



Capítulo 5

Indicadores de amenaza, exposición y riesgo urbano

Coautores

Martha Liliana Carreño

*Investigadora, Cimne, Profesora,
Universidad Politécnica de Cataluña*

Alex Barbat

*Investigador, Cimne, Profesor Catedrático,
Universidad Politécnica de Cataluña*

Mabel Cristina Marulanda

*Asistente de Investigación, Cimne,
Universidad Politécnica de Cataluña*

Aspectos conceptuales

La problemática de la gestión del riesgo de un área geográfica incluye, no solo la identificación y la evaluación del riesgo utilizando técnicas de valoración de los daños o pérdidas económicas potenciales debido a la probabilidad de ocurrencia de eventos extremos, sino también otros aspectos relacionados con las condiciones socioeconómicas que inciden en la capacidad de recuperación y que pueden aumentar el impacto directo e indirecto de los eventos peligrosos. El desempeño de los servicios esenciales, la capacidad institucional, la efectividad de la gestión del riesgo y la capacidad de reacción en caso de desastre, son factores que caracterizan el nivel de vulnerabilidad y resiliencia y, por tanto, del riesgo mismo.

Ante la dificultad de considerar todos estos aspectos en una metodología única de análisis de riesgo, restringida a la evaluación de daños y pérdidas, es necesario recurrir a técnicas complementarias o alternativas que permitan considerar otras dimensiones de la problemática del riesgo para facilitar su comprensión y dimensionamiento.

Al utilizar cierto tipo de indicadores es posible realizar la valoración de aspectos básicos relacionados con la amenaza, el riesgo y su manejo. Algunos de ellos ofrecen características como las siguientes:

- ▶ Son una herramienta sencilla que facilita la comunicación del riesgo.
- ▶ Reflejan elementos o variables relevantes del riesgo desde una perspectiva integral.
- ▶ Permiten realizar análisis de sensibilidad y calibración.
- ▶ Pueden ser usados para monitorear la evolución de las variables en el tiempo y la eficiencia de las estrategias para la reducción del riesgo.

Ahora bien, también, es necesario tener en cuenta algunas precauciones al utilizar cierto tipo de indicadores sencillos para reflejar el riesgo:

- ▶ La calificación de algunos de ellos puede llegar a ser muy subjetiva, por lo que los resultados pueden variar significativamente, dependiendo de los evaluadores.
- ▶ Algunos de los indicadores no están soportados en métodos analíticos rigurosos o robustos.
- ▶ Los análisis con indicadores son, en general, de tipo comparativo entre las unidades del análisis.
- ▶ Como su forma principal de utilización es la comparativa, se deben utilizar las mismas bases de calificación.

- ▶ Con base en sistemas de indicadores, no es posible realizar cierto tipo de aplicaciones de cierta complejidad, como valoraciones para diseñar esquemas de retención o transferencia de pérdidas o evaluación de medidas de mitigación del riesgo.

El término indicador se refiere al resultado de una observación o rasgo que mide y refleja diferentes aspectos de una condición o componente del riesgo. Los indicadores son entonces valores de referencia de la amenaza, la exposición, la vulnerabilidad o el riesgo mismo, o cualquier otro aspecto de una zona o un sitio determinado, y que tiene en cuenta tanto aspectos físicos como económicos, sociales y ambientales. Los indicadores en general permiten crear una “línea de base” sobre la cual pueden hacerse comparaciones relativas o mediciones de procesos o cambios en el tiempo de cada uno de ellos. La aplicación principal de un sistema de indicadores de riesgo se orienta a reflejar o valorar aspectos de la amenaza, la exposición, la vulnerabilidad y el riesgo en un área geográfica, que puede ser un país, una región subnacional o una ciudad.

Indicadores de exposición urbana

En el nivel urbano, por ejemplo, es posible desarrollar una serie de indicadores básicos relacionados principalmente con las características físicas y socioeconómicas de los diferentes sectores. Estos indicadores sirven para realizar análisis más detallados que tengan en cuenta también los aspectos sociales y económicos predominantes del área urbana considerada. A continuación, se presentan algunos de los indicadores básicos en el nivel de ciudades, que son necesarios para realizar análisis más complejos, como por ejemplo la estimación holística del riesgo, metodología que se presenta más adelante.

Unidades geográficas de análisis

Para la caracterización de una zona determinada mediante indicadores, es necesario establecer una unidad o subdivisión geográfica que represente en forma adecuada los sectores de la ciudad. Dicha subdivisión puede hacerse a partir de los predios mismos, como una unidad mínima de caracterización geográfica, hasta la definición de las localidades o sectores de la ciudad que abarcan grandes áreas y que corresponden, en muchos casos, a subdivisiones de tipo administrativo o político. En los mapas 3.2.1, se explicaron, en forma detallada, las unidades geográficas principales de análisis para

Bogotá, las mismas que se utilizan en este capítulo para presentar resultados típicos de indicadores.

de población y vivienda, o mediante levantamiento directo de información en campo o con encuestas.

Indicadores de exposición física

Los indicadores de exposición física se pueden obtener a partir de la información de bases de datos catastrales, de la información de los censos

Algunos de los indicadores principales de exposición física para edificaciones se describen en la tabla 5.1. El recuadro 5.1 presenta algunos indicadores de exposición física para Bogotá y su distribución geográfica.

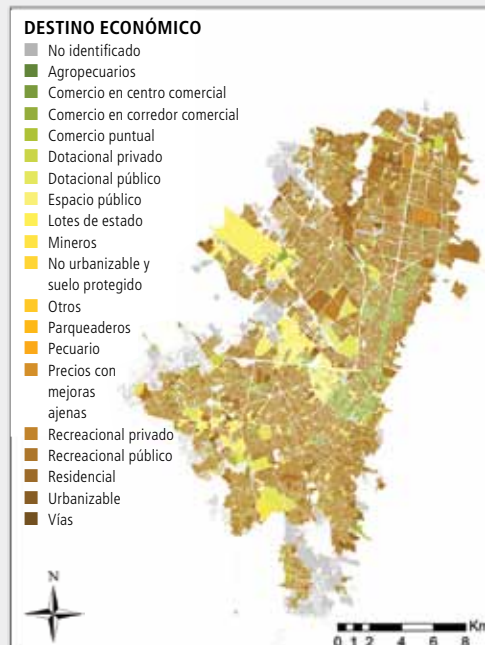
Tabla 5.1 Descriptores de exposición física para edificaciones

Parámetro	Descripción
IF-Fecha	Fecha aproximada de construcción
IF-Altura	Altura máxima de la edificación en número de pisos
IF-Uso	Uso predominante en la edificación
IF-Terreno	Tamaño del predio en m ²
IF-Construcción	Área total de la construcción en m ²
IF-Calidad	Calidad de la construcción

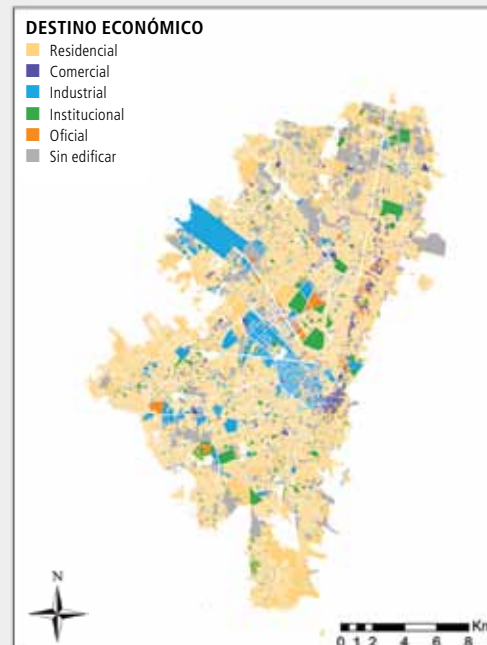
RECUADRO 5.1 Bogotá. Indicadores de exposición física

Con base en la información disponible de Bogotá, es posible visualizar un conjunto de indicadores de exposición física. Los mapas del 5.1.1 al 5.1.4 ilustran algunos indicadores de este tipo en la ciudad.

