

El sistema requerido para ejecutar el simulacro son los siguientes: a) Visual Fortran; b) Visual C++ Net; y c) AcrView.

(4) Ejecución del Simulacro

La Figura 8-5 se muestran los ejemplos de los resultados de simulacro.

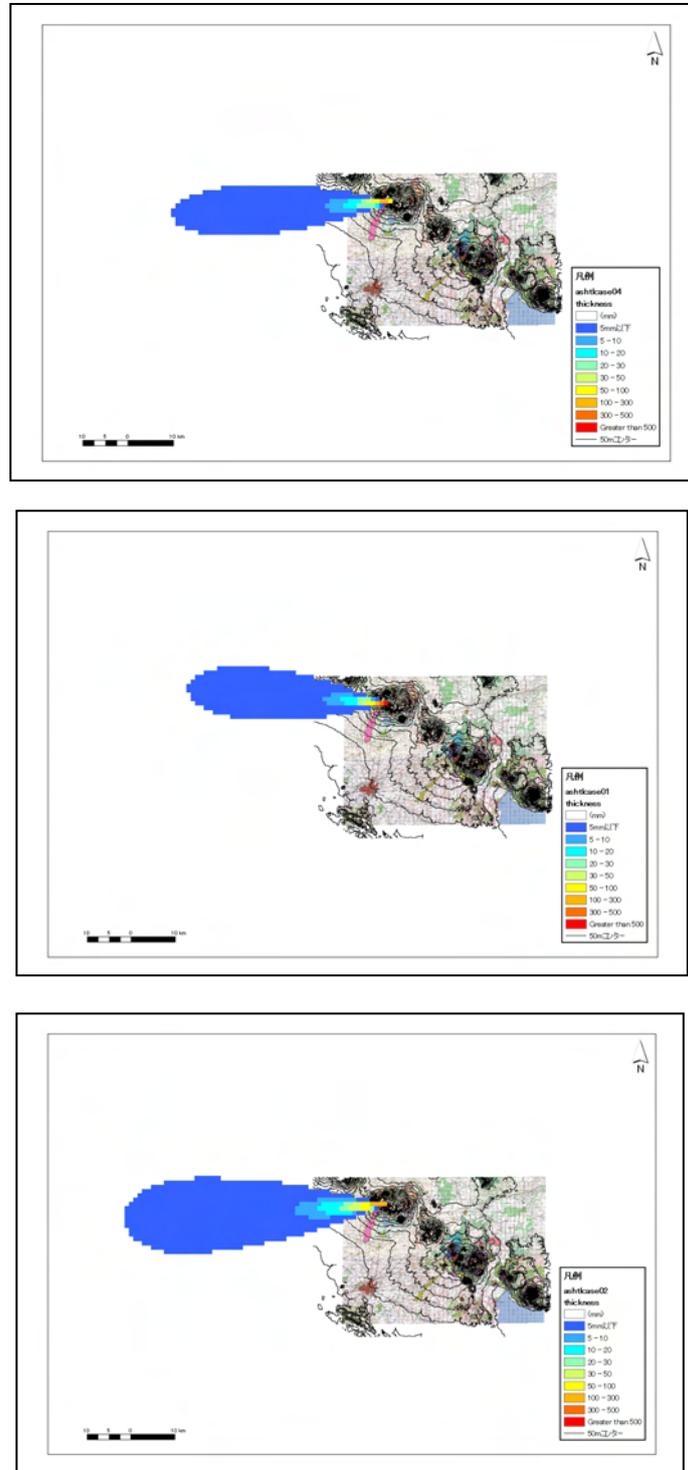


Figura 8-5 Ejemplo del simulacro de la caída piroclástica desde la cumbre del Volcán Telica

(Arriba: La misma condición que en el Cerro Negro –1995. Medio: La columna de humo es dos veces más alto que en el caso de la erupción del Cerro Negro ocurrida en 1995; mientras que otras condiciones son similares. Abajo: La cantidad de los materiales piroclásticos ha sido el doble de la cantidad desprendida por la erupción del Cerro Negro en 1995, mientras que otras condiciones son similares.)

8-2-7 Elaboración de mapas de amenazas

(1) Usuarios de los mapas

Los usuarios enfocados de los mapas de amenaza son los funcionarios de los gobiernos municipales y los oficiales de la Defensa Civil.

(2) Magnitud de las actividades volcánicas y el período de retorno

Para el Complejo Volcánico Telica-El Hoyo, se utilizaron los datos e informaciones extraídas de la literatura existente, los resultados del reconocimiento en el campo, etc. con el fin de determinar las hipótesis.

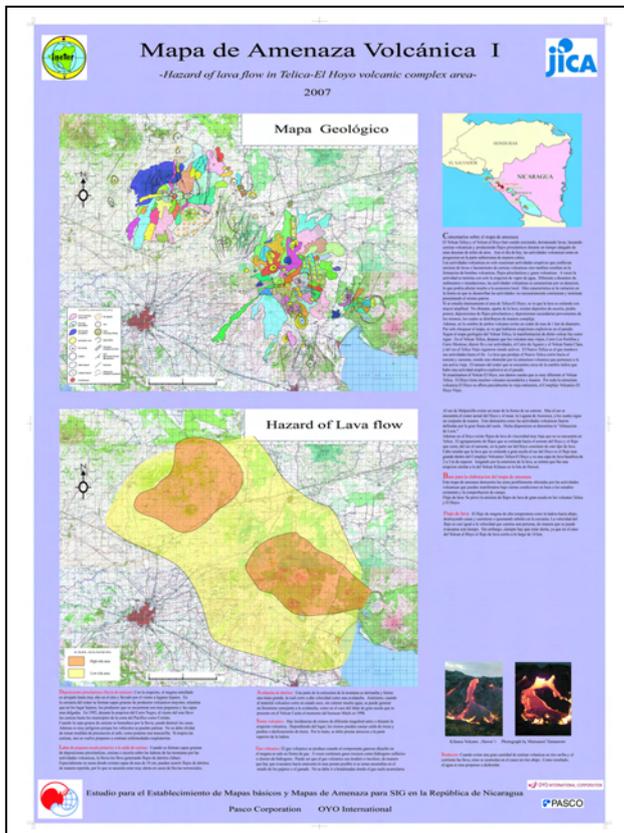
Flujo de lava: Se pudo identificar la magnitud máxima (volumen aparente) de los flujos de lavas cuya distribución pudo ser identificada en la superficie del suelo en la actualidad.

Caída piroclástica: Los datos reales de la magnitud (altura de la columna de humo y la alimentación descendiente aparente) en la erupción del Cerro Negro en 1995 constituyeron la base de la hipótesis.

Flujo piroclástico: Se basa en los resultados del reconocimiento en campo.

Bomba volcánica: Se definió empíricamente la velocidad máxima inicial al momento de la erupción.

(3) Borrador del mapa de amenazas



En la Figura 8-6 se muestra el borrador del mapa de amenazas.

Figura 8-6 Geología (arriba) y flujo de lava (abajo)

Las fotografías muestran el Volcán Kilauea (Hawaii) de flujo de lava basáltica de baja viscosidad.

8-3 Inundación

8-3-1 Generalidades

En esta sección se resumen los procedimientos de la preparación de los mapas de amenazas. El área cubierta es el Río Maravilla y sus alrededores localizados en la parte oeste de Nicaragua. La transferencia tecnológica fue considerada como el principal componente del presente Estudio.

8-3-2 Características del Área

El área objetivo del Estudio fue la cuenca del Río Maravilla. La ubicación y las características generales se indican en las siguientes figuras y en el siguiente cuadro.



Figura 8-7 Ubicación del Río Maravilla



Figura 8-8 Área de captación del Río Maravilla

Área de captación: 64.92 km²
Longitud: 29.8 km
Altitud máxima: 800 m

Cuadro 8-2 Precipitación diaria según periodos de retorno

Periodo de Retorno (años) $1/(1-P)$	X
2	159.8
3	182.5
4	196.7
5	207.1
8	227.8
10	237.2
15	253.8
20	265.2
25	274.1
30	281.2
40	292.3
50	300.8
60	307.8
80	318.8
100	327.2
150	342.5
200	353.4
250	361.7
300	368.6
400	379.4
500	387.8

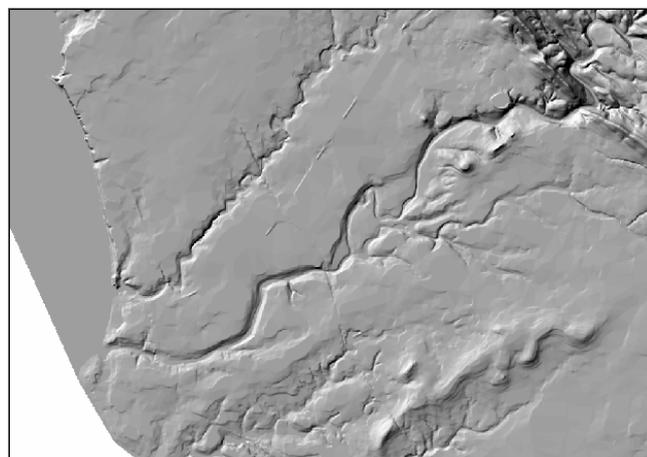


Figura 8-9 Mapa de sombra de la parte baja del Río Maravilla

La cuenca alta está constituida por los productos volcánicos cuaternarios y presenta una disección topográfica reciente peculiar al pie del volcán. La parte alta de la cresta que presenta una línea uniforme, es un relieve suavemente inclinada hacia la costa del Pacífico (lado oeste). La depresión está cubierta con bosques densos y es poco utilizada.

Desde la cuenca media a baja, se distribuye un depósito terciario (Eoceno a Mioceno) presentando un relieve de cuesta.

La cuenca baja presenta una topografía de lomas suavemente inclinadas; el flujo de los ríos hacia el este drena la planicie. La mayoría de las lomas de la cuenca baja están siendo utilizadas para el cultivo de caña de azúcar. Cuando los cultivos alcanzan cierta altura, es difícil interpretar la microtopografía. El área edificada de Masachapa se localiza en la desembocadura del río y las unidades residenciales a lo largo del río se encuentran densamente poblada.

