

## Software para la manipulación de Bases de Datos Espaciales PostGIS.

A. Baksai Elespuru<sup>(1)</sup>, M. Gutiérrez Valenzuela<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad Católica de la Santísima Concepción, Caupolicán 491, Concepción, Chile. [anbaksai@hotmail.com](mailto:anbaksai@hotmail.com), [marielag@ucsc.cl](mailto:marielag@ucsc.cl)

### RESUMEN

*Las bases de datos espaciales permiten el almacenamiento y manipulación de datos espaciales utilizando el lenguaje SQL extendido. En particular PostgreSQL con su módulo espacial PostGIS implementa metadatos y funciones geométricas y topológicas para el tratamiento de los datos espaciales basado en el estándar del OpenGis Consortium.*

*En este trabajo se presenta el desarrollo de un software cuyo objetivo principal es permitir la manipulación de bases de datos espaciales PostGIS a través de una interfaz gráfica programada en lenguaje Java.*

*Por medio de esta herramienta los usuarios pueden interactuar con la base de datos PostGIS, actuando la herramienta como un intermediario entre el usuario y la base de datos. La interfaz de la herramienta permite: visualizar gráficamente el contenido de una base de datos PostGIS específica, manipular los datos de la base de datos y realizar consultas a la base de datos por medio de una interfaz gráfica.*

*Los requisitos de software para el desarrollo de esta herramienta son:*

- *Visualizar gráficamente el contenido de la Base de Datos PostGIS en 2D.*
- *Crear, modificar y eliminar datos de la Base de Datos PostGIS. Implica modificar tanto las características espaciales como los atributos de los objetos.*
- *Realizar consultas alfanuméricas y topológicas de los objetos de la base de datos. Los tipos de consultas topológicas son: interior, contención e intersección y cruce.*
- *Implementar funciones de medición como cálculo de perímetro, área y distancia.*

*La metodología de desarrollo utilizada es orientada a objetos, siendo uno de los objetos principales un traductor que permite transformar las operaciones realizadas por el usuario, a través de la interfaz, al lenguaje SQL para ser ejecutadas en la Base de Datos y vice versa.*

**Palabras clave:** Base de Dato Espacial, PostGIS

### ABSTRACT

*Spatial databases allow the storage and manipulation of spatial data using extended SQL language. Particularly, PostgreSQL, with his PostGIS spatial module, implements metadata and geometric and topologic functions for the treatment of spatial data based on the OpenGIS Consortium standard.*

*In this work is presented a developed software, which primary objective is to allow the manipulation of PostGIS spatial databases from a graphic interface programmed in Java language.*

*With this tool, users can interact with a PostGIS database, being the software an intermediary between the user and the database. The graphic interface of the software allows to: graphically visualize the content of a specific PostGIS database, manipulate the data contained on it and make queries to the database from a graphical interface.*

*The software requirements for the development of this software are:*

- *Graphically visualize the content of a PostGIS database in 2D.*
- *Create, modify and delete data from a PostGIS database. This implies the modification of spatial characteristics and the attributes of the spatial objects.*
- *Make alphanumeric and topologic queries related to objects contained on the PostGIS database. Topological queries are: inner queries, containment queries, intersection queries and cross queries.*
- *Implement measurement functions, such as calculation of perimeters, areas and distances.*

*The development methodology used is object oriented, being one of the primary objects a translator that allows transforming text written spatial elements (using the OpenGIS consortium standard) to a software specific class and vice – versa.*

**Key words:** *Spatial Database, PostGIS.*

## INTRODUCCIÓN

Las bases de Datos Espaciales son aquellas que contienen, además de datos propios de cualquier base de datos (número, texto, fecha, entre otros), información relativa a la localización espacial de elementos geométricos. La diferencia con una base de datos no espacial radica en que una base de datos espacial contiene información de elementos que tienen una forma dada y ocupan un espacio en un plano bidimensional o tridimensional. La información sobre la forma de los objetos y su localización están contenidas en un campo especial [1]. Gracias a esto permiten el modelamiento y representación de cualquier objeto que tenga una localización en un espacio de referencia.

Con ayuda de bases de datos espaciales se pueden realizar consultas de las características de un objeto (área, largo, ancho, entre otros), y también consultas de las interrelaciones entre objetos (distancia, intersección, contención, adyacencia, entre otros).

