

# **APLICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA A LOS PLANES DE EMERGENCIA EN INSTALACIONES INDUSTRIALES**

Gemma Marta Martínez Huerta<sup>1</sup>; José Manuel Mesa Fernández<sup>1</sup>; Vicente Rodríguez  
Montequín<sup>1</sup>; Antonio Bello García<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Oviedo; Área de Proyectos de Ingeniería

<sup>2</sup>Universidad de Oviedo; Área de Expresión Gráfica en Ingeniería

## **RESUMEN**

A partir de un accidente en una empresa química en Seveso (Italia) la legislación, tanto española como europea se ha ido endureciendo hasta la generación de la directiva SEVESO II que obliga a las empresas a examinar la posibilidad de provocar riesgos mayores en caso de accidente.

Esta normativa establece el desarrollo de análisis y estudios de posibles accidentes con el fin de mejorar el diseño e implantación de medidas de prevención y actuación. Actualmente existen programas que permiten aplicar distintos modelos matemáticos simulando posibles accidentes para diferentes productos, condiciones meteorológicas, etc., y determinar la magnitud y tipología de estos. No obstante para una rápida visualización e incluso simulación por ordenador de las consecuencias, es conveniente la utilización de herramientas gráficas que faciliten el acceso a la información de la forma más intuitiva posible.

El trabajo aquí presentado integra un programa de simulación pensado para evaluar estos riesgos en las fases de diseño de los proyectos con un sistema de información geográfica, de modo que se permita realizar simulaciones que permitan optimizar el diseño para la seguridad. El sistema resultante aprovecha las características de los SIG situando sobre la cartografía las instalaciones industriales existentes y asociándoles información relacionada como actividad, productos utilizados, responsable de riesgos industriales, etc., estableciendo así puntos vulnerables y entidades afectadas y posibilitando la elaboración de guías de actuación de forma más detallada.

## **ABSTRACT**

In order to prevent major accidents, which might result from certain industrial activities, European Union has begun to apply SEVESO II. This directive obliges industrial installations to prevent major accidents and to prepare contingency plans and response measures to limit their consequences for man and environment.

Currently there are several commercial software applications to simulate mathematically accidents with different chemical products, weather conditions, etc. But for a more useful and integral use of the results it is interesting to combine the simulations with geographical information.

This work presents a simulator thought as a helping tool for the previous design steps of the project in order to optimize the design for the minimal risk probability. The developed system integrates a geographical information system with a simulation program. Information about industrial activities, used products, industrial hazards authority, etc. can be then geo-referenced. The results of simulations can be represented on the cartography and help to draw up automatically emergency plans implementing the measures necessary to protect people and environment from the effects of major accidents.

## **1. INTRODUCCIÓN**

El importante crecimiento de la industria que involucra sustancias químicas y la notable evolución de la misma ha dado lugar a la proliferación de instalaciones industriales, el aumento casi constante de su tamaño, el consiguiente incremento de los inventarios de los productos contenidos en dichas plantas y el aumento del transporte de estos productos por carretera o ferrocarril, tubería o por mar.

Entre los diversos aspectos negativos que todos estos cambios han implicado, ocupa un lugar importante el aparente aumento de la probabilidad de grandes accidentes con un fuerte impacto sobre personas, el medio ambiente y los bienes.

Como consecuencia de los graves accidentes ocurridos en la industria química en la historia reciente, surgió la necesidad de legislar al respecto después de distintas revisiones de la normativa, se alcanzó la que actualmente está en vigor y que se conoce como "Directiva SEVESO II", en recuerdo de un trágico accidente ocurrido en esta localidad. En la legislación española, queda recogida en el Real Decreto 1254/1999, de 16 de Julio por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes.

Dentro de este marco, el sistema que se ha desarrollado ofrece a los responsables de prevención de riesgos industriales una herramienta que permite el almacenamiento y georreferenciación de toda la información generada por los análisis y estudios de los riesgos existentes en cada instalación. Al mismo tiempo se integra un programa de simulación matemática que proporciona la posibilidad de estudiar posibles accidentes para diferentes sustancias peligrosas con distintas condiciones meteorológicas y otros condicionantes. Esto añade la posibilidad de reflejar sobre la cartografía la zona afectada, estableciendo así los puntos vulnerables y entidades afectadas y permite al responsable de prevención de riesgos industriales elaborar guías de prevención y de actuación más precisas y detalladas.

