



UML PARA EL MODELADO MULTIDIMENSIONAL DE DATOS GEOGRÁFICOS EN EL SISTEMA DE GESTIÓN PARA LA ZONIFICACIÓN URBANA DE MARACAIBO

(UML multidimensional modeling for geographic data management system for urban zoning Maracaibo)

Recibido: 20/04/2012 **Aceptado:** 21/06/2012

Fuenmayor, Karina

Universidad del Zulia, Venezuela

karinafuenmayor@gmail.com

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue generar un modelo multidimensional de datos geográficos para el Sistema de Gestión de Zonificación Urbana de la Ciudad de Maracaibo (SIGZUM). Con el objeto de representar esta estructura, se ha hecho uso de los mecanismos extensibles en UML que incluye estereotipos, valores etiquetados y restricciones. Entre los resultados obtenidos con el uso del lenguaje gráfico fueron representados los datos a partir de: a) diagramas de casos de uso, el cual permitió organizar y relacionar los requerimientos más importantes del sistema, b) diagrama de clases con la estructura de datos y los métodos que serían implementados, c) diagrama de actividades donde se ilustra el flujo de trabajo de los principales requerimientos del sistema, d) diagrama de secuencia para la interacción entre los agentes principales del sistema, toda esta estructura dio paso a un modelo con 6 dimensiones y sus medidas.

Palabras claves: UML, Modelado multidimensional, Caso de uso, Zonificación urbana.

Abstract

The research objective was to generate a multidimensional model of geographic data to the Management System Urban Zoning of the City of Maracaibo (SIGZUM). In order to represent this structure, we have made use of extensible mechanisms in UML which includes stereotypes, tagged values and constraints. The results obtained with the use of graphic language were represented data from: a) use case diagrams, which continued to organize and relate the most important requirements of the system, b) class diagram with the data structure and methods that would be implemented, c) activity diagram which illustrates the workflow of the main requirements of the system, d) sequence diagram for interaction between key players in the system, this whole structure gave way to a model with 6 dimensions and their actions.

Keywords: UML, Multidimensional modeling, Use case, Urban zoning.

INTRODUCCIÓN

El Sistema de Gestión para la Zonificación Urbana en la Parroquia Olegario Villalobos del municipio Maracaibo tiene como uno de sus objetivos la consulta del espacio urbano y sus regulaciones, no solo porque afecta las formas de ocupación de un importante área



urbana del país, sino porque este se constituye en referencia técnica nacional, dados los limitados casos de planes urbanos que se encuentran aprobados y vigentes en la actualidad en Venezuela. La idea principal es que, a partir del uso idóneo de las tecnologías de información geográfica, pueda facilitarse el acceso abierto, racional y plural a datos territoriales en procesos de toma de decisiones ambientalmente sostenibles.

Los Sistemas de Información Geográfico sirven como repositorios de observaciones humanas realizadas acerca de objetos relacionados espacialmente y sus propiedades. Para desarrollar estos sistemas se construyen modelos mentales de objetos reales, simplificando aún más la realidad utilizando mecanismos de abstracción lo que permitirá manejar únicamente los componentes necesarios para su desarrollo, este proceso tiene como fin el concentrarse en los principales aspectos para resolver una tarea determinada.

Para minimizar los tiempos de desarrollo y establecer reglas de negocios claras se construyen esquemas conceptuales para representar una abstracción de un subconjunto de características del mundo real de interés para los usuarios de una base de datos. A partir del uso adecuado de lenguajes de modelado de datos, se garantiza el manejo de las estructuras lógicas que posteriormente darán vida a los desarrollos informáticos.

De allí que desde 1995 se comenzó a unificar los métodos de notación necesarios para la representación de las restricciones, comportamientos, estructuras, procedimientos, datos, de modo de facilitar a través de un lenguaje visual las especificaciones de los artefactos de un sistema de software, dando paso al UML (Lenguaje de Modelado Unificado). UML es un lenguaje de notación para los diferentes sucesos que toman vida durante el desarrollo de un sistema.

METODOLOGÍA

El desarrollo del Sistema de Zonificación Urbana (SIGZUM) fundamenta sus procedimientos en la aplicación de una metodología ágil, basada en iteraciones donde las especificaciones del sistema evolucionan progresivamente hacia el logro de un objetivo. Para dar inicio a dichas iteraciones se definen los requerimientos iniciales del sistema, los cuales darán vida a un universo de tratados, donde se incluyen todos los datos de interés desde la perspectiva de un conjunto de reglas y entidades del mundo real abstraído en un lenguaje formal que puede ser léxico o gráfico.

