

# **TOMA DE DECISIONES APOYADA POR BASES DE DATOS GLOBALES Y SIG: OPORTUNIDADES Y LIMITACIONES**

L. Santana Rodríguez  
Universidad del Valle, Colombia.  
F. Escobar Martínez  
Universidad de Alcalá de Henares, España.

*Artículo presentado a la IX Conferencia Iberoamericana de SIG  
Cáceres, 24-26 de septiembre de 2003*

## **RESUMEN**

Los desastres naturales y sus consecuencias para el medio y sobre todo para la población son objeto de estudio por parte de organismos internacionales como Naciones Unidas (*United Nations Department of Humanitarian Affairs* –UN-DHA-), Unión Europea (*European Union Humanitarian Office* –ECHO-), Cruz Roja y Media Luna Roja entre otros.

El acceso a bases de datos fiables y a herramientas capaces de manejar y analizar los mismos con eficacia se ha visto, desde los años 70, como una necesidad acuciante para el apoyo a las labores de prevención y alivio en casos de desastre. En este sentido, la Universidad Católica de Lovaina, específicamente el CRED (*Center for Research on the Epidemiology of Disasters*), está realizando notables esfuerzos para obtener y difundir datos relevantes de los desastres y sus efectos para cada país. Aunque estos no fueron recogidos originariamente para su integración en un SIG, el hecho de estar referidos a países permite una fácil geocodificación e integración a otras bases de datos, posibilitando así análisis más integrales desde una perspectiva espacial.

El objetivo del presente artículo es, por un lado, mostrar las oportunidades que ofrecen los SIG en las tareas relativas a la toma de decisiones ante eventos de desastres naturales, y, por otro, alertar sobre las dificultades y limitaciones que las herramientas cartográficas en general y los SIG en particular encuentran a la hora de utilizar adecuadamente este tipo de bases de datos globales. Para ello, se parte con una descripción de la base de datos recogida por Naciones Unidas y disponibles a través del CRED / EM-DAT; a continuación se detalla el proceso seguido para su integración en un SIG y las posibilidades que éste ofrece a la hora de realizar búsquedas y análisis. Por último, se detallan los problemas encontrados para la representación cartográfica, adoptando América Latina como ejemplo de aplicación, y se establecen una serie de recomendaciones para una óptima recolección y explotación de datos globales en un entorno SIG.

## **PALABRAS CLAVE**

América Latina, Calidad de Datos, Cartografía, Desastres Naturales, SIG, Toma de Decisiones.

## **1. INTRODUCCIÓN**

La reciente magnitud de los problemas causados por desastres y conflictos en el mundo, tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo, subraya la necesidad de gestionar los desastres de forma más profesional de lo que hasta el momento se ha observado (CRED, 2002).

En las últimas dos décadas, los desastres en el mundo han incrementado su frecuencia y su impacto en los asentamientos humanos. Desde 1960, han ocurrido en el mundo 8111 desastres de origen natural que han requerido asistencia internacional. Casi 4 millones de personas han muerto como resultado directo de los mismos y alrededor de 40 millones han resultado seriamente afectados (CRED, 2002).

Entre las causas de este incremento cabe destacar, además de las consabidas mejoras en las comunicaciones y las cada vez más estrechas relaciones globales, los procesos de urbanización descontrolada, cambios medioambientales y el acelerado incremento de la población. Todo ello ha provocado el que los efectos de los desastres sean en la actualidad más devastadores que en el pasado.

Hasta hace pocos años, la comunidad internacional no había tenido a su alcance información válida y sistemática sobre los desastres, lo que dificulta una acción eficaz de planeamiento y actuación ante los eventos desastrosos. Con el objeto de paliar esta situación, el *Center for Research on the Epidemiology of Disaster* (CRED) de la *Université Catholique de Louvain* está realizando notables esfuerzos para ampliar, estandarizar y validar datos sobre desastres causantes de al menos 10 muertes, o más de 100 afectados.

Los datos recabados por el CRED son utilizados en la actualidad para informar y para apoyar decisiones referentes a la asistencia a otorgar en las zonas donde el desastre se produce (HABITAT, 2001).

También en la actualidad los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se han constituido en la herramienta más eficaz para gestionar y manipular datos poseedores de una componente espacial o geográfica (Bosque, 1992). Parece lógico pensar, por tanto, que las bases de datos recogidas y mantenidas por el CRED, tras su integración en un SIG, pueden ver ampliado significativamente su campo de aplicación ofreciendo mayor solidez a los procesos de toma de decisiones. Sin embargo, las bases de datos de CRED no fueron, en sus orígenes, diseñadas para su integración en un SIG y esto genera problemas a la hora de su integración y aplicabilidad en este entorno.

El objetivo del presente estudio consiste en integrar estas bases de datos en un SIG para mostrar posibilidades de explotación de las mismas, en exponer los problemas asociados a esta utilización basada en SIG y en ofrecer una serie de recomendaciones para un uso futuro óptimo. Todo ello es ilustrado a partir de un análisis inicial de la ocurrencia y efectos que los desastres naturales han tenido en América Latina.

Antes de describir los datos y los tratamientos a que fueron sometidos, nos parece oportuno, de cara a clarificar conceptos a veces empleados indistintamente, exponer las definiciones que Naciones Unidas otorgan a los términos conflicto, desastre, riesgo y vulnerabilidad:

**Conflicto:** Utilización de fuerza armada entre las fuerzas militares de dos o más gobiernos, o de un gobierno y de al menos un grupo armado organizado, obteniendo como resultado al menos diez muertes o cien personas afectadas por año.

