

BDG's, GIS y OpenGIS

CAPÍTULO 2

CAPÍTULO 2 “Bases de Datos Geográficas, Sistemas de Información Geográfica y OpenGIS”

Actualmente, las bases de datos geográficas y en general, todas las bases de datos, son una parte importante en cualquier área del quehacer humano, comercial y tecnológico. De ahí que surja la necesidad de modelar y crear nuevas bases de datos que cubran las necesidades actuales. Los SIG's también resultan de gran importancia ya que se han abierto paso de los centros de investigación, a los círculos corporativos, de la simple creación de mapas, a la toma de decisiones. Con tantas tecnologías geográficas que se están desarrollando, surge la necesidad de un estándar, y es aquí donde se sitúa el *OpenGIS Consortium*.

En este capítulo se presentarán los conceptos básicos de las bases de datos geográficas, así como sus ventajas y desventajas. Se dará la definición y componentes de un Sistema de Información Geográfica y también se explicará lo que es OpenGIS y su especificación para SQL.

2.1 Bases de Datos Geográficas (BDG's)

La información y su almacenamiento son considerados un punto clave de cualquier sistema de información. Los datos deben estar actualizados, ser precisos, accesibles y estar disponibles en todo momento a uno o varios usuarios. Para que los datos tengan valor, éstos deben estar presentados en un formato que soporte operaciones, manipulación, recuperación, análisis, modificación y estandarización, entre otras. Para cumplir con estos objetivos, los datos deben estar almacenados de manera eficiente (para evitar tiempos de acceso muy lentos), y con el mínimo de duplicidad (para evitar inconsistencias, pérdida de

exactitud, etc.). Por último, para que la información guardada por una persona u organización sea valiosa, debe asegurarse la integridad de los datos.

2.1.1 Conceptos básicos:

Para poder comprender mejor el concepto de Base de Datos Geográfica, es necesario conocer algunos términos, los cuales se enumeran a continuación:

1. Datos espaciales: los datos o atributos son las características geográficas de los objetos descritos (ubicación, dimensión, forma), es decir, los puntos que conforman el perímetro de una población, deben estar almacenados en cierto formato de archivos para que se puedan interpretar las aplicaciones geográficas que se encuentran en el mercado.[ESRI, 1998]
2. Datos no espaciales o atributos: los datos no espaciales o atributos no espaciales son las características cuantitativas y cualitativas asociadas al objeto que se desea describir, generalmente se almacenan en tablas y se administran por algún manejador de bases de datos. También son llamados datos descriptivos. [ESRI, 1998]
3. Capas geográficas: las capas son las características geográficas del evento o área que se desea modelar y están organizadas en temas para facilitar su uso. Por ejemplo, un mapa puede ser organizado en varios temas o capas, tales como división política, hidrología, caminos, contornos o puntos de control. Dichas capas pueden ser almacenadas de manera separada, pues sus atributos son diferentes. En caso de que se utilicen bases de datos, las capas se almacenan en tablas separadas. [ESRI, 1998]

4. Entidad o *feature*: en general, una entidad es una cosa (objeto, persona, evento, concepto) distinguible de lo que le rodea, acerca de la cual se requiere información. Para propósitos de la BDG, una entidad es la representación digital del componente descriptivo de un rasgo geográfico. Una entidad está conformada por datos espaciales y no espaciales. Se le asocia un nombre con el fin de distinguirla de otras entidades (ejemplos: carretera, presa, línea de transmisión, eje estructural, área agrícola) Un conjunto de entidades del mismo tipo conforma una capa.[KORTH, 1998]
5. Representación geométrica o geometría: constituye la representación digital del componente espacial de un rasgo geográfico. La BDG sustenta tres tipos diferentes y básicos de representación geométrica: punto, línea y área. Cada entidad puede estar asociada con distintos tipos de representación geométrica. Por ejemplo, una localidad puede estar representada ya sea como un punto, o como un área, dependiendo de sus dimensiones y de la escala. [INEGI, 1997]
6. Modelo de datos: los modelos de datos son un conjunto de herramientas conceptuales para describir datos, sus relaciones, su significado y sus restricciones de consistencia. Los dos tipos de modelados importantes son, los modelos orientados a registros también llamados modelos relacionales y los modelos orientados a objetos. [KORTH, 1998].

2.1.2 Ventajas y Desventajas de una base de datos geográfica

Cualquier tipo de base de datos tiene ventajas y desventajas, en cuanto a su aplicación. Es importante conocer cuales son éstas para poder hacer un buen uso de ellas, explotando sus beneficios y sobre todo teniendo cuidado con sus desventajas. A

continuación se presentan las principales ventajas al utilizar una base de datos geográfica: [Smith, 2004]

- Reducción en la redundancia de los datos.
- Mantenimiento de la calidad y la integridad de los datos.
- Los datos se auto describen o se auto documentan.
- Los datos son consistentes.
- Se reduce el costo del desarrollo del software.
- Se cuenta con restricciones de seguridad.

La principal desventaja, al emplear una Base de Datos Geográfica, es el mantenimiento de los datos espaciales y de los componentes geográficos, ya que constantemente se están realizando modificaciones a las vías de comunicación, haciéndose así difícil el analizarlas. Esto hace necesario, estar actualizando los cambios que se vayan presentando en dichas vías, para así poder referirse a ellas para la toma de decisiones. Estas modificaciones se pueden hacer manualmente u obteniendo una cartografía actualizada y montar la aplicación en la base de datos en cuestión.

