



CAPÍTULO 3

PROYECTOS RELACIONADOS

En este capítulo se hablará de trabajos previos realizados dentro de nuestro laboratorio y se mencionarán también algunos trabajos relacionados, desarrollados fuera de la universidad. Estos trabajos de alguna manera influyeron o determinaron las bases para el desarrollo de este proyecto.

3.1 TRABAJO PREVIO

El laboratorio de Xaltal dedicado a los Sistemas de Información Geográfica y perteneciente al CENTIA, se ha dedicado al desarrollo de sistemas que ayuden al soporte de la toma de decisiones en aplicaciones de administración de riesgos poniendo especial énfasis en el contexto del volcán Popocatepetl.

Uno de los objetivos principales de este laboratorio es el hacer accesible la información que se tiene prácticamente a cualquier tipo de usuario, para lo cual se ha ocupado la tecnología más adecuada y los estándares más actuales. A continuación se mencionarán y explicarán brevemente algunos trabajos que de alguna u otra manera se relacionan con esta tesis.

3.1.1 GISELA-X3: MODELADO ESTÁNDAR DE DATOS GEOGRÁFICOS TRIDIMENSIONALES CON XML

GISELA-X3 [Razo, 2001] es un sistema que incorporó información geográfica tridimensional a la geobase del proyecto del volcán Popocatepetl. La información geográfica fue estructurada en XML (eXtensible Markup Language) utilizando GML (Geographic Markup Language), en su primera versión. La generación de mapas tridimensionales se hizo con VRML. Este sistema ofrece servicios de almacenamiento, procesamiento, consulta de metadatos sobre documentos SHP, DBF, XML y es accesible vía Internet. La traducción de la información se realiza mediante el uso de plantillas de traducción XSLT. Se utilizaron clases de dominio público para el procesamiento de XML, así como el servidor Apache Tomcat y el DBMS MySQL. En la



figura 3.1 se muestra un ejemplo de los resultados de una consulta realizada con el sistema, generando un mapa en 3D con VRML.

