

Sistema multimedia: inundaciones históricas y escenarios de peligro por inundaciones ante intensas lluvias de las cuencas Vento-Almendares, Quibu y Jaimanitas, la Habana, Cuba

Alberto E García ⁽¹⁾, Bárbara Liz Miravet ⁽¹⁾, Jorge Olivera ⁽¹⁾, Efrén Jaimez ⁽¹⁾, Mario Campos ⁽¹⁾, Vladimir Campos ⁽²⁾, José Gandarilla ⁽¹⁾, Manuel Núñez ⁽¹⁾, Luis Armas ⁽³⁾ y Gertrudis Valdés ⁽¹⁾.

⁽¹⁾ Instituto de Geofísica y Astronomía. Calle 212 No.2906, La Lisa, C. Habana, CP 11600, Cuba.

⁽²⁾ Universidad de las Ciencias Informáticas, UCI

⁽³⁾ Sede Universitaria de Artemisa, MES

Recibido: enero-octubre, 2008	Aceptado: noviembre, 2008
-------------------------------	---------------------------

Resumen

En la fase inicial del Proyecto "Identificación y Zonificación de peligros por inundación ante intensas lluvias de las principales corrientes fluviales en áreas comprendidas en las Cuencas Vento-Almendares, Quibú y Jaimanitas", se recopiló, procesó y digitalizó la información relacionada con la ocurrencia de inundaciones en los últimos 100 años, que junto a un riguroso levantamiento de terreno permitió la elaboración de los mapas de inundaciones históricas y probables para estas tres cuencas.

La delimitación cartográfica de los escenarios de peligro (zonas susceptibles a inundarse) consistió en la identificación de los espacios del territorio, donde están creadas las condiciones, naturales o inducidas de susceptibilidad a la ocurrencia de inundaciones. Estas fueron determinadas a partir de un software y su posterior control de campo.

Fueron elaborados los mapas de aquellos componentes naturales y socio económico que posibilitarán la preparación de los mapas de peligro y vulnerabilidad, entre los que se destacan el geomorfológico, suelo, vegetación, red hidrográfica y los de precipitaciones para diferentes intensidades y periodos de retorno.

Toda la información fue procesada en un SIG y presentada en un sistema multimedia que permite visualizar y utilizar para cada cuenca toda la información disponible, tanto en forma de mapas, como gráficos, imágenes e informes.

Palabras clave: Problemas ambientales, SIG.

Abstract

In the initial phase of the Project "Identification and Zonification of dangers for flood before intense rains of the main fluvial currents in the Basins Vento-Almendares, Quibu and Jaimanitas", it was gathered, processed and digitized the information related with the occurrence of floods in the last 100 years that it allowed the elaboration of the maps of historical and probable floods for these three basins next to a rigorous land rising.

The cartographic delimitation of the hazard scenarios (susceptible areas to be flooded) it consisted on the identification of the spaces of the territory, where the conditions are created, natural or induced of susceptibility to the occurrence of floods. These were determined starting from a software and their later field control.

They were elaborated the maps of those natural components and economic partner that will facilitate the preparation of the maps of hazard and vulnerability, among those that stand out the geomorfology, soils, vegetation, hydrographic net and those of precipitations for different intensities and periods of return.

All the information was processed in a SIG and it is presented in a multimedia system that allows to visualize and to use for each basin all the available information, in form of maps, as graphics, images and reports.

Key words: Environmental problems GIS.

Introducción

En el marco del Proyecto “Identificación y Zonificación de peligros por inundación ante intensas lluvias de las principales corrientes fluviales en áreas comprendidas en las Cuencas Vento-Almendares, Quibú, Jaimanitas y Santa Ana”, se han venido realizando una serie de trabajos que han posibilitado la obtención de los mapas de Inundaciones Históricas y Probables ante intensas lluvias y un Sistema de Información para estas cuencas.