**Desastre**: Situación o evento que sobrepasa la capacidad local de respuestas, siendo necesaria asistencia externa nacional o internacional.

**Riesgo**: Pérdidas (de vidas, de propiedad, personas heridas y actividad económica interrumpida) que se esperan para un área determinada en el caso de evento desastroso. El riesgo es un producto de la vulnerabilidad y de la probabilidad de desastre (*hazard*).

**Vulnerabilidad**: Grado de pérdida, expresado en porcentaje, que resulta de un fenómeno de destrucción potencial. (UN-DHA, 1992).

## **2. EL CRED Y LA BASE DE DATOS EM-DAT**

El *Center for Research on the Epidemiology of Disasters* (CRED) fue establecido en 1973 como organización sin ánimo de lucro y con estatus internacional bajo la ley belga. Se encuentra en la Escuela de Salud Pública de la *Université Catholique de Louvain* (UCL) en Bruselas. En 1980 se convirtió en centro colaborador de la Organización Mundial de la Salud (WHO) y desde entonces ha posibilitado la expansión del programa global de la WHO para preparación y respuesta ante emergencias (CRED, 2002). Desde entonces ha incrementado sustancialmente su red internacional y en la actualidad tiene estatus de centro colaborador del Departamento de Asuntos Humanitarios de Naciones Unidas (UN-DHA), con la Oficina Humanitaria Europea (ECHO), la Federación Internacional de la Cruz Roja, La Media Luna Roja y con la Oficina Americana para Asistencia Extranjera en Desastres (OFDA-USAID). La misión del CRED puede resumirse en los siguientes puntos:

- Proporcionar entrenamiento a los gestores y oficiales, médicos y otros profesionales de la salud en la gestión de desastres de corto y largo alcance,
- Proporcionar entrenamiento a los gestores y oficiales, médicos y otros profesionales de la salud en la gestión de desastres de corto y largo alcance,
- Introducir preparación de emergencia y respuesta en el desarrollo de programas nacionales surgidos tras un desastre,
- Mejorar la capacidad de los países en vía de desarrollo para gestionar su propia preparación y respuesta ante emergencias.

Entre las actividades más relevantes de CRED se encuentra la creación, gestión y actualización de la base de datos EM-DAT sobre desastres y emergencias a nivel global.

### **2.1 La base de datos EM-DAT del CRED**

La base de datos EM-DAT del CRED contiene información sobre la ocurrencia y efectos de desastres ocurridos en el mundo desde 1900 hasta la actualidad. Busca proporcionar a los gestores de programas y a los políticos datos históricos consistentes sobre los desastres, tipos y sus efectos a nivel nacional. EM-DAT se utiliza para evaluar la magnitud de los eventos, así como su frecuencia y para facilitar el desarrollo de estrategias apropiadas (Verelst, 1999).

La información es verificada y mantenida por CRED de forma continua y se nutre de la procedente de numerosas fuentes incluyendo agencias de Naciones Unidas, compañías de seguros, institutos de investigación, ONGs y agencias de prensa. El mayor contribuyente de la base de datos es la Agencia Humanitaria de Alimentación del Departamento Norteamericano de Estado (33%), seguido de la compañía aseguradora Royale Belge (18%). Algunos gobiernos nacionales también envían sus datos a CRED regularmente, pero esto depende del grado de centralización de las labores de Protección Civil de cada país (CRED, 2000). Actualmente existen en la base de datos alrededor de 12.000 registros, siendo 7.500 relativos a desastres naturales y 3.500 a desastres provocados por el hombre. Cada registro es definido por los siguientes campos:

- Fecha (*date*) de ocurrencia del desastre. Este campo presenta dificultades cuando el evento no se produce de forma repentina sino que evoluciona sobre un periodo más o menos largo de tiempo. En este último caso la fecha registrada es la que coincide con la fecha oficial, nacional o internacional, en el que el desastre es reconocido.
- Tipo de desastre (*disaster type*). Los desastres naturales están clasificados en avalanchas, ciclones, epidemias, erupciones volcánicas, hambrunas, deslizamientos de tierras, inundaciones, plagas de insectos, huracanes, sequías, tormentas, terremotos, tsunamis, tifones, olas de calor y de frío. Los desastres provocados por el hombre incluyen accidentes (tierra, mar, aire y explosiones), accidentes tecnológicos e incendios.
- País (*country*) donde ocurre el desastre. En el caso de encontrarse más de un país afectado, el desastre se registra tantas veces como países afectados haya.
- Región (*region*). Hace referencia a grandes conjuntos regionales mundiales (Africa Subsahariana, África Septentrional, Norte América, Centroamérica, Sudamérica, Caribe, Unión Europea, resto de Europa, Lejano Oriente, Asia Meridional, Sureste Asiático, Oriente Medio y Oceanía).
- Muertos (*dead*). Número de personas muertas confirmadas o desaparecidas con altos indicios de haber muerto.
- Población afectada (*affected population*). Número de personas que requieren asistencia inmediata durante el período de emergencia, entendiéndose asistencia como ayuda para necesidades básicas para la supervivencia como comida, agua, refugio, saneamiento y atención médica inmediata.
- Heridos (*injured*). Número de personas que han sufrido heridas físicas, trauma o enfermedad y que requieren tratamiento médico como consecuencia directa del evento.
- Sin techo (*homeless*). Número de personas que necesitan asistencia inmediata para cobijarse.
- Cantidad de daño estimada (*estimated amount of damage*). Daños y pérdidas económicas relacionados directamente con el desastre, expresado en dólares Norteamericano.
- Información adicional (*additional information*). Comentarios adicionales referentes a la localización exacta del evento (ciudad, río, etc.), escala de magnitud para el evento y su

intensidad. Este campo, está cobrando un papel decisivo para la georeferenciación de EM-DAT a escalas sub-nacionales.

