

**UN SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA PARA  
EL MANEJO DE DISPERSANTES EN DESARRAMES PETROLEROS \***

**Fanny M. Arzola P.**

**Jonás A. Montilva C.**

**Universidad de Los Andes, Facultad de Ingeniería,  
Escuela de Ingeniería de Sistemas, Departamento de Computación  
Mérida-Mérida.**

El trabajo que se presenta a continuación aborda la especificación, diseño y desarrollo de un prototipo de sistema de información geográfica para el Plan Nacional de Contingencia (PNC) de PDVSA. Se aplicó la metodología orientada a objetos MEDSI-OO, la cual fue extendida con algunos elementos de la notación UML (*Unified Modeling Language*). El sistema sirve de apoyo a la toma de decisiones por parte del PNC, en casos de contingencia por derrames de hidrocarburos en el mar, y está orientado fundamentalmente al uso de dispersantes como medida de combate al derrame. Este proyecto fue desarrollado como una aplicación de base de datos cliente/servidor, bajo el manejador de bases de datos *Sybase SQL Anywhere*, e implementado con las herramientas de aplicaciones *Power Designer*, *Power Builder*, y con los programas de manipulación de data geográfica *ArcInfo* y *ArcView*.

### ***Introducción***

El uso de productos químicos (dispersantes) es una de las estrategias utilizadas por el Plan Nacional de Contingencia (PNC) de PDVSA para combatir los derrames de hidrocarburos en mar. Sin embargo, la decisión de dispersar un derrame está sujeta a un proceso de evaluación de un conjunto de condiciones geográficas, ambientales, y de características físico-químicas del hidrocarburo derramado. Aplicando la estrategia operacional y logística con que se cuenta hasta ahora no es posible ejecutar dicho proceso satisfactoriamente. Se planteó como una alternativa de solución a este problema, el desarrollo de un prototipo de sistema de información geográfica (SIG), en el cual se encuentra una base de datos automatizada de elementos descriptivos y espaciales que aceleran la ejecución de los procesos. Esta solución permite resolver

---

\* Memorias de la IV Jornadas Científico-Técnicas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Los Andes. M. Palmar de Galindo y A. Peña (Editores). Mérida, Venezuela. Noviembre, 1998. pp. 481 - 486.

los problemas de información y decisión presentes, en dicha organización, en cuanto al uso de dispersantes para control de derrames se refiere.

### ***Metodología utilizada***

Para el desarrollo del prototipo de sistema de información se empleó la metodología MEDSI-OO [1], la cual fue extendida previamente para incorporar el uso del lenguaje de modelado orientado a objetos denominado UML (Unified Modelling Language) [2]. La Tabla 1 resume las fases y pasos principales de esta metodología.

<b>FASES</b>	<b>PASOS</b>
Análisis del Sistema Organizacional	Definición del sistema de actividades.
	Modelado de la estructura funcional.
	Identificación de actores, marco legal y tipos de entidades relevantes.
Especificación de Requerimientos	Requerimientos de información
	Requerimientos de interacción
	Requerimientos de almacenamiento
	Requerimientos de procesamiento
Diseño Conceptual	Diseño de esquemas parciales.
	Preintegración de esquemas parciales.
	Integración de esquemas conceptuales por procesos.
	Verificación de la integración del esquema conceptual.
Diseño Implementable	Conversión del esquema conceptual a un esquema implementable.
	Diseño de la interfaz usuario/sistema.
	Diseño físico de la base de datos y diseño de programas de aplicación.

Tabla 1. Metodología MEDSIG-OO

La sección siguiente describe la aplicación de estas fases al desarrollo del prototipo SIG, así como los resultados obtenidos en cada una de ellas. La extensión de la metodología y los detalles de su aplicación al desarrollo del SIG para manejo de derrames se describen en [3].

### ***Desarrollo del Prototipo de Sistema de Información Geográfica***

#### **Fase I Análisis del Sistema Organizacional**

En esta fase se estudiaron los objetivos que persigue el PNC, las principales actividades o procesos que en él se realizan, los actores que ejecutan estas actividades, el marco legal que lo respalda y los tipos de entidades relevantes al PNC.

