

Metodología para la evaluación del desempeño de la gestión del riesgo

M. L. Carreño

O. D. Cardona

A. H. Barbat

Agradecimientos

Los autores de esta monografía agradecen el soporte financiero del Banco Interamericano de Desarrollo, BID, en el marco del Programa de Información e Indicadores sobre Gestión de Riesgos, Componente II: Indicadores para la Gestión de Riesgos (Operación ATN/JF-7907-RG) y al Ministerio de Educación y Ciencia de España, proyecto “Desarrollo y aplicación de procedimientos avanzados para la evaluación de la vulnerabilidad y del riesgo sísmico de estructuras” – EVASIS – (REN2002-03365/RIES).

Prefacio

El Índice de Gestión de Riesgos, *IGR*, propuesto y descrito en esta monografía es uno de los principales aportes técnicos de los grupos de investigación que participaron en la ejecución del Componente II, “Indicadores de Gestión de Riesgos”, operación ATN/JF-7907-RG del BID, coordinado por el Instituto de Estudios Ambientales, IDEA, de la Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales, dentro del programa regional sobre “Información e Indicadores de Riesgo y Gestión de Riesgos” para las Américas, promovido por el BID, la CEPAL y el IDEA entre marzo de 2003 y mayo de 2005.

La preparación del proyecto fue concebida por Caroline Clarke y Kari Keipi del Banco Interamericano de Desarrollo. Los aportes técnicos, orientación y asesoría en las diferentes fases del programa fueron realizados por el siguiente equipo de expertos internacionales: Allan Lavell, Alex H. Barbat, Ben Wisner, Lino Briguglio, Ian Davis, Terry Cannon, Charlotte Benson, Philippe Masure, Louise Comfort, Luis E. Yamín, Mario G. Ordaz y Giuseppe Munda. El programa se benefició con contribuciones de Neil A. Doherty y Andrew Maskrey. Se constituyeron grupos de trabajo en cuatro centros de excelencia académica en gestión de riesgos: el CIMNE/UPC en Barcelona, España; el Instituto de Ingeniería de la UNAM, en México; el CEDERI de la Universidad de los Andes en Bogotá; y el IDEA/UN en Manizales, Colombia. Los informes relacionados con el programa se encuentran en: <http://idea.unalmz.edu.co>

El Índice de Gestión de Riesgos, *IGR*, fue concebido por Omar Darío Cardona A., director técnico del proyecto; fue desarrollado metodológicamente por Martha Liliana Carreño T. (quien también hizo su aplicación a nivel urbano y subnacional) bajo la orientación de Alex H. Barbat, del grupo de trabajo del CIMNE/UPC; y fue aplicado a nivel de los países por Mabel Cristina Marulanda F. y Dora Catalina Suárez O. del grupo de trabajo del IDEA/UN. La recolección de información técnica y de datos fue coordinada en doce países por: Antonio Arenas (El Salvador/Guatemala), Elizabeth Mansilla (México), Jorge Olarte (Perú), Jeannette Fernández (Ecuador), Laura Acquaviva (Argentina), Barbara Carby (Jamaica/Trinidad y Tobago), Rubén Boroschek (Chile), Guillermo Pichardo (República Dominicana).

El *IGR* es un indicador compuesto, construido con base en una técnica multi-atributo, que hace parte del sistema de indicadores que se preparó en el marco del proyecto. Este sistema de indicadores se propuso con el fin de representar una serie de factores de riesgo, que deben minimizarse mediante políticas y acciones de

reducción de la vulnerabilidad y mediante la maximización de la resiliencia o capacidad para enfrentar y absorber los impactos de los fenómenos peligrosos. Cada índice o indicador compuesto está constituido por diversos factores que están representados, en su mayoría, por indicadores o variables existentes. Para efectos de formular el *IGR* fue necesario proponer indicadores cualitativos, valorados con escalas subjetivas, debido a la naturaleza de los aspectos que se evalúan y debido a la falta de parámetros preexistentes. La ponderación –o peso– de los indicadores que lo constituyen se realizó con base en el criterio de expertos y de interlocutores de cada país, analizando y utilizando técnicas numéricas consistentes desde el punto de vista teórico y estadístico.

El *IGR* es el primer enfoque sistémico –fundamentado en conjuntos difusos– que se utiliza a nivel internacional, nacional y urbano para valorar el desempeño (*performance*) de la gestión del riesgo, con el fin de establecer objetivos o referentes (*targets*) que mejoren la efectividad de la gestión. Los tomadores de decisiones, en diferentes niveles territoriales, cuentan ahora con una herramienta útil para el monitoreo y desarrollo de su capacidad de gestión de riesgos y tienen la posibilidad de observar en el tiempo su posición relativa y compararse con otros países (*benchmarking*), regiones o ciudades. Igualmente, el Banco Interamericano de Desarrollo cuenta ahora con una importante herramienta para orientar su diálogo de política y la programación de su asistencia en gestión de riesgos en los países de las Américas. La fortaleza del *IGR* está en la posibilidad de desagregar los resultados e identificar los avances y las deficiencias de la gestión del riesgo, con el fin de orientar las acciones que permitan mejorar su efectividad. Su objetivo principal es estimular la toma de decisiones.

LOS AUTORES

ÍNDICE

1. GESTIÓN DE RIESGOS.....	1
1.1. CONCEPTOS DE VULNERABILIDAD Y RIESGO	1
1.2. LA GESTIÓN DE RIESGO COLECTIVO	5
1.3. POLÍTICA DE IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS	11
1.4. POLÍTICA DE REDUCCIÓN DE RIESGOS	14
1.5. POLÍTICA DE GESTIÓN DE DESASTRES	18
1.6. POLÍTICA DE GOVERNABILIDAD Y PROTECCIÓN FINANCIERA.....	21
2. EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DEL RIESGO.....	25
2.1. ENFOQUE METODOLÓGICO UTILIZANDO INDICADORES	25
2.2. ÍNDICE DE IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO.....	31
2.3. ÍNDICE DE REDUCCIÓN DE RIESGOS	34
2.4. ÍNDICE DE GESTIÓN DE DESASTRES	38
2.5. ÍNDICE DE GOVERNABILIDAD Y PROTECCIÓN FINANCIERA	42
3. EJEMPLOS DE APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE GESTIÓN DE RIESGOS.....	47
3.1. INTRODUCCIÓN	47
3.2. <i>IGR</i> A NIVEL DE CIUDAD: BOGOTÁ D.C., COLOMBIA.....	48
3.3. <i>IGR</i> A NIVEL SUBNACIONAL: COLOMBIA	55
3.4. <i>IGR</i> A NIVEL DE PAÍS: COLOMBIA	70
3.5. RESULTADOS A NIVEL REGIONAL: AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE.....	72
3.5.1 Índice de identificación de riesgos.....	73
3.5.2 Índice de reducción de riesgos.....	74
3.5.3 Índice de gestión de desastres.....	75
3.5.4 Índice de gobernabilidad y protección financiera.....	76
ANEXO A – PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO Y PESOS PARA LA GESTIÓN DE RIESGOS.....	79
ANEXO B – ASPECTOS BÁSICOS DE LA TEORÍA DE CONJUNTOS DIFUSOS	87
REFERENCIAS.....	95

1. GESTIÓN DE RIESGOS

1.1. CONCEPTOS DE VULNERABILIDAD Y RIESGO

La palabra “riesgo”, se ha utilizado en muchos casos como sinónimo de la probabilidad de ocurrencia de un suceso. Como, por ejemplo, cuando se afirma que “el riesgo de tormenta es del 20%” significa que la probabilidad de ocurrencia es del 20%. Pero para la mayoría de la gente un suceso tiene otro significado que causa preocupación: la posibilidad de daño o efectos adversos en un elemento expuesto (Stewart y Melchers 1997). Es decir, tiene más bien la connotación de “estar en riesgo”, o sea, de consecuencias, que es la manera como se interpreta desde el punto de vista de la industria del seguro. Es importante indicar que desde la perspectiva de los desastres es aún más amplio su significado, pues se le asocia además con las “implicaciones” de los daños, lo que hace que la lectura sea definitivamente más amplia que la que se tiene desde el punto de vista de la ingeniería.

La United Nations Disaster Relief Office (UNDRO) desarrolló hace más de 25 años las siguientes definiciones (UNDRO 1979):

- a) Amenaza, peligro o peligrosidad (*Hazard - H*). Es la probabilidad de ocurrencia de un suceso potencialmente desastroso durante cierto período de tiempo en un sitio dado.
- b) Vulnerabilidad (*Vulnerability - V*). Es el grado de pérdida de un elemento o grupo de elementos bajo riesgo resultado de la probable ocurrencia de un suceso desastroso, expresada en una escala desde 0 o sin daño a 1 o pérdida total.
- c) Riesgo específico (*Specific Risk - R_s*). Es el grado de pérdidas esperadas debido a la ocurrencia de un suceso particular y como una función de la amenaza y la vulnerabilidad.

- d) Elementos en riesgo (*Elements at Risk - E*). Son la población, los edificios y obras civiles, las actividades económicas, los servicios públicos, las utilidades y la infraestructura expuesta en un área determinada.
- e) Riesgo total (*Total Risk - R_t*). Se define como el número de pérdidas humanas, heridos, daños a las propiedades y efectos sobre la actividad económica debido a la ocurrencia de un desastre, es decir el producto del riesgo específico R_s , y los elementos en riesgo E .

De esta manera, la evaluación del riesgo puede llevarse a cabo mediante la siguiente formulación general:

$$R_t = E \cdot R_s = E \cdot H \cdot V \quad (1.1)$$

Más tarde se propuso eliminar la variable exposición E , por considerarla implícita en la definición de la vulnerabilidad V , es decir, no se “es vulnerable” si no se “está expuesto” (Cardona 1985). Esta manera de conceptualizar la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo, está fundamentada en la ecuación

$$R_{ie}|_t = (A_i, V_e)|_t \quad (1.2)$$

Esto significa que una vez conocida la amenaza o peligro A_i , entendida como la probabilidad de que se presente un suceso con una intensidad mayor o igual a i durante un período de exposición t y, conocida la vulnerabilidad V_e , entendida como la predisposición intrínseca de un elemento expuesto e a ser afectado o de ser susceptible a sufrir un daño ante la ocurrencia de un suceso con una intensidad i , el riesgo R_{ie} se expresa como la probabilidad de que ocurra una pérdida en el elemento e , como resultado de la ocurrencia de un suceso con una intensidad mayor o igual a i (Cardona 1985/86a).

La vulnerabilidad es la susceptibilidad al daño de un elemento o grupo de elementos expuestos ante una amenaza particular. Dichos elementos, son el contexto social y material representado por las personas y por los recursos y servicios que pueden ser afectados por un suceso, es decir, las actividades humanas, los sistemas realizados por el hombre, tales como edificios, líneas vitales o infraestructura, centros de producción, utilidades, servicios y la gente que los utiliza.

El riesgo relaciona la amenaza, o probabilidad de ocurrencia de un fenómeno de una intensidad específica, con la vulnerabilidad de los elementos expuestos. Desde el punto de vista físico, el riesgo se representa en términos de pérdida de vidas, afectados y pérdidas económicas. Por ejemplo: el riesgo por inundación para una cosecha, el riesgo sísmico de un grupo de edificios, el riesgo de las líneas vitales por deslizamientos, etc.

Ha sido común en el pasado que el riesgo sea valorado solamente en términos físicos, dado que la vulnerabilidad socio-económica es difícil de

evaluar en términos cuantitativos. Sin embargo hoy en día se habla cada vez más de la vulnerabilidad global, que incluye tanto los aspectos físicos como los socio-económicos. Además, es factible analizar dicha vulnerabilidad en forma relativa o mediante indicadores, lo que también permite calcular “riesgos relativos” que son imprescindibles en la toma de decisiones y la definición de prioridades de prevención y mitigación.

A efectos de planificación, protección y diseño de obras ha sido común que se defina un nivel de “riesgo aceptable”. El riesgo aceptable, en general, expresa las posibles consecuencias sociales, económicas y ambientales que, implícita o explícitamente, una sociedad o un segmento de la misma asume o tolera, por considerar que son poco factibles y, usualmente, a cambio de un beneficio inmediato.

Al igual que la amenaza, el riesgo puede plasmarse en mapas. Dependiendo de la naturaleza de la amenaza, estos mapas pueden ser probabilistas o deterministas. En este último caso, los mapas de riesgo representan un “escenario”, o sea la distribución espacial de los efectos potenciales que puede causar un suceso de una intensidad definida sobre un área geográfica, de acuerdo con el grado de vulnerabilidad de los elementos que componen el medio expuesto. Estos mapas no sólo son de fundamental importancia para la planificación de la intervención de la amenaza o la vulnerabilidad, sino también para la elaboración de los planes de contingencia que los organismos operativos de respuesta deben realizar durante la etapa de preparativos para emergencias.

En el pasado el riesgo no ha sido tratado de forma integral sino de manera fragmentada, de acuerdo con el enfoque de cada disciplina involucrada en su valoración. Para evaluar el riesgo de acuerdo con su definición es necesario tener en cuenta, desde un punto de vista multidisciplinar, no solamente el daño físico esperado, las víctimas o pérdidas económicas equivalentes, sino también factores sociales, organizacionales e institucionales, relacionados con el desarrollo de las comunidades. En este sentido ha sido de especial interés tener en cuenta la ausencia de desarrollo económico y social, las debilidades para absorber el impacto, las deficiencias en la gestión institucional y la falta de capacidad para la respuesta en caso de emergencia.

Aceptando la hipótesis que existe una alta relación entre las carencias de desarrollo y la vulnerabilidad, Cardona (2004) propone los siguientes factores a partir de los cuales se origina la vulnerabilidad:

- a) *La exposición*, que es la condición de susceptibilidad que tiene un asentamiento humano de ser afectado por estar en el área de influencia de los fenómenos peligrosos y por su fragilidad física ante los mismos.
- b) *La fragilidad social*, que se refiere a la predisposición que surge como resultado del nivel de marginalidad y segregación social del asentamiento humano y sus condiciones de desventaja y debilidad relativa por factores socioeconómicos.

- c) *La falta de resiliencia*, que expresa las limitaciones de acceso y movilización de recursos del asentamiento humano, su incapacidad de respuesta y sus deficiencias para absorber el impacto.

Este tipo de planteamiento intenta integrar de manera holística la lectura de las ciencias físicas y las ciencias sociales, con el fin de tener una visión completa de los factores que originan o exacerbaban la vulnerabilidad, teniendo en cuenta tanto los aspectos de resistencia física ante los fenómenos como los aspectos prevalecientes de autoprotección individual y colectiva (Cardona y Barbat 2000).

Desde la perspectiva de los autores, la vulnerabilidad es una situación condicional que depende de que se esté expuesto y de que exista, en realidad, una amenaza de por medio. Si no se está expuesto y si no hay una susceptibilidad ante la acción de un fenómeno de cierta severidad, no se es vulnerable. La pobreza es una situación, por ejemplo, que sin duda contribuye a que haya vulnerabilidad, pero no es la vulnerabilidad. Esto es fundamental a la hora de hablar de la mitigación o reducción del riesgo. En general se puede aceptar que el desarrollo es bueno para reducir el riesgo, pero hay una diferencia en que ese desarrollo incluya aspectos de seguridad explícitamente. Por ejemplo, no es lo mismo hacer vivienda social, que es algo bueno *per se*, que hacer vivienda social “segura” (sismorresistente por ejemplo, que significa: menos vulnerable). Es decir, hay que explicitar la gestión del riesgo pues, de lo contrario, simplemente el hacer desarrollo sería hacer la mitigación. En resumen, es importante precisar que el riesgo depende de aspectos físicos, pero también de un impacto intangible de carácter social, económico o ambiental. Dicho impacto, a su vez, depende de una serie de factores que agravan la situación –a veces llamados efectos indirectos– que dependen de aspectos socio-económicos del contexto y de su resiliencia; expresión de vulnerabilidad que no siempre es dependiente de la amenaza.

Desde el punto de vista de la ingeniería, la vulnerabilidad se convierte en riesgo (nivel de consecuencias esperadas) cuando se define ante qué grado de amenaza se quiere establecer el potencial de consecuencias, pero la descripción de esa “condición que favorece o que facilita” que al ocurrir cualquier evento se convierta en consecuencias es una función atemporal. Al definir el nivel de intensidad probable se incluye el tiempo, dado que la probabilidad se establece para un lapso de tiempo. De esta forma se establece el potencial de pérdida, de daño o de consecuencias, que ya en ese momento es un valor probable y al que se le denomina riesgo.

Ahora bien, más allá de una visión física, desde una perspectiva holística es necesario considerar variables de diversa índole cuyo tratamiento no siempre se facilita utilizando funciones. Por esta razón, es necesario utilizar *proxies* o “representaciones”, que bien pueden ser índices o indicadores. Así, se puede afirmar que la vulnerabilidad tiene unos componentes que reflejan susceptibilidad y fragilidad física (exposición) –que tienen un condicionamiento o dependencia de la acción o severidad del fenómeno– y otros que reflejan

fragilidad social y falta de resiliencia (falta de capacidad de recuperarse y de absorber el impacto) que no son tan dependientes o no están tan condicionados por la acción del fenómeno. Un ejemplo sería una buena organización institucional, una buena gobernabilidad, una buena cantidad de servicios de salud, una alta estabilidad económica, entre otros, que se pueden considerar factores de resiliencia. Su ausencia, o la falta de estas cualidades o capacidades se traduce en vulnerabilidad, pero en una vulnerabilidad “inherente”, “prevaliente”, “intrínseca”, “característica” (con la cual se sienten muy a gusto los sociólogos). En resumen, existe una cierta susceptibilidad y fragilidad social y una cierta falta de resiliencia que se expresa en una vulnerabilidad prevaliente, que “agrava” el impacto directo del daño causado por la acción de un fenómeno, y la vulnerabilidad condicional o dependiente de la amenaza, que modula el daño directo en el contexto social y material.

1.2. LA GESTIÓN DE RIESGO COLECTIVO

La situación ambiental de las ciudades está directamente relacionada con los problemas que conlleva el acelerado proceso de urbanización a través de la historia. El proceso del desarrollo y urbanización para el cual los países industrializados necesitaron muchos años, se efectúa en los países en desarrollo en un lapso de tiempo mucho más corto, con características completamente diferentes. Este proceso comienza en forma notoria a partir de los años treinta y se acentúa en las décadas de los años cincuenta y sesenta siendo su fenómeno más marcado el acelerado crecimiento demográfico y urbano generado por el proceso de industrialización a partir de la crisis mundial de los años treinta y la migración desde las zonas rurales hacia los centros urbanos. Las consecuencias del proceso en los países en desarrollo, tanto en lo social como en lo económico, son bien conocidas: desempleo, alto déficit de vivienda, carencia de servicios públicos y sociales, economía informal, violencia social, aumento de la vulnerabilidad ante fenómenos naturales y disminución de la calidad de vida.

En la evaluación de los riesgos urbanos, está claro que muchas ciudades están construidas sobre, o contienen, sitios propensos a desastres debido a tres razones principales. Primero, las ciudades se fundaron en lugares peligrosos porque en esa época las ventajas del sitio valían más que los riesgos. El desarrollo inicial de muchas ciudades en valles con ríos o deltas propensos a inundarse se vinculaba a la disponibilidad de agua fresca o tierra fértil. Muchas ciudades también se establecieron en las costas o cerca de los ríos debido a la importancia económica, política y militar de los puertos y el transporte acuático.

Segundo, el desarrollo de las ciudades no estaba conducido por una cultura de gestión de riesgos. La construcción de cualquier ciudad involucra modificaciones masivas del sitio natural, usualmente sin medidas que minimicen el riesgo. La explotación de los bosques y suelos para alimentos, leña y otros materiales, con frecuencia trastornan el régimen de las cuencas. La

exposición de los suelos para la construcción ocasiona la erosión, incrementando las cargas de arena que bloquean los drenajes, levantan el fondo de los ríos y aumentan las inundaciones. La extracción de agua subterránea puede causar serios hundimientos e interfiere con los sistemas de drenaje, lo cual incrementa el riesgo de inundaciones. La expansión de áreas para construir incrementa los deslizamientos. A menudo, las medidas capaces de reducir todos estos riesgos se ejecutan de manera inadecuada o no se llevan a cabo.

Tercero, las ciudades traspasaron lo que originalmente fueron sitios relativamente seguros. Muchas de las ciudades más grandes del mundo se fundaron siglos atrás en sitios que originalmente eran seguros y convenientes. Cuando estas ciudades eran relativamente pequeñas, no había necesidad de un desarrollo urbano en sitios peligrosos. Conforme éstas crecieron, la población no pudo ser ubicada en áreas seguras, o bien todos los sitios seguros se volvieron muy caros para los grupos de bajos ingresos.

Los términos prevención y mitigación se han utilizado para referirse a las actividades que pretenden reducir los factores de amenaza y vulnerabilidad en la sociedad y así reducir la posibilidad o la magnitud de futuros desastres o daños en general. Los preparativos o la fase de preparación comprende actividades que promueven mejores opciones y prácticas durante la fase previa a un desastre o una vez impactada una sociedad por un evento físico determinado. La respuesta de emergencia o ayuda humanitaria pretende garantizar condiciones de seguridad y de vida para las poblaciones afectadas durante el período pos-evento. Y, las actividades de rehabilitación y reconstrucción pretenden, óptimamente, restaurar, transformar y mejorar las condiciones económicas, sociales, infraestructurales y de vida en general de las zonas afectadas, dotándolas de mayores condiciones de seguridad en el futuro a través de esquemas de intervención que puedan reducir el riesgo. En este sentido la recuperación (rehabilitación y reconstrucción) se ha visto imbuida de la idea de la prevención y mitigación de futuros desastres.

La gestión de riesgos es el conjunto de elementos, medidas y herramientas dirigidas a la intervención de la amenaza o la vulnerabilidad, con el fin de disminuir o mitigar los riesgos existentes. Este concepto de prevención ha jugado un papel delimitador respecto a otro conjunto de elementos, medidas y herramientas cuyo objetivo es intervenir principalmente ante la ocurrencia misma de un desastre, es decir que conforman el campo de los preparativos para la atención de emergencias, la respuesta y la reconstrucción una vez ocurrido un suceso. La gestión de riesgos tiene como objetivo articular los tipos de intervención, dándole un papel principal a la prevención-mitigación, sin abandonar la intervención sobre el desastre, la cual se vincula al desarrollo de las políticas preventivas que en el largo plazo conduzcan a disminuir de manera significativa las necesidades de intervenir sobre los desastres ya ocurridos. La gestión de riesgos no sólo debe identificarse con lo que significa el Estado sino que debe estimular una convocatoria dirigida tanto a las fuerzas gubernamentales como no gubernamentales, con el propósito de enfrentar los desastres con en forma preventiva. En este sentido, una política de gestión de

riesgos no sólo se refiere a la identidad territorial, sino por su propósito, a la articulación de las diversas fuerzas existentes: sociales, políticas, institucionales, públicas, privadas de todos los niveles territoriales. Esto permite planteamientos de participación democráticos, suma de esfuerzos y responsabilidades, de acuerdo con el ámbito de competencia de cada cual (Cardona 2001).

Los fenómenos de origen natural y antrópico que afectan severa y continuamente a los asentamientos humanos son el resultado no sólo de la ocurrencia de los fenómenos, sino también de la alta vulnerabilidad que ofrecen dichos asentamientos como consecuencia de su desordenado crecimiento y del tipo de tecnologías utilizadas en los mismos. El riesgo puede reducirse si se entiende como el resultado de relacionar la amenaza, o probabilidad de ocurrencia de un suceso, con la vulnerabilidad o susceptibilidad de los elementos expuestos. Medidas de protección, como la utilización de tecnologías adecuadas, no vulnerables, son la base para reducir las consecuencias de las amenazas o peligros naturales y tecnológicos.