La topografía y los patrones de uso del suelo fueron representados utilizando la sección y ortofotos que fueron creados a partir del modelo topográfico (del que se hablará más tarde en esta sección) desarrollado utilizando el mapa topográfico a escala 1:5000 como complementación de la interpretación de las fotografías aéreas.

8-3-3 Simulación de la inundación

(1) Precipitaciones de diseño y análisis hidrológico

Para la selección de los períodos de retorno de la precipitación de diseño, se tomó en cuenta la propuesta de la contraparte, y se seleccionaron los siguientes cuatro períodos de retorno: 25 años, 50 años, 100 años y 200 años.

La estación Meteorológica utilizada para el análisis fue Julio Buitrago (680032) que disponía de los datos de precipitación máxima horaria. Se determinó la precipitación diaria según períodos de retorno utilizando la tabla de probabilidad lognormal según el método de restitución de Thomas.

Cuadro 8-3 Hidrología

periodo de retorno hora	25	50	100	200
1	155.2	170.3	185.3	200.1
2	155.2	170.3	185.3	200.1
3	155.2	170.3	185.3	200.1
4	463.9	509.1	553.7	598.1
5	463.9	509.1	553.7	598.1
6	463.9	509.1	553.7	598.1
7	303.2	332.8	362.0	391.0
8	303.2	332.8	362.0	391.0
9	303.2	332.8	362.0	391.0
10	28.5	31.3	34.0	36.8
11	28.5	31.3	34.0	36.8
12	28.5	31.3	34.0	36.8
13	5.0	5.5	6.0	6.5
14	5.0	5.5	6.0	6.5
15	5.0	5.5	6.0	6.5
16	3.4	3.7	4.0	4.3
17	3.4	3.7	4.0	4.3
18	3.4	3.7	4.0	4.3
19	1.7	1.8	2.0	2.2
20	1.7	1.8	2.0	2.2
21	1.7	1.8	2.0	2.2
22	192.1	210.8	229.3	247.7
23	192.1	210.8	229.3	247.7
24	192.1	210.8	229.3	247.7

Se diseñó el hietograma utilizando el patrón de precipitación tomada entre 5:00 a.m. del 29 de septiembre y 4:00 a.m. del 30 de septiembre de 2000 como la base. Se determinó mediante el desarrollo de los datos de precipitación horaria por la tasa de precipitación diaria real y la escala de diseño. Para la conversión de precipitación y escorrentía, se utilizó el método racional.

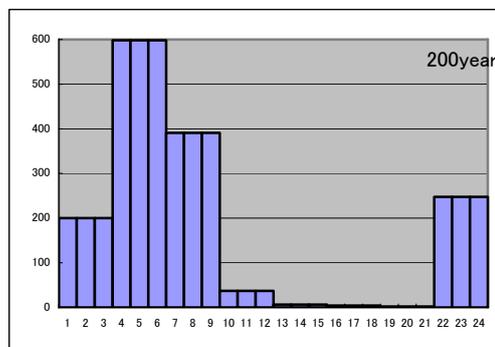


Figura 8-10 Período de retorno de 200 años

(2) Modelo topográfico

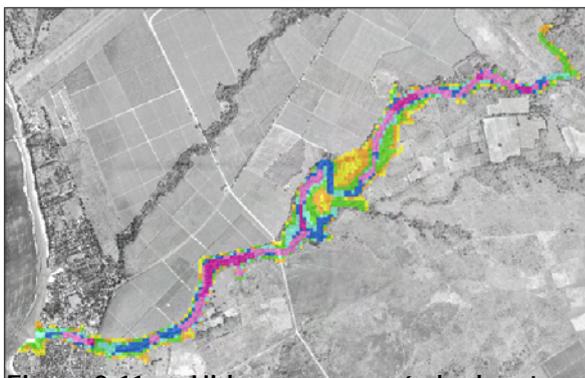
Los datos del mapa topográfico utilizados para la creación del modelo de relieve topográfico fueron tomados del mapa topográfico de la zona litoral a escala 1/5,000 del Instituto Nicaragüense de Turismo (INTUR). Los datos de las curvas de nivel fueron utilizados para la creación del TIN, y a partir del TIN se preparó el DEM con un tamaño de malla de 5 metros. Del DEM con tamaño de cuadrícula de 5 m, se produjo el modelo topográfico con tamaño de malla de 25 metros, y se produjeron los archivos de datos para el programa. Con el fin de realizar eficientemente el cálculo para el modelo topográfico, se tomaron en cuenta la dirección y las características topográficas del río para definir el área de origen. En este proceso se utilizó la herramienta de generación de malla de SIG.

(3) Resultados de la simulación

El método de simulación adoptado fue el de cálculo de flujo inestable variado. Para el presente Estudio se utilizó un programa de simulación desarrollado originalmente con base en un programa disponible comercialmente referido en literaturas sobre el tema, el que fue modificado agregando algunas mejoras. El lenguaje utilizado es FORTRAN77. El compilador utilizado fue WATCOM FORTRAN considerando su flexibilidad y disponibilidad. El cálculo se realizó para los períodos de retorno de: 25 años, 50 años, 100 años, y 200 años. También se aplicó el mismo criterio para todas las demás condiciones, tales como el modelo topográfico y el punto de influjo.

(4) Resultados del cálculo

Los resultados del cálculo indican que aun cuando ocurren lluvias intensas de 200 años de probabilidad no se produce el desbordamiento importante. El flujo de inundación permanece solo alrededor del río, debido a la topografía del Río Maravilla que es honda.



De estos cálculos, se obtuvieron y se archivaron los resultados del cambio de horario de profundidad de agua, dirección del flujo, velocidad del flujo, etc. Las profundidades máximas del agua fueron ingresadas en el SIG y se expresaron sobre ortofotos, etc. La Figura 8-11, se presentan los datos de profundidades máximas de agua utilizados en el proceso.

Figura 8-11 Hidrograma : período de retorno de 200 años

8-3-4 Mapa de amenazas de inundación

(1) Características

Los mapas de amenazas se definen como mapas que contienen información sobre las áreas propensas a inundación estimadas para que los encargados de prevención de desastres puedan tomar las medidas necesarias. Los usuarios enfocados son los funcionarios responsables en prevención de desastres del gobierno central y de los gobiernos locales. Los organismos e instituciones tales como la policía, cuerpos de bomberos, etc. también están incluidos entre los usuarios. Dado que los funcionarios a cargo de la prevención de desastres no siempre son especialistas en la materia de hidrología o ingeniería fluvial, el Equipo de Estudio decidió no incluir descripción técnica, sino más bien confeccionar mapas de fácil lectura. Además, se propuso producir los materiales de tal modo que el contenido pueda ser ampliamente divulgado entre la

comunidad.

(2) Contenidos y expresiones

A continuación se resumen los lineamientos de elaboración de las especificaciones del mapa.

1) Formato

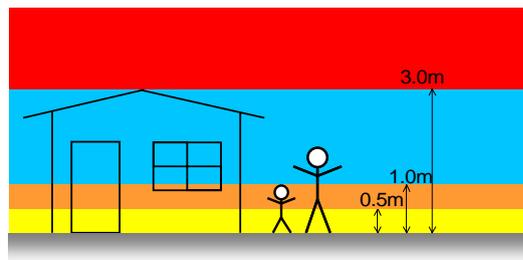
Se produjeron los mapas en dos tipos de formato.

Tipo G (tamaño A1): Mapa de gran tamaño es un instrumento útil que permite compartir entre un mayor número de personas la información de un área extensa para realizar las actividades de prevención de desastres.

Tipo P (tamaño carta): Es el tamaño comúnmente utilizado en Nicaragua para los documentos que se entregan a la comunidad local. El tamaño carta fue seleccionado por la facilidad de reproducir utilizando fotocopiadoras e impresoras de computadoras personales.

2) Expresión de las zonas propensas a inundación

Pese a que los resultados del cálculo de las zonas propensas a inundación son impresos para cada período de retorno, la información contenida en el mapa presupone que será solamente para los eventos de 200 años de probabilidad que es el rango más grande y el mayor nivel de agua.



La clasificación de la profundidad de agua refleja la estructura de las viviendas en Nicaragua. Se adoptaron cuatro categorías, de entre 0 y 0.5 m, entre 0.5 y 1.0 m, entre 1.0 y 3.0 m y más de 3.0 m.

Figura 8-12 Imagen de la profundidad de agua

3) Mapa base

El mapa base que representa las zonas propensas a inundación fue preparado sobreponiendo las ortofotos con una tasa de transparencia de 50 % tomadas en el Estudio sobre el mapa de sombras. Éste último fue preparado a partir de las curvas de nivel del mapa topográfico utilizado para la creación del modelo topográfico. La escala fue definida en 1/7.000 para maximizar la expresión de las áreas inundadas mientras que el contenido fue representado ajustándose al margen.

4) Explicación

El mapa incluye informaciones explicativas, tales como el propósito, los usuarios enfocados y las bases del cálculo. El Equipo de Estudio preparó el borrador de las anotaciones, las cuales fueron perfeccionadas por la contraparte en una versión final en español después de sostener discusiones entre ambas partes.

5) Otros

Para los usuarios no profesionales, los esquemas de la profundidad de agua e intensidad de las lluvias fueron incluidos en el mapa de amenazas.

- 1)
- 2)
- 3)

8-3-5 Borrador de mapa de amenazas

Se confeccionaron como el producto final los mapas de amenazas utilizando SIG (ArcGIS), para que el personal de contraparte pueda incorporar modificaciones y cambios e imprimir ellos mismos. El Equipo de Estudio decidió reproducir 50 copias del Tipo G con el plotter y el Tipo P con la impresora. Los productos entregados por el Equipo de Estudio son los datos SIG, los datos de disposición del mapa, y los archivos en formato pdf.

