

# **ANEXO C**

## **MODELAMIENTO DE CONSECUENCIAS**

**“DISEÑO Y DESARROLLO DE UNA BASE DE DATOS GEOGRÁFICA Y MODELOS DE ANÁLISIS SOPORTADOS EN LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA DEL FONDO DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS - FOPAE, PARA EL ALMACENAMIENTO, CONSULTA DE DATOS Y GENERACIÓN DEL MAPA DE RIESGO INDUSTRIAL DE BOGOTÁ D.C., CON BASE EN EL RIESGO TECNOLÓGICO QUE LAS INDUSTRIAS PUEDAN GENERAR, Y EL DESARROLLO DE LAS METODOLOGÍAS SUBYACENTES PARA LA IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN SISTEMÁTICA DE ESTOS RIESGOS”.**

**MULTIPROCESOS SIG S.A.**

**Mayo 2008**

## TABLA DE CONTENIDO

C. MODELAMIENTO DE CONSECUENCIAS.....	3
C.1 Eventos de Incendio .....	5
C.1.1 Piscina de fuego .....	6
C.1.2 Blevé.....	6
C.1.3 Incendio de producto confinado.....	6
C.2 Eventos de Explosión.....	6
C.3 Eventos de dispersión de nubes.....	6
C.3.1 Eventos de dispersión de nubes inflamables.....	7
C.3.2 Eventos de dispersión de nubes tóxicas.....	7
C.4 Eventos de incendio tóxicos.....	8

## ANEXO C. MODELAMIENTO DE CONSECUENCIAS

El siguiente documento pretende presentar como se realiza internacionalmente el modelamiento de consecuencias, en ningún caso traza criterios específicos de modelamiento para este estudio. Los criterios específicos para este estudio se presentan en el documento del informe final de manera detallada.

El modelamiento de consecuencias permite determinar los corredores de afectación dados por el escenario más catastrófico, o distancia límite máxima donde es posible que una persona, medio ambiente o una infraestructura puedan verse afectadas por diferentes eventos como incendio, concentración de nube tóxica y/o inflamable o zona de influencia de un producto biológicamente infeccioso, corrosivo, volátil o radioactivo

En estas áreas de afectación se calcula la magnitud del daño según número de personas, el área ambiental afectada e infraestructura averiada o destruida.

El cálculo de las consecuencias se basa en un modelamiento teórico, a partir de formulas matemáticas, software comercial y en algoritmos de cálculo desarrollados por la American Chemical Engineers (AIChE).

Cabe mencionar que realizar los cálculos, se desarrollo una aplicación para computador, usando la tecnología de los sistemas de información geográficos, que facilito el procesamiento, almacenamiento y mantenimiento de la información generada en este estudio.

El modelamiento de consecuencias se realiza con el siguiente orden:

- **Primero:** se hace el cálculo de la afectación, para eventos localizados en un punto geográfico específico, generando un corredor circular para incendios (inflamables o tóxicos), explosiones y dispersiones de nubes (inflamables o tóxicas), para estos casos, se determinó el centro y el radio de los círculos de consecuencias a humanos, Ambiente, Infraestructura. Como se muestra a continuación en la Fig. 1.0