## **2. OBJETO**

Se ha desarrollado un proyecto para el establecimiento de planes de emergencia en instalaciones industriales a través de un sistema de información geográfica.

El primer paso ha sido la elaboración de una base de datos que consistirá en un catalogo de sustancias potencialmente peligrosas, en la que se incluirán detalles como tipo de fluido, características fisico-químicas, estabilidad, reactividad, así como información toxicológica, ecológica y un plan de actuación y prevención.

Posteriormente se realiza una evaluación y tratamiento de los datos obtenidos para su gestión a partir de un sistema de información geográfica mediante el desarrollo de una base cartográfica en la que se representaran gráficamente los puntos en los que se puede originar un accidente.

Desde esta base cartografica se establecerá una conexión a la base de datos anteriormente mencionada pudiendo consultar la información contenida en ésta de forma directa, sencilla e intuitiva.

## **3. DETERMINACIÓN Y CÁLCULO DEL RIESGO**

Los accidentes de gran magnitud que pueden ocurrir en instalaciones industriales o en el transporte de mercancías peligrosas pueden tener consecuencias tanto para las personas como sobre el medio ambiente y, desde luego, sobre la propia planta donde se han originado.

En general, los accidentes mayores están relacionados con tres tipos de fenómenos peligrosos:

- De tipo térmico: Radiación térmica.

- De tipo mecánico: Ondas de presión y proyección de fragmentos.
- De tipo químico: Emisión a la atmósfera o vertido incontrolado de sustancias contaminantes tóxicas o muy tóxicas.

Para cada uno de estos fenómenos peligrosos se han determinado unos escenarios accidentales, siendo estos principalmente incendio, *boil-over* o *bleve* en caso de fenómeno tipo térmico, explosiones para el mecánico y dispersión atmosférica o chorro gaseoso si el fenómeno que tuviese lugar fuese de tipo químico.

Dentro de un sistema de simulación como éste no es posible considerar todos los posibles casos de riesgo por lo que se ha realizado una clasificación y seleccionado aquellos que pueden ser más generales y relevantes (ver tabla adjunta):

ESCENARIO ACCIDENTAL	PARAMETRO
Incendio de charco	Velocidad de combustión
	Diámetro del charco
	Altura de la llama
Boilover	Tª media de ebullición
	Intervalo de destilación
	Viscosidad cinemática
Chorro gaseoso	Longitud de la llama
Nube de gas	Volumen y Área de radiación
Explosión	Radio de la onda
Bleve o bola de fuego	Poder emisor
Reacciones fuera de control	Tª crítica (Tª a la cual se pierde el control de la reacción)

**Tabla 1. Parámetros críticos para cada fenómeno accidental**

#### 4. INTEGRACIÓN DEL SISTEMA EN UNA HERRAMIENTA DE GESTIÓN

La Directiva establece que deben desarrollarse análisis y estudios donde sean identificados y evaluados los riesgos existentes en cada instalación, describiendo las medidas preventivas necesarias. Asimismo deben elaborarse planes de emergencia para minimizar los efectos de los mismos en el entorno.

Dentro de este marco, el sistema que se ha desarrollado incluye una herramienta que permite el almacenamiento y georreferenciación de toda la información generada por los estudios antes mencionados. Al mismo tiempo se integra un

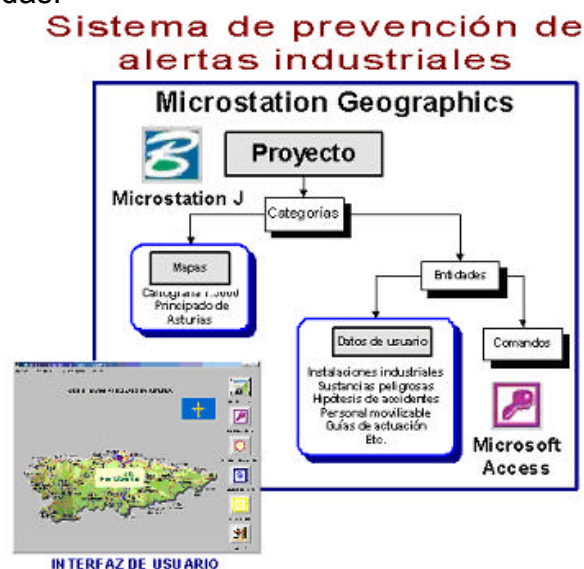
programa de simulación matemática que proporciona la posibilidad de estudiar posibles accidentes para diferentes sustancias peligrosas.