Mapa 5.1.1 Distribución del destino económico de la edificación, según manzana



Mapa 5.1.2 Distribución del uso de la edificación, según manzana



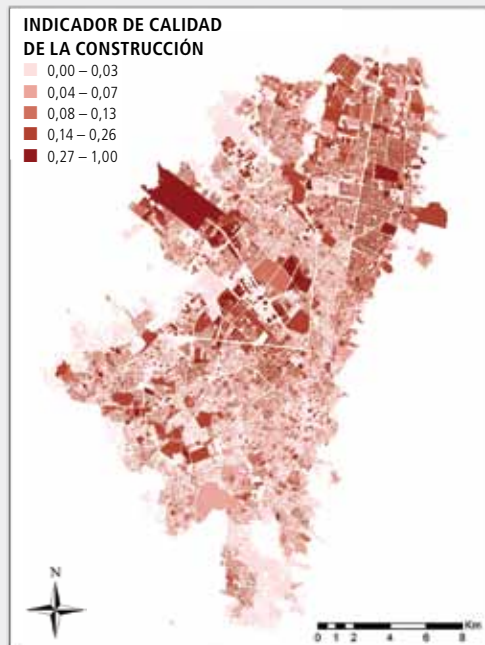
Fuente: Yamin et ál., 2012.

Recuadro 5.1 Bogotá. Indicadores de exposición física (cont.)

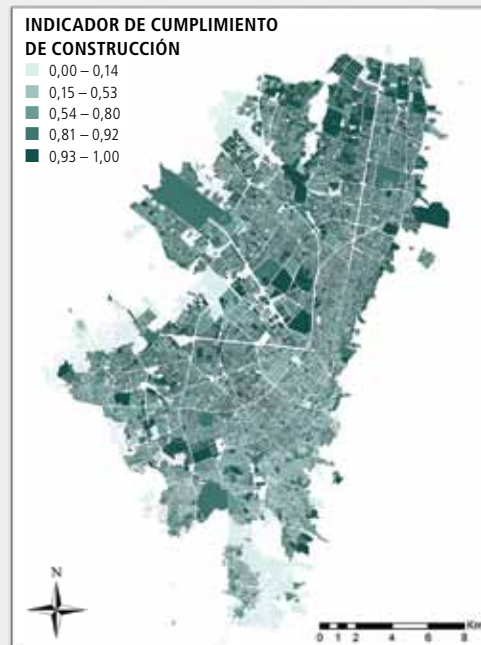
El indicador de la calidad de construcción se evalúa teniendo en cuenta la calidad de los materiales y el nivel de conservación de la edificación (muros, techos y pisos).

Los valores del indicador cercanos a 0 representan mala calidad, mientras que valores cercanos a 1 indican que la edificación es de buena calidad. Este indicador se obtiene, a partir de la información del censo de población y vivienda de la ciudad. El mapa 5.1.3 presenta la distribución geográfica de este indicador en Bogotá.

Mapa 5.1.3 Distribución del indicador de calidad de la construcción, según manzanas



Mapa 5.1.4 Distribución de indicador de cumplimiento del código de sismo resistencia, según manzana



Es posible también calcular indicadores como el de cumplimiento de las exigencias del código de construcciones vigente (como medida relativa de la calidad), el cual indica el grado en el que las edificaciones no cumplen con los requisitos del código de diseño y construcción sismo resistente del país (AIS y Universidad de los Andes, 2010). Las edificaciones que presentan indicadores bajos (inferiores a 0.5) corresponden a aquellas que cumplirían con el comportamiento esperado según la norma vigente. Se calcula mediante una evaluación aproximada del comportamiento sísmico esperado en cada edificación, empleando para el efecto un nivel de amenaza acorde con la normativa vigente, y evaluando en términos relativos el riesgo resultante con respecto a lo que se esperaría si cumpliera con las normas. El mapa 5.1.4 presenta la distribución geográfica de este indicador en Bogotá.

Fuente: Yamin et ál., 2012.

Indicadores de exposición económica

Otro grupo de indicadores corresponde con los de la exposición económica. La información está normalmente disponible en las bases de datos catastrales o se puede estimar utilizando avalúos y precios comerciales de las diferentes zonas y tipos constructivos de la ciudad.

La tabla 5.2 recopila algunos indicadores de exposición económica. En el recuadro 5.2 se ilustran algunos resultados típicos de este tipo de indicadores.

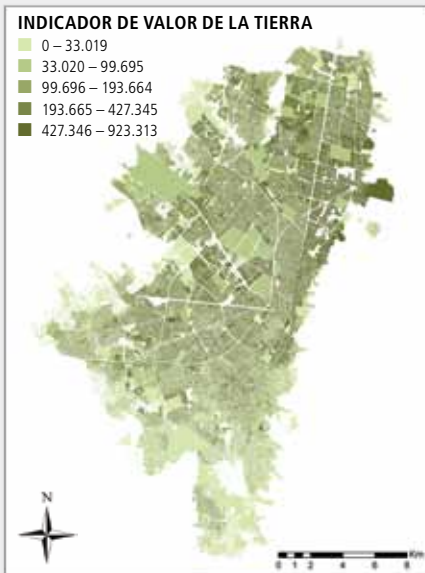
Tabla 5.2 Indicadores de exposición económica

Parámetro	Descripción
IE-ValTerrUnit	Valor comercial por unidad de área del terreno
IE-ValConstUnit	Valor comercial por unidad de área de la construcción
IE-NSE	Nivel socioeconómico (1=bajo; 6=alto)

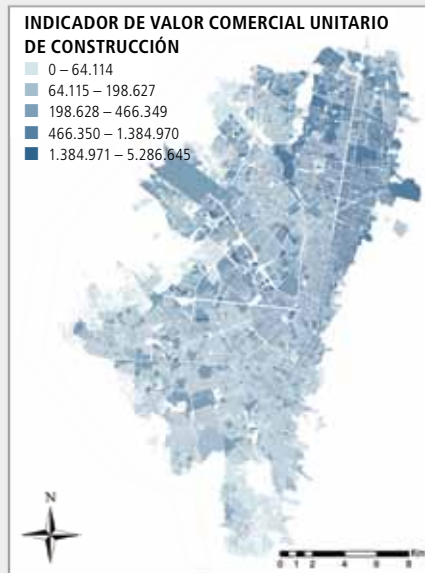
Recuadro 5.2 Bogotá. Indicadores de exposición económica

La información disponible en Bogotá permite la evaluación y visualización de varios indicadores de exposición económica. Los mapas del 5.2.1 al 5.2.3 muestran la distribución geográfica del valor unitario del m² de terreno (IE-ValTerrUnit), la distribución del valor unitario del m² de construcción (IE-ValConstUnit) en términos de dólares por metro cuadrado (US\$/m²) y la distribución del nivel socioeconómico, según manzana (IE-NSE). En Colombia se utiliza una clasificación socioeconómica para efectos de determinar las tasas de impuestos y las tarifas de los servicios públicos. El nivel 1 representa el nivel más bajo, con los menores ingresos y el nivel 6 corresponde a la población con los mayores ingresos y capacidad económica.

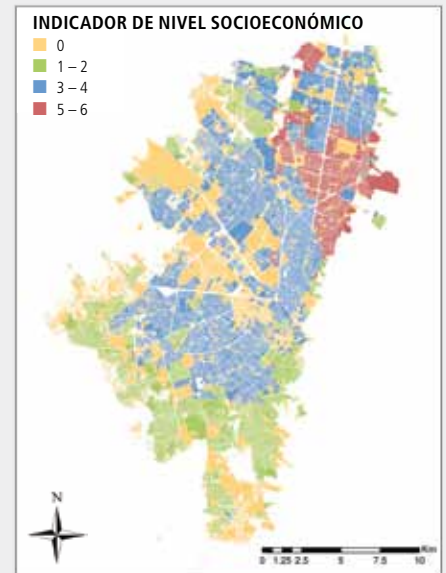
Mapa 5.2.1 Distribución del indicador de valor unitario del terreno, según manzana



Mapa 5.2.2 Distribución del indicador de valor unitario de construcción, según manzana



Mapa 5.2.3 Distribución del nivel socioeconómico, según manzana



Fuente: Yamin et ál., 2012.

Indicadores de exposición de población

Los indicadores de exposición de la población se basan en la información derivada de las cifras oficiales de la población y su distribución geográfica en la ciudad. La fuente de información principal es normalmente el último censo de población y de vivienda.

Indicadores de densidad de población con respecto al área de la construcción y al área del terreno se definen en la tabla 5.3. En el recuadro 5.3 se recogen algunos resultados típicos de este tipo de indicadores.