2.1.3 El modelo relacional

El modelo relacional se ha establecido como el principal modelo de datos para las aplicaciones de procesamiento de datos y es el modelo que se está utilizando en el presente proyecto. Una base de datos relacional consiste en un conjunto de tablas para representar tanto los datos como las relaciones entre esos datos. Cada tabla¹, con

¹ Una tabla es un arreglo de datos, o combinación de datos, en columnas paralelas, para presentar un conjunto de hechos o relaciones en una forma definitiva, compacta y comprensible. [Ramakrishnan, 1998]

nombres exclusivos, tiene varias columnas y cada columna tiene un nombre único. Cada tabla tiene una estructura como la que se muestra en la figura 2.1 y consiste en un conjunto de relaciones. Cada fila de la tabla representa una relación² entre un conjunto de valores. [KORTH, 1998] Esta sencilla representación tabular permite a cualquier usuario entender el contenido de una base de datos y permite el uso de un lenguaje simple de alto nivel para realizar consultas. [Ramakrishnan, 1998]

nodeID	nodeName	GID
1	HUT01	1020
2	HUT-0101	1029
3	HUL01	1021
4	ARN01	1017
5	ARN-0201	1030
6	ART01	1114
7	ART02	1115
8	ART03	1117
9	ART04	1016
10	ART-0301	1038
11	HU09	1015
12	ARA01	1003
13	ARA-0401	1045
14	ARA-0402	1027
15	ARA-0403	1028
16	AR01	1002
17	AR02	1106
18	AR04	1012
19	ARP01	1127

Figura 2.1 Fragmento de una tabla de la base de datos relacional desarrollada en el presente proyecto de tesis

2.2 Sistemas de Información Geográfica (GIS's)

Existen diferentes definiciones de Sistema de Información Geográfica, SICORI (Sistema Corporativo de Información Geográfica) lo define como “una disciplina basada en conocimientos, metodologías y procedimientos asistidos por computadora, que permiten la incorporación, almacenamiento, manipulación, procesamiento, consulta y presentación

² Una relación es una asociación entre diferentes entidades. [KORTH, 1998]

de información referenciada geográficamente en formatos gráficos y no gráficos” [SICORI, 2001]. También la AGI (*Association for Geographic Information*) y el Departamento de Geografía de la Universidad de Edimburgo lo definen como “un sistema de ordenadores para obtener, almacenar, integrar, manipular, analizar y representar datos relativos a la superficie terrestre” [AGI, 2002].

2.2.1 Funcionalidad

Existen cinco argumentos básicos que fundamentan el empleo de un SIG [Domínguez, 2000], los cuales son:

- Permite gestionar un gran volumen de información a diferentes escalas y proyecciones.
- Realiza comparaciones entre escalas y perspectivas emulando una cierta capacidad de representación de diferentes lugares al mismo tiempo, esto es algo que llamamos análisis vicariante.
- Admite multiplicidad de aplicaciones y desarrollos; poniendo a nuestra disposición herramientas informáticas estandarizadas.
- Diferencia entre cambios cualitativos y cuantitativos; aportándonos una gran capacidad de cálculo.
- Integra espacialmente datos tabulares y geográficos junto a cálculos sobre variables (topología).

Los SIG son herramientas cada vez más empleados para cualquier campo de aplicación. El componente más importante para un SIG es la información. Se requiere de adecuados datos de soporte para que el SIG pueda resolver los problemas y contestar a preguntas de la forma más acertada posible. Se maneja un gran volumen de información, lo

cuál hace necesario una forma de almacenamiento, es decir las bases de datos geográficas, las cuales forman una parte importante del SIG. El Instituto Nacional de Salud Pública (INSP) dice que: “un SIG introduce una nueva perspectiva que puede ayudar grandemente en la toma de decisiones y resolución de problemas, de la mejor información se realizan las mejores decisiones” [INSP, 2003].

2.2.2 Modelos Geométricos

Existen dos modelos para representar datos espaciales dentro de un *test* geográfico, los cuales son:

- Modelos Geométricos del método Vectorial.
- Modelos Geométricos del método *Raster*.

2.2.2.1 Método Vectorial

Este sistema representa cualquier territorio por medio de vectores, y éstos se representan en el espacio por medio de coordenadas cartesianas (x,y,z). A continuación se explican las principales ventajas y desventajas de este sistema. (fig. 2.2)

Ventajas

- Alta similitud con mapas analógicos.
- Alta confiabilidad en mediciones de áreas y análisis de datos.

Desventajas

- Es necesario hacer estructuras externas para almacenar atributos.
- Se debe tener una estructura de datos adicionales, que defina las ligas entre entidades y atributos.

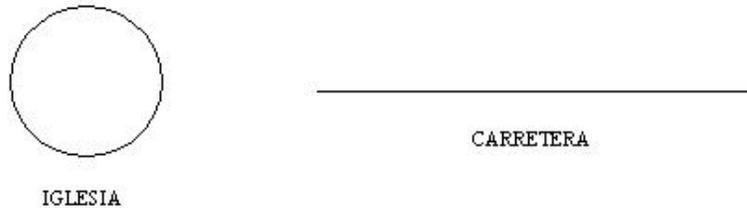


Figura 2.2 Representación vectorial

El método Vectorial es el que se va a utilizar en el presente proyecto, donde se van a representar con puntos y líneas las diferentes rutas de evacuación del volcán Popocatepetl. Las rutas están representadas por segmentos que se unen con otros segmentos en un punto llamado nodo, de tal forma que los segmentos estarán definidos como líneas y los nodos como puntos. Las líneas están definidas por un conjunto de coordenadas (x,y) y los puntos por un par de coordenadas (x,y).

La diferencia fundamental entre el Método Vectorial y el *Raster* está en la estructura de los datos espaciales, las relaciones topológicas, el volumen físico de la información y en los métodos de análisis. El Método *Raster* no será utilizado dentro del presente proyecto de tesis.

2.2.3 Procesamiento de la información.

Los Sistemas de Información Geográfica tienen una dependencia total con las fuentes de información de las que se alimenta. Un SIG depende, en todo momento, de la

escala, el ajuste y la veracidad de los datos con los que está trabajando. Sería imposible superar esta barrera, a menos de que nosotros mismos fuéramos nuestra fuente de información. Debido a esto, se puede afirmar que la información, y por lo tanto la BDG, supone el 80% del buen funcionamiento de un SIG. [Domínguez, 2000]

2.2.4 Los SIG en Internet

Un SIG tiene diferentes usos y aplicaciones en diversas áreas. Hay que considerar que existe una diferencia entre las aplicaciones de un SIG y los campos de aplicación del mismo. Para darles una idea, a continuación presento algunos campos de aplicación de un SIG:

- Desastres Naturales. (Rutas de evacuación del volcán Popocatepetl)
- Administración Pública.
- Medio Ambiente.
- Turismo.
- Educación.
- Seguridad.

