

# **Análisis multirriesgos de los desastres naturales del Chocó, durante las tres últimas décadas: 1970-2000**

**Silvia del Carmen Mosquera Machado**

International Research Institute  
for Climate Prediction-IRI

## *Resumen*

El departamento del Chocó, situado en el ángulo noroccidental de Colombia, es una zona singular por su posición geográfica. Las características geológicas, tectónicas, hidrológicas y meteorológicas de esta región forman un sistema geofísico complejo, con un alto riesgo de ocurrencia de catástrofes naturales. La historia del departamento ha sido una sucesión de catástrofes naturales relacionadas con los movimientos telúricos, la alta pluviosidad, la red hidrológica y las inestabilidades de terreno. El objetivo de este estudio es incrementar el conocimiento de los desastres naturales a través de la identificación y caracterización de los desastres naturales ocurridos durante las tres últimas décadas, para obtener un elemento básico de entrada para la mitigación del riesgo. Se propone el uso de los SIG, para la creación de la base de datos georeferenciada del departamento y el tratamiento y análisis de los de datos. Entre los resultados de este estudio se cita la creación de la primera base de datos georeferenciada de los desastres naturales del Chocó y la estimación del porcentaje de impacto de los desastres por tipo de fenómeno natural causante. Se calcularon además los valores de las pérdidas causadas por los desastres en miles de dólares americanos en las principales ciudades del departamento por tipo de fenómenos detonantes del desastre.

***Palabras clave:*** Chocó, desastres naturales, sismos, inundaciones, vendedavales, marejadas, deslizamientos, SIG, litoral, tempestades.

## ***Abstract***

The Chocó Department located in the northwestern part of Colombia is a very singular zone due to its geographical situation. The geological, hydrological and climatic characteristics of Chocó province form a complex geophysical system where the risk of natural catastrophes is high. In fact, the history of the area is a succession of catastrophes related to earthquakes, flooding and landslides. The study is aimed at increasing our knowledge of disaster nature and impacts in Chocó department through the identification and characterization of natural disasters occurred in Chocó department from 1970 to 2000. The use of Geographical Information Systems-GIS was proposed to create, analyze and manage the geo-referenced database of Chocó. Among the results of this work is worth noting the creation of the first geo-referenced disaster database for Chocó, the classification and estimation of percents of disaster by natural triggering phenomenon. Finally, the impact of disaster was assessed for the principal municipalities of the department by type of triggering phenomenon.

***Key words:*** Chocó, natural disasters, earthquakes, floods, GIS, landslides, high tide, strong wind, coastline, storms.

## ***1. Introducción***

Las décadas de los setenta y ochenta estuvieron marcadas en Colombia por la ocurrencia de fenómenos naturales con consecuencias catastróficas para el país. En 1979 el tsunami de Tumaco causó más de 400 muertos (EM-DAT, 2005). No se había terminado aún con la reconstrucción de Tumaco, cuando en 1983 ocurre el terremoto de Popayán, el cual no solo dejó pérdidas millonarias, sino que también destruyó gran parte del patrimonio arquitectónico de la ciudad. Después de la erupción del volcán Nevado del Ruiz en 1985, la cual provocó alrededor de 25.000 muertos (Lowe et al 1985), la destrucción total de Armero y pérdidas considerables en Mariquita y Chinchiná, además de debilitar la economía de cuatro departamentos, el gobierno colombiano decidió tomar una serie de medidas tendientes a proteger la población colombiana

frente a los desastres naturales. La medida más importante fue la creación del Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres-DNPAD (Ley 46 de 1988, reglamentada por el decreto ley 919 de 1989). Con el Decreto 2546 del 23 de diciembre de 1999, se reestructuró el Ministerio del Interior cambiándose su denominación por Dirección General para la Prevención y Atención de Desastres, que es el nombre actual la DNPAD.

El Sistema Nacional Para la Prevención y Atención de Desastres de Colombia, es uno de los más antiguos y mejor concebidos jurídica y teóricamente en América Latina, sin embargo, aun existe una gran fosa entre la teoría y la realidad del Sistema, especialmente en los departamentos económicamente más deprimidos, como es el caso del Chocó.

Como ninguna otra región de Colombia, el departamento del Chocó, posee costas en ambos océanos y está situado en el ángulo noroccidental de Colombia en donde confluyen una serie de condiciones geográficas y geofísicas las cuales hacen de ésta una de las zonas más propensas a la ocurrencia de fenómenos naturales con alto riesgo de ocurrencia de desastres. Además de inundaciones, deslizamientos, marejadas, vendavales, tempestades, retroceso del litoral, y la subsidencia de playas, el Chocó está situado en una zona de alta sismicidad, haciendo de los sismos otro riesgo de gran escala en el departamento.

Los desastres constituyen un problema perenne en el departamento del Chocó, causantes de pérdidas que desestabilizan aún más la ya precaria situación socio-económica del Departamento. Las pérdidas por desastres son función de la distribución espacial de la amenaza, la exposición social y económica y de la vulnerabilidad.

Para reducir las pérdidas causadas por los desastres es importante que los administradores y quienes tienen poder de decisión, posean la información sobre los riesgos de desastres. Es indudable que la cartografía constituye un instrumento imprescindible para la toma de decisiones en la planificación territorial. Los mapas de riesgos contienen información acerca de donde pueden suceder futuros desastres y la naturaleza de las pérdidas esperadas, basándose en el análisis de los elementos expuestos y su vulnerabilidad.

Numerosos métodos han sido desarrollados para la evaluación de las amenazas individuales (por ejemplo Fell, 1994; Alexander, 1995; Al-Homoud

and Tubeileh, 1997; Hungr, 1997; Pettley, 1998; Islam and Sado 2000; Bazzurro and Cornell, 2004). Alexander (1993) considera que la amenaza puede ser definida como «la situación pre-desastre». Entender el riesgo de desastres exige la comprensión no solo de los procesos geofísicos y biológicos, sino también las características de la población, la economía, la infraestructura y la vulnerabilidad social (Hewitt, 1997).

La literatura sobre el análisis multiresgos a nivel nacional o subnacional es inconsistente, sin embargo algunos trabajos han sido realizados en esta dirección a nivel global, con resolución nacional (UNDP, 2004), con resolución subnacional (Dilley et al, 2005), y a nivel nacional (FEMA, 1997).

No existe aún un estudio comprensivo, o un compendio de trabajos científicos sobre el patrón de comportamiento multiriesgos del departamento del Chocó.