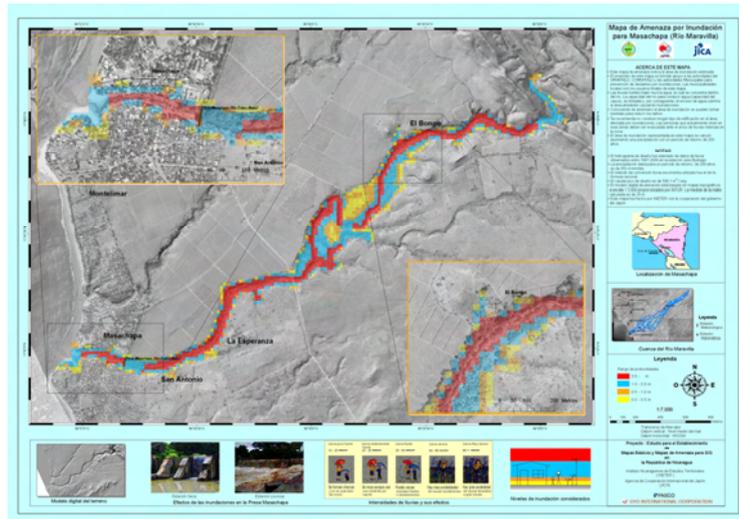


Figura 8-13 Borrador de Mapa de Amenaza (Tipo G)

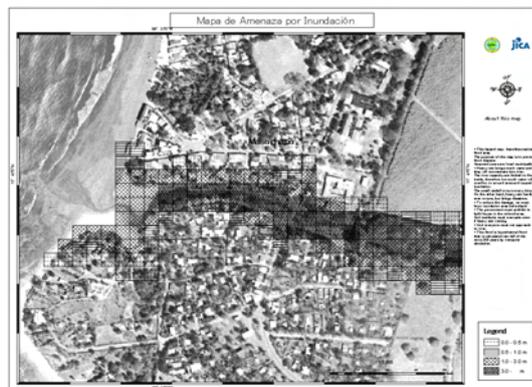


Figura 8-14 Borrador de Mapa de Amenaza (Tipo P)

8-4 Tsunami

El escenario de Tsunami fue definido con base en los datos recopilados y el modelo topográfico. Se realizó el simulacro para comparar los resultados y con los datos reales para comprobar si la metodología y los parámetros utilizados pueden reproducir los eventos ocurridos en el pasado. El simulacro puede ser realizado para otros casos, y los resultados del cálculo podrán ser utilizados para demostrar el área propensa a inundación según estimación.

8-4-1 Método de Simulación

(1) Definición del escenario de Tsunami

Se disponen de pocos datos históricos de los desastres de Tsunami a lo largo de la Costa del Pacífico en Nicaragua. La mayoría de estos datos fueron registrados después de la segunda mitad del Siglo XIX, cuando la costa nicaragüense comenzó a ser poblada. Entre ellos, el Tsunami azotado en 1992 fue el peor evento ocurrido en Nicaragua, en términos de magnitud y el área afectada que cubre la mayor parte de la costa nicaragüense. Es así como se consideró que un Tsunami de misma magnitud que el de 1992 debe ser utilizado como el escenario (modelo S8). Adicionalmente, un área de la misma dimensión se ubicó cerca de San Juan del Sur para evaluar el peor caso para San Juan del Sur. (Véase la Figura 8-15).

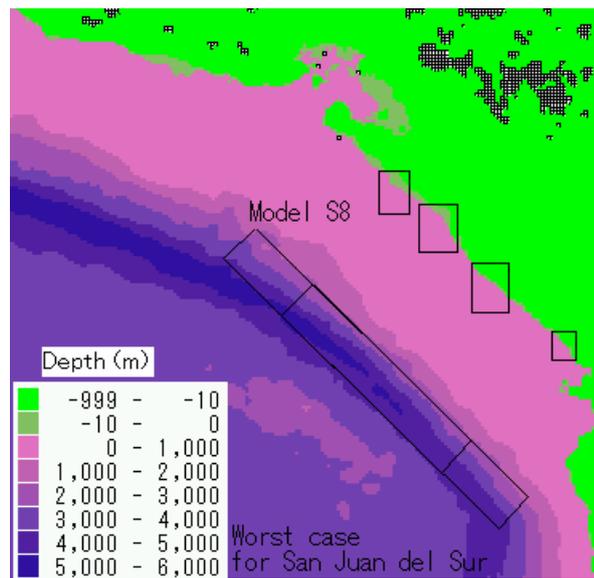


Figura 8-15 Lugar de los modelos de falla

(2) Definición de parámetros

Los parámetros de fuente del escenario de Tsunami se basan en el estudio de Satake (1995). El desplazamiento y el *rise time* fueron ajustados, y algunos modelos fueron probados como se muestra en el Cuadro 8-4 con el fin de ajustar los datos observados de inundación. El nivel de agua del mar se definió como la marea alta aquí, para considerar el peor caso, debido a que el Tsunami de 1992 ocurrió también durante la marea alta. Como resultado, el Caso 5 se ajusta mejor a la inundación ocurrida por el Tsunami de 1992, y es tomado como el peor caso para Corinto, Puerto Sandino y Masachapa. Para San Juan del Sur, el mismo modelo más cercano a San Juan del Sur se considera como peor caso posible. El intervalo de tiempo del cálculo fue definido en dos segundos, considerando que la velocidad de la ola simulada debe ser superior a la velocidad real de las olas de Tsunami.

Cuadro 8-4 Parámetros de los modelos de Tsunami

		Modelo				
		S5	S6	S7	S8	S9
Longitud (km)		250	250	250	250	250
Ancho (km)		40	40	40	40	40
Desplazamiento (m)		6	8	8	10	12
Rise Time (segundo)		300	300	300	300	300
Golpe (grado)		315	315	315	315	315
Inmersión (grado)		15	15	15	15	15
Ángulo de resbalam. (grado)		90	90	90	90	90
Prof de borde superior (km)		1	1	1	1	1
Origen de falla	Latitud	10,0626	10,0626	10,2880	10,2880	10,2880
	longitud	86,5712	86,5712	86,8073	86,8073	86,8073

(3) Desarrollo del modelo topográfico

El programa de simulación resuelve la ecuación del movimiento mediante el método de diferencias finitas. Para este método, la topografía del fondo del mar y del continente puede ser expresada en el modelo de cuadrícula. En el análisis se utilizaron cuadrículas de varios tamaños. El cálculo se realiza utilizando cuadrículas más pequeñas una por una dirigiéndose hacia el continente desde alta mar.

Con el fin de evitar la viscosidad numérica y la disipación numérica, se aplicó el sistema de cuadrículas de 2700 m² en el área del mar abierto incluyendo la fuente de ola. Luego, se aplicaron los sistemas de cuadrículas de 900 m², 300 m² y 100 m² hacia el continente desde el mar abierto como se muestra en la Figura 8-16. Debido a que existen varias fuentes de datos topográficos, se respetaron los datos más precisos si existían dos datos sobrepuestos en una misma área.

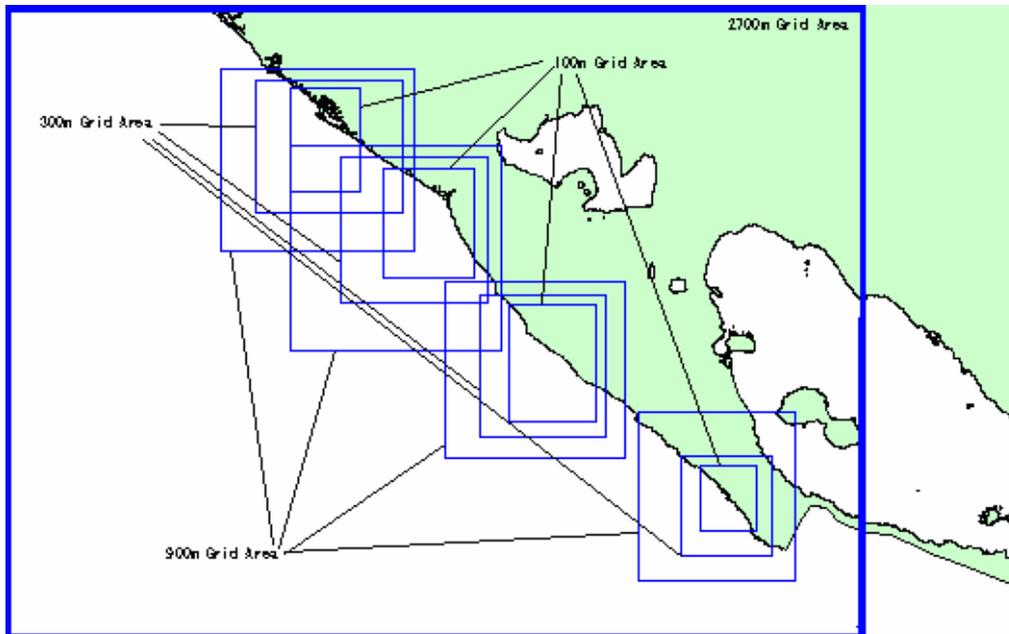


Figura 8-16 Sistema de cuadrículas desarrollado para el análisis.

(4) Productos

Los productos del simulacro incluyen la variación histórica del nivel de agua en los puntos a lo largo de la costa, la animación del nivel de agua en el área simulada, y la distribución de la inundación máxima en el área costera. La profundidad máxima de

crecida en cuadrícula de 100 m puede ser representada gráficamente utilizando la función de GIS, tal como se puede ver en la Figura 8-17.