Tabla 5.3 Indicadores de exposición de población

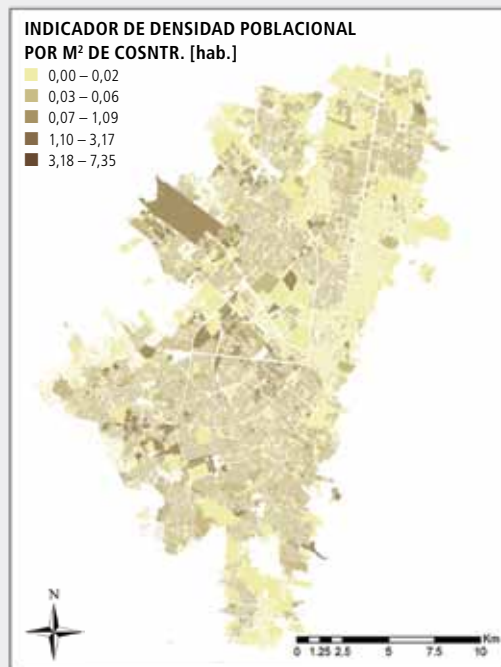
Parámetro	Descripción
IP-OcuMax	Densidad de ocupación máxima en personas por m ² de construcción
IP-OcuMaxTerr	Densidad de ocupación máxima en personas por m ² de área de terreno

Recuadro 5.3 Bogotá. Indicadores de exposición de población

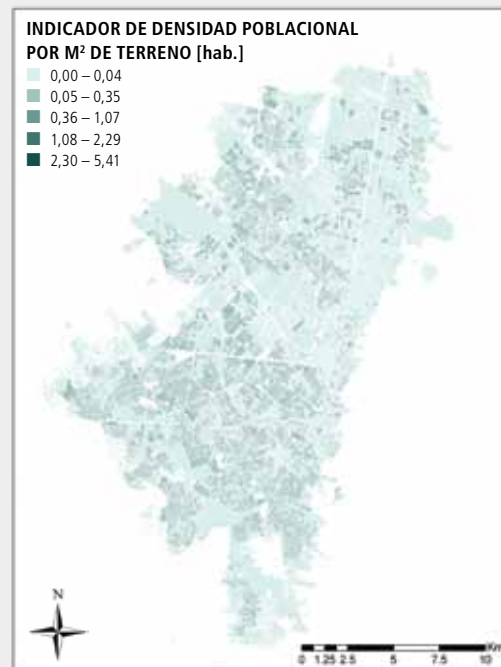
La exposición de la población se puede establecer mediante el análisis de los indicadores de densidad poblacional, tanto en relación con el área de construcción como con el área del terreno.

Los mapas 5.3.1 y 5.3.2 muestran algunos indicadores de exposición de población para Bogotá.

Mapa 5.3.1 Distribución de la densidad poblacional por m² de construcción, según cada manzana



Mapa 5.3.2 Distribución de la densidad poblacional por m² de terreno, según cada manzana



Fuente: Yamin et ál., 2012.

Indicadores de amenaza y riesgo físico

La información disponible sobre las amenazas y el riesgo físico, evaluados por medio de las metodologías descritas en los capítulos 1, 2 y 3, permite construir una serie de indicadores de amenaza y riesgo para cada una de las unidades geográficas definidas.

Los indicadores de amenaza hacen referencia al nivel de intensidad esperada, para un periodo de retorno específico y para cada tipo de sistema constructivo en particular; es decir, el nivel básico de la amenaza, de acuerdo con las características de la construcción en particular. Por ejemplo, en el caso de un sismo, corresponde con la aceleración espectral (la intensidad sísmica depende de las características de la edificación) para cada tipo constructivo y para un periodo de retorno

determinado, mientras que para el caso de las lluvias intensas e inundaciones, el indicador es independiente de las características de la construcción.

Los indicadores del riesgo, por su parte, resultan principalmente de evaluaciones detalladas de riesgo, tal como se explicó en el capítulo 1, o de evaluaciones más simplificadas, cuando la disponibilidad de la información no permite hacer estudios detallados. El indicador del riesgo más representativo es la pérdida anual esperada. Esta métrica se utiliza como un indicador básico del nivel de riesgo al que está sometida la construcción (ver definición en el capítulo 1).

Algunos de los indicadores más utilizados para caracterizar, cuantificar y visualizar las amenazas y el riesgo, para cada uno de los tipos de construcción, se describen en la tabla 5.4.

Tabla 5.4 Indicadores de la amenaza y del riesgo

Parámetro	Descripción
IA-SIS	Amenaza sísmica
IA-INU	Amenaza de inundación (0-1)
IA-DES	Amenaza de deslizamiento (0-1)
IR-SIS	Riesgo sísmico (0-1)
IR-INU	Riesgo por inundación en construcciones
IR-DES	Riesgo por deslizamiento en construcciones
IR-BCMIT	Beneficio-costo de obras de mitigación

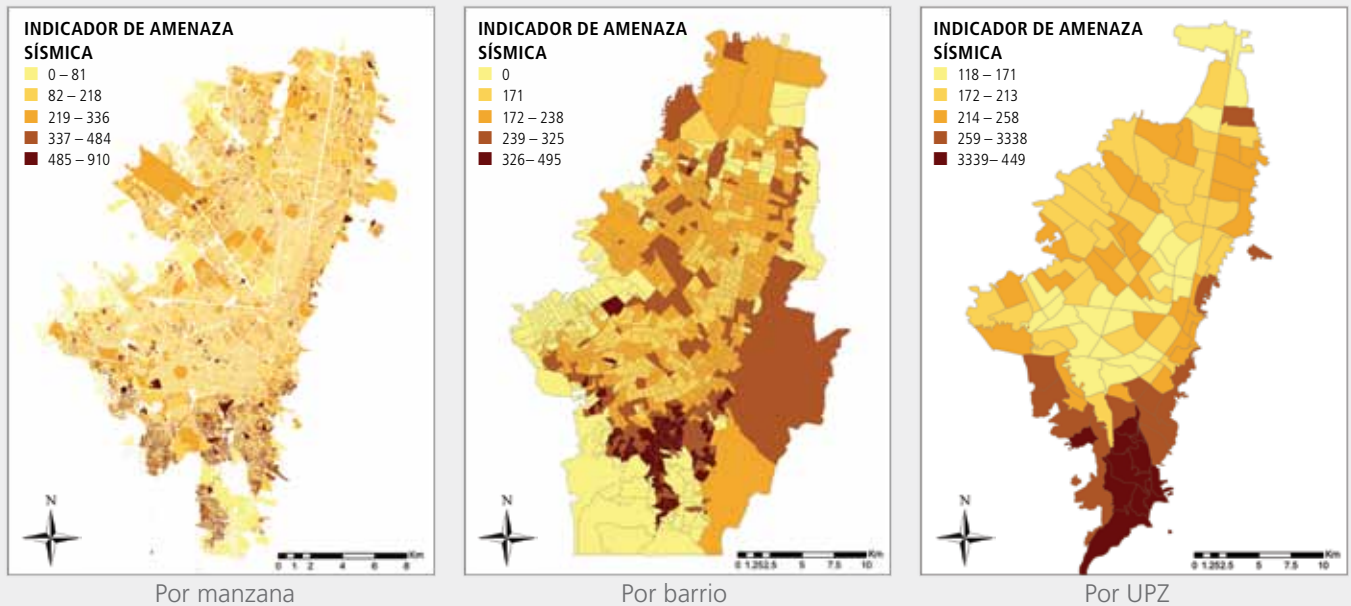
Los recuadros 5.4, 5.5 y 5.6 recopilan ejemplos de indicadores de la amenaza y del riesgo físico, para el caso de Bogotá.

Recuadro 5.4 Bogotá. Indicadores de amenaza

A continuación, se exponen varios indicadores que reflejan los niveles de la amenaza sísmica, de inundación y de deslizamiento para la ciudad.

El indicador de amenaza sísmica para edificaciones refleja la intensidad de la amenaza sísmica, calculada por medio de las metodologías explicadas en el capítulo 2, en función del tipo constructivo de las edificaciones de la ciudad. El mapa 5.4.1 expone este indicador para varias unidades geográficas de análisis.