Un número considerable de métodos para la cuantificación del riesgo y la reducción de pérdidas han sido desarrollados en las dos últimas décadas principalmente en Estados Unidos. Varias metodologías para la evaluación del riesgo y las pérdidas por desastres han sido desarrolladas en forma de programas informáticos comerciales y públicos. Ejemplos de estos programas son: Risklink (RMS, 2003), PropertyRisk (ABS Consulting, 2003); ST-Risk and ALLRISK (REI 2004); USQUAKE, CATALYST y USWIND (ABS Consulting, 2004). Todos las aplicaciones informáticas antedichas fueron creadas para estimar pérdidas en las propiedades inmobiliarias y la industria del seguro y reaseguro. Estos programas no son de libre acceso público. Una metodología para la estimación de pérdidas multiriesgos bien conocida en el dominio público es HAZUS, desarrollada por la Agencia Federal de Emergencias de Estados Unidos (FEMA, 2005). Aunque estos modelos han sido utilizados extensamente y sus resultados son alentadores, hay que resaltar algunas desventajas: Tanto los modelos, como las bases de datos no están accesibles al público. Exceptuando HAZUS, todos los programas mencionados requieren el pago de los derechos de usuario y capacitación para su uso. La mayoría de programas son aplicaciones individuales con pocas posibilidades de reutilización. La gestión de datos es pobre y poco flexible. La portabilidad de los datos es muy baja. Todos los programas requieren una gran cantidad de datos históricos y/o simulados detallados y exac-

tos. HAZUS que es la única metodología de acceso público, fue concebida para su uso en los Estados Unidos y la estructura compleja de su base de datos hace muy difícil su aplicación en otros países con bases de datos menos exactas.

A nivel conceptual, sin embargo, un gran número de métodos para estimar riesgos están disponibles (Por ejemplo: UNDRO, 1982; Smith, 1996; Zong y Chen, 2000; Cross, 2001; Dengler y Preuss, 2003; Pearce, 2003; Durham, 2003). Estos métodos parten del principio de que «*El pasado es la llave del futuro*». Aunque no podemos estar absolutamente seguros de dónde o cuando ocurrirá un terremoto, una erupción volcánica o un tsunami, si podemos pronosticar el comportamiento de los desastres en determinadas regiones, asumiendo que sus características son similares a las que ya se han presentado con anterioridad en la zona. Está es la hipótesis subyacente en los mapas de riesgos. Ella implica que el comportamiento de los procesos naturales en el futuro próximo tendrán una evolución similar a la proyectada en el presente, siendo posible determinar las áreas que pueden ser potencialmente afectadas por desastres y la frecuencia e intensidad de los mismos, constituyéndose, por lo tanto, en técnicas e instrumentos de planificación y gestión territorial que permiten definir limitaciones en ciertos usos del suelo y en la distribución espacial de las actividades humanas. En el caso de las amenazas con largos periodos de retorno, como los terremotos, los tsunamis y las erupciones volcánicas, los datos geológicos pueden proporcionar información adicional sobre su probabilidad de ocurrencia.

Una mitigación eficaz del riesgo de desastres requiere la identificación y evaluación de todas las amenazas susceptibles de causar desastres en un lugar dado y la toma de medidas de mitigación transversales compatibles con las múltiples amenazas. Para eliminar la posibilidad de sustituir un riesgo por otro, sus medidas deben guiarse por el principio de que «las medidas de reducción de un riesgo de amenaza individual de desastre deben ser compatibles con las medidas de reducción de riesgos de las otras amenazas» (Cutter et al 2000).

El presente artículo se centra principalmente en dos aspectos de las amenazas y riesgos de desastres naturales en el departamento del Chocó: en primer lugar los desastres que han ocurrido en el departamento del Chocó,

durante las tres últimas décadas (1970-2000) son documentados, usando tres bases de datos históricos de desastres: la base de datos global EM-DAT (CRED, 2005), la base de datos regional con resolución subnacional DesInventar (OSO, 2002) y la base de datos constituida por la autora (Mosquera 2002). En Segundo lugar se hace el análisis del riesgo realizado para producir el mapa sintético multiriesgos municipal del departamento del Chocó.

El análisis resultante pretende suministrar a planificadores, administradores y quienes deciden a nivel nacional, departamental y municipal, una base racional para priorizar las medidas de mitigación necesarias en cada municipio, para la gestión integral del riesgo en el marco de desarrollo sostenible del departamento del Chocó.

El objetivo del artículo es realizar un análisis multiriesgos del departamento del Chocó con resolución municipal, a través de la creación del mapa sintético multiriesgos municipal del Departamento, que sirva de base para la integración de la gestión holística del riesgo en la planificación del desarrollo sostenible del Departamento.

Después de esta introducción y resumen de la literatura sobre los métodos de evaluación de riesgos y pérdidas, se describen las características principales de la zona de estudio. El siguiente paso es la caracterización de las bases de datos utilizadas para el análisis y de la metodología de trabajo. En seguida se presentan los resultados del análisis, seguidos por la discusión de los mismos. Algunas recomendaciones e ideas para estudios futuros cierran el artículo a manera de conclusiones.

### ***1.1 Aspectos geográficos y geomorfológicos del departamento del Chocó***

La región de estudio se encuentra ubicada entre las siguientes coordenadas geográficas: 8° 41' y 4° 02' latitud norte; 76° 54' y 77° 54' longitud oeste. Sus límites son: Al norte el Océano Atlántico, al este los departamentos del Valle del Cauca, Antioquia y Risaralda, al occidente el Océano Pacífico y al noroeste la república de Panamá (Figura 1).

La región del pacífico colombiano, a la cual pertenece el Chocó está constituida por tres elementos fisiográficos mayores que se pueden dividir en tierras bajas y altas: La planicie, las montañas y las colinas. Las tierras bajas incluyen las zonas aluviales y marinas, lo mismo que las zonas de colina con altitudes entre 50 y 200 metros sobre el nivel del mar. Las tierras altas están compuestas por la Cordillera Occidental y las serranías del Darién y del Baudó. El territorio chocoano está formado en gran parte de una planicie aluvial orientada de norte a sur, constituida por dos valles opuestos, recorridos en dirección al norte por el río Atrato, que lleva sus aguas al Océano Atlántico, y hacia el sur por el río San Juan, que desemboca al Océano Pacífico. Estas dos vertientes son separadas por el Istmo de San Pablo. Es en una superficie de 46.530 Km<sup>2</sup> (IGAC 1980) donde habitan cerca de 400.000 chocoanos (DANE 1993), de los cuales 95% son de raza negra, 4,8 % son blancos y mestizos y el 0,2 % son indígenas, pertenecientes a las etnias Embera, Catio y Chocoos. Político-administrativamente el Departamento esta constituido por 31 municipios y 79 resguardos.

El Chocó se encuentra surcado por tres grandes ríos: Atrato, San Juan y Baudó, los cuales tienen numerosos afluentes, que drenan todo el departamento. Los valles bajos con una altitud <1.000 metros abarcan el 92,3 % del territorio. El clima es cálido-húmedo con temperaturas alrededor de los 27° C. El rasgo más sobresaliente del clima chocoano, es su pluviosidad, la cual alcanza los 12 m/año y es una de las mayores del planeta (Eslava 1992, Eslava 1994, Horel and Cornejo-Garrido 1986; Figueroa and Nobre 1990, Mesa et al. 1997, Poveda and Mesa 2000), siendo más intensa durante los meses de mayo a octubre, lo cual favorece la ocurrencia de inundaciones y deslizamientos. Fenómenos estos que son fuertemente amplificados en su magnitud durante las estaciones excepcionales. La alta sismicidad de la región se debe a su situación en la zona de interacción de las placas Nazca, Cocos, Caribe y Sur Americana. La complejidad tectónica de la zona ha sido estudiada y puesta de manifiesto entre otros por Case et al (1971), Duquecaro (1990), Mann & Kolorski (1995), Kellogg y Mohriak (2001), y Trenkamp et al (2002). Los sismos registrados en la zona han alcanzado magnitudes  $M = 7,8$ . A todos estos fenómenos naturales hay que agregar además fenómenos de origen antrópico, relacionados principalmente con la

explotación minera y la deforestación. Los elementos mencionados al interactuar con la escasa resiliencia del Departamento dan como resultado la alta incidencia de desastres. La problemática de los desastres en el Chocó se encuentra ilustrada en la Figura 2.