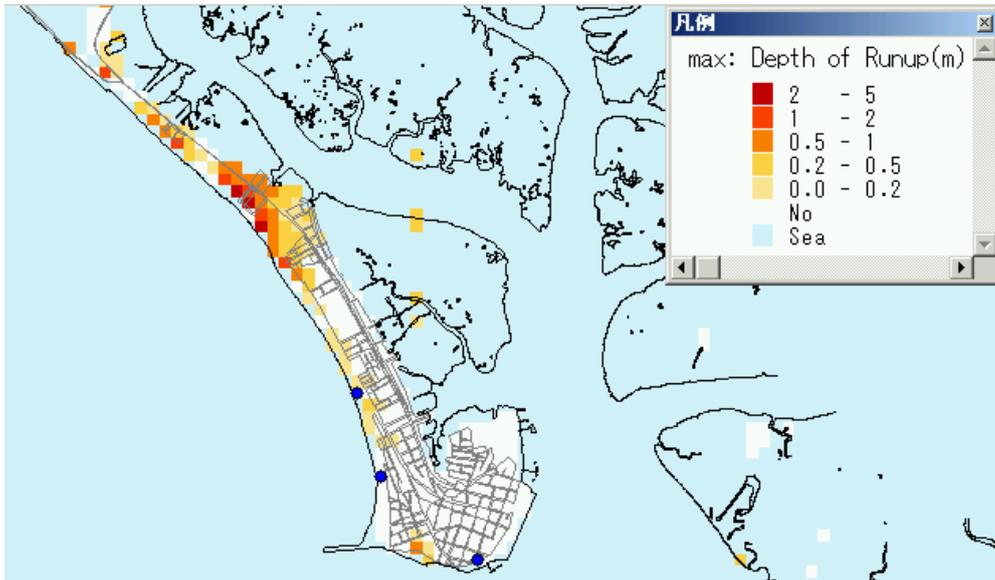


Figura 8-17 Un ejemplo de la profundidad máxima de inundación

(5) Resultados e Interpretación

La inundación máxima a lo largo de la Costa del Pacífico obtenida con el uso de diferentes modelos de simulacro y los datos de inundación observados durante el Tsunami de 1992 Nicaragua fueron comparados como se muestra en la Figura 8-18 Si bien es cierto que es difícil realizar una comparación exacta debido al limitado número de datos batimétricos disponibles, y debido a la falta de información relacionada con la heterogeneidad en la ruptura de falla, el patrón general de distribución de la inundación simulada a lo largo de la costa es congruente con la inundación observada.

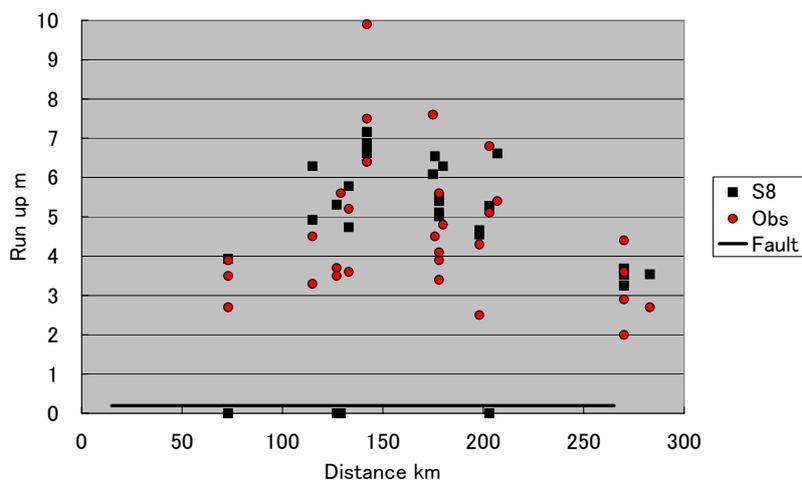


Figura 8-18 Comparación de Datos observados y resultado de la simulación

8-4-2 Batimetría en el área costera poco profunda frente a Masachapa y sus alrededores para el análisis de Tsunami

El estudio preliminar se llevó a cabo el 9 de febrero, y el estudio final se inició el 11 de febrero y se concluyó el 7 de marzo.

(1) Resultados de la medición de la marea

La altura de marea traducida en elevación es comparada con la altura calculada en Puerto Sandino después de su corrección; los datos originales fueron determinados con base en el nivel de bajamares más acentuadas en Puntarenas, Costa Rica (e.g., -1.168m). En la Figura 8-19 se presenta la comparación de los datos obtenidos el 11 de febrero. La altura de marea en Masachapa es muy similar a la de Puerto Sandino: sin embargo, la marea mínima y máxima ocurren algo más pronto que en Puerto Sandino, con una diferencia de entre 10 y 15 minutos. La altura mínima y máxima de la marea en San Juan del Sur ocurren antes que en Puerto Sandino, según predicción, con una diferencia aproximada de 1 hora y 20 minutos por lo que el Equipo de Estudio llevó a cabo la batimetría en la costa de Masachapa como un ítem adicional de estudio en el segundo año del Estudio.

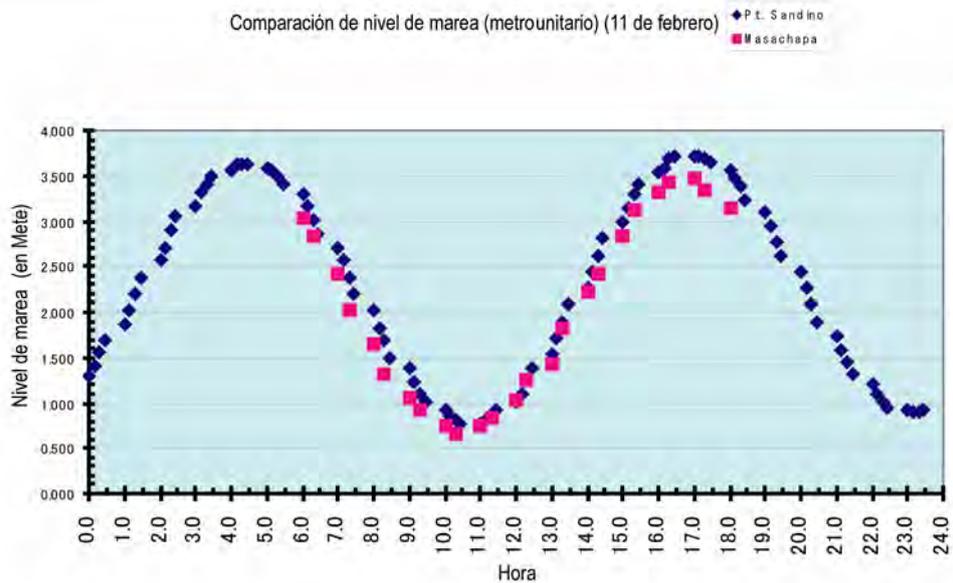


Figura 8-19 Comparación de la altura de marea en Masachapa con el valor de predicción en Puerto Sandino

(2) Formato final de los datos los investigados

Los datos proporcionados por la contraparte, Hidrografía de INETER, son datos digitales en el mismo formato de XYZ03 (latitud, longitud, y profundidad) corregidos con los datos de elevación de mareas basándose en la medición temporal realizada en Masachapa. El área que ha podido sondear, en términos del número de líneas de sondeo fueron 50 líneas a la fecha del 6 de marzo del 2005, como se muestra en la Figura 8-20

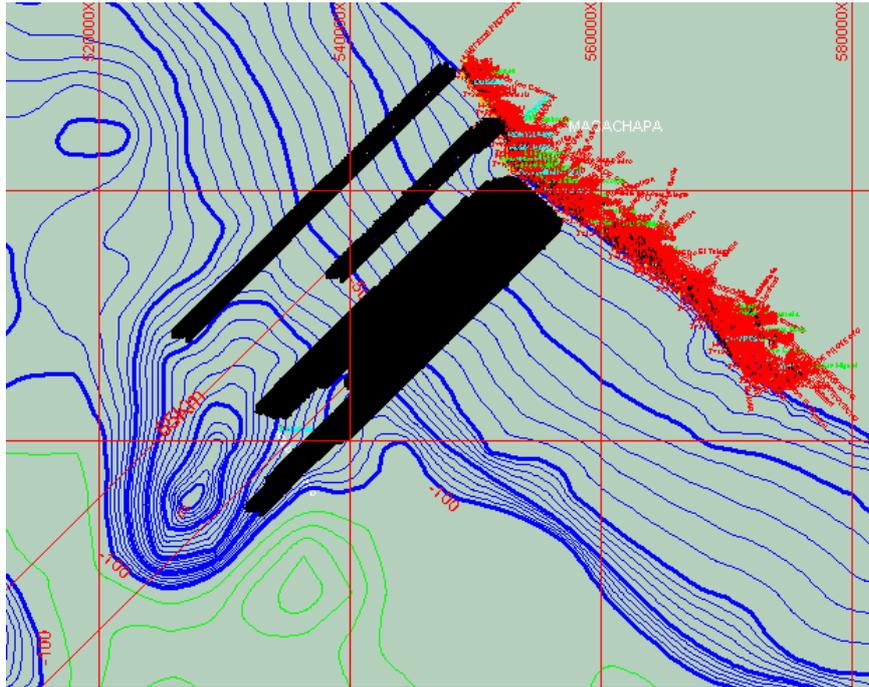


Figura 8-20 Área que se completó hasta el 6 de marzo, 2005

9 RECOMENDACIONES

9-1 Recomendaciones para INETER

9-1-1 Usos de la información topográfica y geográfica básica

Mantenimiento de la base de datos geográficos con la misma especificación

La base de datos topográficos de 1:50.000 elaborados por el estudio tiene el esferoide WGS84 como referencia. Por lo tanto, todos los nuevos datos geográficos que se produzcan en el futuro deben utilizar la misma referencia para facilitar su superposición con mayor exactitud. En este sentido, los viejos mapas topográficos de 1:50,000 preparados durante los años 60, que tienen el esferoide NAD27 como referencia, se deben convertir al esferoide WGS84 para asegurar compatibilidad.

Ampliación de los datos básicos geográficos a otras partes del país

Como el estudio cubre solamente la Zona del Pacífico de Nicaragua, en un área de menos del 40% del territorio nicaragüense, es necesario continuar estos estudios para producir los datos geográficos para el resto del país. Esto permitirá a las instituciones nicaragüenses el realizar análisis de SIG para mayores áreas del país o, incluso, para el territorio entero..

