

Parte II.1

Guía técnica de la elaboración del mapa de

**“Amenaza por Inundaciones
del área de Managua y sus alrededores (Nicaragua)”**

Índice

1 Resumen.....	83
2 Lista de figuras.....	83
3 Introducción.....	83
4 Objetivos.....	84
5 Metodología.....	85
5.1 Generalidades.....	85
5.2 Fuentes de información del área piloto.....	85
6 Implementación en el SIG.....	89
7 Composición y contenido del mapa.....	90
8 Conclusiones.....	91
9 Referencias.....	92
Anexo.....	93

1 Resumen

En este informe se describen en forma breve la metodología empleada, las fuentes bibliográficas y las herramientas utilizadas en la elaboración del mapa de amenaza por inundaciones del área piloto Managua y sus alrededores. Además se describen algunos aspectos y definiciones básicas relacionados con el tema de las inundaciones.

2 Lista de figuras

Figura 1: Fuentes de información e estudios: I. Ejército de Nicaragua, Dirección Defensa Civil, 2002; II. ARMECAM y compañía limitada, 2003; III. INTERCONSULT, 2002.

Figura 2: Leyenda de amenaza por inundaciones.

Figura 3: Mapa de amenaza por inundaciones a escala 1:50,000.

3 Introducción

Veintiocho barrios de Managua son afectados por inundaciones periódicas ocasionadas por lluvias intensas. Estas inundaciones en su mayoría ocurren en las zonas planas y/o cercanas a los cauces que atraviesan la ciudad en dirección norte sur debido a sus desbordamientos. En consecuencia, según la defensa civil, 2003, alrededor de 581 familias (3,383 personas) se encuentran en zonas de alto riesgo por inundaciones.

La amenaza por inundaciones en Managua, a pesar de no afectar a una gran parte de la población, en términos porcentuales, es importante debido a su recurrencia. Prácticamente las inundaciones y desbordamiento de los cauces ocurren cada año en la época de lluvias, aún con lluvias de mediana intensidad. La alta recurrencia de este fenómeno lo convierte en una amenaza que pone en alto riesgo a las familias que habitan estos barrios. Por tal razón, el mapeo de esta amenaza es de mucha importancia y el Proyecto SIG-Georriesgos la incluyó como una de sus componentes dentro del mapeo de las amenazas naturales en Nicaragua.

Definiciones

La inundación es un evento natural y recurrente que se producen mayormente con las corrientes de agua o por el encharcamiento, como resultado de lluvias intensas o continuas que, al sobrepasar la capacidad de retención del suelo y de drenaje de los cauces, estos últimos desbordan e inundan llanuras de inundación y, en general, aquellos terrenos aledaños a los cursos de agua.

Las inundaciones se pueden dividir de acuerdo con el régimen de los cauces en: lenta o de tipo aluvial, súbita o de tipo torrencial y encharcamiento.

La inundación de tipo aluvial (inundación lenta) se produce cuando hay lluvias persistentes y generalizadas dentro de una gran cuenca, generando un incremento paulatino de los caudales de los grandes ríos hasta superar la capacidad máxima de almacenamiento; se produce entonces el desbordamiento y la inundación de las áreas planas aledañas al cauce principal. Las crecientes así producidas son inicialmente lentas y tienen una gran duración. Este tipo de inundación no es típico para zona urbana de Managua.

La inundación de tipo torrencial (inundación súbita) se produce típicamente en ríos de montaña o cauces y es originada por lluvias intensas. El área de la cuenca que aporta al cauce es reducida y tiene fuertes pendientes. El aumento de los caudales se produce cuando la cuenca recibe la acción de las tormentas durante determinadas épocas del año, por lo que las crecientes suelen ser repentinas y de corta duración. Estas inundaciones causan muchos daños tanto a la infraestructura como a población por su carácter repentino e intenso. Este tipo de inundaciones es el más característico en el casco urbano de Managua.

El encharcamiento es un fenómeno causado por la saturación del suelo, caracterizado por la presencia de láminas delgadas de agua sobre la superficie del suelo en pequeñas extensiones y por lo general, presente en zonas moderadamente onduladas a planas. El fenómeno puede durar desde pocas horas hasta unos pocos días. El nivel crítico o nivel de inundación corresponde al nivel de un río o un cauce al que comienzan los desbordamientos y anegamientos que pueden causar inundaciones en el sitio o las áreas aledañas localizadas aguas abajo o aguas arriba del punto de referencia. En general, las zonas afectadas corresponden a la planicie de inundación de la zona baja de las cuencas.