Geológicamente el Chocó está formado por tres unidades geotectónicas de características Lito-estratigráficas y geomorfológicas diferentes: La serranía del Baudó, la vertiente hidrográfica del los ríos Atrato y San Juan y el flanco occidental de la Cordillera Occidental (Cossio, 1994).

## ***2. Datos y metodología***

Según la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (ISDR) un desastre es la seria interrupción del funcionamiento de una comunidad o sociedad, la cual causa considerables pérdidas humanas, materiales, económicas o ambientales que exceden la capacidad de la comunidad o sociedad afectada para enfrentar esta situación con sus propios recursos. *Un desastre es una función del proceso de riesgo y resulta de la combinación de amenaza, condiciones de vulnerabilidad e insuficiente capacidad o medidas para reducir las probables consecuencias negativas del riesgo.* En otras palabras un desastre es «el riesgo observado (UNDP, 2004)».

Los desastres estudiados en este análisis fueron obtenidos de tres bases de datos de resoluciones distintas. Una base de datos regional con resolución nacional y subnacional (Desinventar), la segunda base de datos tiene carácter mundial con resolución nacional (EM-DAT) y la tercera base de datos es de carácter departamental con resolución municipal (Mosquera-Machado, 20002).

El Sistema de Inventario de Desastres-DesInventar, fue desarrollado por La Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina (La RED, 1998) e implementado principalmente en América latina y el Caribe. La base de datos DesInventar incluye desastres naturales y tecnológicos de todas las magnitudes a partir de fuentes de información principalmente hemerográficas, gubernamentales y de organismos no gubernamentales. DesInventar Colombia incluye 16.532 registros desde 1914 al 2002 (OSSO, 2002). DesInventar Chocó desde 1935 al 2002 incluyendo todos los desas-



tres tecnológicos y naturales tiene 444 registros.

El segundo sistema de datos utilizado es la base de datos EM-DAT creada en 1988 y gerenciada por el «Collaborating Centre for Research on the Epidemiology of Disasters» -CRED de la Universidad de Lovania, en Bélgica. EM-DAT contiene más de 14.500 registros de desastres naturales y tecnológicos de 184 países desde 1900 al presente. EM-DAT es compilada a partir de múltiples fuentes como las agencias de las Naciones Unidas, organizaciones no gubernamentales, compañías de seguro, institutos de investigación y agencias de prensa. El CRED utiliza criterios específicos para determinar si un evento es o no clasificado como desastre. Estos criterios son: Mínimo diez muertos, o cien afectados, y/o un llamado de asistencia internacional o si el estado de emergencia ha sido declarado. EM-DAT no es una base de datos georeferenciada.

La tercera base de datos usada en este estudio es la constituida por Mosquera-Machado, 2002. Esta base de datos incluye 287 registros de seis tipos de desastres naturales solamente (sismos, inundaciones, retroceso del litoral, deslizamientos y vendavales). Esta base de datos fue compilada usando diversas fuentes departamentales y municipales como: La Gobernación del Chocó, La Corporación Nacional para el Desarrollo Sostenible del Chocó-CODECHOCO, las alcaldías municipales de Quibdó, Bahía Solano, Condoto, Cantón de San Pablo, Juradó, Nuquí, Bojayá, Rio Sucio, Curvaradó, Bajo Baudó, Istmina, Atrato, Nóvita; y entrevistas a los pobladores más antiguos de Quibdó, Bahía Solano, Juradó, Nuquí, Cuevitas, Virudó, Pavasa, Rio Sucio, Nóvita, Istmina, Tadó, Bojayá y Tadó.

Para obtener la historia de los desastres naturales de los 31 municipios del departamento, de las tres bases de datos mencionadas, solo los desastres hidrometeorológicos y geofísicos son tenidos en cuenta. Los desastres tecnológicos, como por ejemplo los causados por la interrupción del fluido eléctrico, lo cual causa enormes pérdidas en el departamento, fueron excluidos. Las tres bases de datos anteriores fueron procesadas en Excel y tratadas en ARcView y ARcMap así (Figura 3): de los 176 registros de desastres naturales de Colombia en EM-DAT fueron extraídos los 8 del Chocó. Un segundo proceso de eliminación de registros se repitió esta vez para obtener solamente los desastres naturales del Chocó de 1970 al 2000 en DesInventar,

quedando esta base en 391 registros. A esta nueva base de datos se le incluyeron los registros de la base de datos de Mosquera-Machado, no sin antes haber eliminado los registros repetidos, para obtener un total de 576 registros de desastres naturales del Chocó.

Una vez obtenida esta base de datos, todos los registros fueron convertidos en Excel al formato DBASE IV. Para georeferenciar los registros, se utilizó la columna de la descripción de las localidades y se procesó la información en ArcView y ArcMap. Cinco pasos fueron necesarios para producir el mapa sintético multiriesgos municipal del departamento del Chocó: (1) Extracción de el mapa administrativo del Chocó, del Mapa ESRI Administrativo mundial; (2) Actualización del mapa administrativo del Chocó de 26 municipios a 31 municipios; (3) Combinación del mapa administrativo del Chocó con la base de datos de desastres; (4) Creación de las gráficas de la distribución municipal de los desastres por tipo y proporción y; (5) Combinación de las gráficas del porcentaje y tipos de desastres municipales con el mapa administrativo del Chocó para obtener el mapa sintético multiriesgos municipal del Chocó.

### **3. Resultados**

Los resultados obtenidos ilustran la naturaleza multi-amenazas del riesgo en el departamento del Chocó. La distribución de los desastres históricos del periodo 1970-2000 muestra grandes diferencias entre los municipios en cuanto a su propensión a los desastres. Siete tipos de desastres han sido asociados al Chocó en las tres últimas décadas del siglo pasado: Inundaciones, Sismos, Deslizamientos, Marejadas, Retroceso del litoral, Vendavales y Tempestades (Figura 4)

La amenaza más recurrente son las inundaciones, la cual es común a todos los municipios, seguida de los deslizamientos, vendavales, y los sismos. Todos los municipios son afectados por los menos por dos tipos diferentes de desastres. En orden descendente los primeros diez municipios por frecuencia y diversidad de desastres registrados son: En primer lugar, Quibdó, capital del departamento con 85 desastres de 5 tipos; segundo, Ríosucio con 47 desastres de 4 tipos; terceros, el Medio Atrato con 43 desastres de 5

tipos; cuartos, el Litoral del San Juan e Istmina con 31 desastres de 4 tipos; quinto, Bahía con 29 desastres de 6 tipos; sexto el Bajo Baudó con 27 desastres de 5 tipos; séptimo, Atrato con 26 desastres de 4 tipos; octavo, Tadó con 24 desastres de 5 tipos; novenos, Bojayá y Carmen del Darién con 21 desastres de 4 tipos y décimo, Nóvita con 18 desastres de 4 tipos.