El aumento y densificación de la población en grandes centros urbanos, el desarrollo de tecnologías vulnerables y el deterioro del medio ambiente hacen que cuando ocurren fenómenos naturales tales como sismos, erupciones volcánicas, inundaciones, deslizamientos, etc., se producen graves daños a las personas, bienes e infraestructura, causando en muchos casos enormes pérdidas que, en ocasiones, pueden llegar a afectar en forma muy severa el desarrollo económico y social de regiones o países que posteriormente tardan muchos años en recuperarse (Cardona y Barbat 2000).

La gestión de riesgos hace referencia a un complejo proceso social cuyo objetivo último es la reducción o control del riesgo en la sociedad. Toma como punto de partida la noción de que el riesgo como manifestación social es una situación dinámica. El cambio en las condiciones de riesgo de una sociedad o un subconjunto de la sociedad se relaciona con cambios paulatinos en las prácticas y la incidencia de las prácticas sociales a distintos niveles o con cambios graduales o abruptos en las condiciones ambientales (Lavell 2000). Dadas las condiciones dinámicas del riesgo, la sociedad requiere mecanismos diferenciados para gestionar las distintas condiciones de riesgo que existen o que pueden llegar a existir.

En el diseño de una política de gestión de riesgos pueden perfilarse una serie de áreas de intervención o acción que se deben considerar y contemplarse, a saber:

- a) Conocimiento sobre la dinámica, la incidencia, la causalidad y la naturaleza de los factores de riesgo, amenazas y vulnerabilidades y la capacidad de construir escenarios y mapas dinámicos de riesgo para el país y sus distintos territorios.
- b) El estímulo y promoción de diversos mecanismos y acciones adecuadas para la reducción de las condiciones de riesgo existentes incluyendo mecanismos de reordenamiento territorial, reasentamiento

- humano, recuperación y control ambiental, refuerzo de estructuras, construcción de infraestructura de protección ambiental, diversificación de estructuras productivas, fortalecimiento de los niveles organizacionales, etc.
- c) Capacidades para predecir, pronosticar, medir y difundir información fidedigna sobre cambios continuos en el ambiente físico y social y sobre la inminencia de eventos dañinos, destructivos o desastrosos.
 - d) Mecanismos de preparación de la población, de instituciones y organizaciones para enfrentar casos inminentes de desastre y para responder eficazmente después del impacto de un determinado suceso físico, en el marco de esquemas que fortalecen y aprovechan las habilidades de la población.
 - e) Mecanismos que garanticen la instrumentación, organización y control eficaz de esquemas de rehabilitación y reconstrucción que consideren, entre otras cosas, la reducción del riesgo en las zonas afectadas.
 - f) La reducción en prospectiva del riesgo en futuros proyectos de desarrollo, a través del fomento de la incorporación del análisis de riesgo en los procesos de toma de decisiones y de inversiones y la utilización de mecanismos de ordenamiento del territorio, de control sobre construcciones, de gestión ambiental, etc.
 - g) El fomento de procesos educativos a todo nivel que garanticen un entendimiento más adecuado del problema de riesgo y de las opciones para su control, reducción o modificación.

Los problemas del riesgo colectivo difieren de la dinámica que pueden llevar a cabo sistemas cerrados, como una industria o una empresa. En estos sistemas, la gerencia usa información para intervenir sus operaciones y para promover un cambio deseable, en la búsqueda de cierto comportamiento dentro de un rango de posibilidades de riesgo (pérdida) y de ingreso (ganancia). La meta del sistema es mantener el control. En contraste, en materia de riesgo público o colectivo, no sólo los problemas sino también las responsabilidades de la toma de decisiones son compartidos. Para los ciudadanos, las autoridades de las instituciones públicas son responsables de las decisiones que ellas toman (o no toman) en procura de la seguridad pública y del bienestar. Para resolver efectivamente estos problemas se requiere un proceso continuo de descubrimiento de elementos comunes entre diferentes grupos. Es necesario clarificar siempre aspectos para el entendimiento del público e integrar las diferentes perspectivas dentro de una base común de comprensión, que permita sustentar los diferentes tipos de acción. Las estrategias y métodos que se requieren para resolver los problemas de riesgo implican siempre un proceso continuo de aprendizaje colectivo, más que el simple control de la acción de la comunidad.

En una sociedad compleja, con mucha población y muchas instituciones y organizaciones manejando diversas responsabilidades para el sostenimiento de la comunidad, la eficiencia se logra cuando la organización esta en capacidad de usar la capacidad de la tecnología de la información para buscar, analizar y distribuir información para respaldar la toma de decisiones y los aspectos públicos que requieren acción conjunta. Los sistemas de gestión de riesgos son inevitablemente interdisciplinarios y, por lo tanto, son difíciles de diseñar, construir y mantener. Los componentes técnicos requieren conocimiento avanzado y habilidades en ingeniería e informática. Los componentes sociales requieren un entendimiento del diseño organizacional, de la política pública, de sociología y comunicaciones. Los sistemas de gestión de riesgos requieren un enfoque de equipo para operaciones efectivas, puesto que una persona no puede tener todo el conocimiento y las habilidades requeridas para gestionar tareas complejas. Un grupo de gerentes experimentados y capaces, cada uno con un conocimiento profundo y con habilidades específicas y con suficiente entendimiento de los campos complementarios, es más efectivo para orientar y mantener un sistema de gestión. Puesto que estos sistemas son interdependientes y funcionan con base en entendimiento mutuo, la comunicación efectiva es requisito para que cada miembro participe en la adecuada toma de decisiones. Es decir, los procesos de acción colectiva y voluntaria para reducir el riesgo, que implican comunicación, selección, retroalimentación y auto-organización, dependen de la información. Dado que la construcción de una base de conocimiento para la efectiva reducción del riesgo es un proceso colectivo, una apropiada inversión, tanto para el desarrollo técnico como organizacional, es fundamental para lograr que la base de conocimiento llegue a ser el foco que facilite el aprendizaje organizacional continuo y la capacidad de la comunidad de monitorear su propio riesgo.

En materia de desastres y riesgos es claro que la velocidad del problema supera la velocidad de las soluciones y existe una alta frustración y preocupación científica a nivel internacional (Hayman et al. 1991; Rogge 92; Gilbert y Kraimer 1999; Munich RE 1999; UN-OCHA 2000). Aun cuando se reconoce que el problema es cada vez más grave en los países en desarrollo, los investigadores y gestores de los países más desarrollados ya empiezan a preocuparse por el aumento de la vulnerabilidad también en los países ricos. En los Estados Unidos, por ejemplo, la reciente evaluación de la investigación en el tema promovida por el Hazard Research and Applications Information Center de la Universidad de Colorado en Boulder, concluyó que era necesario que en ése país se estableciera formalmente una política de “prevención sostenible”, que asocie la gestión inteligente de los recursos naturales con la resiliencia económica y social a nivel local, divisando la reducción del riesgo como una parte integral de la política y dentro de un contexto mucho más amplio (Mileti 1999). Ya con anterioridad, un cuarto de siglo antes, un trabajo similar realizado por el geógrafo Gilbert White y el sociólogo J. Eugene Haas concluía implícitamente la necesidad de esa misma estrategia (White y Haas 1975). Durante estos años hubo un avance notable en el tema de la gestión de riesgos en los Estados Unidos y en el ámbito internacional se promovieron iniciativas

que influyeron positivamente para explicitar el problema, sin embargo hoy la preocupación es mucho mayor y los desastres están aumentando en forma dramática. La última evaluación, en la cual participaron cientos de investigadores, dada a conocer por Dennis Mileti en 1999, indica que, a pesar de los avances, durante el nuevo milenio los desastres naturales y tecnológicos serán mayores que los experimentados hasta ahora, simplemente porque ese es el futuro de las acciones que han sido creadas en el pasado. El desarrollo en áreas peligrosas, por ejemplo, ha aumentado la exposición y la vulnerabilidad física y muchos de los métodos para enfrentar las amenazas han sido miopes, pues han dejado para después las pérdidas en vez de eliminarlas. El informe indica que desastres y riesgos no son problemas que puedan solucionarse aisladamente y que, más bien, son parte o parcelas de muchos procesos y circunstancias más amplias.

La experiencia de los últimos años en la consolidación de una adecuada gestión de riesgos y los nuevos paradigmas que se plantean en relación con la manera de llevar a cabo la evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo, permite concluir que, para mejorar la efectividad y eficacia de la gestión, es necesario tener en cuenta que:

- a) El conocimiento de las amenazas naturales, su monitoreo y análisis es condición necesaria pero no es suficiente para disminuir el impacto de los fenómenos peligrosos.
- b) Las condiciones de vulnerabilidad de la población disminuyen con la mejora de sus condiciones de vida. Es decir, como condición esencial para disminuir la ocurrencia de desastres, debe ser superado el estado de subdesarrollo de los países y, en especial, las condiciones de pobreza.
- c) La reducción de riesgos al entenderse como parte del desarrollo de los países no puede darse bajo condiciones de deterioro del entorno que o bien acentúan o bien crean nuevos riesgos. Por lo tanto, no existe más alternativa que buscar el equilibrio entre el modelo de desarrollo que se adopte y la conservación del medio ambiente.
- d) Especial énfasis debe hacerse sobre el riesgo en las zonas urbanas, en especial en aquellos países donde las ciudades siguen creciendo a ritmos acelerados y la planificación y los controles de ese crecimiento son superados por la realidad, acentuándose y aumentando el riesgo de un cada vez mayor número de personas.
- e) La comunidad enfrentada a una amenaza natural cualquiera debe ser consciente de esa amenaza y debe tener el conocimiento suficiente para convivir con ella.
- f) El modelo de descentralización que se utiliza para análisis y toma de decisiones es condición necesaria para la real participación de la comunidad y de las autoridades locales. La responsabilidad de disminuir el impacto de los fenómenos naturales y tecnológicos es

multisectorial e interinstitucional. La tarea debe comprometer a los gobiernos, a la comunidad, al sector privado, al sector político, a los organismos no gubernamentales y a la comunidad internacional. La autonomía de las comunidades locales y de sus propias autoridades debe ser una estrategia explícita para lograr resultados efectivos de intervención.

- g) La comunidad internacional y las agencias y organismos bilaterales y multilaterales deben apoyar las iniciativas nacionales y facilitar el intercambio de información así como promover la cooperación técnica horizontal entre los países que deben desarrollar estrategias similares en el análisis de sus amenazas y riesgos, la intervención de las vulnerabilidades y en la gestión del riesgo en general.

Riesgo colectivo significa la posibilidad de desastre en el futuro; que existe la posibilidad de que un fenómeno peligroso se manifieste y que existe la predisposición en los elementos expuestos a ser afectados. La *gestión del riesgo colectivo* involucra cuatro dimensiones o políticas públicas bien diferenciadas: la *identificación del riesgo* (que se relaciona con la percepción individual y colectiva y con su análisis y evaluación); la *reducción del riesgo* (que se relaciona con las acciones de prevención y mitigación); la *gestión de desastres* (que se relaciona con la respuesta a emergencias, la rehabilitación y la reconstrucción); y la *transferencia y financiación del riesgo* (que se refiere a los mecanismos de protección financiera para cubrir pasivos contingentes y riesgos residuales. Estas políticas se explican en las siguientes secciones de este capítulo.

1.3. POLÍTICA DE IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

La reducción del riesgo colectivo requiere intervenir los factores que lo generan; la gestión de desastres significa responder eficientemente cuando el riesgo ya se ha materializado; y la transferencia del riesgo implica valorarlo en unidades económicas. Por lo tanto, es necesario identificar el riesgo para poder implementar las otras políticas de la gestión. Identificar el riesgo es una acción *ex ante* que significa comprender cómo se percibe desde el punto de vista de la sociedad, cómo se representa (modelos, mapas, índices, etc.) y, finalmente, como se mide o se dimensiona.

El poder estimar los efectos potenciales y/o pérdidas que pueden presentarse en el contexto social y material permite que dentro de los planes de desarrollo y los programas de inversión se puedan definir medidas que eviten o atenúen las consecuencias de los futuros desastres, o bien mediante la intervención de la ocurrencia de suceso potencial, en el caso de que esto sea posible, o modificando las condiciones que propician que los efectos del mismo se presenten.

Uno de los temas centrales de la percepción del riesgo ha sido el concepto de “probabilidad psicológica” o subjetiva, que se diferencia de otros dos tipos de probabilidad, a las que se les ha denominado como clásica y de frecuencia relativa, y que los matemáticos denominan como “probabilidad objetiva”. La probabilidad subjetiva o personal ha sido, no obstante, íntimamente identificada con la escuela de estadística Bayesiana, que enfatiza la probabilidad como el *grado de confianza o grado de creencia* que tiene una persona en la ocurrencia de un suceso. Esta visión se refiere más a una actitud o comportamiento que a un concepto empírico y es más el resultado de un estado del conocimiento individual *acerca del* mundo que de una propiedad objetiva *del* mundo. Por lo tanto, la probabilidad subjetiva de cualquier suceso puede variar legítimamente a través de los individuos como una función de su propio conocimiento de dicho suceso (Pidgeon 1992).

Se han realizado estudios acerca del proceso de toma de decisiones y se sabe que la decisión de implantar medidas de reducción de riesgos puede ocurrir a nivel personal, organizacional o gubernamental; decisión que es diferente en cada caso debido a que el contexto es distinto. La evidencia científica, además preocupante, indica que habitualmente las personas no son conscientes de los riesgos a los que están sometidas; subestiman a los que reconocen y sobreestiman la capacidad que tienen para enfrentarlos. A menudo, la gente culpa a otros por sus pérdidas, no utiliza las estrategias preventivas disponibles y confía demasiado en la ayuda humanitaria cuando las necesidades la exigen (Mileti 1999). Ahora bien, la no adopción de medidas preventivas puede ser totalmente racional, en particular cuando existen limitaciones económicas, pero es muy común que la gente y las organizaciones con recursos suficientes escoja, igualmente, no protegerse a sí misma contra sucesos de alta probabilidad de ocurrencia. Se sabe que las decisiones de adoptar o no una actitud preventiva están relacionadas con muchos otros procesos de decisión. En el caso de las personas, es muy frecuente que las situaciones de riesgo se estimen de manera imperfecta; parece que existe una falta de visión y coherencia en relación con las preferencias presentes y futuras. Es común que se planifique sólo para el futuro inmediato y que se pronostique o se prevea el futuro, principalmente, con base en el pasado reciente. Varios modelos, desde diferentes disciplinas, han tratado de explicar la toma de decisiones a nivel individual y colectivo. Se han formulado propuestas que se fundamentan en la infravaloración de los beneficios sociales, o que se basan en la teoría clásica de la utilidad; también, hay estudios que se enfrentan al problema desde el punto de vista heurístico o que están fundamentados en las expectativas sociales y el hábito. A nivel gubernamental, se ha encontrado que el temor de responsabilidades posteriores, en lo local, ha influenciado la decisión, pero se conoce poco acerca de la credibilidad que tienen los tomadores de decisiones en los especialistas y sus modelos de análisis y estimación del riesgo. En el nivel regional o nacional se ha podido identificar con claridad que el tema no se percibe como realmente importante. En resumen, la percepción y la representación del riesgo es un tema de especial importancia a nivel individual y colectivo, cuando de educación y cultura de la seguridad se trata.

Metodológicamente, la identificación y análisis de las amenazas de origen natural o antrópico y de la vulnerabilidad física, ambiental, social, económica, cultural, etc., constituyen una herramienta de diagnóstico que facilita clasificar los problemas y deficiencias y priorizar las acciones de carácter político, económico, social y ambiental que deben realizarse para lograr un desarrollo equilibrado. La amenaza está relacionada con la posibilidad de que se desencadene un fenómeno o suceso que pueda afectar a un sujeto o sistema en un sitio y durante un tiempo determinado. El concepto de amenaza significa, implícitamente, la evaluación del potencial de ocurrencia del fenómeno que caracteriza la amenaza, lo que diferencia el fenómeno mismo de la amenaza que implica. Aun cuando es común que en la literatura de los desastres se haga mención al fenómeno como si fuera la amenaza misma, en rigor existe una diferencia fundamental que está relacionada con la factibilidad de que ocurra el evento y su grado de severidad. De hecho, el grado de amenaza está vinculado tanto con la intensidad del evento como con el lapso de tiempo en que se espera pueda ocurrir o manifestarse el fenómeno que caracteriza la amenaza. La inminencia de un evento severo es relativa a la ventana de tiempo que se utilice como referencia y, por lo tanto, de ello depende el nivel de amenaza que ofrece el fenómeno considerado a una comunidad o población expuesta. Sin embargo, debido a la complejidad de los sistemas físicos, en los cuales un gran número de variables puede condicionar el proceso de ocurrencia de un fenómeno, la ciencia aún no cuenta con técnicas que le permitan modelizar con precisión dichos sistemas y, por lo tanto, tampoco los mecanismos generadores de las amenazas que estos fenómenos representan. Por esta razón, la evaluación de las amenazas, en la mayoría de los casos, se realiza combinando el análisis probabilista con el análisis del comportamiento físico de la fuente generadora, utilizando información de eventos que han ocurrido en el pasado y modelando con algún grado de aproximación los sistemas físicos involucrados.

La evaluación de la amenaza, en particular, es un insumo fundamental para el ordenamiento territorial o la planificación física, especialmente cuando se trata de determinar la aptitud ambiental de posibles zonas de expansión urbana o de localización de nueva infraestructura. Sin embargo, dicha evaluación es sólo una etapa para la determinación del riesgo; evaluación que se requiere necesariamente para la definición y aplicación de medidas de mitigación, debidamente justificadas en términos sociales y económicos dentro de la planificación física y sectorial. Debido a que no existen criterios unificados para este tipo de evaluaciones, no es raro encontrar metodologías diversas, muchas de ellas altamente cualitativas o de alcance parcial. Por esta razón, por ejemplo, es más común encontrar estudios acerca de amenazas que estudios acerca de riesgos, o estudios de amenaza que no son consistentes con el nivel de resolución posible de aplicar en los análisis de vulnerabilidad. Esta situación se presenta por la definición unilateral del alcance de los estudios por parte de profesionales de una sola disciplina como la geología, la sismología, la hidrología, etc., sin tener en cuenta la participación de otros profesionales, tales como ingenieros, sociólogos, economistas, planificadores, etc., que deben

contribuir en la definición de los objetivos para los cuales se llevan a cabo los estudios. Muchos estudios de amenaza no contribuyen en forma significativa a la evaluación del riesgo debido a que no permiten cuantificar realmente la factibilidad de ocurrencia del fenómeno. Un ejemplo de lo anterior son algunos mapas de amenaza volcánica o deslizamientos que, más bien, son mapas de zonificación de depósitos o de susceptibilidad relativa, debido a que no cuantifican en términos estocásticos la probabilidad de ocurrencia de un evento específico durante un período de exposición determinado o debido a que la valoración de las variables consideradas es altamente subjetiva.

La evaluación de la vulnerabilidad es un proceso mediante el cual se determina el grado de susceptibilidad y predisposición al daño de un elemento o grupo de elementos expuestos a una amenaza particular, contribuyendo al conocimiento del riesgo a través de interacciones de dichos elementos con el ambiente peligroso. Los elementos expuestos, o en riesgo, son el contexto social y material representado por las personas y por los recursos y servicios que pueden ser afectados por la manifestación de un suceso, es decir, las actividades humanas, los sistemas realizados por el hombre, tales como edificios, líneas vitales o infraestructura, centros de producción, utilidades, servicios y la gente que los utiliza

En síntesis, para realizar un análisis de riesgo se deben seguir tres pasos: estimar la amenaza o peligro, evaluar la vulnerabilidad y llevar a cabo la evaluación del riesgo como resultado de relacionar los dos parámetros anteriores (Taylor *et al.* 1998). Cambios en uno o los dos parámetros modifican el riesgo en sí mismo.

Ahora bien, una vez valorado el riesgo y teniendo en cuenta que no es posible reducirlo en su totalidad, para efectos de planificación, protección y diseño de obras de infraestructura ha sido común que se defina un nivel de “riesgo aceptable”. Dicho riesgo se define como las posibles consecuencias sociales, económicas y ambientales que, implícita o explícitamente, una sociedad o un segmento de la misma asume o tolera, por considerar que son poco factibles y, usualmente, a cambio de un beneficio inmediato. Desde el punto de vista técnico corresponde a un valor de probabilidad de unas consecuencias dentro de un período de tiempo que se considera admisible para determinar las mínimas exigencias o requisitos seguridad con fines de protección y planificación ante posibles fenómenos peligrosos.

1.4. POLÍTICA DE REDUCCIÓN DE RIESGOS

Se reconocen, en general, como medidas de reducción del riesgo aquellas que se realizan con anterioridad a la ocurrencia de desastres con el fin de evitar que dichos desastres se presenten y/o para disminuir sus efectos. Es decir, la reducción del riesgo es una acción *ex ante*. Los términos *prevención* y

mitigación se han utilizado para referirse a las actividades que pretenden reducir los factores de amenaza y vulnerabilidad en la sociedad y que permitan reducir la posibilidad o la magnitud de futuros desastres o daños en general. La *fase de preparación* comprende actividades que promueven mejores opciones y prácticas durante la fase previa a un desastre o una vez impactada una sociedad por un evento físico determinado. Esta fase incluye las alertas o notificaciones de un peligro inminente a la población en casos en que esto sea posible.

La reducción de riesgos debe entenderse de una manera amplia dado que incluye gestión relacionada con la educación, la investigación, la tecnología y la planificación en todas sus modalidades: física, sectorial, territorial, socioeconómica, etc. Debido a su carácter multidisciplinar, la reducción del riesgo se lleva a cabo por funcionarios que ejecutan actividades relacionadas con el tema dependiendo del tipo de entidad a la que pertenecen. Instituciones en las cuales la reducción del riesgo no es, en la mayoría de los casos, el objeto primario de sus responsabilidades, pueden lograr el objetivo de eliminar o reducir las consecuencias de los fenómenos peligrosos en conjunto con otras entidades.

La prevención se podría definir como el conjunto de medidas y acciones dispuestas con anticipación con el fin de evitar que ocurra un fenómeno peligroso o para reducir sus efectos sobre la población, los bienes, los servicios y el ambiente.

La mitigación es la etapa o acción más eficiente de la reducción de riesgos en términos económicos y sociales. Debido a que es imposible evitar totalmente la ocurrencia de cierto tipo de fenómenos y que, en ocasiones, los costos de las medidas preventivas no pueden ser justificados dentro del contexto social y económico de la comunidad amenazada, solamente es posible disminuir las consecuencias de dichos fenómenos sobre los elementos expuestos. En cualquier caso, es importante destacar que no es posible garantizar que no ocurra un desastre. Pueden ocurrir fenómenos poco probables y de alta severidad que no podrían ser controlados y para los cuales resultaría injustificado realizar inversiones mayores. Es decir, dado que existen sucesos que no es posible prevenir y debido a que, ante la ocurrencia de eventos poco probables, las medidas de prevención no pueden garantizar totalmente que no ocurra un desastre, la etapa de mitigación resulta ser una de las más importantes, puesto que mediante medidas anticipadas de este tipo es posible reducir significativamente las consecuencias esperadas.