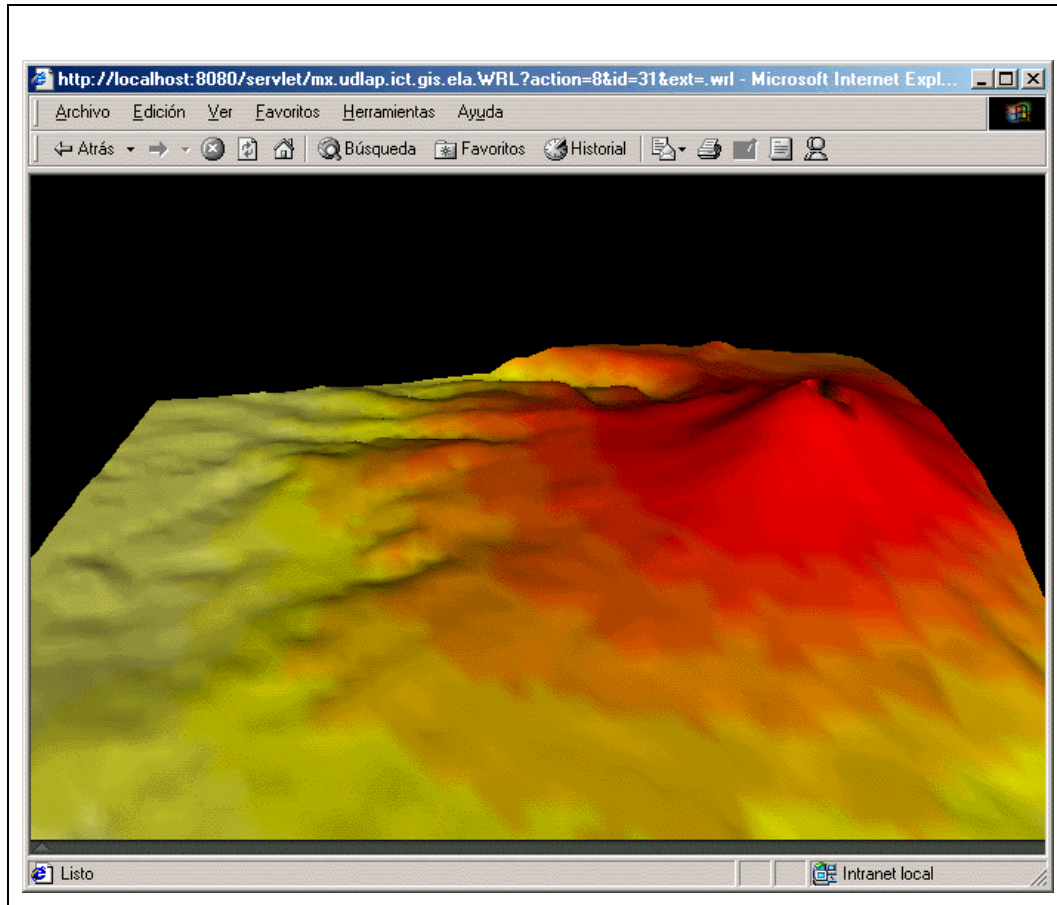


Figura 3.1 GISELA-X3 Generación de un mapa 3D VRML

3.1.2 ALMACENAMIENTO Y RECUPERACIÓN DE DATOS ESPACIALES, MEDIANTE EL USO DE HERRAMIENTAS COMERCIALES, PARA EL USO DE UN GIS VOLCÁNICO

El objetivo de esta tesis [Ruiz, 2002] fue la implantación de ArcSDE (Spatial Data Engine), un módulo que soporta el acceso a bases de datos geográficas. Este software desarrollado por ESRI (Environmental System Research Institute) permite almacenar y manejar datos espaciales. Provee las funciones de *gateway* tales como:

- Acceso multiusuario a datos geográficos almacenados en una base de datos relacional.
- Alto funcionamiento en el geoprocésamiento de grandes de datos.



- Integración con los datos corporativos almacenados en la base de datos.
- Seguridad e integridad de los datos geográficos.

La figura 3.2 muestra un esquema de la funcionalidad de ArcSDE:

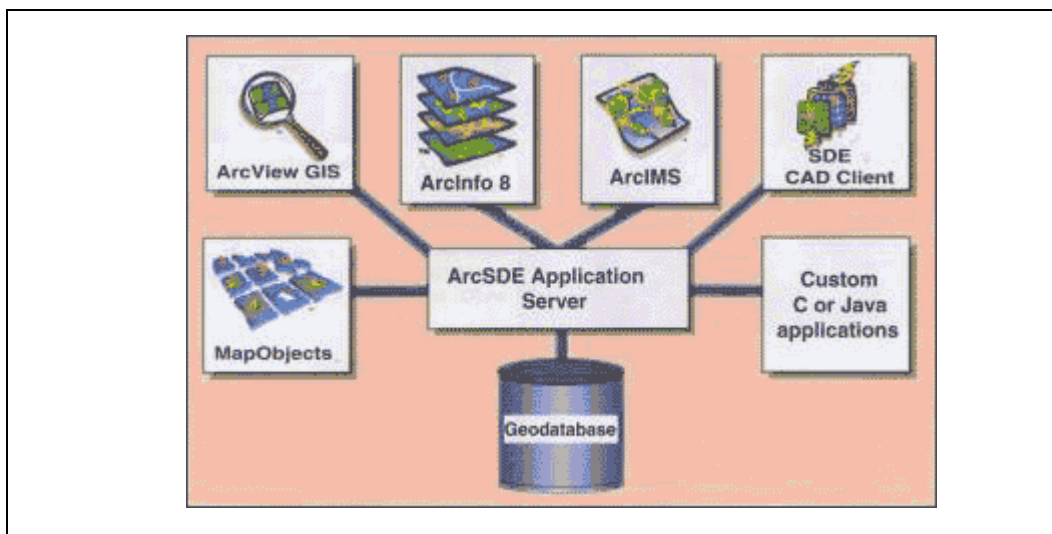


Figura 3.2 Funcionalidad de ArcSDE [ArcSDE, 2003]

3.1.3 INTERACCIÓN Y VISUALIZACIÓN UTILIZANDO HERRAMIENTAS COMERCIALES PARA DESARROLLO DE UN GIS VOLCÁNICO

En esta tesis [Bueno, 2002], se implantó ArcIMS para ofrecer un servicio de mapas, el cual es accesible a través de Internet. Este software obtiene los datos a partir de ArcSDE. ArcIMS como ArcSDE es un software comercial desarrollado por ESRI. ArcIMS es el único software lógico que permite a usuarios integrar fuentes de datos locales con las fuentes de datos Internet para la visualización, interrogación y el análisis en un navegador de Internet fácil de usar. La figura 3.3 muestra el portal del municipio de San Andres.