Paradójica y afortunadamente para la población chocoana, las víctimas mortales de los desastres son hasta el momento mucho menores que la frecuencia de los desastres en el Departamento, esto puede ser asociado a la hora de ocurrencia de los mayores desastres y en cierto grado a la cultura del riesgo existente en la población. Los municipios con mayores pérdidas de vidas humanas durante las tres décadas estudiadas, son: Río Sucio con 39 víctimas, seguido de San José del Palmar con 19, Istmina es el tercero con 11 muertos y en cuarto lugar tenemos a Bagadó con 10, seguido de Tadó con 9 y Quibdó y Juradó con 8 (Figura 5). Las pérdidas en miles de dólares estimadas para varios municipios están ilustradas en la Figura 6.

El mapa sintético multiriesgos de la Figura 7 muestra para cada municipio del Chocó, la proporción del riesgo realizado con respecto al riesgo total y a la naturaleza multiamenazas del riesgo. Este mapa muestra claramente que tipos de riesgos están presentes en cada municipio y el número de desastres asociados a los mismos. A partir de este mapa podemos inferir que: (A) Todos los 31 municipios del Chocó son en diferente nivel propensos a la ocurrencia de inundaciones y como mínimo confluyen dos tipos diferentes de desastres. (B) Los municipios de Bahía Solano (con seis clases), Quibdó y Bajo Baudó (con cinco tipos de desastres) son los que presentan el mayor número de riesgos asociados a desastres. (C) Los municipios de Acandí y Unguía al norte del departamento, son los que presentan la menor multiplicidad de riesgos, con solo dos tipos de desastres asociados. Aunque el Municipio de Bagadó también podría entrar en este grupo de municipios «bi-riesgos», se lo impide la alta recurrencia de las inundaciones. (D) 24 de los 31 municipios son propensos a la ocurrencia de vendavales. (E) 21 municipios han sufrido las consecuencias negativas de los sismos. (F) 15 municipios tienen un alto riesgo de deslizamientos. (G) 4 municipios son susceptibles a la ocurrencia de marejadas y (H) 3 municipios han sufrido pérdidas a causa del retroceso del litoral.

#### **4. Discusión**

En vísperas del 20 aniversario de uno de los desastres más catastróficos de Colombia y de América latina; la erupción del nevado del Ruiz, que tuvo lugar el 25 de noviembre de 1985, la cual afectó a varios municipios del eje cafetero, en especial el de Armero que fue arrasado, y cobró la vida de más de 25.000 colombianos, vale la pena reflexionar sobre formas prácticas y accesibles para reducir los riesgos en el País. El análisis de los riesgos del departamento del Chocó, realizado en este estudio, sugiere que para una efectiva y eficaz reducción del riesgo en esta comarca, es necesario tener en cuenta que las múltiples amenazas, combinadas con la vulnerabilidad física y social del departamento continúan y continuarán poniendo los municipios del Chocó en alto riesgo, y que la forma más efectiva y eficaz de reducir el riesgo de ocurrencia de desastres en los municipios del Chocó, es la integración de la gestión holística del riesgo en la planificación del desarrollo. Es decir teniendo en cuenta el carácter multi-amenazas del riesgo en cada municipalidad.

A ese respecto, la metodología aquí utilizada puede tener futuras implicaciones positivas, ya que: primero se hizo la integración de los datos históricos disponibles de desastres del Chocó a escala municipal, con su subsecuente georeferenciación y el análisis espacial a la escala municipal brindando una percepción más profunda y clara de la situación de los riesgos en cada municipio. Segundo el método integral aquí utilizado constituye una contribución concreta a la gestión multirisgos durante la etapa de planificación del desarrollo en oposición a una gestión individual de riesgo en cada municipio. Tercero la gestión multirisgos es claramente necesaria y factible, futuros trabajos de evaluación de los riesgos pueden ser realizados de una manera consistente y continua, como un factor integral de la planificación de desarrollo municipal.

Los resultados aquí obtenidos también constituyen un desafío para la planificación integral y sostenible del departamento del Chocó, ya que surgen un número de interrogantes como: ¿Cuál es la estrategia más eficaz para manejar la multiplicidad y la heterogeneidad del riesgo en los municipios chocoanos, dado que muchos municipios tienen riesgos comunes?; ¿Existe la posibilidad

de crear sistemas de alerta temprana en los municipios?; ¿Sí esta, es una posibilidad real, cuál sería la mejor manera de establecer un sistema de alerta temprana en el área y para que tipo de riesgos?; ¿Sería factible considerar la alternativa de creación de sistemas de alerta para riesgos múltiples?. Teniendo en cuenta que la educación es la medida más eficaz de prevención desde el punto de vista costo beneficio, ¿Cómo se podría integrar eficientemente el factor prevención de riesgos en la educación formal y no formal?; ¿Cuáles son los factores específicos de vulnerabilidad que han estado contribuyendo a las pérdidas cuando ocurre un desastre y que sinergias pueden crearse y/o utilizarse para reducir la vulnerabilidad a múltiples amenazas simultáneamente?. Por último, aunque no menos importante en una zona de alto riesgo como el Chocó, ¿cómo se podría implementar la cultura del riesgo en la población de una manera natural e ininterrumpida?

Dado el carácter múltiple del riesgo en esta zona, los sistemas de alerta temprana, son un componente crucial de un plan integral de gestión del riesgo. Pero el real desafío es ¿cómo crear un sistema de alerta temprana que tenga en cuenta la multiplicidad de los desastres de la zona?. Como quiera que las inundaciones y las tempestades tienen el mismo origen hidrometeorológico, un sistema de alerta temprana de inundaciones, podría ser combinado con un sistema de alerta temprana de tempestades y hasta de vendavales. Este sistema podría también tener elementos para detectar deslizamientos. Dado que el período de retorno de los sismos es más grande, en caso de ser posible establecer un sistema de alerta temprana de sismos, valdría la pena tratar de combinarlo con los sistemas de alerta de amenazas de mayor recurrencia.

Un argumento de fuerza para el establecimiento de un sistema multiriesgos de alerta temprana en oposición a los sistemas individuales de alerta temprana es que *un sistema múltiple de alerta temprana podría constituir una mejor inversión si ello contribuye a reducir pérdidas por múltiples amenazas, no obstante a que el costo inicial sea mayor*. Esto se puede obtener si: (a) se incluyen las distintas amenazas que afectan la zona, (b) para estas amenazas el riesgo asociado es alto y (c) se pueden aplicar medidas de prevención similares. Si se cumplen estas tres condiciones, entonces las sinergias que se podrían lograr incluyen: 1) Las alarmas pueden ser emitidas a través

de los mismos canales de comunicación. 2) La autoridad para emitir las alertas puede ser concentrada en un solo organismo o ser dividida en los diferentes organismos de una manera coordinada. 3) La educación al público sobre las señales y las acciones correspondientes a cada tipo de alertas pueden ser convenidas una sola vez. Es decir la preparación comunitaria para múltiples amenazas puede ser organizada utilizando los mismos elementos que serían utilizados si fueran a prepararse para una amenaza individual y 4) La inversión en señalización de rutas de evacuación, planes de contingencia etc, pueden hacerse aproximadamente con los mismos recursos para la reducción de riesgos asociados a amenazas múltiples que los recursos utilizados para la reducción de riesgos de amenazas individuales. En un sistema de alerta temprana para amenazas múltiples, los aspectos sociales pueden ser compartidos, pero los sistemas técnicos de detección de la amenaza tienen que ser manejados individualmente y por ende el costo potencial también es diferente. El costo total de un sistema de alerta temprana para amenazas múltiples sería muy elevado en la zona si se tuviera que iniciar de cero. Pero la inversión en un sistema múltiple no sólo valdría la pena, sino que también el costo beneficio sería aún mayor si se cumplieran las condiciones y sinergias expuestas.