- Código de referencia (*reference code*). Establecido por la fuente del dato registrado.
- Más recientemente han sido añadidos otros campos como localización (*location*), latitud (*latitude*), longitud (*longitude*), valor (*value*) y escala (*scale*), lo que amplía las posibilidades de análisis de los datos en un entorno SIG.

Hasta la implantación de las recomendaciones recogidas por el informe *GIS/Mapping/Database Programmer* presentado en 1999, los datos eran mantenidos en ficheros de formato plano. Originalmente en FoxPro de DOS y en MS Excel 97 en la actualidad (Verelst, 1999). En los últimos meses, en la base de datos EM-DAT, se han introducido herramientas para la visualización sobre la ocurrencia y efectos de desastres por regiones geográficas. Por el momento, estos gráficos y mapas aparecen como documentos estáticos en formato *pdf* pero está previsto que en el futuro se amplíen las posibilidades de interacción del usuario a través del establecimiento de un SIG basado en Internet. Estas adiciones responden a las recomendaciones formuladas tanto por el informe al que nos referíamos con anterioridad (Verelst, 1999) como al informe *European Comisión policies on Bridging Relief and Development Aid. Stregthening Synergies in 10 Steps* (Guha y Viciani, 2003). En ambos informes se insta a los organismos implicados en la recolección y publicación de los datos a (1) facilitar la integración de los mismos en un SIG, y de ahí la adición de los nuevos campos locativos mencionados en el párrafo anterior, y (2) posibilitar la integración de los datos a escala nacional a través del establecimiento de un sistema de tablas relacionales ligadas a una base de datos geográfica nacional proporcionada por el propio CRED en formato *shape file* de ESRI™.

### **3. INTEGRACIÓN EN UN SIG Y REALIZACIÓN DE CONSULTAS**

#### **3.1. Depuración y preparación de los datos para su integración a un SIG**

Como es común para cualquier tipo de estudio que utiliza fuentes secundarias, los datos consultados requieren una valoración exhaustiva y adecuación para su uso. Esto es aun más imperioso por cuanto la base de datos EM-DAT, como ya hemos dicho, no fue concebida inicialmente para integrarla a un SIG, y además porque al cubrir una temática tan amplia como son los desastres naturales, tecnológicos y por conflictos, y a nivel mundial, es común que se presenten muchas inconsistencias, omisiones, desequilibrios entre países y entre períodos, multiplicidad de interpretación de los términos utilizados, etc.

Para la integración de la información de los desastres en un SIG, es necesario depurar los registros que aparecen reportados, por cuanto existen campos con información incompleta o explicaciones que resultan inoperantes en un entorno SIG; es el caso de los campos *número de desastre*, *comentarios* y *fecha de modificación*, entre otros. Como paso previo a la utilización de la EM-DAT en un SIG, se deberá decidir (1) qué tipo de desastre se considerará (natural, tecnológico o por conflictos), (2) a qué ámbito espacial estará referido el análisis (continente, sub-continente, países) y (3) para qué lapso de tiempo. Estas decisiones se materializan fácilmente con una búsqueda condicionada según el (los) campo(s) de interés, mediante opciones bien conocidas de filtrado y orden.

Los campos de la base de datos general que resultan más relevantes para el SIG son *país, continente, región, tipo de desastre, fecha de ocurrencia, muertos, heridos, dejados sin techo, afectados, total afectados, lugar de ocurrencia (latitud y longitud), y escala y valor de la magnitud del evento*. Para los cuatro últimos se presentan frecuentemente registros vacíos, debido a que como lo expresan los autores de la base de datos, ésta presenta omisiones por su reciente creación por lo que está en un proceso de actualización permanente. Además, mediante las operaciones matemáticas y lógicas de la hoja de cálculo, se pueden construir nuevos campos tales como *número y efectos de desastres por período de tiempo por país, número de eventos por fenómeno*, etc.

Un aspecto importante, que carece de un tratamiento adecuado en la base de datos, es la presencia de registros en blanco, ya sea porque un evento no ocurrió en un período, o no se considera para el país (caso de los tsunamis en Bolivia o Paraguay por ejemplo) o porque no haya sido reportado. Todos ellos aparecen en blanco en la base de datos y por tanto, el SIG los analizará como si se tratase del mismo fenómeno.

Finalmente, una vez se tiene la tabla estructurada con todos sus campos y registros, se debe proceder a introducir un campo adicional que permita hacer la unión a la base de datos espacial (polígonos de países) contenida en el SIG; se recomienda un código único, que puede ser el nombre de cada país pues sólo requiere una edición menor.

