



NICARAGUA

TOMO I METODOLOGÍA DE MODELACIÓN PROBABILISTA DE RIESGOS NATURALES

INFORME TÉCNICO ERN-CAPRA-T2-23

ESCENARIOS DE RIESGO SÍSMICO PARA EMERGENCIAS EN MANAGUA



CEPREDENAC



opportunities for all



Evaluación de Riesgos Naturales
- América Latina -
Consultores en Riesgos y Desastres

Consortio conformado por:

Colombia

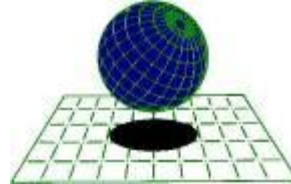
Carrera 19A # 84-14 Of 504
Edificio Torrenova
Tel. 57-1-691-6113
Fax 57-1-691-6102
Bogotá, D.C.



INGENIERIA TECNICA Y CIENTIFICA LTDA

España

Centro Internacional de Métodos Numéricos
en Ingeniería - CIMNE
Campus Nord UPC
Tel. 34-93-401-64-96
Fax 34-93-401-10-48
Barcelona



C I M N E

México

Vito Alessio Robles No. 179
Col. Hacienda de Guadalupe Chimalistac
C.P.01050 Delegación Álvaro Obregón
Tel. 55-5-616-8161
Fax 55-5-616-8162
México, D.F.



ERN Ingenieros Consultores, S. C.

ERN Evaluación de Riesgos Naturales - América Latina
www.ern-la.com

Dirección y Coordinación de Grupos de Trabajo Técnico – Consorcio ERN América Latina

Omar Darío Cardona A.
Dirección General del Proyecto

Luis Eduardo Yamín L.
Dirección Técnica ERN (COL)

Gabriel Andrés Bernal G.
Coordinación General ERN (COL)

Mario Gustavo Ordaz S.
Dirección Técnica ERN (MEX)

Eduardo Reinoso A.
Coordinación General ERN (MEX)

Alex Horia Barbat B.
Dirección Técnica CIMNE (ESP)

Martha Liliana Carreño T.
Coordinación General CIMNE (ESP)

Especialistas y Asesores – Grupos de Trabajo

Miguel Genaro Mora C.
Especialista ERN (COL)

César Augusto Velásquez V.
Especialista ERN (COL)

Karina Santamaría D.
Especialista ERN (COL)

Mauricio Cardona O.
Asistente Técnico ERN (COL)

Andrés Mauricio Torres C.
Asistente Técnico ERN (COL)

Diana Marcela González C.
Asistente Técnico ERN (COL)

Yinsury Sodel Peña V.
Asistente Técnico ERN (COL)

Andrei Garzón B.
Asistente Técnico ERN (COL)

Carlos Eduardo Avelar F.
Especialista ERN (MEX)

Benjamín Huerta G.
Especialista ERN (MEX)

Mauro Pompeyo Niño L.
Especialista ERN (MEX)

Isaías Martínez A.
Asistente Técnico ERN (MEX)

Edgar Osuna H.
Asistente Técnico ERN (MEX)

José Juan Hernández G.
Asistente Técnico ERN (MEX)

Marco Torres
Asesor Asociado (MEX)

Johner Venicio Correa C.
Asistente Técnico ERN (COL)

Mabel Cristina Marulanda F.
Especialista CIMNE(ESP)

Jairo Andrés Valcarcel T.
Especialista CIMNE(ESP)

Juan Pablo Londoño L.
Especialista CIMNE(ESP)

René Salgueiro
Especialista CIMNE(ESP)

Nieves Lantada
Especialista CIMNE(ESP)

Álvaro Martín Moreno R.
Asesor Asociado (COL)

Mario Díaz-Granados O.
Asesor Asociado (COL)

Liliana Narvaez M.
Asesor Asociado (COL)

Asesores Nacionales

Osmar E. Velasco
Guatemala

Sandra Zúñiga
Nicaragua

Alonso Brenes
Costa Rica

Banco Mundial – Gestión de Riesgo de Desastres / Región Latinoamérica y el Caribe

Francis Ghesquiere
Coordinador Regional

Oscar A. Ishizawa
Especialista

Joaquín Toro
Especialista

Fernando Ramírez C.
Especialista

Edward C. Anderson
Especialista

Stuart Gill
Especialista

Banco Interamericano de Desarrollo – Medio Ambiente / Desarrollo Rural / Desastres Naturales

Flavio Bazán
Especialista Sectorial

Cassandra T. Rogers
Especialista Sectorial

Hori Tsuneki
Consultor Interno

Tabla de contenido

1	Introducción.....	1-1
2	Información de referencia para el análisis.....	2-1
2.1	Amenaza sísmica.....	2-1
2.2	Escenario de análisis.....	2-2
3	Base de datos de exposición.....	3-1
4	Vulnerabilidad sísmica.....	4-1
5	Estimación de riesgo sísmico	5-1
6	Afectación a edificaciones.....	6-1
6.1	Edificaciones afectadas.....	6-1
6.2	Edificaciones colapsadas.....	6-3
7	Estimación de número de afectados, heridos y víctimas.....	7-1
7.1	Personas afectadas	7-1
7.2	Personas sin vivienda o sitio de trabajo	7-3
7.3	Personas que requieren atención médica	7-5
7.4	Víctimas	7-7
8	Acciones recomendadas.....	8-1
9	Referencias	9-1

Índice de figuras

FIGURA 2-1 MAPA DE ACELERACIÓN MÁXIMA DEL TERRENO Y ACELERACIÓN ESPECTRAL (T=0.15) (TRET=500 AÑOS)	2-1
FIGURA 2-2 ACELERACIONES MÁXIMAS EN TERRENO FIRME PARA SISMO DE ANÁLISIS	2-2
FIGURA 3-1 DISTRIBUCIÓN DE VALORES EXPUESTOS, EDIFICACIONES Y OCUPANTES POR SISTEMAS ESTRUCTURALES.....	3-1
FIGURA 4-1 CURVAS DE VULNERABILIDAD PARA DIFERENTES SISTEMAS ESTRUCTURALES	4-1
FIGURA 4-2 CURVAS DE VULNERABILIDAD HUMANA PARA DIFERENTES SISTEMAS ESTRUCTURALES	4-2
FIGURA 5-1 CURVA DE PÉRDIDA MÁXIMA PROBABLE.....	5-1
FIGURA 5-2 CURVA DE TASA DE EXCEDENCIA DE PÉRDIDAS	5-1
FIGURA 5-3 DISTRIBUCIÓN DE PÉRDIDAS FÍSICAS POR BARRIO	5-2
FIGURA 5-4 DISTRIBUCIÓN DE NÚMERO DE EDIFICACIONES POR RANGO DE PÉRDIDA ESPERADA [US\$].....	5-3
FIGURA 5-5 DISTRIBUCIÓN DE NÚMERO DE EDIFICACIONES POR RANGO DE PÉRDIDA ESPERADA [%]	5-3
FIGURA 6-1 DISTRIBUCIÓN DEL NÚMERO DE EDIFICACIONES AFECTADAS POR DISTRITO.....	6-1
FIGURA 6-2 DISTRIBUCIÓN DE NÚMERO DE EDIFICACIONES AFECTADAS POR BARRIO	6-2
FIGURA 6-3 DISTRIBUCIÓN DEL NÚMERO DEL NÚMERO DE COLAPSOS POR DISTRITO	6-3
FIGURA 6-4 DISTRIBUCIÓN DE NÚMERO DE EDIFICACIONES COLAPSADAS POR BARRIO	6-4
FIGURA 7-1 DISTRIBUCIÓN DEL NÚMERO DE PERSONAS AFECTADAS POR DISTRITO	7-1
FIGURA 7-2 DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DEL NÚMERO DE PERSONAS AFECTADAS POR BARRIO	7-2
FIGURA 7-3 DISTRIBUCIÓN DEL NÚMERO DE PERSONAS SIN VIVIENDA Ó TRABAJO POR DISTRITO	7-3
FIGURA 7-4 DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DEL NÚMERO DE PERSONAS SIN VIVIENDA O TRABAJO POR BARRIO	7-4
FIGURA 7-5 DISTRIBUCIÓN DEL NÚMERO DE HERIDOS POR DISTRITO	7-5
FIGURA 7-6 DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DEL NÚMERO DE HERIDOS POR BARRIO	7-6
FIGURA 7-7 DISTRIBUCIÓN DEL NÚMERO DE VÍCTIMAS POR DISTRITO.....	7-7
FIGURA 7-8 DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DEL NÚMERO DE VÍCTIMAS POR BARRIO	7-8

Índice de tablas

TABLA 3-1 VALORES EXPUESTOS Y OCUPACIÓN POR SISTEMA ESTRUCTURAL.....	3-1
TABLA 4-1 DESCRIPCIÓN DE LOS DIFERENTES TIPOS ESTRUCTURALES PRESENTES	4-1
TABLA 5-1 RESULTADOS GLOBALES DE PÉRDIDA	5-1
TABLA 5-2 RESULTADOS GLOBALES DE PÉRDIDA	5-2
TABLA 5-3 RESULTADOS DE RIESGO PRINCIPALES.....	5-4
TABLA 6-1 EDIFICACIONES AFECTADAS POR DISTRITO.....	6-1
TABLA 6-2 EDIFICACIONES COLAPSADAS POR DISTRITO	6-3
TABLA 7-1 PERSONAS AFECTADAS POR DISTRITO.....	7-1
TABLA 7-2 PERSONAS SIN VIVIENDA O TRABAJO POR DISTRITO	7-3
TABLA 7-3 NÚMERO DE HERIDOS POR DISTRITO.....	7-5
TABLA 7-4 NÚMERO DE VÍCTIMAS POR DISTRITO	7-7

1 Introducción

En el proceso de conocimiento y evaluación de los riesgos ocasionados por amenazas naturales se identifican condiciones de la ciudad en cuanto a la exposición del capital físico y humano, la vulnerabilidad física y social y su distribución geográfica y los daños y pérdidas esperados por tales eventos. A través de este procedimiento se brindan herramientas de decisión a los encargados de la planeación y desarrollo de la comunidad al determinar la magnitud del impacto en el desarrollo de la ciudad. Así mismo, se establecen parámetros para la formulación de planes dentro de la gestión ex ante y ex post del riesgo.