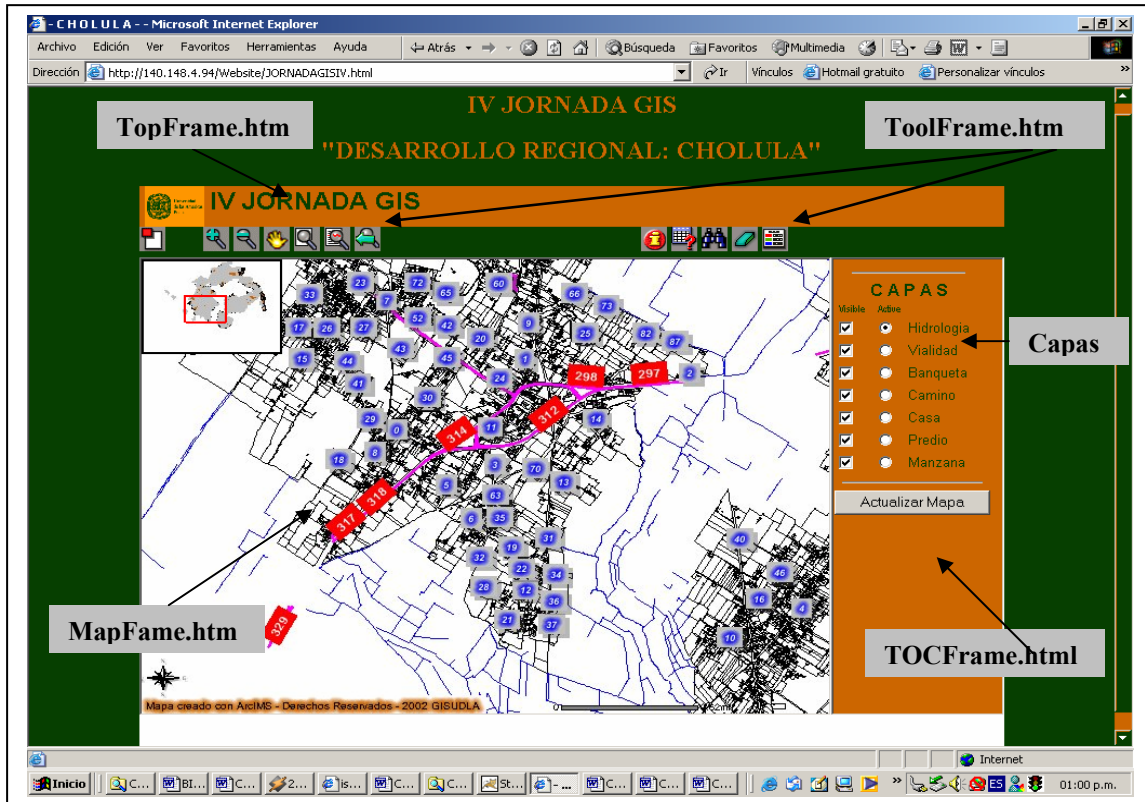


Figura 3.3 Sitio de San Andrés Cholula Generado con ArcIMS

3.2 TRABAJOS RELACIONADOS

Esta sección describirá los trabajos desarrollados anteriormente fuera de la UDLA y que han influido en el desarrollo de este proyecto de tesis.

3.2.1 OS MASTERMAP: EL MAPA DIGITAL DEFINITIVO DE GRAN BRETAÑA

OS MasterMap fue diseñado por Ordnance Survey, La Agencia Nacional de Mapas de Gran Bretaña, como un mapa digital inteligente para ser usado con Sistemas de Información Geográficos y Sistemas de Bases de Datos. OS MasterMap es un sistema que fue creado como una herramienta de negocios para manejar información añadiendo análisis y velocidad en el proceso de la toma de decisiones. Además este sistema es accesible vía Web lo cual permite que los datos sean manejados rápida y



eficientemente (utiliza el sistema de compresión "gzip" para proporcionar datos) [Ordnance, 2003].