En particular, la base de datos PostGIS es una base de datos espacial que incorpora funciones propias de cualquier motor de base de datos, así como también metadatos y funciones que permiten la descripción y el análisis de los datos. Una

característica importante de esta base es que cumple con el estándar definido por Open GIS Consortium (OGC) [2] para objetos geográficos. Por otro lado tiene la ventaja de ser un motor de base de datos de libre distribución, por lo que es ampliamente usado en todo el mundo.

El sistema desarrollado consiste en un Sistema de Información Geográfica (SIG) cuyo objetivo principal es el de interactuar de manera gráfica con el contenido de bases de datos espaciales PostGIS (el módulo de datos espaciales de PostgreSQL). El sistema es capaz de visualizar gráficamente, crear, modificar y eliminar datos espaciales utilizando el sistema como un intermediario entre la base de datos y el usuario. Además es posible realizar consultas sobre objetos espaciales, crear Buffers y visualizar las tablas de datos de dichos objetos.

Dicho de otra manera, el sistema es un “intérprete” que mostrará gráficamente el contenido de bases de datos espaciales PostGIS. Para ingresar al sistema se debe proporcionar los datos de acceso a una base de datos espacial PostGIS, a través de datos como: dirección IP del servidor, número de puerto, nombre de la base de datos, nombre de usuario y contraseña. Además el usuario debe tener privilegios para leer, crear, modificar y eliminar contenido de dicha base de datos.

El resultado del proyecto es el software PgVisualizer Versión 1.0.

## OBJETIVO

El objetivo de este proyecto es la construcción de un software que sea capaz de manipular los datos contenidos en una base de datos espacial PostGIS de PostgreSQL. Básicamente, la aplicación deberá realizar lo siguiente:

- Visualizar de manera gráfica el contenido de la base de datos espacial.
- Realizar consultas a la base de datos por medio de una interfaz gráfica, mostrando también de manera gráfica los resultados.
- Acceder a las distintas funciones implementadas en PostGIS por medio de una interfaz gráfica (funciones relativas a datos espaciales, como por ejemplo perímetros, áreas, distancias, entre otros).
- Insertar, modificar y eliminar los datos de la base de datos espacial.

## DESARROLLO

Para abordar el desarrollo del software PGVisualizer en su primera versión, se realizó una especificación de requisitos considerando las funcionalidades del motor de base de datos espacial PostGIS, con las siguientes restricciones.

- Se consideran sólo objetos espaciales de dos dimensiones (2D).
- De los objetos espaciales 2D definidos por PostGIS se implementan los de tipo POINT, LINESTRING y POLYGON, dejando para una segunda versión los objetos que se forman por colecciones de objetos básicos como son: MULTIPOINT, MULTILINE, MULTIPOLYGON y GEOMETRYCOLLECTION. Estos objetos son descritos en el Manual de PostGIS disponible en línea [3].

## Requisitos Funcionales del Software

Los requisitos funcionales que este software debe satisfacer son:

- Crear un nuevo proyecto o cargar un proyecto existente.
- Crear, añadir y eliminar capas (equivalentes a las tablas de la base de datos) dentro de un proyecto.
- Visualizar gráficamente los registros de una tabla espacial.
- Crear elementos espaciales tipo POINT, LINESTRING y POLYGON.
- Modificar elementos espaciales (añadir anillos interiores a un polígono, trasladar un elemento a unas nuevas coordenadas, escalar elementos en nuevos tamaños y modificar las geometrías de los elementos LINESTRING y POLYGON).
- Seleccionar uno o varios elementos espaciales.
- Visualizar y modificar los atributos de un elemento espacial seleccionado.
- Crear y eliminar nuevos campos en las capas (tablas de la base de datos).
- Mover, acercar y alejar el lienzo (sector de la aplicación donde se muestran los datos espaciales) para manipular su vista.
- Calcular perímetro, área y longitud de elementos espaciales.
- Crear Buffers alrededor de elementos espaciales seleccionados.
- Realizar consultas a la base de datos referentes a los datos espaciales. Dichas consultas pueden ser alfanuméricas (referentes a los atributos de los elementos espaciales), como también topológicas (consultas de interior, de contención, de intersección, de distancia y de adyacencia).