La delimitación cartográfica de los escenarios de peligro (zonas susceptibles a inundarse) consiste en la identificación de los espacios del territorio, donde están creadas las condiciones, naturales o inducidas de susceptibilidad a la ocurrencia de inundaciones. El estudio se realiza para las cuencas hidrográficas, a partir de los diferentes Indicadores de susceptibilidad, y se incluyen además las zonas depresivas del relieve.

El objetivo de la cartografía de las zonas susceptibles a ser inundadas es determinar preliminarmente cuáles son las zonas que poseen condiciones a ser inundadas frente a intensas lluvias, con el propósito de identificar las poblaciones, servicios e infraestructura económica que son vulnerables, así como la implementación de las medidas de prevención y mitigación de impactos por eventos de crecidas o avenidas. La delimitación de estas zonas constituye verdaderas herramientas de trabajo en manos de los decisores para la elaboración de los planes de ordenamiento ambiental y territorial en municipalidades, provincias y consejos de cuencas hidrográficas.

La delimitación de las zonas susceptibles a inundarse debe llevarse a cabo a partir del estudio de las cuencas hidrográficas en las regiones de interés a nivel de provincias, municipios o consejos populares, a escalas grandes, preferiblemente 1:25 000 o superior de forma tal que garanticen un nivel de precisión cartográfico adecuado que sirva para la toma de decisiones.

Teniendo en cuenta la información recopilada y los estudios que se están desarrollando en la Agencia de Medio Ambiente para darle cumplimiento a la Directiva No.1 (Consejo de Defensa Nacional de la República de Cuba, 2006), se evidenció la necesidad de asumir como mapa de inundaciones “históricas” el mapa que se elaboró a partir del uso combinado de un software que permitió establecer los escenarios de peligro por inundaciones y la información que se pudo recopilar una vez realizado el control de campo para su validación y ajuste. De igual manera durante la ejecución se enriqueció el alcance del Sistema de Base de Datos previsto y se implementó un Sistema de Información con versiones para SIG y página WEB que incorpora las facilidades de las herramientas multimedia (Fig. 1), de mayor utilidad práctica en la actualidad y en la obtención de los nuevos resultados previstos en el marco del Proyecto.

Materiales y métodos

Los mapas provenientes del proyecto CAESAR de 2006, se encontraban salvados como imágenes JPG, por lo que tuvieron que ser georreferenciados en Mappinfo, digitalizados y vectorizados, con su base de datos correspondientes.

En cuanto a los mapas tomados de los trabajos de M. Campos y otros (2006 y 2007), se incorporaron al SIG directamente y sirvieron de base para la generación de nuevos mapas tales como Tipos de Drenaje de los Suelos, entre otros.



Fig 1: Presentación inicial del Sistema Multimedia.

Los materiales que sirvieron de base para la cartografía de los escenarios de peligro (zonas susceptibles a ser inundadas) debido a intensas lluvias se relacionan a continuación.

Mapas fundamentales

- Registros históricos de inundaciones
- Modelo Digital de Elevación del Terreno Esc. 1: 25 000
- Agrupamiento del Suelo Esc 1: 25 000
- Depósitos no consolidados del Cuaternario. Esc 1: 50 000
- Formaciones Vegetales. Esc 1: 25 000
- Planimétricos de localidades y poblados. Esc 1: 25 000
- Imágenes satelitales multiespectrales.

Mapas temáticos o complementarios

- Geomorfológico. Esc 1: 50 000
- Curvas de nivel
- Red de drenaje fluvial
- Procesos degradativos en los suelos. Esc 1: 25 000
- Mapa de subtipo de Carso. Esc 1; 25 000
- Mapa ingeniero-geológico. Esc 1: 25 000

Resultados y discusión

A partir de los materiales relacionados se emplearon una serie de criterios y se seleccionaron un grupo de indicadores de susceptibilidad a las inundaciones por intensas lluvias, como la selección del límite de la cota máxima de inundación fluvial inferida de los registros históricos, criterios topográficos, hidrológicos, geomorfológicos, delimitación de los suelos con posibilidades de empantanamiento y el índice de humedecimiento a partir del empleo de imágenes satelitales, así como de la influencia de la vegetación y por el último la aplicación del criterio documental y de comprobación de campo. (Olivera, J. y otros, 2008).