Mapa 5.4.1 Distribución geográfica del indicador de la amenaza sísmica



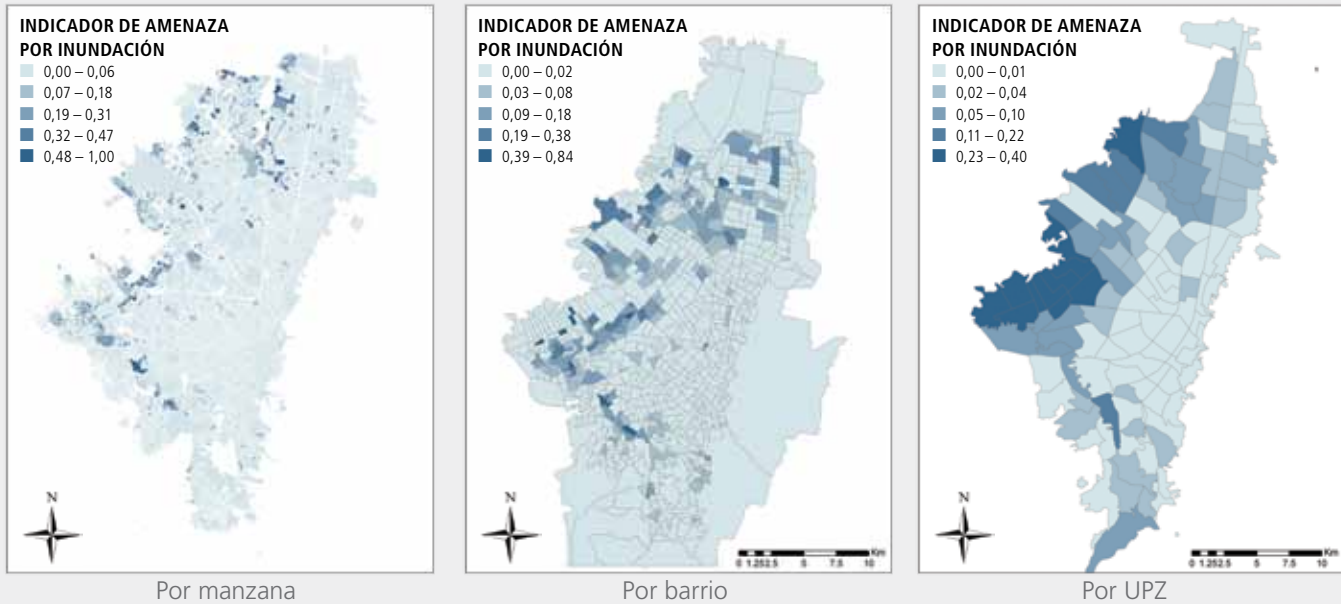
Fuente: Yamin et ál., 2012.

Continúa

Recuadro 5.4 Bogotá. Indicadores de amenaza (cont.)

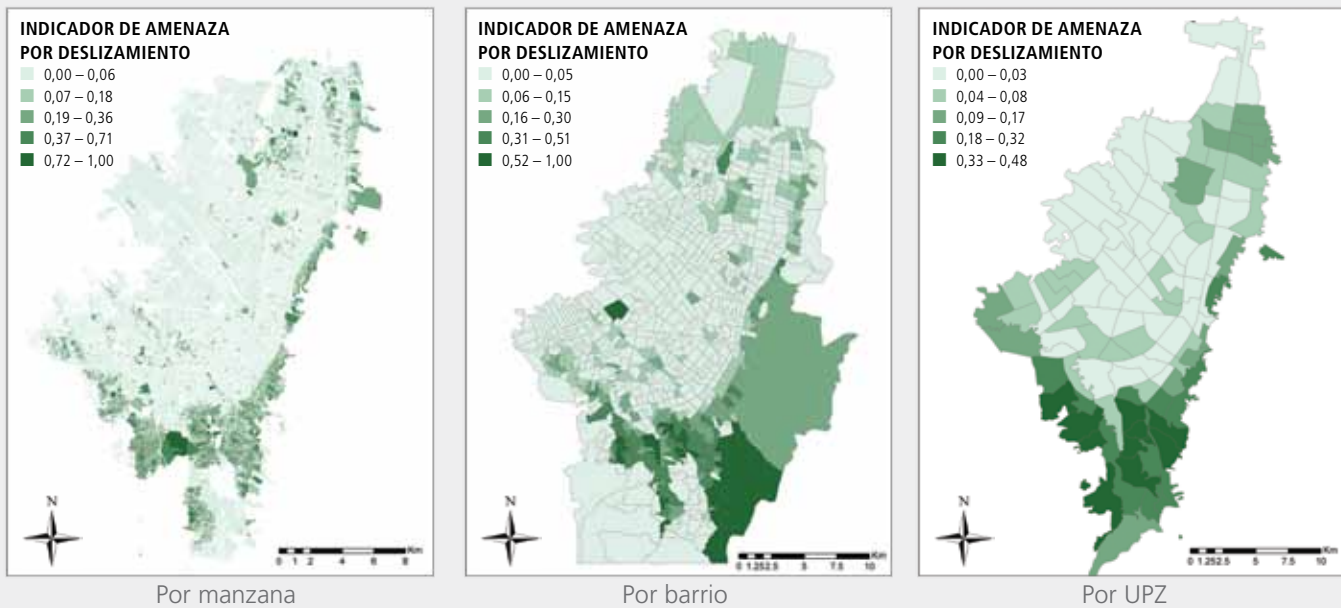
El indicador de amenaza de inundación se estima con base en el mapa de amenaza de inundación de Bogotá (Decreto 619 de 2000). De esta manera es posible asignar un indicador de la amenaza, para diferentes unidades geográficas de la ciudad, con una escala de valores desde 0 (para la amenaza baja) hasta 1 (para amenaza alta) (mapa 5.4.2).

Mapa 5.4.2 Distribución del indicador de amenaza de inundación



El indicador de la amenaza de deslizamientos, se determina con base en el mapa de amenaza por deslizamientos oficial de la ciudad (DPAE, 1998). De acuerdo con esto se genera un mapa de indicadores de este tipo de amenaza para varias unidades geográficas dentro de la ciudad. La escala de los valores indica 0 para la amenaza baja y 1 para la amenaza alta (mapa 5.4.3).

Mapa 5.4.3 Distribución del indicador de amenaza de deslizamiento



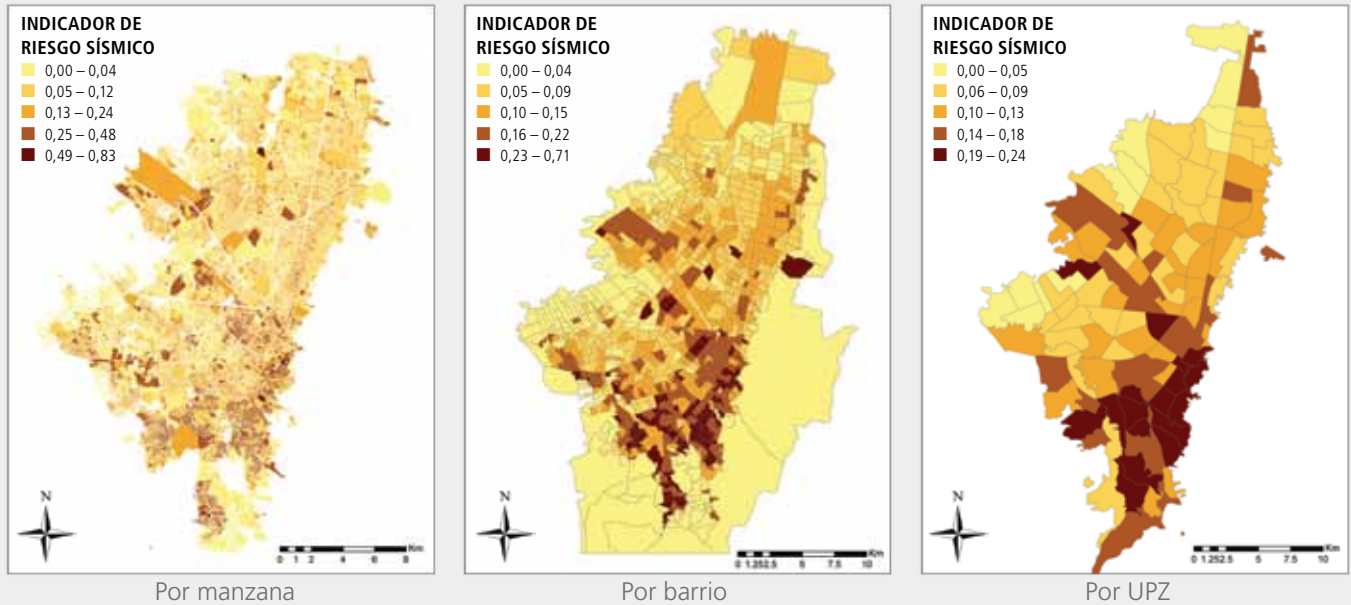
Fuente: Yamin et ál., 2012.

Recuadro 5.5 Bogotá. Indicadores del riesgo físico

El riesgo físico de la ciudad, ante diferentes amenazas naturales, puede representarse mediante indicadores, como lo ilustran los mapas 5.5.1, 5.5.2 y 5.5.3.

