

Las TIC en la prevención de desastres naturales

Javier de Pedro Carracedo

Resumen—En los últimos años diversos testimonios evidencian el papel de Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) en la prevención de los desastres naturales. Sin embargo, los países más pobres se muestran especialmente vulnerables al impacto de las catástrofes, debido al panorama económico que vienen padeciendo desde hace tiempo. En este sentido, el compromiso de los diferentes gobiernos, con la asistencia de organismos internacionales, debiera dirigirse a potenciar el uso de las tecnologías, en aras de un desarrollo sostenible encaminado a mejorar las condiciones de vida de la población afectada.

Palabras Clave—TIC, desastres naturales, prevención, educación, compromiso, desarrollo sostenible.

I. INTRODUCCIÓN

LOS desastres naturales, junto con los motivados por la acción del hombre, contribuyen hoy en día al deterioro del desarrollo sostenible. Cerca del 75 % de la población mundial se encuentra en situación de riesgo ante desastres provocados por fenómenos naturales. Las estimaciones mundiales apuntan a que el crecimiento urbano, la degradación ambiental y el calentamiento global amplificarán el impacto de las catástrofes naturales. La pérdida de vidas humanas, la destrucción de medios de subsistencia y la devastación de áreas naturales son algunas de las secuelas que se revelan en aquellos países con alto índice de huracanes, terremotos o conflictos bélicos. Es más, las regiones más desfavorecidas se muestran especialmente vulnerables a este tipo de situaciones.

Las cifras resultan estremecedoras. En 2007, únicamente los desastres naturales afectaron a más de 200 millones de personas y provocaron la muerte de más de 17.000 seres humanos. Las pérdidas económicas ascendieron a 88 billones de dólares [1].

El acceso a la información es esencial en todas las fases derivadas de una emergencia. En el caso concreto de grandes catástrofes, el acceso a la información es tan importante como la disponibilidad de agua potable, alimentos o albergues, y resulta trascendental si lo que se pretende es salvar vidas.

Por lo tanto, las oportunidades que brindan las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) dan cumplida respuesta a las necesidades de información que requieren las situaciones de emergencia (víctimas, equipos de emergencia, organizaciones humanitarias, administraciones públicas, etc.). En particular, la telefonía móvil proporciona un inmenso potencial en aquellas regiones más desprotegidas, donde su índice de penetración ha crecido exponencialmente en los últimos años [2]. En cualquier caso, ante situaciones críticas el despliegue de estas redes fortalece la eficacia de los protocolos de actuación.

Las nuevas tecnologías se manifiestan antes, durante y después de las catástrofes, lo que resulta especialmente favorable para el auxilio de vidas humanas. De hecho, el éxito de las tareas de rescate depende en gran medida de la disponibilidad de información actualizada sobre el desarrollo de la situación.

Es cierto que muchas veces los daños ocasionados por los desastres naturales afectan a las redes de telecomunicaciones terrestres, si bien las comunicaciones por satélite, incluso las redes inalámbricas, garantizan la continuidad de las transmisiones.

Finalmente, Internet y los SMS móviles conforman el escenario ideal para las aportaciones económicas y/o artículos de primera necesidad, destinados a los damnificados por alguna catástrofe, dado que los ciudadanos solidarios pueden responder rápida y eficazmente.

Este artículo revisa las principales posibilidades que brindan las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) ante situaciones caóticas derivadas de los desastres naturales en las regiones centroamericanas.

II. CAPACIDAD DE LA POBLACIÓN ANTE EMERGENCIAS

Una adecuada educación ciudadana fomenta la capacidad de respuesta de la población a situaciones de emergencia, durante y después de la contingencia. En la Conferencia Mundial de Reducción de Desastres, celebrada en Kobe (Japón) en 2005, bajo el patrocinio del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), y en la que se adoptó el Marco de Hyogo, la Comunidad Internacional acordó colaborar en el desarrollo de líneas de acción para la reducción de riesgos naturales, en el Marco del Plan de Desarrollo Sostenible de Johannesburgo, como condición esencial para alcanzar los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) [3].