Como se puede ver, los SIG's son una tecnología que ha ido tomando fuerza con su participación en ámbitos que hace algunos años no se hubiera podido pensar. No se puede hablar de un SIG sin pensar en una forma de almacenamiento de datos, es ahí donde entra la importancia de las bases de datos geográficas en los SIG's y por tanto en todos sus campos de aplicación. Esto se debe principalmente a que los Sistemas de Información Geográfica poco a poco se han ido adaptando a las necesidades de los usuarios y al constante cambio en los dispositivos. Un ejemplo muy claro de la incursión de los SIG's

en diferentes ámbitos es el Internet. Como ejemplos tenemos el WFS [López, 2004] y GISonline [Cepeda, 2003], que fueron desarrollados en el contexto de las rutas de evacuación del volcán Popocatépetl. Según Harder, Internet no cambia la naturaleza básica de los SIG's, simplemente la pone *on line*. [Harder, 1998]

Los servidores de mapas tienen su primer desarrollo en 1993 con el Xerox PARC *Map Viewer* [PARC, 2002], el cual era un servidor HTML que ya no está en funcionamiento. Los avances más recientes van enfocados hacia las estructuras cliente-servidor, SIG's basados en la tecnología orientada a objetos y SIG's distribuidos. [Montiel, Méndez, 2002]

Domínguez hace la siguiente clasificación de las posibles aplicaciones de un SIG: [Domínguez, 2000]

- Las más simples son las aplicaciones estáticas, es decir, el servidor *web* pone a disposición del usuario una imagen en formato GIF o JPG. Estos mapas sólo muestran localizaciones de diferentes ciudades, estados y países. Un ejemplo de esta aplicación la encontramos en *MapQuest* (fig. 2.3) en la sección de mapas [MapQuest, 2003]
- Una variación de las aplicaciones estáticas serían aquellas que se actualizan cada determinado tiempo, por ejemplo la página del CENAPRED [CENAPRED, 2002], donde la imagen del volcán se actualiza constantemente debido a la actividad de éste. En la figura 2.4 se muestra la página del CENAPRED con la imagen del Popocatépetl en los momentos de esta redacción.

- También existen otras aplicaciones de un SIG, en donde el usuario puede crear su propio mapa. Como prueba de ello es el servicio que ofrece el Instituto de Estadística de Andalucía [IEA, 2004] en el cual, a partir de información existente (mapas y estadísticas), el usuario puede generar mapas de provincias de esta comunidad. (fig 2.5)
- La siguiente clasificación es la de los mapas que son el producto de una petición hecha por el usuario. Estos mapas pueden ser el resultado de una búsqueda geográfica entre otras. Por ejemplo en el sitio de Visa: “*ATM locutor*” [VISA, 2004], podemos buscar los lugares en donde se encuentran los cajeros automáticos a nivel mundial. (fig 2.6)
- También existen los servicios de datos públicos. En este servicio se pone a disposición del usuario los datos geográficos, para poder emplearlos o descargarlos en su computadora. Como ejemplo de este servicio es el que ofrece el Servicio Geológico de los Estados Unidos, tal y como se aprecia en la figura 2.7. [NGDC, 2004]
- Por último tenemos el Servicio de Venta de Datos. El objetivo de este servicio es igual al anterior, la única diferencia es que en éste, hay que pagar para poder tener acceso a los datos y al software. Un ejemplo de este servicio es el que ofrece maps.com [MAPS, 1991] (fig 2.8)

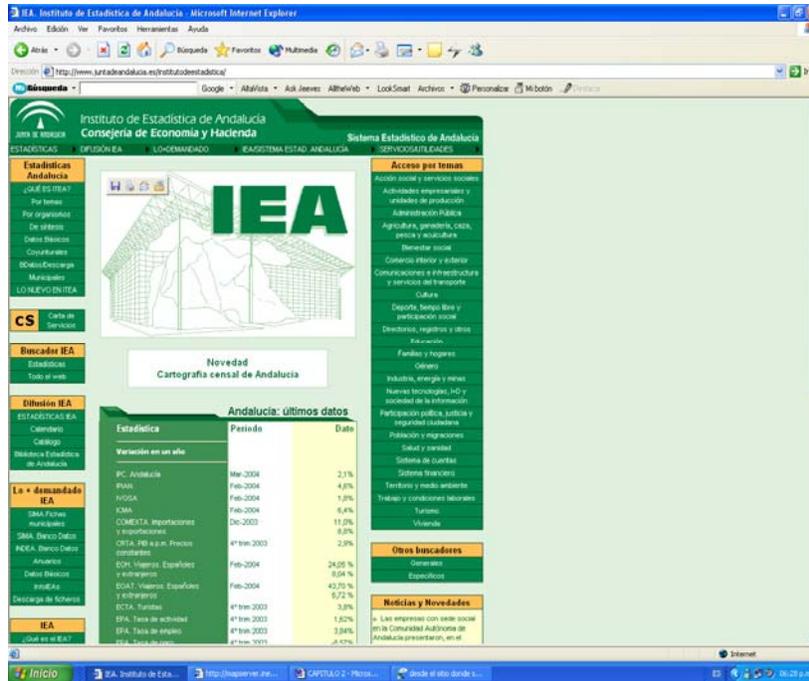


Figura 2.5 Página del Instituto de estadística de Andalucía [IEA, 2004]