Una forma muy particular de inundaciones que sufre la ciudad de Managua es la ocasionada por el aumento del nivel del Lago Xolotlan, el que ocasiona las inundaciones de sus costas. El aumento de nivel es ocasionado por lluvias fuertes de larga duración, como por ejemplo las ocasionadas por el huracán Mitch en Octubre de 1998.

4 Objetivos

El objetivo principal de este informe consiste describir los pasos utilizados y la metodología empleada en la elaboración del mapa de amenaza por inundaciones en el área piloto Managua y sus alrededores. Además este trabajo pretende proporcionar los elementos básicos para poder efectuar actualizaciones a dicho mapa.

5 Metodología

5.1 Generalidades

El mapeo de la amenaza por inundaciones debe incluir la severidad, dimensión espacio - temporal y la probabilidad de ocurrencia de las inundaciones y puede ser tratada en tres grupos de metodologías:

- 1) históricas,
- 2) hidrológicas,
- 3) geológico - morfológicas.

El mapeo de las amenazas mediante las inundaciones históricas emplea el estudio de eventos previos para determinar puntos críticos de inundación, niveles alcanzados y caudales.

El método más utilizado es el hidrológico. Su amplia difusión es debido a que permite hacer análisis tanto cualitativo como cuantitativo de las zonas inundables. Esta metodología incluye la modelación hidrogeológica y modelación hidráulica. Mediante la modelación hidrológica se calculan los caudales de crecida mediante el análisis estadístico de caudales registrados o mediante métodos hidrometeorológicos. El modelado hidráulico es alimentado con los resultados del modelado hidrológico y mediante distintas suposiciones de flujos permite calcular las velocidades de los caudales y las alturas de la lámina de agua.

Mediante el método geológico - geomorfológico se delimitan áreas geomorfológicamente activas a partir de formas y depósitos asociados a crecidas del registro geológico.

5.2 Fuentes de información del área piloto

Para la creación del mapa de amenaza por inundaciones para el área piloto cubierta por el Proyecto SIG-Georiesgos se ha empleado el método que incluye la recopilación de los diferentes estudios efectuados en el área, análisis geólogo - geomorfológico, análisis del modelo digital del terreno y el uso de sistemas de información geográfica para la integración de estos.

A pesar de la amplia extensión del área de estudio el mapa de la amenaza por inundación se concentra básicamente en las áreas que disponen de mayor información. Estas áreas pertenecen principalmente a las Subcuencas I, II y III de la cuenca sur del lago de Managua, y son las que cubren los municipios de Managua, Ciudad Sandino y Tipitapa.

Los estudios que han sido recopilados para la elaboración de este mapa son los siguientes:

- Estudio del Manejo del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Managua a Nivel de Diseño Preliminar, efectuado por la empresa SHAWINIGAN Consultants Inc. en 1986
- Estudio de Factibilidad del Programa de Manejo de la Cuenca Sur del Lago de Managua, efectuado por Abt. y Asociados en 1995

- Estudio Agroecológico y de Drenaje Pluvial de la Subcuenca III de Cuenca Sur del Lago de Managua, Informe Hidrológico Base, realizado por INTERCONSULT en el 2002 (figura 1)
- Plan Contingente Ante Inundaciones, Municipio de Managua, efectuado por Dirección Defensa Civil en el 2002 (figura 1)
- Mapa de Amenazas Naturales de Ciudad Sandino, efectuado por el PRRAC en Colaboración con INETER en el 2002
- Estudio de Análisis de Riesgos en Mitigación de Desastres, El Crucero, efectuado por la empresa ARMECAM en el 2003 (figura 1).



Figura 1: Fuentes de información e estudios: I. Ejército de Nicaragua, Dirección Defensa Civil, 2002; II. ARMECAM y compañía limitada, 2003; III. INTERCONSULT, 2002.

El estudio de Abt y Asociados a pesar de que cubre una parte importante del área para el proyecto no ha aportado resultados para la creación del mapa de amenazas debido a que su análisis es cuantitativo y no presenta mapas. El resto de los estudios han sido utilizados y a continuación hacemos un resumen de su contenido y metodologías empleadas.