En el contexto centroamericano, los diferentes gobiernos se comprometieron a potenciar la prevención de desastres naturales, iniciando un plan conjunto que contemplara, entre otros puntos, la creación de portales web de carácter informativo orientados a la formación ciudadana. Como consecuencia de esto nació el Centro de Coordinación para la Prevención de Desastres Naturales en América Central (CEPREDENAC) [4], con el que se espera dar un fuerte impulso al Programa Regional de Reducción de Desastres (PRRD).

Del mismo modo, se han impulsado iniciativas educativas con objeto de iniciar a los más jóvenes en la prevención y conducta ante situaciones de emergencia. En estos casos, predominan especialmente los juegos *online*, accesibles desde Internet o telefonía móvil, despertándose el doble propósito de educar y distraer. Así, en marzo de 2007, la Oficina para la Reducción de Desastres de Naciones Unidas presentó un videojuego [5], dirigido a niños con edades comprendidas entre 9 y 16 años, que instruye cómo reducir el impacto de los

desastres naturales. Cada jugador dispone de un presupuesto inicial destinado a la construcción de hospitales o viviendas, lo suficientemente sólidas como para salvaguardar la integridad física de la población. Cuantas más vidas se salven, más puntos se embolsa. Actualmente, el juego está disponible en cinco idiomas, incluido el español, y está prevista una edición especial en DVD.

Patrocinado por Telefónica Móviles España, el juego de Movistar Play Pack para telefonía móvil *Emergencia 112* [6], diseñado por la empresa Área de Intervención, fue presentado en 2006 durante la firma de un convenio concertado entre Telefónica y la ONG Protégeles, para impulsar un programa formativo, dirigido a escolares, sobre el funcionamiento y el uso adecuado de la telefonía móvil, además de su utilidad como herramienta educativa. La campaña se desarrolló en el curso escolar 2006-2007, con la participación de unos 20.000 adolescentes, de edades comprendidas entre 13 y 21 años. El protagonista del juego se llama Lucas, un joven que, a lo largo de un periplo por su ciudad, tiene que hacer frente a diversas situaciones de emergencia, intentando mantener las constantes vitales de heridos, realizar un diagnóstico, comprobar la consciencia, la respiración o el pulso. Asimismo, debe realizar distintas operaciones como un boca a boca, un masaje cardiaco o buscar un desfibrilador. En definitiva, salvar nuevamente vidas humanas.

III. DETECCIÓN DE DESASTRES NATURALES

La observación de la Tierra desvela perturbaciones ambientales que, en algunas ocasiones, evidencian la proximidad de un fenómeno meteorológico extremo u otro tipo de contratiempos especialmente perniciosos para el entorno y población circundantes. En estos casos, resulta imprescindible disponer de la mayor información posible en tiempo real, de forma que puedan adoptarse las decisiones oportunas en aras de emprender perentoriamente los protocolos de actuación, encaminados a la aplicación de los mecanismos de advertencia a la población afectada, reduciéndose los posibles daños colaterales.

Los sistemas de alerta temprana son reconocidos mundialmente como elementos esenciales en la reducción efectiva de riesgos ante contingencias; en lo que respecta a la predicción de fenómenos meteorológicos y geológicos extremos, los satélites desempeñan un papel preponderante.

Entre las tecnologías más punteras en la detección de los fenómenos meteorológicos frecuentes en Centroamérica sobresalen:

- **Huracanes:** el radar meteorológico comprende la tecnología más moderna e idónea para el seguimiento de los huracanes, tanto en lo que se refiere a lluvias intensas, directas o indirectas, como en lo referente a vientos severos. El radar meteorológico constituye una tecnología de observación y estimación a distancia, con un alcance en torno a los 500 kilómetros; suele instalarse en un emplazamiento intermedio entre la tecnología de detección por satélite y las mediciones automatizadas de lluvia y caudales hidrológicos. Desgraciadamente, aún no ha sido posible dotar a los Servicios Meteorológicos Centroamericanos con tecnología de radar [7].