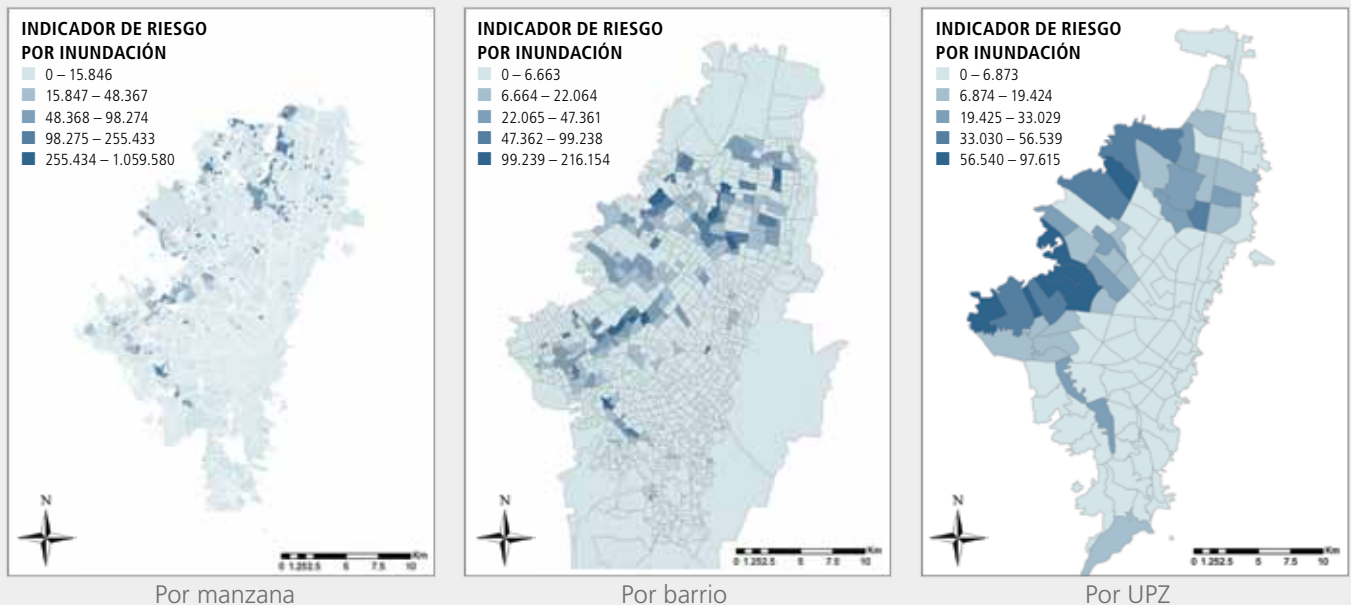
Los indicadores del riesgo sísmico reflejan el nivel de las pérdidas económicas esperadas en las edificaciones, según los escenarios de amenaza sísmica utilizados. En este caso el riesgo se evalúa con base en la pérdida esperada con la metodología de evaluación del riesgo explicada en los capítulos del 1 al 3.

Mapa 5.5.1 Bogotá. Distribución del indicador del riesgo sísmico en la ciudad - Metodología probabilista de cálculo



El indicador de riesgo por inundación refleja los niveles de pérdidas económicas relativas esperadas en las edificaciones, de acuerdo con la amenaza de inundaciones de Bogotá. Se trata de un indicador con valores relativos de 0 a 1, obtenido a partir de valoraciones simplificadas, debido a que no se ha realizado una evaluación de riesgo por inundación de mayor rigurosidad.

Mapa 5.5.2 Distribución del indicador del riesgo por inundación



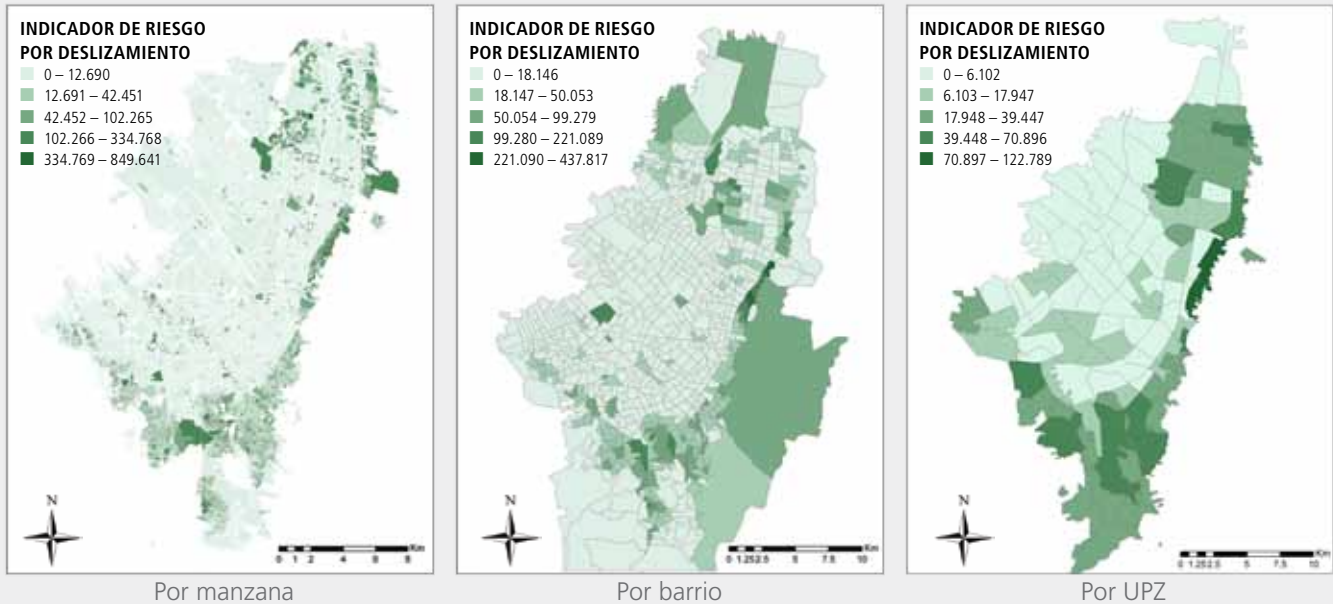
Fuente: Yamin et ál., 2012.

Continúa

Recuadro 5.5 Bogotá. Indicadores del riesgo físico (cont.)

El indicador del riesgo por deslizamientos a los niveles de pérdidas económicas relativas esperadas en las edificaciones, de acuerdo con el mapa de amenaza de deslizamientos de la ciudad. Se trata de un indicador con valores relativos de 0 a 1, estimado mediante valoraciones simplificadas.

Mapa 5.5.3 Distribución del indicador de riesgo por deslizamiento



Fuente: Yamin et ál., 2012.

Recuadro 5.6 Bogotá. Indicadores del beneficio que tendría la mitigación del riesgo sísmico

Con base en la información disponible del riesgo en el nivel de edificaciones individuales, es posible obtener un indicador que refleje las relaciones beneficio-costos, que podrían obtenerse mediante la adopción de medidas estructurales de mitigación del riesgo sísmico.

En este caso, el beneficio corresponde con el ahorro, en cuanto a las pérdidas futuras directas evitadas por efecto de las medidas de mitigación físicas específicas propuestas, mientras que el costo corresponde al valor de las obras de mitigación.