Para identificar estos requerimientos se integró un equipo multidisciplinario, quienes a partir de disertaciones fueron granulando los procedimientos que se llevan a cabo por los diferentes actores del sistema (entes gubernamentales, usuarios finales, propietarios de parcelas urbanas, entre otros). Para documentar cada una de estas secuencias operativas se empleó la técnica de las historias de usuario, utilizada en metodologías de desarrollo ágiles de sistemas para especificar en un lenguaje de usuario los requerimientos del sistema, su organización jerárquica de modo de facilitar su posterior tratamiento.

Seguidamente, haciendo uso de las historias de usuario se extrajeron los potenciales requerimientos del sistema de gestión urbana y la relación entre ellos, para ello se hizo



uso de herramientas UML, tal como el Diagrama de Caso de Uso, el cual permitiría de forma estática representar las funcionalidades del sistema y su relación entre estas y los actores del sistema.

Con la abstracción de cada requerimiento se diseñaron Diagramas UML de Actividad. Este tipo de diagrama representa los flujos de trabajo del negocio y operacionales del sistema de gestión de forma sistemática, así como también Diagramas UML de secuencia a través de los cuales se representa la interacción entre cada uno de los elementos lógicos del sistema a partir del paso de mensajes.

Finalmente, con los flujos de datos y operacionales del sistema se construye el Diagrama UML de paquetes y de clases, a partir del cual se diseña lo que se constituiría la estructura de datos multidimensional que daría paso a la herramienta informática para la gestión de la Zonificación Urbana en la Parroquia Olegario Villalobos del municipio Maracaibo.

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Existen dos tipos de lenguajes formales para la representación de datos: léxico y gráfico. Un lenguaje léxico usa descripciones textuales según formalismos gramaticales. Un lenguaje gráfico es representado a partir de objetos que permiten modelar elementos también soportados por reglas gramaticales. Los lenguajes gráficos suelen ser de menor alcance que los léxicos.

El Unified Modeling Language (UML) es un lenguaje gráfico que provee una forma para las personas quienes analizan y diseñan sistemas para visualizar, construir y documentar sus productos de software y para modelar las reglas de negocio que plantean cada uno de estos sistemas. El UML soporta la construcción de una variedad de diagramas para modelar la estructura o colección de elementos, clases y tipos, sus contenidos y relaciones con otros elementos, y para el modelado del comportamiento o interacción entre los diferentes componentes del sistema.

Los diagramas de estructura también son denominados estáticos si se considera que muestra todas las relaciones posibles a lo largo del tiempo y no las que son válidas en un instante determinado. Los diagramas de comportamiento también conocidos como dinámicos, muestran la secuencia de los eventos en los cuales participa cada uno de los elementos estructurales del sistema. Entre los diagramas dinámicos se encuentran:

Diagrama de Caso de Uso: sirve para mostrar las funciones de un sistema de software desde el punto de vista de sus interacciones con el exterior, sin ofrecer una descripción detallada y de implementación de cada una de esas acciones. Los casos de uso se utilizan tanto en la recogida y documentación de requerimientos como en el análisis del sistema. Según Campderrich (2003) los elementos estructurales que definen un diagrama de caso de uso son:

Actor: es un rol de una entidad exterior en relación con el sistema de software considerado. Un actor podría ser un usuario, un servidor de correo electrónico, o un



sistema de contabilidad, cualquier ente que interactúe con alguna funcionalidad del sistema.

Uso: consiste en las unidades funcionales o servicios ofrecidos por un sistema (o parte de un sistema) para los usuarios. Los usos se constituyen a partir de los requerimientos funcionales del sistema.

En los diagramas de caso de uso también intervienen las relaciones entre los diferentes elementos definidos en su estructura, estas relaciones indicarán el alcance en la interacción entre cada uno de ellos.

Diagrama de Actividad: un diagrama de actividad describe una secuencia de actividades. Así, un diagrama de actividad puede ser utilizado para mostrar el flujo de control a través de software. Un diagrama de actividad puede mostrar:

Decisiones: se representan con el símbolo de rombo, indican la división en múltiples acciones según una condición determinada cumplida.

Transiciones concurrentes: representan o bifurcación o unión durante las transiciones entre acciones.