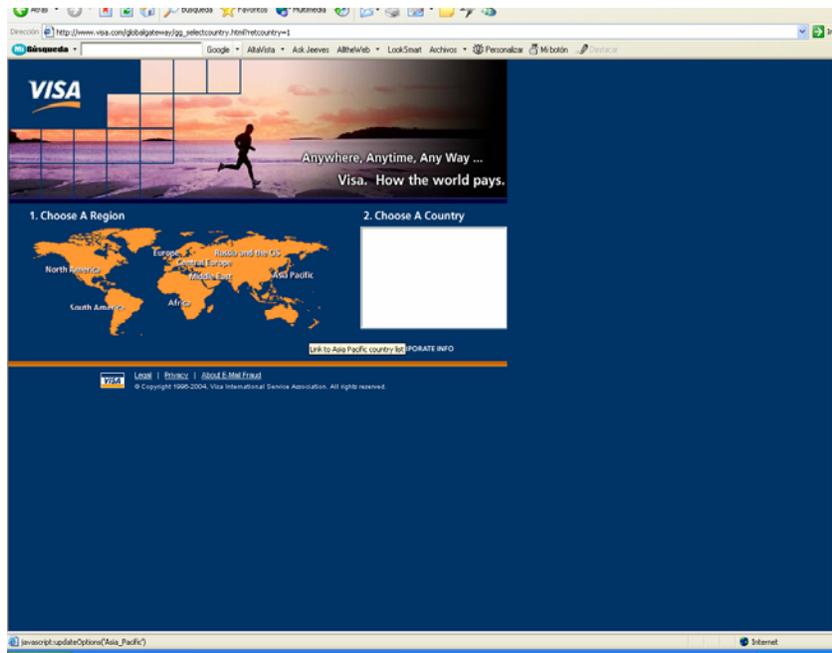


Figura 2.6 Página de VISA [VISA, 2004]

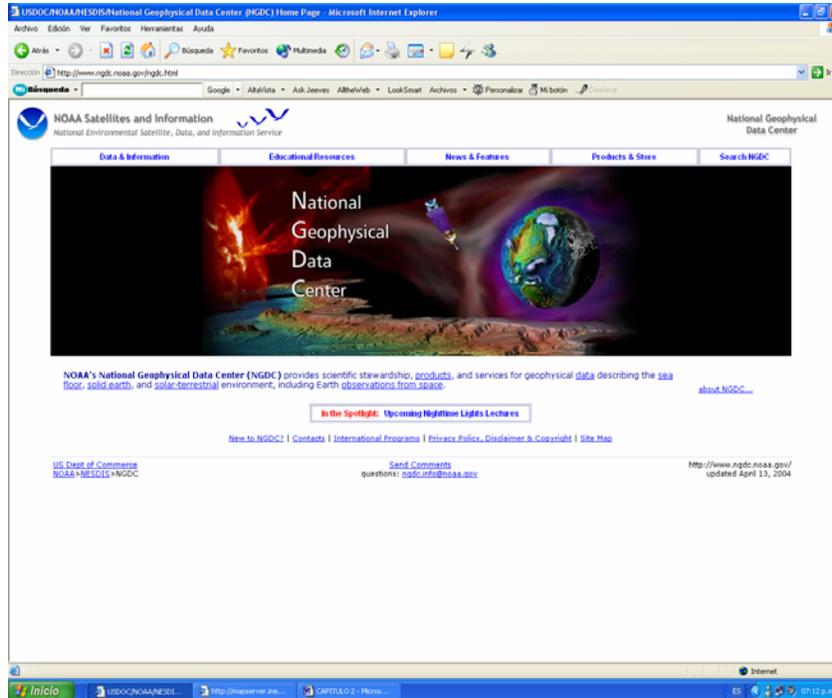
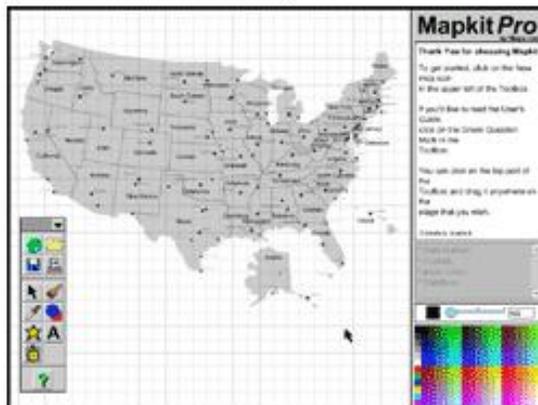


Figura 2.7 Página del “National Geophysical Data Center” [NGDC, 2004]

Mapkit Customized Map Tool

Item Code: MDCMK MQ



Price: \$24.95

Figura 2.8 Cartografía y S.W. a la venta en la página de map.com [MAPS, 1991]

Algunos servicios te ofrecen información, no sólo imágenes, por tanto es importante tener esa información en un estándar. Ahí es donde reside la importancia de OpenGIS con GML y los esquemas para las Bases de Datos Geográficas. Al tener toda la información en un estándar, la podemos unir, comparar y manipular más fácilmente. Además en GML tenemos la ventaja de que es fácil de transportar.

2.2.5 Tipos de SIG's

Los SIG's son frecuentemente nombrados de acuerdo a su aplicación. Cuando son usados para administrar registros de tierras son generalmente llamados sistemas de información de tierras (LIS's); en aplicaciones de recursos municipales y naturales son llamados, sistemas de información urbana (UIS's) y sistemas de información de recursos naturales (NRIS's) respectivamente. El término *automatic mapping/facility management* (AM/FM) es usado por compañías de servicios públicos, agencias de transportación y gobiernos locales, para sistemas dedicados a la operación y mantenimiento de redes.

2.3 OpenGIS y SQL

OpenGIS se define como una administración transparente a Geodatos heterogéneos y al Geoprocesamiento de recursos en un ambiente de redes [OpenGIS, 2004]. La especificación de OpenGIS está hecha por el OpenGIS *Consortium*. Algunas compañías que participan para la creación de esta especificación son: *Environmental Systems Research Institute Inc.* (ESRI), *IBM Corporation*, *Informix Software, Inc.* y *MapInfo Corporation*.