Para tomar este tipo de determinaciones, el análisis aquí presentado, constituye una herramienta de ayuda para establecer en la zona en donde un sistema de alerta temprana de un riesgo está siendo contemplado como medida de reducción del riesgo, que otros riesgos deberían de ser considerados como parte de la estrategia multiriesgos de alerta temprana. Como complemento a esta evaluación se logra un análisis de los elementos de reducción de desastres (sistemas de detección de amenazas, educación pública e información, capacidad institucional de emisión de alarmas, existencia y eficiencia de los planes de contingencia, etc) municipales debería realizarse. Dados los resultados de este análisis preliminar multiriesgos del Chocó, para afinar más los procedimientos relacionados con el establecimiento de sistemas de alerta temprana y la integración de la gestión multiriesgos en el desarrollo municipal, sería conveniente complementar este estudio con evaluaciones de campo en cada municipio.

## **5. Conclusiones**

El primer requisito para la gestión del riesgo de desastres es la identificación del nivel y naturaleza del riesgo. Esto se puede hacer con base en la ocurrencia histórica de los desastres, complementado con información sobre la frecuencia y severidad del peligro, la exposición y la vulnerabilidad

El presente estudio intenta estimular la incorporación del análisis multiriesgos en el desarrollo de una estrategia regional para la gestión holística del riesgo. Este artículo promueve una metodología muy simple para la identificación de las amenazas múltiples y el riesgo a ellas asociado estructurado e integrado desde una perspectiva cualitativa-comparativa. Se ha demostrado que es relativamente simple y rentable crear mapas multiriesgos a partir de los datos históricos disponibles. Sin embargo, los mapas creados con este método son generales y no pretenden de ninguna manera ser exhaustivos, al contrario se recomienda complementarlos con estudios mas detallados de amenazas y riesgos individuales. Este mapa es una guía que ilustra sobre la multiplicidad del riesgo realizado en cada municipio. Algunos errores son inherentes a los sistemas de información geográfica los cuales están en la base del método. La realización de trabajos adicionales de campo, con mejor y mayor conocimiento local contribuirán a la consolidación del análisis y facilitarán la integración de la gestión en el planeamiento del desarrollo sostenido municipal y departamental.