Este sistema fué diseñado de tal manera que un usuario puede seleccionar los datos que requiera de varias maneras tal como áreas, capas o temas, esto debido a que la base de datos es orientada a objetos y almacena los datos de manera atómica ("seamless") siendo la unidad básica de almacenamiento el *feature*. Esto permite que se pueda proveer cualquier conjunto de *features* del OS Master Map. Estos datos pueden ser usados solos, asociándolos con datos específicos del negocio del usuario o integrándolos con información de terceros. Tiene un gran nivel de flexibilidad lo cual lo hace una herramienta muy interesante para los negocios de Gran Bretaña. Su base de datos esta constantemente actualizada, registrándose en promedio unos 5,000 cambios diarios, y abarcan datos de zonas rurales y urbanas, con lo cual la información a la que se accede es muy exacta y confiable. Por ejemplo si se construye un nuevo edificio o si es derrumbado los cambios se verán en el mapa [Ordnance, 2003].

La capacidad de asociación de datos con la que este sistema cuenta lo hace un sistema inteligente, ya que al permitir ligar datos propios con los de su base de datos permite hacer un análisis mucho más exacto por medio de búsquedas y consultas más precisas. Cada capa de la base de datos esta compuesta por millones de *features*, cada *feature* tiene un identificador único que consiste en un número de referencia de 16 dígitos llamado TOID.

A través del TOID se obtiene una manera avanzada de mapear cada edificio, camino, casetas telefónicas y muchos otros *features* de la Gran Bretaña, haciendo los datos del mapa más comprensibles y fáciles de clasificar. El TOID provee un número de referencia común por si se necesita compartir la información con terceros, minimizando el riesgo a una confusión o que no se entienda la información.

Además del TOID, la estructura única de polígonos que tiene este sistema permite que la información represente más fielmente lo que sucede en el mundo real. El mayor beneficio de estos polígonos es la manera en que estos representan los datos. Los polígonos pueden ser coloreados lo que permite un mejor desempeño visual. El usuario



también puede romper los datos de un mapa en áreas muy específicas para así comprar solamente y de manera exacta la información que se necesite.

El hecho de que la información de este sistema este disponible por medio de temas, permite que el usuario seleccione los temas de interés para los requerimientos específicos de su negocio, como edificios, carreteras y territorios. Un tema es un conjunto fijo de *features* que puede ser seleccionado colectivamente para ser adquirido por los usuarios. Un *feature* puede ser miembro de cualquier cantidad de temas. Los temas son creados al aplicar reglas basadas en los atributos de los *features* del OS Master Map. Un *feature* es miembro de cada tema para el cual cumpla con las reglas de dicho tema. Los temas no son parte del sistema de clasificación de los *features* del OS Master Map. Un nuevo tema puede ser creado a conveniencia de los usuarios, sin afectar de ninguna manera a los temas existentes o la clasificación de los *features* del OS Master Map. Los temas a los que un *feature* pertenece son dados como atributos del *feature* en los datos del OS Master Map [Ordnance, 2003].

La información del OS Master Map es proporcionada en formato GML versión 2.1.2 (con excepción de la capa de imágenes las cuales están en formatos TIFF, JPEG, ECW, o MrSID, los metadatos de la capa de imágenes están en XML). En sus esquemas de aplicación (*Application Schemas*), se definen cuatro tipos principales de propiedades que están presentes dentro de un elemento *feature*. Estos son las propiedades simples, complejas, geométricas y topológicas. El orden de estas propiedades se define en los esquemas, donde cada *feature* tiene un determinado ciclo de vida y un atributo que permite saber cual es la versión del *feature*. El Sistema de Coodenadas de Referencia que utiliza el OS Master Map es el BNG (British Nacional Grid). Cada tipo de propiedad puede tener adicionalmente metadatos codificados usando un atributo de XML. Estos metadatos proporcionan cierta clasificación sobre el nivel de exactitud del contenido proporcionado por el atributo [Ordnance, 2003].

Este marco de trabajo es compatible con productos GIS de empresas como Apic, By Design, CardCorp, ESRI (UK), ShowFlake Software, Safe Software, MVM, Survey Supplies, MapInfo LTD, Intergraph (UK), Innogistic, GGP Systems LTD, GE Network Solutions, entre otros.