En general, la mitigación puede definirse como el conjunto de medidas de intervención dirigidas a reducir o disminuir el riesgo. La mitigación es el resultado de la aceptación de que no es posible controlar el riesgo totalmente; es decir, en muchos casos no es posible impedir o evitar los daños y sus consecuencias y sólo es posible atenuarlos. La mitigación es un proceso complejo ya que muchos de sus instrumentos, al igual que los de la prevención, hacen parte del desarrollo económico y social. La mitigación se lleva a cabo de la manera más eficiente a través del ordenamiento físico de los asentamientos

humanos, la planificación de proyectos de inversión de carácter industrial, agrícola o de infraestructura, la educación y el trabajo con comunidades expuestas.

Cuando se hace referencia a obras de protección y control para la prevención de desastres, en la mayoría de los casos se está haciendo referencia a que mediante la intervención directa de la amenaza se puede impedir la ocurrencia del fenómeno que la caracteriza o controlar los efectos del mismo en el caso de que éste se presente. Estudios detallados acerca de las características de los fenómenos y análisis de la fuente generadora de eventos peligrosos permiten la concepción de obras de protección y control que pueden prevenir o mitigar desastres provocados por inundaciones fluviales o costeras, sequías, deslizamientos, flujos de lodo, etc. Las obras de protección y control más comúnmente conocidas son las construidas para la reducción del riesgo de inundación, tales como presas de regulación, canales, diques, y otros tipos de trabajos de ingeniería relacionados con la adecuación de cauces. Estas obras pueden ofrecer protección sustancial en muchas áreas; sin embargo, en la mayoría de los casos, solamente pueden reducir parcialmente la amenaza y, en ocasiones, pueden llegar a causar impactos negativos en el medio ambiente.

En la mayoría de estos ejemplos la prevención se refleja en el hecho de pretender evitar que los fenómenos se presenten o de que se manifiesten sus efectos. En cualquier caso, es importante destacar que no es posible garantizar la no ocurrencia de un desastre dado que, incluso en aquellas situaciones donde parece tan obvio que medidas estructurales pueden impedir que se presente, siempre dichas medidas no cubren la totalidad de las posibilidades. Por ejemplo, las obras de ingeniería que se realizan para impedir o controlar ciertos fenómenos, siempre han sido diseñadas para soportar como máximo un evento cuya probabilidad de ocurrencia se considera lo suficientemente baja, así que las obras puedan ser eficientes en la gran mayoría de los casos, es decir, para los eventos más frecuentes. Lo que significa que pueden presentarse situaciones o sucesos poco probables que no podrían ser controlados y para los cuales resultaría injustificado realizar inversiones mayores.

Por otra parte, algunos fenómenos tales como los terremotos, los huracanes, las erupciones volcánicas y los tsunamis no pueden ser intervenidos directamente, razón por la cual es necesario procurar reducir sus efectos de una manera diferente. En estos casos y en otros en los cuales los costos de las obras de protección y control no pueden ser justificados dentro del contexto social y económico de la comunidad amenazada, solamente es posible reducir las consecuencias de su ocurrencia modificando las condiciones de vulnerabilidad física y/o funcional de los elementos expuestos. Algunos ejemplos de intervención de la vulnerabilidad física o funcional son:

- a) Modificación de la vulnerabilidad de la infraestructura de líneas vitales y de plantas industriales, mediante el refuerzo de sus estructuras existentes.
- b) Refuerzo de edificios vulnerables que no pueden ser reubicados.

- c) Desarrollo de normativas de construcción para reducir la vulnerabilidad física.
- d) Adecuación funcional de hospitales y de sus vías de acceso para la atención masiva de víctimas.
- e) Reubicación de viviendas, de infraestructura o de centros de producción que se encuentran en zonas de amenaza alta.

En resumen, las medidas estructurales para la intervención de la vulnerabilidad física y funcional tienen como objetivo mitigar el riesgo modificando los niveles de vulnerabilidad y/o de exposición de los elementos en riesgo.

La reubicación preventiva de asentamientos ubicados en zonas propensas es considerada como una de las labores más importantes de la reducción de riesgos. Las zonas de alto riesgo, en general, coinciden con las áreas que presentan condiciones de informalidad de la construcción y sus habitantes tienen niveles de ingresos familiares que les imposibilita el acceso al crédito de vivienda institucional existente; de allí la necesidad de subsidiar, al menos en parte, la solución de vivienda. Los costos de las reubicaciones y, en general, la insuficiencia de recursos técnicos y financieros por parte de los municipios y la limitada capacidad económica de la población potencialmente beneficiada, implican el apoyo técnico y financiero por parte de las entidades del Estado. Por lo tanto, el desarrollo de nuevos proyectos de vivienda y de reubicación de asentamientos humanos en los países en desarrollo requiere, aparte del apoyo financiero, la asesoría técnica de las entidades del Estado o de ONGs especializadas que promuevan el uso de tecnologías constructivas adecuadas, que permitan garantizar la protección de la inversión del Estado y el patrimonio de las familias beneficiadas por este tipo de programas asociativos.

Las medidas no estructurales son de especial importancia para que, en combinación con las medidas estructurales, se pueda mitigar el riesgo de una manera efectiva y balanceada. Estas medidas pueden ser activas o pasivas. Ejemplos de medidas no-estructurales activas, es decir, aquellas en las cuales se promueve la interacción directa con las personas, son las siguientes:

- a) Organización para la atención de emergencias.
- b) Desarrollo y fortalecimiento institucional.
- c) Educación formal y capacitación.
- d) Información pública y campañas de difusión.
- e) Participación comunitaria y gestión a nivel local.

Medidas no estructurales pasivas son aquellas más directamente relacionadas con la legislación y la planificación, como las siguientes:

- a) Códigos y normas de construcción.
- b) Reglamentación de usos del suelo y ordenamiento territorial.

- c) Estímulos fiscales y financieros.
- d) Promoción de seguros.

Estas medidas no estructurales no requieren recursos económicos significativos y, en consecuencia, son muy propicias para consolidar los procesos de reducción del riesgo en los países en desarrollo.

Todas estas medidas estructurales y no estructurales de reducción del riesgo se promueven en los procesos de planificación del desarrollo en sus diferentes modalidades: planificación territorial, sectorial y socio-económica. Por esta razón se ha insistido en los últimos años en la necesidad de incorporar formalmente la reducción del riesgo (prevención-mitigación) en la planificación y en la cultura. Ahora bien, la planificación del desarrollo sólo puede tener consistencia si se llevan a cabo unos programas económicos y sociales vertidos sobre un espacio geográfico respecto al cual se tiene una clara visión de su ordenamiento territorial a mediano y largo plazo. Es decir, si existe una compatibilización y simultaneidad de los diversos tipos de planificación y programación sectorial con las diversas escalas de ordenamiento del territorio. Desde el punto de vista de la planificación física (regional, urbana) los análisis geográficos, geológicos, ecológicos, de infraestructura, etc. y por lo tanto de amenaza, vulnerabilidad y riesgo deben ser los más completos posibles, puesto que son determinantes para la orientación de los usos potenciales del suelo y para la definición de intervenciones sobre el medio natural y los asentamientos humanos. Igualmente, desde el punto de vista de la planificación sectorial (administrativa, social, económica), es fundamental la definición de responsabilidades para contribuir a que se impongan ciertas medidas generales (legales, administrativas, fiscales, financieras, etc.) que permitan que la potencialidad de los usos del suelo sea respetada y que las intervenciones se ejecuten debidamente, de tal manera que se puedan alcanzar en grandes líneas los resultados proyectados.

1.5. POLÍTICA DE GESTIÓN DE DESASTRES

La gestión de desastres significa responder eficientemente cuando el riesgo ya se ha materializado; es decir, corresponde a las acciones *ex post* como la respuesta en caso de emergencia, la rehabilitación y la reconstrucción. La respuesta de emergencia o ayuda humanitaria pretende garantizar condiciones de seguridad y de vida para las poblaciones afectadas inmediatamente después de ocurrido el evento. Estas actividades pueden envolver acciones de evacuación de comunidades, de búsqueda y rescate, de asistencia y alivio a poblaciones afectadas y acciones que se realizan durante el tiempo en que la comunidad se encuentra desorganizada y los servicios básicos de infraestructura no funcionan. El período de emergencia es dramático y traumático; por esa razón, la mayor atención de los medios de comunicación y de la comunidad

internacional está puesta en este período cuando se trata de un evento mayor. En la mayoría de los desastres este período pasa muy rápido, excepto en algunos casos como la sequía, la hambruna y los conflictos civiles.

La rehabilitación corresponde al período de transición que se inicia al final de la etapa de emergencia y en el cual se reestablecen los servicios vitales indispensables y el sistema de abastecimientos de la comunidad afectada. La reconstrucción se caracteriza por los esfuerzos que se realizan con el fin de reparar la infraestructura afectada y restaurar el sistema de producción con miras a revitalizar la economía y lograr alcanzar o superar el nivel de desarrollo previo al desastre.

Las actividades de reconstrucción pretenden, de una manera óptima, restaurar, transformar y mejorar las condiciones económicas, sociales, infraestructurales y de vida en general de las zonas afectadas, dotándolas de mayores condiciones de seguridad en el futuro a través de esquemas de intervención que puedan reducir el riesgo. En este sentido, la recuperación (rehabilitación y reconstrucción) se ha visto imbuida de la idea de la prevención y mitigación de futuros desastres.

Debe tenerse en cuenta, en términos de gestión institucional, que en cada etapa se realizan actividades específicas y con esquemas de trabajo definidos. Además, existe una estrecha relación entre todas ellas. Por ejemplo, durante la etapa de respuesta a la emergencia se pueden tomar decisiones que contribuyan a promover una recuperación más rápida. Cada una de estas etapas, diferenciadas desde el punto de vista administrativo, incluye la ejecución de diversas medidas estructurales y no estructurales de gestión de riesgos.

Usualmente, el gobierno es responsable de reconstruir su infraestructura de inmuebles y servicios, por lo que debe estimar sus pérdidas esperadas o pasivos contingentes y acordar mecanismos o instrumentos de retención consciente y/o transferencia de dichas pérdidas. Estos instrumentos pueden obedecer a acuerdos entre los diferentes niveles de gobierno cuando su resiliencia económica así lo indique. En otras palabras el Estado es responsable de la reconstrucción de los inmuebles públicos o bienes de la colectividad y, por lo tanto, es tomador de riesgo en nombre de la sociedad. Por lo tanto, es deseable que en los casos que se considere conveniente se realice un contrato de transferencia de pérdidas y contar con fondos de reservas que le permitan acceder a recursos para reconstruir los bienes de la colectividad. En el caso de desastres extremos es usual que los gobiernos nacionales o federales apoyen la reconstrucción de los bienes públicos del nivel local y regional, dada la incapacidad de estos últimos para reconstruir su infraestructura. En algunos países, con el fin de evitar el riesgo moral (dilema del samaritano) de los niveles locales, los gobiernos nacionales exigen que éstos demuestren su esfuerzo para reducir el riesgo y que no obran negligentemente en cuanto a intervenir la vulnerabilidad en las zonas de riesgo. Con base en indicadores de gestión del riesgo se pueden establecer porcentajes de participación del gobierno nacional

en el pago de primas de seguros y en la reconstrucción de los inmuebles públicos de propiedad del Estado a nivel local y regional.

Aunque no parece que deba ser una responsabilidad del Estado cubrir las pérdidas de los privados y que los mismos deben responsabilizarse de protegerse y proteger su patrimonio, por extensión de la protección de los más débiles en lo que corresponde a la atención y rehabilitación, es claro que hay situaciones en las cuales políticamente no es sostenible el no atender las necesidades de reconstrucción, por ejemplo, de las comunidades más pobres afectadas por un desastre notable para la sociedad. Por esta razón y, porque es una responsabilidad residual del Estado, es inevitable que en caso de desastres extremos el gobierno deba reconstruir vivienda para propietarios y posiblemente arrendatarios afectados de los estratos sociales de bajos ingresos. También habría la necesidad de apoyar circunstancialmente (es decir dependiendo del desastre) a las comunidades más pobres que pierden sus bienes y medios de sustento, con subvenciones o créditos blandos para la reposición de los mismos, e incluso subsidiar el empleo público y privado en casos extremos. También podría darse el caso de tener que apoyar al sector privado de mayores ingresos dado que su afectación puede causar un grave impacto social que es necesario mitigar o evitar por sus mayores implicaciones. Sin embargo, estos casos son muy dependientes de cada situación y no es conveniente hacer estimaciones económicas de este tipo cuando son más bien una excepción y no una regla. Por lo tanto, con base en lo anterior, un principio de ordenamiento prioritario de la responsabilidad *ex post* del Estado en términos de una política de gestión de desastres es el siguiente:

- a) La vida y la integridad humana
- b) Los medios de supervivencia
- c) El medio ambiente
- d) El soporte ecosistémico de la vida y la subsistencia
- e) Los bienes públicos
- f) Los bienes privados de uso colectivo
- g) Los medios de producción soportantes del trabajo y la manutención
- h) Los bienes privados de uso individual

Se debe hacer énfasis en que el interés colectivo debe primar sobre el interés particular, identificable como una de las normas fundamentales de la convivencia democrática.

1.6. POLÍTICA DE GOBERNABILIDAD Y PROTECCIÓN FINANCIERA

En relación con las actividades inherentes a la gestión de riesgos, es inevitable hacer la observación de que en los países en desarrollo no han existido organizaciones institucionales coherentes para llevarla a cabo. Por el contrario, en estos países existe una dispersión de entidades que, desde diversos sectores y a diferentes niveles, han venido ejerciendo una o varias funciones de administración de los recursos naturales renovables, de control de factores de deterioro ambiental y de prevención-mitigación de desastres.

Los medios tradicionales de análisis político y de planificación han sido usados en diversas ocasiones y en diferentes lugares para atender problemas de riesgo sin buenos resultados o con muy poco efecto. Usualmente, las comunidades son resistentes a soluciones impuestas de manera externa y, con frecuencia, no están en capacidad de reorientar sus propias energías de acción colectiva para lograr poner en marcha una estrategia constructiva y eficiente de prevención-mitigación. Aunque se han llevado a cabo muchos esfuerzos para impulsar políticas y planes de reducción del riesgo, los planificadores y quienes toman decisiones no han sido muy exitosos en reducirlo o, si alguna vez lo han logrado, ha sido una rara excepción y por un período muy breve (Comfort 1999).

El riesgo es un problema real de política pública que ilustra la necesidad de interdisciplinariedad, interinstitucionalidad y multisectorialidad que hacen que los problemas de riesgo mismo sean extraordinariamente difíciles de resolver. La coordinación voluntaria o la auto-organización dependen de la existencia de una adecuada organización interinstitucional, una infraestructura de información y una base común de conocimiento con anterioridad a la manifestación de un fenómeno peligroso.

En otras palabras, se requiere una adecuada gobernabilidad y coordinación para la formulación de políticas y para su respectiva ejecución, entre el nivel nacional, provincial y municipal y los sectores comprometidos en el tratamiento de aspectos ambientales y de riesgo, con el fin de evitar contradicciones y vacíos que finalmente terminan por perjudicar tanto a los recursos como a sus usuarios. Los planificadores y quienes hacen la política pública, que deben diseñar y construir una base de conocimiento compartida, tienen más posibilidades de llevar a cabo una coordinación más eficiente a través de un proceso de aprendizaje conjunto que a través de procedimientos y reglas impuestas de manera externa.

Por otra parte, cambios rápidos en el sector financiero están permitiendo la aparición de nuevas alternativas para enfrentar las pérdidas causadas por fenómenos peligrosos como los terremotos, huracanes, inundaciones, entre otros. El mercado de capitales es global y permite la posibilidad que se puedan realizar inversiones en diferentes sitios del mundo. La combinación de los

nuevos conocimientos y técnicas de la ingeniería y la ciencia, lo que incluye la modelización más precisa de pérdidas y un mejor entendimiento científico del riesgo, los avances en la computación y la tecnología de la información y las innovaciones en el mercado financiero, están abriendo nuevos horizontes y nuevas fuentes de capital para enfrentar las pérdidas debidas a desastres.

En los primeros desarrollos de la modelización de escenarios de riesgo, los científicos, ingenieros y analistas se preocuparon principalmente por las opciones de mitigación o reducción del riesgo a través de estrategias de ingeniería y planificación, dando relativa poca atención a las estrategias financieras y económicas. La reducción del riesgo desde la perspectiva de los ingenieros y planificadores ha tenido como objetivo, primordialmente, evitar o disminuir el daño potencial y, de esta manera, evitar que se produzcan pérdidas económicas pero, también, el impacto social y ambiental. Sin embargo, en los últimos años se ha visto una cada vez mayor comunicación entre las comunidades de ingenieros, aseguradores y analistas financieros y hay mayor conciencia de la importancia de su trabajo en conjunto para lograr una gestión integral del riesgo colectivo.

Desde el punto de vista financiero, la gestión de riesgos ha sido un proceso que involucra cinco pasos: i) identificar y analizar el riesgo; ii) examinar la factibilidad de alternativas o técnicas para su reducción; iii) seleccionar las mejores técnicas disponibles y factibles; iv) implementar las técnicas escogidas; y v) darle seguimiento al programa. Aunque aparentemente es un proceso similar al que se propone desde la perspectiva de las ciencias aplicadas y sociales, en realidad el riesgo desde el punto de vista financiero se refiere al potencial de pérdidas económicas y la reducción del mismo se basa en la implementación de medidas que permitan contar con recursos económicos en el momento en que se presente un desastre y se puedan cubrir total o parcialmente dichas pérdidas. En otras palabras, desde el punto de vista financiero, la gestión del riesgo tiene como objetivo identificar y analizar las exposiciones de pérdida, examinando las posibilidades de transferencia y retención de esas pérdidas, llevando a cabo las transacciones del caso y estando atentos a los cambios o ajustes que deban realizarse. Esto involucra la industria de seguros y reaseguros, la titularización y otros esquemas financieros utilizados o que se podrían explorar para integrarlos a una gestión integral del riesgo colectivo desde una visión multisectorial, interinstitucional y multidisciplinaria.

Los mecanismos disponibles en los mercados de seguros y de capitales no son sustituibles entre sí, sino que son complementarios y se deben usar simultáneamente en una estructura combinada que cubra diferentes capas de riesgo. Dentro de esta estructura participan distintos tipos de agentes, entre ellos, empresas aseguradoras, reaseguradoras, inversionistas privados, banca de inversión, intermediarios financieros y entidades multilaterales, lo cual implica que, aunque existe esta estructura institucional, el marco regulador del uso de este tipo de instrumentos está por fuera de la esfera nacional de los países. En resumen, mecanismos como el aseguramiento o la transferencia de pérdidas al

mercado de capitales permiten disminuir la carga fiscal de los gobiernos una vez ha ocurrido un desastre.

A partir de la definición de las responsabilidades del Estado y de su capacidad fiscal, se pueden establecer acuerdos entre éste y las compañías aseguradoras y reaseguradoras por medio de los cuales se puedan cubrir los riesgos a través del diseño de instrumentos financieros adecuados. En este contexto, es importante desatacar que los Bonos de Catástrofe, a diferencia de otros instrumentos, actualmente son más transados en el mercado y por lo tanto son un instrumento adecuado y alternativo para cubrir las responsabilidades del Estado. En el caso de otros instrumentos, el problema básico es que por bajos niveles de negociación, algunos de ellos han dejado de circular en el mercado de capitales.

2. EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DEL RIESGO

2.1. ENFOQUE METODOLÓGICO UTILIZANDO INDICADORES

Medir la gestión de riesgos, debidos a fenómenos naturales, mediante indicadores es un desafío mayor desde el punto de vista conceptual, técnico-científico y numérico. Los indicadores deben ser transparentes, representativos y robustos, de fácil comprensión por parte de los responsables de formular políticas públicas a nivel nacional, subnacional o urbano. Es importante que la metodología de evaluación sea de fácil aplicación para que pueda ser usada de manera periódica, lo que permitirá la agrupación y comparación de la gestión de riesgos entre países, ciudades o regiones, o a cualquier nivel territorial y en diferentes momentos de tiempo, a fin de analizar su evolución.

En la evaluación de la gestión del riesgo se involucra información que no tiene unidades de medida comunes o que solo puede ser calificada utilizando calificaciones lingüísticas; es por esto que es posible utilizar indicadores compuestos multi-atributo¹ y la teoría de conjuntos difusos como herramientas que ayuden a la evaluación de la efectividad de la gestión de riesgos.

Un indicador compuesto es una combinación matemática (o agregación) de un conjunto de variables o subindicadores. Usualmente es una conciliación entre la exactitud científica y la información disponible a un costo razonable. Se ha enfatizado que la calidad en general de un indicador compuesto depende crucialmente de la forma como este modelo matemático se incruste en el proceso de estructuración social, político y técnico (Munda 2003). De acuerdo

¹ También se le conoce como técnicas multicriterio.

con el Primer Taller sobre Indicadores Compuestos de Desempeño de Países llevado a cabo en Ispra, Italia (JRC-EC 2003), se deben considerar los siguientes aspectos para la construcción de indicadores compuestos: *Marco teórico, selección de datos, análisis de correlación de los datos, métodos de normalización, técnica de ponderación, agrupaciones de países, pruebas de sensibilidad, transparencia/ accesibilidad y visualización.*

Los indicadores compuestos están basados en subindicadores que no tienen unidades significativas comunes de medición y no hay una forma obvia de ponderarlos (Cardona *et al.* 2003b). Varias técnicas pueden ser utilizadas que tienen diferentes ventajas y desventajas. Algunas de estas técnicas son: técnicas de agregación, análisis de regresión lineal múltiple, análisis de componentes principales y de factores, análisis de la frontera eficiente, opinión de expertos (asignación presupuestal de pesos), distancia a objetivos, opinión pública y el Proceso Analítico Jerárquico (PAJ), que se describe brevemente en el Anexo A.

Los conjuntos difusos son conjuntos que no tienen límites perfectamente definidos, es decir, la transición entre la pertenencia y no-pertenencia de una variable a un conjunto es gradual. Esta propiedad es útil en el caso en que es necesaria flexibilidad en la modelización utilizando expresiones lingüísticas o cualitativas, como *mucho, poco, leve, severo, escaso, incipiente, moderado, confiable*, etc. Algunos aspectos básicos de la teoría de conjuntos difusos son tratados en forma más amplia en el Anexo B.

Actualmente no existen indicadores específicos, que sean ampliamente aceptados, para evaluar directamente el desempeño de la gestión del riesgo u otros aspectos relevantes que reflejen lo que se desea medir como gestión del riesgo. Algunas iniciativas se han tenido (Mitchell 2003), sin embargo, este tipo de mediciones se han considerado subjetivas y arbitrarias debido a su carácter normativo; es decir, es necesario definir referentes. Esto significa establecer una escala de niveles de desempeño (Davis 2003; Masure 2003) o la “distancia” con respecto a ciertos umbrales objetivo o al desempeño obtenido por un país líder considerado como el referente (Munda 2003). Uno de los principales esfuerzos para definir los aspectos que caracterizan la gestión del riesgo ha sido la acción liderada por la ISDR (2003), en el marco de la cual se proponen en borrador varias áreas temáticas, componentes y los posibles criterios para la valoración del desempeño (Cardona *et al.* 2003b). En cualquiera de los casos, es necesario calificar las variables con una escala cualitativa que puede ser de 1 a 5 ó de 1 a 7 (Benson 2003b; Briguglio 2003a/b; Mitchell 2003) o mediante valoraciones lingüísticas (Davis 2003; Masure 2003).

En este capítulo se propone utilizar ambas técnicas y realizar la agregación para obtener un Índice de Gestión de Riesgo, *IGR*, teniendo en cuenta los diferentes criterios de asignación de factores de importancia, de combinación de indicadores y los análisis de incertidumbre y sensibilidad que se describen en Cardona *et al.* 2004.

