Se trata de un software con buenas capacidades vectoriales. Su potencial ráster ha aumentado considerablemente desde la reciente liberación del piloto ráster y la migración del proyecto SEXTANTE sobre gvSIG. Es una herramienta de optimización de rutas, así como un módulo de gestión de sistemas de referencia. Su mayor deficiencia radica en que se enfoca solamente en la optimización de rutas lo que lo hace un SIG muy específico.

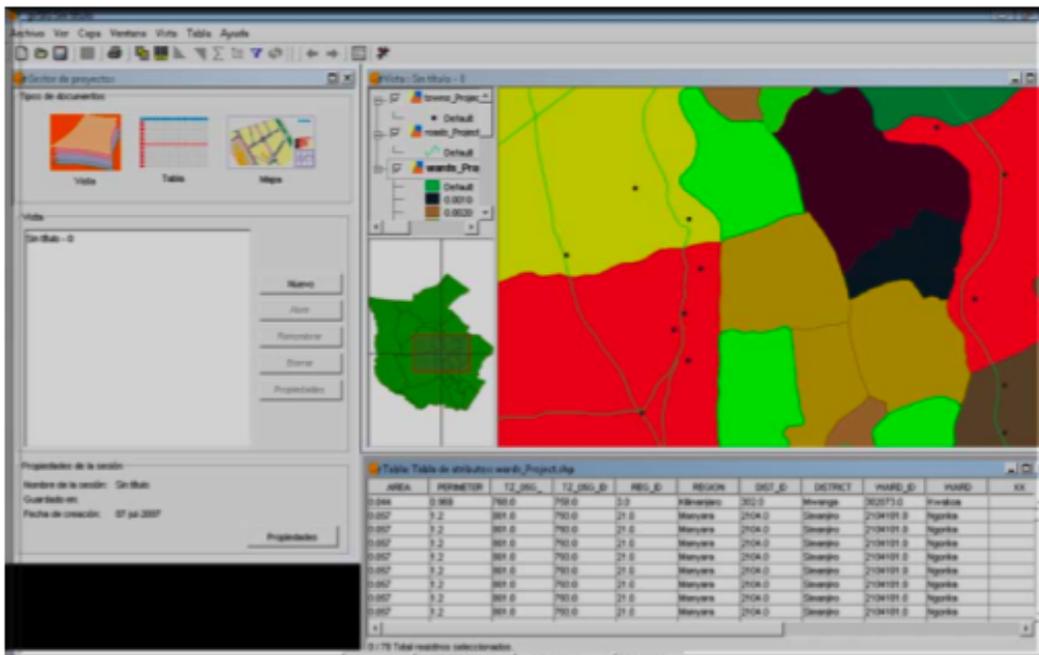


Figura 6.32: Interfaz gráfica de gvSIG

6.5.3 GoogleMaps

Es un servidor de aplicaciones de mapas en Web. Ofrece imágenes de mapas desplazables, así como fotos satelitales del mundo entero e incluso la ruta entre diferentes ubicaciones. Desde el 6 de octubre del 2005, Google Maps es parte de Google local. Como las aplicaciones webs de Google, se usan un gran número de archivos de Javascript para crear Google Maps. Como el usuario puede desplazar dentro del mapa, la visualización del mismo se descarga desde el servidor. Cuando un usuario busca un negocio, la ubicación es marcada por un indicador en forma de pin, el cual es una imagen PNG⁴ transparente sobre el mapa. Para lograr la conectividad sin sincronía con el servidor, Google aplicó el uso de AJAX dentro de esta aplicación. Como se menciona en las secciones anteriores Googlemaps es parte de nuestra aplicación ya que gracias a este podemos obtener ciertas ventajas de esta gran plataforma como lo son visitas virtuales y el manejo de imágenes satelitales.

⁴Portable Network Graphics, es un formato gráfico basado en un algoritmo de compresión sin pérdida para bitmaps no sujeto a patentes. Este formato fue desarrollado en buena parte para solventar las deficiencias del formato GIF y permite almacenar imágenes con una mayor profundidad de contraste y otros importantes datos.

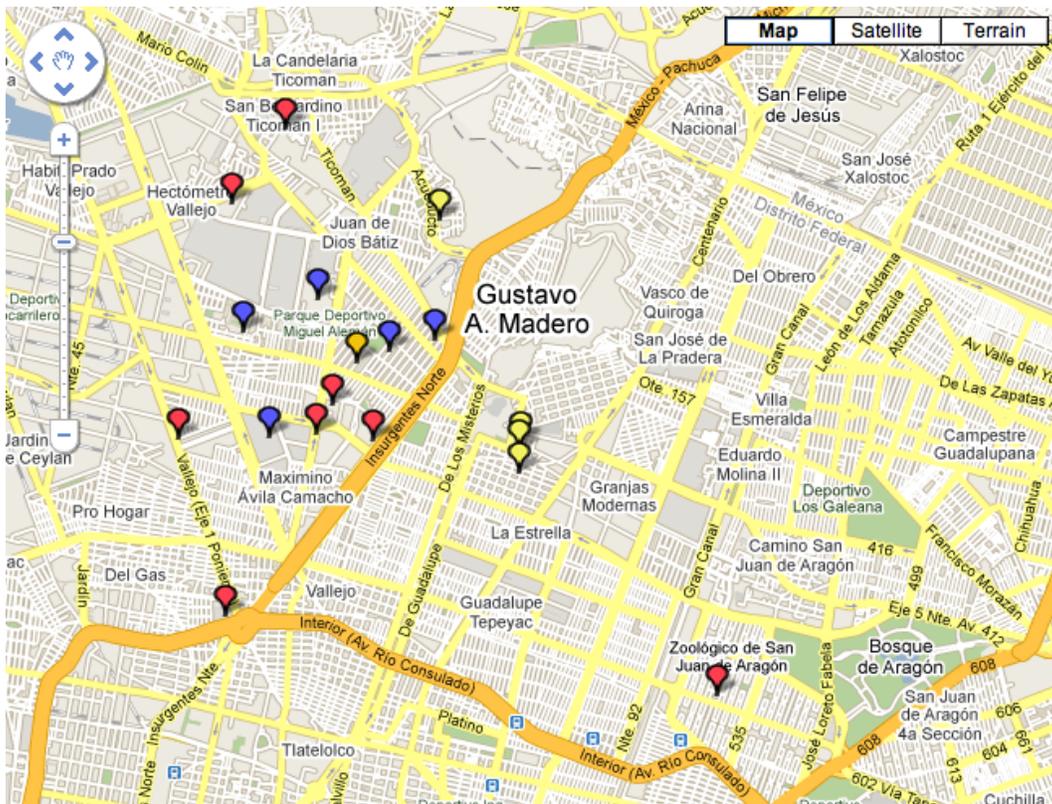


Figura 6.33: Interfaz gráfica de GoogleMaps

6.5.4 IRIS

IRIS, bajo el concepto de un Sistema de Información Geográfica, cuenta con servicios que facilitan el estudio de los objetos geográficos a través del conocimiento de su ubicación espacio-temporal, así como de sus atributos asociados; tales servicios brindan al usuario la posibilidad de:

- Dimensionar en forma gráfica la información contenida: acercamientos, selección de capas de información, localizaciones, mediciones, etcétera.
- Crear, modificar y exportar objetos geográficos vectoriales y tablas de información, modificar la fuente de los datos, y cambiar las proyecciones cartográficas.
- Integrar información a través de proyectos: incorporación de información vectorial y ráster, asociación de información documental y tabular, administración de propiedades de despliegue.
- Analizar e interpretar los contenidos geográficos y tabulares: operaciones matemáticas, mapas temáticos, gráficos estadísticos, análisis espacial, análisis estadístico básico, etcétera.

6.5.5 Tablas comparativas

Todas las características analizadas siguientes tablas comparativas:

SIG	Quantum GIS	gvSIG	Google Maps	IRIS (INEGI)	SIGINM
Formato de salida					
SHP	NO	SI	NO	NO	SI
GML	NO	SI	NO	NO	SI
PostGIS	NO	SI	NO	NO	SI
PNG	SI	NO	NO	SI	NO
XSL	NO	NO	SI	NO	SI
SVG	NO	NO	NO	NO	SI
JPG	SI	NO	SI	SI	NO
OTROS	NO	NO	NO	SI	SI

Figura 6.35: Tabla comparativa en archivos de visualización

En esta tabla se muestran los diferentes tipos de formatos de visualización si se observa el SIGINM le lleva una gran ventaja a todos estos ya que cumple con casi todos estos tipos de archivos básicos.

En la siguiente tabla se muestra las diferentes herramientas básicas de un SIG por lo que todos los sistemas cumplen con esas propiedades.

SIG	Quantum GIS	gvSIG	Google Maps	IRIS (INEGI)	SIGINM
Opción de Visualización					
Zoom	SI	SI	SI	SI	SI
Panning	SI	SI	SI	SI	SI
Visualizar coordenadas	SI	SI	SI	SI	SI
Ir a coordenadas	SI	SI	SI	SI	SI

Figura 6.36: Tabla comparativa en herramientas de visualización

En esta última tabla se mostrará cuáles son los aspectos generales acerca de estos sistemas y por qué el nuestro es mejor que los mencionados anteriormente.

SIG	Quantum GIS	gvSIG	Google Maps	IRIS (INEGI)	SIGINM
Aspectos generales					
Licencia	GNU GPL	GNU GPL	GNU (API)	INEGI	GNU GPL
Lenguaje de desarrollo	C++	JAVA	Google Maps-API (GGeoXml)	MapServer	JAVA/XML/AJAX/GML
Desarrolladores	QGIS Developer	IVER	Google	INEGI	Cinvestav
Plataformas	Window/Linux/Mac	Window/Linux/Mac	Cualquiera que tenga navegador de internet	Windows	Cualquiera que tenga navegador de internet

Figura 6.37: Aspectos generales

Como se pudo apreciar en las anteriores comparaciones nuestro SIG es un software robusto, flexible, adaptable, amigable, etc. las cuales son características que hacen de este un sistema competitivo con respecto a los grandes desarrollos SIG's (GoogleMaps, IRIS etc.).

Hay que tener en cuenta que el mundo de la información geográfica vive un momento de transformación, revolución y evolución [51], con lo cual un sistema basado en Software OpenSource, tecnologías de la Web 2.0 (Ajax, JavaScript, SVG etc.), estándares geográficos (GML) y un lenguaje robusto como lo es JAVA hacen a nuestro sistema una mejor opción.

6.6 Comparación con objetivos Sociales

En esta sección se ampliarán las comparaciones respecto al objetivo sociotecnológico que se planteó al principio de la tesis, por lo cual se investigó sobre tres importantes estudios sociológicos los cuales están involucrados con una parte de lo que fue nuestra innovación en los Sistemas de Información Geográfica. Vamos a tomar de cada uno de estos sistemas los siguientes puntos:

- * Objetivos
- * Tipo de estudio sociológico que se enfoca
- * Extensión Territorial

Para comenzar se mostrará una figura 6.39 de las partes que conforman nuestro sistema con las características a comparar:

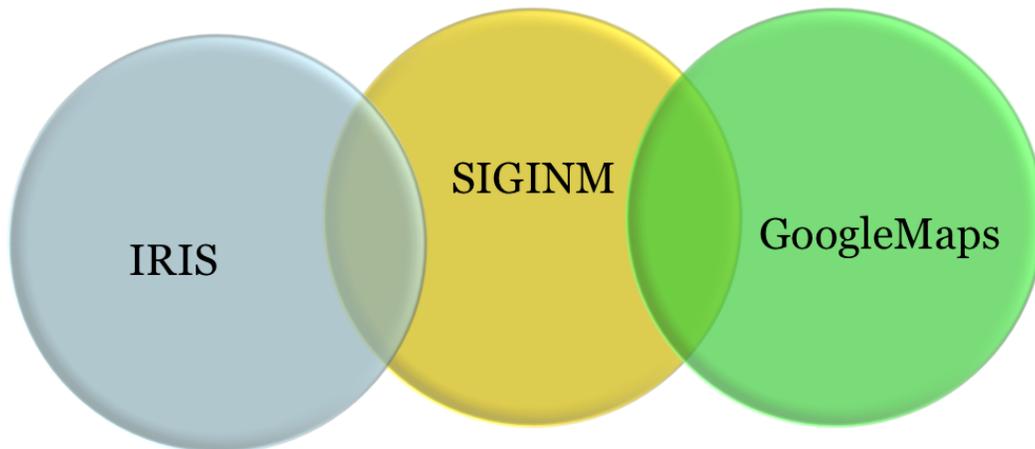


Figura 6.38: SIGINM

El SIGINM como se puede observar tiene una parte de googlemaps ya que gracias a esto le puede dar al usuario un plus al momento de la visualización, si bien nuestro trabajo tiene una visualización vectorial (SVG) el cual es de los formatos más potentes, sin embargo no podemos dejar de un lado la visualización tipo satelital, y en esta parte nos apoyamos en dicho software. El otro punto importante de nuestro proyecto son los datos nominales ya que gracias a esto el usuario tendrá mayor información extra respecto a la geográfica . Estos datos son proporcionados de diferentes instituciones pero la más completa las provee el software IRIS por lo que tampoco se puede dejar a un lado ya que INEGI es la Institución que tiene toda la información estadística del país. De esta manera se pueden realizar estudios de género como: estadísticas demográficas, discriminación étnica, psicológica etc.