Las acciones son escritas en cuadros con esquinas curvas. La secuencia de acciones es mostrada utilizando flechas. Una secuencia inicia con un círculo relleno, finaliza con otro diferente (Pilone, 2003).

Diagrama de Secuencia: los diagramas de secuencia modelan el flujo de la lógica dentro del sistema de forma visual, permitiendo documentarla y validarla. Pueden usarse tanto en análisis como en diseño, proporcionando una buena base para identificar el comportamiento del sistema. También son una buena herramienta para explorar la lógica de una operación compleja o los elementos implicados en la prestación de un servicio. Según Gibert y Peña (2005) se componen de los siguientes elementos:

Objeto: instancia de una clase que podemos empezar a identificar como participante en la secuencia de operaciones.

Línea de vida: muestra las acciones y reacciones de una instancia, así como los períodos en los cuales esta está activa, es decir, durante los que ejecuta uno de sus métodos.


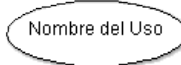
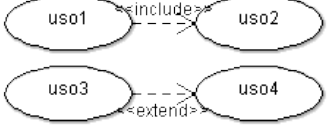

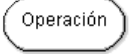
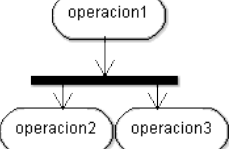
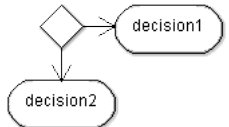
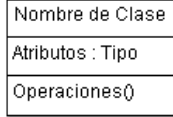
Mensaje: se representan mediante flechas horizontales que unen la línea de vida del objeto emisor con la línea de vida del objeto destinatario (Debrauwer y Van der Heyde, 2009).

Para la representación estática o la estructura de los datos, el UML utiliza el **Diagrama de clase:** una clase es una instancia de un sistema, este diagrama describe las clases y sus interrelaciones. Las clases se representan como rectángulos, el cual contiene el nombre de la clase. La relación más simple es cuando una clase usa otra. Por ejemplo, la clase A usa las clases B, C, y D. Esto significa que A crea objetos desde estas clases y/o

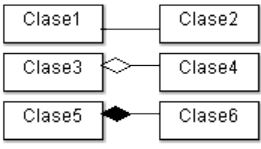
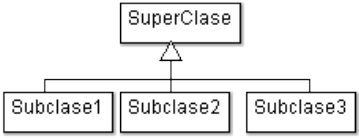
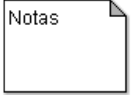
llama métodos en objetos creados desde estas clases. Un diagrama de clase también puede mostrar relaciones de herencia entre clases, subclases o superclases.

Una clase puede ser representada a través en un rectángulo dividido en tres compartimientos, el primero se utiliza para escribir el nombre de la clase, el segundo describe variables, atributos del elemento clase y el tercero, los métodos o procedimientos que serán implementados por esa clase. La Tabla No. 1 muestra los elementos del modelo y su notación gráfica.

Tabla No. 1. Elementos del UML

Elemento UML		Notación UML
Actor		
Uso		
Relaciones	Inclusión Extensión	
Inicio Fin		
Actividad u operación		
Transición concurrente		
Decisión		
Clase Atributos de la Clase Operaciones de la Clase		

Cont. Tabla 1:

Elemento UML		Notación UML
Relaciones	Asociación Agregación Composición	
	Generalización	
Restricción o Nota		

Fuente: elaboración propia.

BASES DE DATOS MULTIDIMENSIONALES

Una dimensión de base de datos es una colección de objetos relacionados, denominados atributos, que se pueden usar para proporcionar información sobre los datos de hechos de uno o varios cubos.

Un cubo tridimensional de datos se forma apilando una multitud de tablas de dos dimensiones (una tabla relacional representa sus datos con una matriz plana de dos dimensiones). A su vez apilando cubos tridimensionales se formaría un hipercubo de 4 dimensiones, y procediendo de forma análoga podrían crearse hipercubos de n dimensiones.

De esta manera se pueden crear diferentes perspectivas y porciones de datos (de varias dimensiones), según sean las secciones (de orden 2 o superior) que se hagan en los cubos o hipercubos de dimensión n.

El modelo de datos relacional, fue introducido por Codd en 1970, ha sido uno de los más implementados para el manejo de grandes estructuras de datos, sin embargo, durante la década de 1990, un nuevo tipo de modelo de datos, el modelo de datos multidimensional, se supo que desde entonces ha hecho incursiones en el modelo relacional cuando el objetivo es analizar los datos, en lugar de llevar a cabo transacciones en línea.