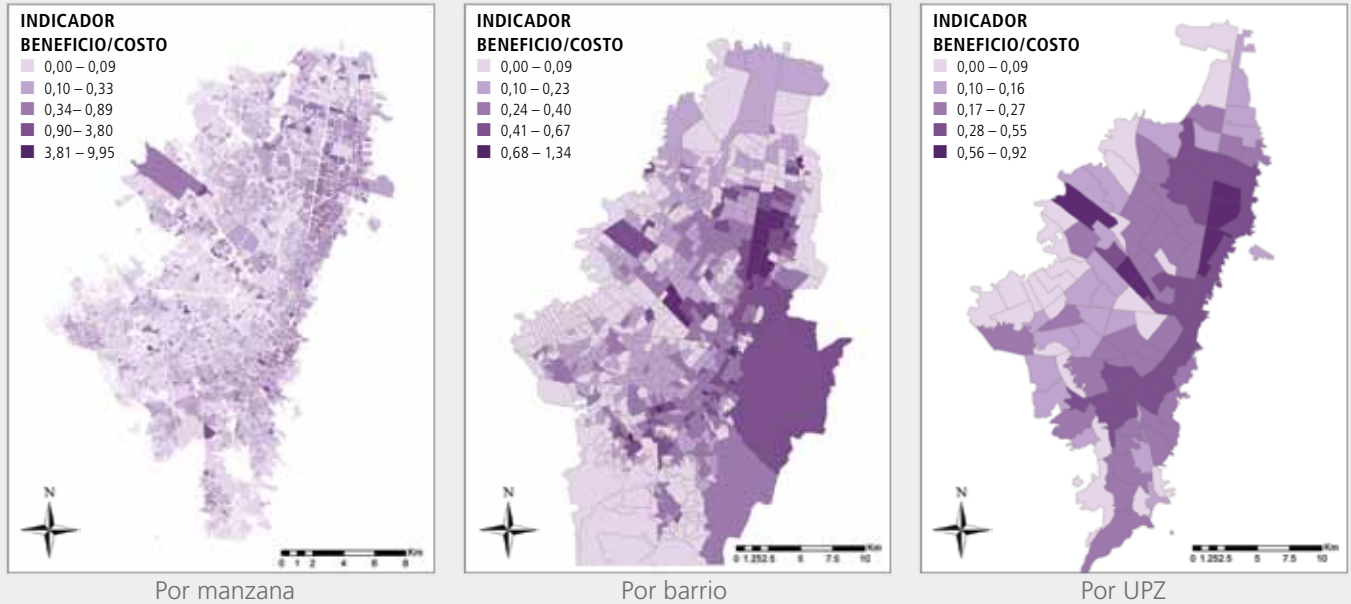
Para las medidas de mitigación solo se considera una medida típica utilizada para cada uno de los tipos constructivos dominantes, basadas en la práctica estándar para la ciudad. Los valores más altos de este indicador, reflejan una mayor proporción de los beneficios con respecto a eventuales costos de inversión en mitigación la metodología de cálculo detallada de las relaciones beneficio-costos para las medidas de mitigación estructural se presenta en el capítulo 6.

El mapa 5.6.1 recopila la distribución geográfica de este indicador para varias unidades geográficas de análisis.

Continúa

Recuadro 5.6 Bogotá. Indicadores del beneficio que tendría la mitigación del riesgo sísmico (cont.)

Mapa 5.6.1 Distribución del indicador de beneficio-costos (pérdidas físicas directas—metodología simplificada de cálculo)



Fuente: Yamin et ál., 2012.

Estimación holística del riesgo

También es posible formular indicadores de riesgo con un enfoque más integral, que reflejen no solamente el riesgo físico sino otros aspectos relativos a la susceptibilidad y exposición, la fragilidad social y la falta de resiliencia, manteniendo un marco conceptual subyacente en su formulación. Con este tipo de enfoques, por ejemplo, se pueden proponer indicadores compuestos que permitan orientar la toma de decisiones en forma interinstitucional al momento de desagregar los subindicadores componentes.

Un indicador de este tipo es el Índice del Riesgo Total (R_T), que se determina con base en el riesgo físico y en un factor de impacto. Este factor de impacto incluye un coeficiente de agravamiento para cada unidad espacial de análisis basado en variables asociadas con la fragilidad social y la falta de resiliencia en cada unidad. Los indicadores de riesgo físico se obtienen a partir, por ejemplo, de un análisis probabilista, siguiendo las metodologías descritas en los capítulos 1 a 3 o mediante escenarios específicos de pérdidas para la amenaza en consideración (Carreño, Cardona y Barbat,

2007a: 137-172; Carreño et ál., 2009). La tabla 5.5 presenta un esquema con diferentes elementos considerados en el cálculo de este tipo de indicador compuesto para cada unidad de análisis en el ámbito urbano.

La definición de cuáles podrían ser los subindicadores de fragilidad social y de resiliencia (evaluada en el sentido inverso para efectos del agravamiento del riesgo físico), se realiza de acuerdo con la información disponible en el centro urbano y que pueda permitir evaluar todas las unidades de análisis. Usualmente se utiliza la opinión de expertos o de las instituciones interesadas en la evaluación. De la misma manera los pesos de cada subindicador o variable considerada, se pueden obtener de procesos de valoración participativa utilizando técnicas como la del proceso analítico jerárquico o la asignación de puntajes con técnicas como el método Delphi. La robustez y la sensibilidad de este tipo de indicador compuesto a los valores de las variables o subindicadores, a las funciones de transformación y a los pesos utilizados se han evaluado empleando simulaciones realizadas con técnicas de Montecarlo.

Tabla 5.5 Ejemplo de subindicadores y pesos considerados para el cálculo del IRT

Indicador	Descripción	w
F_{RF1}	Área destruida	31
F_{RF2}	Muertos	10
F_{RF3}	Heridos	10
F_{RF4}	Roturas red de acueducto	19
F_{RF5}	Roturas red de gas	11
F_{RF6}	Longitud de redes eléctricas caídas	11
F_{RF7}	Vulnerabilidad de centrales telefónicas	4
F_{RF8}	Vulnerabilidad subestaciones eléctricas	4

Indicador	Descripción	w
F_{FS1}	Área de barrios marginales	18
F_{FS2}	Tasa de mortalidad	4
F_{FS3}	Tasa de delincuencia	4
F_{FS4}	Índice de disparidad social	18
F_{FS5}	Densidad de población	18
F_{FR1}	Camas hospitalarias	6
F_{FR2}	Recurso humano en salud	6
F_{FR3}	Espacio público	4
F_{FR4}	Personal de socorro	3
F_{FR5}	Nivel de desarrollo de la localidad	9
F_{FR6}	Operatividad en emergencias	9

R_f Riesgo Físico

$R_T = R_f (1 + F)$

F Factor de Impacto

El cálculo del Índice de Riesgo Físico y del Factor de Impacto se lleva a cabo evaluando cada uno de los subindicadores F_{RFi} , F_{FSi} y F_{FRi} obtenidos para cada una de las localidades o zonas geográficas de la ciudad involucradas. Estos indicadores se hacen conmensurables utilizando unas funciones de transformación que los escalan a valores entre 0 y 1, y luego se les pondera mediante el factor de importancia o “peso” obtenido de procesos participativos con expertos o con las instituciones

relacionadas. La metodología detallada de cálculo se describe en Carreño, Cardona y Barbat, (2007a: 137-172); Cardona et ál., (2009), IDEA (2005) y Marulanda, Cardona y Barbat (2009: 501-516).

El recuadro 5.7 se refiere a la evaluación del Índice del Riesgo Total (R_T) para Bogotá, utilizando para el efecto la mejor información disponible en el momento del estudio.

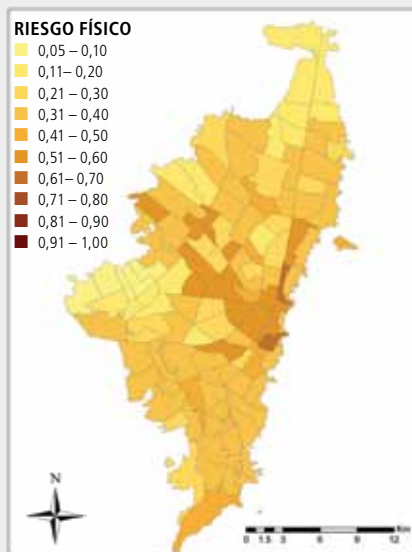
Recuadro 5.7 Bogotá y sus localidades. El Índice de Riesgo Total

El IRT para Bogotá fue evaluado con el fin de estimar el riesgo de la ciudad desde una perspectiva holística (DPAE y Universidad de los Andes, 2005). Los mapas 5.7.1 a 5.7.4 y el gráfico 5.7.1 ilustran los resultados generales del riesgo para un escenario sísmico específico.

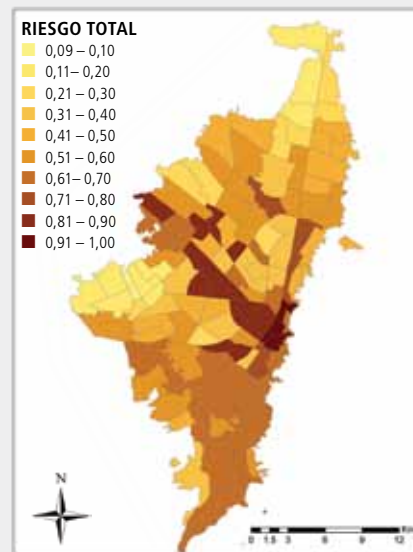
El riesgo total depende no solamente del riesgo físico sino del factor de impacto, obtenido de tener en cuenta subindicadores que reflejan la fragilidad social y la falta de resiliencia en cada una de las localidades.

Este tipo de evaluación integral del riesgo ha sido útil para identificar las causas subyacentes del riesgo y el papel de las diferentes instituciones de la ciudad de acuerdo con su ámbito de su competencia y jurisdicción.