En la medición de la gestión del riesgo se debe tener en cuenta la eficiencia de las cuatro políticas públicas descritas en el capítulo anterior. Para

cada política pública se proponen indicadores que caracterizan el desempeño de la gestión del riesgo en el país, región o ciudad; indicadores que pueden variar según la unidad territorial evaluada. Un número muy alto de indicadores podría ser redundante e innecesario y haría muy difícil la asignación de factores de importancia o pesos a cada indicador. La valoración de cada indicador se realiza utilizando cinco niveles de desempeño: *bajo*, *incipiente*, *apreciable*, *notable* y *óptimo* que, desde el punto de vista numérico, corresponden a un rango de 1 a 5, siendo uno el nivel más bajo y cinco el nivel más alto. Este enfoque metodológico permite utilizar cada nivel de referencia simultáneamente como un “objetivo de desempeño” y, por lo tanto, facilita la comparación y la identificación de resultados o logros hacia los cuales los gobiernos deben dirigir sus esfuerzos de formulación, implementación y evaluación de cada política.

A cada indicador se le asigna un peso que representa la importancia relativa de los aspectos que se evalúan en cada una de las cuatro políticas públicas. Las valoraciones de los indicadores y de sus respectivos pesos se establecen mediante consultas con expertos externos y representantes de las instituciones encargadas de la ejecución de las políticas públicas de gestión de riesgos en cada caso.

El índice de gestión de riesgos, *IGR*, se obtiene del promedio de los cuatro indicadores que representan las cuatro políticas públicas: identificación del riesgo, *IR*, reducción del riesgo, *RR*, gestión de desastres, *MD*, y protección financiera (transferencia de riesgo) y gobernabilidad, *PF*

$$IGR = (IGR_{IR} + IGR_{RR} + IGR_{MD} + IGR_{PF}) / 4 \quad (2.1)$$

Los índices de gestión de riesgo para cada tipo de política pública (*IR*, *RR*, *MD*, *PF*) se obtienen de la siguiente forma:

$$IGR_{c(IR,RR,MD,PF)}^t = \frac{\sum_{i=1}^N w_i I_{ic}^t}{\sum_{i=1}^N w_i} \Big|_{(IR,RR,MD,PF)} \quad (2.2)$$

donde w_i es el peso asignado a cada indicador, I_{ic}^t corresponde a cada indicador para la unidad territorial en consideración c y el período t –normalizado u obtenido de la *desfusificación* de las valoraciones lingüísticas– que representa las actividades de gestión de riesgo definidas para cada política pública (*IR*, *RR*, *MD*, *PF*), respectivamente.

Es necesario que expertos que conozcan el desarrollo de la gestión de riesgos en la ciudad califiquen los diferentes indicadores según su experiencia y conocimiento. De acuerdo con los niveles dados para cada uno, el listado de indicadores se encuentra en la tabla 2.1.

Tabla 2.1. Indicadores de las cuatro políticas públicas consideradas para la evaluación de la gestión del riesgo

Política pública	Indicadores	
<i>Identificación del riesgo</i>	IR1	Inventario sistemático de desastres y pérdidas
	IR2	Monitoreo de amenazas y pronóstico
	IR3	Evaluación de amenazas y su representación en mapas
	IR4	Evaluación de vulnerabilidad y riesgo
	IR5	Información pública y participación comunitaria
	IR6	Capacitación y educación en gestión de riesgos
<i>Reducción del riesgo</i>	RR1	Integración del riesgo en la definición de usos y la planificación
	RR2	Intervención de cuencas hidrográficas y protección ambiental
	RR3	Implementación de técnicas de protección y control de fenómenos
	RR4	Mejoramiento de vivienda y reubicación de asentamientos
	RR5	Actualización y control de la aplicación de normas y códigos
	RR6	Intervención de la vulnerabilidad de bienes públicos y privados
<i>Gestión de desastres</i>	MD1	Organización y coordinación de operaciones de emergencia
	MD2	Planificación de la respuesta en caso de emergencia y sistemas de alerta
	MD3	Dotación de equipos, herramientas e infraestructura
	MD4	Simulación, actualización y prueba de la respuesta interinstitucional
	MD5	Preparación y capacitación de la comunidad
	MD6	Planificación para la rehabilitación y reconstrucción
<i>Gobernabilidad y protección financiera</i>	PF1	Organización interinstitucional, multisectorial y descentralizada
	PF2	Fondos de reservas para el fortalecimiento institucional
	PF3	Localización y movilización de recursos de presupuesto
	PF4	Implementación de redes y fondos de seguridad
	PF5	Seguros y estrategias de transferencia de pérdidas activos públicos
	PF6	Cobertura de seguros y reaseguros de vivienda y del sector privado

Para el procesamiento de las calificaciones se definieron funciones de pertenencia para conjuntos difusos que representan los niveles de calificación posibles para los indicadores. En la figura 2.1 se muestran estas funciones en la gráfica superior. En el eje x de la figura se representa el valor de los indicadores y en el eje y el grado de pertenencia a cada nivel de calificación, siendo 1 la total pertenencia y 0 la no pertenencia. El desempeño de la gestión de riesgos, tal como aquí se propone, se define mediante la pertenencia de estas funciones, que conforman la curva sigmoide que se ilustra en la gráfica inferior, donde se indica el grado de efectividad de la gestión del riesgo en función del nivel de desempeño calculado con los diferentes indicadores. Desde el punto de vista teórico, es importante destacar que la gráfica inferior ilustra que el aumento de la efectividad de la gestión de riesgo no es lineal, como en la evolución de cualquier proceso complejo; en un principio se tiene un menor progreso y en la medida que se logra una mayor gestión del riesgo, y se hace sostenible, el desempeño aumenta y mejora la efectividad. En un alto grado de desempeño, esfuerzos menores adicionales aumentan significativamente la efectividad. Por el contrario, pequeños logros en la gestión del riesgo se traducen en un

desempeño despreciable y poco sostenible, por lo que sus resultados tienen poca o ninguna efectividad.

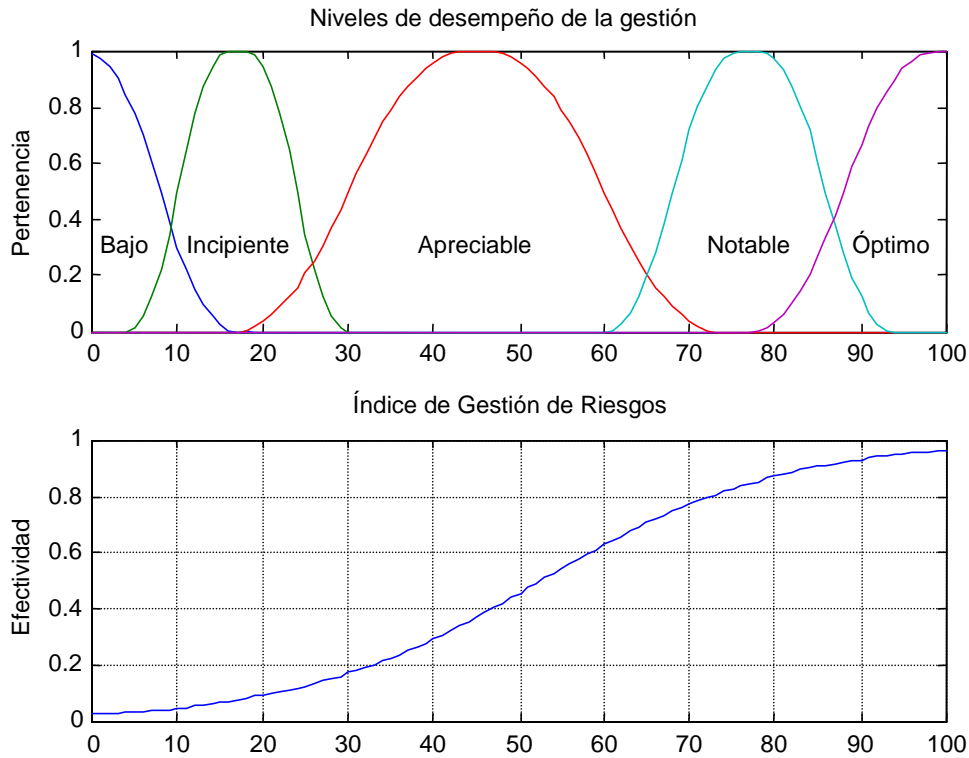


Figura 2.1. Funciones utilizadas para la representación de los niveles de calificación

Es necesario que los expertos, además de calificar los indicadores, también asignen importancias relativas entre los indicadores de cada política pública, estas son procesadas utilizando el proceso analítico jerárquico (PAJ) para asignar pesos en el cálculo. El cálculo de estos pesos se presenta en el Anexo A. Los pesos asignados suman 1 y son utilizados para ponderar (darle altura) las funciones de pertenencia de los conjuntos difusos correspondientes a las calificaciones dadas

$$\sum_{j=1}^N w_j = 1 \tag{2.3}$$

donde N es el número de indicadores que intervienen en cada caso. La calificación de cada política pública (IR, RR, MD, PF) es el resultado de la unión de los conjuntos difusos escalados por los pesos,

$$\mu_{IGR_p} = \max (w_1 \times \mu_c(C_1), \dots, w_N \times \mu_c(C_N)) \tag{2.4}$$

donde w_1 a w_N son los pesos de los indicadores componentes que son mostrados en la figura 2.2, $\mu_c(C_1)$ a $\mu_c(C_N)$ corresponden a las funciones de pertenencia para las calificaciones indicadas a cada indicador, y μ_{IGR_i} es la función de

pertenencia para la calificación del IGR de cada política. El valor del índice de gestión de riesgo es obtenido mediante la *desfusificación* de esta función de pertenencia, utilizando el método del centroide de área (COA)

$$IGR_p = [\max(w_1 \times \mu_C(C_1), \dots, w_N \times \mu_C(C_N))]_{centroid} \quad (2.5)$$

Finalmente el promedio de los cuatro índices proporciona el indicador o índice total de gestión de riesgo, IGR .

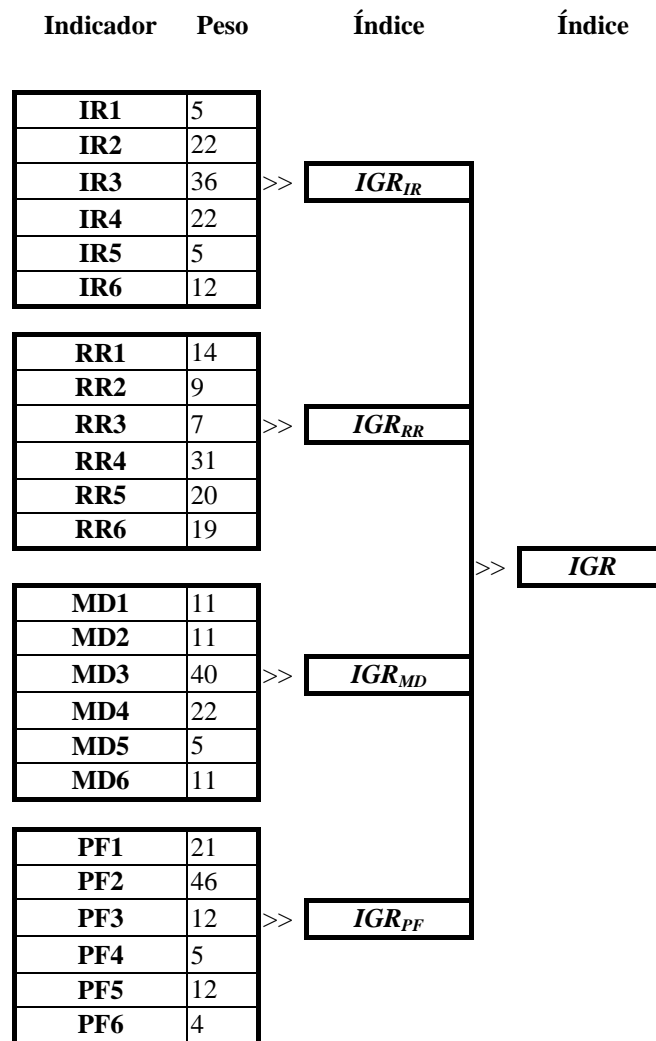


Figura 2.2. Pesos de los indicadores obtenidos para el cálculo del IGR

Índices sintéticos o indicadores compuestos de este mismo tipo se pueden proponer para medir la vulnerabilidad y el riesgo. Para tomar decisiones de mitigación y prevención es necesario conocer el riesgo; medirlo y estudiarlo con el fin de decidir qué acciones de gestión deben iniciarse para lograr una reducción de los futuros desastres. Un tratamiento amplio sobre la aplicación de

indicadores compuestos para valorar el riesgo se escapa al alcance de este documento. Algunas técnicas utilizadas para medir el riesgo a nivel nacional, regional y urbano se proponen y describen en Carreño *et al.* (2005).

2.2. ÍNDICE DE IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO

La identificación del riesgo colectivo, en general, comprende la percepción individual, la representación social y la evaluación objetiva. Para poder hacer intervenir el riesgo es necesario reconocerlo, medirlo y representarlo mediante modelos, mapas, índices, etc. que tengan significado para la sociedad y para los tomadores de decisiones. Metodológicamente, esta actividad involucra la valoración de las amenazas factibles, de los diferentes aspectos de la vulnerabilidad de la sociedad ante dichas amenazas y de su evaluación como una situación de posibles consecuencias de diferente índole en un tiempo de exposición definido como referente. Su valoración con fines de intervención tiene sentido cuando la población lo reconoce y lo comprende. Los indicadores de identificación de riesgos y sus posibles niveles de calificación se muestran en las tablas 2.2 y 2.3 en un país y una ciudad respectivamente.

Tabla 2.2. Indicadores de identificación de riesgos en un país

Indicadores y niveles de desempeño
<p><u>IR1. Inventario sistemático de desastres y pérdidas</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Algunos datos básicos y superficiales de eventos históricos. 2. Registro continuo de eventos actuales, catálogos incompletos de ocurrencia de algunos fenómenos e información limitada de efectos y pérdidas. 3. Algunos catálogos completos a nivel nacional y en las regiones, sistematización generalizada de eventos actuales y de sus efectos económicos, sociales y ambientales. 4. Inventario completo y múltiples catálogos de eventos; registro y sistematización detallada de efectos y pérdidas a nivel nacional. 5. Inventario detallado de eventos y efectos para todo tipo de amenaza existente y bases de datos a nivel subnacional y local.
<p><u>IR2. Monitoreo de amenazas y pronóstico</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Instrumentación mínima o deficiente de algunos fenómenos importantes. 2. Redes básicas de instrumentación con problemas de actualización tecnológica y de mantenimiento continuo. 3. Algunas redes con tecnología avanzada a nivel nacional o de zonas puntuales; pronósticos mejorados y protocolos de información establecidos para las principales amenazas. 4. Buena y progresiva cobertura de la instrumentación a nivel nacional, investigación avanzada de la mayoría de fenómenos y algunos sistemas de alerta automáticos funcionando. 5. Amplia cobertura de redes de estaciones y sensores para todo tipo de amenaza en todo el territorio, análisis permanente y oportuno de información y sistemas de alerta automáticos funcionando continuamente a nivel local, regional y nacional.

Tabla 2.2. Indicadores de identificación de riesgos en un país (continuación)

<p><u>IR3. Evaluación de amenazas y su representación en mapas</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Evaluación superficial y realización de mapas básicos de la influencia y susceptibilidad de algunos fenómenos. 2. Algunos estudios descriptivos y cualitativos de susceptibilidad y amenaza de los principales fenómenos a escala nacional y en algunos sitios específicos. 3. Algunos mapas de amenaza, basados en técnicas probabilísticas, para el nivel nacional y para algunas regiones; uso generalizado de SIG para el mapeo de las principales amenazas. 4. Evaluaciones con base en metodologías avanzadas y de adecuada resolución para la mayoría de las amenazas; microzonificación de algunas ciudades con base en técnicas probabilísticas. 5. Estudios detallados de la mayoría de los fenómenos potenciales en todo el territorio; microzonificación de la mayoría de ciudades y mapas de amenaza a nivel subnacional y municipal.
<p><u>IR4. Evaluación de vulnerabilidad y riesgo</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Identificación y mapeo de los principales elementos expuestos en zonas propensas en las principales ciudades y cuencas hidrográficas. 2. Estudios generales de vulnerabilidad física ante las amenazas más reconocidas, utilizando SIG en algunas ciudades y cuencas. 3. Evaluación de escenarios de daños y pérdidas potenciales ante algunos fenómenos peligrosos en las principales ciudades; análisis de la vulnerabilidad física de algunos edificios esenciales. 4. Estudios detallados de riesgo, utilizando técnicas probabilísticas, teniendo en cuenta el impacto económico y social de la mayoría de las amenazas en algunas ciudades; análisis de la vulnerabilidad de la mayoría de edificios esenciales y de algunas líneas vitales. 5. Evaluación generalizada de riesgo, considerando factores físicos, sociales, culturales y ambientales; análisis de la vulnerabilidad también de edificios privados y de la mayoría de las líneas vitales.
<p><u>IR5. Información pública y participación comunitaria</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Información esporádica sobre gestión de riesgos en condiciones de normalidad y más frecuentemente cuando se presentan desastres. 2. Divulgación en prensa y emisión de programas de radio y TV orientados hacia la preparación en caso de emergencia; producción de materiales ilustrativos sobre fenómenos peligrosos. 3. Frecuente realización de programas de opinión en los medios sobre gestión de riesgos a nivel nacional y local; guías para la reducción de vulnerabilidad; trabajo con comunidades y con ONGs. 4. Divulgación generalizada y progresiva toma de conciencia; conformación de algunas redes sociales de protección civil y de ONGs que promueven explícitamente la gestión local del riesgo. 5. Amplia participación y apoyo del sector privado a las actividades de divulgación; consolidación de redes sociales y participación notable de profesionales y de ONGs en todos los niveles.
<p><u>IR6. Capacitación y educación en gestión de riesgos</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Incipiente incorporación de temas sobre amenazas y desastres en la educación formal y en programas de capacitación comunitaria. 2. Algunas adecuaciones curriculares puntuales en la educación básica y media; producción de materiales de instrucción para docentes y líderes comunitarios en algunos lugares del país. 3. Progresiva incorporación de la gestión de riesgo en los programas curriculares; apreciable producción de materiales de instrucción y realización de frecuentes cursos de capacitación de la comunidad. 4. Ampliación de la adecuación curricular a los programas de educación superior; ofrecimiento de cursos de especialización en varias universidades; amplia capacitación comunitaria a nivel local. 5. Adecuación curricular generalizada en todo el territorio y en todas las etapas de la educación; amplia producción de materiales de instrucción; permanente capacitación de la comunidad.

Tabla 2.3. Indicadores de identificación de riesgos en una ciudad

Indicador y niveles de desempeño
<p><u>IR1. Inventario sistemático de desastres y pérdidas</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Algunos datos básicos y superficiales de eventos históricos que han afectado la ciudad. 2. Registro continuo de eventos actuales, catálogos incompletos de ocurrencia de algunos fenómenos e información limitada de efectos y pérdidas. 3. Algunos catálogos completos, sistematización generalizada de eventos actuales y de sus efectos económicos, sociales y ambientales. 4. Inventario completo y catálogos de eventos; registro y sistematización detallada de efectos y pérdidas para la ciudad. 5. Inventario detallado de eventos y efectos para todo tipo de amenaza existente.
<p><u>IR2. Monitoreo de amenazas y pronóstico</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Instrumentación mínima o deficiente de algunos fenómenos importantes. 2. Redes básicas de instrumentación con problemas de actualización tecnológica y de mantenimiento continuo. 3. Algunas redes con tecnología avanzada; pronósticos mejorados y protocolos de información establecidos para las principales amenazas. 4. Buena y progresiva cobertura de la instrumentación, investigación avanzada de la mayoría de fenómenos y algunos sistemas de alerta automáticos funcionando. 5. Amplia cobertura de redes de estaciones y sensores para todo tipo de amenaza en toda la ciudad, análisis permanente y oportuno de información y sistemas de alerta automáticos funcionando continuamente.
<p><u>IR3. Evaluación de amenazas y su representación en mapas</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Evaluación superficial y realización de mapas básicos de la influencia y susceptibilidad de algunos fenómenos. 2. Algunos estudios descriptivos y cualitativos de susceptibilidad y amenaza de los principales fenómenos. 3. Algunos mapas de amenaza, basados en técnicas probabilísticas; uso generalizado de SIG para el mapeo de las principales amenazas. 4. Amplia cobertura con mapas de amenaza de adecuada resolución y en escalas adecuadas; prioridades de zonificación a mayor detalle; microzonificación de la ciudad con base en técnicas probabilistas. 5. Estudios detallados y microzonificación de la mayoría de los fenómenos potenciales de la ciudad utilizando metodologías avanzadas; alta capacidad técnica para generar conocimiento sobre sus amenazas.
<p><u>IR4. Evaluación de vulnerabilidad y riesgo</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Identificación y representación de escenarios de los principales elementos expuestos en zonas propensas de la ciudad. 2. Estudios generales de vulnerabilidad física ante las amenazas más reconocidas, utilizando SIG teniendo en cuenta además las cuencas al interior y cercanas a la ciudad. 3. Evaluación de escenarios de daños y pérdidas potenciales ante algunos fenómenos peligrosos; análisis de la vulnerabilidad física de algunos edificios esenciales. 4. Estudios detallados de riesgo, utilizando técnicas probabilísticas, teniendo en cuenta el impacto económico y social de la mayoría de las amenazas; análisis de la vulnerabilidad de la mayoría de edificios esenciales y de una parte de la infraestructura de las líneas vitales. 5. Evaluación generalizada de riesgo, considerando factores físicos, sociales, culturales y ambientales; análisis de la vulnerabilidad también de edificios privados y de la mayor parte de la infraestructura de las líneas vitales.

Tabla 2.3. Indicadores de identificación de riesgos en una ciudad (continuación)

<p><u>IR5. Información pública y participación comunitaria</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Información esporádica sobre gestión de riesgos en condiciones de normalidad y más frecuentemente cuando se presentan desastres. 2. Divulgación en prensa y emisión de programas de radio y TV orientados hacia la preparación en caso de emergencia; producción de materiales ilustrativos sobre fenómenos peligrosos. 3. Frecuente realización de programas de opinión en los medios sobre gestión de riesgos; guías para la reducción de vulnerabilidad; trabajo con comunidades y con ONGs. 4. Divulgación generalizada y progresiva toma de conciencia; conformación de algunas redes sociales de protección civil y de ONGs que promueven explícitamente la gestión local del riesgo. 5. Amplia participación y apoyo del sector privado a las actividades de divulgación; consolidación de redes sociales y disponibilidad de plataformas tecnológicas apropiadas para la divulgación de información.
<p><u>IR6. Capacitación y educación en gestión de riesgos</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Incipiente incorporación de temas sobre amenazas y desastres en la educación formal y en programas de capacitación comunitaria. 2. Algunas adecuaciones curriculares puntuales en la educación básica y media; producción de materiales de instrucción para docentes y líderes comunitarios en algunas localidades o distritos de la ciudad. 3. Progresiva incorporación de la gestión de riesgo en los programas curriculares; apreciable producción de materiales de instrucción de alta calidad y frecuente realización de cursos de capacitación de la comunidad. 4. Amplia cobertura de la educación formal, no formal y de la capacitación comunitaria en la ciudad; programas de educación superior y de cursos de especialización en varias universidades. 5. Alta capacidad técnica de la ciudad para generar conocimiento sobre riesgos; amplia cobertura de los programas de educación y producción de materiales; permanente capacitación de la comunidad.