Con respecto a la organización y preparación para las actividades post desastre, dentro de un programa de fortalecimiento de la capacidad de respuesta ante un sismo de gran magnitud se encuentran componentes y metas que buscan planificar actividades en pro de una respuesta efectiva ante las situaciones pos-desastre. La articulación de estos esfuerzos amplía la participación y acción de la ciudad en la gestión del riesgo.

En este programa se deben incluir la definición de escenarios y panoramas generales de daño de la ciudad, tema que corresponde al desarrollo del presente informe.

El objetivo de este tipo de análisis consiste en plantear un escenario de afectación, daños y pérdidas por terremoto para la ciudad con base en la información de amenaza más actualizada posible, en la base de datos de exposición disponible y en la información de vulnerabilidad para los diferentes tipos constructivos característicos.

Para poder desarrollar dicho escenario de afectación, daños y pérdidas es necesario seleccionar un evento sísmico representativo. Los parámetros involucrados en esta selección son la ubicación y la magnitud del evento. En general la ubicación será la más crítica posible con respecto a las posibles consecuencias sobre la infraestructura de la ciudad y la magnitud se seleccionará con base en el periodo de retorno que se desee seleccionar para el diseño de los planes de atención de la emergencia. Es posible naturalmente seleccionar diferentes eventos de diseño que producen situaciones de emergencia variables. Sin embargo la ciudad debe prepararse inicialmente para un evento representativo y luego en un proceso de ajuste se podrán considerar situaciones alternativas y cada vez mas demandantes en el tiempo (sismos de análisis con periodos de retorno cada vez mayores).

El escenario seleccionado para el presente análisis corresponde a un sismo con magnitud 6.7 con epicentro cerca del mercado Mayoreo, sobre el lineamiento de la falla Aeropuerto, en Managua. La selección final del escenario o escenarios está a cargo del las entidades encargadas de planificación de la ciudad el cual se debe ajustar a su plan de desarrollo, políticas actuales y capacidades reales en términos de recursos físicos, humanos y económicos.

El desarrollo del presente informe involucra tres fases específicas que son: la evaluación de la amenaza a nivel de la superficie del terreno en la ciudad, la evaluación de la

vulnerabilidad sísmica de los diferentes tipos constructivos característicos de la ciudad y la evaluación del riesgo. Los resultados de estos análisis se presentan en detalle en el informe ERN-CAPRA-T2-6.

Todos los análisis se realizan con base en la información digital disponible. El alcance de la presente evaluación no incluye el levantamiento de información primaria ni la digitalización de ningún tipo de información. Todo el trabajo se basa en la utilización de información digital secundaria existente.

Para el escenario definido se evalúa el porcentaje de daños esperados en cada una de las edificaciones incluidas en la base de datos. Estos porcentajes de daño representan la inversión que se requeriría en porcentaje del valor total del bien con el fin de realizar las reparaciones del caso para llevar el bien al estado en que se encontraba antes de ocurrido el evento.

Para el caso de la evaluación de daños en las edificaciones de la ciudad se presentan valoraciones complementarias aproximadas tales como las siguientes:

- (a) Valoración global de pérdidas económicas y su distribución geográfica
- (b) Cuantificación del número de viviendas afectadas y su distribución geográfica.
- (c) Cuantificación del número de viviendas colapsadas y su distribución geográfica.
- (d) Personas afectadas por daños en las viviendas y que requieren reubicación temporal o reemplazo de la vivienda.
- (e) Heridos y distribución geográfica.
- (f) Víctimas mortales y distribución geográfica.

La información que se presenta en este informe es de tipo indicativa y debe utilizarse únicamente con este carácter. La confiabilidad de los resultados de los análisis realizados dependen exclusivamente de la calidad y confiabilidad de los datos de entrada. En particular se considera que la información correspondiente a exposición y vulnerabilidad puede mejorarse de manera importante mediante actividades adicionales, trabajo de campo y trabajo experimental. La información que se presentada no debe utilizarse para ningún otro propósito diferente al aquí indicado.

2 Información de referencia para el análisis

2.1 Amenaza sísmica

Para el análisis de amenaza sísmica se calcularon un total de 4,011 escenarios de terremoto, cada uno de ellos asociado a una frecuencia de ocurrencia determinada, y que corresponden a un número significativo de sismos de diferente magnitud y con distintas epicentros.

En la Figura 2-1 se presentan mapas de amenaza del país en términos de aceleración máxima a nivel de terreno firme cm/s^2 y aceleración espectral en cm/s^2 para un periodo estructural de $T=0.15$ seg, ambos para un periodo de retorno de 500 años.

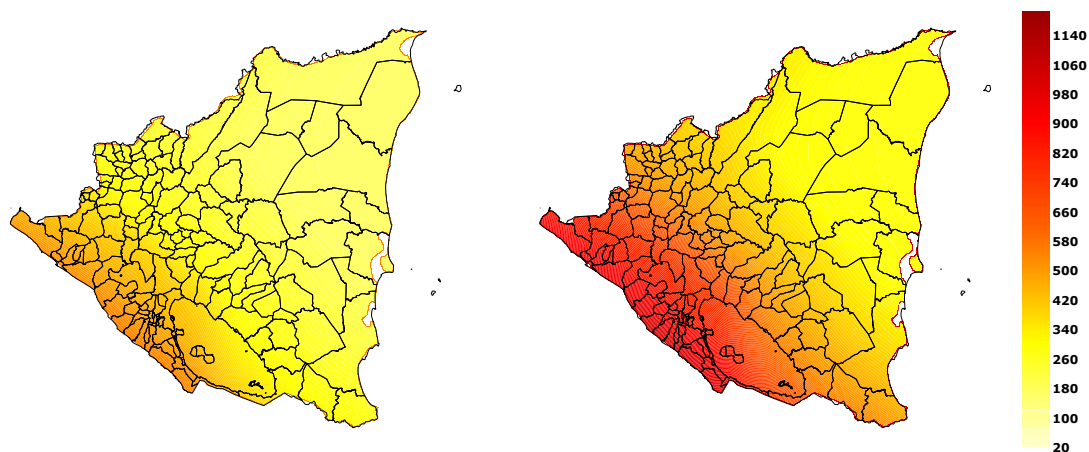


Figura 2-1
Mapa de aceleración máxima del terreno y aceleración espectral ($T=0.15$)
($T_{ret}=500$ años)

La amenaza sísmica de Nicaragua se calcula empleando como referencia los parámetros de sismicidad y el modelo de fuentes del proyecto regional RESIS II – Evaluación de la Amenaza sísmica en Centroamérica, el cual constituye el estudio más avanzado a la fecha con relación a evaluación de amenaza sísmica en América Central. A partir de la sismotectónica de la región, y la sismicidad registrada e histórica, se definieron una serie de fuentes sismogénicas, las cuales cubren la totalidad del territorio centroamericano conservando las condiciones de sismicidad generales y su variación regional.

La amenaza sísmica fue calculada usando el Módulo de Amenazas del **ERN-CAPRA**. Detalles del modelo se presentan en: <http://www.ecapra.org/es/> (wiki – amenazas). De la misma manera, en el informe ERN-CAPRA-T1-3 se presentan los detalles del modelo de evaluación de la amenaza sísmica a nivel del país.

2.2 Escenario de análisis

Para efectos de evaluar la amenaza para los escenarios de daño y pérdida, se seleccionó para el presente análisis un evento con magnitud 6.7 con epicentro cerca del mercado Mayoreo, sobre el lineamiento de la falla Aeropuerto, en Managua. Se considera que este evento generaría un escenario de consecuencias representativo de una situación bastante crítica que podría presentarse en la ciudad, por lo cual se considera que es adecuado como insumo para el desarrollo del plan de contingencia interinstitucional, para formular procedimientos de emergencia por entidades y con fines de proponer programas de mitigación. La Figura 2-2 presenta el mapa de aceleraciones máximas en terreno firme generadas por el evento seleccionado.

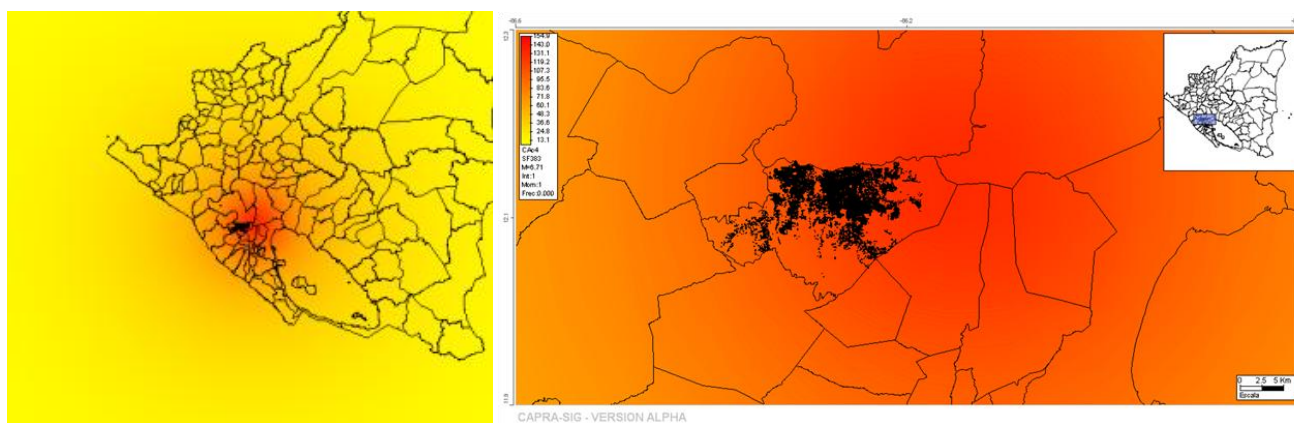


Figura 2-2

Aceleraciones máximas en terreno firme para sismo de análisis

3 Base de datos de exposición

Con base en la información dada en el informe ERN-CAPRA-T2-6 la base de datos de exposición cuenta con cerca de 160,000 edificaciones y una población de 600,000 habitantes. Debe tenerse en cuenta la población actual de la ciudad es de cerca de 1,300,000 habitantes, lo que significa que se ha trabajado en el análisis con cifras que son inferiores a la mitad del nivel de exposición actual.

