

## “MODELIZACIÓN DE CAMPOS CONTINUOS EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA”

**Lic. Silvia Gordillo.**

Director: Lic. Gabriel Baum.

**1998**

### **Resumen:**

El incremento del uso de sistemas de información para la representación de recursos naturales se debe fundamentalmente a la mayor disponibilidad de medios tecnológicos para atacar este tipo de aplicaciones, cada vez más complejas. En este proceso se ha producido una evolución que va desde el uso de información con fines puramente descriptivos, donde la única funcionalidad requerida es el almacenamiento y recuperación de datos, al uso de la misma con fines predictivos, para lo cual la funcionalidad requerida es considerablemente más compleja.

El área de estudio de los recursos naturales es una de las más favorecidas por la evolución del campo de la tecnología. Antes de esta evolución los procesos se realizaban en forma manual y se registraban en papel. Hoy en día, la mayoría de estas tareas utilizan procesamiento digital y se cuenta con paquetes de software que permiten manejar datos en este dominio con la misma facilidad con la cual se manipula texto en los procesadores de texto.

La transformación de los datos originados en la naturaleza en información utilizable como soporte de decisiones, está basada en sistemas de representación y análisis que soportan estructuras de datos poderosas y técnicas sofisticadas de organización y búsqueda.

Entre los años 1960 y 1970 los mapas se manipulaban exclusivamente como imágenes sin ningún tipo de semántica, utilizándose algún tipo de cartografía automatizada que sólo proveía la capacidad de realizar modificaciones y re-dibujado de los mismos. Este tipo de sistemas fueron los primeros antecesores de la tecnología de los Sistemas de Información Geográfica (de ahora en más SIG); en ellos, la capacidad de operar con la información representada en un mapa estaba muy limitada y era imposible realizar algún tipo de análisis exhaustivo de los mismos.

A partir de 1970 y hasta mediados de 1980, esta tecnología evoluciona con la aparición de los sistemas de bases de datos espaciales [Seeger et al.88], [Neugebauer91]. Estos sistemas se caracterizan por poseer mecanismos de almacenamiento y recuperación eficientes de datos geográficos; dichos mecanismos están soportados por estructuras de datos como quad-trees, oct-trees, etc., que permiten manipular información proveniente de fuentes tales como imágenes satelitales o sensores remotos; por otro lado permiten registrar transacciones que involucran las posiciones de las entidades representadas y el manejo de relaciones espaciales (topografía); finalmente, estos sistemas de bases de datos permiten asociar los mapas digitalizados con bases de datos que contienen información descriptiva de esos mapas (en general bases de datos relacionales), y poseen una interfaz dedicada mediante la cual se puede operar con la información espacial y los mapas definidos.

La posibilidad de automatizar el manejo de información geográfica contando con herramientas como las descritas anteriormente, incrementa considerablemente la viabilidad de realizar análisis, tanto de información real, tal como determinar la variación

en la distribución geográfica de una especie determinada, como la de realizar análisis predictivo, como por ejemplo, evaluar el impacto ambiental de la tala de un bosque o la construcción de una represa.

Resuelto el problema de la representación y manipulación de elementos espaciales y existiendo ya buenas herramientas de análisis, a partir de la década de los 90, el esfuerzo de investigación y desarrollo se ha centrado en resolver temas tales como:

- la asociación entre las características espaciales y las descriptivas.
- La mejora de interfaces para comunicar ideas sobre aspectos complejos como manejo de objetos globales y medio ambiente;
- Establecer buenos mecanismos de comunicación entre los distintos especialistas que están involucrados en este tipo de sistemas,
- Disponer de herramientas conceptuales para modelización que permiten expresar las decisiones tomadas por dichos especialistas.

Para poder cumplir con los objetivos descriptos es necesario definir modelos de diseño que permitan especificar todos los documentos generados durante las diferentes etapas del desarrollo de un sistema, desde los requerimientos hasta el diseño e implementación de los mismos. Además es importante utilizar un formalismo uniforme que permita mejorar la comunicación entre especialistas en informática y usuarios. Es indispensable entonces que nuestros modelos de diseño reduzcan el “gap semántico” entre la realidad (geográfica) que se modela y los documentos que se generan durante el desarrollo de aplicaciones.