2.3.1 Introducción

El propósito de una especificación, es definir un estándar para un esquema de SQL (*Structured Query Language*) que soporte el almacenamiento, recuperación, interrogación y actualización de una colección geoespacial de características simples. Una característica simple es definida por la especificación abstracta de OpenGIS para detener atributos espaciales y no espaciales. Los atributos espaciales son los valores de las geometrías y las características simples están basadas en una geometría en dos dimensiones (X,Y) con Interpolación Lineal entre vértices. [OpenGIS, 2004]

Una colección simple de características geoespaciales está conceptualmente almacenada en tablas cuyas columnas representan a las geometrías y los renglones las características, figura 2.9. Esta especificación esta pensada para usar una base de datos relacional (RDBMS), la cual fue descrita en la sección 2.1.3.

GID	ETYPE	X	Y
100	1	12.5	34.56
101	1	45.67	898.9

Figura 2.9 Geometrías y características

En la tabla de la figura 2.9 se muestra el campo GID, el cual representa la llave foránea de características, el campo ETYPE se refiere al tipo de elemento, en este caso se trata de un punto, por tanto se pone el número 1. El campo X y el campo Y sirven para almacenar las coordenadas del punto.

2.3.2 Modelos de objetos geométricos

Este modelo está pensado para ser usado en una plataforma de cómputo distribuida y emplea la notación UML³. La clase base es “Geometría” la cual tiene como subclases, “Punto”, “Curva”, “Superficie” y “Colección Geométrica”. Cada objeto geométrico está asociado con un Sistema Espacial (*Spatial Reference System*), el cual describe las coordenadas del espacio en las cuales el objeto geométrico esta definido. En la figura 2.10 se pueden ver las jerarquías de los tipos de geometrías definidas por OpenGIS.

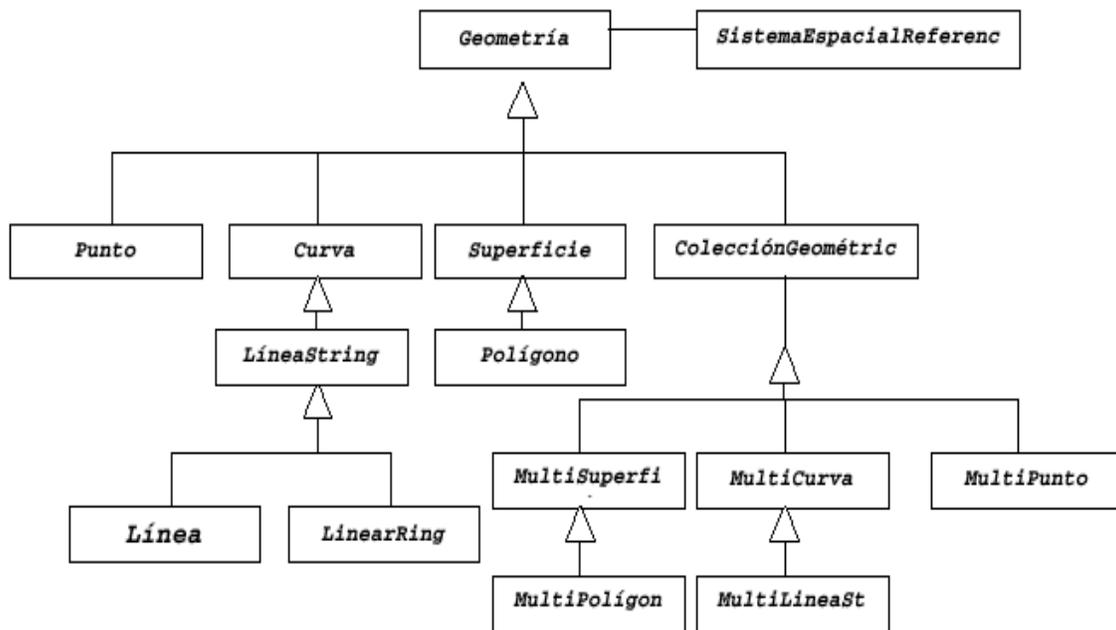


Figura 2.10 Jerarquía de los tipos de Geometría, es decir los tipos de atributos espaciales de una entidad. [OpenGIS SQL, 2002]

³ *Unified Modeling Language (UML)* Se trata de un lenguaje o notación estándar que permite especificar, visualizar y construir artefactos de software que utilizan conceptos orientados a objetos. [OMG, 2004]

2.3.3 Descripción de las clases

2.3.3.1 Clase geometría

Es la clase raíz de la jerarquía y es una clase abstracta (No instanciable). Las subclases de Geometría en esta especificación están restringidas a 0, 1 y 2 dimensiones. Todas las clases que se describen en esta especificación son definidas como instancias válidas de una geometría siempre y cuando estén topológicamente cerradas.

Los métodos definidos de la clase Geometría se dividen en tres tipos:

1. Métodos básicos: *Dimension()*, *GeometryType()*, *SRID()*, *Envelope()*, *AsText()*, *AsBinary()*, *IsEmpty()*, *IsSimple()*, *Boundary()*.
2. Métodos para las relaciones espaciales entre objetos geométricos: *Equals()*, *Disjoint()*, *Intersects()*, *Touches()*, *Crosses()*, *Within()*, *Contains()*, *Overlaps()*, *Relate()*.
3. Métodos para el análisis espacial: *Distance()*, *Buffer()*, *ConvexHull()*, *Intersection()*, *Unión()*, *Difference()*, *SymDifference()*.

Para mayor información sobre los métodos, se puede referir a la especificación de OpenGIS para SQL [OpenGIS SQL, 2002].