Las condiciones de exposición de Managua, medidas en términos de valor de reposición y número de ocupantes de las edificaciones, se encuentran claramente identificadas en la base de exposición disponible que constituye la mejor información disponible a la fecha, al permitir establecer distribución geográfica de sistema estructural y número de pisos, los cuales son los principales determinantes de la vulnerabilidad asociada a cada predio.

La Tabla 3-1 y Figura 3-1 presentan la distribución general de valores expuestos y ocupación de edificaciones, para los diferentes tipos estructurales identificados en la base de datos de edificaciones para la ciudad de Managua.

*Tabla 3-1
Valores expuestos y ocupación por sistema estructural*

Sistema	No Edificaciones	Valor Físico [MDC]	Ocupación [Hab]
Acero	4	\$ 129	0
Adobe	250	\$ 42	879
Madera	45,284	\$ 23,907	196,325
Mamposteria	78,815	\$ 16,485	282,869
Otro	20,881	\$ 55,518	54,916
PCR	12,413	\$ 3,061	38,809
Pref	2807	\$ 544	8828
Totales	160,454	\$ 99,686	582,626

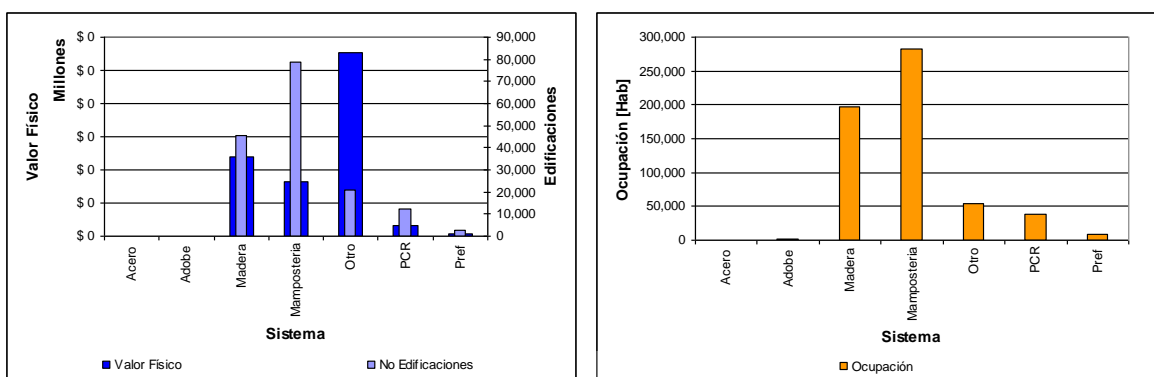


Figura 3-1

Distribución de valores expuestos, edificaciones y ocupantes por sistemas estructurales

4 Vulnerabilidad sísmica

Los tipos estructurales contenidos en la base datos corresponden a los presentados en la Tabla 4-1. Estos tipos se caracterizaron mediante las funciones de vulnerabilidad de pérdida física y humana que se presentan en la Figura 4-1 y en la Figura 4-2.

Tabla 4-1
Descripción de los diferentes tipos estructurales presentes

Sistema	Descripción
Acero	Marcos de acero con o sin diafragma de cubierta ligera o pesada.
Adobe	Adobe sin diafragma de cubierta ligera o pesada
Madera	Madera con o sin diafragma c/cubierta ligera o pesada
Mampostería	Muros de mampostería con o sin diafragma de cubierta ligera o pesada
Otro	Ripio o Taquezal sin diafragma de cubierta ligera o pesada
PCR	Marcos de Concreto con o sin diafragma de cubierta ligera o pesada
Pref	Prefabricada sin diafragma de cubierta ligera

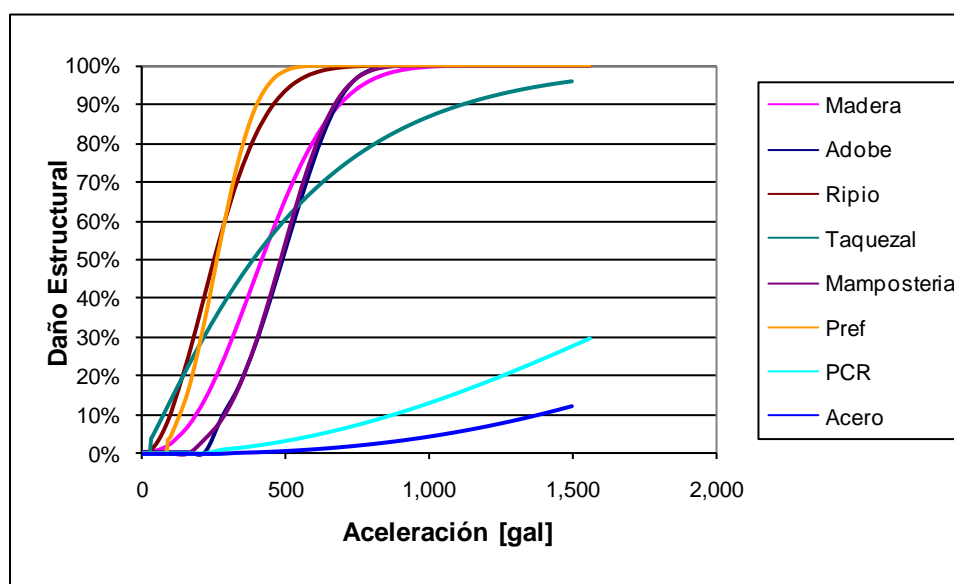


Figura 4-1
Curvas de vulnerabilidad para diferentes sistemas estructurales

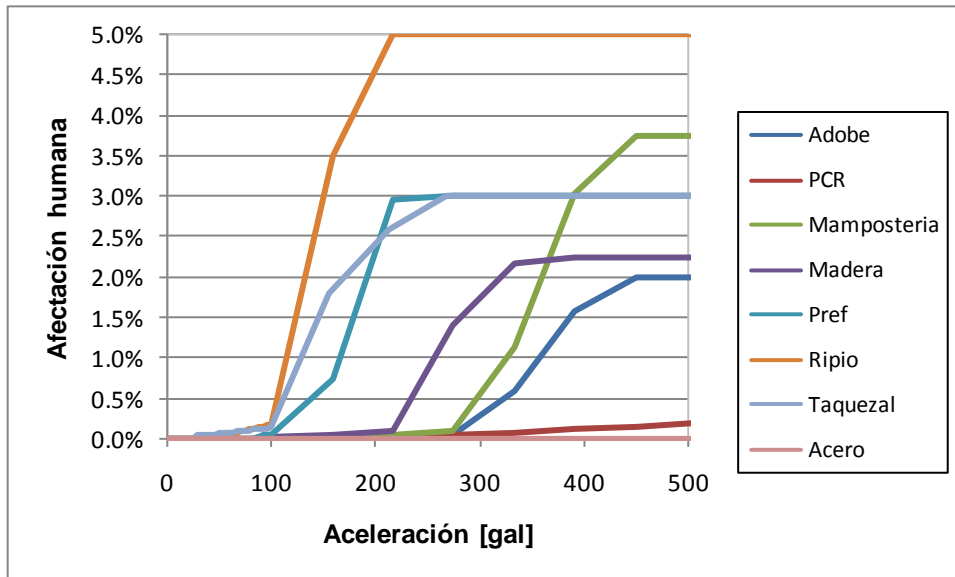


Figura 4-2

Curvas de vulnerabilidad humana para diferentes sistemas estructurales

5 Estimación de riesgo sísmico

El análisis de riesgo para el portafolio completo de edificaciones permite obtener valores generales de daño y pérdida, incluyendo parámetros probabilistas tales como la pérdida anual esperada en porcentaje y en valor económico y la pérdida máxima probable en porcentaje y en valor económico para diferentes periodos de retorno. La Tabla 5-1 y Figura 5-1 y Figura 5-2 resumen dichos resultados.

Tabla 5-1
Resultados globales de pérdida

Valor Expuesto	[\$USD millones]	\$	4,960
Pérdida anual esperada	[\$USD millones]	\$	9.31
	[%o]		1.9 ‰
Tr	PML		
[años]	[\$USD millones]	[%]	
50	\$ 58.3	1.2%	
100	\$ 297.7	6.0%	
250	\$ 733.4	14.8%	
500	\$ 1,041.5	21.0%	
1000	\$ 1,338.1	27.0%	

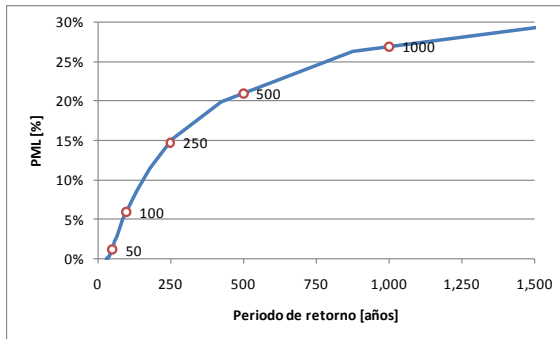


Figura 5-1
Curva de pérdida máxima probable

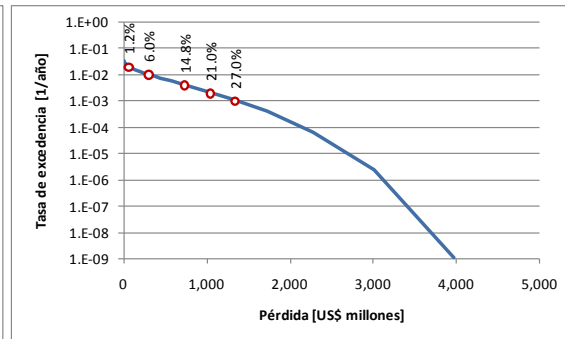


Figura 5-2
Curva de tasa de excedencia de pérdidas

Por otro lado el análisis de riesgo para el evento seleccionado (sismo con magnitud 6.7 en el lineamiento de la falla Aeropuerto) permite obtener la valoración global de la pérdida esperada en porcentaje para este escenario. La Tabla 5-2 resume estos resultados incluyendo número de predios, valor total expuesto, porcentaje de daño esperado para el escenario y valor económico total de los daños.