Instalación de puntos de referencia geodésica (BM)

No existen en Nicaragua puntos de referencia geodésica y es necesario instalarlos. Los puntos de referencia geodésica son cruciales para observar los cambios de altura. Cuando no están disponibles, las alturas del modelo geoide derivado de la observación del GPS pueden ser suficientes para estudios topográficos. Sin embargo, para la observación de la actividad sísmica, los puntos de referencia geodésica son imprescindibles y es necesario prepararlos.

(1) Actualización de claves de interpretación

Actualización de las claves de interpretación para garantizar un reconocimiento de campo consistente entre todos los topógrafos. Durante el proyecto se prepararon unas cuarenta y dos claves que necesitan refinarse y estandarizarse para su uso futuro.

Preparación del diccionario geográfico

Se debe elaborar un diccionario geográfico basado en las anotaciones de la base de datos preparada con los datos recogidos durante el proyecto.. Se debe tener en cuenta que, durante el reconocimiento de campo, todos los datos de anotación fueron extraídos de mapas topográficos existentes. Los resultados de ese trabajo se deben organizar sistemáticamente para su uso en el futuro.

Desarrollo de productos y servicios nuevos y de sus estrategias de la comercialización

Con la introducción de la tecnología SIG en este proyecto y la utilización de un nuevo software como Adobe Illustrator, que se utilizaba por primera vez en INETER, es comparativamente fácil ahora corregir los mapas y producir formatos fáciles de distribuir tales como los formatos gráficos eps, bitmap, GIF, y jpg. Por lo tanto, además de producir los mapas de papel, INETER puede ahora proporcionar mapas digitales que pueden ser muy útiles y tener aplicaciones y usos numerosos por parte de instituciones nicaragüenses en los sectores públicos y privados. Nuevos mecanismos de distribución, administración, y comercialización deben desarrollarse para hacer los mapas digitales fácilmente accesibles a la sociedad.

Desarrollo de programas de capacitación sobre la preparación de mapas digitales

La división de Geodesia tiene manuales que el Equipo de Estudio encontró contenían información desactualizada. Considerando la nueva tecnología incorporada, INETER debe desarrollar una nueva versión del programa de capacitación que incluya tecnologías digitales.

Asignación de recursos humanos

Hasta que el conocimiento y las habilidades adquiridas durante el proyecto se conviertan en parte integral de la organización, debe evitarse, en lo posible, el traslado del personal entrenado por el proyecto. Este personal debe documentar en español las habilidades y tecnologías adquiridas de modo que el nuevo personal pueda aprender dichas habilidades.

Conocimiento compartido entre el personal

Las habilidades y el conocimiento deberán ser compartidos en el departamento en la mayor medida posible. Personal con habilidades y tecnología especiales deberían recibir compensaciones o premios por su contribución a la difusión de la tecnología o por su liderazgo.

9-1-2 Mapeo de amenaza

Las recomendaciones que se presentan son basadas en cuestionarios llenados por los expertos Japoneses que estuvieron a cargo de la producción de los mapas de amenaza producidos por el proyecto. Se consideran cuatro tipos de amenaza: 1) Amenaza Sísmica, 2) Amenaza volcánica, 3) Amenaza de inundación y 4) Amenaza de tsunamis.

(1) Amenaza de terremoto

Recomendaciones a nivel institucional

Las actividades realizadas en colaboración con el personal de INETER demostraron que este personal entiende bien el procedimiento de cálculo y que, teóricamente, es capaz de hacer estudios similares para otras ciudades en Nicaragua. Sin embargo, el problema principal y más difícil a enfrentar es la carencia de la información básica requerida para la determinación de los parámetros usados en la simulación. En este contexto, se pueden recomendar las siguientes acciones y contramedidas:

- Adquisición de mejores datos de la ubicación de terremotos mejorando/aumentando el control de la ubicación de los terremotos en rangos que van desde la superficie hasta profundidades focales profundas. Esto debe ser alcanzado por medio de un desarrollo de la red de observación sísmológica que incluya la instalación de sismómetros de alta sensibilidad especialmente en la zona del Caribe.
- Instalación de un número mayor de estaciones de observación continua (24 horas/día) en el sistema de observación de movimientos fuertes. También se recomienda un formato de procesamiento estándar para los movimientos registrados y la publicación periódica de los resultados del análisis.
- Recolección de datos confiables para toda el área del territorio sobre las características de terremotos desastrosos del pasado y de sus consecuencias en términos de daños y pérdidas observadas en tipos particulares de objetos existentes tales como llanuras, laderas, casas, edificios e instalaciones industriales. Los datos deben ser analizados cuantitativamente para formular relaciones empíricas para pronosticar daños y pérdidas futuras.
- Recolección de datos geofísicos y geotécnicos para las capas superficiales del suelo y el basamento rocoso ingenieril. Entre las instituciones nacionales con personal con experiencia en ingeniería geotécnica, se debería distribuir un número adecuado de perforadoras, tomadoras de muestras inalteradas y máquinas de ensayo para cumplir este propósito.

- Establecimiento de un programa nacional para generar la información básica necesaria para realizar simulaciones similares a las hechas en este estudio para otras partes de Nicaragua.
- Cuidadosa extensión de estos estudios al resto del país. Como el nivel de la información disponible para otras áreas fuera de Managua es menor que el que está disponible para el capital nicaragüense, debe tenerse gran cuidado con la aplicación en otras áreas del país del método utilizado en este proyecto. La calidad y cantidad de los datos existentes se deben analizar cuidadosamente para entender las limitaciones y la aplicabilidad del proceso de la simulación.
- Mejor distribución de los recursos de capacitación. Los niveles de educación, conocimiento y capacidad del personal son desiguales dentro de INETER. Esto es cierto incluso dentro de las secciones del instituto. En el caso del Departamento de Geofísica, los miembros de la Sección de Sismología están bastante mejor preparados que los miembros de otras secciones. Generalmente y especialmente después del huracán Mitch, el Departamento de Geofísica ha recibido muchos proyectos y contribuciones por ayuda del extranjero porque este departamento se ocupa de las amenazas naturales más comunes en Nicaragua, como terremotos, derrumbamientos, y erupciones volcánicas. Como resultado de esta interacción activa con proyectos internacionales, el Departamento de Geofísica ha podido incorporar cantidades importantes de nueva tecnología, equipos y software. Sin embargo, estas tecnologías se limitan a los individuos que eran responsables (como contrapartes) de estos proyectos extranjeros. Para continuar y mejorar la capacidad del Departamento para proporcionar los servicios se espera que proporcionen, un esquema educacional interno que difunda el conocimiento y que esté al alcance a todas las personas.

Recomendaciones para mejorar el Mapa de Amenaza de Terremoto para Managua

La calidad y cantidad de los datos actualmente disponibles no puede, básicamente, cumplir con las necesidades de la evaluación de amenaza de terremoto en el nivel de un sistema de cuadrícula de 500 m en la ciudad de Managua. Podría haber la misma situación o aun peor para otras áreas del país. Por lo tanto, un programa adicional para generar información básica necesaria deberá ser diseñado e implementado inmediatamente para poder realizar mapas de amenaza de terremoto para otras áreas de Nicaragua.

- Preparación de una base de datos de las características de las respuestas de sitio derivadas de registros de movimientos fuertes obtenidos en el pasado.
- Preparación de una base de datos confiable de las intensidades sísmicas observadas en sismos catastróficos históricos.
- Integración y análisis de los registros digitales de micro-vibraciones existentes para investigar las características de la respuesta de sitio en Managua.
- Recolección y evaluación de todos los estudios geológicos de campo hechos en fallas activas.
- Recolección de los datos geológicos y geofísicos relacionados con el perfil geológico, la clasificación y las propiedades físicas y dinámicas de las capas de suelo bajo la superficie y del basamento rocoso ingenieril.

(2) Amenaza volcánica

El mapeo de amenaza volcánica en Nicaragua, realizado principalmente por INETER, hace frente a distintos desafíos en las diversas etapas del proceso. Algunos de esos desafíos y recomendaciones acerca de cómo superarlas se presentan a continuación.

Interpretación de la fotografía aérea

El personal vulcanológico de INETER ha tenido muy pocas oportunidades de trabajar con fotografías aéreas y, consecuentemente, saben muy poco sobre las técnicas de interpretación. Aún cuando tienen cierto conocimiento, el nivel técnico es

considerablemente bajo. Esta situación podría cambiar si la utilidad de la fotografía aérea fuese reconocida y esta información muy valiosa fuese adoptada con frecuencia en los estudios. Sin embargo, actualmente hay sólo unos 6 estereoscopios en total en INETER, a pesar de estos instrumentos sean necesarios para la interpretación de la fotografía aérea. Aparte de indicar que estos estereoscopios no están bien calibrados, se recomienda la adquisición de instrumentos nuevos.

Procedimientos para mapeo de amenaza

Hasta ahora, no han habido suficientes discusiones sobre la idea básica y la lógica de mapeo de amenaza volcánica en la Dirección General de Geofísica de INETER. En consecuencia, las contrapartes y otros investigadores de la Sección piensan, equivocadamente, que este trabajo se puede completar en la computadora únicamente, usando simplemente algunos programas relacionados. Es necesario ir más allá en las discusiones sobre los conceptos básicos y las filosofías de mapeo de amenaza necesario para elaborar mapas que reflejen las realidades locales. Para que estas discusiones sean posibles, es imprescindible continuar con los programas de capacitación en INETER.

Investigación geológica sobre volcanes

La interacción con el personal de INETER mostró que, mientras que tienen el conocimiento básico adquirido en la universidad sobre este aspecto, ellos carecen de los conocimientos y experiencia necesarios para realizar investigación de campo en áreas volcánicas. Es especialmente notoria la distancia que existe entre el conocimiento que tienen de estructuras volcánicas y su capacidad de identificarlas en el campo. Hay también una clara falta del conocimiento básico en procesos volcánicos y la geología volcánica. Para solucionar este problema, es necesario que se desarrollen programas de capacitación sistemáticos con énfasis en los aspectos prácticos de la geología volcánica.