6.6.1 Feminist Visualization: Re-envisioning GIS as a Method in Feminist Geographic Research

En un proyecto que examina el impacto del espacio de las mujeres en tiempo de restricción en su situación laboral y el acceso a las oportunidades urbanas en Columbus, Ohio, se argumenta que las medidas de accesibilidad no convencionales son adecuados para el estudio de la accesibilidad de las mujeres. Su objetivo es resaltar los aspectos de la vida cotidiana que pueden ser representado de manera significativa a través del uso de los SIG.

Como los principales modelos de datos de SIG son para manejar los datos espaciales, y muchas de las funcionalidades básicas de estos se han desarrollado para el análisis de información cuantitativa. Por ejemplo, los métodos de SIG puede ser usado para revelar “las líneas generales de la diferencia y la similitud que varían no sólo con el género, sino también con la raza, etnia, clase, y el lugar”.

Basados en la proximidad de ubicación a un solo punto de referencia (por ejemplo, el hogar o el lugar de trabajo), estas medidas ignoran la secuencia desarrollo de la vida cotidiana de las mujeres en el espacio y el tiempo y el acceso restrictivo a las oportunidades respecto a un SIG en algún punto territorial en un determinado día.

Este SIG es capaz de mostrar la superposición de capas de datos, que puede ser utilizado para revelar los contextos espaciales, muestran las conexiones del territorio, y apuntan a las complejas relaciones sociales entre personas y lugares.

La geovisualización que realiza este método, indican que no sólo las casas y lugares de trabajo de estas mujeres se concentran en un área pequeña de la región metropolitana, y que sus actividades son lugares en un espacio muy restringido en comparación con los de todas las demás cuestiones de género o grupo étnico [52].

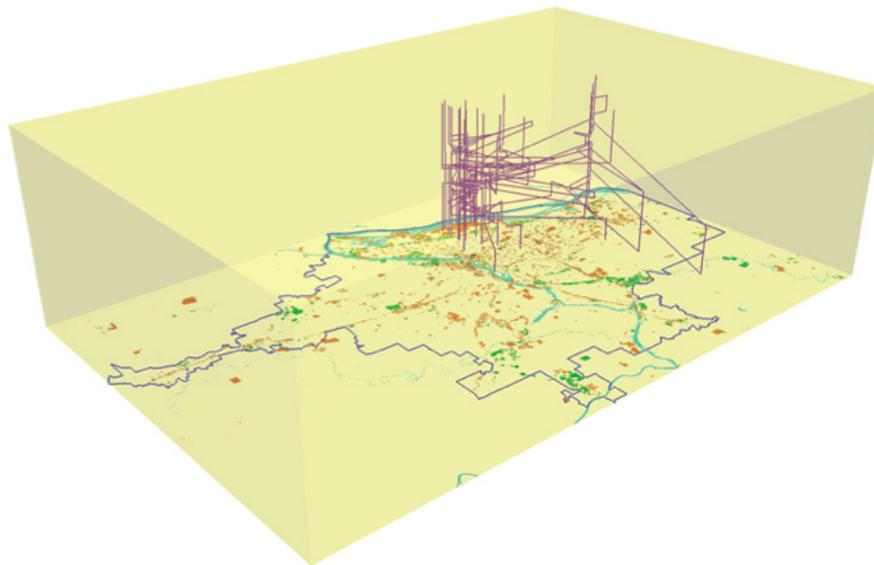


Figura 6.39: El espacio-tiempo caminos de una muestra de mujeres afro-americanas en Columbus, Ohio.

Utiliza los datos de actividad diaria que obtuvieron de una muestra de individuos en Columbus, Ohio, y una base de datos geográficas con detalles del nivel de parcela. Los resultados de la utilización del espacio-tiempo de las medidas revelan considerables variaciones espaciales en las pautas de accesibilidad de las mujeres, si bien las pautas de accesibilidad de los hombres siguen fundamentalmente la distribución espacial de las oportunidades urbanas en el área de estudio. La resultados del uso de medidas

convencionales, sin embargo, no indican que este tipo de diferencia de género en las pautas de accesibilidad.

Gracias a este sistema se concluye que el SIG basados en el espacio-tiempo de las medidas son más sensibles a la vida de las mujeres en situaciones en comparación con las medidas convencionales, y que con las medidas de accesibilidad convencionales sufren de un sesgo de género inherente y por lo tanto no son adecuados para el estudio de la accesibilidad de las mujeres.

Ya descrito este sistema se detallará cuales son las ventajas y desventajas de este respecto a nuestro sistema:

Ventajas respecto a SIGINM

- Visualización a nivel parcela en 3D
- Utiliza datos de actividad diaria

Desventajas respecto a SIGINM

- Visualización vectorial no existe
- No utiliza datos nominales
- Se basa solo en una región (Columbus, Ohio)
- Se enfoca en un problema en específico (Discriminación de las mujeres en la vida cotidiana con respecto con la raza, etnia o clase)

6.6.2 Mapping violence and policing as an environmental structural barrier to health service and syringe availability among substance-using women in street-level sex work

Los objetivos de primordiales de este sistema es utilizar una cartografía social para explorar cómo los servicios de salud y la disponibilidad de jeringas puede verse afectado en el plano geográfico mediante la evitación de los entornos físicos debido a la violencia y la vigilancia de las mujeres en el trabajo sexual a nivel calle.

Este SIG se realizó a través de una comunidad, asociación de investigación basada en una amplia difusión dirigida por un período de 6 meses, las mujeres fueron invitadas a participar en la entrevista de los cuestionarios y la cartografía de su comunidad, condiciones de trabajo y el acceso a los recursos. Los resultados se compilaron utilizando el software de ArcGIS y mapas de calles de los SIG. En un análisis secundario, la regresión logística se utilizó el modelo de la asociación geográfica y los modelos de estratificación se llevaron a cabo para evaluar los patrones diferenciales de prevención basadas en la edad, la etnia y el consumo de drogas.