- **Erupciones volcánicas:** la Agencia Espacial Europea (ESA) lanzó en marzo de 2002 el satélite Envisat, con capacidad para detectar abombamientos del terreno inferiores al milímetro; adicionalmente, localiza la presencia de gases como el dióxido de azufre, síntoma inequívoco de una erupción inminente. Sin embargo, el satélite Envisat, ideado para analizar todos los puntos de la Tierra, invierte quince días en pasar por el mismo punto, en la mayoría de las ocasiones insuficiente desde una expectativa previsoras [8]. De ahí que la mayoría de los países centroamericanos expuestos a erupciones volcánicas complementen los datos proporcionados por el satélite Envisat con labores de campo, como la instalación de cámaras web para monitorización visual de los volcanes, entre otras alternativas.
- **Movimientos sísmicos e incendios forestales:** la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA) inauguró en 2005, en el marco del proyecto denominado Sistema Regional Mesoamericano de Visualización y Observación, un sistema de observación climática en el Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe (CATHALAC) [9], en la antigua base militar estadounidense Clayton, a orillas del canal de Panamá, cuya finalidad es detectar tormentas tropicales, movimientos sísmicos e incendios forestales en México y Centroamérica. El centro recolecta, archiva, procesa y distribuye la información procedente del nodo principal, emplazado en el Marshall Space Flight Center de la NASA (Alabama). Científicos, ingenieros y otros profesionales disponen gratuitamente de la información capturada por los satélites, a través de un conjunto de herramientas software, publicadas en un portal web [10]. En el ámbito centroamericano, el Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe (CATHALAC) lleva varios años organizando programas de formación, orientados a la profesionalización del sector medioambiental, fundamentalmente en todo lo concerniente a la prevención y gestión de desastres naturales.
- **Inundaciones:** la guía para crecidas por inundaciones repentinas en Centroamérica, desarrollada por el Centro de Investigaciones Hidrológicas de San Diego (California), en colaboración con los gobiernos de los países centroamericanos, permite detectar, con varias horas de antelación (1-12 horas), las cuencas hidrográficas en peligro de inundación ante fenómenos hidrometeorológicos extremos. Las imágenes procedentes del satélite geostacionario GOES, con una resolución espacial de 100 a 300 km², posibilitan la estimación del volumen de lluvia previsto, basándose únicamente en la temperatura de las nubes. De esta forma, resulta factible conocer en tiempo real la distribución geográfica de las precipitaciones [11].

El Sistema de Alerta Temprana para Centroamérica (SATCA) nace fundamentalmente con el propósito de reforzar la capacidad de anticipación ante posibles amenazas naturales en Centroamérica, intensificándose así la respuesta humanitaria. A través de una plataforma web, SATCAweb [12], se centralizan diversos sistemas de alerta temprana en la región cen-

troamericana, capaces de monitorizar las amenazas naturales más frecuentes de la región. SATCAweb responde a varias de las observaciones y recomendaciones que la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (EIRD) subraya en el informe global, [Investigación Global sobre Sistemas de Alerta Temprana](#), presentado en la Tercera Conferencia Internacional Sobre Alerta Temprana, celebrada en Bonn (Alemania), entre los días 27 y 29 de marzo de 2006.

IV. ALERTANDO A LA POBLACIÓN

La detección temprana de los desastres naturales resulta insuficiente si no se informa rápidamente a la población de la situación de alerta. En este sentido, las infraestructuras de comunicaciones resultan prioritarias en la planificación de la respuesta ante riesgo de desastres naturales. Los sistemas de aviso telefónico masivo a la población comprenden una solución en aquellas situaciones que requieren una rápida respuesta. Desgraciadamente, la región centroamericana adolece de una red telefónica terrestre robusta. Es más, la mayor parte de la población centroamericana carece de servicio telefónico, por escasez de recursos o por insuficiencia de la red, lo que impide avisar de forma colectiva a los ciudadanos afectados. Sin embargo, los elevados índices de utilización de la telefonía móvil han impulsado la definición de sistemas de alerta mediante mensajes SMS o *emails*, como el Sistema Avanzado para la Difusión de Alertas Oficiales, auspiciado por el gobierno de El Salvador [13].

Los teléfonos de coordinación de emergencias centralizan las llamadas de los ciudadanos, víctimas o testigos de alguna situación de emergencia, al igual que regulan la intervención de los cuerpos y fuerzas de seguridad de los diferentes gobiernos centroamericanos (policía, bomberos, equipos de asistencia sanitaria, etc.). Tradicionalmente operaban por voz, por lo que aquellas personas con discapacidad auditiva o de lenguaje no podían solicitar por sí mismos la atención de los equipos de emergencia. Actualmente, las posibilidades que brinda el servicio de mensajería SMS garantizan la accesibilidad de personas con algún tipo de discapacidad.