2.3. ÍNDICE DE REDUCCIÓN DE RIESGOS

La principal acción de gestión de riesgos es la reducción del riesgo. En general, corresponde a la ejecución de medidas estructurales y no estructurales de prevención-mitigación. Es la acción de anticiparse con el fin de evitar o disminuir el impacto económico, social y ambiental de los fenómenos peligrosos potenciales. Implica procesos de planificación, pero fundamentalmente de ejecución de medidas que modifiquen las condiciones de riesgo mediante la intervención correctiva y prospectiva de los factores de vulnerabilidad existente o potencial, y control de las amenazas cuando eso es factible. Los indicadores que deben ser calificados para esta política pública se muestran en las tablas 2.4 y 2.5 para un país y una ciudad respectivamente.

Tabla 2.4. Indicadores de reducción de riesgos en un país

Indicador y niveles de desempeño
<p><u>RR1. Integración del riesgo en la definición de usos del suelo y la planificación urbana</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Consideración de algunos elementos de identificación de riesgos y protección ambiental en la planificación física. 2. Promulgación de legislación nacional y de algunas regulaciones locales que consideran algunas amenazas como determinantes del ordenamiento territorial y planificación del desarrollo. 3. Progresiva formulación de reglamentos de uso del suelo en varias ciudades que tienen en cuenta amenazas y riesgos; prescripciones de diseño y construcción obligatorias con base en microzonificaciones. 4. Amplia formulación y actualización de planes de ordenamiento territorial con enfoque preventivo en la mayoría de los municipios; mayor utilización de las microzonificaciones con fines de seguridad. 5. Aprobación y control generalizado del cumplimiento de los planes de ordenamiento territorial que incluyen el riesgo como determinante y de las disposiciones de seguridad urbana respectivas.
<p><u>RR2. Intervención de cuencas hidrográficas y protección ambiental</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Inventario de cuencas y zonas de mayor deterioro ambiental o consideradas de mayor sensibilidad. 2. Expedición de disposiciones legales de orden nacional y de algunas de nivel local que establecen la obligatoriedad de reforestación, protección ambiental y ordenamiento de cuencas. 3. Formulación de algunos planes de ordenamiento e intervención de cuencas hidrográficas estratégicas y de zonas sensitivas, teniendo en cuenta aspectos relacionados con la vulnerabilidad y el riesgo. 4. Apreciable número de regiones/cuencas con planes de protección ambiental, estudios de impacto y ordenamiento de zonas agrícolas, que consideran el riesgo como determinante para la intervención. 5. Intervención de un número considerable de cuencas deterioradas y de zonas sensitivas y ecosistemas estratégicos; la mayoría de los municipios con planes de intervención y protección ambiental.
<p><u>RR3. Implementación de técnicas de protección y control de fenómenos peligrosos</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Algunas medidas estructurales de control y estabilidad en algunos lugares de mayor incidencia y peligro. 2. Obras de canalización, saneamiento y tratamiento de aguas en la mayoría de las ciudades, construidas con criterios de seguridad. 3. Establecimiento de medidas y reglamentaciones para el diseño y construcción de obras de protección y control de amenazas en armonía con las disposiciones de ordenamiento territorial. 4. Amplia intervención de zonas de riesgo mitigable mediante obras de protección y control en las principales ciudades que lo requieren. 5. Adecuado diseño y construcción de obras de amortiguamiento estabilidad, disipación y control en la mayoría de ciudades con fines de protección de asentamientos humanos e inversiones sociales.

Tabla 2.4. Indicadores de reducción de riesgos en un país (continuación)

<p><u>RR4. Mejoramiento de vivienda y reubicación de asentamientos de áreas propensas</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Identificación e inventario de asentamientos humanos marginales y localizados en áreas propensas. 2. Expedición de legislación sobre tratamiento prioritario de áreas urbanas deterioradas y en riesgo para programas de mejoramiento y desarrollo de vivienda de interés social o vivienda de protección oficial. 3. Programas de mejoramiento del entorno, de vivienda existente y de reubicación por riesgo en las principales ciudades. 4. Progresiva intervención de asentamientos humanos en riesgo en la mayoría de las ciudades y adecuado tratamiento de las áreas desalojadas. 5. Notable control de las áreas de riesgo en todas las ciudades y reubicación de la mayoría de las viviendas construidas en zonas de riesgo no mitigable.
<p><u>RR5. Actualización y control de la aplicación de normas y códigos de construcción</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Uso voluntario normas y códigos de construcción de otros países sin mayores adecuaciones y ajustes. 2. Adaptación de algunos requisitos y especificaciones de acuerdo con algunos criterios y particularidades nacionales y locales. 3. Expedición y actualización de normas nacionales de obligatorio cumplimiento con base en normativas internacionales, modificadas y ajustadas de acuerdo con la evaluación de amenazas en el país. 4. Actualización tecnológica de la mayoría de normas de seguridad y de códigos de construcción de edificios nuevos y existentes, con requisitos especiales para edificios y líneas vitales esenciales. 5. Actualización permanente de códigos y requisitos de seguridad; implantación de reglamentos locales de construcción en la mayoría de las ciudades, con base en microzonificaciones; estricto control de su cumplimiento.
<p><u>RR6. Refuerzo e intervención de la vulnerabilidad de bienes públicos y privados</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Refuerzo y adecuación esporádica de edificios y líneas vitales por remodelaciones o cambios de uso o por modificaciones. 2. Expedición de normas de intervención de la vulnerabilidad de edificios existentes; refuerzo de algunos edificios esenciales como hospitales o considerados de carácter indispensable. 3. Algunos programas masivos de evaluación de vulnerabilidad, rehabilitación y refuerzo de hospitales, escuelas y edificios de control de líneas vitales; obligatoriedad de refuerzos. 4. Progresivo número de edificios públicos reforzados, líneas vitales intervenidas; algunos edificios del sector privado reforzados por iniciativa propia o por estímulos fiscales ofrecidos por el gobierno. 5. Masificación del refuerzo de los principales edificios públicos y privados; programas permanentes de incentivos para rehabilitación de vivienda de estratos socio-económicos de bajos ingresos.

Tabla 2.5. Indicadores de reducción de riesgos en una ciudad

Indicador y niveles de desempeño
<p><u>RR1. Integración del riesgo en la definición de usos del suelo y la planificación urbana</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Consideración de algunos elementos de identificación de riesgos y protección ambiental en la planificación física. 2. Promulgación de legislación nacional y de algunas regulaciones locales que consideren algunas amenazas como determinantes del ordenamiento territorial y la planificación del desarrollo socio-económico. 3. Formulación progresiva de reglamentos de uso del suelo que tienen en cuenta amenazas y riesgos; prescripciones de diseño y construcción obligatorias con base en la microzonificación de amenazas. 4. Amplia formulación y actualización del plan de ordenamiento territorial con enfoque preventivo; mayor utilización de las microzonificaciones con fines de seguridad; incorporación de la gestión del riesgo en los planes sectoriales. 5. Aprobación y control del cumplimiento de los planes de ordenamiento territorial y desarrollo que incluyen los riesgos como determinantes y se generalizan las disposiciones de seguridad urbana respectivas.
<p><u>RR2. Intervención de cuencas hidrográficas y protección ambiental</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Inventario de cuencas y zonas de mayor deterioro ambiental o consideradas de mayor sensibilidad. 2. Expedición de disposiciones legales que establecen la obligatoriedad de reforestación, protección ambiental y ordenamiento de cuencas. 3. Formulación del plan de ordenamiento e intervención de cuencas hidrográficas estratégicas y de zonas sensitivas, teniendo en cuenta aspectos relacionados con la vulnerabilidad y el riesgo. 4. Planes de protección ambiental y estudios de impacto, que consideran el riesgo como determinante para la intervención. 5. Intervención de las cuencas deterioradas y de zonas sensibles y ecosistemas estratégicos; planes de intervención y protección ambiental.
<p><u>RR3. Implementación de técnicas de protección y control de fenómenos peligrosos</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Algunas medidas estructurales de control y estabilidad en algunos lugares de mayor incidencia y peligro. 2. Obras de canalización, saneamiento y tratamiento de aguas construidas con criterios de seguridad. 3. Establecimiento de medidas y reglamentaciones para el diseño y construcción de obras de protección y control de amenazas en armonía con las disposiciones del plan de ordenamiento territorial. 4. Formulación de planes de mitigación de riesgos; amplia intervención de zonas de riesgo mitigable mediante obras de protección y control. 5. Implementación amplia de planes de mitigación y adecuado diseño y construcción de obras de estabilidad, amortiguamiento, disipación y control con fines de protección de la población e inversiones sociales.
<p><u>RR4. Mejoramiento de vivienda y reubicación de asentamientos de áreas propensas</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Identificación e inventario de asentamientos humanos marginales y localizados en áreas propensas. 2. Expedición de legislación sobre tratamiento prioritario de áreas urbanas deterioradas y en riesgo para programas de mejoramiento y desarrollo de vivienda de interés social. 3. Programas de mejoramiento del entorno, de vivienda existente y reubicación por riesgo. 4. Progresiva intervención de la población en riesgo y adecuado tratamiento de las áreas desalojadas. 5. Notable control de las áreas de riesgo de la ciudad y reubicación de la mayoría de las viviendas construidas en zonas de riesgo no mitigable.

Tabla 2.5. Indicadores de reducción de riesgos en una ciudad (continuación)

<p>RR5. Actualización y control de la aplicación de normas y códigos de construcción</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Uso voluntario normas y códigos de construcción de otros países sin mayores adecuaciones y ajustes. 2. Adaptación de algunos requisitos y especificaciones de acuerdo con algunos criterios y particularidades nacionales y de la ciudad. 3. Expedición y actualización de normas urbanas de obligatorio cumplimiento con base en normativas internacionales o nacionales, modificadas y ajustadas de acuerdo con la evaluación de amenazas. 4. Actualización tecnológica de la mayoría de normas de seguridad y de códigos de construcción de edificios nuevos y existentes, con requisitos especiales para edificios e infraestructura de líneas vitales esenciales. 5. Actualización permanente de códigos y otras normas de seguridad; implantación de un reglamento de construcción para la ciudad con base en microzonificaciones urbanas; estricto control de su cumplimiento.
<p>RR6. Refuerzo e intervención de la vulnerabilidad de bienes públicos y privados</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Refuerzo y adecuación esporádica de edificios e infraestructura de líneas vitales por remodelaciones o cambios de uso o por modificaciones. 2. Expedición de normas de intervención de la vulnerabilidad física y funcional de edificios existentes; refuerzo de algunos edificios esenciales como hospitales o considerados de carácter indispensable. 3. Algunos programas masivos de evaluación de vulnerabilidad física y funcional, rehabilitación y refuerzo de hospitales, escuelas y edificios de control de líneas vitales; obligatoriedad de refuerzos. 4. Progresivo número de edificios públicos reforzados, infraestructura de líneas vitales intervenida; algunos edificios del sector privado reforzados por iniciativa propia o por estímulos fiscales ofrecidos por el gobierno. 5. Masificación del refuerzo de los principales edificios públicos y privados; programas permanentes de incentivos para rehabilitación de vivienda de estratos socio-económicos de bajos ingresos.

2.4. ÍNDICE DE GESTIÓN DE DESASTRES

La gestión de desastres corresponde a la apropiada respuesta y recuperación post desastre, que depende del nivel de preparación de las instituciones operativas y la comunidad. Esta política pública de la gestión del riesgo tiene como objetivo responder eficaz y eficientemente cuando el riesgo ya se ha materializado y no ha sido posible impedir el impacto de los fenómenos peligrosos. Su efectividad implica una real organización, capacidad y planificación operativa de instituciones y de los diversos actores sociales que verían involucrados en casos de desastre. Los indicadores que deben ser calificados para esta política pública se muestran en las tablas 2.6 y 2.7 para un país y una ciudad respectivamente.

Tabla 2.6. Indicadores de gestión de desastres para un país

Indicador y niveles de desempeño
<p><u>MD1. Organización y coordinación de operaciones de emergencia</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Diferentes organismos atienden emergencias, sin mayores recursos y varios de ellos con sólo personal voluntario. 2. Legislación específica define una estructura interinstitucional, roles de las entidades operativas y establece la coordinación de comisiones de emergencia en todo el territorio. 3. Apreciable coordinación, en algunas ciudades, entre las entidades operativas en la preparación conjunta, comunicaciones, búsqueda y rescate, red de urgencias y gestión de alojamientos temporales. 4. Coordinación permanente para responder en caso de emergencia entre las entidades operativas, de servicios públicos, las autoridades locales y organismos de la sociedad civil en la mayoría de ciudades. 5. Avanzada integración interinstitucional entre entidades públicas, privadas y comunitarias, con adecuados protocolos de coordinación horizontal y vertical en todos los niveles territoriales.
<p><u>MD2. Planificación de la respuesta en caso de emergencia y sistemas de alerta</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Planes básicos de emergencia y contingencia con listas de chequeo e información del personal disponible. 2. Disposiciones legales que establecen la obligatoriedad de planes de emergencia; algunas ciudades con planes operativos; articulación con entidades que producen información técnica a nivel nacional. 3. Protocolos y procedimientos operativos bien definidos a nivel nacional y subnacional, y en las principales ciudades; varios sistemas de pronóstico y alerta operando en forma continua. 4. Planes de emergencia y contingencia completos y asociados a sistemas de información y alerta en la mayoría de ciudades. 5. Preparación para la respuesta operativa con base en escenarios probables en todo el territorio; uso de tecnología de la información para la activación de procedimientos automáticos de respuesta.
<p><u>MD3. Dotación de equipos, herramientas e infraestructura</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Dotación básica e inventario de los recursos de sólo las entidades operativas y comisiones de emergencia. 2. Centros de reservas y de equipos especializados de emergencia a nivel nacional y en algunas ciudades; inventarios de recursos de otras entidades públicas y privadas. 3. Centros de Operaciones de Emergencia (COEs) bien dotados con equipos de comunicaciones y adecuados sistemas de registro; equipamiento especializado y centros de reservas en varias ciudades. 4. COEs bien dotados y sistematizados en la mayoría de ciudades; progresiva dotación complementaria de las entidades operativas. 5. Redes de apoyo interinstitucional, de centros de reservas y entre COEs funcionando permanentemente; amplias facilidades de comunicaciones, transporte y abastecimiento en caso de emergencia.
<p><u>MD4. Simulación, actualización y prueba de la respuesta interinstitucional</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Algunos simulacros institucionales internos y en conjunto con otras entidades operativas en algunas ciudades. 2. Ejercicios esporádicos de simulación de situaciones emergencia y respuesta interinstitucional con todas las entidades operativas. 3. Simulaciones de escritorio y simulacros con la participación adicional de las entidades de servicios públicos y de la administración local en varias ciudades. 4. Coordinación de simulaciones y simulacros con la participación de personas de la comunidad, el sector privado y los medios de comunicación a nivel nacional y en algunas ciudades. 5. Prueba de planes de emergencia y contingencia y actualización de procedimientos operativos con base en ejercicios de simulación y simulacros frecuentes en la mayoría de ciudades.

Tabla 2.6. Indicadores de gestión de desastres para un país (continuación)

<p><u>MD5. Preparación y capacitación de la comunidad</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Reuniones informativas con comunidades para ilustrar qué se debe hacer en emergencia, usualmente cuando ocurren desastres. 2. Cursos esporádicos de capacitación con organizaciones de la sociedad, con el fin de tratar temas relacionados con desastres. 3. Programación regular actividades de capacitación comunitaria sobre comportamiento en caso de emergencia, en coordinación con entidades y ONGs relacionadas con el desarrollo comunitario. 4. Realización de cursos frecuentes con comunidades en la mayoría de ciudades y municipios sobre preparativos, prevención y reducción de riesgos. 5. Cursos permanentes de prevención y atención de desastres en todos los municipios dentro de la programación de capacitación en desarrollo comunitario en coordinación con otras entidades y ONGs.
<p><u>MD6. Planificación para la rehabilitación y reconstrucción</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Diseño e implementación de planes de rehabilitación y reconstrucción sólo a posteriori de desastres importantes. 2. Planeamiento de algunas medidas de recuperación provisional por parte de entidades de servicios públicos y encargadas de la evaluación de daños en algunas ciudades. 3. Procedimientos de diagnóstico, restablecimiento y reparación de infraestructura y programas de proyectos productivos para la recuperación de comunidades, a nivel nacional y en varias ciudades. 4. Realización ex ante de planes y programas para la recuperación del tejido social, fuentes de trabajo y de medios productivos de las comunidades en la mayoría de ciudades. 5. Desarrollo generalizado de planes detallados de reconstrucción de daños físicos y recuperación social con base en escenarios de riesgo; legislación específica y medidas anticipadas para futura activación.

Tabla 2.7. Indicadores de gestión de desastres para una ciudad

Indicador y niveles de desempeño
<p><u>MD1. Organización y coordinación de operaciones de emergencia</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Diferentes organismos atienden emergencias, sin mayores recursos y varios de ellos con sólo personal voluntario. 2. Legislación específica de la ciudad define una estructura interinstitucional, roles de las entidades operativas y establece la coordinación de comisiones de emergencia en todo el territorio. 3. Coordinación apreciable, en algunas localidades o distritos de la ciudad, entre las entidades operativas en la preparación conjunta, comunicaciones, búsqueda y rescate, red de urgencias y gestión de alojamientos temporales. 4. Protocolos adecuados de coordinación permanente para responder en caso de emergencia entre las entidades operativas, de servicios públicos, las autoridades locales y organismos de la sociedad civil en la mayoría de las localidades o distritos. 5. Modelos organizacionales que involucran estructuras de mando, instancias de coordinación y gestión de recursos y una avanzada integración interinstitucional entre entidades públicas, privadas y comunitarias.

Tabla 2.7. Indicadores de gestión de desastres para una ciudad (continuación)

<p><u>MD2. Planificación de la respuesta en caso de emergencia y sistemas de alerta</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Planes básicos de emergencia y contingencia con listas de chequeo e información del personal disponible. 2. Disposiciones legales que establecen la obligatoriedad de planes de emergencia; articulación con entidades que producen información técnica. 3. Protocolos y procedimientos operativos y de información a la comunidad bien definidos en la ciudad; varios sistemas de pronóstico y alerta operan en forma continua. 4. Planes de emergencia y contingencia completos y asociados a sistemas de información y alerta pública en la mayoría de las localidades o distritos. 5. Preparación para la respuesta operativa con base en escenarios probables en todas las localidades o distritos; uso de tecnología de la información para la activación de procedimientos automáticos de respuesta.
<p><u>MD3. Dotación de equipos, herramientas e infraestructura</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Dotación básica e inventario de los recursos de sólo las entidades operativas y comisiones de emergencia. 2. Centros de reservas y de equipos especializados de emergencia a nivel central y en algunas localidades o distritos; inventarios de recursos de otras entidades públicas y privadas. 3. Centro de Operaciones de Emergencia (COE) bien dotado con equipos de comunicaciones y adecuados sistemas de registro; equipamiento especializado y centros de reservas en varias localidades o distritos. 4. COEs locales bien dotados y sistematizados en la mayoría de las localidades o distritos; progresiva dotación complementaria de las entidades operativas; sistema unificado de notificación de emergencias. 5. Redes de apoyo interinstitucional, de centros de reservas y entre COEs funcionando permanentemente; amplias facilidades de reporte, comunicaciones, transporte y abastecimiento en caso de emergencia.
<p><u>MD4. Capacitación operativa, simulación y prueba de la respuesta interinstitucional</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Algunos programas de capacitación y simulación de respuesta institucional a nivel interno de cada entidad y en conjunto entre varias entidades operativas de la ciudad. 2. Entrenamiento del personal y ejercicios esporádicos de simulación de situaciones emergencia y respuesta interinstitucional con todas las entidades operativas. 3. Capacitación de equipos especializados; simulaciones de escritorio y simulacros con la participación adicional de las entidades de servicios públicos y de la administración local en varias localidades o distritos. 4. Coordinación de simulaciones y simulacros con la participación de personas de la comunidad, el sector privado y los medios de comunicación a nivel de la ciudad y en algunas localidades o distritos. 5. Entrenamiento permanente de grupos de respuesta; prueba de planes de emergencia y contingencia y actualización de procedimientos operativos con base en ejercicios de simulación y simulacros frecuentes en la mayoría de las localidades o distritos.
<p><u>MD5. Preparación y capacitación de la comunidad</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Reuniones informativas con comunidades para ilustrar qué se debe hacer en emergencia, usualmente cuando ocurren desastres. 2. Cursos esporádicos de capacitación con organizaciones de la sociedad, con el fin de tratar temas relacionados con desastres. 3. Programación regular actividades de capacitación comunitaria sobre comportamiento en caso de emergencia, en coordinación con entidades y ONGs relacionadas con el desarrollo comunitario. 4. Realización de cursos frecuentes con comunidades en la mayoría de las localidades o distritos sobre preparativos, prevención y reducción de riesgos. 5. Cursos permanentes de prevención y atención de desastres en todas las localidades o distritos dentro de la programación de capacitación en desarrollo comunitario en coordinación con otras entidades y ONGs.

Tabla 2.7. Indicadores de gestión de desastres para una ciudad (continuación)

<u>MD6. Planificación para la rehabilitación y reconstrucción</u>	
1.	Diseño e implementación de planes de rehabilitación y reconstrucción sólo a posteriori de desastres importantes.
2.	Planeamiento de algunas medidas de recuperación provisional por parte de entidades de servicios públicos y encargadas de la evaluación de daños.
3.	Procedimientos de diagnóstico, restablecimiento y reparación de infraestructura y programas de proyectos productivos para la recuperación de comunidades.
4.	Realización ex ante de planes y programas para la recuperación del tejido social, fuentes de trabajo y de medios productivos de las comunidades.
5.	Desarrollo generalizado de planes detallados de reconstrucción de daños físicos y recuperación social con base en escenarios de riesgo; legislación específica y medidas anticipadas para futura activación.

2.5. ÍNDICE DE GOBERNABILIDAD Y PROTECCIÓN FINANCIERA

La gobernabilidad y protección financiera para la gestión de riesgos es fundamental para la sostenibilidad del desarrollo y el crecimiento económico del país. Esta política pública implica, por una parte, la coordinación de diferentes actores sociales que necesariamente tienen diversos enfoques disciplinarios, valores, intereses y estrategias. Su efectividad está relacionada con el nivel de interdisciplinariedad e integrabilidad de las acciones institucionales y de participación social. Por otra parte, dicha gobernabilidad depende de la adecuada asignación y utilización de recursos financieros para la gestión y de la implementación de estrategias apropiadas de retención y transferencia de pérdidas asociadas a los desastres. Los subindicadores que deben ser calificados para esta política pública se muestran en las tablas 2.8 y 2.9 para un país y una ciudad respectivamente.

Tabla 2.8. Indicadores de gobernabilidad y protección financiera para un país

Indicador y niveles de desempeño	
<u>PF1. Organización interinstitucional, multisectorial y descentralizada</u>	
1.	Organización básica de entidades a nivel nacional en comisiones y con un enfoque principalmente de respuesta a emergencias.
2.	Legislación que establece una organización descentralizada para gestión integral de riesgos, interinstitucional y multisectorial, y la formulación de un plan general de gestión de riesgos.
3.	Sistemas interinstitucionales de gestión de riesgo activos a nivel local en varias ciudades; trabajo interministerial a nivel nacional para diseño de políticas públicas sobre reducción de vulnerabilidad.
4.	Ejecución continua de proyectos de gestión de riesgos asociados con programas de adaptación al cambio climático, protección ambiental, energía, saneamiento y reducción de la pobreza.
5.	Personal experto con amplia experiencia incorporando la gestión de riesgos en la planificación del desarrollo humano sostenible en la mayoría de ciudades; sistemas de información de alta tecnología.