### Funciones de PostGIS

Para la implementación de los requisitos, se realizó un estudio de las diferentes funciones disponibles en PostGIS [3]. Las funciones seleccionadas son:

- AsText(): Muestra una geometría en su representación textual.
- GeomFromText(): Traduce una geometría de su formato binario a su representación textual.
- AddGeometryColumn(): Añade una columna a una tabla de la base de datos que contendrá datos espaciales.
- Contains(): Establece si una geometría dada contiene en su interior a otra geometría dada.
- Difference(): Devuelve la diferencia geométrica entre dos geometrías dadas.
- Intersects(): Establece si dos geometrías se intersectan.
- Buffer(): Devuelve una geometría que representa el Buffer de una geometría dada.
- Perimeter(): Devuelve el perímetro de una geometría POLYGON dada.
- Area(): Devuelve el área de una geometría POLYGON dada.
- Length(): Devuelve la longitud de una geometría LINESTRING dada.

- Within(): Establece si una geometría se encuentra en el interior de otra geometría dada.
- Distance(): Devuelve la distancia mínima entre dos geometrías dadas.
- Touches(): Establece si dos geometrías dadas son adyacentes.
- Intesection(): Devuelve una geometría resultante de la intersección de dos geometrías dadas.

### Clases definidas para el Software

La aplicación ha sido desarrollada en lenguaje Java, utilizando el editor gratuito NetBeans. Su diseño sigue una metodología de programación orientada a objetos, en donde se han identificado diferentes clases que componen el sistema (Figura 1). También se utilizó el modelo de programación basado en prototipos, siendo la aplicación desarrollada el primer prototipo, el cual podrá ser mejorado en futuras versiones.

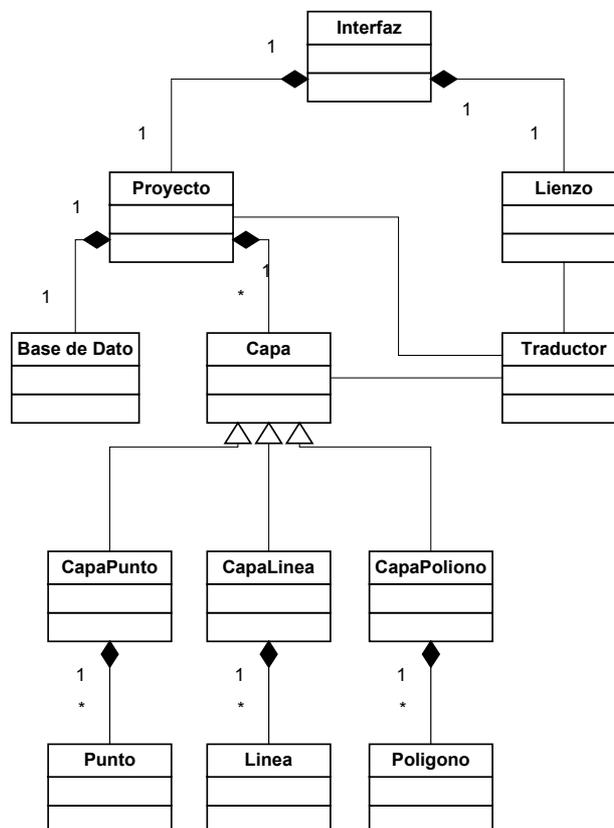


Figura 1: Diagrama de Clases del Software

A continuación se presenta una breve descripción de las clases de la Fig.1 (Diagrama de Clases del Software):

- **Interfaz:** Proporciona la interfaz gráfica de la aplicación. Esta clase es la que se ejecuta en el momento que el usuario inicia la aplicación.

- Lienzo: Es una parte del componente gráfico de la interfaz principal. Su función es la de mostrar al usuario en pantalla los elementos espaciales contenidos en las capas del proyecto, y la de servir como dispositivo de entrada para muchas funciones desarrolladas por la aplicación.
- Proyecto: Esta clase sirve como contenedor para todas las capas cargadas en el proyecto, y para realizar funciones relativas al proyecto cargado en la aplicación.
- BaseDeDato: Esta clase hace de intermediaria entre la aplicación y la base de datos PostGIS. Todas las llamadas que la aplicación realiza a la base de datos se originan aquí y sus resultados son también recogidos aquí para ser entregados a la clase que la solicitó. Toda la comunicación realizada desde la aplicación hacia la base de datos se realiza mediante lenguaje SQL.
- Capa: Esta clase sirve como contenedor para todos los elementos espaciales contenidos en dicha capa, y para realizar funciones relativas al proyecto cargado en la aplicación. Contiene una variable que establece si la capa contiene elementos tipo POINT, LINESTRING o POLYGON.
- Traductor: Esta clase sirve para cambiar un String que representa un elemento espacial según la normativa OpenGIS a un objeto que la aplicación es capaz de interpretar y vice-versa.
- Punto: Clase utilizada para representar datos espaciales tipo POINT en la aplicación.
- Línea: Clase utilizada para representar datos espaciales tipo LINESTRING en la aplicación.
- Polígono: Clase utilizada para representar datos espaciales tipo POLYGON en la aplicación.