2.3.3.2 Clase colección geométrica

Esta clase es una geometría la cual es una colección de una o más geometrías. Esta relación se puede ver en la figura 2.10 y es la definida por OpenGIS. Todos los elementos de la colección, deben estar en el mismo sistema de referencia espacial. Esta clase no pone

restricciones en sus elementos, sin embargo las subclases pueden restringir la pertenencia basada en la dimensión y puede poner también otras restricciones en el grado de empalme espacial entre elementos. [OpenGIS SQL, 2002]

Los métodos definidos en la clase Colección Geométricas son los siguientes:

1. *NumGeometries()*: Regresa un entero el cual es el número de geometrías en esta Colección Geométrica.
2. *GeometryN(int N)*: Regresa la N-ésima geometría de la Colección Geométrica.

2.3.3.3 Clase punto

Un punto es una clase de 0 dimensiones y representa un simple punto en el espacio. Un punto consta de una coordenada en el eje X y otra en el eje Y. Las coordenadas están definidas como tipo Doble. El punto se encuentra limitado por un conjunto vacío.

Los métodos definidos para la Clase Punto son los siguientes:

1. *X()*: Coordenada X del Punto de tipo Doble.
2. *Y()*: Coordenada Y del Punto de tipo Doble.

2.3.3.4 Clases *LineString*, *Line* y *Linear Ring*

Un *LineString* es una curva con interpolación lineal entre puntos. Cada par de puntos consecutivos define un segmento de línea.

Una línea es un *LineString* con exactamente dos puntos.

Un *LinearRing* es un *LineString* que es cerrado y simple.

En la figura 2.11 podemos ver que el 1 es un *LineString* simple, el 2 es un *LineString* complejo, el 3 es un *LineString* cerrado que también es un *LinearRing*, y el 4 es un *LineString* cerrado complejo.

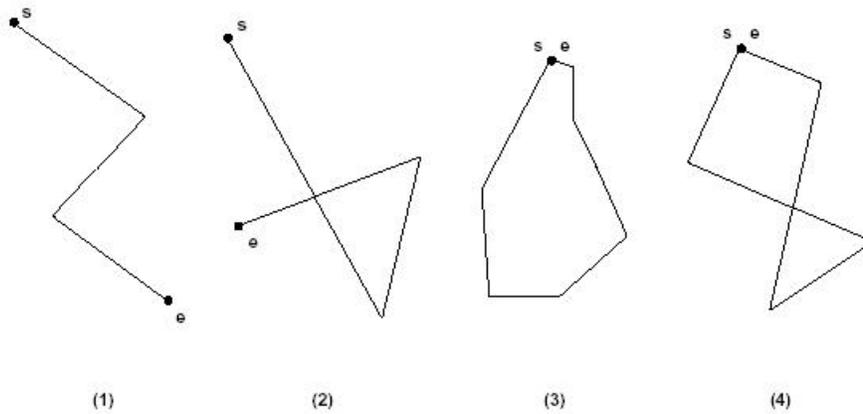


Figura 2.11 Diferentes tipos de *LineString*

Los métodos definidos para las clases *LineString*, *Line* y *LinearRing* son:

1. *NumPoints*(): El número de puntos en este *LineString* (entero).
2. *PointN*(N: entero): Regresa el punto N de este *LineString*. (punto)

2.3.3.5 Clase *MultiLineString*

Una *MultiLineString* es una multicurva cuyos elementos son *LineStrings*. En la figura 2.12 podemos ver que el inciso 1 es una *MultiLineString* simple, el inciso 2 es una *MultiLineString* compleja y el inciso 3 es una *MultiLineString* cerrada, compleja de dos elementos.

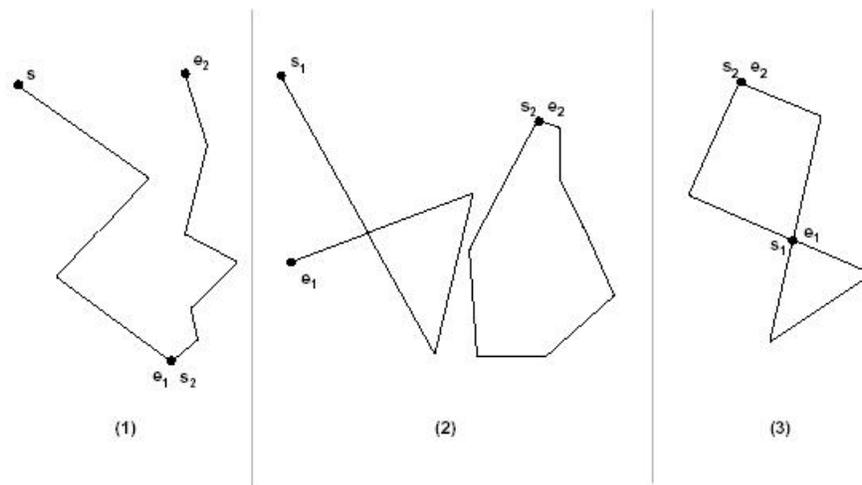


Figura 2.12 Diferentes tipos de *MultiLineString*

Estas clases se definirán más adelante en el contexto de GML dentro del capítulo 4 sección 6. Dentro de esta sección se definieron de acuerdo a la especificación de OpenGIS para SQL y con ejemplos gráficos.

2.3.4 Formas de implementación de la especificación

La implementación de OpenGIS bajo SQL92 define un esquema de almacenamiento de las tablas de características, geometrías y referencias espaciales de los sistemas de

información. La implementación bajo SQL92 no define funciones de SQL para acceso, mantenimiento o indexación de las geometrías, ya que estas especificaciones no pueden ser implementadas de manera uniforme a través de los sistemas de bases de datos que emplean el estándar de SQL92.