Los resultados revelan importantes huecos en relación geográfica entre un núcleo fuerte concentración de la salud y disponibilidad de jeringas y prevención de los factores físicos debido a la violencia y la policía, por 198 mujeres en el trabajo sexual de la calle, a una escala en Vancouver, Canadá.

De particular interés, esta correlación es significativamente más elevada entre los jóvenes y las mujeres aborígenes, los usuarios de drogas inyectables de manera activa, y los fumadores diarios de cocaína crack, lo que sugiere ambientales importantes barreras estructurales a las intervenciones en estas poblaciones vulnerables.

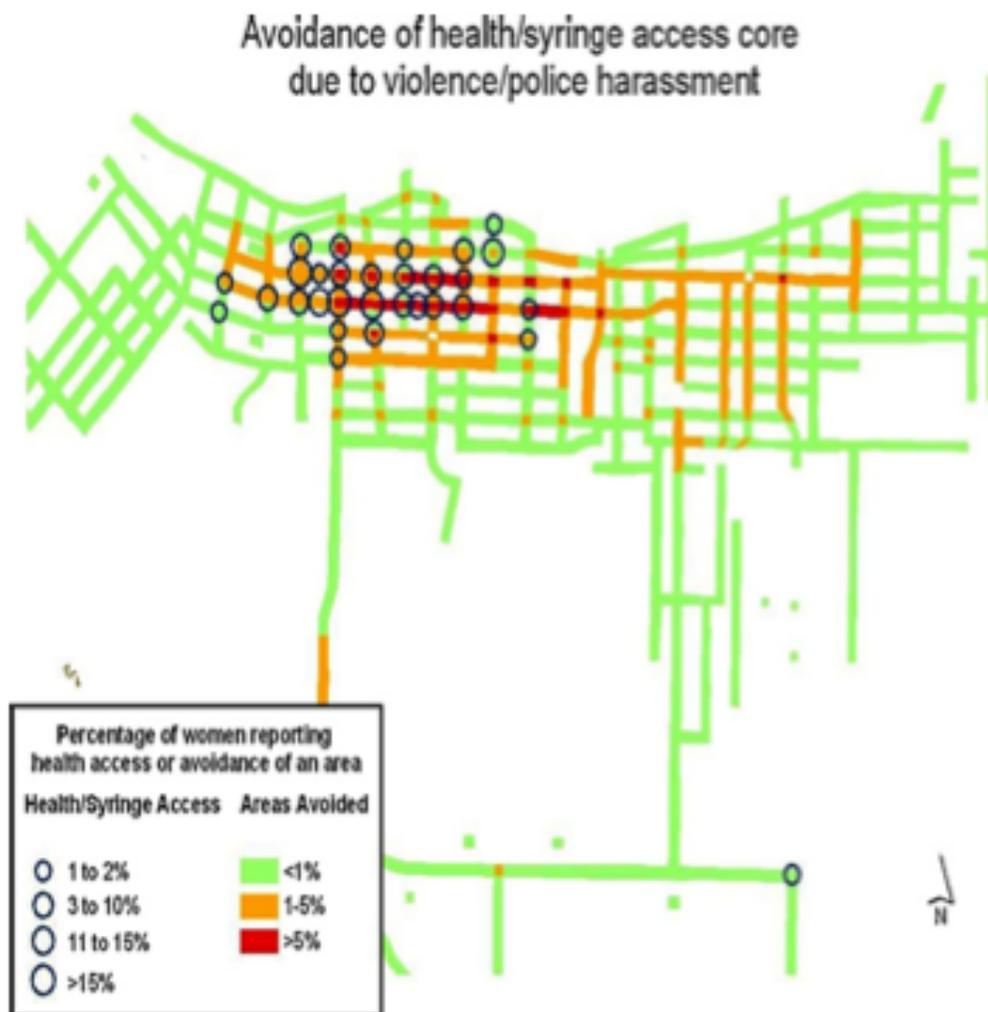


Figura 6.40: Mapeo de la relación geográfica entre la evitación de los entornos físicos debido a la violencia y la policía y la disponibilidad de los servicios de salud y programas de intercambio de jeringas entre las trabajadoras del sexo de supervivencia.

Como conclusiones este trabajo el desplazamiento resultante del trabajo sexual principalmente a los ajustes industriales y calles laterales empuja a las mujeres más lejos de la salud y apoyo social y reduce el acceso a la inyección más seguras y la parafernalia de drogas. Este estudio ofrece evidencia importante para la prevención del medio ambiente a nivel estructural e intervenciones para un entorno más seguro, respaldado por reformas legales, que facilitan los ambientes de trabajo más seguras del sexo, incluyendo la programación del espacio, basadas en prevención, difusión y recursos móviles, y de igual configuración más segura supervisado el trabajo sexual [53].

Ventajas respecto a SIGINM

- Identificación de patrones
- Periodo de corto de recopilación de información

Desventajas respecto a SIGINM

- Visualización vectorial deficiente
- No utiliza datos nominales
- Se basa solo en una región (Vancouver Canadá)
- Se enfoca en un problema en específico (Exploración del Sector Salud con respecto a la falta de apoyo social a mujeres sexoservidoras de Vancouver, Canadá)

6.6.3 Using a GIS-based network analysis to determine urban greenspace accessibility for different ethnic and religious groups

En este sistema se realizó un análisis del acceso para los diferentes grupos religiosos y étnicos, se comparó con las normas de referencia que forman parte de la orientación del gobierno del Reino Unido sobre la prestación Greenspace [54].

El estudio muestra cómo un SIG basado en el análisis de redes en relación con el análisis estadístico de los datos socio-económicos pueden ser utilizados para analizar la equidad en el acceso a bienes y servicios comunitarios. Los resultados pueden ser utilizados para informar el proceso de planificación local y el enfoque de los SIG se puede ampliar a otros dominios de la autoridad local. El enfoque presentado en este documento ofrece un método genérico para cuantificar las diferencias en la provisión de bienes y servicios comunitarios (por ejemplo, educación, salud, medio ambiente, etc) para una serie de diferentes grupos sociales (por ejemplo, relacionadas con la privación, la discapacidad, la ocupación, la actividad económica, la tenencia de los hogares y los tipos, la edad y salud).