V. INFORMACIÓN EN TIEMPO REAL

Una vez conocida la existencia de una emergencia, Internet se convierte en el medio del que muchos ciudadanos se sirven para consultar la gravedad de la situación.

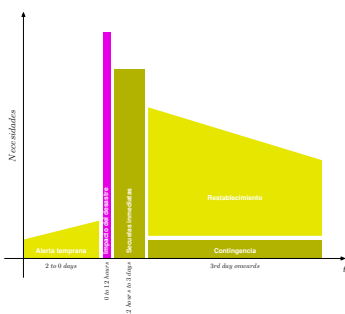


Figura 1. Necesidades de comunicación en las fases de una catástrofe

Con el tiempo proliferan más portales web en la red con información *online* sobre las emergencias más relevantes a nivel mundial. Entre ellos, cabe destacar *Alertmap*, una iniciativa húngara promovida por RSOE Emergency and Disaster Information Services (EDIS) [14]. *Alertmap* constituye una web que, de forma interactiva y sobre un mapamundi, documenta en tiempo real las emergencias más significativas del planeta, gracias a los datos procedentes de una amplia red de sismógrafos y detectores de desastres, diseminados por todo el globo. Sobre el mapa pueden consultarse terremotos, accidentes industriales, huracanes y tifones, propagaciones de epidemias, inundaciones, volcanes en alerta, explosiones accidentales, grandes accidentes de tráfico, incendios forestales, incluso naufragios. No cabe duda que esta herramienta es de gran ayuda para especialistas en emergencias humanitarias.

En los instantes posteriores a una tragedia, el número de llamadas telefónicas crece exponencialmente, sobre todo las cursadas a móviles. Los familiares sienten la necesidad imperiosa de contactar con los afectados para tener información de primera mano sobre lo que está aconteciendo y confirmar su estado de salud o sus circunstancias personales. La Figura 1 ilustra gráficamente el comportamiento de las necesidades de comunicación antes, durante y después de una catástrofe [15]. En ocasiones, los afectados recaban testimonios gráficos en tiempo real sobre los desastres naturales, a través de las cámaras digitales integradas en los teléfonos móviles. Muchos de los vídeos y fotos reunidos son entonces remitidos por correo electrónico para su posterior difusión en los medios de comunicación.

Los desastres naturales suelen afectar a las infraestructuras básicas de las comunidades devastadas. Inundaciones o huracanes originan cortes en el suministro eléctrico, roturas en el cableado y caídas de torres o postes, por lo que es frecuente la interrupción momentánea de los servicios de telefonía fija y móvil, así como el acceso a Internet. De hecho, con el paso del huracán Mitch en 1998, sólo en Honduras quedaron temporalmente fuera de servicio 26.341 líneas telefónicas, de un total de 237.291 líneas, lo que supuso unas pérdidas económicas estimadas en 48 millones de dólares [16]. Sin embargo, las redes móviles, en comparación a las redes de telefonía fija, presentan una mayor capacidad de recuperación –desde unas pocas horas a varios días– en caso de daños derivados de los desastres naturales, si bien una utilización intensiva del teléfono móvil durante una emergencia puede desencadenar congestión en la red; de ahí que los operadores recomienden el uso de mensajes SMS en vez de las tradicionales llamadas de voz, dado el menor consumo de recursos. De este modo, las comunicaciones entre los servicios de emergencia no se ven afectadas. En este sentido, Ericsson, dentro del programa Ericsson Response, pone al servicio de las organizaciones de ayuda humanitaria redes de comunicaciones móviles para mejorar la coordinación de las actuaciones de respuesta ante desastres naturales [17].

VI. DISPONIBILIDAD DE LAS TELECOMUNICACIONES

La suspensión temporal de las telecomunicaciones terrestres se manifiesta cuando resulta más indispensable, dada la estructura compleja que interviene en las operaciones de rescate

(organizaciones humanitarias, equipos sanitarios, gobiernos, etc.). En este sentido, los satélites responden de forma decisiva en los momentos más críticos de una catástrofe, fundamentalmente en aquellas áreas geográficas carentes de redes de telecomunicaciones terrestres operativas. Así, en junio de 2007 la Unión Internacional de Telecomunicaciones firmó un acuerdo con ICO Global Communications y el Commonwealth Business Council, con objeto de impulsar la utilización de las comunicaciones por satélite para mejorar la respuesta mundial ante las catástrofes naturales [18].