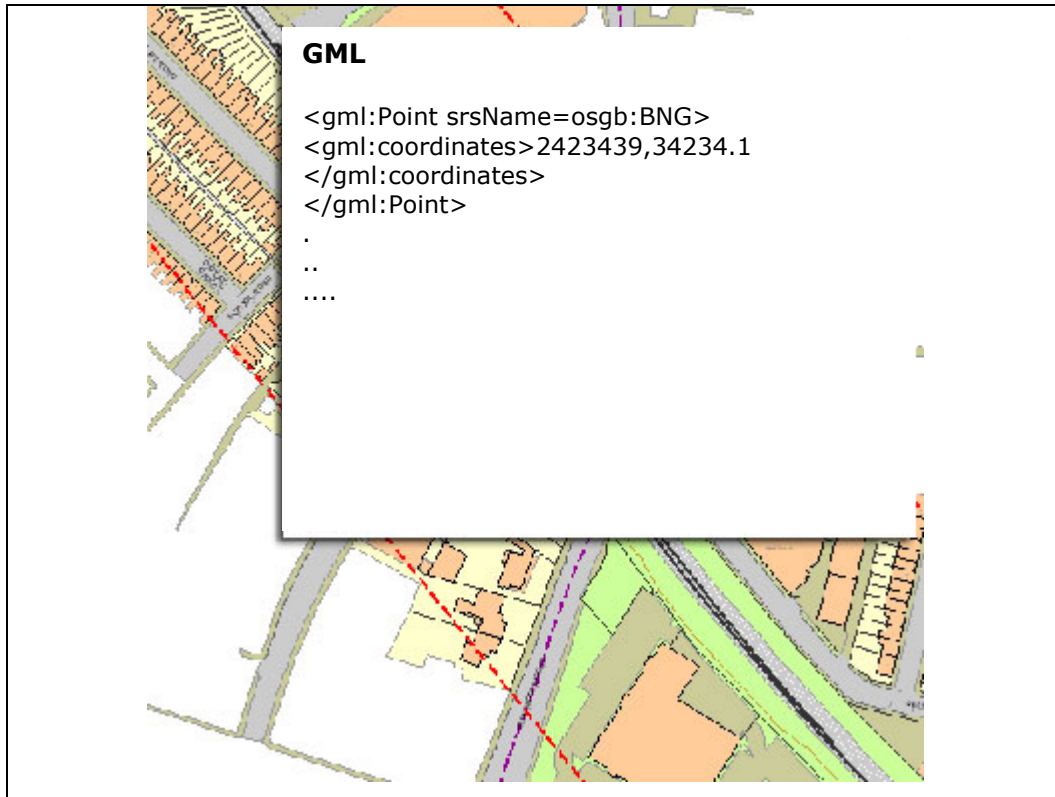


Figura 3.4 Ejemplo de servicio por temas y GML [Ordnance, 2003]

3.2.2 WEB FEATURE SERVICE

Esta sección presenta información recopilada de la especificación de implementación de Web Feature Service v1.0 (única versión existente) del OpenGIS Consortium [WFS, 2002]. Un Web Feature Service (WFS) permite a un cliente recuperar datos geospaciales codificados en GML de múltiples Web Feature Services. En la figura 3.5 se muestra un diagrama que describe una interfaz WFS. Los requisitos para un Web Feature Service son:

- Las interfaces deben ser definidas en XML.
- GML debe ser usado para expresar *features* dentro de la interfaz.
- Como mínimo un WFS debe poder presentar *features* usando GML.
- El predicado o filtro de lenguaje será definido en XML como esta definido en el "OpenGIS Catalogue Interface Implementation Specification".



- El *datastore* usado para almacenar *features* geográficos puede ser opaco a las aplicaciones del cliente y solo verán los datos a través de la interfaz del WFS.
- El uso de un subconjunto de expresiones XPath [Clark, De Rose, 1999], para referirse a las propiedades.

3.2.2.1 ALCANCE

Un WFS soporta operaciones como: INSERT, UPDATE, QUERY y DISCOVERY sobre *features* geográficos, usando HTTP como la plataforma de cómputo distribuido.