Estudio de SHAWINIGAN

El área de estudio cubierta por este trabajo fueron las subcuencas Occidental, Central-Tiscapa, Oriental y Noreste de la Cuenca Sur del Lago de Managua. El objeto principal de dicho trabajo era elaborar un Plan de Drenaje Pluvial para el periodo

1985-2000 que permitiera eliminar las inundaciones frecuentes sufridas en la ciudad de Managua.

Este estudio se caracteriza porque en su realización se empleó el modelado hidrológico para el cual se utilizó el análisis hidrometeorológico, caudales registrados y la simulación hidráulica, además de que se tomaron en cuenta las inundaciones históricas. Como resultado, entre otros, se presenta un mapa con sitios de inundación los que han sido incluidos en este estudio.

Estudio de INTERCONSULT

El estudio comprende toda la Subcuenca III y parte de la Subcuenca II (Drenaje de las microcuencas de Sabana Grande - Aeropuerto) de la Cuenca Sur del Lago de Managua. El objetivo de este estudio era proporcionar una herramienta a la Alcaldía de Managua para evaluar la probabilidad de ocurrencia de inundaciones y su gravedad para planificar medidas preventivas.

El estudio hidrogeológico comprendió análisis hidrometeorológico, modelado hidráulico, observaciones de campo, entrevistas con pobladores y revisión de datos (INTERCONSULT, 2002). Como uno de los resultados principales se generó un mapa con sitios críticos por inundación, los que fueron incluidos en el mapa de amenazas por inundaciones.

Defensa Civil

La Defensa Civil en el 2002, ante la alta vulnerabilidad a las inundaciones de la ciudad de Managua, elaboró un Plan de Contingencias ante las intensas lluvias con el fin de disminuir sus efectos en la población. El estudio cubre el casco urbano de Managua e incluye los distritos II, III, IV, V y VI.

Como resultado de este trabajo se presenta un mapa en el que se muestran los sitios críticos por inundaciones. La metodología mediante el cual fueron mapeados estos sitios no es muy clara; sin embargo, uno de los principales criterios utilizados fueron las inundaciones recurrentes que se presentan año con año en los distintos barrios de la capital.

Mapa multi-amenazas PRRAC

A raíz del desastre provocado por el huracán Mitch en 1998, la Comisión Europea creó el Programa de Reconstrucción Regional para América Central (PRRAC) con el objetivo de reducir la vulnerabilidad de las poblaciones de Centroamérica y de prevenir futuras catástrofes naturales. De esta manera el PRRAC, en colaboración con INETER, elaboró un mapa de multi-amenazas para tres ciudades: Ciudad Sandino, Ocotal y Estelí.

El mapa cubre el casco urbano y la parte rural del municipio de Ciudad Sandino. El objetivo de dicho estudio fue elaborar un mapa de multi-amenazas para el área en cuestión con el fin de facilitar una herramienta a las autoridades locales que permita la reducción de los efectos de las catástrofes naturales.

La componente de amenazas por inundaciones, resultado de este estudio, se caracteriza porque es uno de los estudios más completos hasta la fecha elaborado en términos del modelado hidrológico. Esto se debe a que en la simulación hidráulica se empleó un modelo digital del terreno muy preciso, obtenido por el mismo estudio. Este modelo digital del terreno permitió, además, utilizar secciones de los cauces y canales de escorrentías con geometría muy precisa.

Además, este estudio incluye periodos de recurrencia, velocidades de flujos y niveles críticos, entre otros. Como resultado, en la componente de inundaciones, se presenta un mapa de zonificación (alta - media - baja) que responde a una matriz en dependencia de la intensidad y recurrencia del fenómeno.

Estudio de ARMECAN

El estudio cubre el municipio El Crucero y consideró las áreas de influencia de la Subcuenca I y III de la Cuenca Sur del Lago de Managua. El objetivo principal de dicho trabajo fue dotar a la alcaldía El Crucero de un documento que facilite la planificación y ejecución de los planes de desarrollo municipal, la gestión local, la ejecución de obras de prevención y mitigación de desastres naturales.