Las tecnologías inalámbricas (Wi-Fi, Wimax) se perfilan también como soluciones tecnológicas a las necesidades temporales de comunicación en aquellas zonas afectadas por los desastres naturales. De hecho, Ericsson ha desarrollado un sistema, denominado WIDER (Wireless LAN In Disaster Emergency Response), que permite implantar puntos de conexión entre las diferentes agencias desplegadas en las zonas afectadas, mediante la utilización de tecnología inalámbrica. Este sistema, cedido a la Oficina para los Asuntos de Coordinación Humanitaria (OCHA) de las Naciones Unidas, actúa de soporte a las redes fija, vía radio y por satélite utilizadas por las organizaciones de ayuda humanitaria [19].

Las operaciones de rescate en áreas de difícil acceso (túneles, oquedades tras derrumbes, etc.) no pueden subordinarse a una infraestructura de comunicaciones convencional. Para este particular se han propuesto nuevas tecnologías inalámbricas, tecnologías *Ad hoc*, capaces de cursar comunicaciones subterráneas en situaciones de emergencia. Entre ellas, mencionar el sistema TEDRA (Through Earth Digital Radio Appliance). Éste comprende un modelo de comunicaciones basado en tecnología inalámbrica digital, apto para la transmisión de voz en entornos subterráneos o aislados; mediante la tecnología de inyección de corriente, se emite una señal amplificada a través de dos electrodos incrustados en la roca [20].

VII. COORDINACIÓN Y ACTUACIÓN

Con posterioridad a una catástrofe natural, los satélites pueden aportar información exacta de las áreas afectadas, lo que resulta crucial en las tareas de rescate y reconstrucción. En este sentido, el grupo de electrónica japonés Mitsubishi Electric, el operador de telecomunicaciones móviles NTT DoCoMo y la empresa informática Pasco han creado un sistema que permite guiar a los servicios de rescate en catástrofes naturales, gracias a la confección de mapas 3D y su posterior transmisión a terminales móviles vía satélite. El sistema compara las condiciones del terreno previas al desastre con las manifestadas tras la catástrofe, lo que permite dirigir con seguridad las operaciones de rescate en casos de deslizamientos del terreno, edificios desplomados, etc. La Carta Internacional sobre el Espacio y las Grandes Catástrofes comprende una iniciativa, avalada por diversas agencias espaciales de todo el mundo, que promueve la difusión gratuita de datos procedentes de satélites, en caso de desastres. Uno de los más recientes testimonios de su operatividad se remonta a mayo de 2007. Tras unas tremendas inundaciones en Uruguay, que desencadenaron la evacuación de 12.000 personas, los miembros de la Carta suministraron imágenes por satélite con información clave acerca de las áreas damnificadas [21].

En muchas ocasiones, los desastres naturales comportan el desplazamiento de miles de personas hacia lugares más seguros. En la localización y seguimiento de los refugiados también participan las imágenes de alta resolución proporcionadas por los satélites. Un aspecto de vital importancia para las organizaciones de ayuda humanitaria lo constituye el emplazamiento de los campamentos. Así, en 2005 comenzaron a establecerse aplicaciones espaciales encaminadas a la detección de masas de agua subterránea, y de este modo determinar la ubicación más propicia de los campamentos de refugiados [22].

Las necesidades materiales y humanas, derivadas de los desastres naturales, habitualmente son canalizadas a través de organizaciones no gubernamentales. En los últimos años se ha experimentado un fuerte crecimiento de las donaciones económicas materializadas a través de Internet, en un intento, por parte de ciudadanos solidarios, de contribuir eficazmente al bienestar de la población afectada. Las nuevas tecnologías permiten establecer nuevos canales de cooperación entre las víctimas y los potenciales donantes, acomodando las ayudas a las verdaderas necesidades suscitadas en situaciones de emergencia. Es más, dos estudiantes norteamericanos de la Universidad de Berkeley, California, han desarrollado un sistema P2P, llamado *iCare*, que posibilita vía web el contacto directo entre las víctimas de los desastres naturales y aquellos ciudadanos que quieran satisfacer sus necesidades concretas. Con este sistema, las víctimas pueden recibir, en ausencia de intermediarios, la ayuda precisa que requieren en los instantes posteriores a la tragedia, lo que dota de transparencia y agilidad al restablecimiento de las condiciones de vida de los damnificados [23].