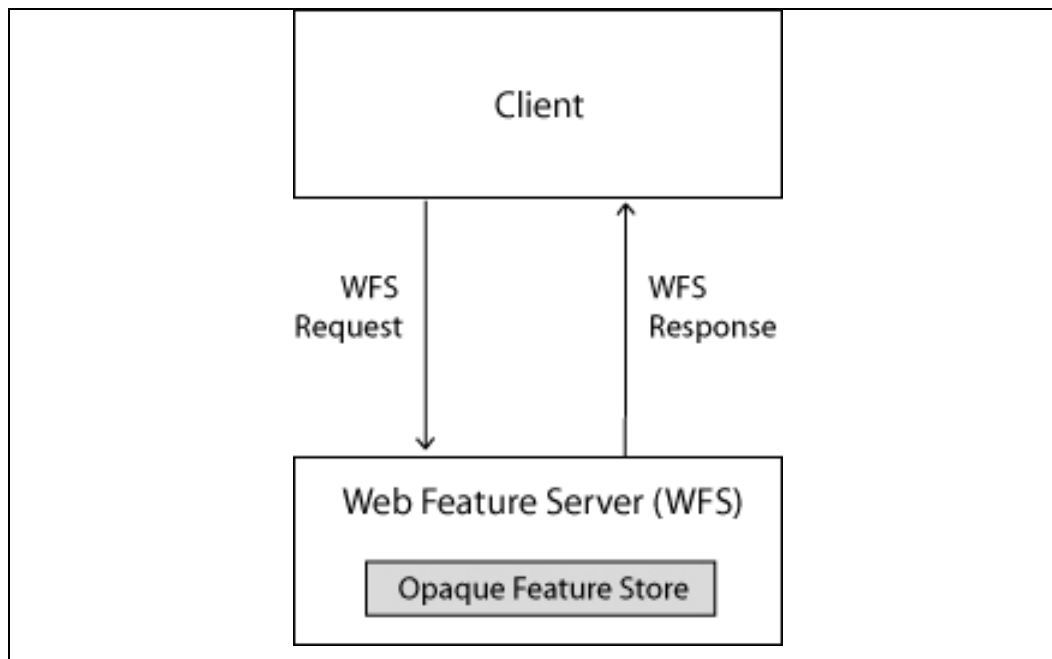


Figura 3.5 Interfaz Web Feature Service

Es la función de un WFS, en su interacción con el sistema de almacenamiento de información usado, organizar *features*, para asegurarse que los cambios a los datos son consistentes.



3.2.2.1 FEATURES GEOGRÁFICOS

Para el WFS se adopta el mismo concepto de *feature* geográfico como está descrito en la Especificación Abstracta del OGC e interpretada como dice la especificación de implementación de OpenGIS® Geographic Markup Language (GML). Las geometrías de un *feature* geográfico están restringidas (al igual que en la especificación de GML), a lo que la OGC llama *simple geometries* (geometrías simples). En la figura 3.6 se muestra el modelo geométrico de los *simple features*.

En un *simple geometry* las coordenadas están definidas en dos dimensiones y la delineación de una curva está conforme a la interpolación lineal. Las geometrías tradicionales, definidas en un sistema de referencia espacial (SRS) de 2 dimensiones, están representadas por puntos, líneas y polígonos. Además, el modelo geométrico del OGC permite a las geometrías ser colecciones de otras geometrías (colecciones homogéneas de multipuntos, multilíneas y multipolígonos o colecciones heterogéneas geométricas). En todos los casos el elemento de la geometría padre *parent geometry element*, es el responsable de indicar en qué SRS se han hecho las medidas.

3.2.2.2 PROCESAMIENTO DE PETICIONES

El procesamiento de peticiones sería de la siguiente forma:

- Una aplicación cliente solicitaría un *capabilities document* del WFS. Tal documento contiene una descripción de todas las operaciones que el WFS soporta y una lista de todos los *features* que puede servir.
- Una aplicación cliente (opcional) hace una petición a un WFS de la definición de uno o más *features types* que un WFS puede servir.
- Basado en la definición de *feature type(s)*, la aplicación cliente genera una petición.
- La petición es enviada a un servidor web.
- El WFS es invocado para leer y servir dicha petición.
- Cuando el WFS ha completado el procesamiento de la petición, generará un reporte y lo dará de nuevo al cliente. En el caso de que un error ocurriera, el reporte indicará ese hecho.