Figura 6.41: Un ejemplo de puntos de acceso a espacios verdes (izquierda) y los centroides de las zonas de salida (a la derecha) que se inserta en una red de carreteras

El enfoque presentado en este documento de la combinación de SIG basados en análisis de redes con los métodos de regresión para los datos socioeconómicos ofrece un método genérico para cuantificar las diferencias en la provisión de bienes y servicios comunitarios (por ejemplo, la educación de la salud, medio ambiente, etc) .

Proporciona un punto de partida para posteriores análisis en una variedad de zonas geográficas (por ejemplo, nacional, regional) y proporciona un mecanismo para evaluar la distribución especial de acceso a una serie de diferentes grupos (por ejemplo, la privación, la discapacidad, la ocupación, la actividad económica, la casa, tipo de género y el tipo, la edad y salud). El sistema presentado en este estudio se analizó para investigaciones sobre los procesos de planificación local y demuestra que los SIG y análisis espacial puede ser utilizada para cuantificar la prestación y el acceso a una amplia gama de bienes y servicios comunitarios entre los diferentes grupos socioeconómicos.

Ventajas respecto a SIGINM

- Análisis de redes en relación con el análisis estadístico de los datos socio-económicos
- ofrece un método genérico para cuantificar las diferencias en la provisión de bienes y servicios comunitarios

Desventajas respecto a SIGINM

- Visualización vectorial deficiente
- No utiliza datos nominales

- Se basa solo en una región (ciudad inglesa)
- Se enfoca en un problema en específico (análisis estadístico de los datos socio-económicos pueden ser utilizados para analizar la equidad en el acceso a bienes y servicios comunitarios.)

Sistema	Objetivo
Using a GIS-based network analysis to determine urban greenspace accessibility for different ethnic and religious groups	análisis de redes en relación con el análisis estadístico de los datos socio-económicos pueden ser utilizados para analizar la equidad en el acceso a bienes y servicios comunitarios.
Mapping violence and policing as an environmental-structural barrier to health service and syringe availability among substance-using women in street-level sex work	utilizar una cartografía social para explorar cómo los servicios de salud y la disponibilidad de jeringas puede verse afectado en el plano geográfico mediante la evitación de los entornos físicos debido a la violencia y la vigilancia de las mujeres en el trabajo sexual de nivel calle.
Feminist Visualization: Re-envisioning GIS as a Method in Feminist Geographic Research	Su objetivo es resaltar los aspectos de la vida cotidiana que pueden ser representado de manera significativa a través del uso de los SIG.
SIGINM	Creación de un Sistema de Información Geográfica Social para estudio de Género en una base de datos geoespacial con el modelo relacional de mapas de INEGI, sector Salud, y otras Instituciones para uso en web georeferenciada y visualización de mapas a nivel gerencial.Particulares

Figura 6.42: Tabla de Objetivos

Para concluir debemos mencionar que la comparación con sus métodos respecto a nuestro sistemas son muy distantes al que se utilizó ya que ellos tienen problemas específicos, si bien están relacionados con nuestro trabajo sin embargo estos sistemas no son tan generales como el SIGINM. Este muestra una cartografía con el objetivo de visualizarla para que la institución (Inmujeres) pueda llegar a tomar decisiones respecto a la infraestructura que se tiene, en este caso en la delegación Gustavo A. Madero para que en un futuro gracias a IRIS se pueda tener información estadística y puedan realizar estudios como los anteriores sistemas presentados.

Capítulo 7

Conclusiones

7.1 Conclusiones

Como conclusión general los sistemas de información geográfica han tenido un enorme impacto en la vida diaria ya que estos sistemas permiten un mejor entendimiento de nuestro entorno (demográfico, geográfico, social etc.) y pueden ser útiles al momento de tener que resolver un problema específico ya que la manipulación de datos y la visualización nos permiten tener un mejor panorama al momento de tomar decisiones. Estos han tenido un mayor auge debido a que la tecnología web que a avanzado conforme al tiempo.

La construcción de un SIG enfocado al Inmujeres muestra cual es la deficiencia en infraestructura y gracias a este se pueden llegar a realizar distintos tipos de estudio como lo son:

- En que área es donde hay mayor afluencia de mujeres que sufren de violencia ya sea psicológica o física.
- Cual es la región donde existe menos infraestructura, y si es necesario colocar centros de atención, hospitales etc.
- Calculo de estadísticas tales como la edad, índice de marginación, nivel de escolaridad, en la que se presenta mayor incidencia de violencia, entre muchos otros estudios que se pueden realizar.

Dentro de las aportaciones de este trabajo, se encuentra la aplicación de unir varias tecnologías libres, que gracias a la comparación de diferentes SIG relacionados con el tema se tomo las desventajas que estos tienen, y trato de subsanar la mayoría de esta para así lograr un mejor producto. Es importante destacar la visualización de los mapas ya que estos fueron desarrollados en un ambiente de manipulación total.

7.1.1 Impacto computacional

En este ámbito el impacto se dio al momento de construir un SIG completamente libre que aunque los datos fueron obtenidos de INEGI todo el desarrollo está basado en software libre por lo que se tiene un gran avance al momento de integrar varias tecnologías como lo son: PostgreSQL con su extensión PostGIS (Base de datos), JavaBeans, JSP, GML, XSLT, SVG, AJAX, JavaScript y el JSP's engine TOMCAT.

Otra conclusión importante es el haber creado un SIG completamente dinámico de objetos espaciales en un ambiente totalmente Web. Esto quiere decir que puede llegar a ser un poco más flexible al momento de su actualización. Cabe mencionar que este tipo de sistema muestra una visión más completa sobre objetos geográficos ya que estos se pueden georeferenciar a su información nominal y esto le da al usuario un plus al momento de buscar información acerca de ese objeto. Es de gran valía resaltar el hecho de que los gráficos estén en formato SVG que como se mencionó en la mayoría de los capítulos nos permite tener una mejor resolución de los mapas ya que esto es punto clave para los SIG, si tienen una muy mala resolución no es posible visualizar los datos de una forma correcta.

7.1.2 Impacto social

En el impacto social se puede mencionar el hecho de que en México no existen sistemas de esta embergadura, los que existen se encuentran atados a una tecnología de paga y eso es en la mayoría de los sistemas que existen en el gobierno. El Inmujeres sería una de las instituciones pioneras que usen un sistema con características de desarrollo libre, además que este trabajo nos sirve de base para que más adelante se abran oportunidades para realizar estudios más complejos utilizando el Siginm. Como se habló, en México se tienen trabajos relacionados con parecidas características sin embargo se realizó un estudio y como se mencionó se trató de obtener sus deficiencias para hacer nuestro trabajo más completo y así dar mejores resultados.