Recursos humanos

La primera prioridad debe ser la de desarrollar recursos humanos con la capacidad de ejecutar investigaciones de campo en los volcanes nicaragüenses, puesto que es un país de un volcanismo muy activo. Para ese propósito, un volcanólogo experimentado tendrá que entrenar al personal de INETER en la teoría y la práctica de volcanes.

Recolección y organización de datos básicos

Programas sistemáticos para la adquisición de datos, validación, síntesis y análisis deben ejecutarse. Un especialista con conocimientos profundos de las técnicas SIG y la geología volcánica debe dirigir a los investigadores de geofísica en la generación y manejo apropiados de datos. Además, INETER no tiene suficientes libros básicos en la geología volcánica y tiene dificultad en suscribir a las revistas académicas internacionales, lo que limita las oportunidades de su personal de aumentar su conocimiento.

Mejoramiento a corto plazo de la capacidad

A corto plazo, la sección de Vulcanología podría consolidar su capacidad técnica enfocando los siguientes aspectos:

- Adquisición de los conocimientos básicos de la geología volcánica incluyendo programas regulares de práctica de campo
- Definición de las filosofías básicas de mapeo de amenaza volcánica para desarrollar un marco lógico para la representación de los resultados de los cálculos.
- Aumento de la coordinación con la sección de observación sísmica para el beneficio de la interacción entre ellas.
- Identificación y análisis apropiados de la sismicidad volcánica.
- Implementación de programas regulares de capacitación regular y educación para elevar la capacidad técnica del personal.

(3) Amenaza de la inundación

Desarrollo de recursos humanos

Para continuar el proceso de aprendizaje de mapeo de amenaza de inundación iniciado por este proyecto, se recomienda realizar inmediatamente las siguientes actividades:

- Traducir al Español y completar el manual de instrucciones que se preparó y distribuyó durante las sesiones de la capacitación sobre mapeo de amenaza de inundación. Ésta debe ser la base para el desarrollo de su propio manual.
- Aplicar a otro río la metodología utilizada y enseñada en este proyecto. El personal de INETER debe familiarizarse con cada paso del procedimiento y preparar los manuales y las pautas de apoyo necesarios.
- El personal de la Sección de Recursos Hidrológicos debe dominar el análisis hidráulico, especialmente el análisis bidimensional de flujo inestable.
- Se deben hacer todos los esfuerzos necesarios para aumentar la programación de FORTRAN y la capacidad de simulación numérica del personal de modo que puedan preparar programas de computadora que satisfagan sus necesidades específicas y reduzcan la dependencia de programas pre-preparados, los cuales pueden ser innecesariamente complejos y son generalmente costosos.

Acumulación de datos

Acumulación de datos hidrológicos y establecimiento de una base de datos completa, bien organizada. El problema principal de Nicaragua es la carencia de información básica. Se deben hacer todos los esfuerzos necesarios para generar, recoger, validar, y organizar nuevos datos de una manera sistemática.

Catálogo de la inundación

Se debe establecer un “catálogo de la inundación” para recoger y organizar la información valiosa de desastres pasados.

Desarrollo de un plan maestro

Un plan maestro debe desarrollarse con la meta a largo plazo de preparar mapas de amenaza para todos los ríos en Nicaragua. El plan maestro debe definir prioridades, fuentes de financiamiento, y un cronograma que refleje en forma realista los recursos y las capacidades locales.

Equipo de trabajo

Establecimiento, capacitación, y desarrollo de un “equipo de trabajo” especializado en la estimación y mapeo de la amenaza de inundación.

Desarrollo de la estrategia

Desarrollo de una estrategia que permita la puesta en práctica del plan maestro para mapeo de amenaza de todos los ríos en Nicaragua. Esta estrategia debe incluir la colaboración activa con otras instituciones, autoridades locales, y las comunidades.

Programa de investigación

Se debe establecer un programa de investigación de las características particulares de la amenaza de inundación en Nicaragua. Los resultados de estas investigaciones permitirían una adaptación de las metodologías para los requisitos particulares de los mapas de amenaza de Nicaragua que refleje mejor las condiciones y las necesidades locales. Esta adaptación podría incluir, entre otras cosas, las definiciones de métodos convenientes de análisis hidrológico, los tamaños de malla adecuados para el análisis, los programas de simulaciones, criterios necesarios para la selección de parámetros, contenido de estudios y de mapas, usuarios y usos.

Mejora de los procedimientos del pronóstico de inundación

Los procedimientos del pronóstico de inundación se deben mejorar y combinar con las metodologías de mapeo de amenaza para poder prevenir desastres de inundación de una manera más eficaz.

(4) Amenaza de tsunami

Colaboración entre el Departamento de Geofísica y el Departamento de Hidrología

Para la mejora futura del mapa de amenaza de tsunami, una colaboración más cercana entre los Departamentos de Geofísica y Recursos Hidrológicos es imprescindible.

Nueva clasificación de datos para una simulación mejor

Nuevos y mejores datos son necesarios, especialmente datos de batimetría en el área cercana a la costa, que es un factor clave para mejorar los modelos usados en la simulación. Para generar la información apropiada, es necesario una buena comprensión de la metodología de la simulación en ambos departamentos mencionados.

Mejora del modelo topográfico

En este Estudio, los mejores datos topográficos disponibles a la fecha se utilizan para desarrollar el modelo topográfico. Sin embargo, se encontró que la densidad de datos todavía es limitada, especialmente cerca de la costa donde se requieren datos con suficiente densidad de distribución para desarrollar una cuadrícula con tamaño de 100 m. Se recomienda muy especialmente realizar un estudio batimétrico en un futuro próximo, por lo menos en las áreas donde se concentra la población a lo largo de la costa. Para esto es necesaria una buena colaboración entre el Departamento Geofísico y el Departamento de Recursos Hidrológicos.

Estudios de campo

El obtener datos básicos de simulación confiables de un estudio de desastres es muy importante. El estudio de campo para el tsunami de 1992, por ejemplo, fue hecho principalmente por investigadores extranjeros. Sin embargo, tales estudios deben ser hechos por nicaragüenses cuando vuelva a ocurrir un fenómeno similar. Para esto, debe hacerse la capacitación de estudio en el campo. Además, se recomienda documentar las memorias del desastre que guardan los residentes para diseminarlas entre los residentes locales con propósito educativos y para recoger nuevos datos científicos.

Uso para la prevención del desastre

Como INETER es un instituto de investigación científica, su interés en el mapa de la amenaza se limita a realizar simulaciones. El propósito de desarrollar mapas de la amenaza se debe discutir dentro de INETER y con institutos relacionados. El departamento de ordenamiento territorial en INETER y SINAPRED pueden ser elementos importantes para el planeamiento de la utilización del suelo. Además, la cooperación con institutos relacionados tales como INTUR, EPN, MTI, MARENA, y MIFIC etc. son importantes. Se recomienda formar un grupo de trabajo que incluya estos institutos para incorporar medidas preventivas en las principales actividades de cada sector.

Capacitación a otro personal

Actualmente, no hay personal asignado específicamente al estudio de tsunami y el número de personal entrenado por el proyecto fue limitado por falta de tiempo. Se espera que el contenido proporcionado en la capacitación sea transferido al resto del personal dentro de INETER para promover un entendimiento básico de los tsunamis.

Aprendiendo de experiencias internacionales

Como un tsunami grande es un fenómeno raro, experiencias en otros países y el acceso a

los avances en el estudio de tsunamis a nivel internacional proporcionan buenas oportunidades para su mejor entendimiento. Para esto, se recomienda asociarse a la sociedad internacional de Tsunami (www.sthjourn.org), o estudiar experiencias en otros países, tales como Japón, EE.UU., Hawái, Chile, Indonesia etc.

9-1-3 Usos y desarrollo de la tecnología de SIG

Uso compartido de datos básicos geográficos

Como la preparación de datos básicos geográficos requiere la inversión de una cantidad significativa de recursos, el uso compartido de tales datos entre el mayor número posible de agencias aumentará perceptiblemente la eficiencia del trabajo y, por lo tanto, reducirá el costo de la inversión inicial. Por otra parte, la circulación de datos de mapas confiables como infraestructura social por el gobierno dará lugar a la promoción de la cooperación de los sectores público y privado y animará el crecimiento de la inversión privada.

Distribución de datos efectivos y ayuda a los usuarios

Los datos básicos geográficos preparados por este estudio deberán diseminarse a través de los distintos canales factibles, tales como Internet, CD-ROM, DVD, y mapas impresos, para asegurar su uso extenso como instrumento para la toma de decisiones o como herramienta para el análisis de la información. Sin embargo, puesto que es imposible esperar que todos los usuarios tengan las capacidades necesarias para la administración de datos y la personalización de requisitos particulares de datos, deben diseñarse programas de ayuda apropiados para los usuarios y deben ponerse en ejecución.

Abastecimiento de los datos para SINAPRED

Los siguientes tipos de datos se proporcionarán a SINAPRED:

- información básica para las etapas antes/durante/y después del desastre,
- ayuda para las actividades de respuesta en caso de emergencia, y
- mapas adaptados a las necesidades y a las condiciones específicas de cualquier lugar dentro del país.

Capacitación en el diseño estructural del sistema

Un programa de capacitación en profundidad de SIG se debe poner en ejecución sobre el diseño apropiado de la estructura del sistema y su implementación sistemática. El sistema debe diseñarse con una visión institucional y estructurarse de una manera tal que todas las Divisiones de INETER se beneficien de su existencia. En un sentido más práctico, se deben preparar los manuales y la documentación adecuada sobre el diseño del sistema de modo que la expansión del mismo se realice metódicamente y todos los miembros del personal tengan maneras fáciles de entender su estructura. Se deben desarrollar procedimientos estandarizados para asegurar la integridad del diseño original del sistema cuando se agrega nueva información obtenida o generada.