Tabla 5-2
Resultados globales de pérdida

Distrito	No Edificaciones	Valor Físico [US\$ $\times 10^6$]	Pérdida [US\$ $\times 10^6$]	Daño [%]
-	108	19	5	25%
2	24,044	401	61	15%
3	21,026	2,112	530	25%
4	35,265	614	143	23%
5	51,821	652	110	17%
6	28,190	1,161	149	13%
Totales	160,454	4,960	998	20%

Por otro lado, la Figura 5-3 permite visualizar la distribución geográfica de los daños en porcentaje o en valor económico utilizando como unidad de visualización los barrios.

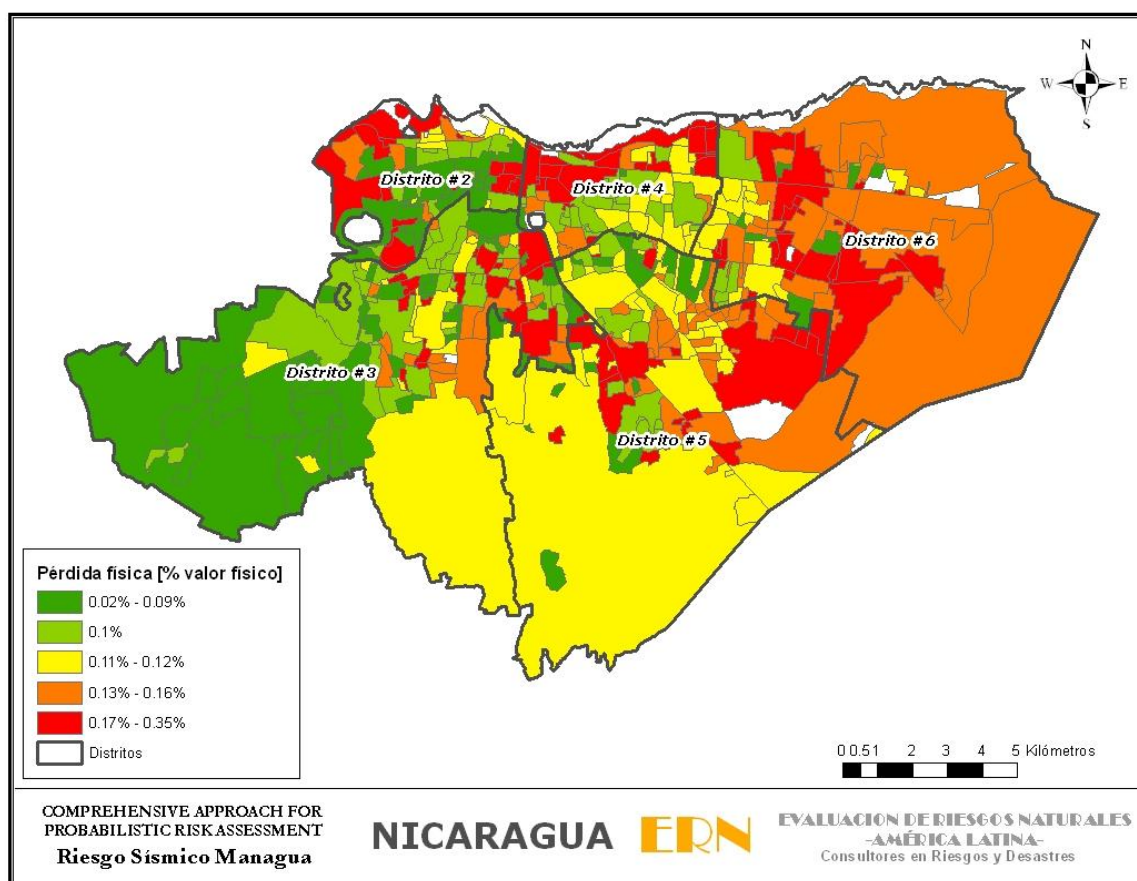


Figura 5-3
Distribución de pérdidas físicas por barrio

También las Figura 5-4 y la Figura 5-5 presenta histogramas de frecuencias de daños en porcentaje y en valor económico.

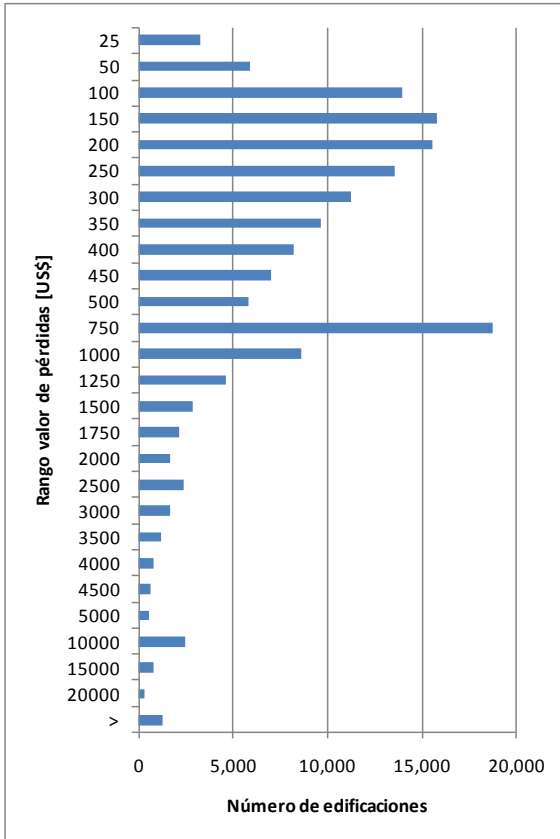


Figura 5-4
Distribución de número de edificaciones por rango de pérdida esperada [US\$]

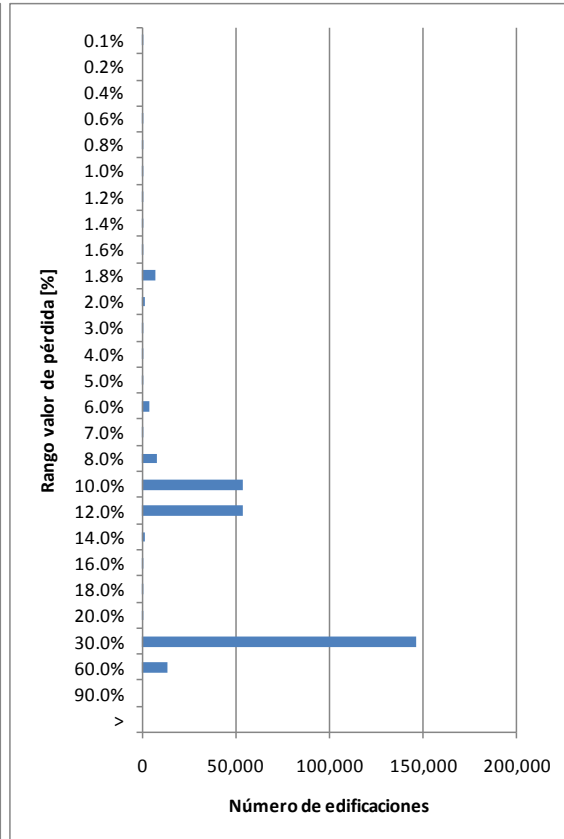


Figura 5-5
Distribución de número de edificaciones por rango de pérdida esperada [%]

Finalmente la Tabla 5-3 presenta los valores de exposición, pérdida económica, víctimas y heridos todo en clasificación para los diferentes distritos.

*Tabla 5-3
Resultados de riesgo principales*

Distrito	No Edificaciones	Valor Físico [US\$$\times$10⁶]	Perdida [US\$$\times$10⁶]	Daño [%]	Víctimas [Hab]	Heridos [Hab]
-	108	19	5	25%	2	8
2	24,044	401	61	15%	350	1,988
3	21,026	2,112	530	25%	391	1,831
4	35,265	614	143	23%	549	2,857
5	51,821	652	110	17%	1,267	5,253
6	28,190	1,161	149	13%	839	2,994
Totales	160,454	4,960	998	20%	3,397	14,930

6 Afectación a edificaciones

6.1 Edificaciones afectadas

En el presente análisis se define como edificaciones que sufren algún grado de afectación aquellas que indiquen un daño esperado, para el escenario sísmico en consideración, de 20% o superior. La Tabla 6-1 resume los resultados por distrito.

Tabla 6-1
Edificaciones afectadas por distrito

Distrito	No Edificaciones	Edificaciones afectadas	
		No	[%]
-	108	25	23%
2	24,044	3,301	14%
3	21,026	3,826	18%
4	35,265	4,794	14%
5	51,821	7,050	14%
6	28,190	4,689	17%
Totales	160,454	23,685	15%

La Figura 6-1 presenta el número de edificaciones afectadas para cada uno de los distritos.