En la figura 7.1 fue la solución completa planteada al Inmujeres y lo que la Institución estipularon, sin embargo los cuadros que están color rojo es la parte que concierne a este trabajo de tesis.

7.2 Trabajo a Futuro

En lo que respecta a trabajo futuro nos queda un largo camino ya que esta tesis solo fue el comienzo de una extensa investigación y como se platicó el proyecto es de tamaño nacional por lo que la base de datos se tiene que enriquecer tanto nominal como espacial, una de las tareas más importantes ha realizar será recopilar la información sobre asistencia hospitalaria, escuelas, calles etc. y gracias a este brindar un servicio tanto para la ciudadanía como para las mismas instituciones, además se podrá generar una gran base de conocimiento y así poder realizar estudios tanto sociales, demográficos etc. desde un ambiente computacional.



Figura 7.1: Impacto social

Como se menciona en la figura 7.1 el trabajo a futuro inmediato es:

Sistema Automatizado Esto es importante para completar este SIGINM ya que en el Inmujeres existen procedimientos muy establecidos como por ejemplo el que una mujer realiza una denuncia en un misterio "X" y luego esta tiene que proceder a otra institución y así sucesivamente hasta que se le la atención a adecuada al denunciante, sin embargo como en la mayoría de los procesos existe en algún punto en que no sigue su flujo por lo que es importante averiguar en que punto es donde se interrumpió este, y geográficamente esto puede ser detectado así que se puede hablar de automatizar todos los procedimientos.

Toma de decisiones Si bien esta tesis ayuda a tomar decisiones están en un nivel de colocar infraestructura en tal lugar al momento de observar cual es la deficiencia geográficamente. Pero esta se puede ampliar al momento de tener mayor información nominal estadística se podría observar si es necesario implementar nuevos programas de ayuda a la niñez, a los jóvenes etc por poner un ejemplo, ó tal vez si en ciertas zonas se tienen todos los servicios públicos etc. Al igual que realizar sistemas distribuidos con puntos específicos con encuestas, necesidades etc.

Ontologías Usando esta tecnología se podrá hacer referencia a la formulación de un exhaustivo y riguroso esquema conceptual dentro de uno o varios dominios dados; con la finalidad de facilitar la comunicación y el intercambio de información entre diferentes sistemas y entidades [55]. Lo que se propone con el uso de las ontologías es una forma de integración no solo del conocimiento sino de los datos y sus correspondientes metadatos a los SIG si se logra tener una base de datos Nacional se obtendrá una gran fuente de conocimiento y con ello implica darles nuevos enfoques como es la semántica y las ontologías.

El trabajo a futuro a largo plazo es el siguiente son los siguientes puntos:

Autómatas Celulares Los Autómatas celulares (AC) han sido utilizados como una técnica de simulación en el estudio de una impresionantemente amplia selección de los fenómenos urbanos, incluyendo el crecimiento regional, la expansión urbana, la dinámica de población, actividad económica y el empleo, la urbanización histórica, la evolución del uso de la tierra, por nombrar sólo algunos. Los Autómatas celulares son ideales para la simulación de entidades estáticas en los modelos y procesos espaciales que funcionan por difusión. Son ideales para la codificación de estructuras espaciales en los modelos de simulación [56]. Los Autómatas celulares realizan una simulación que proporciona una información importante para entender las teorías urbanas, tales como la evolución de las formas y estructuras. Y los SIG son una tecnología que se utiliza para ver y analizar los datos desde una perspectiva geográfica. los modelos Autómatas celulares consisten en un entorno de simulación representada por una cuadrícula del espacio (imagen raster), en el que un conjunto de reglas de transición determinan el atributo de cada celda determinada teniendo en cuenta los atributos de las células en sus proximidades. Estos modelos han sido muy exitosos en vista de su operatividad, sencillez y capacidad para encarnar ambas lógicas y matemáticas basados en reglas de transición. El modelo de AC permite realizar un experimento llevando a cabo en los sistemas de simulación en lugar de la cosa real. Por lo que es más barato. que permite que el escenario alternativo para ser evaluado.

Redes Sociales La visualización de la distribución de las redes sociales y su dinámica tiene profundas implicaciones para la comprensión de los fenómenos socioculturales. Los mapas de redes de transporte, telefonía e internet representan una primera aproximación a la geografía política de nuestro mundo. El interés de esta combinación ha sido puesto de manifiesto recientemente por Axhusen [57], al interrogarse sobre la distribución espacial de la red de conocidos y las consecuentes implicaciones en los modelos predictivos del uso de medios de transporte. En el caso de nuestro sistema es importante la visualización para el análisis y la comprensión de fenómenos sociales. Ahora las redes sociales se ha caracterizado por el uso de sociogramas y técnicas de representación visual de los datos reticulares, por lo tanto el incorporar de forma intensiva la visualización tanto en la obtención de datos reticulares como en su análisis representa una oportunidad

para desarrollar todo el potencial de la aproximación. Por otra parte es importante observar cómo el alcance de las redes sociales varía cuando consideramos el espacio geográfico. El objetivo de este trabajo a futuro es explorar las posibilidades de la localización geográfica de las redes sociales, como lo es realizar encuestas de infraestructura el trato etc para crecer toda la información (sexo, ubicación, edad etc.) .

Apéndice A

Antecedentes

En el Departamento de Computación del CINVESTAV-IPN, desde 1991 se ha estado trabajando en diversos proyectos relativos a Bases de Datos, los que van desde el uso de metodología para el diseño de Bases de Datos hasta el desarrollo de un Sistema de Información Académica para uso interno del CINVESTAV-IPN, el cual actualmente se encuentra funcionando.