VIII. LA IMPORTANCIA DE LA TECNOLOGÍA

En la última década las TIC han contribuido espectacularmente a la detección y prevención de los desastres naturales, cooperando activamente en la coordinación y gestión de la ayuda humanitaria. Por desgracia, no todos los países, como la inmensa mayoría de los países centroamericanos, cuentan con los suficientes recursos económicos como para beneficiarse de los privilegios que comporta la tecnología. Las zonas aisladas o de extrema pobreza ni siquiera disponen de la infraestructura básica de comunicaciones, por lo que su grado de exposición a las consecuencias sociales y económicas derivadas de las catástrofes resulta de incalculable trascendencia. La expansión de la telefonía móvil en los países en vías de desarrollo, y que continuará previsiblemente en un futuro próximo, será determinante en la respuesta de estos países frente a las catástrofes naturales.

La tecnología del pronóstico y conocimiento de las amenazas naturales no tiene precedentes, y a pesar de ello la reducción del riesgo retrocede inexorablemente. De hecho, según datos facilitados por las Naciones Unidas, se estima que para 2050 las pérdidas económicas derivadas de los desastres naturales ascenderán a 300.000 millones de dólares, con un balance de 100.000 víctimas mortales anuales [24]. Los fundamentos de esta paradoja se enclavan en los modelos de desarrollo actuales, en los que el ritmo de depredación de los recursos naturales no garantiza un crecimiento sostenible. Bajo

estas apreciaciones, el riesgo de desastres naturales constituye un proceso acumulativo en el que se combinan las amenazas naturales con factores económicos, sociales, antropológicos, culturales, políticos y administrativos. Los programas económicos de los países centroamericanos desatienden los aspectos sociales y medioambientales derivados de sus acciones, lo que comporta la aparición de planes inadecuados de desarrollo. A todo esto debe sumársele la distribución desigual de la riqueza, la falta de oportunidades, patrones de asentamientos inapropiados en zonas de alto riesgo, la desenfrenada e improvisada urbanización, la degradación ambiental, la carencia de recursos humanos, técnicos y materiales de las sociedades afectadas, la ausencia de capacidad de respuesta de las autoridades y comunidades ante situaciones de riesgo por desastres naturales, etc.

La presencia de la ayuda humanitaria ha crecido sustancialmente en los últimos años, a diferencia de la asistencia al desarrollo [25]. Las acciones emprendidas por la comunidad internacional siguen estando dominadas por la asistencia humanitaria y la gestión de las emergencias, no así la prevención; quizás sirvan para paliar la mala conciencia y así ganar credibilidad ante la opinión pública. Diversos científicos de todo el mundo coinciden en que el desarrollo del potencial tecnológico de los países más pobres puede reducir el impacto de los desastres naturales. Mientras las naciones más ricas prometen miles de millones de dólares para ayudar a las víctimas de los desastres naturales, miembros de las Naciones Unidas advierten del peligro que supone ignorar la importancia de la ciencia y tecnología. Según palabras de Lord May, presidente electo de la Real Academia Nacional Británica de Ciencia, el esfuerzo económico que comporta el desarrollo del potencial científico y tecnológico de los países en vías de desarrollo constituye una inversión para prevenir los peores efectos de las enfermedades y desastres naturales. La carencia de asesoramiento científico a los gobiernos y a las organizaciones internacionales se convierte en una barrera que impide abordar los problemas de los países en desarrollo.

El déficit de inversión en el desarrollo de la ciencia y tecnología puede representar una seria amenaza para alcanzar las Metas de Desarrollo del Milenio, acordadas internacionalmente, destinadas a aliviar la pobreza y mejorar la calidad de vida de la población presente en los países en vías de desarrollo [26]. Los países desarrollados deben reflexionar sobre el precio de invertir en la capacidad científica y tecnológica de los países en vías de desarrollo para prevenir los impactos de los desastres naturales, en comparación a las elevadísimas partidas presupuestarias derivadas de las acciones emprendidas con objeto de paliar las devastadoras consecuencias de las catástrofes.