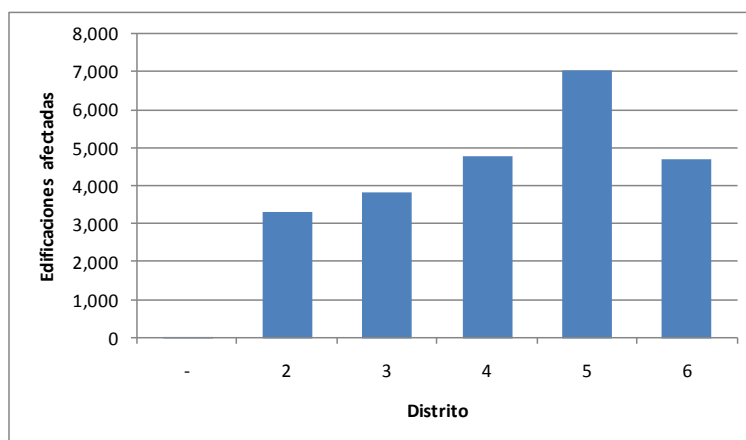


Figura 6-1
Distribución del número de edificaciones afectadas por distrito

Finalmente la Figura 6-2 presenta la distribución geográfica de número de edificaciones afectadas agrupadas por barrio

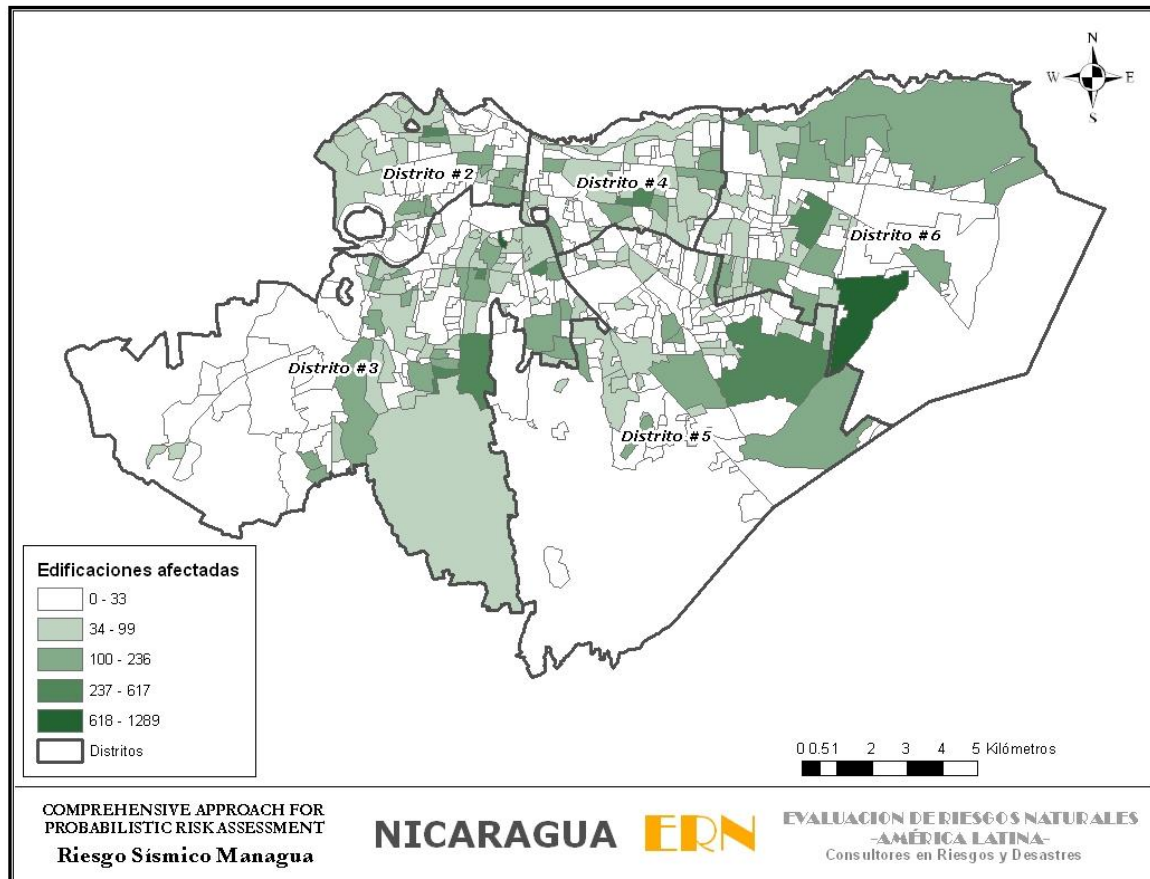


Figura 6-2
Distribución de número de edificaciones afectadas por barrio

Alrededor de 23,000 edificaciones que pueden verse afectadas por un evento como el considerado es necesario prever algunas necesidades inmediatas tales como las siguientes:

- Grupos de inspección de edificaciones para calificación en seguras, inseguras y las que requieren demolición.
- Servicios de seguridad para evitar ocupación de bienes en peligro, robo de materiales y otros.
- Servicios de emergencias por consecuencias indirectas tales como incendios, escapes de gas, escapes de agua, rotura de tuberías y otros.

6.2 Edificaciones colapsadas

Se puede también estimar el número de edificaciones colapsadas en forma total o parcial y que implique una reconstrucción prácticamente total y una reubicación de los ocupantes en los días posteriores a la ocurrencia del evento.

Para efectos del presente análisis se define como edificaciones con posibilidades de colapso total o parcial aquellas que indiquen un daño esperado, para el escenario sísmico en consideración, de 40% o superior. La Figura 6-2 resume los resultados por distrito.

Tabla 6-2
Edificaciones colapsadas por distrito

Distrito	No Edificaciones	No colapsos	
		No	[%]
-	108	0	0%
2	24,044	81	0%
3	21,026	1	0%
4	35,265	244	1%
5	51,821	402	1%
6	28,190	324	1%
Totales	160,454	1,052	1%

La Figura 6-3 presenta el número de edificaciones colapsadas para cada uno de los distritos.

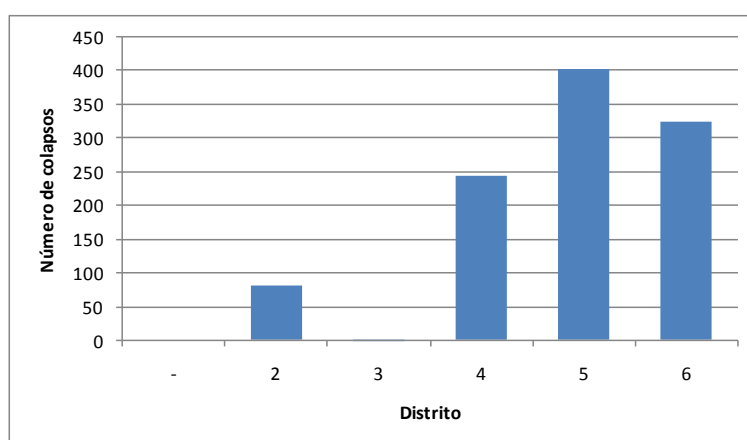


Figura 6-3
Distribución del número del número de colapsos por distrito

Finalmente la Figura 6-4 presenta la distribución geográfica de número de edificaciones colapsadas agrupadas por barrio

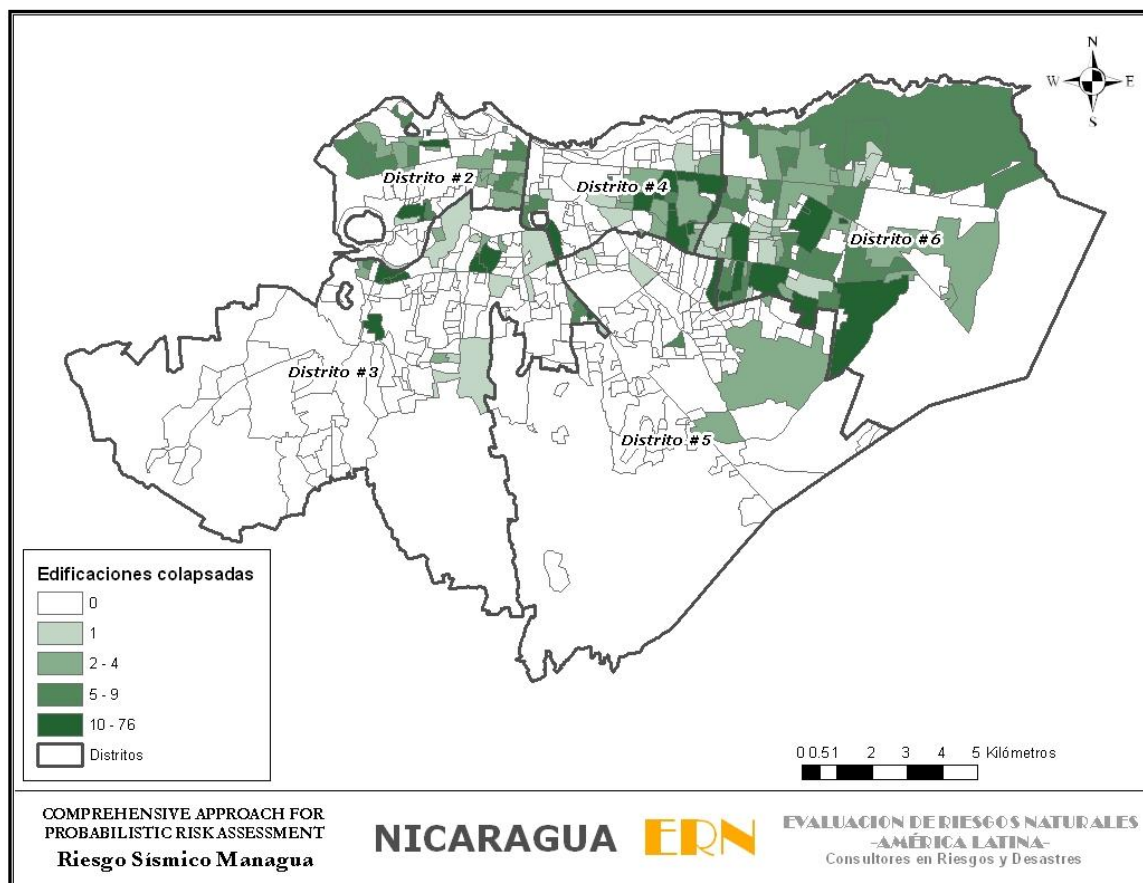


Figura 6-4
Distribución de número de edificaciones colapsadas por barrio

Utilizando la anterior información se puede realizar un estimativo global de los escombros que pueden llegar a producirse en el evento. La cuantificación total de edificaciones colapsadas, del orden de 1,000, resulta en un total de 91,000 m² de construcción que deben terminar de demolerse y cuyos escombros deben transportarse hasta sitios especialmente designados para esto. Suponiendo que cada m² de construcción genera del orden de 0.4 m³ de escombros, se tendría alrededor de 36,000 m³ de escombros a transportar. Si se consideran viajes con un promedio de 5 m³ de capacidad, se requieren cerca de 7000 viajes para poder transportar dichos escombros.