La clase Traductor es una de las más importantes del sistema, ya que es la encargada de convertir los elementos espaciales desde su interpretación textual establecida por la OpenGIS [2] hasta una instancia de su clase correspondiente y vice-versa.

## RESULTADO

Como resultado de este proyecto se obtiene una herramienta de software denominada PgVisualizer Versión 1.0, la cual cumple con los requerimientos planteados. Este software ha sido diseñado tomando como modelo algunos software de sistemas de información geográfica. A continuación se muestra la interfaz principal del sistema (Figura 2):

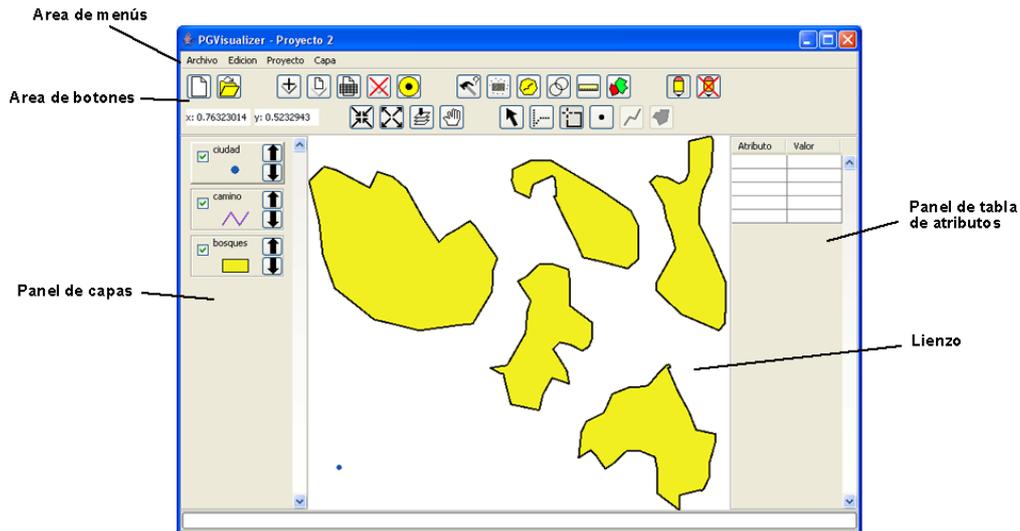


Figura 2: Interfaz principal del PgVisualizer

En la Fig. 2 (Interfaz principal de PgVisualizer) pueden distinguirse 5 áreas:

- **Área de menús:** En esta área se localiza la barra de menús desde donde el usuario puede acceder a las diferentes funciones de la aplicación.
- **Área de botones:** Al igual que la barra de menús, los botones sirven para acceder con mayor rapidez a todas las funciones de la aplicación. Además se encuentra en el área de botones dos áreas de texto que muestran las coordenadas X e Y donde se localiza el puntero del Mouse cuando se mueve alrededor del lienzo.
- **Panel de capas:** En esta área se localizan todas las capas que están relacionadas con el proyecto cargado en la aplicación. Desde aquí se puede seleccionar cuál capa es la activa, y cambiar el orden de las capas (el orden de las capas influye la manera en que se mostrarán los datos en el lienzo, como se verá más adelante).
- **Panel de tabla de atributos:** En esta área se encuentra una tabla que muestra todos los atributos del elemento espacial que se haya seleccionado. Si no existe ningún elemento seleccionado se mostrará vacía. Desde esta tabla el usuario puede cambiar los atributos del elemento seleccionado.
- **Lienzo:** Es el área más grande de la interfaz principal. En el lienzo es donde la aplicación muestra el contenido de las diferentes capas de un proyecto, y es donde el usuario realiza tareas como las de crear, modificar y eliminar elementos espaciales, mover el Lienzo, entre otras.