El modelo de datos multidimensional se basa la industria de inteligencia de negocios de miles de millones de dólares, y desempeña un papel importante en esta industria que es similar al papel que juega el modelo relacional en la industria de base de datos.



Modelos de datos multidimensionales están diseñados expresamente para apoyar los análisis de datos. En pocas palabras, los modelos multidimensionales son usados para el almacenamiento de datos, cuyas características lo definen como un gran repositorio de datos integrados y obtenidos desde varias fuentes en una organización para propósitos específicos orientados al análisis de datos. Es una estructura en la cual los datos están almacenados conceptualmente en las celdas de un arreglo multidimensional.

Ejemplo: los datos podrían estar representados como un arreglo de tres dimensiones que corresponden a productos, clientes y períodos respectivamente; cada valor individual de celda podría representar la cantidad total del producto indicado vendido al cliente indicado en el período indicado (Date, 2001).

ANÁLISIS DE RESULTADOS

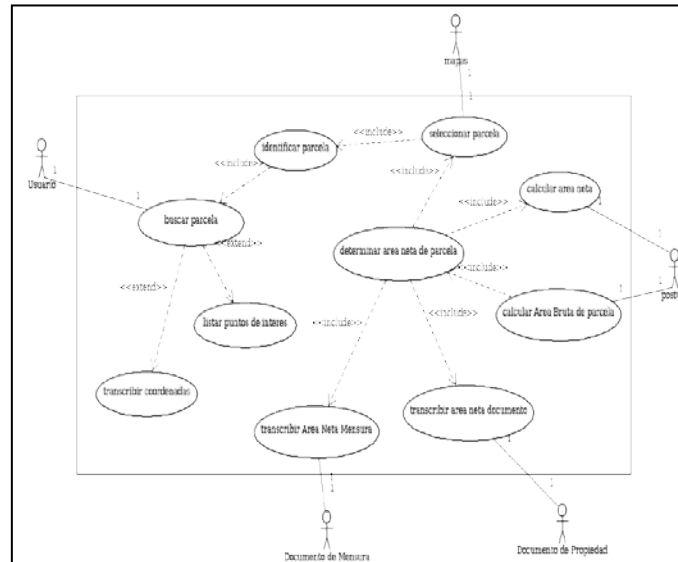
Una de las características que envuelve el desarrollo del Sistema para Zonificación Urbana de la Ciudad de Maracaibo, es la diversidad de datos que se manejan, producto de los altos niveles de granularidad y de las diferentes connotaciones y aplicaciones que le dan los usuarios a la información, de allí que para incrementar la capacidad de respuestas útiles a la toma de decisiones es importante contar con una estructura de modelado dinámica y de poca redundancia, característica que definen un Modelo Multidimensional de datos.

Para la comprensión de la información geográfica que debería ser manejada como parte del sistema se llevaron a cabo diversidad de reuniones multidisciplinarias orientadas a disertar respecto a las variables urbanas, físicas y lógicas que serían utilizadas como términos claves, estas disertaciones fueron concretadas con la técnica de las historias de usuarios, la cual permitió no solo validar cada uno de esos emergentes requerimientos sino iniciar la línea de vida de cada uno de ellos, pues a partir de esta herramienta se sistematizó el desarrollo de cada acción, sus interacciones e implementación.

Con el análisis de este instrumento se da inicio al modelado de la estructura de requerimientos y su contexto considerándose que cada uno de ellos debería ser notado formalmente con verbos en tercera persona, pues se trata de formalismos enmarcados dentro de los esquemas de datos del lenguaje manejado, además de las potenciales acciones que el sistema llevaría a cabo.

Esta definición de requerimientos dio paso al modelado de los datos a partir de un primer diagrama, este sería el diagrama de caso de uso denominado así pues está formado por los usos del sistema que no son más que las funcionalidades del mismo (Figura No. 1).