La figura 2.13 describe el sistema de base de datos necesario para soportar el modelo simple de datos de OpenGIS. En dicho esquema se aprecian las relaciones existentes entre las tablas. [OpenGIS SQL, 2002]

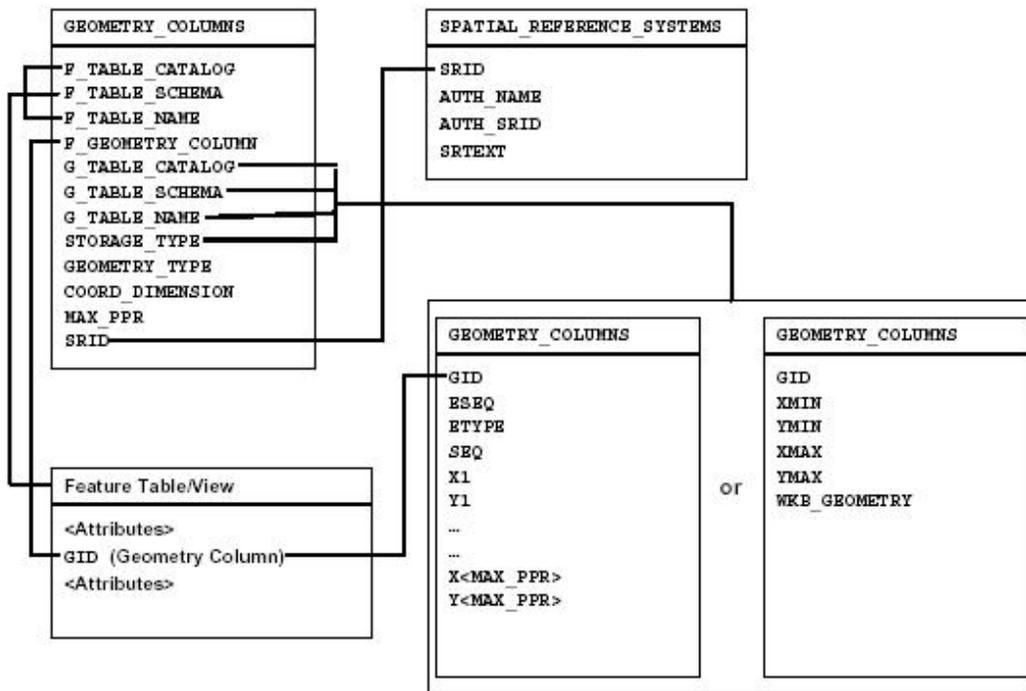


Figura 2.13 Tablas de la base de datos OpenGIS [OpenGIS SQL, 2002]

2.3.5 *Feature Table/View*

La *feature table* es una tabla que tiene una o más llaves foráneas que hacen referencia a las tablas de geometrías o de vistas. Una *feature table* puede ser cualquier tabla que tenga una o más columnas donde el *SQL Type* esté definido por el conjunto de geometrías definidas en la figura 2.9.

2.3.6 *Geometry Columns*

Esta tabla consiste en un renglón por cada columna de geometría de la base de datos. Los datos almacenados por cada geometría incluyen:

- Identificador de la tabla de características de la cual es miembro.
- Identificador del sistema de referencia espacial.
- Un tipo de geometría por columna.
- En qué dimensión (2D, 3D) está la información de la columna.
- Identificación de las tablas de geometrías que almacenan sus instancias.
- Información necesaria para navegar en las tablas.

2.3.7 *Spatial Reference System*

Cada columna de las geometrías está asociada con un Sistema de Referencia Espacial, la cual identifica el tipo de sistemas de coordenadas para todas las geometrías almacenadas en las columnas y da significado a los valores geométricos para cualquier instancia de las geometrías almacenadas en la tabla. La tabla de información del Sistema de Referencia Espacial cuenta con los siguientes campos:

- SRID: Identificador del sistema de referencia espacial. Clave única asignada por el administrador de la base.
- AUTH_NAME: Nombre de la autoridad del sistema de referencia espacial.
- AUTH_SRID: Identificador del Sistema de Referencia Espacial de la Autoridad.
- SR_TEXT: provee una representación textual del Sistema de Referencia Espacial

2.3.8 *Geometry table*

En esta tabla se guardan los datos geométricos y el formato de almacenamiento se da según la elección del usuario. Se puede guardar la información como un tipo BLOB o como una “geometría”. Se almacena el *bounding box* de la geometría y se le asigna el GID que lo relaciona con una tupla del *feature table*.

Para sintetizar las descripciones de las tablas del modelo simple de datos de OpenGIS, se muestra en la figura 2.14 el esquema de la base de datos del presente proyecto de tesis siguiendo los lineamientos del estándar de OpenGIS. Como se puede ver tenemos las tablas *Geometry_Columns* y *Spatial_Reference_Systems* que tienen los mismos atributos que las presentadas en la figura 2.13. De ahí tenemos las tablas *Feature_Table_Stretch* y *Feature_Table_Node*, las cuales representan la *Feature Table/View* y que tienen otros atributos específicos además del GID. Las tablas *Geometry_Table_Stretch* y *Geometry_Table_Node* representan la otra de *Geometry_Columns* en la representación de *Well Known Binary*.

En el contexto de este capítulo podemos describir, de manera general, el presente proyecto como se muestra en la figura 2.15. Se trabajó en el desarrollo de un SIG para el

manejo de una base de datos geográfica. La base de datos sigue el modelo relacional y el esquema presentado por OpenGIS que se muestra en la figura 2.13 (También se puede ver el esquema de la base de datos geográfica del presente proyecto en la figura 2.14). El sistema lleva a cabo la lectura y generación de documentos GMLv2.1.2 los cuales siguen el esquema de OpenGIS para GML y utilizan las geometrías definidas por OpenGIS descritas en la sección 2.3.