## Funciones del Software

A continuación se muestran algunas de las funciones más importantes que se implementaron en esta aplicación:

### Crear Proyecto

Se activa presionando el botón “Crear Proyecto”, o también a través del menú Archivo -> Nuevo Proyecto (Figura 3).



Figura 3: Botón Crear Proyecto

Al crear un proyecto se abre una nueva ventana donde se deben llenar los datos del nuevo proyecto (Figura 4). Todos los datos son obligatorios.



Figura 4: Datos del Nuevo Proyecto

La descripción de los datos de la Fig. 4. (Datos del Nuevo Proyecto) es la siguiente:

- Ruta del proyecto: Directorio donde se guardará el archivo del nuevo proyecto.
- Nombre del proyecto: Nombre del archivo que guardará los datos del proyecto.
- Dirección IP: Número IP del servidor de la base de datos PostGIS a la que se desea conectar (ej: 192.168.10.11).
- Puerto: Puerto lógico por el que escucha la base de datos PostGIS (generalmente 5432).
- Base de datos: Nombre de la base de datos a la que se desea conectar.
- Username: Nombre de usuario que posee una cuenta en la base de datos PostGIS.
- Password: Contraseña del usuario para acceder a la base de datos espacial PostGIS.
- SRID: Identificador del Sistema de Referencia con el que se desea trabajar en el proyecto. Si no se desea especificar ningún SRID, ingresar -1.

### Crear una Capa

Esta función se puede activar al presionar el botón “Crear Capa”, o también a través del menú Proyecto -> Crear Capa (Figura 5).

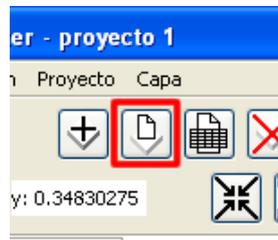


Figura 5: Crear una Capa

Se abrirá una ventana donde se debe seleccionar el nombre de la nueva capa y el tipo de elementos espaciales que contendrá (Figura 6). El tipo puede ser punto, línea o polígono:

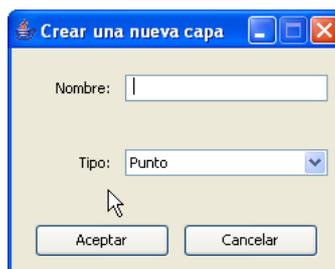


Figura 6: Datos de Nueva Capa

### Crear un Polígono

Se debe seleccionar desde el panel de capas la capa tipo polígono que va a contener el nuevo polígono, Luego, se activa la opción de crear un polígono a través del botón “Crear Polígono” o del menú Capa -> Crear Polígono (Figura 7).

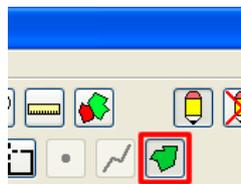


Figura 7: Crear Polígono

Para dibujar el polígono, se debe desplazar el Mouse sobre el lienzo, presionando el botón izquierdo sobre cada vértice que conforma el polígono. Una vez que se llega al inicio se debe presionar el botón derecho del Mouse, con lo cual el polígono

sepondrá de color amarillo. También se mostrarán en el Panel de Tabla de Atributos los atributos del polígono creado (Figura 8).

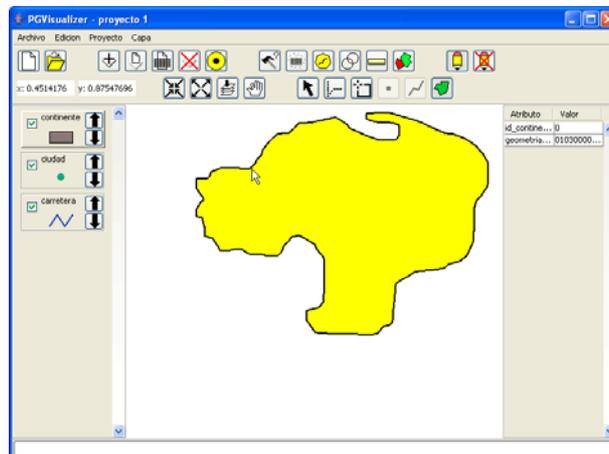


Figura 7: Nuevo Polígono Creado y Seleccionado

#### **Modificar Vértices de un Elemento Espacial tipo Polígono o Línea**

Para modificar los vértices de un elemento espacial, se debe seleccionar desde el panel de capas la capa que contiene el elemento a modificar. Luego se activa esta función presionando el botón “Editor de Vértices”, a través del menú Capa -> Editar Vértices (Figura 8).