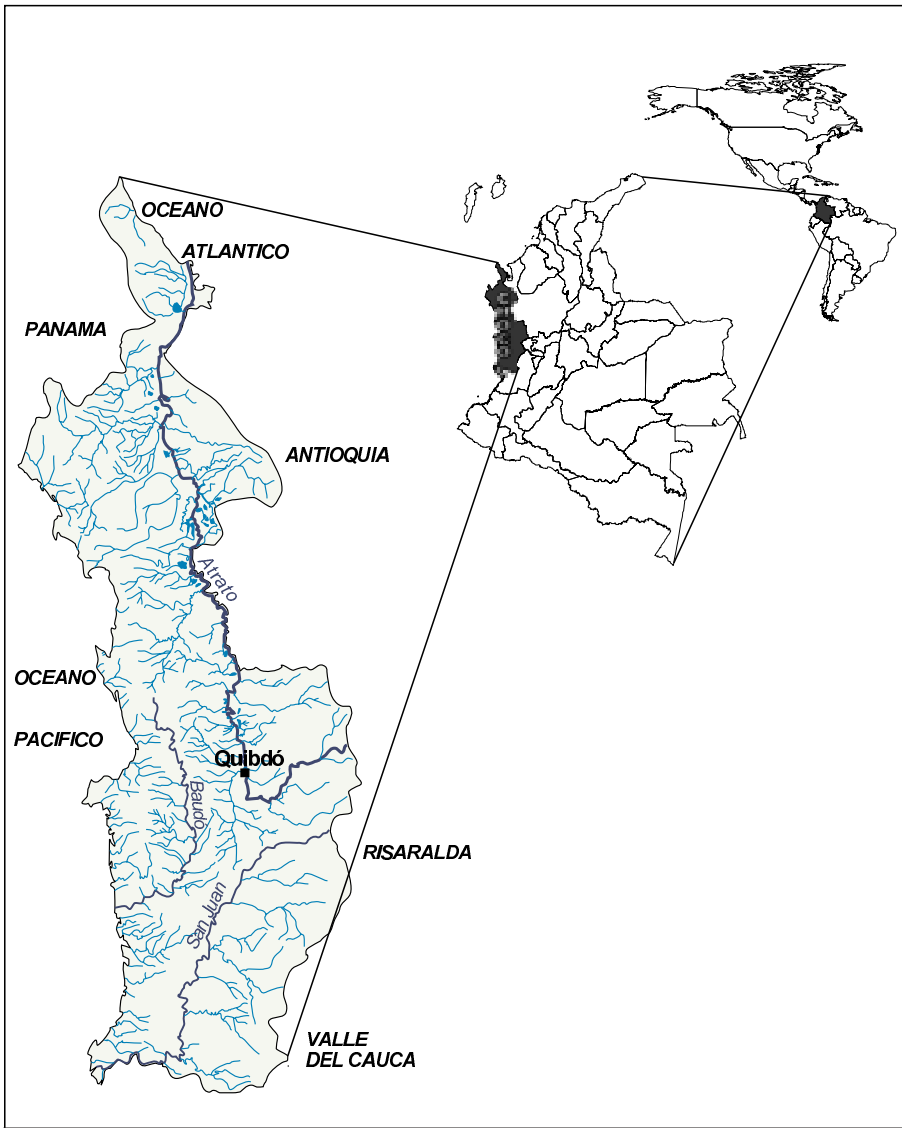


Figura 1. Situación geográfica del departamento del Chocó



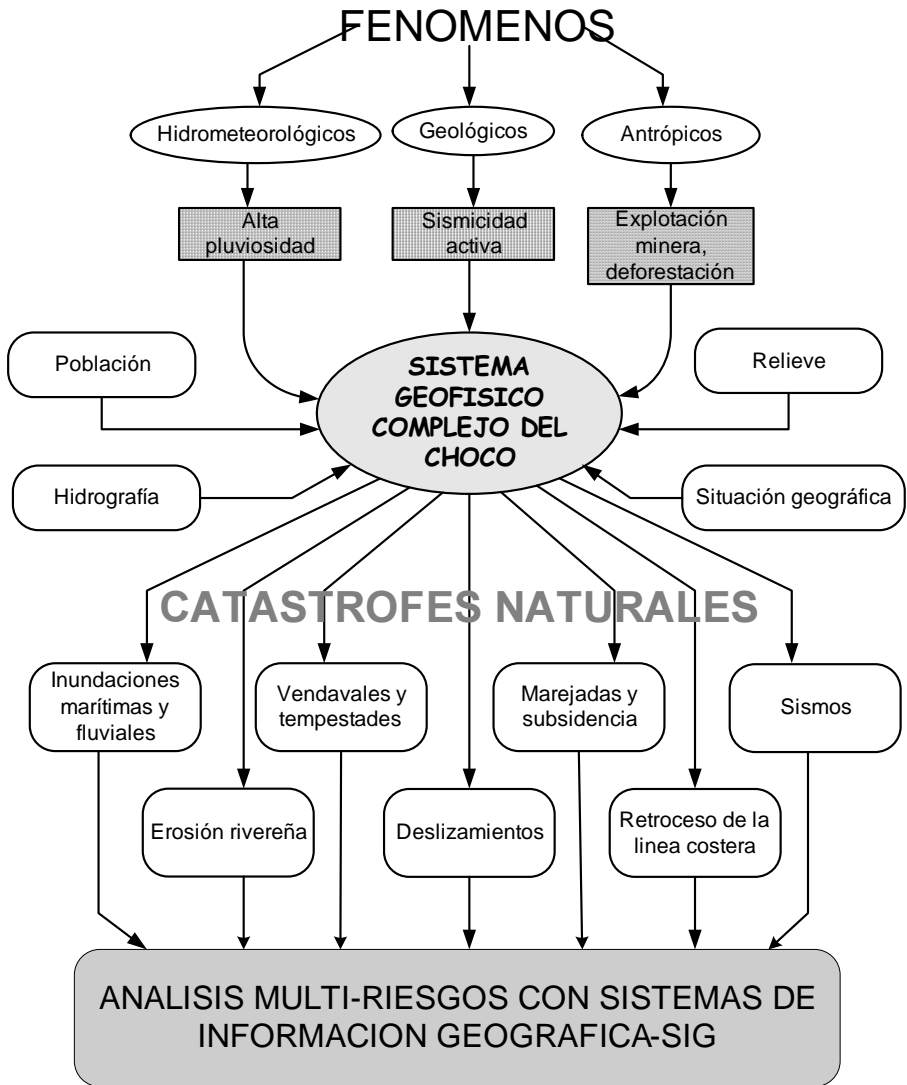
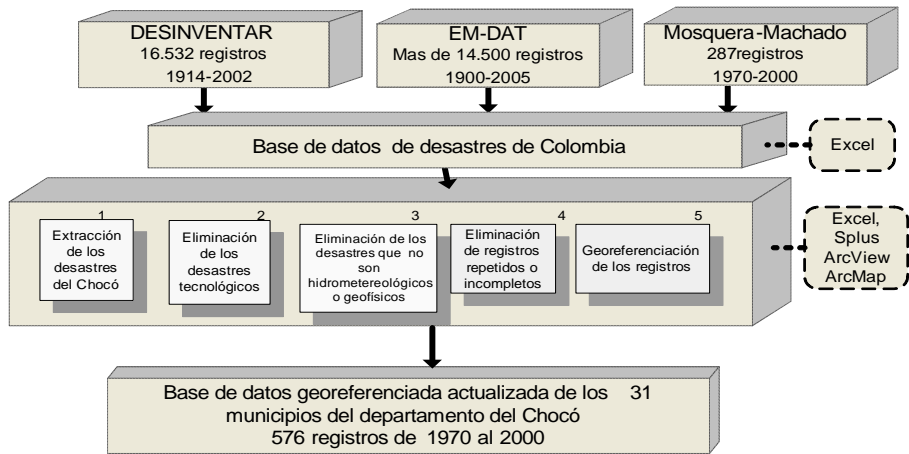
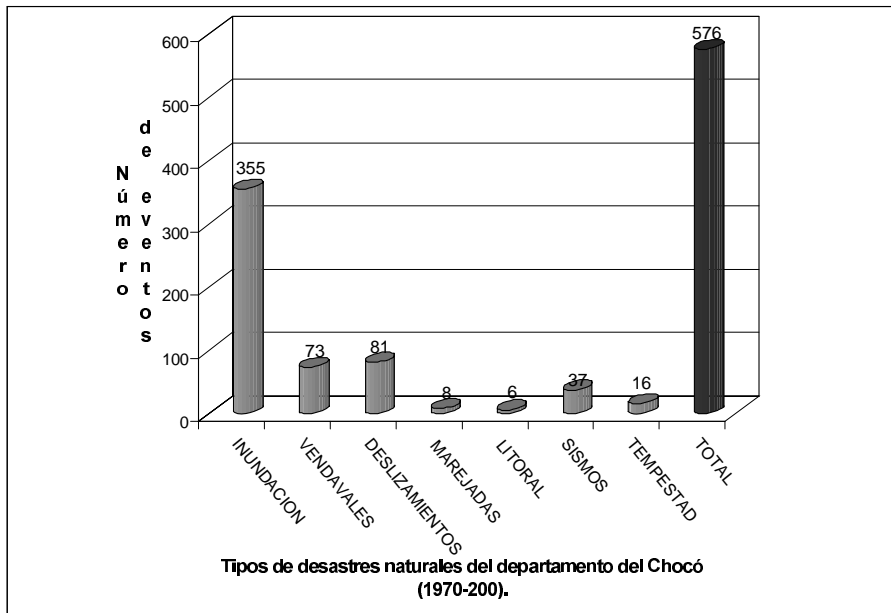


Figura 2. Problemática de los desastres naturales del Departamento del Chocó



**Figura 3.** Diagrama de la creación y procesamiento de la base de datos de los desastres naturales del Chocó.



**Figura 4.** Frecuencia de ocurrencia de desastres naturales por tipo de desastre en el departamento del Chocó

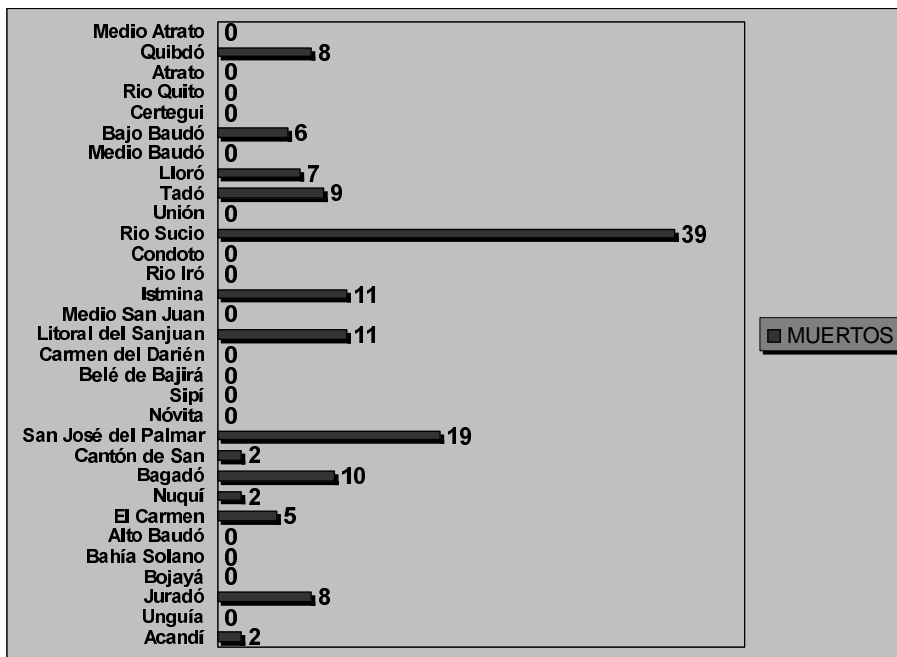


Figura 5. Pérdidas de vidas humanas por desastres en los municipio del Chocó durante el periodo 1970-2000.