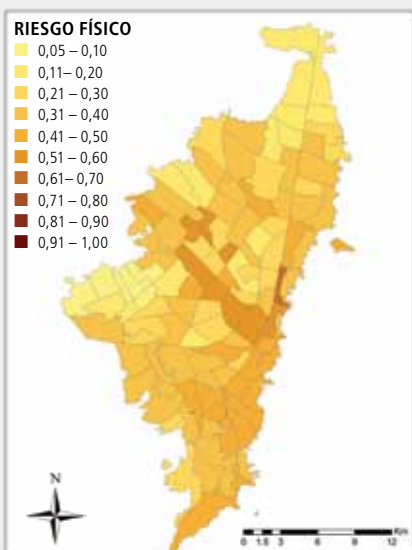
Mapa 5.7.1 Índice de Riesgo Físico (R_f) por unidades geográficas tipo UPZ (para un sismo en la Falla Frontal con $T_{ret} = 500$ años, escenario diurno)



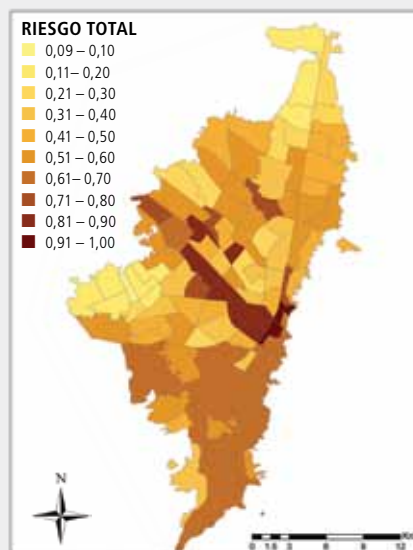
Mapa 5.7.2 Índice de Riesgo Total (IRT) por UPZ, según manzana (para un sismo en la de Falla Frontal con $T_{ret} = 500$ años, escenario diurno)



Mapa 5.7.3 El Índice de Riesgo Físico (R_f) por unidades geográficas tipo UPZ (para un sismo en la Falla Frontal con $T_{ret} = 500$ años, escenario nocturno)



Mapa 5.7.4 Índice de Riesgo Total (IRT) por UPZ, (para un sismo en la Falla Frontal con $T_{ret} = 500$ años, escenario nocturno)



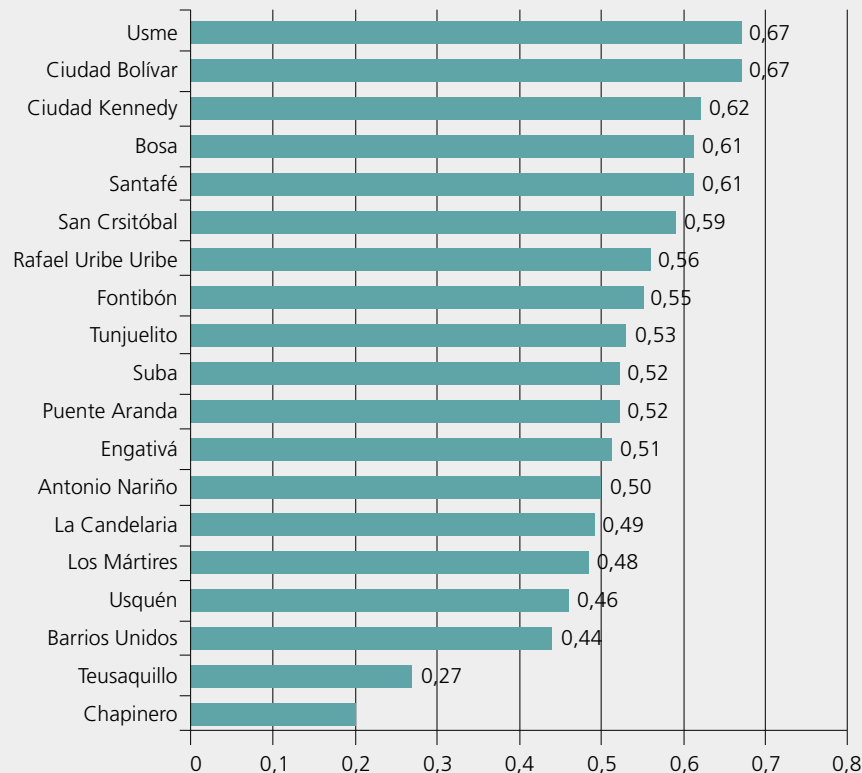
Fuente: DPAE y Universidad de los Andes, 2005.

Continúa

RECUADRO 5.7 Bogotá y sus localidades. El Índice de Riesgo Total

El RT para Bogotá fue evaluado con el fin de estimar el riesgo de la ciudad desde una perspectiva holística (DPAE y Universidad de los Andes, 2005). Los mapas 5.7.1 al 5.7.4 y el gráfico 5.7.1 ilustran los resultados generales del riesgo para un escenario sísmico específico.

Gráfico 5.7.1 Factor de Impacto (F) para el cálculo del índice de riesgo total



Fuente: DPAE y Universidad de los Andes, 2005.

Continúa

Índice de la Gestión del Riesgo (IGR)

El IGR es un indicador compuesto que da cuenta del desempeño de la gestión del riesgo en el ámbito de cada unidad administrativa que conforme un área de análisis (comunidad, municipio, departamento o país). En este indicador se refleja la organización, la capacidad, el desarrollo y la acción institucional para reducir la vulnerabilidad y el riesgo, y además el avance que se tiene para responder en caso de crisis y de recuperarse con eficiencia (Carreño, Cardona y Barbat, 2004; Carreño, Cardona y Barbat, 2007b). La tabla 5.6 recopila los componentes del IGR, que incluyen la identificación del riesgo (IR), la reducción del riesgo (RR), el manejo de desastres (MD), y la protección financiera (PF).

El IGR es un *benchmark* para determinar los niveles de avance en la gestión del riesgo en la zona de estudio, mediante la utilización de técnicas de conjuntos difusos apropiados para el manejo en forma lingüística de las apreciaciones de los evaluadores. Esta técnica conduce a identificar hacia dónde se deben dirigir los esfuerzos para mejorar el desempeño de las instituciones en la gestión del riesgo. Aunque puede ser evaluado por expertos conocedores de los avances obtenidos en los diferentes frentes, este índice posibilita que las evaluaciones puedan hacerse en forma colegiada por múltiples interesados, quienes incluso pueden definir por consenso y asignar los pesos a cada subindicador que se utiliza. De esta forma, el indicador facilita el diálogo entre las partes y contribuye a una visión integral e interinstitucional

Tabla 5.6 Componentes del Índice de Gestión de Riesgos (IGR)

Descripción – Identificación del riesgo	Indicador	Peso	IGR _{IR}
Inventario sistemático de desastres y pérdidas	IR1	w1	
Monitoreo de amenazas y pronóstico	IR2	w4	
Evaluación de amenazas y su representación en mapas	IR3	w5	
Evaluación de vulnerabilidad y riesgo	IR4	w6	
Información pública y participación comunitaria	IR5	w7	
Capacitación y educación en gestión de riesgos	IR6	w8	

Descripción – Reducción del riesgo	Indicador	Peso	IGR _{RR}
Integración del riesgo en la definición de usos y la planificación	RR1	w1	
Intervención de cuencas hidrográficas y protección ambiental	RR2	w4	
Implementación de técnicas de protección y control de eventos	RR3	w5	
Mejoramiento de vivienda y reubicación de asentamientos	RR4	w6	
Actualización y control de la aplicación de normas y códigos	RR5	w7	

Descripción – Manejo de desastres	Indicador	Peso	IGR _{MD}
Organización y coordinación de operaciones de emergencia	MD1	w1	
Planificación de la respuesta en caso de emergencia y sistemas de alerta	MD2	w4	
Dotación de equipos, herramientas e infraestructura	MD3	w5	
Simulación, actualización y prueba de la respuesta interinstitucional	MD4	w6	
Preparación y capacitación de la comunidad	MD5	w7	

Descripción – Protección financiera	Indicador	Peso	IGR _{PF}
Organización interinstitucional, multisectorial y descentralizada	PF1	w1	
Fondos de reservas para el fortalecimiento institucional	PF2	w4	
Localización y movilización de recursos de presupuesto	PF3	w5	
Implementación de redes y fondos de seguridad	PF4	w6	
Seguros y estrategias de transferencia de pérdidas activos públicos	PF5	w7	

$$IGR = \frac{IGR_{IR} + IGR_{RR} + IGR_{MD} + IGR_{PF}}{4}$$

de las acciones que deben implementarse para mejorar la efectividad de la gestión.