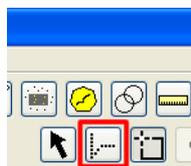


Figura 8: Modificar Vértices

Para modificar las coordenadas de un vértice, se debe presionar el botón izquierdo del Mouse sobre el elemento espacial a modificar, para destacar sus vértices con pequeños cuadros blancos (Figura 9). Luego, posicionándose con el Mouse sobre el vértice a modificar, se procede a mover el vértice arrastrando el mouse, con el botón izquierdo presionado, hacia la posición definitiva (Figura 10).

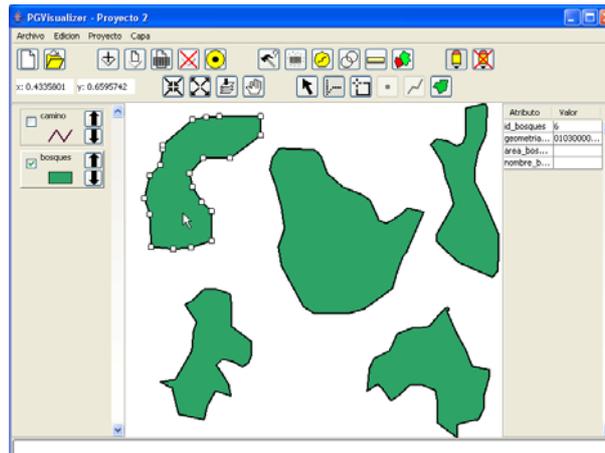


Figura 9: Vértices de un Polígono

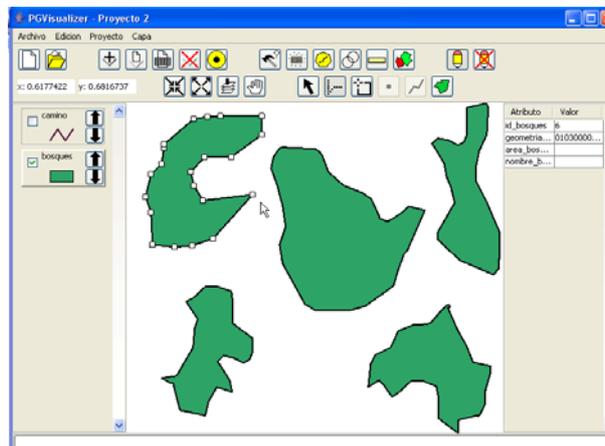


Figura 10: Polígono con vértice modificado

## CONCLUSIONES

PgVisualizer en su primera versión, es un software que permite trabajar interactivamente con las principales funciones de una base de datos espacial PostGIS.

La herramienta permite trabajar visualmente con elementos espaciales de tipo punto, línea y polígono. Es posible crear, modificar y eliminar elementos espaciales, funciones que actúan no sólo visualmente sino que directamente sobre la definición de los elementos en la base de datos del proyecto. Además permite realizar consultas topológicas y de medición sobre los datos espaciales.

Todas las funcionalidades han sido implementadas haciendo uso de las propias funciones de PostGIS, lo que significa que la activación de cada una de las

funcionalidades de la interfaz (en menús o botones) genera una o más sentencias en lenguaje SQL, de lo que se encarga la clase BaseDeDatos definida.

La concepción y desarrollo de esta herramienta es el resultado de un Proyecto de Título de Ingeniería Civil Informática. Se proyecta seguir mejorando esta herramienta a través trabajos de titulación de futuros estudiantes.

## REFERENCIAS

- ◆ SHEKHAR S; CHAWLA S. (2003), Spatial Databases: A Tour.
- ◆ ISO 19125-2, OpenGIS Implementation Specification for Geographic Information – Simple feature access – Part 2: SQL option OGC
- ◆ Manual de PostGIS (2006), disponible en línea en la dirección <http://www.postgis.org/docs/postgis.pdf>, último acceso el 19 de junio de 2006