El objetivo principal del PNC contra derrames de hidrocarburos es reducir al mínimo el impacto de los derrames sobre el medio ambiente. Para cumplir este objetivo se realiza el siguiente conjunto de actividades: Control de inventario de hidrocarburos, control de inventario de dispersantes, control de inventario de equipos, control de derrame, simulación y dispersión. Este conjunto de actividades es ejecutado por diferentes actores que laboran en el PNC de acuerdo a cierta estructura jerárquica y bajo un marco legal establecido.

### **Fase II Especificación de requerimientos**

Para cada uno de los procesos del PNC se establecieron las necesidades de información por parte de los actores que los ejecutan, así como también se definieron los requerimientos de procesamiento de datos, de configuración y atributos de calidad del prototipo de sistema de información realizado. Los requerimientos de información para la interfaz usuario/sistema especificados fueron representados a través de un diagrama de casos de uso en UML. En base a estos requerimientos se identificaron los tipos de entidades que estaban asociados a cada uno de los procesos. Se representó mediante esquemas parciales (por proceso) la relación entre estas entidades. Los esquemas fueron elaborados usando diagramas de clases generales en UML.

### **Fase III Diseño del esquema conceptual del sistema.**

Partiendo de los esquemas parciales desarrollados en la fase II, se detalló cada uno de los tipos de entidades, se definieron los atributos, dominios y operaciones y se resolvieron los conflictos estructurales y de semántica de relaciones y atributos presentes en los esquemas parciales. Los esquemas parciales fueron luego integrados, de acuerdo a un orden preestablecido, hasta lograr finalmente un esquema conceptual integrado de la base de datos del sistema. Finalmente, se verificó que los elementos contenidos en el esquema integrado permitieran dar respuesta a los requerimientos especificados por los actores del sistema durante la Fase II.

### **Fase IV Diseño implementable del sistema**

Esta fase se estructuró en tres subfases. En la primera se convirtió el esquema conceptual integrado a un esquema implementable, en la segunda se diseñaron las interfaces, y en la tercera se implementó el prototipo. El esquema conceptual fue convertido a un esquema relacional implementable, es decir, un esquema que pudiera incorporarse en un SMBD. Esta transformación consistió en la especificación de atributos claves para identificar cada una de las entidades del esquema conceptual, con el fin de representar, haciendo uso de la herramienta *CASE Power Designer*, este nuevo esquema. A partir del esquema, la herramienta realizó

automáticamente la migración de claves correspondiente para representar las relaciones establecidas entre las entidades, esta transformación automática generó un nuevo esquema que representa el modelo físico de la base de datos.

Desde la herramienta *CASE* se incorporó este modelo físico a una base de datos cliente/servidor creada desde el manejador de BD *Sybase SQL AnyWhere*. La base de datos es utilizada desde el programa de desarrollo de aplicaciones *Power Builder*, con el cual se elaboraron los programas necesarios para manipular y actualizar los datos del sistema de información.