A esta tarea estuvo encaminada gran parte de los esfuerzos y recursos del proyecto y en la actualidad se cuenta con un mapa de inundaciones “históricas y probables” ante intensas lluvias, para las cuencas Vento-Almendares, Quibú y Jaimanitas.

A partir de contar con los escenarios de peligro delimitados (Fig. 2) se procedió a realizar una serie de recorridos de campo, que posibilitaron darle control in situ a los límites de las áreas propuestas como factibles de ser inundadas ante intensas lluvias.

De estos trabajos de verificación fueron cartografiadas nuevas áreas, que bien correspondieron a zonas que se han inundado y no aparecían como tales, o a zonas que aparecían como inundables y en la práctica nunca se han inundado. De la mayoría de los puntos o sectores verificados se obtuvieron fotos que representan su estado actual.

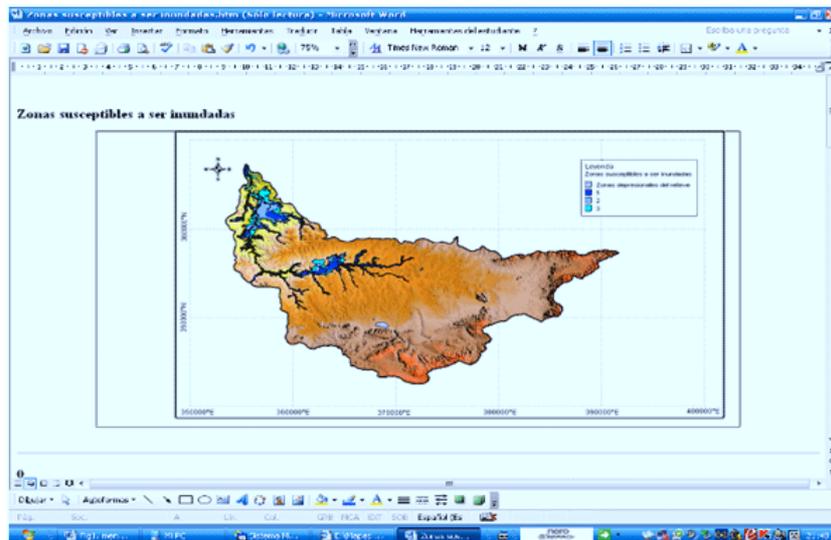


Fig. 2: Patrón de polarización (componente derecha vs. componente izquierda) de la radioemisión solar en la frecuencia de 237 MHz en el intervalo 12:10:00-12:30:00 UT del día 8 de septiembre de 1999 donde se observó el evento.

Este resultado implementado en forma de Sistema de Información Automatizado permite manejar y presentar para cada una de las tres cuencas los mapas correspondientes a los componentes naturales y/o antrópicos que tienen incidencia en la formación y/o regulación del escurrimiento y por tanto de los procesos de inundaciones. En la Fig. 3, se muestra la relación de los mapas que contiene el sistema tanto en formato WEB, como para SIG, lo cual facilita la consulta a los mapas y sus bases de datos correspondientes, aun si el usuario no cuenta con un SIG en su PC o un especialista para su manejo.

La forma de implementación a partir de menú e íconos ilustrativos hacen que sea de fácil manejo y no requiera de un manual de procedimiento para su introducción. Además, la amplia ilustración de las áreas, a partir de una completa colección de imágenes de los puntos o estaciones de control, permite al usuario llevarse una idea bien fundamentada de la problemática de cada uno de los sectores estudiados en las referidas cuencas.