### **3.2. Adecuación y manipulación de la base de datos espacial y problemas en la representación**

En nuestro caso, la base de datos espacial por países a nivel mundial empleada fue la facilitada por ESRI™ junto a sus productos de software de SIG. De ella se extrajeron los países correspondientes a América Latina y el Caribe. Es trascendental escoger un sistema de proyección adecuado para evitar que las áreas de los países no resulten deformadas, como resultado del amplio rango de latitud que existe en un continente como es el Americano.

Resuelto el tema referente a la selección de la información espacial, se procede a examinar la tabla de atributos que contiene, editando algunos campos y borrando otros que se consideraron irrelevantes para la temática de los desastres, con el fin de que haya correspondencia con los registros de la tabla de atributos de EM-DAT depurada previamente. De igual modo, es necesario la existencia de un campo idéntico a la tabla de atributos de desastres para poder hacer la unión, que como ya hemos dicho se realizó a través del código de país.

Al momento de realizar la manipulación de las coberturas y las tablas de atributos mediante consultas, preguntas y visualización de resultados, se pudieron constatar varios tipos de dificultades:

- 1) Los registros en blanco no permitían una completa visualización de todos los campos por medio de colores y símbolos graduados, quedando ciertos países sin ser considerados;
- 2) Algunos datos reportados no eran relevantes para el país pero esto no quedaba reflejado en la representación con el SIG. Nos referimos por ejemplo a fenómenos como tsunamis en países sin línea costera;

- 3) Para determinados países los efectos de un desastre determinado, se representaba espacialmente de igual manera, independientemente que se tratara de la falta del dato o registro, que se debiera a que los fenómenos no ocurrieron en una década determinada, o que definitivamente el fenómeno no ocurriera en el país por las condiciones medio-ambientales y socio-económicas.

Para resolver las anteriores dificultades se editó la tabla de atributos de la siguiente manera:

- Se asignó un valor de  $\emptyset$  a  $n$  en función del número de afectados (o muertes producidas, sin techo, heridos, pérdidas etc.),
- Se asignó un valor nominal arbitrario en aquellos casos en donde no había datos disponibles, y
- Se asignó un valor nominal arbitrario, diferente del anterior, en aquellos casos en donde el fenómeno no puede ocurrir.

Junto al problema propio de la manipulación de la información contenida en las bases de datos, se deben resaltar también tres dificultades adicionales referentes al carácter dinámico y/o a la complejidad del espacio geográfico a analizar. Nos referimos al caso de países fragmentados geográficamente en áreas desconectadas (caso de varias islas, o continente más islas), en donde la información de un desastre se refiere al país y no se sabe exactamente a que área del mismo corresponde. Esto podría solucionarse fácilmente si todos los registros de desastres tuviesen las coordenadas del sitio o área de ocurrencia. El segundo problema es el que resulta cuando se pretende obtener mapas para toda una región o continente en donde existen unidades de observación de talla diversa. En el caso de América por ejemplo, con su forma alargada y con países con un área menor a 250 Km<sup>2</sup> (caso de las Antillas Menores) y otros mayores a 3 millones, resulta técnicamente inviable visualizar una temática en un solo mapa sin que alguna parte resulte cercenada. En consecuencia, en aras de una mayor claridad del mensaje, se recomienda fraccionar el territorio. Sin embargo, esta opción no es siempre adoptada por los gestores de las ayudas internacionales al desarrollo quienes, en la mayoría de los casos, están interesados por una visión de conjunto, en detrimento de la representación del fenómeno en países de menor tamaño (HABITAT, 2001). Finalmente, un problema de difícil solución es el referente a países cuya extensión territorial ha variado a lo largo del periodo de estudio considerado. Así, datos asignados a la URSS hasta su desmembración, han de ser manipulados para su adjudicación a las actuales repúblicas ex-soviéticas.

A pesar de estas dificultades, la realización de cartografía temática y de análisis a escala global y de grandes regiones es posible. Así lo demuestran tanto los nuevos desarrollos presentados por CRED en su página web ([www.cred.be/emdat/intro.htm](http://www.cred.be/emdat/intro.htm)) como el uso creciente que EM-DAT está teniendo en organizaciones supranacionales como UN-HABITAT (HABITAT, 2001). Sin embargo, este tipo de tratamiento a escala global presenta, como hemos visto, numerosos problemas. Dada la elevada difusión que las publicaciones en donde este tipo de representaciones se ha incluido, creemos imperioso resaltar las limitaciones en el uso de este tipo de productos cartográficos.

Finalmente, aunque en la base de datos EM-DAT aparece un glosario, creemos que muchos de los términos se prestan a confusión y más aun cuando involucra usuarios de muchos idiomas y escuelas

de pensamiento científico. Es necesario dar más detalle sobre la concepción de cada fenómeno, de manera que los países los conciben, manejen y reporten adecuadamente.

#### **4. ESTUDIO DE CASO: AMÉRICA LATINA Y LOS DESASTRES NATURALES ENTRE LOS AÑOS 1900 Y 1998**

##### **4.1 Entorno físico – natural**

La ocurrencia de desastres debido a fenómenos naturales no depende exclusivamente de la combinación fenómeno – medio ambiental; existe un entorno social (variables económicas, políticas, culturales, históricas) que junto al anterior determina unas condiciones generales de probabilidad de ocurrencia de los mismos. De hecho las bases de datos, en especial la que se analiza, ofrecen una posibilidad para incursionar en el conocimiento de la ocurrencia de los fenómenos catastróficos en un ámbito espacial y temporal como insumo para la reducción de la vulnerabilidad y de los posibles efectos.