Promoción de la interacción entre las distintas secciones de INETER

El programa de capacitación de SIG puesto en ejecución en este proyecto se podría utilizar como modelo para la puesta en práctica de programas a mayor escala que incluyan todas las Divisiones de INETER. La formación de clases para personal de todas las divisiones y la rotación de los lugares de la capacitación entre las distintas divisiones deberían promover la interacción entre las divisiones de INETER y facilitarían la formación de grupos de trabajo inter-divisionales y la exposición de la gente de una división dada al trabajo hecho por las otras divisiones. Además, este trabajo interdivisional reduciría ciertamente la gran variación de la capacidad de uso del SIG que existe entre las distintas divisiones de INETER y facilitaría el compartir las experiencias, conocimiento y técnicas de trabajo.

Desarrollo de estrategias de comercialización y distribución para los productos de INETER

Nuevas técnicas de comercialización se deben poner en ejecución para identificar a todos los usuarios actuales y potenciales de los productos de INETER así como también sus necesidades y preferencias. Eso ayudará a INETER a dedicar sus esfuerzos a la producción de productos que respondan a las demandas del mercado y que, por lo tanto, son de interés de los clientes y los beneficiarios del trabajo de INETER. Finalmente, se deben desarrollar métodos apropiados de promoción y distribución para asegurar un acceso sin problemas y fácil a los productos de INETER por los usuarios actuales y potenciales.

Utilización apropiada de los paquetes SIG

Debido a su visibilidad y claro valor, los sistemas SIG se han convertido en una herramienta popular para la ayuda internacional. Muchas computadoras y licencias de software y sistemas se han donado a instituciones nicaragüenses. Sin embargo, donaciones de hardware y software no son suficientes y se deben hacer todos los esfuerzos posibles para consolidar a las instituciones, proporcionar la capacitación adecuada, y crear las estructuras formales para el uso e intercambio eficientes de la información entre las instituciones. Esto asegurará la comprensión apropiada de la tecnología SIG y de sus usos y no permitirá que esta útil herramienta se utilice por debajo de su potencial real.

9-1-4 SIG de Georiesgos

El Sistema de Información (SIG) de Georiesgos desarrollado por la Dirección de Geofísica en cooperación con las demás Áreas del INETER y con muchas instituciones nacionales y extranjeras tiene un alto estándar técnico, es el SIG más avanzado de su temática en toda Centroamérica, y integra ya una gran cantidad de cobertura y bases de datos sobre amenazas, vulnerabilidad y riesgos en Nicaragua. EL SIG es accesible desde todas las computadoras del INETER por medio de la Red Lan y publica información por el INTERNET, por ejemplo con mapas interactivos. La forma interdisciplinario en que trabajan juntos los especialistas SIG, geocientíficos del INETER, informáticos es ejemplar y debe recibir apoyo continuo en el futuro. Se entiende que el SIG es la unidad entre Hardware/Software, Base de Datos y el personal que entiende y maneja los datos de forma eficiente. Notamos que el SIG ya fue utilizado en muchos proyectos (por ejemplo, en más de 90 proyectos ubicados en toda Nicaragua de un programa con INVUR) y diario vienen científicos, estudiantes y otras personas para pedir información y apoyo en el desarrollo de sus investigaciones o actividades. Es también notable el enfoque regional de este SIG, la cooperación activa con otros países de la región y los avances en la conexión entre SIG y redes de monitoreo y alerta temprana.

Integración de datos de amenaza en el SIG

Se recomienda integrar todos los resultados del proyecto realizado con JICA en el SIG de Georiesgos y aprovechar de esta herramienta para continuar con el desarrollo y actualización de las bases de datos y mapas creados junto con la cooperación japonesa. Publicar los mapas y coberturas en el servidor de mapas del SIG Georiesgos.

Integración de cobertura geográfica en el SIG

Se recomienda integrar toda la cobertura geográfica, sectorizada, fotos aéreas y DEM elaborados en el proyecto con JICA en el SIG de Georiesgos para poder usar esta información de forma rápida y eficiente en el desarrollo de nuevos mapas de amenaza, vulnerabilidad y riesgo y para aplicar el SIG en caso de emergencias.

Integración de la base de datos de elementos bajo riesgo en el SIG

Se recomienda integrar en el SIG de Georiesgos la base de datos de elementos bajo

riesgo y publicar esta base de datos en un mapa interactivo en el sitio Web de INETER. De esta forma la base podría ser aprovechada por un amplio público, especialmente en situaciones de emergencia. Se debe actualizar continuamente esta base.

Uso del SIG Georiesgos en todas las Áreas del INETER

Se recomienda que todas las Áreas del INETER hagan uso – en forma rutinaria - de las bases de datos del SIG de Georiesgos aunque cada una de las Direcciones puede tener sus aplicaciones SIG propias. Se debe aprovechar de la capacidad y del avance existente en la Dirección General de Geofísica para capacitar profesionales de otras Áreas para el uso de Se recomienda especialmente una mayor cooperación entre las Direcciones de Geofísica y Geodesia/Cartografía para aprovechar de las experiencias y ventajas en ambas Áreas para desarrollar de forma concertada el SIG de Georiesgos y el emergente SIG de Mapas Básicos. Cada uno de los SIG´s tendrá sus peculiaridades en los objetivos, maneras de trabajar, productos, pero también pueden tener bases, soluciones y prácticas comunes.

Uso del SIG Georiesgos por SINAPRED y otras instituciones

Se recomienda que SINAPRED y otras instituciones hagan mayor uso del SIG Georiesgos y de todo el material acumulado sobre las amenazas, vulnerabilidades y riesgo porque esta base es muy valiosa, concentra gran cantidad de información existente de este tipo en Nicaragua y permite ahorrar fondos y tiempo en el desarrollo de programas de prevención de desastres.

9-2 Recomendaciones para otras instituciones y el sistema nacional

9-2-1 Usos de los mapas de amenaza

Se desarrolló y ejecutó un programa completo de actividades para recoger la información relevante y para promover las discusiones necesarias para producir recomendaciones sobre los usos de los mapas de amenaza preparados por el proyecto y sobre la Consolidación de la Prevención de Desastres en Nicaragua. Se prepararon cuestionarios para recoger la información necesaria. Las recomendaciones presentadas aquí son el resultado del análisis de más de 350 cuestionarios que fueron completados por representantes de más de 50 organizaciones de los sectores públicos, privados y sociedad civil de Nicaragua. Después de discutir los resultados entre sus miembros, el Equipo de Estudio decidió recomendar el uso de los mapas de amenaza en dos aspectos importantes: 1) Uso de los resultados para actividades de reducción del riesgo; y 2) Medidas de difusión de la información.

(1) Uso de los resultados para actividades de reducción del riesgo

Incorporación de los datos de censo a los mapas de amenaza

En primer lugar, se sugirió combinar esta información con los resultados del censo en curso para determinar a la población bajo riesgo. Esta información se puede utilizar para poner en práctica ejercicios de respuesta frente a la emergencia, diseñar sistemas de alerta temprana, y determinar áreas de evacuación seguras.

Desarrollo de planes de administración de prevención de desastres

Es crítico que se incorpore a la comunidad en las actividades de reducción de riesgo. Versiones simplificadas de estos mapas se pueden utilizar para educar y para elevar la conciencia de la comunidad y sus líderes sobre el riesgo existente. Estos resultados se deben utilizar en la preparación de planes de contingencia apropiados para las ciudades y las organizaciones y para la revisión de los planes existentes. Este trabajo lo pueden realizar los comités municipales de preparación de desastres. Trabajando con las comunidades, estos mapas se pueden utilizar para preparar mapas específicos para las

ciudades, los pueblos o las comarcas para que ellos estén familiarizados con su propio riesgo.

Desarrollo de planes regionales

SINAPRED, las autoridades locales, y las organizaciones a cargo de la infraestructura deben coordinar la incorporación de estos resultados en los correspondientes instrumentos de reglamentación y legislación para el control de riesgo de desastre. La utilización del suelo y las reglamentaciones de planeamiento urbano se deben revisar utilizando la nueva información producida por el proyecto.

Formulación de políticas regionales de prevención de desastres

SINAPRED debe utilizar estos resultados para poner al día las existentes y crear nuevas políticas y reglamentaciones para la reducción de desastres. De la misma forma, INETER debe utilizar esta experiencia para preparar mapas de las áreas que no se han considerado en el Estudio y para diseminar la tecnología aprendida mediante programas educativos tanto dentro de INETER como en otros institutos relacionados.

(2) Medidas de la difusión de la información

Autoridades locales

Las autoridades locales y los comités de emergencia locales deben difundir estos resultados trabajando en colaboración con los líderes de la comunidad.

Colaboración con los medios

Se deben preparar programas de capacitación para los medios de comunicación de modo que los comunicadores profesionales puedan transmitir con eficacia la información exacta a la comunidad. Los medios de comunicación tales como radio, TV, y periódicos podrían ayudar mucho a difundir los resultados del proyecto. Se sugirió una presentación en TV, por ejemplo, como una manera eficaz de llevar esta información a la comunidad.

Preparación de folletos para el público en general

Es importante asegurar el acceso del público en general a toda la información y resultados importantes producidos por estos estudios. Para facilitar esto, materiales fáciles de entender deben prepararse de tal forma para explicar correctamente a la comunidad los resultados del proyecto. Programas educativos se deben preparar especialmente para instalaciones críticas como escuelas, hospitales y edificios públicos. Es generalmente necesario identificar a los diversos grupos de usuarios y editar los productos y desarrollar los mecanismos de distribución para cada uno de ellos.

Haciendo que los mapas de la amenaza estén disponibles

Copias de los mapas resultantes pueden exhibirse en lugares públicos tales como centros comunitarios, bibliotecas, escuelas, iglesias, hospitales, edificios públicos. También se pueden implementar regularmente seminarios y talleres para la comunidad para no sólo educar al público sino también recoger las reacciones de los ciudadanos y clarificar las dudas que pudieran existir.