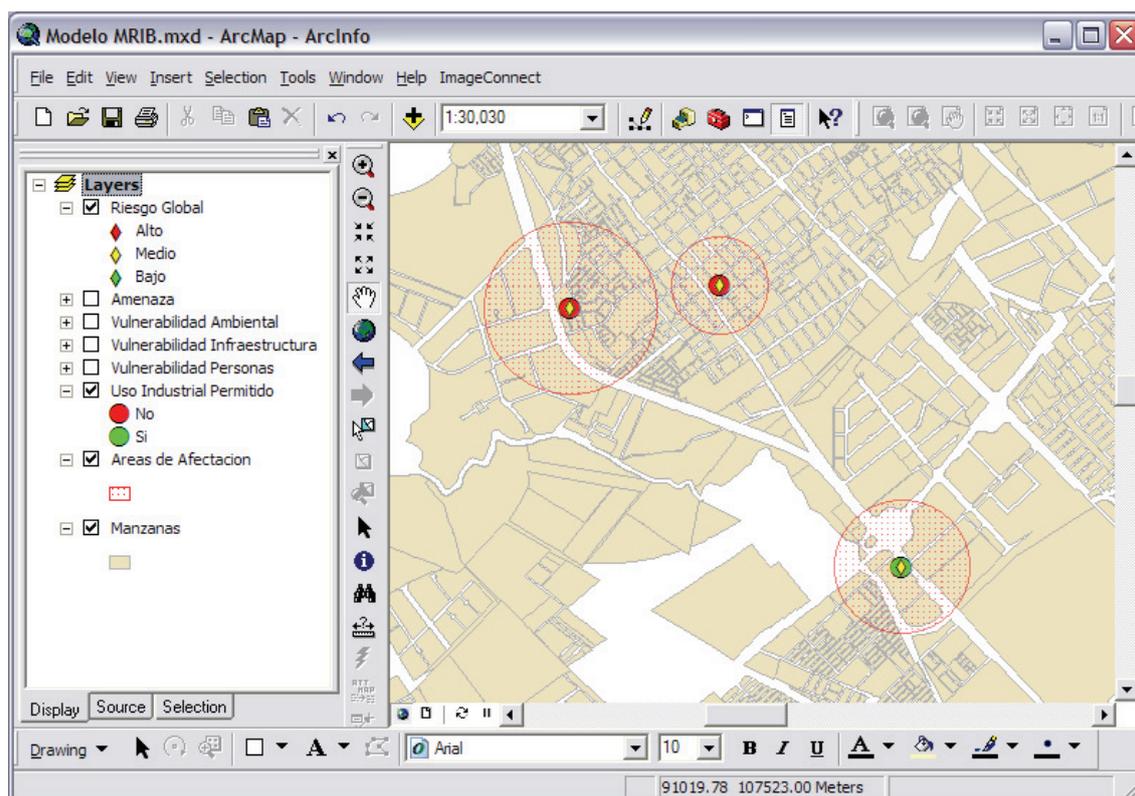


Figura 1.0 Vista que permite ver un corredor de afectación circular (explosión) de tres empresas industriales de Bogotá

- **Segundo:** se realizan las simulaciones de derrames sobre vías de transporte, canales o ríos, que determinan una afectación lineal. Aquí, se determina el punto de la red de alcantarillado más cercano al punto de ocurrencia del evento y se traza el posible desplazamiento del producto. Sobre este trazado se superponen las áreas ó líneas del sistema hídrico clasificado como aparece en la Tabla 3.15 del documento de metodología. El valor de afectación se dará según el valor más alto encontrado en la superposición.
- **Tercero:** Determinados los corredores de afectación circular y lineal, se procede a superponer estos corredores en el espacio geográfico, para esto se hace uso de la cartografía donde se puede calcular la población, equipamiento, recursos naturales e infraestructuras municipales con potencial de ser afectadas por las situaciones de amenaza analizadas, como se ve en el ejemplo de la figura 2.0

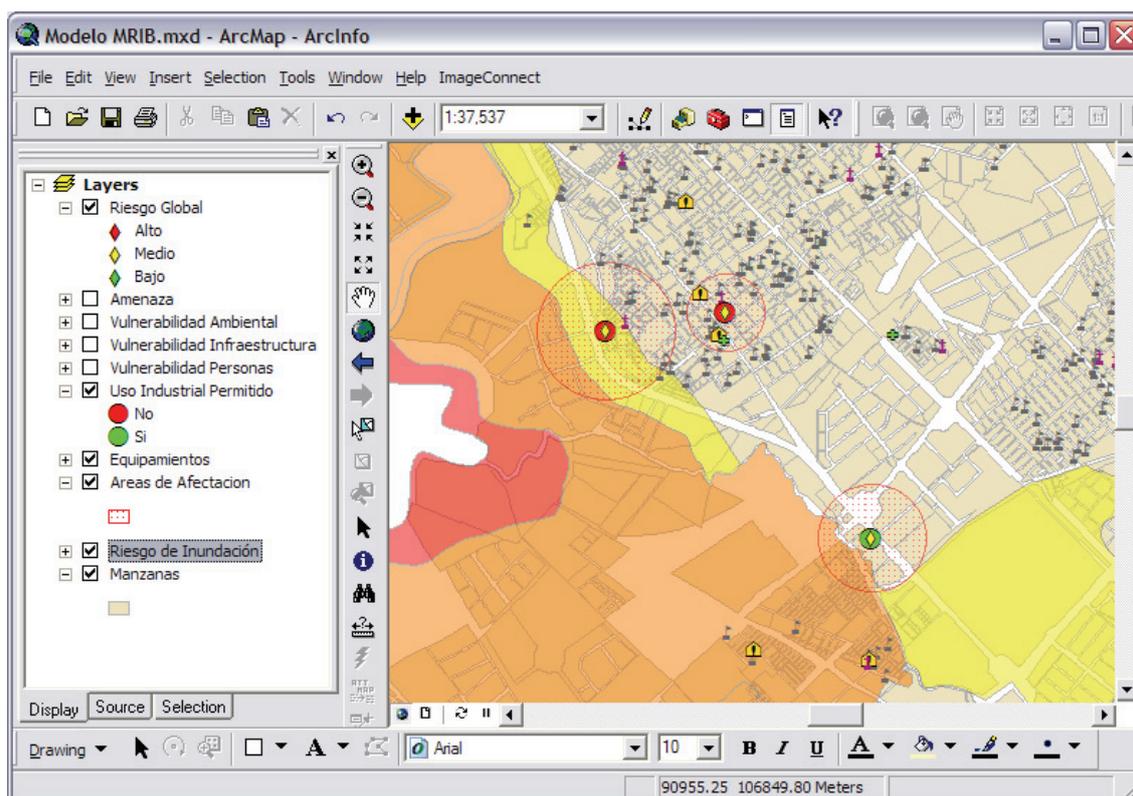


Figura 2.0 Vista de ejemplo de los corredores de afectación circular superpuestos con capas de equipamiento, riesgo por inundación y manzaneo con densidad poblacional de la ciudad de Bogotá.