Desde el punto de vista físico, América Latina posee unas condiciones territoriales que hacen propicio la ocurrencia de fenómenos naturales potencialmente desastrosos; se hace referencia a sismos, tsunamis, ciclones, inundaciones, sequías, ciclones, deslizamientos, sequía, etc. Pero como muy bien puede dar cuenta la geografía, éstos no ocurren espacialmente al azar; requieren unas condiciones especiales para su incubación que hacen que se puedan zonificar y representar con mapas u otros medios. En todo caso, la ocurrencia de un fenómeno puede desencadenar otros; un ejemplo dramático fue la avalancha que sepultó Armero en Colombia (1985), que dejó más de 21.000 muertos, originado por el desprendimiento de un bloque de hielo del Volcán Nevado del Ruiz, a raíz de una erupción.

Por otro lado, el sistema tierra – mar - atmósfera, determina unas condiciones especiales para la ocurrencia de zonas climáticas caracterizadas por las lluvias excesivas o escasas y las tormentas, que cuando impactan de manera sustancial a la población expuesta ocasionan desastres.

Pero como decíamos, no sólo el medio natural influye en el alcance de los desastres; también representa un papel primordial el medio social. Es notorio en la región el dramático crecimiento poblacional (CEPAL, 2001), donde la mayoría de los países ha doblado y hasta cuadruplicado su población en los últimos 50 años, presionando por alimentos, servicios y espacio físico para la construcción. Además, existe una alta concentración de la población en núcleos urbanos (alrededor del 76% en la región), han aumentado los desequilibrios en la distribución de la tierra, dejando a los pobladores de bajos recursos los sitios más vulnerables, y ha habido un retroceso en el crecimiento económico.

En síntesis, según las condiciones medio – ambientales y sociales de América Latina existe un patrón geográfico para la ocurrencia de fenómenos naturales potencialmente catastróficos, que de ser entendido y conocido su comportamiento histórico puede ser utilizado en primera instancia para valorar las probabilidades de ocurrencia de los fenómenos, como insumo para los planes de prevención. En definitiva existe un panorama propicio para la ocurrencia de desastres, lo cual es muy claro en los datos analizados o en la memoria de los pobladores. La correlación entre niveles de pobreza altos e incidencia



de los desastres confirma una vez más que “la pobreza y los desastres naturales van de la mano” (PNUD, 2001).

#### 4.2 Resultados del estudio de caso

De la organización, edición y manipulación de la información reportada en la base de datos de EM-DAT, se pudo conocer, en primera instancia, cuál fue el comportamiento de los desastres naturales en América Latina, durante el siglo XX (figura 1). Por su frecuencia de actuación y efectos, se seleccionaron para el análisis de caso las avalanchas, ciclones tropicales, deslizamientos, erupciones volcánicas, inundaciones, sismos, tormentas, olas de calor y de frío, sequías y tsunamis. Se desecharon las epidemias y los incendios por ser las que presentaban menor consistencia en la información.

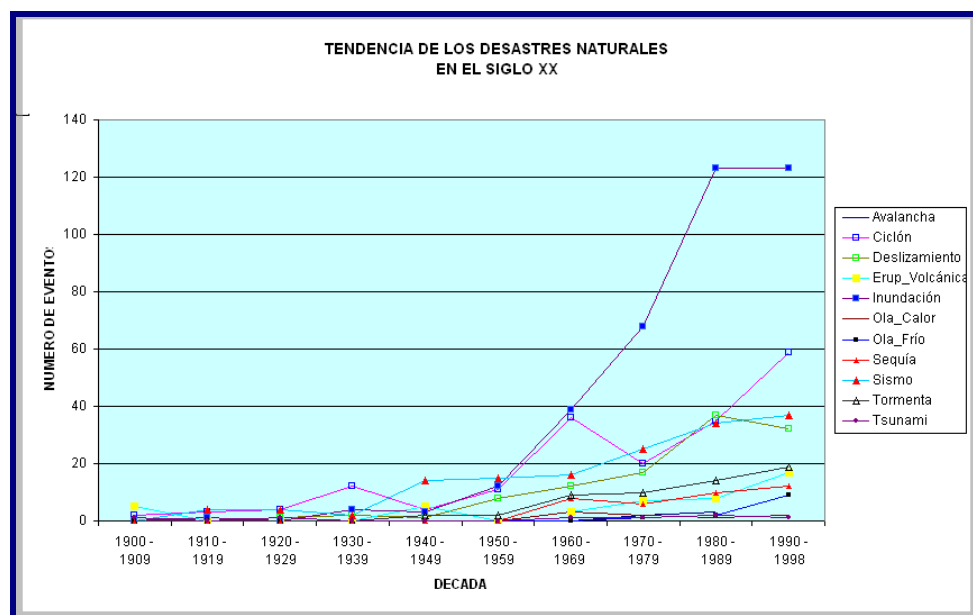


Figura 1. Tendencia seguida por los desastres originados por fenómenos naturales durante el siglo XX, según la base de datos Em-Dat del CRED.