#### 4.1. Estructura general

Los datos alfanuméricos son organizados y almacenados en una base de datos *MS-Access*, que contendrá:

- Todos los datos relacionados con las instalaciones industriales (localización, accesos, responsables de seguridad, etc.).
- Dentro de cada instalación, información detallada de la forma, cantidad, condiciones, etc. de almacenamiento de sustancias potencialmente peligrosas.
- Las hipótesis de accidentes realizadas, con las condiciones que los provocaron, las entidades que resultaron afectadas, etc.
- Todos aquellos datos que faciliten, en caso de emergencia, una rápida movilización y coordinación del personal implicado, (, dirección, teléfono, etc).
- Procedimientos o guías de respuesta que, en caso de accidente, proporcionen una enumeración de las medidas y actuaciones a realizar.

La información gráfica, está referida a la cartografía 1:5.000 en formato DGN de *Microstation*, cuyo grado de detalle es suficiente para localizar de forma precisa los depósitos, conducciones, etc. de cada instalación industrial, así como la relación de entidades afectadas.



**Figura 1: Esquema general de la aplicación**

El software empleado para construir el sistema de información geográfica, relacionando la información gráfica y la alfanumérica es *Microstation Geographics*.

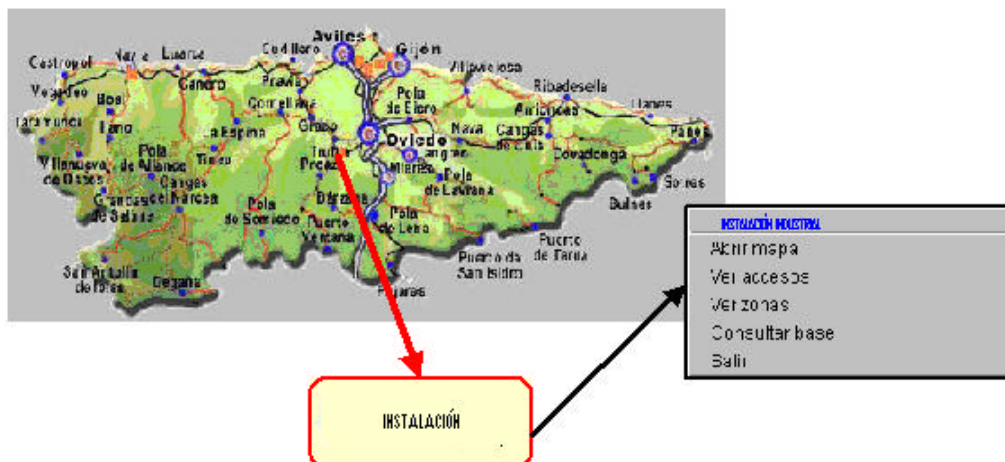
Este SIG se ha completado con una aplicación que permite una gestión más fácil del sistema utilizando Java (JMDL) como lenguaje de programación.

Esta aplicación se ejecuta automáticamente dentro del entorno de *Microstation Geographics*, de modo que se tiene acceso la cartografía en todo momento, así como a las todas las funciones de *Microstation J*, tanto las gráficas como las específicas de la gestión geo-referenciada de la información.

Además del uso de la cartografía de base, con un mayor nivel de detalle, se han empleado imágenes ráster para proporcionar, por ejemplo, información básica de los accesos por carretera a cualquiera de las instalaciones industriales.

La pantalla principal del sistema proporciona un acceso rápido y sencillo a todas las herramientas a través de los menús superiores, los botones situados en el lateral derecho o de forma más visual presionando con el ratón directamente sobre la situación en el mapa ráster de la instalación estudiada.

Las consultas a la base de datos se han automatizado, proporcionando una forma sencilla de obtener un listado las entidades afectadas, siendo posible su selección según la instalación industrial, zona de planificación, etc.



**Figura 2: Acceso visual a las herramientas**

Las consultas no programadas pueden hacerse de forma directa por parte del usuario mediante consultas SQL correspondientes o mediante el creador visual de consultas proporcionado por *Microstation Geographics*.