En este sentido, existen varios antecedentes importantes, uno de ellos es un proyecto que se planteó para PEMEX dentro del área de exploración petrolera. La primera etapa consistió en el diseño conceptual de la base de datos mediante la aplicación de la metodología DATAI. La segunda etapa tuvo como objetivo desarrollar un gestor de Base de Datos Geográfica aplicando el modelo relacional para los datos nominales y un modelo de datos de punto línea área para los datos geográficos. Una tercera etapa consistió en migrar el sistema a estaciones de trabajo bajo la plataforma Unix en el ambiente X-Windows/Motif, obteniendo una contribución en la creación de un nuevo lenguaje visual de consulta y de manipulación de datos. Otro sistema importante que se ha desarrollado es el Sistema Micro-500 para administrar una base de datos de microorganismos denominada CDBB-500. Desde el principio, el interés fue la oferta de una gran variedad de tópicos de investigación: taxonomía, modelos complejos de datos, bases de datos activas, deducción y bases de conocimiento, con el objetivo principal de tener un inventario nacional de microorganismos, que se ponga a disposición de diferentes dependencias y de la comunidad académica. La primera etapa consistió en el desarrollo de un modelo conceptual de datos entidad-vínculo, el cual fue muy robusto y flexible. Este ha sido referido por CONABIO como la base y el estándar para la construcción de otras bases de datos. En la segunda etapa se persiguieron dos objetivos principales, iniciar la incorporación de datos complejos, e integrar las bases de datos mediante un servidor de BD. En esta etapa, el resultado fue la implantación en JAVA del lenguaje de consulta visual LIDA en ambiente WebObjects conectado mediante JDBC al servidor Prime-Base.

La tercera etapa consistió en el desarrollo del sistema MICRO-500, instalado en un servidor Mac G4, con tecnología de software abierta: servidor de base de datos PostgreSQL, Apache y Tomcat. Con esta versión se concluye una importante etapa, en donde el Sistema Micro-500 permite consultas remotas en un ambiente de Internet, y es la base para integrar bases de datos, donde es necesario considerar la integridad mediante un modelo activo. Otro proyecto que se ha desarrollado en ámbito de Bases de Datos es la construcción de un SIG utilizando el proceso unificado de desarrollo de software y el estándar OpenGIS. - en él cual se construyo de una base de datos geográfica la cual servirá como soporte para el SIG. La base de datos geográfica está basada en el modelo objeto-relacional y se implementó utilizando PostgreSQL y su extensión PostGIS para datos geográficos. - La transformación e incorporación a la base de datos de las cartas digitalizadas del INEGI a escala 1:50000 de las regiones del Estado de Colima de interés para el análisis. - Un Framework interconectado al SIG para llevar a cabo análisis exhaustivos a partir de experimentos basados en la modelación y simulación de ecosistemas específicos. Finalmente, otro proyecto que se ha desarrollado en el ámbito de Bases de Datos y Sistemas de Información es el Sistema de Información Académica SINAC. El SINAC tiene como objetivos: recoger, gestionar, controlar, y difundir la información referente a la administración académica del CINVESTAV-IPN. La finalidad es que el SINAC ayude al desempeño de las funciones y actividades que se realizan en los diferentes niveles de la estructura organizacional del CINVESTAV-IPN. Las expectativas con el SINAC es el de contar con un sistema avanzado con tecnología de reglas activas, un modelo temporal y multidimensional, aplicaciones de análisis estadístico, un generador automático de reportes y un ambiente visual como interfaz de usuario.

Apéndice B

Contenido de la cartografía geoestadística urbana

Capas básicas de información de la cartografía geoestadística urbana.

CONCEPTO	LAYER	BLOQUE	TIPO
Límite Geoestadístico Estatal	9112		Línea y Texto
Límite Geoestadística Municipal	9114		Línea y Texto
** Localidad Urbana y Clave de Localidad	9120		Polígono y Texto
** Área Geoestadística Básica Urbana y Clave de AGEB	9125		Polígono y Texto
** Manzana Urbana y Clave de Manzana	9126		Polígono y Texto
Rasgo Hidrográfico en Localidad Urbana	9541		Polígono, Línea y Texto
Escuela	9A11		Punto y Texto
Centro de Asistencia Médica	9A21		Punto y Texto
Palacio de Gobierno	9A31		Punto y Texto
Cementerio	9A32		Punto y Texto
Plaza	9A45		Punto y Texto
Templo	9A61		Punto y Texto
Nombres de Calles	9B31		Texto
Vía Férrea	9B39		Línea y Texto
Camellón	9B3D		Líneas y Texto
Glorieta	9B3E		Líneas y Texto
Carretera / Autopista	9B3F		Línea y Texto
Mercado	9C61		Punto y Texto
Destinos	DESTINOS		Punto y Texto
* Rasgos Complementarios de Localidad	912 A		Línea, Polígono y Texto

Figura B.1: Capas básicas de la Información de la cartografía geoestadística urbana

Bibliografía

- [1] Franssen Hendricks. Use of spatial prediction techniques and fuzzy classification for mapping soil pollutants. *Fuzzy Sets in Soil Science.*, 77:243–262, 1997.
- [2] Garrett Jesse James. Ajax: A new approach to web applications. *adaptive path*, 2005.
- [3] Dutch Steven. The universal transverse mercator system, January 11, 2000, Last Update 14 Dec 2009.
- [4] A. Cuthbert Cox S. Open gis consortium. geography markup language (gml) 2.0,.opengis implementation specification., February 2001.
- [5] J. Anderson Steven E. Harmon John. *The design and implementation of GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS*. John Wiley & Sons, Inc., 2003.
- [6] Chapa Vergara Sergio Victor. Sistema de información geográfica para el manejo sustentable de cuencas hidrológicas: Fundamentos, desarrollo y enfoques. *Proyecto mixto Conacyt-Colima*, 2006.
- [7] Ian Sommerville. *Ingeniería de Software*. Addison Wesley, 2002.
- [8] Márquez Andrés María Mercedes. Metodología de diseño de bases de datos, 2001.
- [9] J. Barredo Bosque J., J. Multicriteria evaluation methods for ordinal data in a gis environment. *Geographical Systems*, 5:313–327, 1998.
- [10] Bosque J. *Sistemas de Información Geográfica*. Rialph S.A. España, 1992.
- [11] Barredo J. Los sig en la ordenación del territorio: Posibilidades y desarrollo utilizando evaluación multicriterio. *Sistemas de Información Geográfica y Teledetección Espacial Aplicadas a la Ordenación del Territorio y el Medio Ambiente*, pages 105–115, 1999.
- [12] D. Hake G. Grünreich. *Aufluge*. Kartographie, 1994.
- [13] Stachowiak Herber. *Allgemeine Modelltheorie (Teoría general de modelos)*. Viena, New York, 1973.