IX. CONCLUSIONES

El presente estudio pone de manifiesto los retos a los que se enfrenta la sociedad actual en todo lo concerniente a la prevención de los desastres naturales. Las TIC muestran todo su potencial, pero resultan insuficientes sin la contribución de otros múltiples actores. La lucha contra los desastres naturales significa un compromiso serio, puesto que están en juego la

vida y los medios de subsistencia de un sector importante de la población mundial. Es responsabilidad de los gobiernos integrar la reducción del riesgo en las políticas públicas, asignando competencias y recursos al ámbito local, donde se materializan las medidas adoptadas para hacer frente a las amenazas naturales.

Experiencias previas demuestran cómo una adecuada preparación de la población permite prevenir, mitigar e incluso reducir los riesgos. En este sentido, la reconstrucción debe considerarse una auténtica oportunidad, pues supone el mejor momento para introducir la reducción del riesgo en la planificación del desarrollo sostenible, promoviendo políticas proactivas y permanentes dirigidas a la consolidación de sociedades más seguras. Deben fortalecerse las capacidades de los actores clave del desarrollo local y las comunidades afectadas, al igual que mejorarse la calidad de vida, la reducción de la pobreza y la creación de empleos dignos, garantizándose en todo momento la seguridad de los bienes, los medios de subsistencia y especialmente la integridad física de la población.

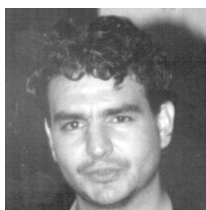
Ningún esfuerzo, por imposible que parezca, es lo suficientemente desmedido si su propósito no es otro que evitar catástrofes humanas, estableciéndose una auténtica cadencia entre las sociedades y la Naturaleza.

Una sociedad es segura cuando además de vivir en la tierra, ha aprendido a vivir con ella. Las estrategias de reducción de riesgos de desastres tendrán éxito cuando los gobiernos y la ciudadanía comprendan que los desastres son más que un hecho fortuito, que constituye una falta de previsión de su parte y demuestra su propia negligencia. [27]

REFERENCIAS

- [1] Scheuren, J., le Polain, O., Below, R., Guha-Sapir, D. and Ponslerre, S., *Annual disaster statistical review: numbers and trends 2007*, Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED); United Nations International Strategy for Disaster Reduction Secretariat (UNISDR); Université Catholique de Louvain. Ecole de Santé Publique (UCL), 2008.
- [2] Porter, Michael E. and Schwab, K., *The Global Competitiveness Report 2008-2009*, WORLD ECONOMIC FORUM, 2008.
- [3] Marcos Ramos, Á., Mier Hernández, A. and González Galán, J. M., *Plan de Acción para la Prevención de Desastres y Reducción de la Vulnerabilidad Ecológica*, Programa de Cooperación Regional con Centroamérica, 2007.
- [4] Centro de Coordinación para la Prevención de Desastres Naturales en América Central (CEPRENAC).
[Website] <http://www.sica.int/ceprenac/resena.aspx>
- [5] Estrategia Internacional para la Reducción de los Desastres, de las Naciones Unidas, *Juego de simulación: STOP DISASTERS!*, created by ©Playerthree and UNISDR.
[Website] <http://www.stopdisastersgame.org>
- [6] Movistar Play Pack, *Juego sobre emergencias sanitarias y primeros auxilios: EMERGENCIA 112*, created by ©Área de Intervención.
[Website] <http://www.emergencia112.com>
- [7] Zárata Hernández, E., *Una visión hidrometeorológica inspirada en el huracán STAN*, Comité Regional de Recursos Hidráulicos del Sistema de Integración Centroamericana, Boletín informativo, octubre de 2005.
- [8] Lebègue, G., (trad. Robert J. Amral), *Envisat-1: Going Green!*, in *Revue aérospatiale*, n°95, February 1993.
[Website] <http://envisat.esa.int/>