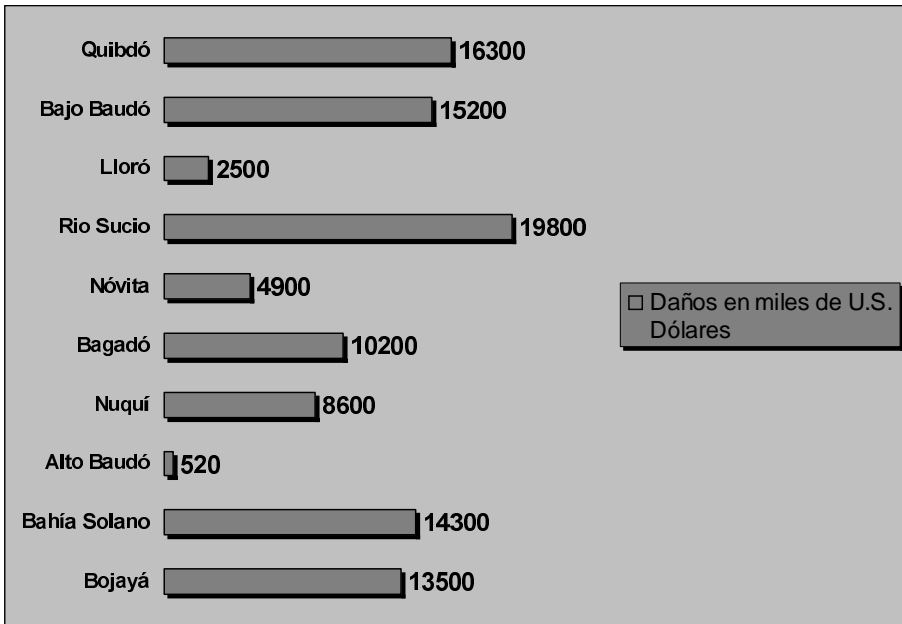


Figura 6. Daños causados por los desastres naturales en diez municipios del Chocó de 1970 al 2000.

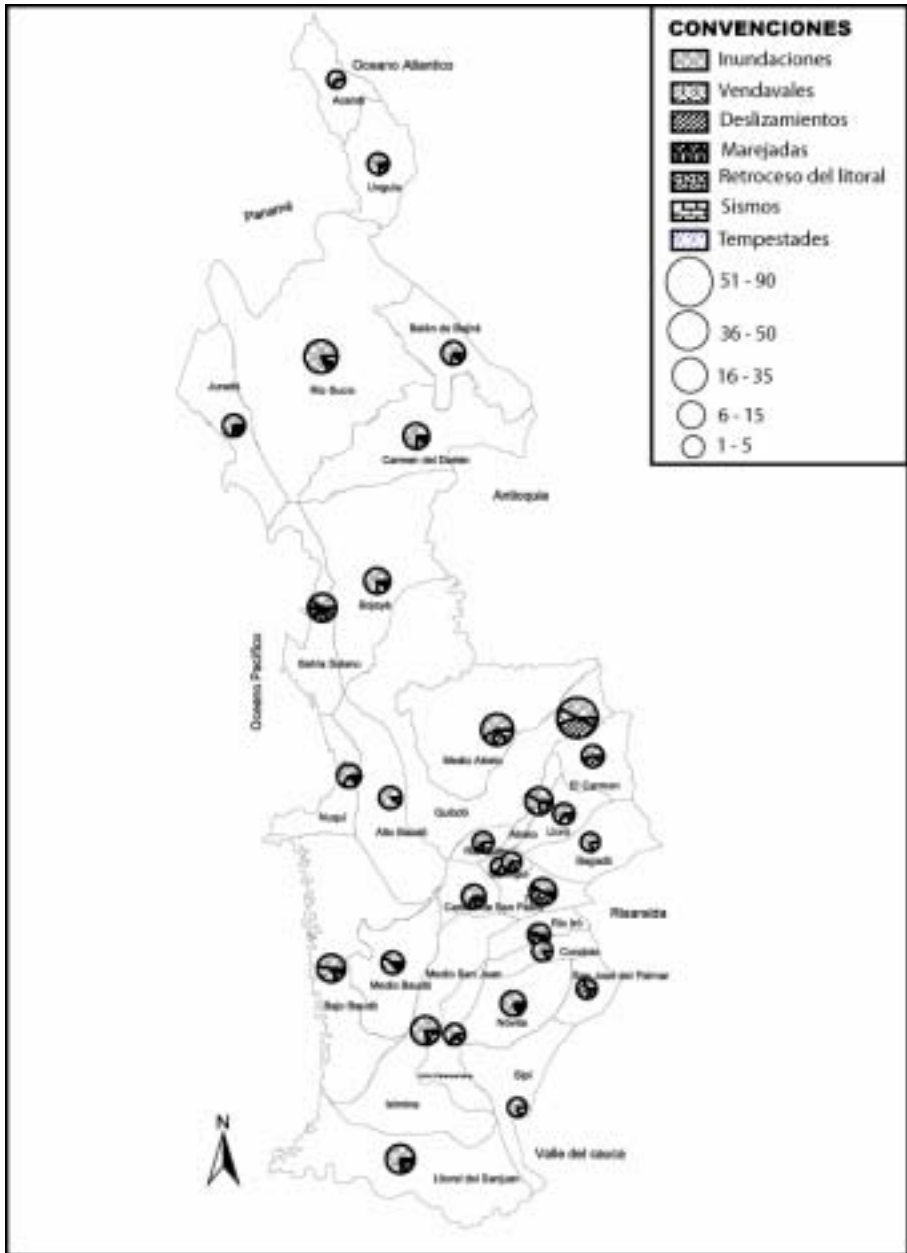


Figura 7. Mapa sintético multiriesgos municipal del departamento del Chocó.