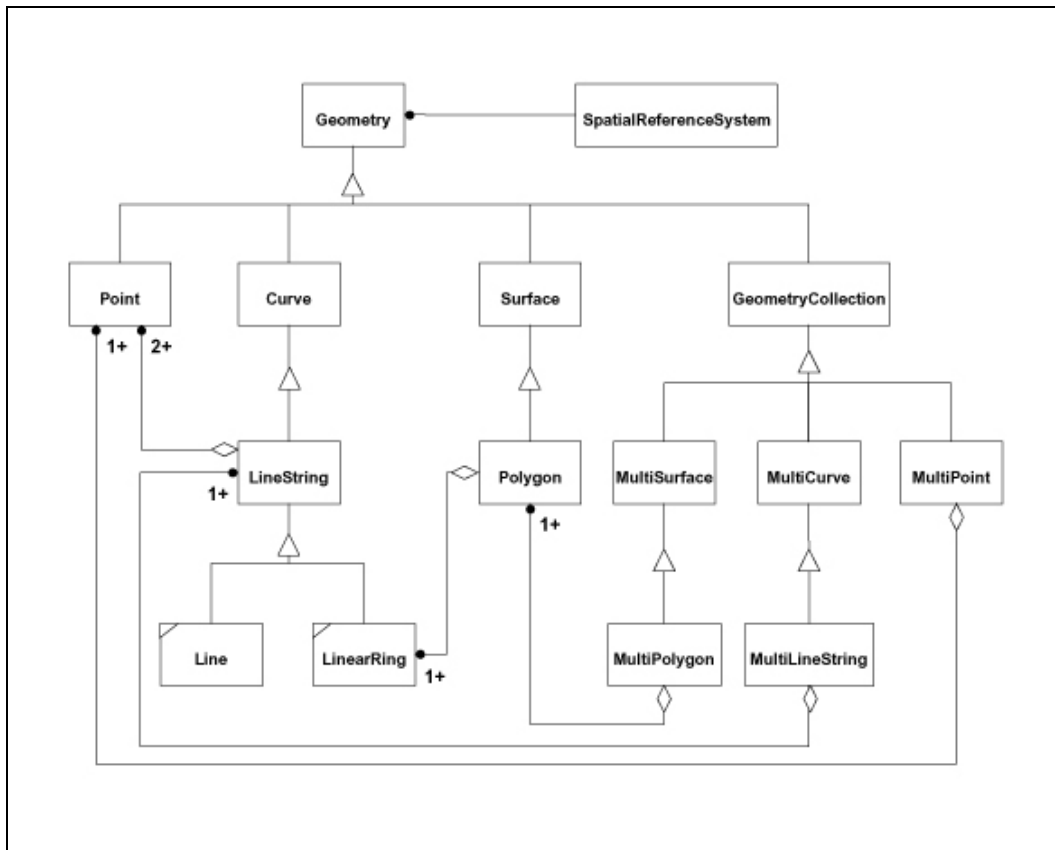


Figura 3.6 Modelo de Simple Features del OGC

3.2.2.3 OPERACIONES

Para soportar el procesamiento de transacción y consultas, la especificación define las siguientes operaciones:

- **GetCapabilities:** Un WFS debe poder describir sus *capabilities* (capacidades). Específicamente, debe indicar que tipo de features puede servir y que operaciones son soportadas sobre cada tipo de feature.
- **DescribeFeatureType:** Un WFS debe poder, por requerimiento, describir la estructura de cualquier tipo de feature que pueda ser servido.
- **GetFeature:** Un WFS debe poder atender peticiones de recuperación de instancias de un *feature*. Además, el cliente debe poder especificar que propiedad del *feature* deberá traer y también debe poder construir el *query* espacial y no espacial.



- **Transaction:** Un WFS puede atender peticiones de transacciones (*transaction requests*). Una petición de transacción esta compuesta de operaciones que modifican *features*, es decir, operaciones para crear, actualizar y eliminar features geográficos.
- **LockFeature:** Un WFS puede procesar peticiones de bloqueo (*lock requests*) en una o más instancias de un tipo de *feature* para la duración de una transacción. Esto asegura que las transacciones serializables sean soportadas.

Basado en las operaciones descritas anteriormente, se pueden definir dos clases de WFS:

- **WFS Básico:** Un WFS básico implementa las operaciones GetCapabilities, DescribeFeatureType y GetFeature. Este es considerado un WFS de sólo lectura.
- **WFS Transaccional:** Un WFS transaccional soporta todas las operaciones del WFS básico, además, implementa las operaciones de transacciones. La implementación de la operación LockFeature es opcional.