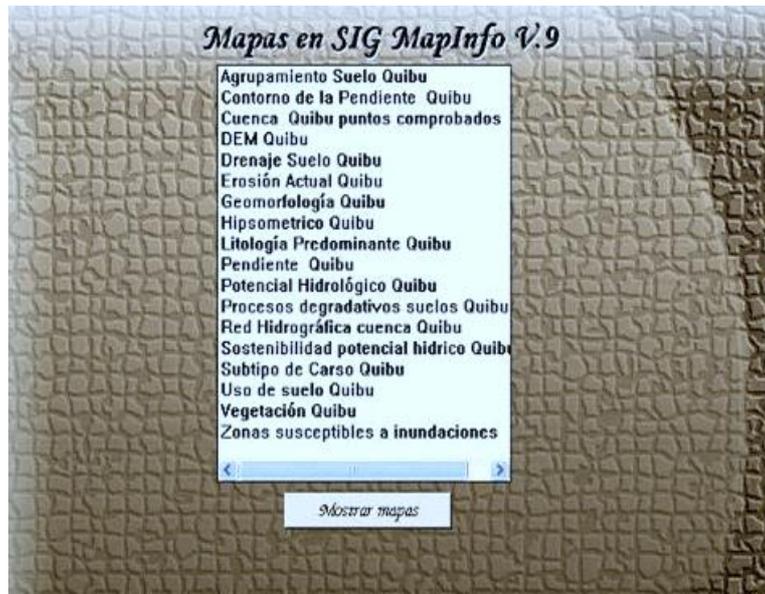


Fig. 3: Relación de mapas disponibles por Cuenca.

Conclusiones

1.-Se confeccionó para cada cuenca el juego de mapas bases de los componentes ambientales y/o antrópicos de mayor incidencia en la formación del escurrimiento superficial, permitiendo determinar (de forma automatizada) los escenarios de peligro de inundaciones ante intensas lluvias.

2.-Los recorridos de campo permitieron validar las áreas de inundaciones determinadas por el SIG, realizándose los ajustes pertinentes en cuanto a la precisión de los límites de estas áreas y la eliminación o incorporación de nuevas áreas. En sentido general se encontró una buena correspondencia entre el modelo de inundación generado para delimitar los escenarios de peligro y su comportamiento real.

3.-Este resultado aporta importante información por sí mismo para el manejo de las cuencas y el fenómeno de inundaciones ante intensas lluvias y constituye la base para el posterior cálculo de los mapas de peligros para diferentes probabilidades e intensidades, para cada una de las Cuencas.

4.-Esta forma de implementación multimedia es factible de ser generalizada a cualquier otra cuenca hidrográfica o territorio del país. La escala de implementación estará en dependencia de la información existente.