Dichos modelos deben tener en cuenta la complejidad de los datos que manejan los SIG y ser compatibles con la variedad de herramientas que permiten manipular este tipo de información. Entre las facilidades que se deben proveer se pueden mencionar la capacidad de:

- representar tipos arbitrarios y procedimientos que interactúen con diferentes fuentes de información. Por ejemplo, operar con datos representados con diferentes estructuras (raster y vector).
- Consultar, modificar, insertar y borrar información multimedial (incluyendo búsquedas asociativas). Es decir, la posibilidad de recuperar objetos basándose en sus relaciones con otros más que en sus características individuales.
- Tratar con distintas fuentes de datos de una manera uniforme. Esto incluye acceso a un dato en una fuente determinada y la migración de esa fuente a otra

En los últimos años se han realizado numerosos esfuerzos para llegar a la definición de un modelo que permita especificar las etapas del desarrollo de una aplicación de esta naturaleza. La experiencia ha demostrado que el costo de mantenimiento, reuso y extensión de este tipo de sistemas es mucho mayor si no se aplican sistemáticamente los principios de la ingeniería de software moderna.

Una línea cada vez más estudiada está dirigida al uso de la tecnología de orientación a objetos para modelar e implementar sistemas SIG [Medeiros et al.94], [Tryfona et al.95]; debido a las posibilidades que esta tecnología brinda para la representación de información compleja a través de la combinación de las ideas de encapsulamiento y abstracción de datos, y la utilización de polimorfismo que permite construir sistemas a partir de componentes potencialmente interoperables, entre otras características, resulta una de las soluciones más apropiadas.

El objetivo de esta tesis es la definición de un modelo de diseño, basado en la tecnología orientada a objetos que permite definir aplicaciones geográficas y contar con las herramientas necesarias para su mejor comprensión. En particular, se utiliza el modelo definido en [Gordillo et al.97] y se lo extiende para permitir la especificación y manipulación de información continua en el espacio. Esta información resulta particularmente compleja de representar y manipular dadas sus características intrínsecas:

- la definición de los valores de sus atributos en todas las posiciones de un campo (información no discreta).
- La falta de definición en sus límites y
- La existencia de discontinuidades en sus valores.

El aporte más importante de este trabajo es la definición de una arquitectura que permite la definición y el tratamiento de un campo continuo como un objeto del sistema; esto significa:

- El campo continuo se define como un conjunto finito de pares (posición, valor) conocido a través de algún método de toma de datos (la muestra origen) más un método de estimación necesario para calcular puntos intermedios que no han sido relevados.
- Se pueden asociar distintos algoritmos de estimación a una muestra y, en el caso necesario, cambiar dicho algoritmo dinámicamente, de manera transparente a la aplicación subyacente.
- Es posible definir y asociar distintos métodos de implementación para una muestra determinada.
- El encapsulamiento del campo continuo permite utilizarlo como un objeto en sí mismo o asociar valores del campo a objetos (discretos) a través de atributos.

En el capítulo 2 se describen las principales características de los sistemas de información geográfica. Además de considerar cuáles son los principales elementos de estos sistemas, se detallan los diferentes procesos que aparecen en el desarrollo y utilización de los sistemas en particular:

- la entrada de datos, la cual tiene una importancia vital en el proceso, pues ésta determinada en gran parte cuán correcta (y por lo tanto cuán confiable) es la información que se está manipulando.
- La manipulación de los datos se describe a partir de las funciones de análisis que utilizan la mayoría de los productos de SIG existentes en el mercado.
- La definición de las interfaces que definen la salida de información y el análisis que se puede realizar sobre los datos geográficos.

En el capítulo 3 se detallan las estructuras de datos que se utilizan para soportar información geográfica y se plantean discusiones sobre el uso de cada una.

En el capítulo 4 se describen los conceptos básicos del modelo de objetos que se utiliza como base para la definición de la arquitectura para manipular campos continuos. Este modelo está basado en la tecnología de “Patrones de Diseño” [Gamma et al.95] la cual se describe sucintamente incluyendo un ejemplo.

En el capítulo 5 se introducen los conceptos básicos de un campo continuo y las operaciones que habitualmente se requieren sobre este tipo de datos. Se discuten los problemas que existen actualmente para la representación y manipulación de los mismos y se describen algunas investigaciones referentes al tema.

En el capítulo 6, se describe la arquitectura definida para campos continuos sobre la base del modelo descrito en el capítulo 4. Se detalla la arquitectura y se especifican las ventajas de su definición. Para mayor claridad se define un ejemplo en el que se muestra su uso. En el capítulo 7 se presenta una implementación posible para la arquitectura definida en el capítulo 6.

En el capítulo 8 se describen algunos trabajos relacionados que utilizan técnicas de la orientación a objetos para modelizar aplicaciones SIG. También se hace una discusión sobre las ventajas de la arquitectura presentada en esta tesis.

En el capítulo 9 se describen las conclusiones, así como los trabajos futuros que complementarán el proyecto.