Según los datos analizados podría hablarse de dos períodos para la ocurrencia de desastres, antes y después de 1947. Esto se corresponde con la puesta en práctica de un nuevo orden mundial a partir de la constitución de la Organización de las Naciones Unidas. Las estadísticas de los efectos causados en número de personas muertas, heridas, dejadas sin techo y pérdidas materiales también son muy contrastadas entre los dos períodos; en consecuencia se tomó el segundo período para el análisis. Durante éste lapso de tiempo (1947 a 1998) son las inundaciones, los ciclones tropicales, los sismos y los deslizamientos los principales fenómenos responsables de los desastres en la región, con una ocurrencia de 409, 165, 137 y 106 eventos respectivamente; los tsunamis, tormentas y las sequías en cambio, mantuvieron un comportamiento algo similar en ambos períodos, y son los de menor recurrencia.

Por otro lado, en lo que corresponde a la frecuencia de ocurrencia de los eventos en la región, del análisis se desprende que en los 52 años del segundo período ocurrieron 409 desastres por inundación, repartidos en 48 años; los 165 desastres reportados por ciclones ocurrieron en 41 años; los 137 por sismos

acaecieron en 46 años; y los 106 desastres por deslizamientos tuvieron lugar en 34 años de dicho periodo, lo que da una frecuencia muy alta.

Los países donde los desastres tuvieron un mayor impacto durante el siglo, desde el punto de vista de pérdidas de vidas humanas, fueron Perú con 82,763, Guatemala con 76,208, Chile con 42,922, Martinica con 42.078, Colombia con 31,007, Honduras con 24,745 y Argentina con 22,453 muertes; en cambio los mínimos impactos se dieron en las Antillas Menores, en la subregión del Caribe. Vale la pena resaltar eventos de gran impacto ocurridos durante el siglo, como la erupción volcánica del Montpelét en Martinica el 8 de mayo de 1902 que dejó 40.000 muertos; el sismo del 24 de enero de 1939 que dejó 30.000 muertos en Chile; la erupción volcánica del Nevado del Ruiz en Colombia, el 13 de noviembre de 1985, que dejó 21.800 personas muertas en Armero; la inundación que en 1949 dejó 40.000 muertos y el sismo del 4 de febrero de 1976 con 23.000 en Guatemala; el sismo del 31 de mayo de 1970 ocurrido en Perú, con una secuela de 66.794 muertos.

Como parte de las potencialidades que ofrece el SIG destaca primeramente la posibilidad de realizar consultas, según las tablas introducidas, basadas en los atributos mismos (estadísticas de los desastres), y/o en la localización espacial. La integración con otras bases de datos temáticas permite a su vez, en el entorno SIG, la realización de análisis. Finalmente, las amplias posibilidades de visualización con que se cuenta en la herramienta SIG hace posible la representación de variables categóricas con valor único o con múltiples atributos; cantidades, ya sea mediante degradación de color, símbolos graduados, símbolos proporcionales, densidad de puntos o incluso volúmenes.

En la figura 2 aparece la representación cartográfica del número de desastres naturales ocurridos en el Caribe y Sudamérica entre 1975 a 2001, discriminados por fenómeno; se trata de uno de los más recientes productos generados por el CRED y que está disponible en la base de datos EM-DAT, pues antes sólo existían los catálogos de los desastres. En estos mapas resalta claramente el tipo de fenómeno natural catastrófico más generalizados entre ambas regiones; en el Caribe son los ciclones tropicales mientras en Sudamérica son las inundaciones las que ocurren en mayor número de países. También aparece uno de los problemas por resolver y que ya señalamos anteriormente: la denominación “Wind storm” está cobijando tanto los ciclones propios de las zonas Caribe y Centroamericana, como otros vientos causantes de desastres en Chile, Argentina, Uruguay, Paraguay, etc. En igual sentido la acepción avalancha está restringida a movimientos en masa que conlleven hielo y/o nieve y aparece para la zona del Caribe. Estos llamados de atención quieren mostrar la necesidad de definir y nombrar con precisión los tipos de fenómenos causantes de desastres, aspectos que deben ser resueltos estructurando unos sólidos metadatos.