**Tabla 2.8. Indicadores de gobernabilidad y protección financiera para un país
(continuación)**

<p><u>PF2. Fondos de reservas para el fortalecimiento institucional</u></p> <ol style="list-style-type: none"> Existencia de un fondo nacional de desastres o calamidades y de algunos fondos locales en algunas ciudades. Reglamentación de fondos de reservas existentes o creación de nuevos fondos para cofinanciar proyectos de gestión de riesgos a nivel local. Apoyo económico nacional y gestión de recursos internacionales para el desarrollo institucional y fortalecimiento de la gestión de riesgos en todo el territorio. Progresiva creación de fondos de reservas en los municipios para la cofinanciación de proyectos, fortalecimiento institucional y recuperación en caso de desastres. Ingeniería financiera para el diseño de instrumentos de retención y transferencia de riesgos a nivel nacional; fondos de reservas funcionando en la mayoría de ciudades.
<p><u>PF3. Localización y movilización de recursos de presupuesto</u></p> <ol style="list-style-type: none"> Asignación limitada de partidas del presupuesto nacional a instituciones competentes, para atención de emergencias. Disposiciones legales estableciendo la destinación de presupuesto a entidades del orden nacional, con fines de gestión de riesgos. Destinación por ley de transferencias específicas para la gestión de riesgos a nivel municipal y realización frecuente de convenios interadministrativos para la ejecución de proyectos de prevención. Progresiva asignación de partidas del gasto discrecional tanto nacional como municipal para la reducción de la vulnerabilidad; creación de incentivos y tasas de protección y seguridad ambiental. Orientación y respaldo nacional de empréstitos gestionados por los municipios y entidades subnacionales y locales ante organismos multilaterales de crédito.
<p><u>PF4. Implementación de redes y fondos de seguridad social</u></p> <ol style="list-style-type: none"> Subvenciones esporádicas a comunidades afectadas por desastres o en situaciones críticas de riesgo. Constitución de fondos de inversión social permanentes para el apoyo de comunidades vulnerables con focalización en los estratos socio-económicos más pobres. Redes sociales para autoprotección de los medios de sustento de comunidades en riesgo y realización de proyectos productivos de rehabilitación y recuperación posdesastre. Programas regulares de microcrédito y actividades de género orientadas a la reducción de la vulnerabilidad humana. Desarrollo generalizado de programas de protección social y reducción de la pobreza integrados con actividades de mitigación y prevención en todo el territorio.
<p><u>PF5. Cobertura de seguros y estrategias de transferencia de pérdidas de activos públicos</u></p> <ol style="list-style-type: none"> Muy pocos inmuebles públicos de la nación están asegurados y excepcionalmente algunos a nivel local. Disposiciones de aseguramiento de bienes públicos de obligatorio cumplimiento; deficiente aseguramiento de la infraestructura. Progresivo aseguramiento de bienes públicos e infraestructura del nivel nacional y de algunas ciudades. Diseño de programas de aseguramiento colectivo de edificios, infraestructura pública o en concesión en la mayoría de ciudades. Análisis e implantación generalizada de estrategias de retención y transferencia de pérdidas sobre los activos públicos, considerando consorcios de reaseguro, titularización de riesgo, bonos de catástrofe, etc.

**Tabla 2.8. Indicadores de gobernabilidad y protección financiera para un país
(continuación)**

<u>PF6. Cobertura de seguros y reaseguros de vivienda y del sector privado</u>
1. Bajo porcentaje de bienes privados asegurados; industria de seguros incipiente, poco solvente y sin mayor regulación.
2. Regulación de la industria de seguros, vigilancia de su solvencia y legislación para aseguramiento del sector hipotecario y de vivienda.
3. Desarrollo de algunos estudios cuidadosos de aseguramiento, con base en estimaciones probabilísticas avanzadas de riesgo, utilizando microzonificaciones; auditoria e inspección idónea de propiedades.
4. Diseño de programas de aseguramiento colectivo de vivienda y de pequeños negocios entre la mayoría de gobiernos locales y las compañías de seguros, con cobertura automática de los más pobres.
5. Fuerte impulso de programas conjuntos entre el gobierno a las compañías de seguros para generar incentivos económicos, con el fin de promover la reducción del riesgo y el aseguramiento masivo.

Tabla 2.9. Indicadores de gobernabilidad y protección financiera para una ciudad

Indicador y niveles de desempeño
<u>PF1. Organización interinstitucional, multisectorial y descentralizada</u>
1. Organización básica de entidades en comité y con un enfoque principalmente de respuesta a emergencias.
2. Organización interinstitucional y multisectorial para gestión integral de riesgos.
3. Sistema interinstitucional de gestión de riesgo activo; trabajo para diseño de políticas públicas sobre reducción de vulnerabilidad.
4. Ejecución continua y descentralizada de proyectos de gestión de riesgos asociados con programas de protección ambiental, energía, saneamiento y reducción de la pobreza.
5. Personal experto con amplia experiencia incorporando la gestión de riesgos en la planificación del desarrollo humano sostenible; sistemas de información de alta tecnología.
<u>PF2. Fondos de reservas para el fortalecimiento institucional</u>
1. No existe un fondo de reservas de la ciudad. Se depende únicamente de recursos nacionales para desastres o calamidades.
2. Se depende del apoyo económico del nivel nacional y se hace gestión de recursos internacionales para el desarrollo institucional. Fortalecimiento incipiente de la gestión de riesgos.
3. Existen algunos fondos ocasionales para cofinanciar proyectos de gestión de riesgos en la ciudad en forma interinstitucional.
4. Existe un fondo de reservas en la ciudad, reglamentado para la cofinanciación de proyectos, fortalecimiento institucional y recuperación en caso de desastres.
5. Funciona un fondo de reservas en la ciudad. Se realiza ingeniería financiera para el diseño de instrumentos de retención y transferencia de riesgos.

Tabla 2.9. Indicadores de gobernabilidad y protección financiera para una ciudad (continuación)

<p><u>PF3. Localización y movilización de recursos de presupuesto</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Solo se cuenta con una asignación limitada de partidas presupuestales para las instituciones competentes con fines de atención de emergencias. 2. Existen disposiciones legales estableciendo la destinación de presupuesto a entidades de la ciudad, con fines de gestión de riesgos. 3. Destinación por ley de transferencias específicas para la gestión de riesgos a nivel local y realización frecuente de convenios interadministrativos para la ejecución de proyectos de prevención. 4. Progresiva asignación de partidas del gasto discrecional tanto de la ciudad como en las localidades para la reducción de la vulnerabilidad; creación de incentivos y tasas de protección y seguridad ambiental. 5. Utilización de empréstitos gestionados por la ciudad con fines de reducción de riesgos ante organismos multilaterales de crédito.
<p><u>PF4. Implementación de redes y fondos de seguridad social</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Subvenciones esporádicas a comunidades afectadas por desastres o en situaciones críticas de riesgo. 2. Constitución de fondos de inversión social permanentes para el apoyo de comunidades vulnerables con focalización en los estratos socio-económicos más pobres. 3. Redes sociales para autoprotección de los medios de sustento de comunidades en riesgo y realización de proyectos productivos de rehabilitación y recuperación posdesastre. 4. Programas regulares de microcrédito y actividades de género orientadas a la reducción de la vulnerabilidad humana. 5. Desarrollo de programas de protección social y reducción de la pobreza, actividades de mitigación y prevención en la ciudad.
<p><u>PF5. Cobertura de seguros y estrategias de transferencia de pérdidas de activos públicos</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Muy pocos inmuebles públicos están asegurados y excepcionalmente. 2. Disposiciones de aseguramiento de bienes públicos de obligatorio cumplimiento; deficiente aseguramiento de la infraestructura. 3. Progresivo aseguramiento de bienes públicos e infraestructura. 4. Diseño de programas de aseguramiento colectivo de edificios, infraestructura pública o en concesión. 5. Análisis e implantación generalizada de estrategias de retención y transferencia de pérdidas sobre los activos públicos, considerando consorcios de reaseguro, titularización de riesgo, bonos de catástrofe, etc.
<p><u>PF6. Cobertura de seguros y reaseguros de vivienda y del sector privado</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Bajo porcentaje de bienes privados asegurados; industria de seguros incipiente, poco solvente y sin mayor regulación. 2. Regulación de la industria de seguros, vigilancia de su solvencia y legislación para aseguramiento del sector hipotecario y de vivienda. 3. Desarrollo de algunos estudios cuidadosos de aseguramiento, con base en estimaciones probabilísticas avanzadas de riesgo, utilizando microzonificaciones; auditoria e inspección idónea de propiedades. 4. Diseño de programas de aseguramiento colectivo de vivienda y de pequeños negocios por parte de la ciudad y las compañías de seguros, con cobertura automática de los más pobres. 5. Fuerte impulso de programas conjuntos entre la ciudad y las compañías de seguros para generar incentivos económicos, con el fin de promover la reducción del riesgo y el aseguramiento masivo.

3. EJEMPLOS DE APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE GESTIÓN DE RIESGOS

3.1. INTRODUCCIÓN

El Índice de Gestión de Riesgos, *IGR*, es un indicador que mide el desempeño de la gestión del riesgo con base en una escala de niveles o logros hacia los cuales los gobiernos deben dirigir sus esfuerzos de formulación, implementación y evaluación de cuatro políticas públicas: identificación de riesgos, reducción de riesgos, manejo de desastres y gobernabilidad y protección financiera. Dicho índice ha sido desarrollado en el Capítulo 2 para tres niveles de aplicación: nivel nacional, nivel subnacional y nivel urbano.

En este capítulo se presentan ejemplos de aplicación de la metodología de evaluación de la gestión de riesgos para los tres niveles mencionados considerando Colombia como caso de estudio. Al nivel de una ciudad se estudia la gestión de riesgos de Bogotá D. C., al nivel subnacional se evalúa la gestión de riesgos en los 32 departamentos de Colombia y, por último se evalúa globalmente la gestión de riesgos de Colombia. Finalmente se hace una comparación de la gestión de riesgos de 11 países de Latinoamérica y el Caribe, utilizando esta metodología basada en el *IGR*.

Es necesario remarcar la diferencia que existe en la escala de los diferentes casos que se estudian, en los que se utilizaron diferentes descripciones para evaluar los diferentes subindicadores en cada caso, de acuerdo con los desarrollos del Capítulo 2. En cada ejemplo se aclara cuales son las descripciones utilizadas.

3.2. IGR A NIVEL DE CIUDAD: BOGOTÁ D.C., COLOMBIA

En la evaluación de la gestión de riesgos de Bogotá D.C. fue aplicada la metodología explicada en el Capítulo 2 utilizando las descripciones de la tabla 2.3 para calificar la identificación de riesgos, de la tabla 2.5 para calificar la reducción de riesgos, de la tabla 2.7 para calificar la gestión de desastres y de la tabla 2.9 para calificar la protección financiera y gobernabilidad.

Para la evaluación de los indicadores de gestión de riesgos se contó con la colaboración de expertos de la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias de la ciudad de Bogotá (DPAE) que calificaron cada uno de los indicadores de las cuatro políticas públicas; estas calificaciones² pueden verse en las tablas 3.1 a 3.4.

Tabla 3.1. Calificaciones para indicadores de identificación del riesgo (IR)

	1985	1990	1995	2000	2003
IR1	1	1	2	3	3
IR2	1	1	2	3	3
IR3	1	2	3	4	5
IR4	1	1	1	3	4
IR5	1	1	2	2	3
IR6	1	1	1	2	4

Tabla 3.2. Calificaciones para indicadores de reducción del riesgo (RR)

	1985	1990	1995	2000	2003
RR1	1	2	2	3	4
RR2	1	1	1	1	2
RR3	1	1	1	3	4
RR4	1	2	2	3	4
RR5	2	2	2	4	4
RR6	1	1	1	2	3

Tabla 3.3. Calificaciones para indicadores de gestión de desastres (MD)

	1985	1990	1995	2000	2003
MD1	1	2	2	3	3
MD2	1	1	1	2	3
MD3	1	1	1	2	2
MD4	1	1	1	1	3
MD5	1	1	1	2	3
MD6	1	1	1	1	2

² La calificación es lingüística y no se utilizan números definidos. En las tablas el significado es el siguiente: 1) bajo, 2) insipiente, 3) apreciable, 4) notable y 5) optimo.

Tabla 3.4. Calificaciones para indicadores de protección financiera (PF)

	1985	1990	1995	2000	2003
PF1	1	2	2	3	3
PF2	1	4	4	4	4
PF3	1	1	3	3	4
PF4	1	1	1	1	1
PF5	1	1	1	2	3
PF6	1	1	2	2	3

Los expertos, además de realizar las calificaciones, también asignaron importancias relativas entre los indicadores de cada política, a las que se aplicó el proceso analítico jerárquico (PAJ) para determinar dichos pesos que puede verse en el Anexo A. Las figuras 3.1 a 3.4 incluyen ejemplos del cálculo para los indicadores IGR_{IR} , IGR_{RR} , IGR_{MD} e IGR_{PF} correspondientes al año 2003. La tabla 3.5 muestra los resultados finales para la ciudad de Bogotá.

La parte superior de las figuras 3.1 a 3.4 se conforma teniendo en cuenta las calificaciones de los expertos incluidas en las tablas 3.1 a 3.4 para cada indicador y su correspondiente peso. Dicho peso está indicado en la figura 2.2. Las calificaciones determinan las curvas y los pesos dan a estas su altura (ponderación). En la parte superior de las figuras 3.1 a 3.4 se presenta el resultado de la unión de los conjuntos difusos.

Tabla 3.5. Indicadores resultantes para la ciudad de Bogotá D.C.

	1985	1990	1995	2000	2003
IGR_{IR}	4,56	13,90	35,57	56,15	67,10
IGR_{RR}	11,03	13,90	13,90	46,14	56,72
IGR_{MD}	4,56	8,25	8,25	24,00	32,33
IGR_{PF}	4,56	57,49	54,80	57,64	61,44
IGR	6,18	23,38	28,13	45,98	54,40

Con estos resultados se ilustra como se ha desarrollado la gestión de riesgos en la ciudad en los últimos 20 años, pero también se enfatiza qué aspectos falta mejorar en los indicadores de las cuatro políticas públicas que se estudiaron. La política pública que ha tenido menor desarrollo en la ciudad ha sido la política de gestión de desastres, mientras que la política que ha tenido el mayor desarrollo es la de identificación del riesgo, seguida por la política de protección financiera.

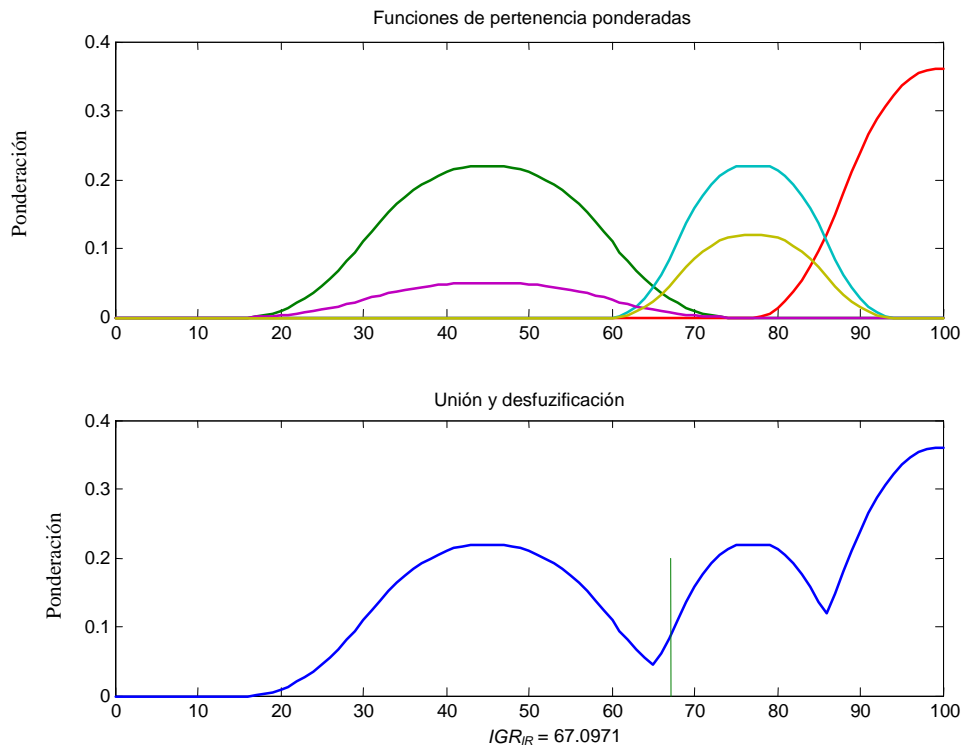


Figura 3.1. Cálculo del índice por identificación del riesgo IGR_{IR} para el año 2003

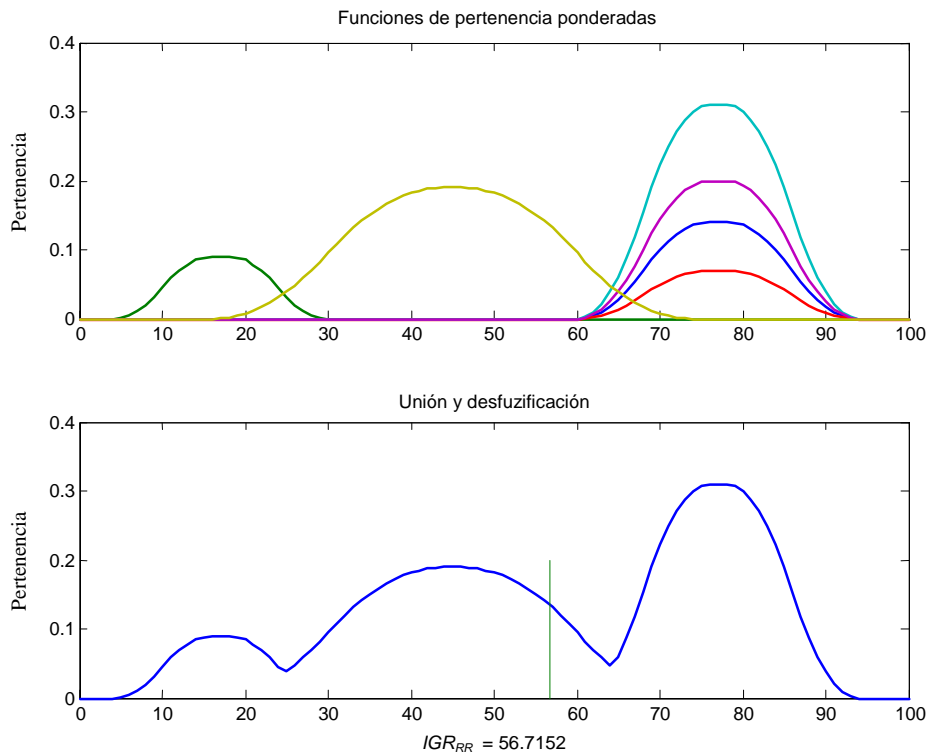


Figura 3.2. Cálculo del índice por reducción del riesgo IGR_{RR} para el año 2003

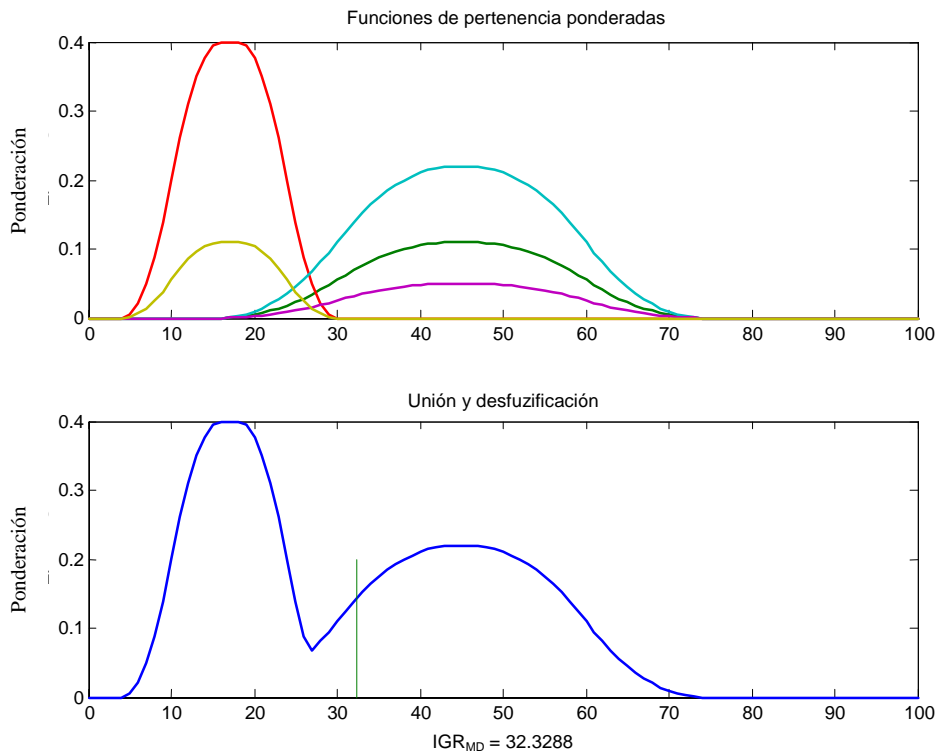


Figura 3.3. Cálculo del índice por gestión de desastres IGR_{MD} para el año 2003

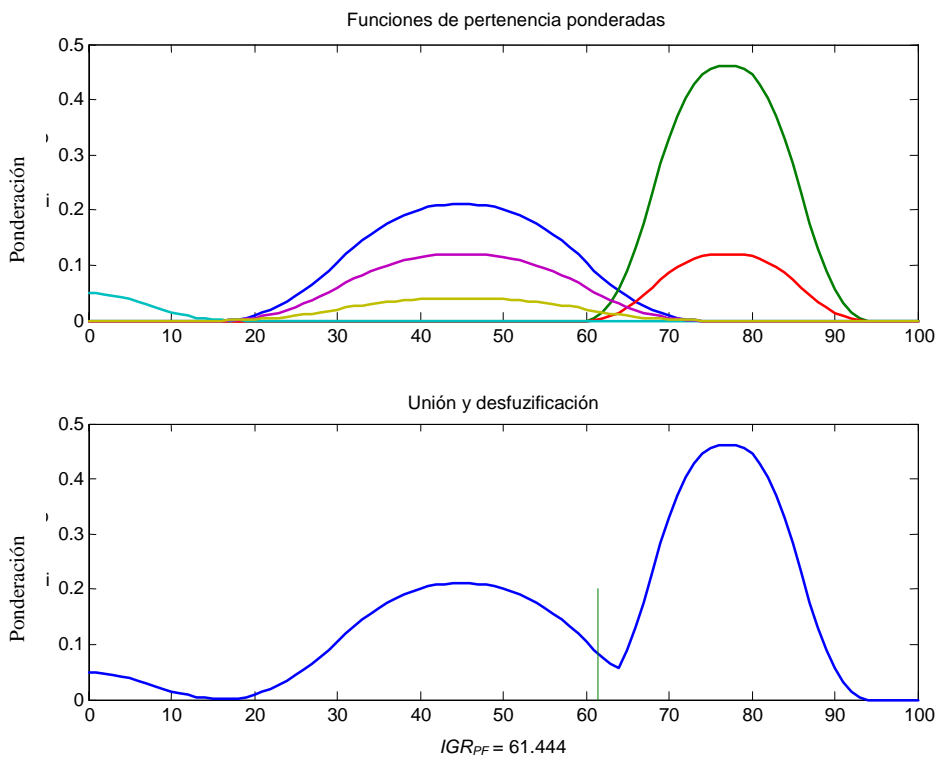


Figura 3.4. Cálculo del índice por protección financiera IGR_{PF} para el año 2003

Se hizo el mismo estudio detallando cada una de las localidades en las que está dividida la ciudad, siguiendo el mismo procedimiento, utilizando las mismas funciones y con calificaciones dadas por expertos de la DPAE para el año 2004. En las figuras 3.5 a 3.8 pueden verse los resultados obtenidos para los cuatro indicadores de gestión de riesgos por política pública y, en las figuras 3.9 y 3.10 se muestran los resultados finales para el *IGR*. Por los resultados, es claro que la gestión del riesgo es una gestión pública que fundamentalmente la debe llevar a cabo la administración central de la ciudad; las alcaldías menores no tienen el poder ni la posibilidad de desarrollarse en esta materia independientemente, son áreas muy pequeñas que no tienen suficiente autonomía para hacerlo.