Por otro lado las cifras indican un total del orden de 13,000 viviendas temporales requeridas para atender el problema de vivienda en los días siguientes a la ocurrencia del evento. Estas viviendas deberían en lo posible estar ubicadas en cercanías a las viviendas colapsadas. Se hace necesario identificar los sitios donde pueden instalarse las carpas y viviendas temporales para los días siguientes a los del evento y los sitios donde pueden desarrollarse nuevos proyectos con miras a tender la demanda de vivienda permanente en el mediano plazo.

Es importante contar con alta capacidad para la realización de nuevos diseños o diseños de reforzamiento de estructuras, con capacidad de control y con capacidad de construcción en

términos de materiales, mano de obra y equipos. Es importante también un estricto control y supervisión en cuanto a normativa de diseño y construcción, especialmente lo relacionado con reparaciones, a nivel de todos los componentes de infraestructura.

7 Estimación de número de afectados, heridos y víctimas

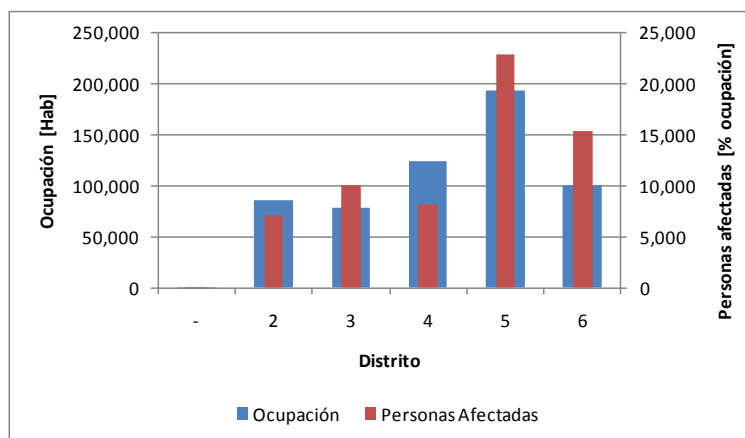
7.1 Personas afectadas

En el presente análisis se considera que las personas afectadas por el evento son aquellas que ocupan edificaciones que se hayan visto afectadas de acuerdo con la información del numeral 6.1. El nivel de afectación significa para efectos del presente análisis, las personas que de alguna manera las edificaciones que ocupan se ven afectadas con daños parciales o totales de consideración. En ese mismo grupo clasifican las personas que pueden quedar heridas o atrapadas y las que pueden fallecer a consecuencia del evento. La Tabla 7-1 resume los resultados por distrito.

*Tabla 7-1
Personas afectadas por Distrito*

Distrito	Personas Afectadas	
	Ocupación [Hab]	[Hab] [%]
-	409	26 6%
2	85,485	7,085 8%
3	77,995	10,105 13%
4	124,084	8,214 7%
5	194,127	22,955 12%
6	100,526	15,365 15%
Totales	582,626	63,750 11%

La Figura 7-1 presenta el número de personas afectadas para cada uno de los distritos.



*Figura 7-1
Distribución del número de personas afectadas por distrito*

Finalmente la Figura 7-2 presenta la distribución geográfica de número de edificaciones afectadas agrupadas por barrio.

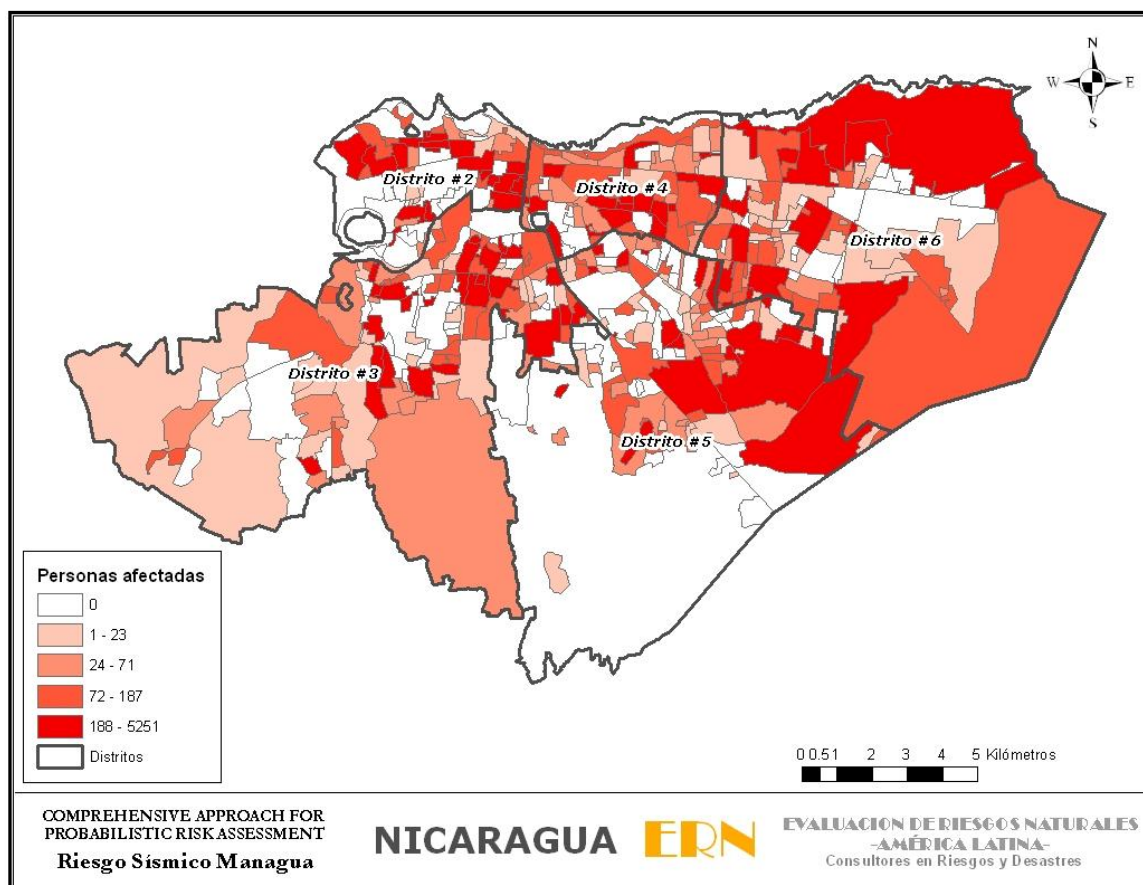


Figura 7-2
Distribución geográfica del número de personas afectadas por barrio

De un total de personas de 63,000 que se pueden ver afectadas por un evento como el considerado es necesario prever algunas necesidades inmediatas tales como las siguientes:

- Requerimientos de servicios públicos en el corto plazo tales como luz, agua, alimentos
- Servicios de seguridad por vandalismo
- Asesorías y acompañamiento psicológico
- Conformación del tejido social en zonas de desastres
- Búsqueda de seres queridos e inventario de desaparecidos
- Conformación de oportunidades laborales

7.2 Personas sin vivienda o sitio de trabajo

La cuantificación de personas sin vivienda o sitio de trabajo corresponden a aquellas que ocupan las edificaciones que clasifican como colapsadas según la definición del numeral 6.2. La Tabla 7-2 resume los resultados por distrito.

Tabla 7-2
Personas sin vivienda o trabajo por Distrito

Distrito	Ocupación [Hab]	Pers. sin vivienda o trabajo	
		[Hab]	[%]
-	409	0	0.0%
2	85,485	294	0.3%
3	77,995	0	0.0%
4	124,084	687	0.6%
5	194,127	1,457	0.8%
6	100,526	1,098	1.1%
Totales	582,626	3,536	0.6%

La Figura 7-3 presenta el número de personas sin viviendas o sitios de trabajo para cada uno de los distritos.

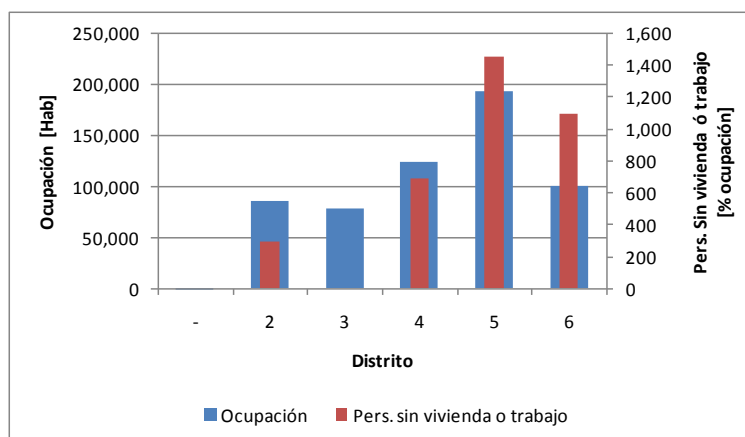


Figura 7-3

Distribución del número de personas sin vivienda ó trabajo por distrito

Finalmente la Figura 7-4 presenta la distribución geográfica de número de personas sin vivienda o sitio de trabajo, agrupadas por barrio