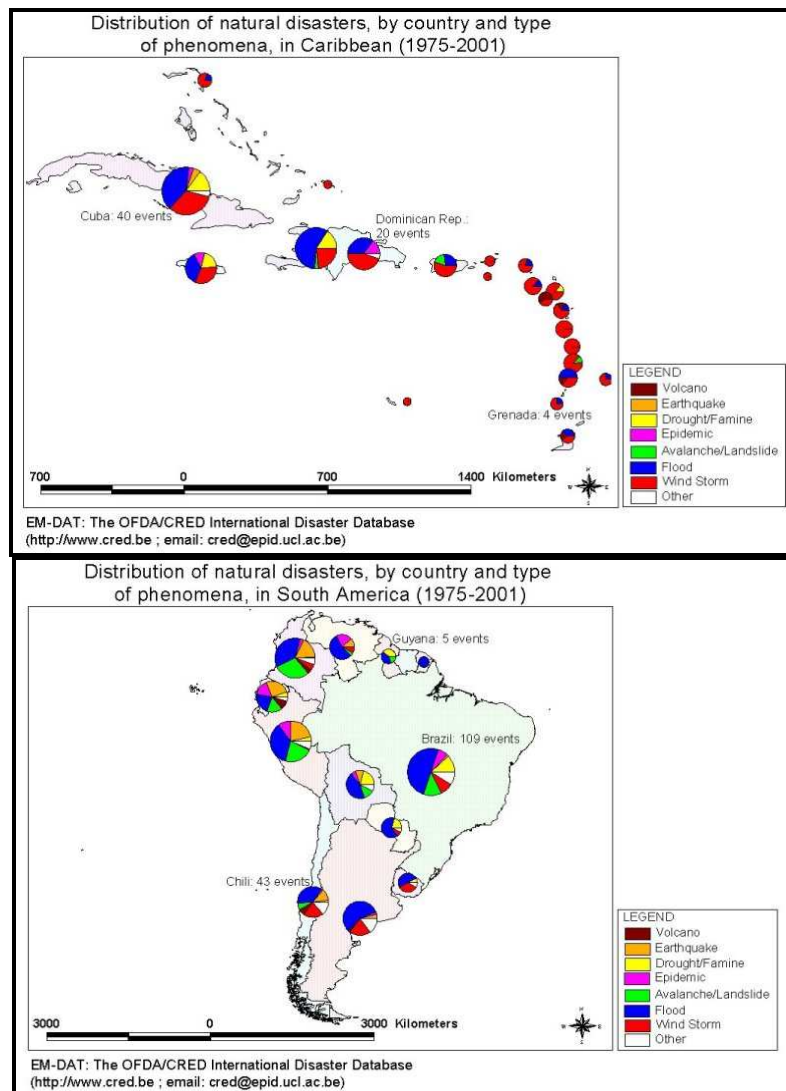


Figura 2. Ocurrencia de desastres naturales, por tipos, en el Caribe y Sudamérica, entre 1975 – 2001. Tomado de EM DAT, OFDA/CRED.

La figura 3 muestra el número y efectos de los desastres ocurridos en Centroamérica y Caribe entre 1947 y 1998, a raíz del análisis de caso. En esta cartografía se ha utilizado la degradación de color para mostrar el número total de eventos naturales acaecidos. Los círculos proporcionales además del color para revelar los tipos de fenómenos y su número. Por último, las barras representan los efectos (personas muertas y heridas) durante el período para cada país. Es evidente que Brasil, Colombia y México fueron los países que sufrieron mayor cantidad de desastres, sin embargo el mayor número de muertes ocurrió en Perú y Guatemala, siendo los sismos el fenómeno más importante en Perú y las inundaciones en Guatemala.

América Latina durante el siglo XX fue altamente golpeada por los fenómenos naturales catastróficos, siendo las inundaciones, los ciclones, sismos, deslizamientos y erupciones volcánicas los fenómenos que dejaron mayores pérdidas; de estos, las inundaciones y los deslizamientos tuvieron una ocurrencia prácticamente generalizada en todos los países de la región, mientras los derivados de ciclones

ocurrieron en el Caribe y por sismos principalmente en los países más cercanos a las zonas donde interactúan las placas tectónicas (sector occidental del continente).