La metodología utilizada fue: recopilación y análisis de la información bibliográfica y cartográfica, entrevistas directas y su integración mediante las técnicas del Sistema de Información Geográfico incluyendo un análisis geomorfológico y los patrones de drenaje de la red hidrológica

Dentro del mapa de “riesgos” generado por este estudio a escala 1:25,000 se presentan los puntos críticos por inundación, los que fueron incluidos en el mapa de amenaza por inundaciones.

6 Implementación en el SIG

El primer paso en la integración de la información de inundaciones fue escanear la información existente en papel. Esta información fue la procedente de Defensa Civil y de SHAWINIGAN. Posteriormente estos datos fueron digitalizados. Las zonas fueron digitalizadas en forma de polígonos y los puntos críticos como puntos.

Los datos de Ciudad Sandino, INTERCONSULT y ARMECAN fueron obtenidos en forma digital, en formato *shape* de ArcView. Estos datos fueron integrados con los datos de Defensa Civil y SHAWINIGAN. Para juntar estos datos, primero fueron convertidos a un mismo sistema de referencia (WGS 84).

Puesto que los únicos datos que poseen información sobre el grado de amenaza son los de Ciudad Sandino, ha sido un poco difícil asignarle este al resto de los datos. Sin embargo, a los puntos críticos y las zonas de inundación obtenidos de los diferentes estudio se les ha asignado un grado de peligrosidad alto debido a su alta recurrencia.

Como información adicional se ha integrado a la amenaza por inundaciones la información de los abanicos aluviales, líneas con los valles erosionales y puntos con aluviones históricos. Esta información se considera importante puesto que fue obtenida del análisis geológico - geomorfológico.

Las áreas de abanicos son zonas de acumulación de sedimentos, que pueden ser transportados por procesos aluviales o por procesos torrenciales (incluyendo en este caso flujos de lodo o detritos); los valles erosionales, además de caracterizarse por una intensa erosión, pueden representar zona de probables flujos torrenciales, lodo y de detritos; los puntos de aluviones históricos son puntos en los que por medio de recopilación en revistas, periódicos, etc., se confirmó la ocurrencia de aluviones y que podrían ser puntos en donde, aunque pequeña, existe la probabilidad de que puedan ocurrir nuevamente (Devoli, 2003).

Se efectuó un análisis de pendiente del modelo digital del terreno para complementar la información de las zonas susceptibles a inundación por encharcamiento y zonas inundables. Como resultado se crearon polígonos compuestas por zonas con pendientes menores o iguales que 1°, las que se consideraron como zonas susceptibles a ser inundadas; y se trazo una zona delimitada por la cota máxima que alcanzo el lago durante el Mitch en 1998 (42.156 msnm), la que permitió identificar y mapear las zonas inundables del Lago de Managua. Un detalle completo sobre el modelo digital del terreno y su obtención para el área de estudio se puede encontrar en la parte I.2 (Modelos digitales de elevación en el área de Managua y sus alrededores, 2003).

Los cauces y canales de la red de drenaje para el sector de Managua han sido incluidos como zonas de amenaza. Esto se debe a que es en sus cercanías donde ocurren la mayor parte de inundaciones recurrentes ocasionadas por sus desbordamientos.

Las zonas de inundación, los puntos críticos, aluviones históricos, flujos históricos, los cauces y las zonas susceptibles a inundación fueron integradas en una base de datos geodatabase (estándar de ArcGIS en formato *Access*).

7 Composición y contenido del mapa

Las capas principales que han sido creadas en el diseño del mapa de amenaza por inundaciones son las siguientes:

- Zonas de inundación
- Puntos críticos por inundación
- Fenómenos potencialmente peligrosos tales como: aluviones históricos, abanicos aluviales y valles de erosión
- Áreas susceptibles a inundación con pendientes menores que un grado
- Zonas inundadas por el lago durante el Mitch
- Subcuencas hidrográficas de Managua
- Base cartográfica: caminos, ríos, lagos, curvas de nivel

Leyenda

Como leyenda en lo que refiere a la amenaza por inundaciones se ha empleado tres colores: rojo, naranja y amarillo (figura 2). El color rojo ha sido utilizado para representar la amenaza alta, el naranja para la amenaza media y el amarillo para amenaza baja. Las zonas que no tienen color representan las áreas con poca o muy poca amenaza.