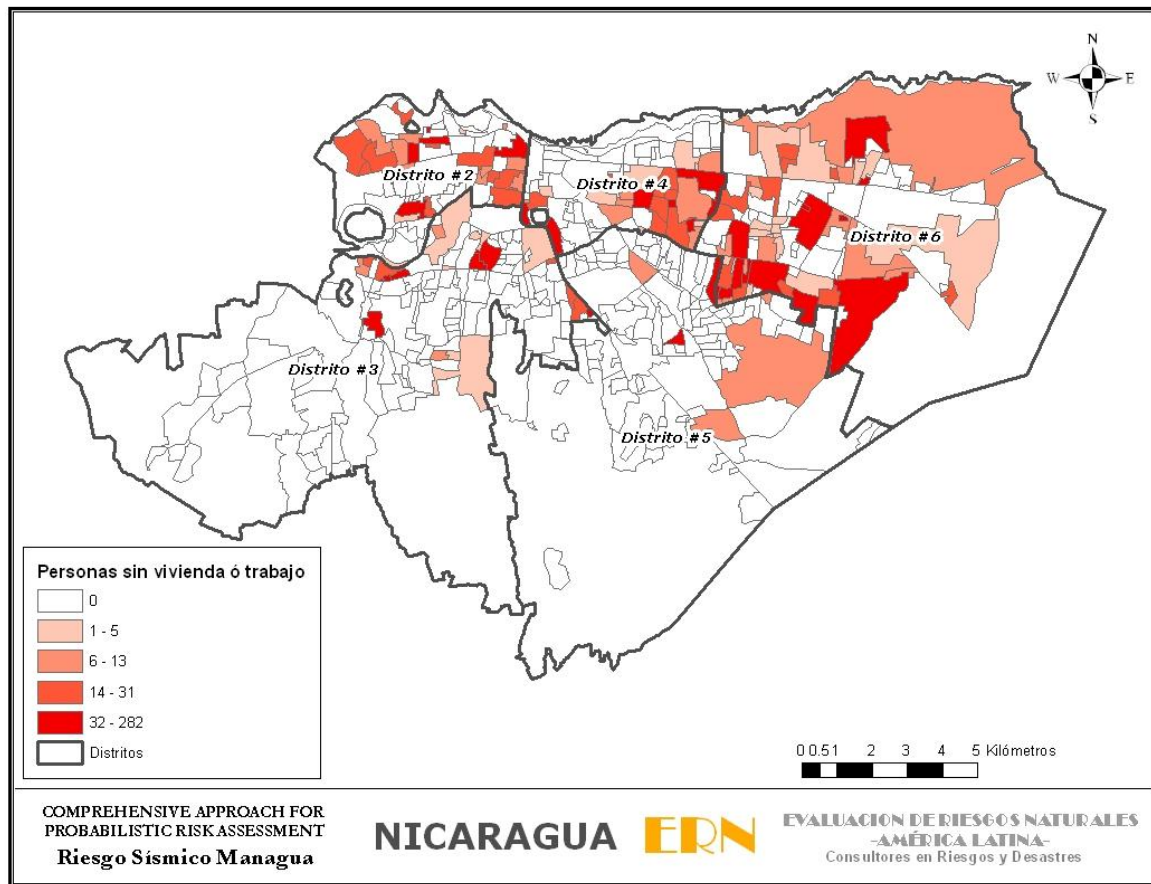


Figura 7-4
Distribución geográfica del número de personas sin vivienda o trabajo por barrio

De acuerdo con el análisis anterior, para el escenario de análisis debe considerarse un total aproximado de 1,000 edificaciones nuevas para efectos de reemplazar las edificaciones con probabilidad de colapso total o parcial. El total aproximado de personas que pueden quedarse sin vivienda o sitio de trabajo es del orden de 3,500, por lo cual es necesario prever vivienda, servicios y ocupación temporal para este grupo de personas. Algunas de las oportunidades laborales pueden surgir de la misma experiencia que se adquiere en este tipo de visitas.

7.3 Personas que requieren atención médica

La cuantificación de personas que pueden quedar heridas y que por lo tanto requieren atención médica se realiza utilizando los análisis de riesgo con base en las funciones de vulnerabilidad humana. La Figura 7-3 resume los resultados por distrito.

Tabla 7-3
Número de heridos por Distrito

Distrito	Ocupación [Hab]	Heridos	
		[Hab]	[%]
-	409	8	2.0%
2	85,485	1,988	2.3%
3	77,995	1,831	2.3%
4	124,084	2,857	2.3%
5	194,127	5,253	2.7%
6	100,526	2,994	3.0%
Totales	582,626	14,930	2.6%

La Figura 7-5 presenta el número de personas que requieren atención médica para cada uno de los distritos.

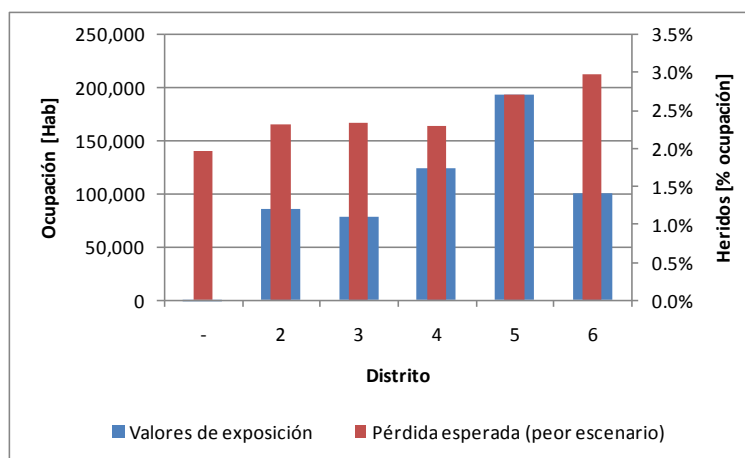


Figura 7-5
Distribución del número de heridos por distrito

Finalmente la Figura 7-6 presenta la distribución geográfica del número de personas que requieren atención médica, agrupadas por barrio.

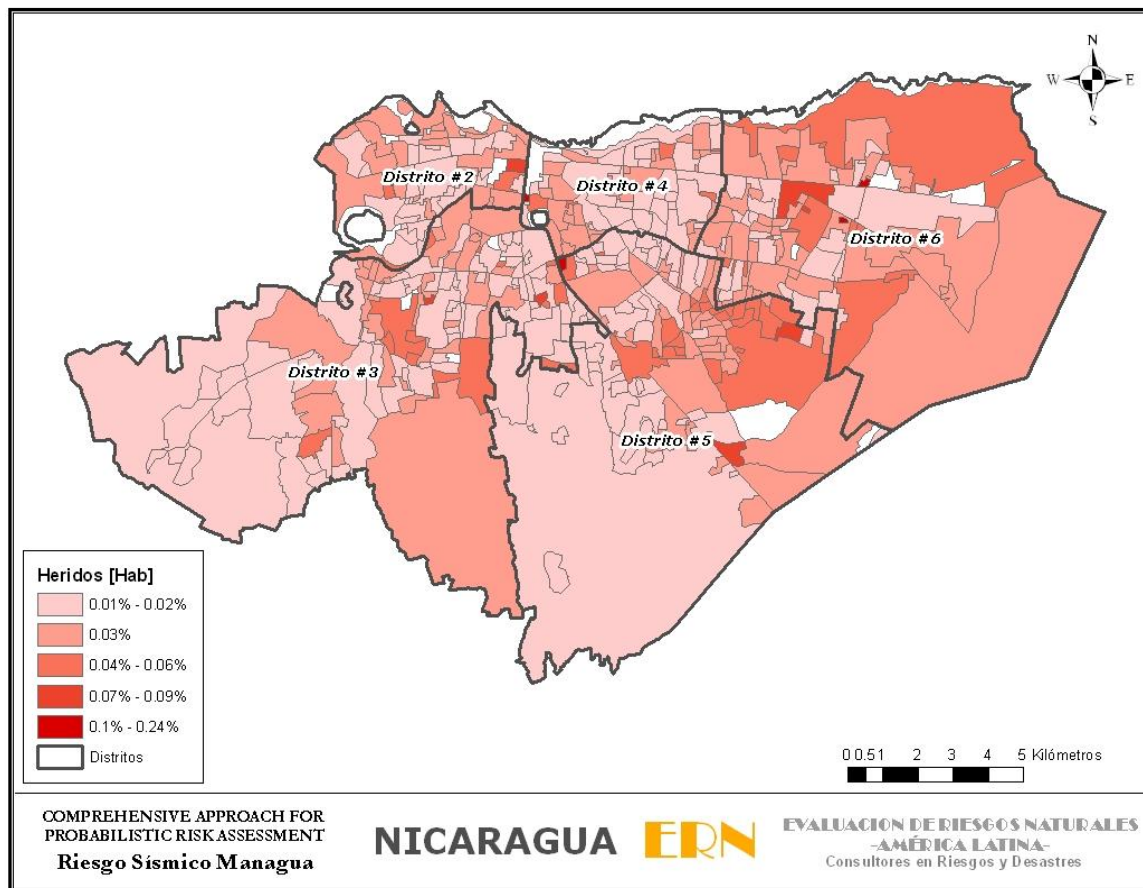


Figura 7-6
Distribución geográfica del número de heridos por barrio

De acuerdo con el análisis anterior, para el escenario de análisis debe considerarse un total aproximado de 15,000 personas distribuidas en toda la ciudad que requieren algún tipo de atención médica. Considerando que un porcentaje de estas personas van a requerir transporte y hospitalización mientras que otras van a requerir atención médica sin hospitalización, esta información debe cruzarse con la capacidad de los hospitales y centros de salud distribuidos en la ciudad, con el número de ambulancias y personal médico de emergencias que pueden recorrer la ciudad, con las rutas preferenciales que deben disponerse para el transporte de personal médico y heridos y en fin para todo el proceso de plan de contingencia en términos de atención médica y hospitalaria.

La distribución geográfica de los heridos también define la organización de los diferentes grupos de rescate en términos de número de grupos requeridos, disponibilidad, transporte y accesibilidad a sitios críticos.

Los requerimientos especiales para este tipo de grupos tales como tipo de equipos, logística, medios de transporte y comunicación y otros dependen más de los tipos constructivos más vulnerables y de los recursos disponibles a nivel de las entidades a cargo de la atención de emergencias.