- [9] Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe (CATHALAC). Organismo internacional establecido en 1992.
[Website] <http://www.cathalac.org>
- [10] Herramienta de visualización para Mesoamérica, *SERVIR-VIZ 3D*, created by The Institute for the Application of Geospatial Technology (IAGT).
[Website] <http://www.servir.net>
- [11] Georgakakos, K.P., *Analytical Results for Operational Flash Flood Guidance*, Journal of Hydrology, 317, pp. 81-103, 2006.
- [12] Sistema de Alerta Temprana para Centroamérica, *SATCAweb*, Proyecto de Gestión de Riesgo y Alerta Temprana impulsado por el Programa Mundial de Alimentos de las Naciones Unidas.
[Website] <http://www.satcaweb.org>
- [13] Sistema Avanzado para la Difusión de Alertas Oficiales (SADA), Protección Civil del Ministerio de Gobernación de El Salvador.
[Website] <http://www.gobernacion.gob.sv/eGobierno/>
- [14] Havaría Information Service, *Alertmap*, RSOE Emergency and Disaster Information Services (EDIS).
[Website] <http://hisz.rsoc.hu/alertmap/>
- [15] GSM™ Association, *The role of mobiles in disasters and emergencies*, December 2005.
- [16] CEPAL, *Honduras: Evaluación de los daños ocasionados por el huracán Mitch. Sus implicaciones para el desarrollo económico, social y el medio ambiente*, Documento 11026, 1999.
- [17] ERICSSON, *Ericsson Response Program*, Iniciativa vigente desde 2001.
[Website] http://www.ericsson.com/ericsson/corporate_responsibility/...
- [18] UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES, *Despliegue de comunicaciones por satélite para mejorar la respuesta mundial a las catástrofes*, June 2007.
[Website] http://www.itu.int/newsroom/press_releases/2007/15-es.html
- [19] ERICSSON, *Corporate Responsibility Report 2007*, Informes de Responsabilidad Corporativa 2007.
[Website] http://www.ericsson.com/es/ericsson/rsc/memoria_rsc.shtml
- [20] Rosas, F., *TEDRA: Comunicaciones inalámbricas en entornos subterráneos*, ©Siemens S.A. 2007.
[Online available] <http://www.telefonica.net/web2/...>
- [21] Chinese Space Agency Joins International Charter, *Space and Major Disasters*, 2007.
[Website] <http://www.esa.int/esaEO/...>
- [22] Naciones Unidas: Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre, *Soluciones espaciales a los problemas del mundo*, December 2006.
[Website] <http://www.uncosa.unvienna.org/pdf/reports/IAM2006S.pdf>
- [23] Kulkarni, A. P. and Bitton, E., *iCare: Direct Person-to-Person Charity for Efficient Disaster Relief*, CET 3rd Annual Technology Breakthrough Competition, 2007.
[Website] <http://icare.ieor.berkeley.edu/>
- [24] Lavell, A., *Gestión local del Riesgo. Nociones y precisiones en torno al concepto y la práctica*, CEPREDEAC-PNUD, 2003.
- [25] Guha-Sapir, D., Hargitt, D. and Hoyois, P., *Thirty Years of Natural Disasters 1974-2003: the Numbers*, CRED/UCL Presses, 2004.
- [26] NACIONES UNIDAS, *Objetivos de Desarrollo del Milenio: Informe 2008*, Nueva York, 2008.
[Online available] <http://www.un.org/spanish/millenniumgoals/pdf/...>
- [27] Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Dirección de Prevención de Crisis y de Recuperación, *La reducción del riesgo de desastres: un desafío para el desarrollo*, PNUD, 2004.



Javier de Pedro Carracedo ha cursado estudios de Ingeniería de Telecomunicación, en la Universidad de Alcalá, e Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos, en la Universidad Politécnica de Madrid. Actualmente es el coordinador del área de Ingeniería Telemática, perteneciente al Departamento de Automática de la Universidad de Alcalá. Su línea de investigación se centra en el modelado matemático de redes ópticas, bajo la supervisión de la Dra. D^a. Ana Pilar González Marcos y el Dr. D. José Antonio Martín Pereda, miembro de la Real Academia de

Ingeniería de España. En 2008 cursó una estancia de investigación en el Laboratory for Information and Decision Systems (LIDS), en el Massachusetts Institute of Technology (MIT), bajo la dirección de la Dra. D^a. Muriel Médard.