## 5. ZONAS DE PLANIFICACIÓN

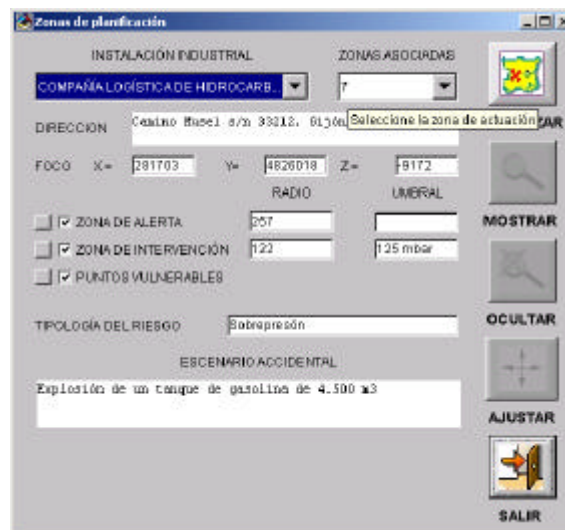
Uno de los objetivos fundamentales del sistema diseñado es proporcionar la posibilidad de efectuar simulaciones de posibles accidentes, con diferentes sustancias, condiciones atmosféricas y localizaciones. El sistema de información

geográfica integra un programa que modeliza las hipótesis y calcula la amplitud de las zonas afectadas.

A través del cálculo de los parámetros críticos se determinan las zonas de planificación que son representadas en la cartografía mediante círculos centrados en el lugar del accidente y cubren el área en el que se esperan determinados niveles de daño o afectación. De manera genérica estas zonas son:

- Zona de intervención: Las consecuencias de los accidentes producen un nivel de daños que justifica la aplicación inmediata de medidas de protección.
- Zona de alerta: Las consecuencias de los accidentes provocan efectos que, a pesar de ser perceptibles por la población, no justifican la intervención, a excepción de grupos críticos.

Toda la información relativa a esos supuestos es almacenada en la base de datos y fácilmente accesible como se observa en la siguiente figura.



**Figura 3: Zonas de planificación**

## 6. CONCLUSIONES

El sistema diseñado se concibe como una herramienta a utilizar en la fase previa de evaluación de alternativas o como mucho de ingeniería básica, de modo que se puedan afectar las características de diseño del proyecto a partir de sus resultados. Proporciona la posibilidad de efectuar simulaciones de posibles accidentes, con diferentes sustancias, condiciones atmosféricas y localizaciones.

Los distintos fenómenos accidentales pueden agruparse en tipos y mediante el cálculo de los parámetros críticos para cada uno de ellos se podrá obtener suficiente precisión para unos estudios previos, de los que se podría generar una evaluación

de riesgos mayores, la generación de un plan de riesgos e incluso aplicar estas mejoras en la fase de diseño de una nueva instalación o ampliación de una ya existente que permitan la adaptación final a la normativa.

La integración de toda la información (gráfica y alfanumérica) en un único sistema permite una gestión completa de la misma, así como un rápido y sencillo acceso, asimismo el sistema permite realizar nuevas inserciones o modificaciones sobre el propio *Microstation* integrando nuevos datos de forma inmediata.

El traslado de los datos a la cartografía permite obtener todas las entidades dañadas y evaluar sus consecuencias, planificando guías de actuación detalladas, que constituyen una herramienta eficaz para los responsables de seguridad en su trabajo de prevención de accidentes industriales y en la minimización de los mismos.

## 7. REFERENCIAS

Bosque Sendra, J., 1997, *Sistemas de Información geográfica*, Ed. Rialp S.A.

G. Puebla J; 1994, *SIG: Sistema de información geográfica*, Ed. Síntesis.

Casal, J.; Montiel, H.; 1999, *Análisis del riesgo en instalaciones industriales*, UPC

Mañas J.L., 1991, "Aprovechamiento de los métodos de análisis de riesgos para mejorar la seguridad en industrias químicas y afines, Ing. Química", Abril, 213-221.

Vílchez, J. A.; Pérez-Alavedra, X.; "Análisis de riesgos ambientales y aplicación al diseño de instalaciones industriales. <http://www.asecorp-online.com/ficheros/formacion/sem-emergencias-oct01/emergencias-riesgo.pdf>."

## CORRESPONDENCIA A:

Gemma Marta Martínez Huerta

Área de Proyectos de Ingeniería, Universidad de Oviedo

Independencia, 13, 33004-Oviedo- (Asturias)

Tlfno: 985104272/ Fax: 985104256 [gemma@api.uniovi.es](mailto:gemma@api.uniovi.es)