- [14] Jeroen C. J. H. Aerts, Michael F. Goodchild, and Gerard B. M. Heuvelink. Accounting for spatial uncertainty in optimization with spatial decision support systems. *T. GIS*, 7(2):211–230, 2003.
- [15] Max J. Egenhofer U. Andrew. Frank and Warner Kuhn. A perspective on gis technology in the ninties. *Photogrammetric Engineering & remote Sensing*, 1991.
- [16] Lingkui Meng Tao Liang. Research and realization of web gis framework based on xml. *International Workshop on Geoscience and Remote Sensing*, 2008.
- [17] J. Seoane Hernández. L Taibo. Real- time visualization of geospatial features through the integration of gis with realistic 3d terrain dynamic visulisation system. *XXII International Cartographic Conference (ICC2005)*, 2005.
- [18] Gilavert Margalef Julia. Estudio comparativo de herramientas sig libres aplicadas a contexto de cooperación al desarrollo. *II jornadas de SIG Libre*, 2008.
- [19] A. Stewart Fotheringham. *Spatial Models and GIS, New potencial and New Models*. European Science Fundation, 2001.
- [20] Constitución de 1917. El varon y la mujer son iguales ante la ley. *Diario Oficial de la Federación*, 1974.
- [21] Camara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Ley general de acceso de las mujeres a una vida libre de violencia. *Diario Oficial de la Federación de la Ley*, 2001.
- [22] Instituto Nacional de las mujeres. *Inmujeres*, 2009.
- [23] Xiaolin Lu. Develop web gis based intelligent transportation application systems with web service technology. *International Conference on ITS Telecommunications Proceedings*, 2006.
- [24] Abdulmotaleb El-Saddik, Stephan Fischer, and Ralf Steinmetz. Reusability and adaptability of interactive resources in web-based educational systems. *ACM Journal of Educational Resources in Computing*, 1(1):4, 2001.
- [25] Buehler Kurt and McKee Lance. The.opengis guide. *Inc OGIS Project Technical Commitee of the OpenGIS Consortium*, 1996.
- [26] J. González Barahona y G. Robles J. Seoane Pascual. Introducción al software libre. *SIGTE*, 2003.
- [27] Simó J. y Baboni T. Quelles technologies, quelles actions et quels bénéficiaires pour mettre les ntcı au service du développement au nord du bénin. *Les fractures numériques Nord/ Sud en question.*, 2003.

-
- [28] Radilla López Flor y Chapa Vergara S. V. Modelado de datos para base de datos espaciales caso de estudio: Sistemas de información geográfica. Master's thesis, CINVESTAV-IPN, México, 2008.
- [29] Federal Geographic Data Committe. Content standard for digital geospatial metadata. *CSDGM*, 2, 1998.
- [30] Nájera Aguilar Patricia. Sistema integral de información geográfica (sig) para la vigilancia de paludismo de los proyectos de áreas demostrativas en México. *Organización Panamericana de la Salud*, 2007.
- [31] García Juan Carlos y Padilla Ramírez Jorge Montoya Ayala Raymundo. Utilización de un sig para la determinación del impacto ambiental generado por actividades agrícolas, ganaderas e industriales: El caso del valle de zapotlán en la reserva de la biosfera de tehuacán cuicatlán. *Boletín de la A.G.E.*, 38:115–129, 2004.
- [32] Geografía e Informática Instituto Nacional de Estadística. *Iris*, 2009.
- [33] Rowe and Stonebraker. The postgres data model. *Conference on Management of Data*, 1986.
- [34] Lee Kiwon. Technical architecture for land monitoring portal using google maps api and open source gis. *Geoinformatics, 2009 17th International Conference*, 2009.
- [35] Liu Yan-Hon Ye Qung. The applications of web technology to geographic information system. *Proceedings of International Conferences on InfoTech and Info-net*, pages 267–272, 2001.
- [36] Chen Peter. Entity-relationship modeling: Historical events, future trends, and lessons learned. In *In: Software Pioneers: Contributions to Software Engineering*, pages 297–310. Springer, 2002.
- [37] Klaus dieter Schewe and Bernhard Thalheim. Component-driven engineering of database applications, 2006.
- [38] D. Yang T. J. Teorey. *Information Requirements for Software Performance Engineering*, volume 8. ACM computing Survey, 1986.
- [39] Hernández Daniel and Amitabha Mukerjee. Representation of spatial knowledge, 1994.
- [40] Zepeda Sergio and S. V. Chapa Vergara. *Modelo Meta-Semántico para Exploración en Bases de Datos Científicas*. PhD thesis, CINVESTAV-IPN, México, 2007.
- [41] Chapa Vergara Sergio V. Diseño de base de datos asistido por computadora. *Technical report*, 2007.

- [42] Bosque Sendra Joaquin. *Sistemas de Información Geográfica*. Ediciones Rialph, 1992.
- [43] Hall MARTY. Core servlets and javaserver pages (jsp). *SUN Microsystem*, 2006.
- [44] SUN Microsystem. Netbeans javabeanstutorial, 2009.
- [45] The Apache Software Foundation. Apache tomcat, 1999-2009.
- [46] Eckel Bruce. Java servlets technology servlets y jdbc, 1994-2010.
- [47] Alonso Rodríguez Zamora. Publicación en internet y tecnología xml. *RA-MA, Madrid España*, 2004.
- [48] w3c. Xhtml 1.0 the extensible hypertext markup language (second edition), 2002.
- [49] INEGI. Información geográfica, 2010.
- [50] Joomla. Joomla es software libre distribuido bajo licencia gnu/gpl., 2000-2010.
- [51] A Angiux Alfaro. gvsig un cliente avanzado para las infraestructuras de datos espaciales. *SIGTE*, 2007.
- [52] Mei-Po Kwan. Feminist visualization: Re- envisioning gis as a methods in feminist geographic research. *Annals of the Association of American Geographers*, 2002.
- [53] D. Alexson K. Shannon. Mapping violence and policing as an environmental structural barrier to health service and syringe availability among substance-using women in street-level sex work. *The international journal Drug Policity*, 2008.
- [54] Brunsdon Chris Comber Alexis. Using a gis-based network analysis to determine urban greenspace accessibility for different ethnic and religious groups. *Landscape and Urban planning*, 2008.
- [55] Eduardo Garea Llano. Ontological integration of data, metadata and knowledge in geographical information system for semantic interpretation of spatial information. *VI Congreso Internacional de Geomática*, 2009.
- [56] Nagaratna P Hegde. Integration of cellular automata and gis for simulating land use changes. *5th International Symposium ITC, Enschede, The Netherlands*, 13-15 June 2007.
- [57] Axhausen K.W. Social networks and travel: Some hypotheses. *Arbeitsberich Verkehrsund Raumplanung*, 2003.