Referencias

- Campos M., B. Gutiérrez, J. López, I. Guerra, J. Alcaide, J. Olivera, J. Villariño, F. Acosta, y M. Rodríguez. (2006): Estudio de la Vulnerabilidad Natural y Estado de los Viales de Interés Nacional en la Zona Oeste de Ciudad Habana, Inversiones GAMMA SA, La Habana, Cuba.
- Campos M., B. Gutiérrez, J. López, I. Guerra, J. Alcaide, J. Olivera, J. Villariño, F. Acosta, y M. Rodríguez. (2006): Estudio de la Vulnerabilidad Natural y Estado de los Viales de Interés Nacional en la Zona Centro de Ciudad Habana, Inversiones GAMMA SA, La Habana, Cuba.
- Campos M., B. Gutiérrez, J. López, I. Guerra, J. Alcaide, J. Olivera, J. Villariño, F. Acosta, y M. Rodríguez. (2006): Estudio de la Vulnerabilidad Natural y Estado de los Viales de Interés Nacional en la Zona Este de Ciudad Habana, Inversiones GAMMA SA, La Habana, Cuba.
- Campos M., J. Olivera, M. Guerra, A. E. García, J. Alcaide, E. Jaimez y B. Gutiérrez. (2007): Evaluación Geólogo Ambiental de las provincias Habaneras. (Informe Final), Instituto de Geofísica y Astronomía, La Habana, Cuba.
- Colectivo de autores de la AMA (2006): Evaluación de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgos de desastres por inundaciones por fuertes vientos e intensas lluvias en el Municipio Boyeros, Ciudad de La Habana, Agencia de Medio Ambiente, CITMA, La Habana, Cuba.
- Colectivo de autores de la AMA (2006): Evaluación de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgos de desastres por inundaciones por fuertes vientos e intensas lluvias en el Municipio Cerro, Ciudad de La Habana, Agencia de Medio Ambiente, CITMA, La Habana, Cuba.
- Colectivo de autores de la AMA (2006): Evaluación de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgos de desastres por inundaciones por fuertes vientos e intensas lluvias en el Municipio Cotorro, Ciudad de La Habana, Agencia de Medio Ambiente, CITMA, La Habana, Cuba.
- Colectivo de autores de la AMA (2006): Evaluación de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgos de desastres por inundaciones por fuertes vientos e intensas lluvias en el Municipio Diez de Octubre, Ciudad de La Habana, Agencia de Medio Ambiente, CITMA, La Habana, Cuba.
- Colectivo de autores de la AMA (2006): Evaluación de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgos de desastres por inundaciones por fuertes vientos e intensas lluvias en el Municipio La Lisa, Ciudad de La Habana, Agencia de Medio Ambiente, CITMA, La Habana, Cuba.
- Colectivo de autores de la AMA (2006): Evaluación de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgos de desastres por inundaciones por fuertes vientos e intensas lluvias en el Municipio Marianao, Ciudad de La Habana, Agencia de Medio Ambiente, CITMA, La Habana, Cuba.
- Colectivo de autores de la AMA (2006): Evaluación de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgos de desastres por inundaciones por fuertes vientos e intensas lluvias en el Municipio Playa, Ciudad de La Habana, Agencia de Medio Ambiente, CITMA, La Habana, Cuba.
- Colectivo de autores de la AMA (2006): Evaluación de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgos de desastres por inundaciones por fuertes vientos e intensas lluvias en el Municipio Plaza de la Revolución, Ciudad de La Habana, Agencia de Medio Ambiente, CITMA, La Habana, Cuba.
- Colectivo de autores de la AMA (2005): Evaluación Rápida de los Efectos Ambientales de las Inundaciones Costeras por Penetración del Mar en La Ciudad de La Habana, al paso del Huracán Wilma.(Informe). Agencia de Medio Ambiente, CITMA, La Habana, Cuba.
- Colectivo de autores de la Facultad de Geografía (2004): Sostenibilidad Espacial y Ambiental de la Provincia de Ciudad de La Habana. Informe de los Resultados del Proyecto CAESAR. Universidad de la Habana.
- Consejo de Defensa Nacional de la República de Cuba (2005): Directiva no. 1 del Vicepresidente del Consejo de Defensa Nacional para la Planificación, Organización, y Preparación del País para las Situaciones de Desastres”, La Habana, Cuba.
- García A. E., J. Olivera, B. L. Miravet, E. J. Salgado, M. Campos, M. Núñez, J. Gandarilla, V. Campos, L. Armas, G. Valdés (2008): Informe Final del Proyecto “Identificación y zonación de peligros por inundaciones ante intensas lluvias de las principales corrientes fluviales en áreas comprendidas en las Cuencas Vento-Almendares, Quibú y Jaimanitas”, AMA, CITMA
- Olivera J., A. E. García, E. Jaimez, B. L. Miravet y M. Nuñez (2008): Cartografía de los Escenarios de peligro ante intensas Lluvias mediante la Aplicación de los Sistemas de Información Geográfico en la Cuenca Hidrográfica Almendares-Vento. Memorias del XIII Simposio de la Sociedad Latinoamericana de Percepción Remota y Sistemas de Información Espacial, La Habana, Cuba.