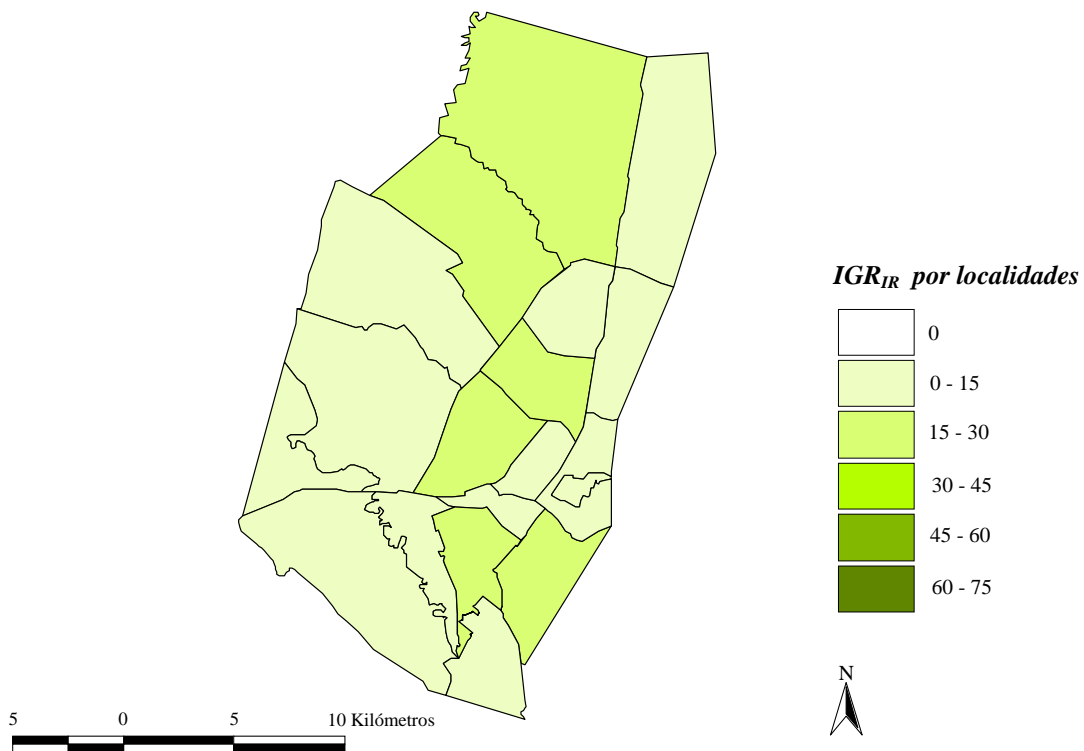


Figura 3.5. IGR_{IR} para las localidades de la ciudad de Bogotá D.C. para el año 2003

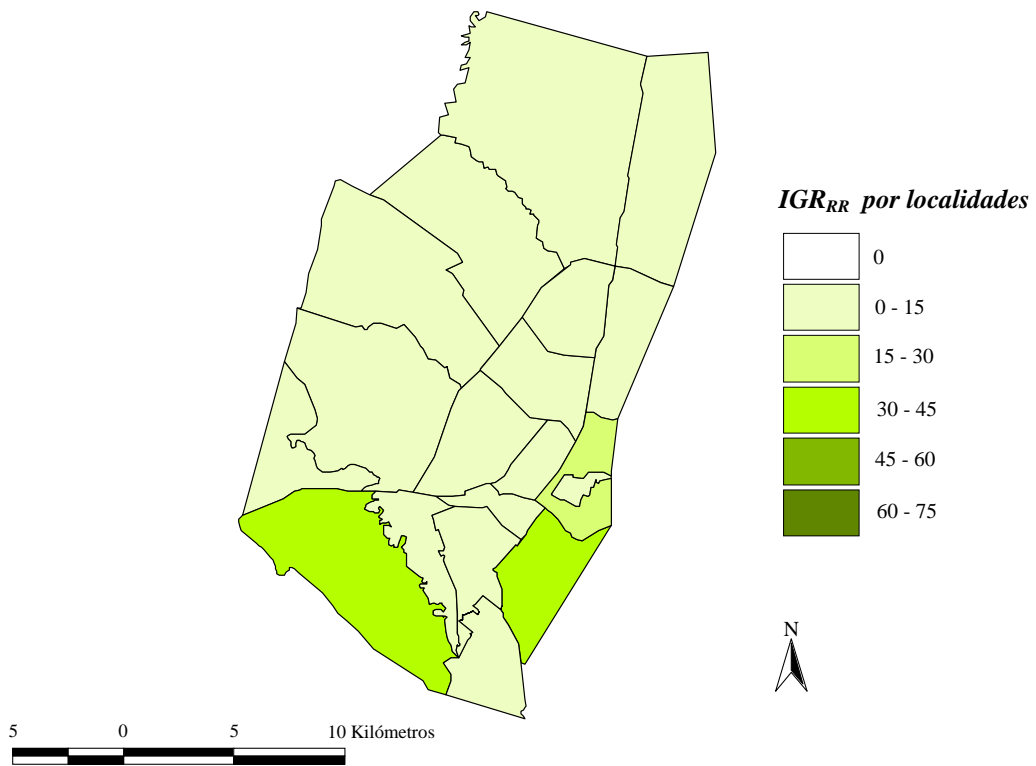


Figura 3.6. IGR_{RR} para las localidades de la ciudad de Bogotá D.C. para el año 2003

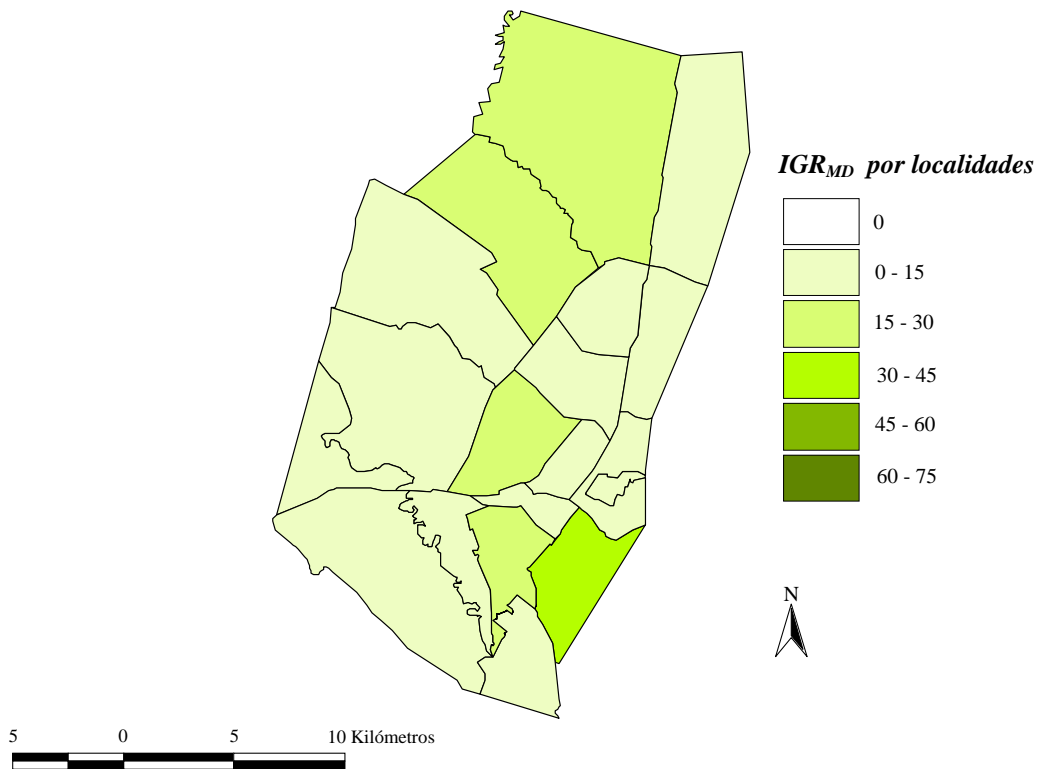


Figura 3.7. IGR_{MD} para las localidades de la ciudad de Bogotá D.C. para el año 2003

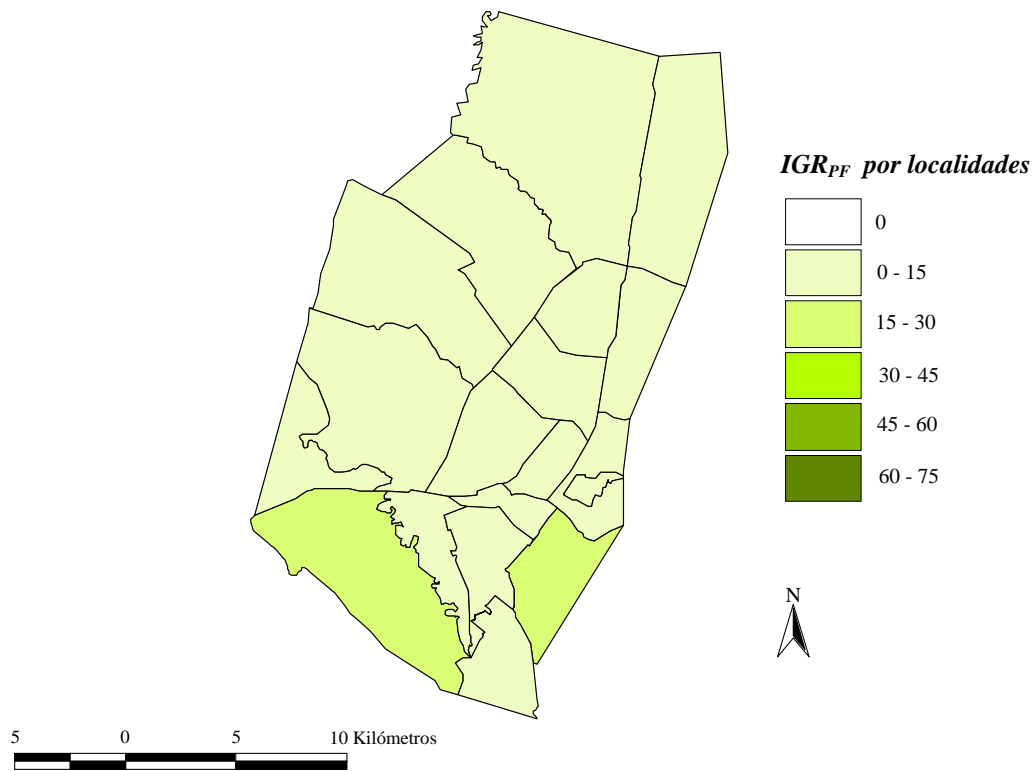


Figura 3.8. IGR_{PF} para las localidades de la ciudad de Bogotá D.C. para el año 2003

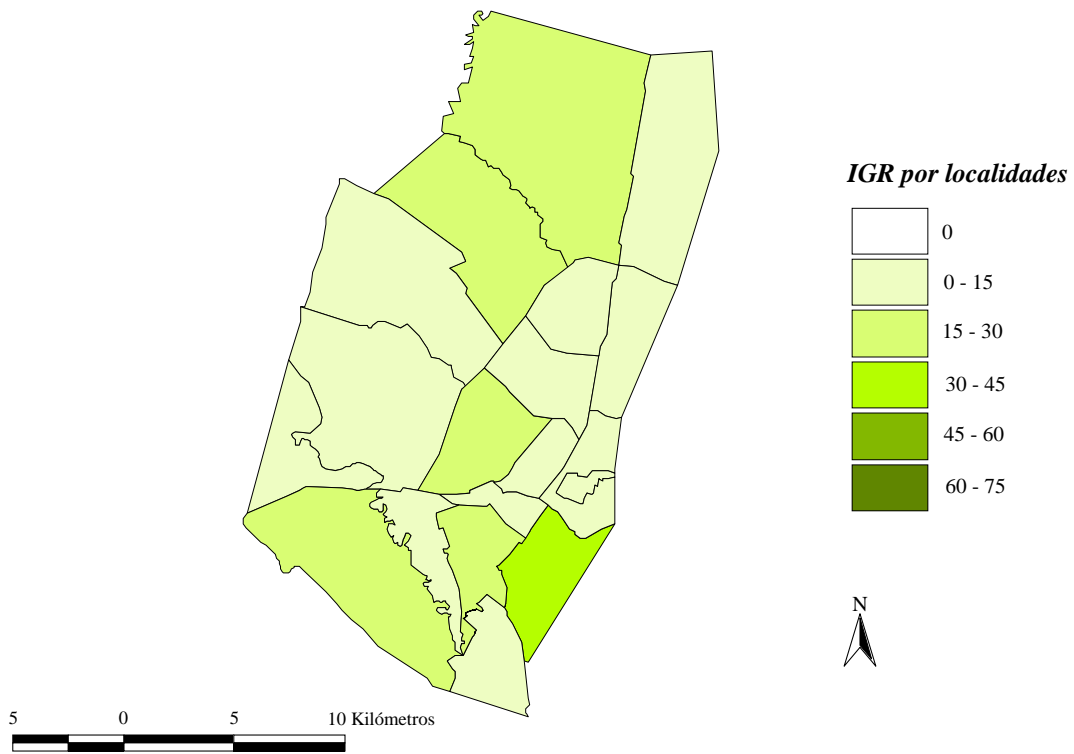


Figura 3.9. IGR para las localidades de la ciudad de Bogotá D.C. para el año 2003

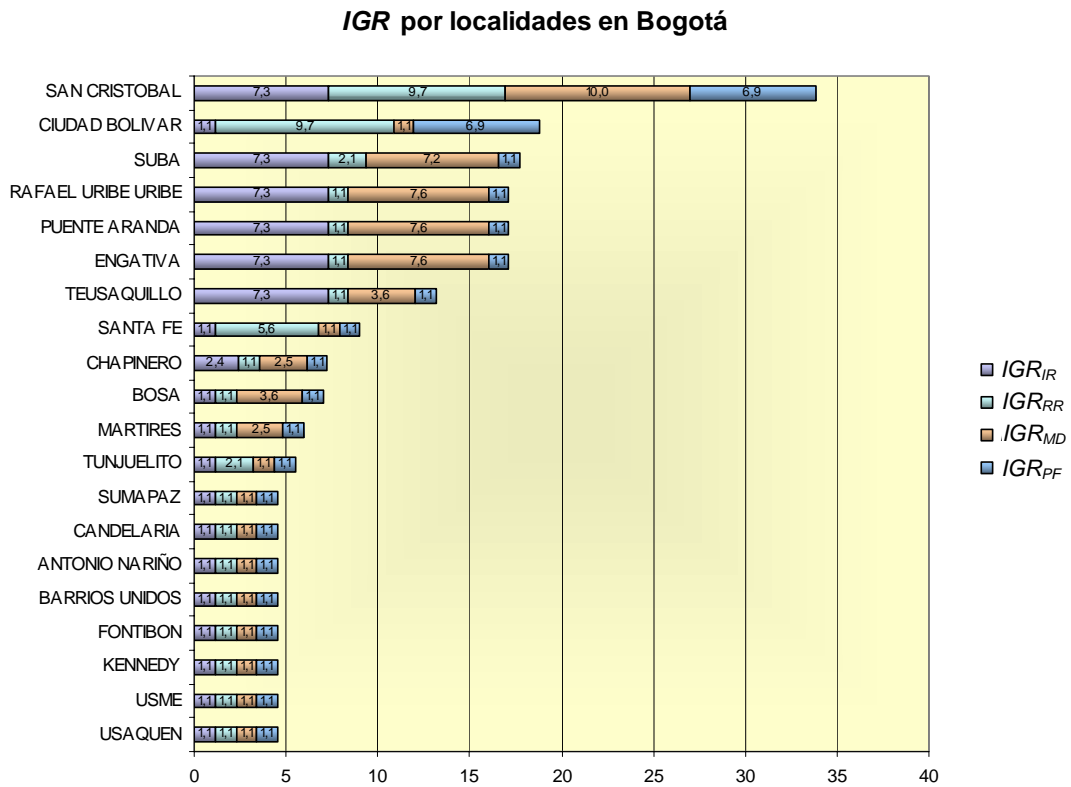


Figura 3.10. Valores de IGR por localidades para Bogotá D.C. para el año 2003

3.3. IGR A NIVEL SUBNACIONAL: COLOMBIA

Se adecuó la metodología para evaluar la gestión de riesgos a nivel subnacional y se aplicó a Colombia, cuyas unidades subnacionales son los departamentos. Colombia está conformada por 32 departamentos y un distrito capital, para los que se calificaron los indicadores de gestión de riesgos para las cuatro políticas públicas. Estas calificaciones fueron asignadas por personal experto de la Dirección de Prevención y Atención de Desastres – DPAD, de Colombia. En este caso no fue posible calificar cada uno de los subindicadores de cada política debido a la falta de información para hacerlo, así que el indicador de gestión de riesgos, *IGR*, obtenido es sólo el promedio de las calificaciones dadas. Los resultados obtenidos se muestran en las figuras 3.11 a 3.15.