Difusión de la información a través de instituciones y profesionales

Una de las mejores maneras de difundir estos estudios es su utilización en la educación de nuevos profesionales en las universidades. Esta nueva información debe incorporarse en la educación de nuevos profesionales. Además, las asociaciones profesionales (ingenieros, arquitectos, planificadores urbanos), universidades, cámara de la construcción deben participar activamente en la difusión de estos resultados entre los profesionales nicaragüenses.

El trabajo de difusión de todas las instituciones relacionados debe coordinarse. Puede

establecerse un programa periódico de seminarios en los cuales todas las instituciones relacionadas tienen la oportunidad no sólo de aprender sobre los estudios sino también dar sus opiniones y recomendaciones. Las organizaciones relacionadas con la reducción del riesgo podrían utilizar estos resultados para preparar programas de capacitación para la comunidad.

Coordinación total de las actividades de publicidad y promoción

Es crítico que INETER actualice sus mecanismos de distribución y los dé a conocer a los usuarios potenciales para facilitar el acceso a estos resultados por todas las organizaciones relacionadas. Se sugirió, por ejemplo, hacer que todos estos resultados estén disponibles en Internet utilizando un software que facilite la manipulación de esta información.

9-2-2 Consolidación de la prevención de desastres

El Equipo de Estudio realizó una serie de discusiones y entrevistas con autoridades locales y organismos relacionados con la prevención de desastres. Los temas principales de la investigación fueron: 1) Institucionalización de la reducción del riesgo; 2) Actividades a realizarse en el futuro; y 3) Participación de la comunidad. Con estos temas, el Equipo de Estudio produjo las siguientes recomendaciones.

(1) Institucionalización de la reducción del riesgo

- Revisión del marco legal para descentralizar las actividades de reducción de riesgo y reducir la fuerte dependencia actual en decisiones centralizadas. La descentralización del sistema y el fortalecimiento de los sectores locales aumentarán la eficacia y eficiencia de los programas y actividades de reducción del riesgo.
- Mejor coordinación de los proyectos y de las actividades puestos en ejecución con ayuda extranjera para aumentar su impacto y eficiencia y optimizar el uso de los recursos entregados por la comunidad internacional. Se deben promover sinergias entre las agencias de cooperación y sus proyectos para aumentar la eficacia de estos esfuerzos y para evitar la repetición de esfuerzos.
- Mejor comunicación y colaboración entre SINAPRED y los institutos técnicos tales como INETER, universidades y centros de investigación. De la misma forma, la interacción y la colaboración con los usuarios finales tales como autoridades locales y los líderes de la comunidad se deben aumentar y mejorar para promover una mejor coordinación de actividades.
- Creación de un centro de información para la reducción de desastres que compile, organice y ponga toda la información, existente y nueva, a disposición de todos los usuarios potenciales. Este centro de información debe recoger toda la documentación e información existentes que ahora se encuentra diseminada en diversos institutos sin ninguna organización sistemática.
- Establecimiento de la capacitación local como componente central de cualquier nuevo programa de reducción del riesgo de desastres. Las instituciones del sistema de SINAPRED deben tener conocimientos suficientes sobre la administración del riesgo que les permita enfocar sus actividades en la reducción del riesgo y el planeamiento de la recuperación y no sólo en la respuesta frente a emergencias. De la misma forma, los gobiernos locales deben tener la capacidad para introducir la gestión del riesgo en sus planes de desarrollo y de inversión. El fortalecimiento de las autoridades locales facilitará el proceso de descentralización.
- Establecimiento de la estabilidad financiera de las iniciativas de reducción del riesgo. Se debe revisar el marco legal existente del SINAPRED para permitir y facilitar la incorporación activa del sector privado y de sus valiosos recursos financieros y tecnológicos. Además, se podría establecer un fondo municipal para la reducción del riesgo de desastres que garantice la continuidad a largo plazo de los esfuerzos de reducción del riesgo. Finalmente, se debe reconocer el papel del

sector de seguros en la transferencia del riesgo y en el abastecimiento de los fondos necesarios para la reconstrucción y se debe incorporarlo en las iniciativas de gestión de riesgo a todo nivel.

- Fortalecimiento del papel de las autoridades locales en la información a las comunidades sobre el riesgo y los medios existentes de reducirlo. Esto no se puede hacer solamente a través de SINAPRED y/o la Defensa Civil. La consolidación de capacidades locales debe aprovechar al máximo la ventaja de las estructuras sociales locales existentes y trabajar en colaboración con líderes de la comunidad.
- Coordinación de los esfuerzos individuales ya hechos por organizaciones en los sectores públicos y privados. Planes de contingencia y de reducción del riesgo no coordinados y desarrollados independientemente pueden interferirse entre sí reduciendo su eficacia e impacto.
- Desarrollo de programas y mecanismos para incorporar la participación activa de todos los sectores (público, privado, sociedad civil) de la comunidad en actividades de reducción del riesgo. Estos esfuerzos deben incluir la revisión y la consolidación del sistema universitario para mejorar la preparación de nuevos profesionales y para incorporar a la gestión del riesgo en su educación.
- Evaluación sistemática del estado actual de la gestión del riesgo en Nicaragua para identificar qué se ha alcanzado y qué falta. De acuerdo con esa evaluación, se debe tratar de lograr el consenso sobre las acciones que se tomarán para construir sobre lo ya alcanzado, las estrategias de implementación que se adoptarán, y la utilización óptima de recursos.
- Protección de la continuidad operacional. Se deben desarrollar programas financieros y técnicos para garantizar el mantenimiento y operación del equipo donado por proyectos internacionales de cooperación después de la conclusión de dichos proyectos. Si esto no se hace, como sucede actualmente, el equipo donado se convertirá en una carga más bien que una solución.

(2) Actividades a realizarse en el futuro

- Mejor calidad de datos disponibles ejecutando programas para recoger sistemáticamente nueva información y para realizar los análisis requeridos para validar su calidad y utilidad.
- Preparación de planes apropiados de reducción del riesgo y de contingencia por ciudades e instituciones y revisión de los planes existentes. De la misma forma, se deben hacer esfuerzos para preparar planes de recuperación para asegurarse de que el riesgo no vuelve a re-crearse después de un desastre.
- Desarrollo de herramientas y mecanismos para observar y evaluar el progreso de las actividades de gestión del riesgo e implementación de evaluaciones periódicas del proceso para hacer las correcciones necesarias. Se debe desarrollar un programa de evaluaciones regulares para tanto el sistema de reducción del riesgo nacional en su totalidad como para las iniciativas individuales para medir objetivamente su impacto real.
- Ejecución de programas especiales en colaboración con las empresas de la construcción, asociaciones profesionales, y la Cámara de la Construcción para entrenar a los profesionales en técnicas eficaces de reducción del riesgo y prácticas apropiadas de construcción.
- Establecimiento de programas de capacitación para autoridades locales, que son los usuarios finales de los resultados y la información producidos por los estudios de reducción de riesgos. Con la puesta en práctica de los programas de capacitación que tienen como objetivo a los responsables de la toma de decisiones, las autoridades locales deben poder utilizar esta información e incorporar consideraciones de gestión del riesgo en el planeamiento del desarrollo y de los planes de inversión.
- Utilización de la experiencia y la tecnología aprendidas en proyectos como éste para continuar un trabajo que abarque todo el territorio nacional. En el caso específico de este proyecto, por ejemplo, los estudios abarcan apenas cerca del 40% del

territorio de Nicaragua. No hay casi trabajos hechos para la región central y la costa del Atlántico del país. Es necesario utilizar la experiencia de este y otros proyectos similares para desarrollar estudios similares para otras áreas de Nicaragua.

- Coordinación con otras instituciones similares en la región que estén haciendo estudios similares en países vecinos para aumentar la cobertura y el impacto de estos estudios. Como las condiciones geográficas, sociales, económicas, y culturales son muy similares entre los países de la región, las iniciativas regionales se deben promover más bien que las nacionales y locales.
- (3) Incorporación de la comunidad en actividades de reducción del riesgo
- Incorporación de todos los sectores de la sociedad como agentes activos en la implementación de actividades de reducción del riesgo. Puesto que los desastres son procesos complejos, se tienen que adoptar métodos multidisciplinarios y promover la participación de todos los sectores de la comunidad.
 - Utilización de los resultados de éste y de otros estudios similares para ejecutar programas sistemáticos de simulacros periódicos de desastres en las comunidades. El público general necesita familiarizarse con las características, causas, y efectos de las amenazas naturales para evitar la parálisis causada por el miedo irracional o el caos resultante de la información falsa o de la existencia de mitos.
 - Incorporación de la reducción de riesgos en los programas de las escuelas en coordinación con el Ministerio de Educación. Hasta ahora, han habido varios esfuerzos para educar a la comunidad con programas educativos informales, de breve duración. La introducción de la reducción del riesgo de desastres en la enseñanza convencional ayudará a crear una cultura establecida acerca de la prevención.
 - Concientización de la comunidad sobre el riesgo existente y de la existencia de medidas factibles para reducirlo. La actitud del público general debe cambiar de una actitud fatalista o reactiva a una proactiva en las cuales se reconoce, se entiende y se decide el nivel del riesgo aceptable. Esto se puede hacer con la puesta en práctica de programas educativos regulares, bien coordinados para la comunidad. Estos esfuerzos deben incluir campañas para elevar la conciencia y reforzar la capacidad de los responsables de tomar las decisiones de modo que puedan incluir a la administración del riesgo en sus decisiones de planeamiento y de inversión.
 - Incorporación de la reducción de riesgos en la cultura y vida diaria de la comunidad. Para estos propósitos, se debe considerar el establecimiento de fechas especiales para recordar la importancia de la preparación contra desastres. En Corinto, por ejemplo, el establecimiento del “Día del Tsunami” para el 1 de septiembre, el aniversario del tsunami de 1992, fue sugerido para elevar la conciencia de la comunidad acerca del riesgo existente y la importancia de reducirlo.