El recuadro 5.8 resume la evaluación del Índice de Gestión del Riesgo para Bogotá, en el ámbito de las diferentes localidades de la ciudad; es decir, las unidades geográficas básicas que se utilizaron para el análisis teniendo en cuenta que la ciudad tiene una administración descentralizada.

Ahora bien, en el marco del “Programa de indicadores de riesgo y gestión del riesgo para las Américas” del Banco Interamericano de Desarrollo (Cardona 2005, 2006 y 2008; Carreño, Cardona y Barbat, 2004; IDEA, 2005), se llevó a cabo la formulación de un sistema de indicadores, cuyo propósito principal ha sido dimensionar la vulnerabilidad y el riesgo a escala nacional (aunque también es posible realizarlo en el ámbito subnacional), e invitar y facilitar la toma de decisiones, teniendo en cuenta, no solo los aspectos

técnicos, sino consideraciones macroeconómicas, sociales e institucionales.

Estos indicadores, que incluyen el Índice de Déficit por Desastre, el Índice de Desastres Locales, el Índice de Vulnerabilidad Prevalente y el Índice de Gestión del Riesgo, se desarrollaron con un enfoque integral pensando en comunicar el riesgo en el lenguaje de diversos tomadores de decisiones, y reconociendo que cada disciplina y las diferentes instituciones deben visualizar el riesgo de manera diferente y utilizar un marco conceptual común.

Dichos indicadores se han aplicado a 23 países de las Américas y han servido para impulsar diversos programas de reforma de política pública, lo que da un ejemplo de cómo con indicadores apropiados es posible reflejar el riesgo y la gestión del riesgo con fines de fortalecimiento institucional y efectividad de la gestión.

Recuadro 5.8 El IGR de Bogotá y sus localidades

En el cuadro 5.8.1 se recopilan los valores del IGR para la ciudad de Bogotá, evaluados en diferentes periodos, después de agregar los resultados de sus cuatro componentes.

Cuadro 5.8.1 Bogotá. Valores de los componentes del IGR, en diferentes periodos

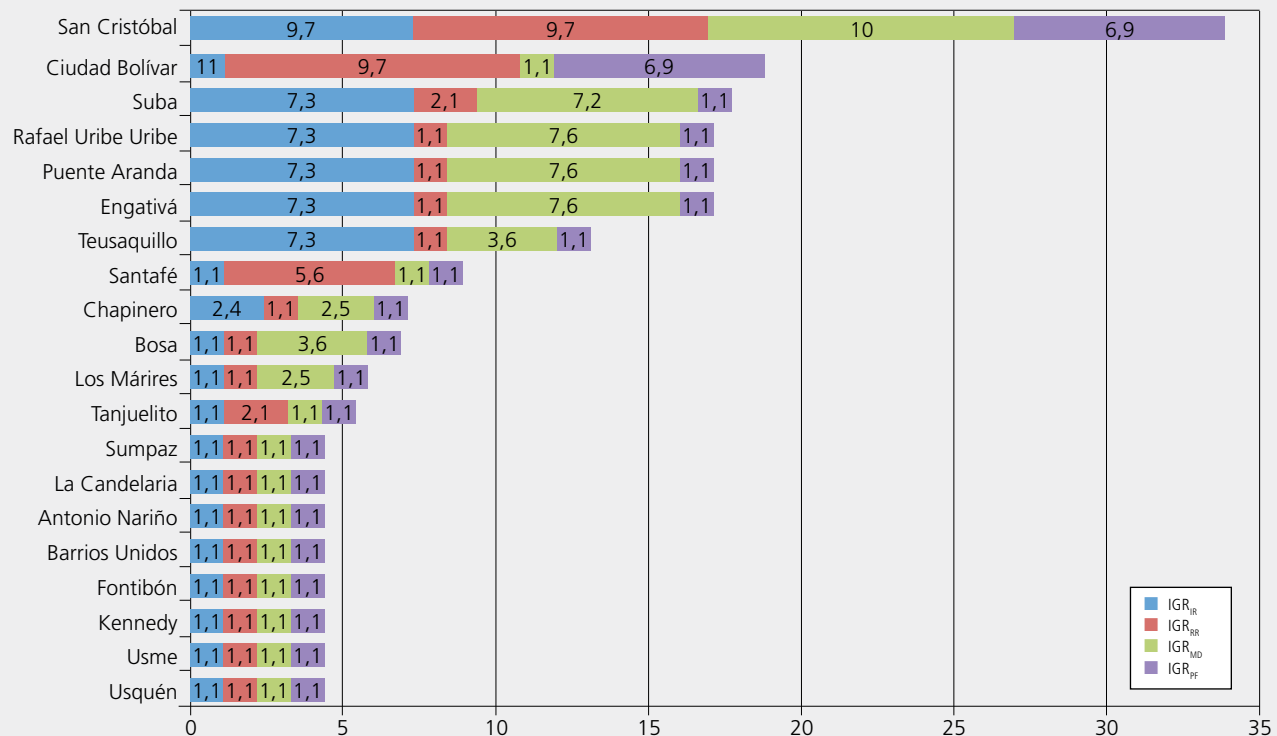
Indicador	1985	1990	1995	2000	2003
IGR _{IR}	4,6	13,9	35,6	56,2	67,1
IGR _{RR}	11,0	13,9	13,9	46,1	56,7
IGR _{MD}	4,6	8,3	8,3	24,0	32,3
IGR _{PF}	4,6	57,5	54,8	57,6	61,4
IGR _{PROM}	6,2	23,4	28,1	46,0	54,4

Fuente: DPAE y Universidad de los Andes, 2005.

Los componentes son la Identificación del Riesgo (IR), la Reducción del Riesgo (RR), el Manejo de Desastres (MD) y la Protección Financiera (PF).

El gráfico 5.8.1 ilustra los valores de este índice, para cada una de las localidades o alcaldías menores de la ciudad.

Gráfico 5.8.1 Bogotá. IGR para las localidades



Fuente: DPAE y Universidad de los Andes, 2005.

Referencias bibliográficas

- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS). 2010. Estudio general de amenaza sísmica de Colombia 2010. Bogotá, Colombia: Comité AIS-300 y Universidad de los Andes.
- Cardona, O. 2005. Indicadores de riesgo de desastre y de gestión de riesgos: informe resumido (edición en español e inglés). Washington D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Cardona, O. 2006. *A system of indicators for disaster risk management in the Americas in measuring vulnerability to hazards of natural origin: towards disaster resilient societies*. Tokyo: Editor J. Birkmann, United Nations University Press.
- Cardona, O. 2008. Indicators of disaster risk and risk management program for Latin America and the Caribbean: Summary report – Second edition. [Updated 2007]. Washington D.C: Inter-American Development Bank, Infrastructure and Environment Sector. [Disponible en: <http://idea.unalmz.edu.co>].
- Carreño, ML.; Cardona, O.; Barbat, A. 2004. *Metodología para la evaluación del desempeño de la gestión del riesgo*. Monografía Cimne IS-51. Barcelona, España: Universidad Politécnica de Cataluña.
- Carreño, ML.; Cardona, OD.; Barbat, AH. 2007a. Urban seismic risk evaluation: A holistic approach. *Journal of Natural Hazards*. 40 (1), January.
- Carreño, ML.; Cardona, OD.; Barbat, AH. 2007b. *A disaster risk management performance index*. *Journal of Natural Hazards*. 41 (1). April, 1-20. Springer Netherlands.
- Carreño, ML.; Cardona, OD.; Marulanda MC.; Barbat, AH. 2009. *Holistic urban seismic risk evaluation of megacities: Application and robustness*. En: *The 1755 Lisbon Earthquake: Revisited*. Springer.
- Dirección de Prevención y Atención de Emergencias (DPAE). 1998. Estudio de zonificación de riesgos por remoción en masa. Bogotá.
- Dirección de Prevención y Atención de Emergencias (DPAE). 2005. Escenarios de riesgo y pérdida por terremoto para Bogotá D.C. Bogotá: DPAE y Universidad de los Andes.
- Instituto de Estudios Ambientales (IDEA). 2005. Indicadores de riesgo de desastre y de gestión de riesgos: Informe Técnico Principal. Manizales, Colombia: idea, Universidad Nacional de Colombia-Manizales.
- Marulanda, MC.; Cardona, OD.; Barbat, AH. 2009. *Robustness of the holistic seismic risk evaluation in urban centers using the USRi*, *Journal of Natural Hazards*, 49 (3). Springer Science+ Business.
- Yamin, L.; Ghesquiere, F.; Cardona, OD.; Ordaz, MG. 2012. *Modelación probabilista para la gestión del riesgo de desastre: el caso de Bogotá*. Banco Mundial, Universidad de los Andes.