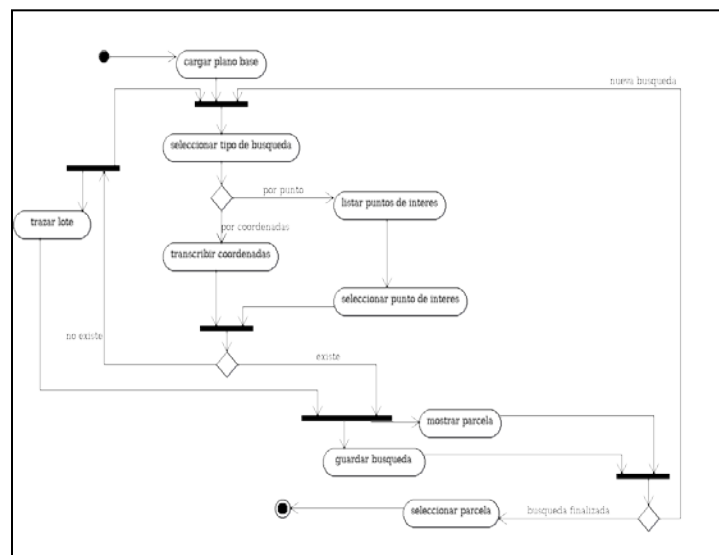
Figura No. 1. Diagrama de Caso de Uso



Fuente: elaboración propia.

Seguidamente se diseñaron los diagramas de actividad de modo de representar el flujo de acciones que se desarrolla entre cada uno de los usos o procedimientos, indicándose entre otros aquellos concurrentes o con eventos alternativos. Se diseñaron uno por cada uso, la figura No. 2 muestra el diseñado a partir del uso: buscar_parcela.

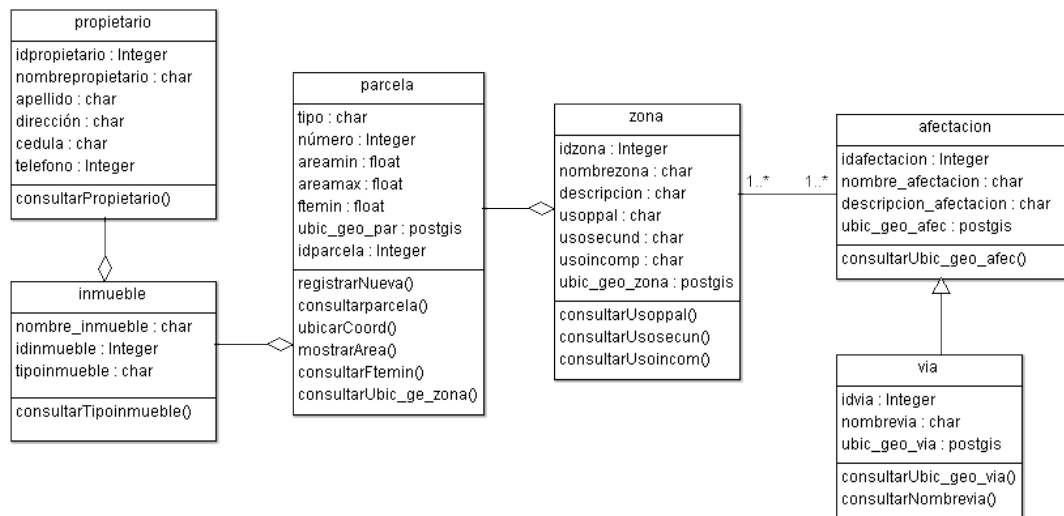
Figura No. 2. Diagrama de actividad, buscar_parcela



Fuente: elaboración propia.

Como parte de la estructura de datos del sistema y previo al esquema multidimensional, el diagrama de clase resume las instancias del sistema de gestión de zonificación urbana, estas instancias se extrajeron del diagrama de caso de uso, donde se indicaron además cada una de sus relaciones. El diagrama de clase presenta además los métodos u operaciones que cada una de estas instancias de datos deberá ejecutar a partir de su invocación. El diagrama de clase se ilustra en la figura No. 3.

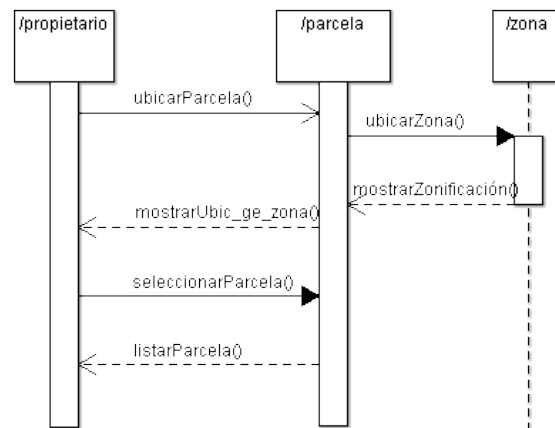
Figura No. 3. Diagrama de clase



Fuente: elaboración propia.