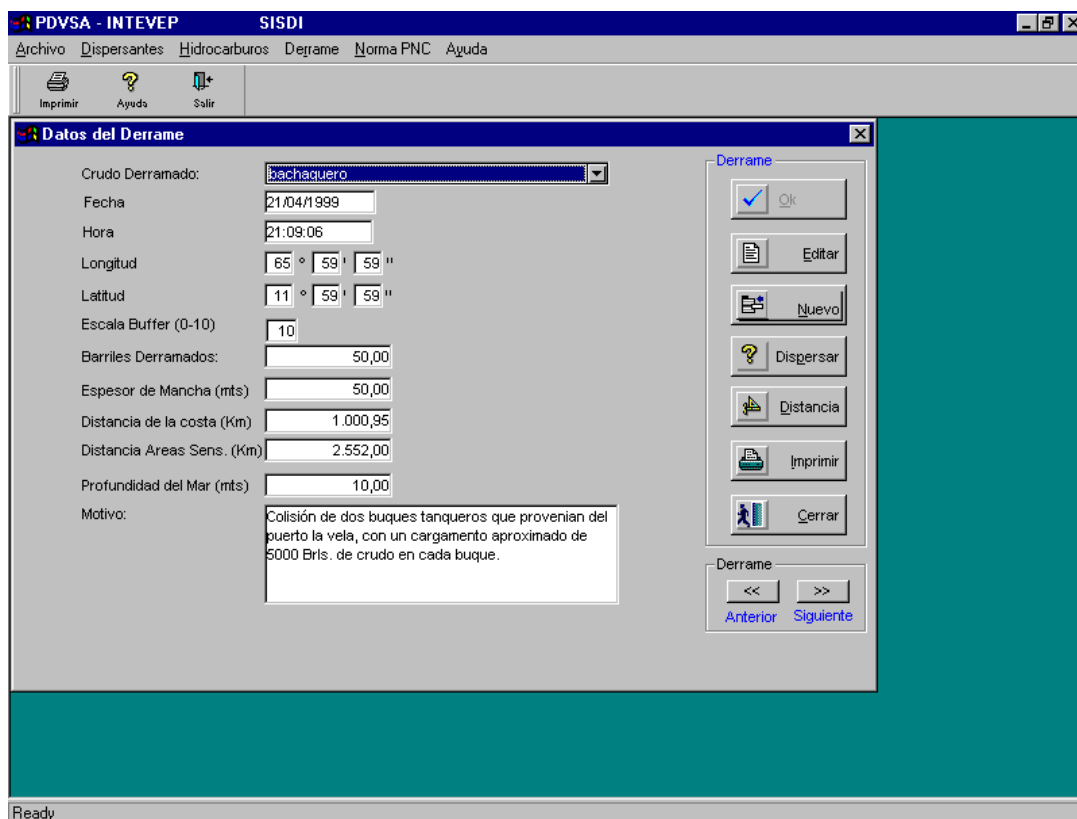


Fig.1 Ventana de datos del derrame

Una vez implementada la base de datos en el SMBD, se procedió a diseñar las interfaces del prototipo de sistema. Este diseño estuvo basado en los diagramas de casos de uso representados en la fase II, y fue elaborada a través del programa de aplicaciones *Power Builder*, considerando dos tipos de interfaces: la primera de ellas basada en ventanas tipo MDI de la aplicación *PowerBuilder* (ver Fig.1) y la segunda basada en la interfaz del programa *ArcView* (ver Fig. 2).

La implementación fue estructurada en dos etapas: la implementación de los programas realizados desde *Power Builder* para actualizar la base de datos, y la implementación de la componente espacial del prototipo de sistema de información.

La primera implementación fue desarrollada utilizando el código de *Power Builder* mediante *script* realizados en cada uno de los eventos que conforman las diferentes ventanas de interfaz diseñadas por cada requerimiento. La segunda implementación fue desarrollada en base al SIG presente en la empresa, haciendo uso de dos de sus elementos espaciales, el elemento tipo línea que representa la costa del territorio nacional y el elemento tipo punto que representa las áreas sensibles o zonas de alta sensibilidad ambiental que pueden ser afectadas por un derrame de hidrocarburo (manglares, lagunas, arrecifes, zonas pobladas, etc.). Dentro de los requerimientos del sistema se encuentra el despliegue de un mapa agua tierra que represente la costa del país, así como de las áreas sensibles y la ubicación dentro del mapa del derrame ocurrido, que permitiera medir distancias desde el derrame a la costa y desde el derrame a las áreas sensibles, con el fin de decidir el uso de productos químicos en el derrame ocurrido.

El elemento tipo línea fue manipulado mediante *ArcInfo* para lograr a partir de él un elemento cerrado que conformara un polígono, con la finalidad de crear el mapa de la costa de Venezuela. La nueva cobertura geográfica consistió en un área cerrada con características de polígono y no de línea. Haciendo uso del programa *ArcView* se desplegó esta cobertura para modificar sus atributos de colores que marcaran las diferencias entre el mar y la tierra, y para desplegar sobre este mapa los elementos tipo punto de las áreas sensibles, representados por un icono de un manglar. Esta vista de elementos geográficos fue almacenada como un archivo tipo *.shp* que es un formato de almacenamiento de información espacial.