La figura 3.7 muestra un diagrama simplificado del protocolo, que ilustra los mensajes que pueden ser pasados entre una aplicación cliente y un *web feature service* para procesar una petición de transacción típica.

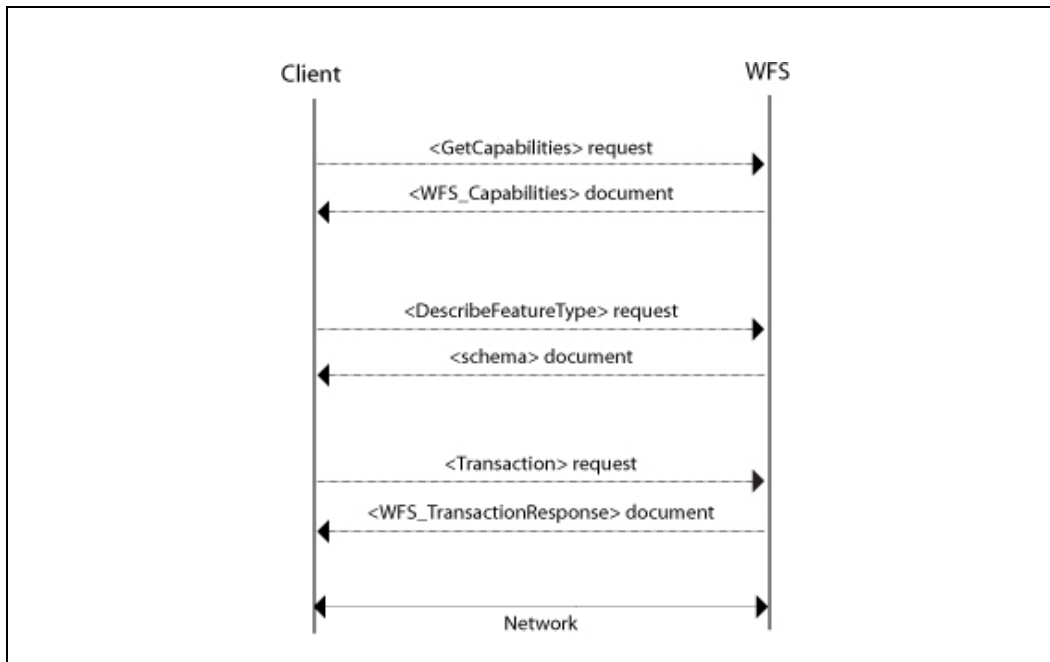


Figura 3.7 Diagrama de Protocolo de una transacción en un WFS

El objetivo de este capítulo fue recopilar experiencias de proyectos relacionados de alguna manera con el trabajo de esta tesis. Por ser una propuesta que abarca muchos aspectos los trabajos relacionados son diversos, de los cuales la aportación principal fueron las ideas y conceptos que surgieron a partir la lectura de los mismos. La aportación principal de los trabajos previos fue el desarrollo de la inquietud por parte de un servidor por modelar e implementar sistemas escalables para así ofrecer mejores servicios, ya que la mayoría de los trabajos resuelven algún problema en específico la integración entre ellos es compleja. Los trabajos relacionados consultados sirvieron para vislumbrar los servicios que se pueden llegar a dar en un futuro. El proyecto OSMasterMap también sirvió como referencia para el modelado de los esquemas de aplicación de este proyecto de tesis.

Cabe señalar que como se proponen arquitectura y tecnologías nuevas no se utilizó ninguno de los componentes desarrollados en los trabajos previos. Se destaca el desarrollo de sistemas híbridos, es decir, utilizando software comercial en conjunto con software de formato abierto, para aprovechar lo mejor de estas dos tendencias, así como la implementación en base al diseño sobre una arquitectura sustentable, esto para facilitar la integración de nuevos servicios y mejoras. En el siguiente capítulo se



presentará el análisis de las tecnologías relacionadas con este proyecto de tesis, tanto para la manipulación de XML como para la implementación del sistema sobre la arquitectura Modelo-Vista-Controlador (Apéndice B), lo cual permite el desarrollo de software que soporte una complejidad creciente.