Con el objeto de comprender el intercambio de mensajes entre las instancias del sistema de diseño el diagrama de secuencia del método buscar_parcela, las clases involucradas serían parcela, zona, y propietario (Figura No. 4).

Figura No. 4. Diagrama de secuencia



Fuente: elaboración propia.

Ambos elementos, el Lenguaje de Modelado (UML) y la Multidimensionalidad, en la organización y representación de los Datos Geográficos constituyen la esencia de esta etapa de la investigación, la cual soportó una estructura de datos sólida y dinámica que permite el surgimiento de nuevas versiones a partir de la misma estructura lógica de datos y sus dimensiones. Asimismo, se trata de una estructura que puede ser codificada en cualquier otro Lenguaje de Programación distinto a los manejados para el desarrollo de este caso.

A continuación, con los flujos de datos y operacionales del sistema, se diseña la estructura de datos multidimensional que daría paso a la herramienta informática objeto de la investigación. La misma queda representada según las siguientes dimensiones:

Tabla 2. Dimensiones

Dimensión Parcela	→	Idparcela, número, área_min, área_max, fte_min, ubic_geo_par
Dimensión Zona	→	Idzona, nombrezona, descripción, usoppal, usosecund, usoincomp, ubic_geo_zona
Dimensión Propietario	→	Idpropietario, nombre, apellido, nacionalidad, cédula, teléfono
Dimensión Variable Urbana	→	Idvariable, nombrevariable, descripcionvariable, tipovvariable
Dimensión Afectación	→	Nombreafectación, idafectación, descripcionafectación, ubic_geo-afectación
Dimensión Vías	→	Idvia, nombrevia, ubic_geo_vía

Fuente: elaboración propia.

De esta multidimensional se obtienen las siguientes relaciones:

Parcela_afectacion(idparcela,idafectacion,numero,area_minima,area_maxima,frente_minimo, ubicacion_geografica_parcela,idafectacion,nombre_afectacion,descripcion, ubicacion_geografica_afectacion).

Parcela_zona(idparcela,numero,area_minima,area_maxima,frente_minimo,ubicacion_geografica_parcela,idzona,nombre,descripción,uso_principal,uso_secundario,uso_incompatible,ubicacion_geografica_zona).

Propietario_parcela(nombre, apellido,idpropietario,nacionalidad,cedula,telefono,idparcela,numero,area_minima,area_maxima, frente_minimo,ubicacion_geografica_parcela).

Zona_via(idzona,nombre,descripcion,uso_principal,uso_secundario,uso_incompatible, ubicacion_geografica_zona,idvia,nombre_via,ubicación_geografica_via).

Finalmente ha de destacarse el aspecto dinámico de las estructuras de datos multidimensionales, donde cada tabla contiene n valores de las dimensiones, y el cruce entre ellos ofrece al usuario diversidad de información que facilita la toma de decisiones.



CONCLUSIONES

Un modelo de datos es una colección de tipos de estructuras de datos, operadores o reglas de inferencias, restricciones de integridad general. Este modelo provee las herramientas y el lenguaje gráfico disponible para describir el esquema de una base de datos. Asimismo, ofrece mecanismos de abstracción que orientan y se enmarcan en la ingeniería de software.

El lenguaje de modelado de datos (UML) constituye una excelente opción para el manejo de variables urbanas dentro de los entornos SIG. Su diversidad de herramientas gráficas ofrece a partir de esquemas de datos, estructurales y de procedimientos organizar los datos e información a partir de la cual se desarrollarán las interfaces para el manejo eficiente de información geográfica referente a la zonificación del área urbana de la ciudad de Maracaibo.

Finalmente, al tratarse de un estándar para la representación gráfica de datos, permite la interoperabilidad de estos con otros sistemas desarrollados, por lo que se definió una estructura multidimensional, la cual puede ser a partir de las premisas indicadas fácil de implementar en cualquier lenguaje de programación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Campderrich, B. (2003). Ingeniería de software. España. Editorial UOC.
- Date, C. (2001). Introducción a los sistemas de base de datos. México. Pearson Education.
- Debrauwer, L. y Van der Heyde, F. (2009). UML 2. España. Colección Recursos Informáticos.
- Gibert, M. y Peña, A. (2005). Software libre. España. Editorial UOC.
- Pilone, D. (2003). UML. Estados Unidos. O'Reilly Media Inc.