Se pretendía que a través de la comunicación con el sistema diseñado en *Power Builder* mediante la librería DDE (*Dynamic Data Exchange*) pudiera enviarse las coordenadas del derrame ocurrido y desplegarse por medio de *ArcView* en el archivo *.shp* construido, y a partir de la interfaz de *ArcView* realizar las medidas correspondientes, sin embargo, no pudo establecerse la captura de la posición del derrame. Por lo tanto, se planteó como alternativa diseñar una interfaz gráfica semejante a las características del programa *ArcView* pero desde instrucciones de *Power Builder*. La interfaz utiliza como Background el archivo *.Shp* del mapa y áreas sensibles y permite desplegar la posición del derrame de hidrocarburo, así como las diferentes

posiciones de latitud y longitud al desplazar el *mouse* sobre el mapa como se visualiza mediante *ArcView*, también permite realizar mediciones desde el punto del derrame a cualquier área sensible y a las costas del país, satisfaciendo las necesidades de los usuarios del sistema, tal como se ilustra en la Fig. 2

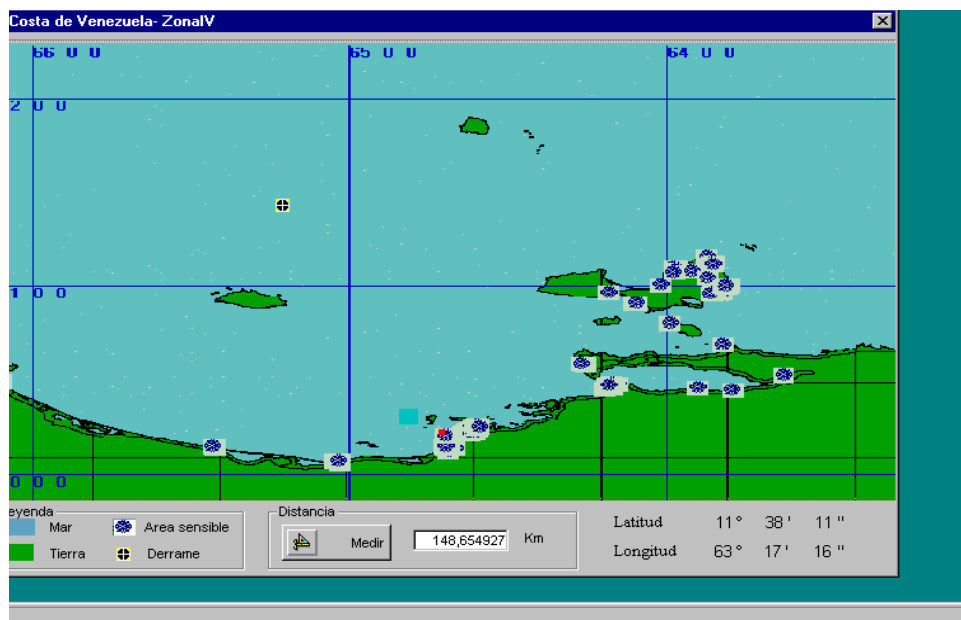


Fig. 2 Interfaz gráfica para la determinación de las áreas potencialmente afectadas por un derrame

## ***Conclusiones***

La utilidad práctica de la metodología MEDSIG-OO queda demostrada con el resultado principal de este trabajo: un prototipo de sistema de información geográfica. Este sistema le permitirá a los actores principales del PNC obtener la información necesaria para planificar y atender adecuadamente los derrames de petróleo en las costas venezolanas aplicando dispersantes. A partir del prototipo se procederá, en los próximos meses, a su evaluación y refinamiento, para luego evolucionar hacia el sistema definitivo.

## ***Referencias***

- [1] Montilva, Jonás. *An Object-Oriented Method for Designing Geographical Information Systems*. Proc. of the World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics. Caracas, Julio, 1997.
- [2] Fowler, M. *UML Distilled: Applying the Standard Object Modeling Language*. Addison-Wesley. 1997.
- [3] Arzola, Fanny. *Sistema de apoyo al PNC en el uso de dispersantes*. Tesis de pregrado. Universidad de Los Andes, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería de Sistemas, Mérida, 1998.