7.4 Víctimas

La cuantificación de víctimas mortales del evento requiere también la utilización de las funciones de vulnerabilidad humana como se explicó anteriormente. La Tabla 7-4 resume los resultados por distrito referentes al número total esperado de víctimas en la ciudad ante el evento seleccionado para el análisis.

Tabla 7-4
Número de víctimas por Distrito

Distrito	Ocupación [Hab]	Víctimas	
		[Hab]	[%]
-	409	2	0.4%
2	85,485	350	0.4%
3	77,995	391	0.5%
4	124,084	549	0.4%
5	194,127	1,267	0.7%
6	100,526	839	0.8%
Totales	582,626	3,397	0.6%

La Figura 7-7 presenta el número de víctimas para cada uno de los distritos para el escenario de análisis.

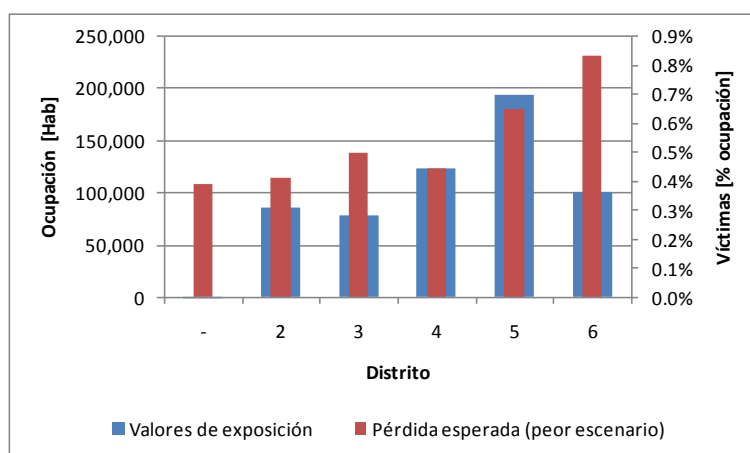
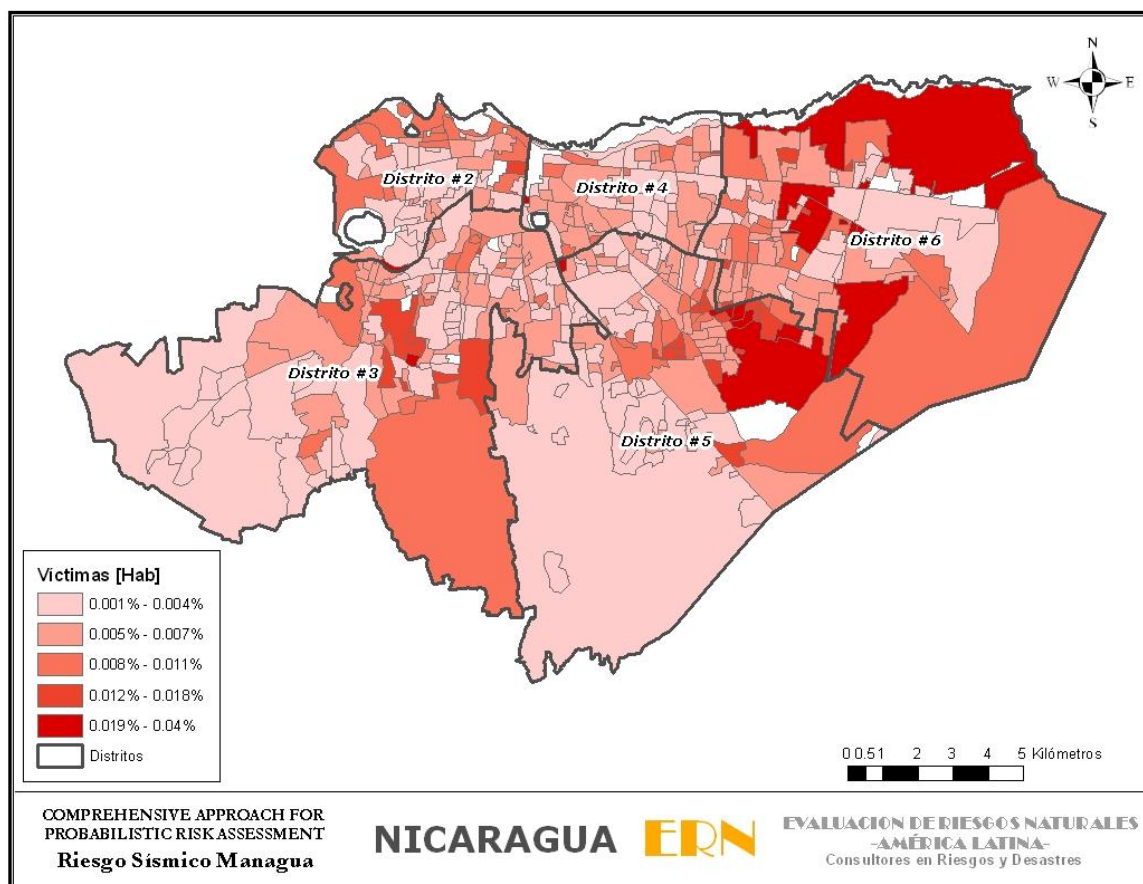


Figura 7-7
Distribución del número de víctimas por distrito

Finalmente la Figura 7-8 presenta la distribución geográfica del número de víctimas agrupadas por barrio.



*Figura 7-8
Distribución geográfica del número de víctimas por barrio*

De acuerdo con el análisis anterior, para el escenario de análisis debe considerarse un total aproximado de 3,000 víctimas, todas ellas distribuidas en la ciudad. El manejo de las víctimas requiere una serie de acciones como son las siguientes:

- Personal especializado para inspección y levantamiento de cadáveres.
- Personal de rescate y equipos para acceso a cuerpos en edificaciones colapsadas.
- Disponibilidad de transporte inmediato de cadáveres.
- Sitios para disposición temporal de cadáveres mientras se hacen proceso de reconocimiento e identificación.
- Disposición final de los cuerpos.
- Servicios religiosos
- Acompañamiento a familiares

8 Acciones recomendadas

La información presentada anteriormente sirve de base para realizar una serie de análisis complementarios para efectos de los planes y preparativos de emergencia de la ciudad, incluyendo los siguientes:

- (a) Sector salud: requerimientos de atención médica para heridos, centros de atención de emergencia, ubicación, requerimientos de servicios públicos, personal médico, ambulancias, organización del tema de víctimas mortales, asesorías y acompañamiento psicológico, etc.
- (b) Seguridad: requerimientos de seguridad en los instantes y días posteriores al evento en cuanto a organización policial y del ejercito. Posibilidad de problemas sociales por falta de alimentos o de servicios. Saqueos, robos, asaltos y demás problemas delincuenciales.
- (c) Atención de la emergencia: planeación de las diferentes acciones posteriores a la ocurrencia del desastre tales como reconocimiento, identificación y clausura de edificaciones afectadas, demoliciones, avisos a la población, cuadrillas de rescate, manejo de donaciones, suministros de alimentación, viviendas temporales, manejo de residuos y escombros, disponibilidad de maquinaria, manejo y disposición de cadáveres etc.
- (d) Requerimientos de viviendas temporales, campamentos, comida, víveres, suministros, atención médica post-emergencia, problemática de la vivienda de interés social, zonas de ubicación de viviendas temporales y del proceso de reconstrucción.
- (e) Problemática de personas sin empleo o lugar de trabajo según zonas, requerimientos inmediatos, afectación de la producción, efectos a largo plazo, medidas de mitigación de impactos.
- (f) Planes de contingencia para los diferentes sectores de servicios públicos y sociales incluyendo suministro de agua, energía, gas, transporte público, generación de energía, telecomunicaciones y otras.
- (g) Pérdidas económicas esperadas, efectos en el mediano y largo plazo en las finanzas públicas, necesidades de mecanismos de transferencia del riesgo, planes de aseguramiento, proyección hacia el futuro.

El análisis de riesgo con las herramientas indicadas se convierte por lo tanto en un elemento fundamental en la gestión integral del riesgo de ciudades como Managua, factor clave para el desarrollo económico y social. El proceso exige la participación activa de entidades públicas, Universidades, sector privado y de la comunidad en general relacionada con esta temática.

9 Referencias

- Arámbula, S., Ordaz, M., Yamin, L.E., Cardona, O.D., Evaluación de Pérdidas por Sismo en Colombia: Aplicación a la Industria Aseguradora, VIII Seminario Internacional y Primer Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica, Bogotá D.C., 2001.
- Biblioteca Virtual en Población. Centro Centroamericano de Población. Censo de Población de Nicaragua 1971. Disponible en:
- CRED. EM-DAT. 2008 Información específica sobre desastres por terremoto en Nicaragua.
- Evaluación de Riesgos Naturales ERN – América Latina. Riesgo sísmico de Managua. Informe ERN-CAPRA-T2-6. <http://www.ecapra.org>. 2009.
- Halftermeyer, G. Terremoto del año 1931. Disponible en:
<http://www.ineter.gob.ni/geofisica/sis/historia/halftermeyer-M31.html>
- <http://ccp.ucr.ac.cr/bvp/censos/nicaragua/1971/index.htm>
- INETER. Secretaría Ejecutiva SINAPRED. 2005 Estudio de la Vulnerabilidad Sísmica de Managua. World Institute for Disaster Risk Management
- INETER. Dirección de Geofísica. Magnitudes e Intensidades del Terremoto de Managua – 1972. Disponible en: <http://www.ineter.gob.ni/geofisica/sis/intens-m72.html>
- SINAPRED. 2008 Resumen Del Plan De Realización Del Ejercicio Demostrativo De Tres Grados Ante Terremoto “Managua, Ciudad Más Vulnerable III”.
- Universidad de los Andes. Centro de Estudios Sobre Desastres y Riesgos – CEDERI, “Escenarios de riesgo y pérdidas por terremoto para Bogotá D.C.”, DPAE - Dirección de Prevención y Atención de Emergencias, Bogotá D.C., Colombia, 2005.