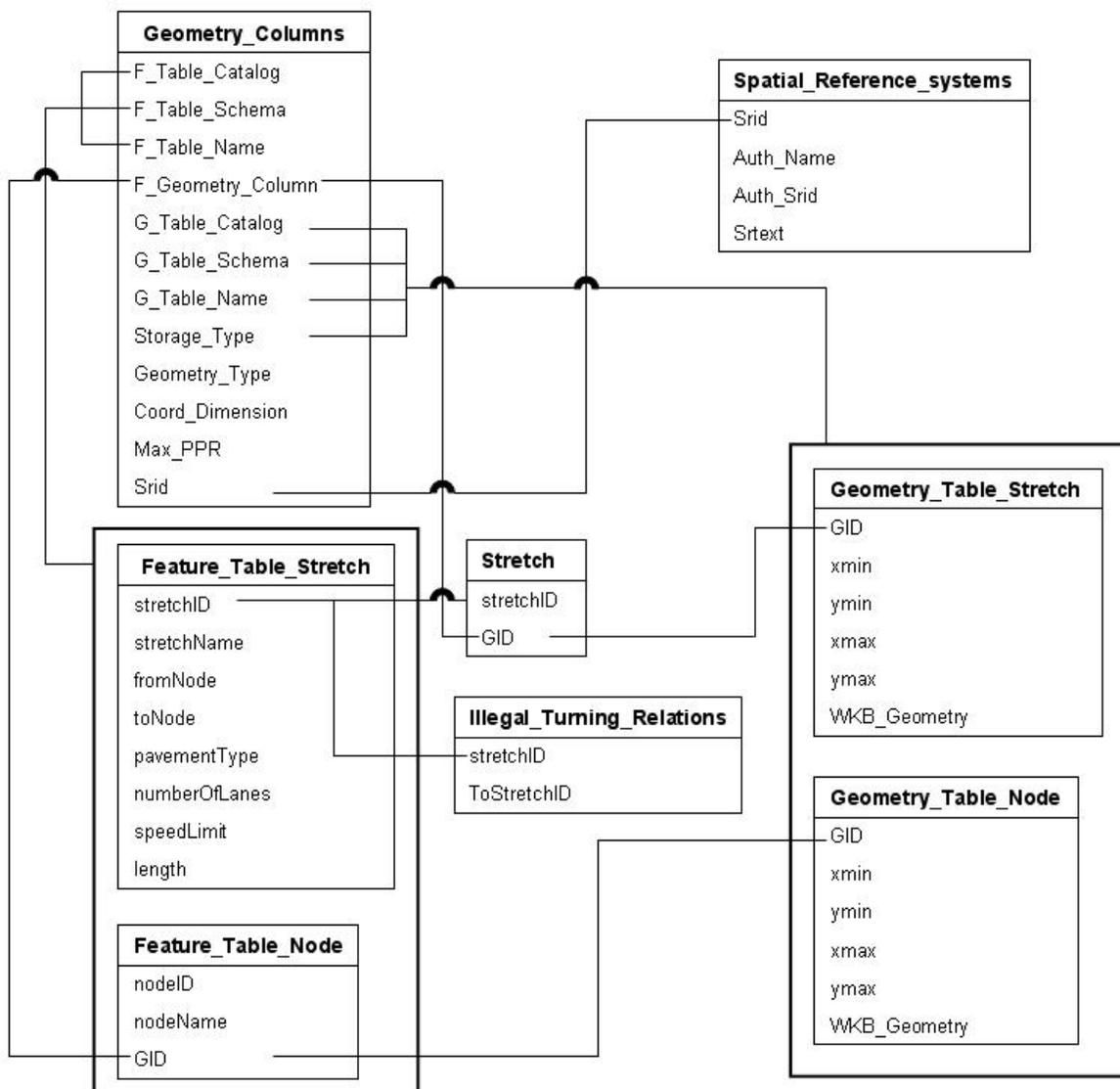


Figura 2.14 Tablas de la base de datos del presente proyecto

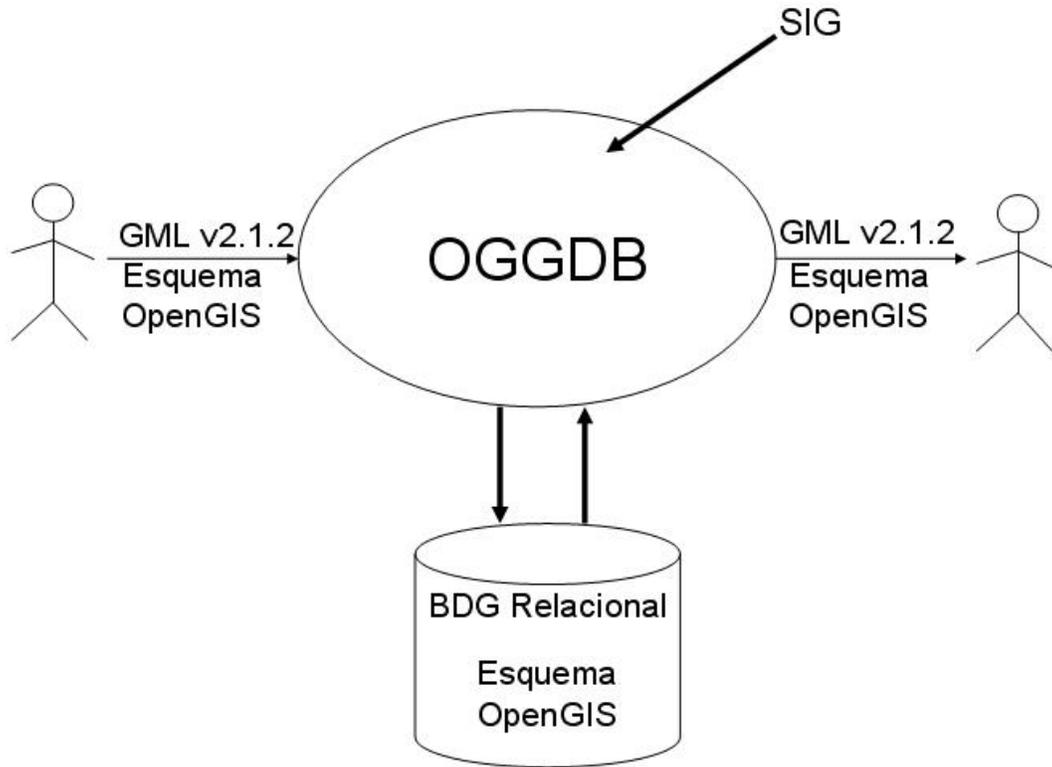


Figura 2.15 Esquema general del presente proyecto