## Referencias

- ABS Consulting. 2003. *Property Risk software*. Disponible en línea en: <http://www.abs-group.com/index.html>.
- ABS Consulting. 2004. *USQUAKE, CATALYST and USWIND risk software*. Disponible en línea en <http://www.abs-group.com/index.html>.
- Alexander, D. E. 1993. *Natural Disasters*. Chapman & Hall, London: UCL press.
- Alexander, D. E. 1995. *A survey of the field of natural hazards and disaster studies*. En Al-Homou, A. S., T. Tubeileh. 1997. An inventory for evaluating hazard and risk assessment of cut slopes in weak rocks along highways. *Bulletin of the International Association of Engineering Geologist* 55: 39-51.
- Bazzurro, P. and C. Cornell. 2004. Ground-Motion Amplification in Nonlinear Soil Sites with Uncertain Properties. *Bulletin of the Seismological Society of America* 94: 2090-2109.
- Case, J.E., Durán, L.G, López A. and Moore, R. 1971. *Tectonic investigations in Western Colombia and Eastern Panamá*. Bull. Geol. Soc. Am. 82: 2685-2711.
- Cossio, U. 1994. *Mapa geológico generalizado del departamento del Chocó. Escala 1:600.000*. Memoria Explicativa. Ingeominas: 7-46.
- Cross, J. A. 2001. Mega cities and small towns: different perspectives on hazard vulnerability, Global Environmental Change Part B. *Environmental Hazards* 3 (2): 63-80.
- Cutter, S. L., J. T. Mitchell, and M. S. Scott (2000) Revealing the vulnerability of people and places: A case study of Georgetown County, South Carolina. *Annals of the Association of American Geographers* 90:713–737.
- Dengler, L. and J. Preuss. 2003. Mitigation Lessons from the July 17, 1998 Papua New Guinea Tsunami. *Pure and Applied Geophysics* 160 (10-11): 2001 – 2031.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas-DANE. 1993. *V censo nacional de la población*.
- Dilley, M., R.S. Chen, U. Deichmann, A.L. Lerner-Lam, M. Arnold, J. Agwe, P. Buys, O. Kjekstad, B. Lyon, and G. Yerman. 2005. *Natural Disaster Hotspots: A Global Risk Analysis*. Washington, D.C: International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank and Columbia University.
- Duque-Caro H 1990. *El bloque del Chocó en el noroccidente colombiano: implicaciones estructurales, tectonoestratigráficas y paleogeográficas*. Bol. Geológico Ingeominas, 31(1): 47-71.
- Durham, K. 2003. Treating the Risks in Cairns. *Natural Hazards* 30 (2): 251– 261.
- Eslava J. A. 1992.. *La precipitación en la región del Pacífico colombiano (Lloró: el sitio más lluvioso del mundo)*. Rev. Zenit, 3: 47–71.
- Eslava J. A. 1994. *Acerca de la distribución espacio-temporal de la precipitación en la región del pacífico Colombiano*. Atmosfera, 22: 71–80.
- EM-DAT. 2005. *The OFDA/CRED International Disaster Database, Universite Catholique de Louvain , Brussels, Belgium*. Disponible en línea en : <http://www.em-dat.net/>.
- ESRI. 1999. *ESRI, ArcView GIS, Version 3.3*. ESRI, Redlands, CA.
- Fell R. (1994) Landslide risk assessment and acceptable risk. *Canadian Geotechnical Journal* 31: 261–272.
- FEMA. 1997. *Multi-Hazard Identification and Risk Assessment: A Cornerstone of the National Mitigation Strategy*. Washington D.C

- FEMA. 2005. *HAZUS multi-hazards loss estimation methodology*. Disponible en: [http://www.esri.com/industries/homelandsecurity/products-services/fema\\_hazus-mh.html](http://www.esri.com/industries/homelandsecurity/products-services/fema_hazus-mh.html).
- Figueroa, S. N., and Nobre C. A. (1990). *Precipitation distribution over central and western tropical South America*. *Climanálise*, **5**: 36–45.
- Hewitt, K. 1997. *Regions at Risk: A Geographical Introduction to Disasters*. Addison Wesley Longman Limited, Harlow, Essex
- Hung, O. 1997. *Some methods of landslide hazard intensity mapping*. *Invited paper*. Proceedings of the Landslide Risk Workshop, R. Fell and D.M. Cruden, Eds., Balkema, Rotterdam: 215-226.
- ISDR 1992. *Modified from: Internationally Agreed Glossary of Basic Terms*. Disponible en: <http://www.unisdr.org/eng/library/lib-terminology-eng.htm>.
- Islam M.M., Sado K. 2000. Flood hazard assessment in Bangladesh using NOAA AVHRR data with geographical information system. *Hydrology Processes* **14** (3): 605–620.
- Kellogg J., Mohriak W., (2001). *Tectonic and geological environment of Coastal South America*. In Seeliger U., Kjerfve B. (eds.). *Ecological Studies*. Coastal Marine Ecosystems of Latin America **144**: 1-16.
- LA RED. 1998. *DesInventar*. Manual del usuario, versión 5.3. 58 p. Disponible en <http://www.desinventar.org/sp/software/desinventar/index.html>
- Mann P., Kolarsky R.A. 1995. *East Panama deformed belt: structure, age, and neotectonic significance*. In Mann, P. (ed). *Geologic and Tectonic development of the Caribbeanplate boundary in Southern Central America*, Geological Society of America, Special Paper, **296**: 11-130.
- Mesa, O. J., Poveda G., and Carvajal L. F. (1997). *Introduction al clima de Colombia*. Universidad Nacional de Colombia, 390 pp.
- Mosquera-Machado, S. C. (2002) *Analyse multi-aléas et risques naturels dans le département du Chocó (nord-ouest de la Colombie)*, Doctoral Dissertation, Section Sciences de la Terre, Université de Geneve in Terre & Environnement. Vol 37, Geneva, 159 pp.
- OSSO 2002. Base de datos de desastres 1914–2002, DesInventar Colombia. Obtenida de la RED en julio del 2005 en: <http://www.desinventar.org>
- Pearce L. (2003) Disaster Management and Community Planning, and Public Participation: How to Achieve Sustainable Hazard Mitigation. *Natural Hazards* **28** (2 – 3): 211 – 228.
- Pettley, D. N. (1998) Geomorphological mapping for hazards assessment in a neotectonic terrain. *Geographical Journal* **164** (7): 183-201.
- Poveda G., Mesa O. J. 2000. On the existence of Lloró (the rainiest locality on Earth): Enhanced ocean–land–atmosphere interaction by a low-level jet. *Geophysical Research Letters*, **27**: 1675–1678.
- Risk Engineering, Inc 2004. *ST-Risk and ALLRISK software package*. Disponible en línea en: <http://www.riskeng.com/SoftwareHTML/software.html>.
- Risk Management Solutions. 2003. *RiskLink-DLM*. Disponible en línea en: <http://www.rms.com/Catastrophe/Software/DLM.asp>.
- Smith, K. 1996. *Environmental Hazards, Assessing Risk and Reducing Disasters*. London, New York: Routledge.
- Trenkamp R., Kellogg J., Freymueller, Mora H. (2002). *Wide Plate margin deformation, southern Central America and Northwestern South America, CASA GPS observatios*, *Journal of South American Earth Sciences* **15**: 157-171.

*Silvia del Carmen Mosquera Machado*

United Nation Development Programme-UNDP. (2004) *Reducing Disaster Risk: A Challenge for Development*. New York: United Nations Development Programme, Bureau for Crisis Prevention and Recovery.146 pp.

UNDRO. 1982. *Natural Disasters and Vulnerability Analysis*. Office of the United Nations Disasters Relief Coordinator. Geneva, Switzerland.

United Nation Development Programme-UNDP. (2004) *Reducing Disaster Risk: A Challenge for Development*. New York: United Nations Development Programme, Bureau for Crisis Prevention and Recovery.146 pp.

Recibido: agosto, 2005

Aceptado: noviembre, 2005