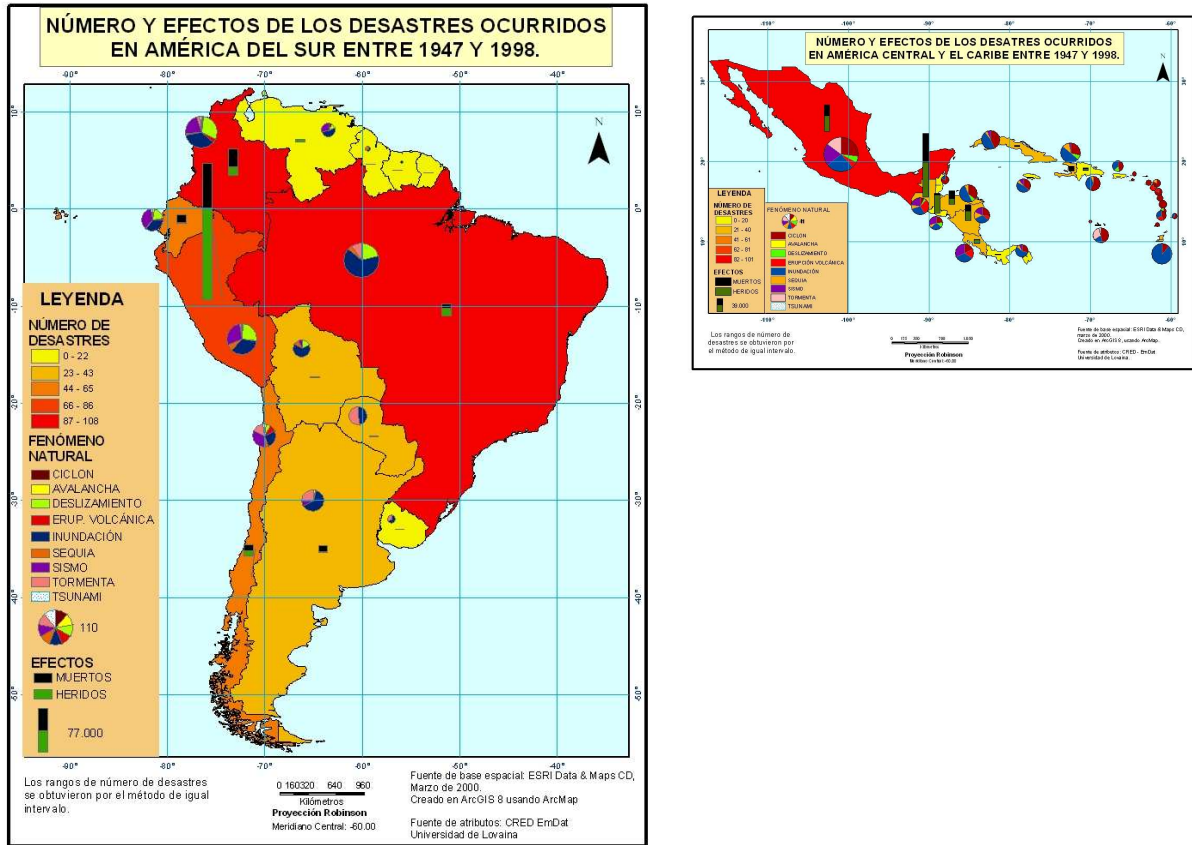


Figura 3. Ocurrencia de desastres naturales, por tipos, en el Caribe y Sudamérica, entre 1947 – 1998. Elaboración propia a partir de EM\_DAT.

Las figuras presentadas dan cuenta de las posibilidades cartográficas que los SIG han añadido a EM-DAT. Cuestiones referentes a tratamientos dados a los datos, declaración de calidad acerca de los mismos y metadatos son imperativas para una correcta aplicación de EM-DAT y SIG en tareas de apoyo a la toma de decisiones.

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Aun cuando la base de datos no fue concebida para ser integrada en un SIG, hoy día se conocen las enormes ventajas que esto representa para el análisis de los desastres, como insumo para los planes de prevención y atención. En consecuencia, es oportuno continuar con las acciones recomendadas en los diferentes informes mencionados en este artículo que permitan adecuar de mejor manera los catálogos para su manipulación en los SIGs.

Es urgente que las entidades que elaboran las bases de datos discutan y establezcan una infraestructura de datos jerárquica, acorde con el nivel de detalle utilizado en los países, al igual que una estandarización de los términos y criterios utilizados para la recolección de la información. Además, los

catálogos que se publican deben incorporar unos metadatos que permitan a los usuarios responder muchas dudas e inquietudes que se generan frente al significado y valoración de la información.

De manera más específica, se deben promover acciones que permitan generar acuerdos acerca de cómo estandarizar el tratamiento de los casos de desastres no ocurridos, no reportados y no pertinentes a una región o país.

Para el caso analizado, lo cual se repite en otras regiones, el exagerado desequilibrio que existe en el número de desastres y sus consecuencias, entre los períodos 1900 – 1946 y 1947 - 1998 determinan la imperiosa necesidad de emprender, para cada país, trabajos de documentación en archivos. Sin un conocimiento más o menos exacto de la ocurrencia de los desastres, no podríamos contar con una información de frecuencia (tiempo de retorno) ni probabilidad confiables.

Pero el tema más preocupante, en opinión de los autores, estriba en la falta de conocimiento de las limitaciones que la herramienta SIG ofrece a la hora de su aplicación. No existen datos “malos”, sino datos, de desigual calidad, aplicados en áreas donde el nivel de calidad exigido es diferente al proporcionado por el dato en cuestión. El hecho de que las bases de datos sean globales no implica, como ya señalábamos antes, que el SIG generado con los mismos pueda producir representaciones globales de los fenómenos. Cuestiones referentes a la escala y tamaño de las unidades espaciales deben ser consideradas. Las decisiones que se tomen deben tener presente el tipo de tratamiento que se le dio a los datos, el método seguido para el establecimiento de intervalos en las leyendas, la escala escogida, etc. En resumen, los mapas y otros gráficos producidos a partir de las bases de datos del CRED u otras de carácter global, deben ir acompañados de una explicación detallada acerca de los tratamientos y transformaciones que sufrieron los datos antes de ser utilizados para la representación cartográfica.

## **6. BIBLIOGRAFÍA.**

BOSQUE SENDRA, J. 1992. *Sistemas de Información Geográfica*. Ediciones Rialp, Madrid, 1997, 2º edición corregida, 451 pp.

CEPAL, 2001. Información Estadística. <http://www.cepal.org/estadisticas/>

CRED 2002, Centre for Research on the Epidemiology of Disasters. Introduction. <http://www.cred.be/centre/intro.htm>

GHUA, D. y VICIANI, I. 2003. European Commission Policies on bridging relief and development aid: Strengthening synergies in 10 steps. Brussels, Action AID, CRED.

HABITAT 2001. Cities in a Globalizing World. Global Report on Human Settlements, Earthscan Publications Ltd, London, 344 pp.

PNUD, 2001. Disaster Profile of the Least Developed Countries. Third United Nations conference of Least Developed Countries. Bruselas, 14 – 20 May 2001.

Universidad de Lovaina. CRED. Centro de Investigaciones de la Epidemiología de los Desastres.  
[www.cred.be/emdat](http://www.cred.be/emdat)

VERELST, L. 1999. Consultancy Report on GIS, Mapping and Database Programmer for EM-DAT.  
<http://www.cred.be/centre/intro.htm>

**Agradecimientos.**

Los autores desean agradecer a OFDA/CRED Internacional Disaster Database –[www.cred.be/emdat](http://www.cred.be/emdat)-  
Université Catholique de Louvain el esfuerzo por publicar y hacer accesibles sus bases de datos.