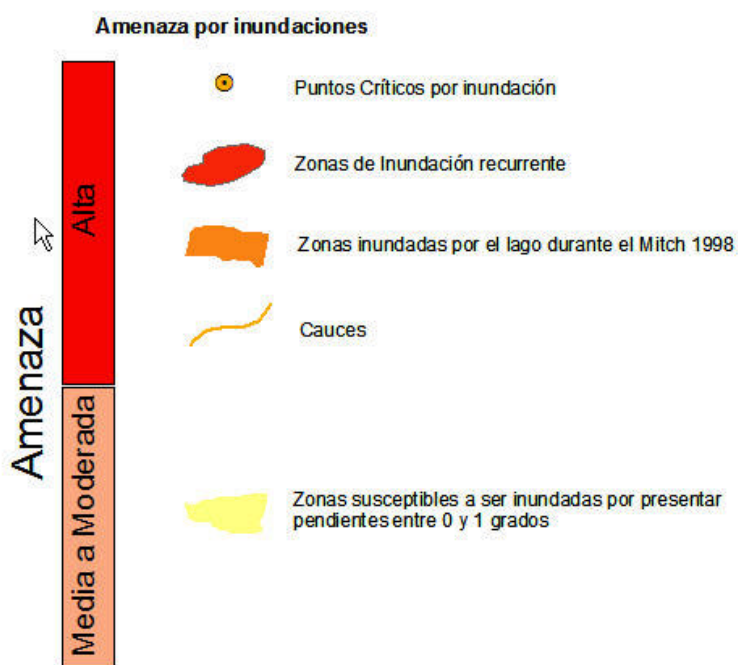


Figura 2: Leyenda de amenaza por inundaciones

El color rojo ha sido asignado a los puntos críticos, los cauces y a las zonas de inundación de los diferentes estudios recopilados.

El color naranja ha sido asignado a las zonas inundables por el lago y a las zonas con amenaza media, obtenidas por el PRRAC en Ciudad Sandino.

El color amarillo se asigna a las zonas susceptibles a ser inundadas con pendientes menores que un grado. Para el caso de ciudad Sandino, el color corresponde al mismo color obtenido en el mapa de multi-amenazas (PRRAC).

8 Conclusiones

La integración de la información existente, el análisis del modelo digital del terreno y el estudio geólogo - morfológico ha permitido confeccionar el primer mapa de amenazas por inundaciones, para la amplia área de estudio abarcada por el Proyecto SIG-Georiesgos, con ayuda de herramientas de sistemas de información geográfica.

Aunque estrictamente el mapa no incluye un estudio hidrológico riguroso para todas las áreas incluidas, esta proporciona un poderosa herramientas que pueden contribuir a la mitigación, prevención y atención a los desastres naturales.

Este mapa no debe ser tomado como estático pues esta sujeto a cambios o adaptaciones que pueden irse haciendo en dependencia de la presencia de estudios con mayor detalle y precisión.

9 Referencias

Abt Associates Inc., 1995. Estudio de Factibilidad del Programa de Manejo de la Cuenca del Lago de Managua, Alcaldía de Managua.

ARMECAN, 2003. Estudio de Análisis de Riesgos en Mitigación de Desastres, Alcaldía El Crucero.

Defensa Civil, 2002. Plan Contingente ante Inundaciones Municipio de Managua, Sección Regional Defensa Civil Managua.

Devoli, G. y Álvarez, A. Guía técnica para la elaboración del mapa de “Amenaza por inestabilidad de laderas” a escala 1:50,000, Área Managua y sus alrededores, INETER - Georiesgos.

INTERCONSULT, 2002. Estudio Agroecológico y de Drenaje Pluvial de la Sub Cuenca II de la Cuenca Sur del Lago de Managua, Informe Hidrológico Base, Alcaldía de Managua.

PRRAC - INETER, 2002. Mapa de Amenazas Naturales, INETER

SHAWINIGAN, 1986. Estudio del Manejo del Sistema de Drenaje Pluvial de la Ciudad de Managua a Nivel de Diseño Preliminar, Volumen I, Alcaldía de Managua - Naciones Unidas.

Traña, M., Abel, T. y Chávez, G., 2003. Generación y utilización de Modelos Digitales de Elevación en el área de Managua y Alrededores, INETER - Georiesgos.