Para una mayor comprensión de los cálculos, seguidamente se explican cada uno de los eventos.

### C.1. Eventos de Incendio

Los daños de un incendio dependen del área expuesta a una cantidad de calor medido como  $KW/m^2$  emitido. La velocidad a la cuál se transfiere el calor a la persona, y del tiempo de exposición al mismo, se resume en el concepto de radiación térmica. En un día caluroso normal, la radiación emitida es de  $1.0 KW/m^2$ , teniendo como referencia a esta medida teóricamente a  $25.0 KW/m^2$  es muy probable que se presentes fatalidades y con radiaciones superiores a los  $37.5 KW/m^2$ , hay deterioro de infraestructuras metálicas.

Para el incendio en general es necesario considerar la dimensión de la llama, la cantidad de radiación térmica emanada por esta, el escenario donde ocurre el evento, el tamaño de la llama esta definido principalmente por el área que pueda alcanzar el producto encendido. Existen diferentes tipos de incendio, los más comunes son los siguientes:

### **C.1.1 Piscina de fuego**

Incendio de un producto inflamable derramado (charco), sobre un área específica.

### **C.1.2 Blevé**

Incendio de una cantidad de producto inflamable, contenido en un recipiente a presión, el cual debido a un calentamiento externo, se sobre presiona, colapsando el recipiente contenedor generando eventos de radiación térmica y explosión.

### **C.1.3 Incendio de producto confinado**

Evento donde el producto inflamable no pierde su contención, en este caso el producto queda atrapado en su recipiente contenedor.

## **C.2 Eventos de Explosión**

La explosión se define como una liberación repentina de energía, generando ondas de presión, que se desplazan desde la fuente, mientras van disipando energía. Las explosiones aquí consideradas son las del colapso total de los recipientes contenedores de productos químicos.

Los efectos de una explosión se miden en fuerza, y más exactamente en unidades de presión. Para nuestro caso, A niveles superiores de 10.0 p.s.i. y aumentan la probabilidad de fatalidad hacia personas, debido a hemorragias internas.

Niveles superiores de 6.5 p.s.i. determinan un daño total sobre infraestructuras y viviendas.

## **C.3 Eventos de Dispersión de Nubes**

El término de dispersión es utilizado en el modelamiento de consecuencias, para describir el comportamiento de una nube de gas tóxica o inflamable en la atmósfera.

La dispersión de una nube de gas se va diluyendo a medida que va disminuyendo su concentración, por la entrada de nuevas moléculas de aire dentro de la nube.

### **C.3.1 Eventos de Dispersión de Nubes Inflamables**

La dispersión de una nube de gas sigue una difusión, o transporte de su masa, producida por el movimiento molecular del aire mientras se va diluyendo a medida que va disminuyendo su concentración, a causa de la entrada de nuevas moléculas de aire dentro de la nube. Estos eventos son peligrosos por desalojar la atmósfera presente una vez se origina el escape o por entrar en contacto con un punto caliente cuando se llegue a la concentraciones de inflamabilidad, los efectos causados en seres vivos son la asfixia o la ignición.

### **C.3.2 Eventos de Dispersión de Nubes Tóxicas**

Por ser una gas, la dispersión de una nube se va diluyendo a medida que va disminuyendo su concentración, por la entrada de nuevas moléculas de aire dentro de la nube, en este proceso de dilución con le aire, la nube va cambiando sus concentraciones causando efectos en seres vivos que van desde la asfixia instantánea hasta trastornos menores.

Se considera tóxica una nube, cuando la descarga continua o instantánea de un producto tiene la capacidad para producir daños genéticos, funcionales o psíquicos a los organismos vivos, cuando los reciben por ingestión, inhalación o absorción cutánea.

Los niveles de concentración de la sustancia tóxica, que no desarrollan síntomas en los seres vivos, los reporta la literatura internacional como índices de toxicidad, que proporcionan una clasificación de la peligrosidad del producto. Valores tales como el Inmediately dangerous to life or health (IDLH) o Threshold Limit Values (TLV) ó Emergency Response Planning Guidelines (ERPG), son niveles establecidos por instituciones de salud ocupacional en le ámbito internacional para indicar la concentración máxima de una sustancia en aire que un trabajador con buen estado de salud puede soportar durante algún tiempo aceptable sin desarrollar síntomas que disminuya su capacidad de realizar una evacuación de emergencia y sin sufrir daños irreversibles.

#### **C.4. Eventos de Incendio Tóxicos**

Algunos productos o formulaciones emplean mezclas con solventes de carácter combustible e inflamable, los cuales bajo ciertas condiciones de mezcla, los gases generados de su combustión generan nubes tóxicas.