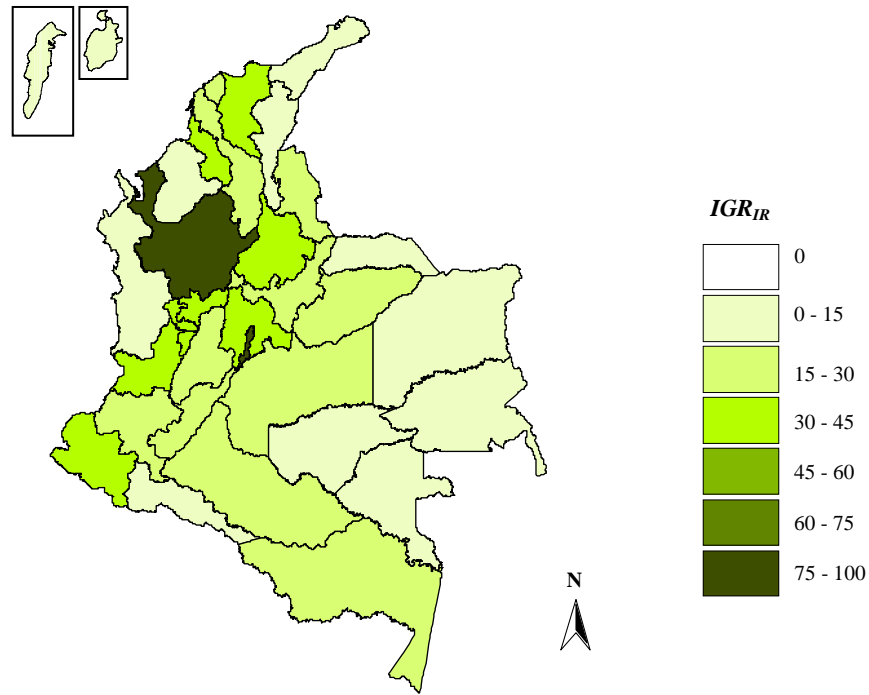


Figura 3.11. Valores de IGR_{IR} para los departamentos de Colombia actualmente

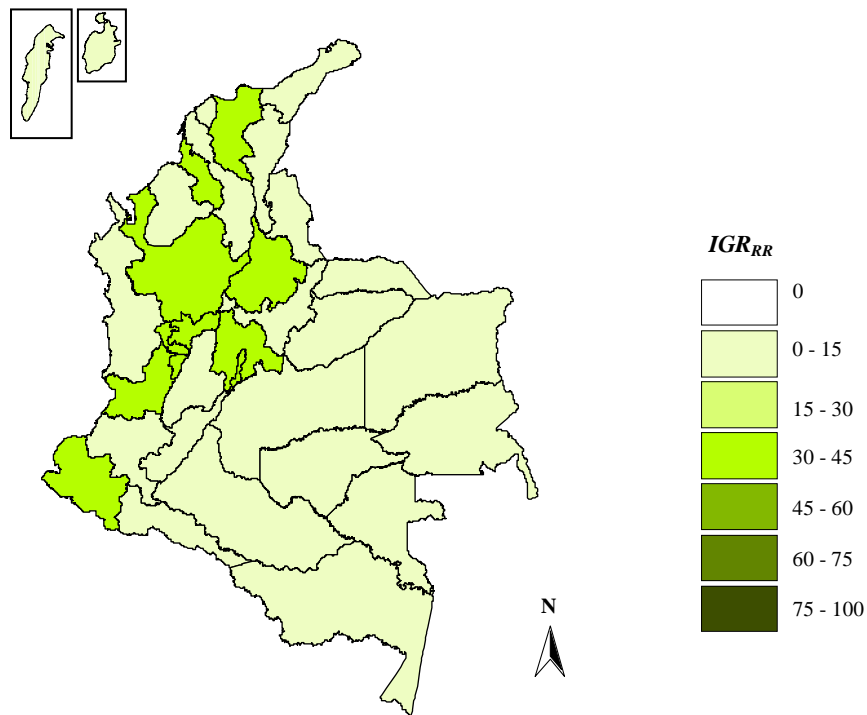


Figura 3.12. Valores de IGR_{RR} para los departamentos de Colombia en el 2004

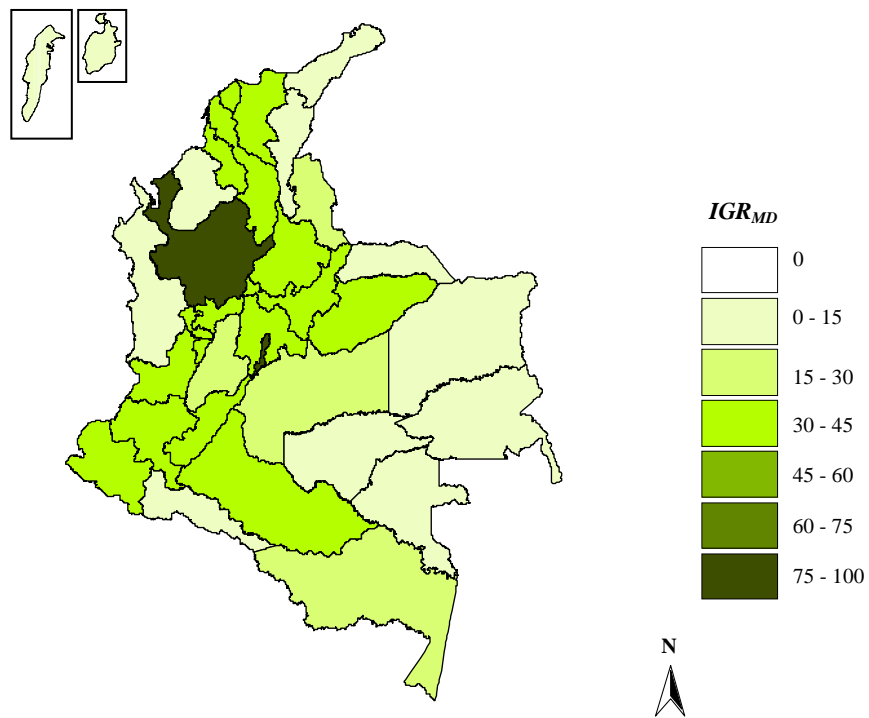


Figura 3.13. Valores de IGR_{MD} para los departamentos de Colombia en el 2004

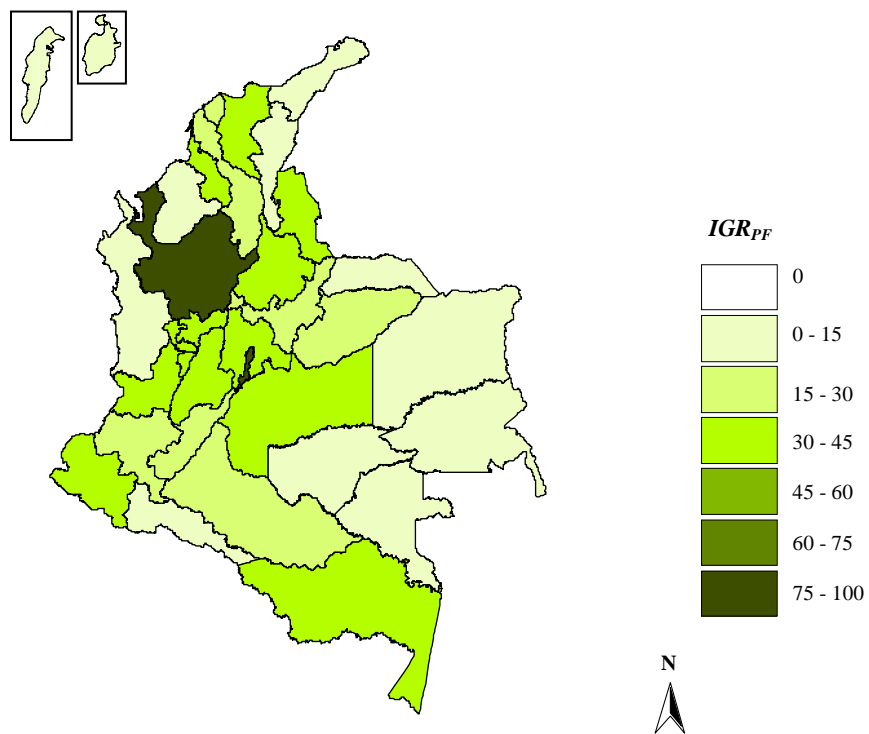


Figura 3.14. Valores de IGR_{PF} para los departamentos de Colombia en el 2004

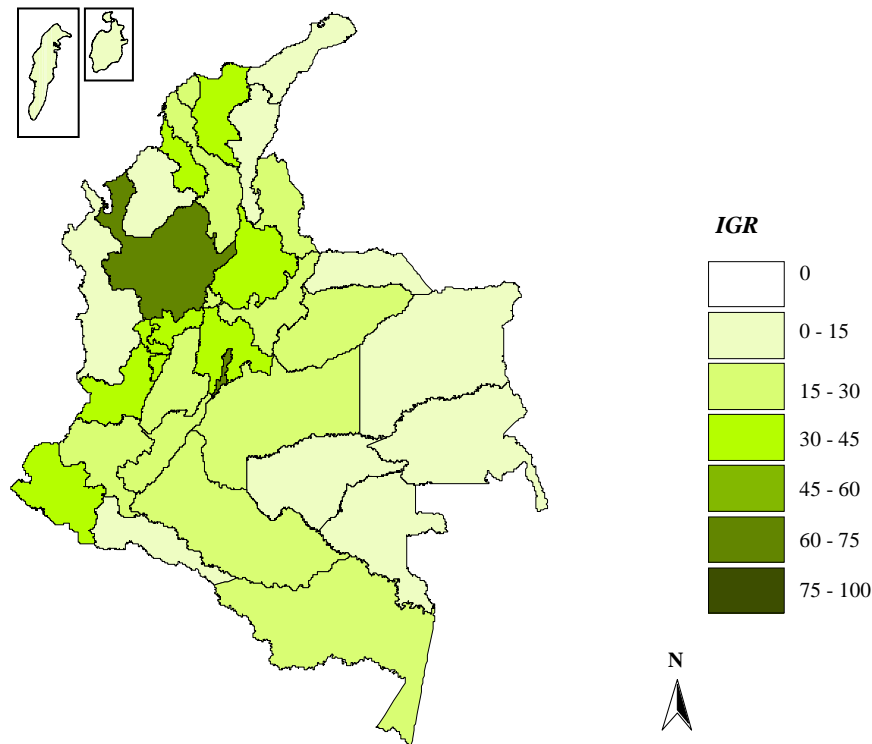


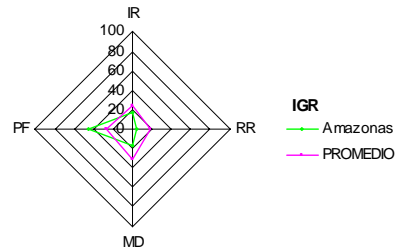
Figura 3.15. Valores de IGR para los departamentos de Colombia en el 2004

El índice de gestión del riesgo, *IGR*, solo se evaluó para el año 2004 debido a la falta de información para años anteriores. Se encontró que el departamento con mejores avances en gestión de riesgos es Antioquia, que tendría el mismo desarrollo que la ciudad Bogotá, seguido por Valle del Cauca, Risaralda, Quindío, Nariño, Magdalena, Cundinamarca y Caldas, que tienen igual nivel en gestión del riesgo. Los menores valores del *IGR* los presentan los departamentos de Vichada, Vaupés, Putumayo, Guajira, Guaviare, Guainía, Choco, Córdoba, Cesar y Arauca que presentan un desarrollo mínimo de las cuatro políticas públicas para la gestión del riesgo.

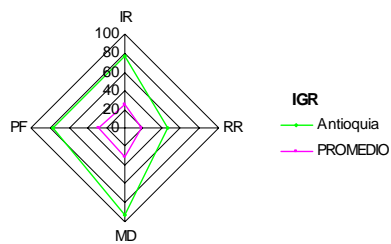
En las siguientes páginas se pueden observar los resultados obtenidos para el *IGR* en cada departamento.



Área: 110043 Km²
 Población: 70.489 habitantes
 Municipios: 11



Área: 63072 Km²
 Población: 5.377.854 habitantes
 Municipios: 125



Área: 23805 Km²
 Población: 240.190 habitantes
 Municipios: 7

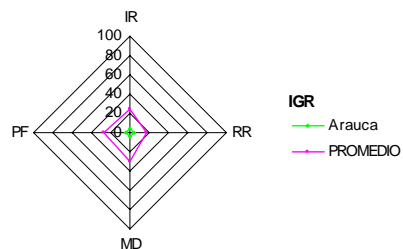
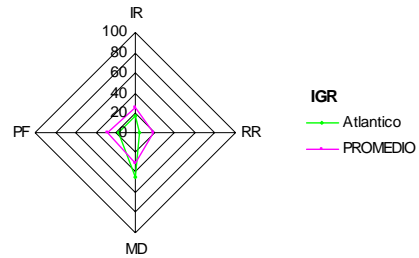


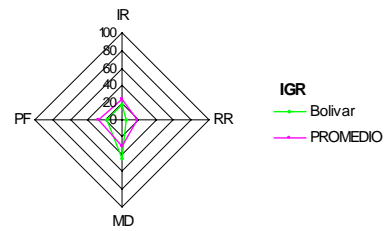
Figura 3.16. Valores de IGR_{IR} , IGR_{RR} , IGR_{MD} e IGR_{PF} para los departamentos de Colombia



Área: 3326 Km²
 Población: 2.127.567 habitantes
 Municipios: 23



Área: 26651 Km²
 Población: 1.996.906
 Municipios: 47



Área: 23075 Km²
 Población: 1.365.110 habitantes
 Municipios: 123

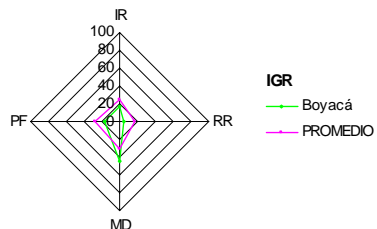


Figura 3.17. Valores de IGR_{IR} , IGR_{RR} , IGR_{MD} e IGR_{PF} para los departamentos de Colombia

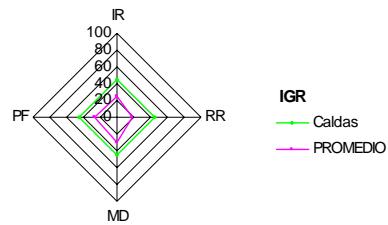


Caldas

Área: 7415 Km²

Población: 1.107.627 habitantes

Municipios: 27

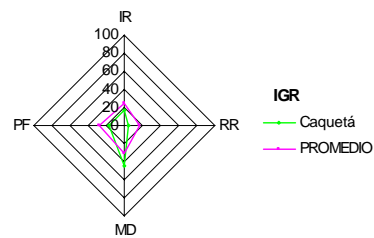


Caquetá

Área: 90073 Km²

Población: 418.998 habitantes

Municipios: 16



Casanare

Área: 44481 Km²

Población: 285.416 habitantes

Municipios: 19

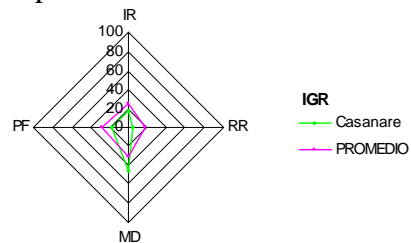


Figura 3.18. Valores de IGR_{IR}, IGR_{RR}, IGR_{MD} e IGR_{PF} para los departamentos de Colombia

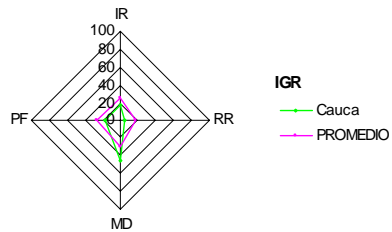


Cauca

Área: 30644 Km²

Población: 1.255.333 habitantes

Municipios: 41

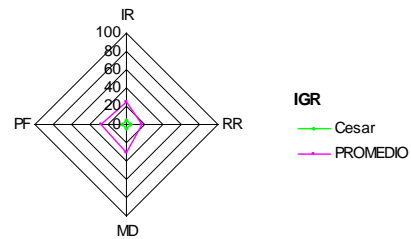


Cesar

Área: 47960 Km²

Población: 407.255 habitantes

Municipios: 31



Chocó

Área: 22374 Km²

Población: 961.535 habitantes

Municipios: 25

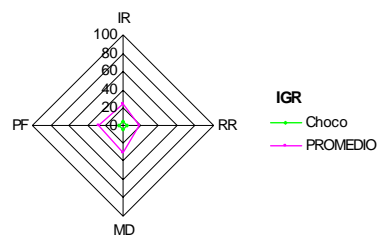


Figura 3.19. Valores de IGR_{IR} , IGR_{RR} , IGR_{MD} e IGR_{PF} para los departamentos de Colombia

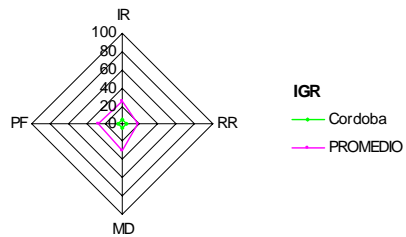


Córdoba

Área: 25046 Km²

Población: 1.322.852 habitantes

Municipios: 28

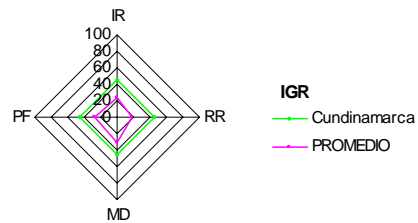


Cundinamarca

Área: 22365 Km²

Población: 2.142.260 habitantes

Municipios: 117



Guainía

Área: 71564 Km²

Población: 37.162

Municipios: 9

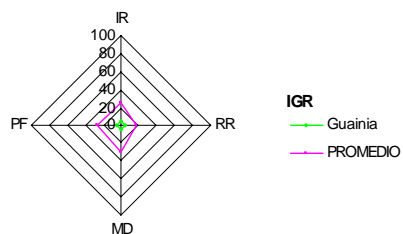


Figura 3.20. Valores de IGR_{IR}, IGR_{RR}, IGR_{MD} e IGR_{PF} para los departamentos de Colombia

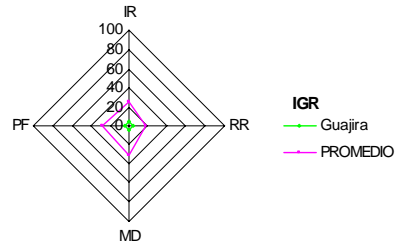


Guajira

Área: 20670 Km²

Población: 483.106 habitantes

Municipios: 15

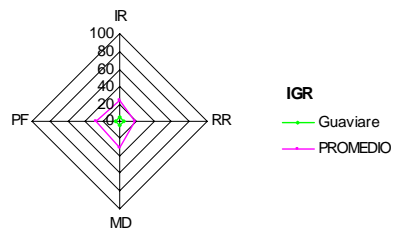


Guaviare

Área: 55451 Km²

Población: 117.189 habitantes

Municipios: 4



Huila

Área: 18710 Km²

Población: 924.968 habitantes

Municipios: 37

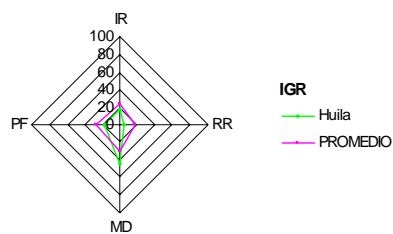
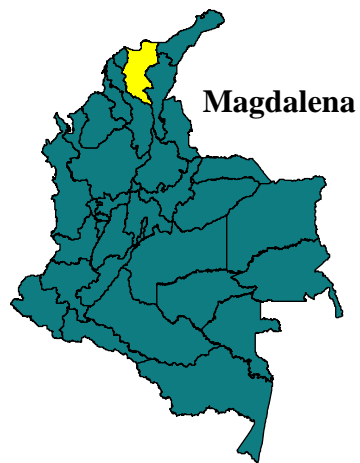
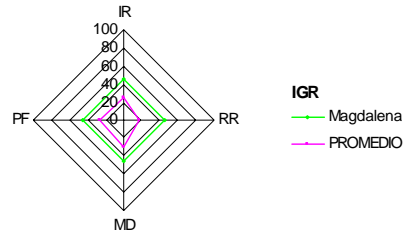


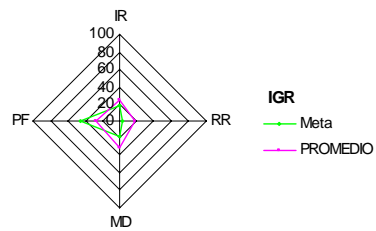
Figura 3.21. Valores de IGR_{IR} , IGR_{RR} , IGR_{MD} e IGR_{PF} para los departamentos de Colombia



Área: 23203 Km²
 Población: 1.284.135 habitantes
 Municipios: 30



Área: 85481 Km²
 Población: 700.506 habitantes
 Municipios: 29



Área: 31648 Km²
 Población: 1.632.093 habitantes
 Municipios: 64

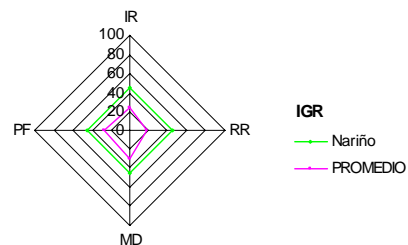


Figura 3.22. Valores de IGR_{IR} , IGR_{RR} , IGR_{MD} e IGR_{PF} para los departamentos de Colombia

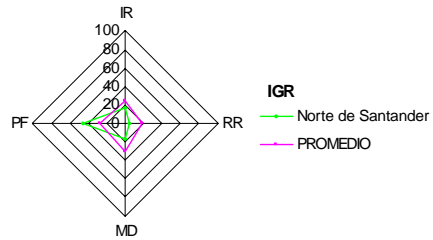


Norte de Santander

Área: 21929 Km²

Población: 1.345.697 habitantes

Municipios: 41

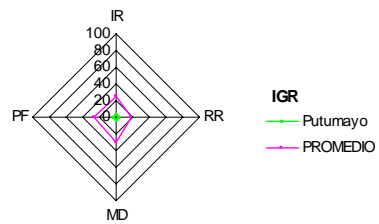


Putumayo

Área: 25892 Km²

Población: 332.434 habitantes

Municipios: 13



Quindío

Área: 1935 Km²

Población: 562.156 habitantes

Municipios: 12

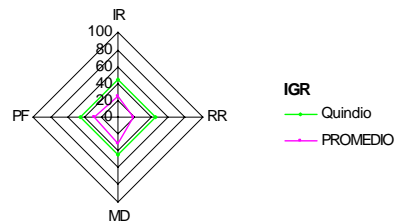
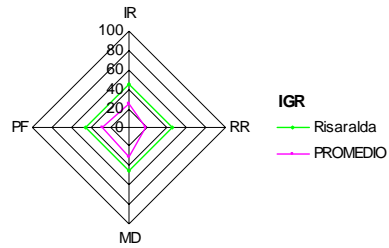


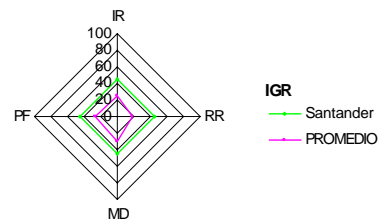
Figura 3.23. Valores de IGR_{IR} , IGR_{RR} , IGR_{MD} e IGR_{PF} para los departamentos de Colombia



Área: 3541 Km²
 Población: 944.298 habitantes
 Municipios: 14



Área: 30596 Km²
 Población: 1.964.361 habitantes
 Municipios: 87



Área: 10706 Km²
 Población: 794.631 habitantes
 Municipios: 27

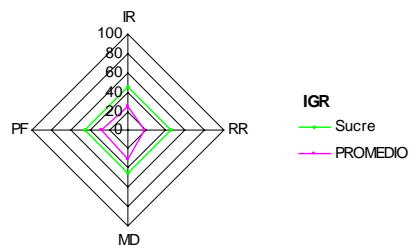


Figura 3.24. Valores de IGR_{IR} , IGR_{RR} , IGR_{MD} e IGR_{PF} para los departamentos de Colombia

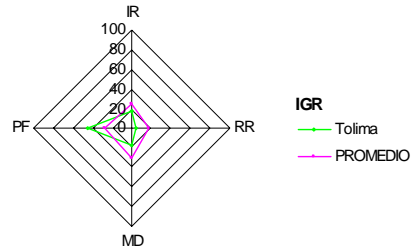


Tolima

Área: 23981 Km²

Población: 1.296.942 habitantes

Municipios: 47

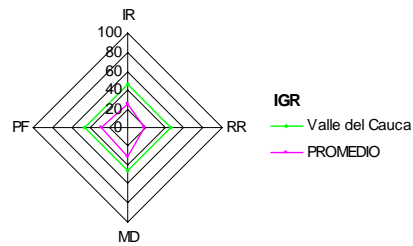


Valle del Cauca

Área: 21306 Km²

Población: 4.175.515 habitantes

Municipios: 42



Vaupés

Área: 53541 Km²

Población: 29.942 habitantes

Municipios: 6

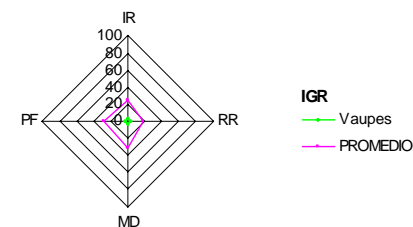


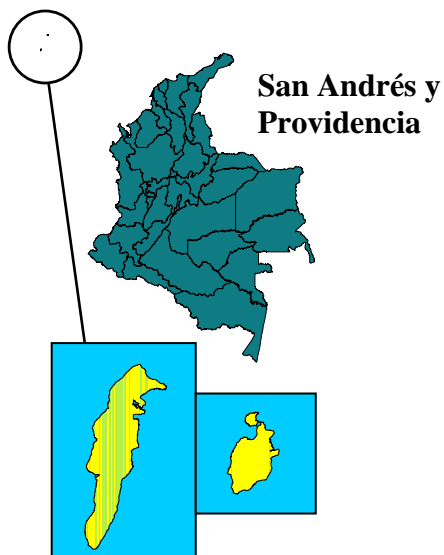
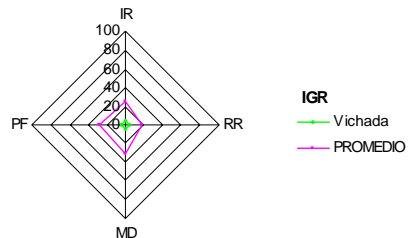
Figura 3.25. Valores de IGR_{IR} , IGR_{RR} , IGR_{MD} e IGR_{PF} para los departamentos de Colombia



Área: 100009 Km²

Población: 83.467 habitantes

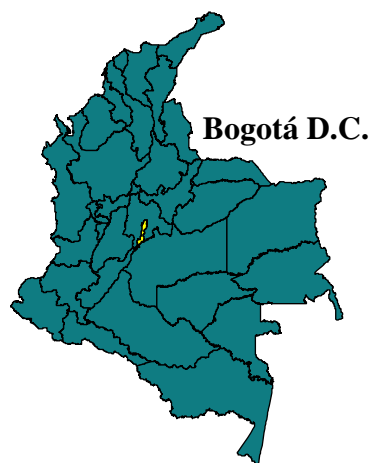
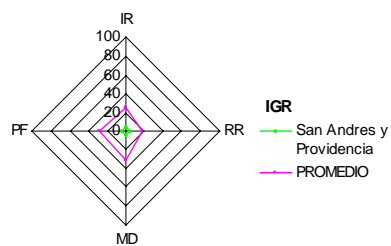
Municipios: 4



Área: 49 Km²

Población: 73.465 habitantes

Municipios: 64



Área: 1634 Km²

Población: 6.437.842 habitantes

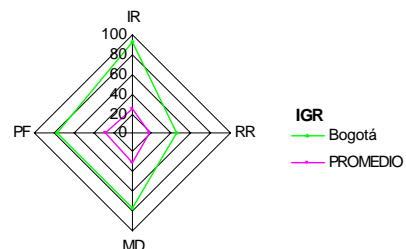


Figura 3.26. Valores de IGR_{IR} , IGR_{RR} , IGR_{MD} e IGR_{PF} para los departamentos de Colombia

3.4. IGR A NIVEL DE PAÍS: COLOMBIA

En esta evaluación de la gestión de riesgos de Colombia fue aplicada la metodología explicada en el Capítulo 2 utilizando las descripciones de la tabla 2.2 para calificar la identificación de riesgos, de la tabla 2.4 para calificar la reducción de riesgos, de la tabla 2.6 para calificar la gestión de desastres y de la tabla 2.8 para calificar los subindicadores de protección financiera y gobernabilidad.

Para la calificación de los diferentes subindicadores de las cuatro políticas públicas se contó con la colaboración de personal experto del Centro de Estudios sobre Desastres y Riesgos Naturales – CEDERI, de la Universidad de Los Andes en Bogotá, Colombia, que calificaron cada uno de los subindicadores de las cuatro políticas públicas para los años 1985, 1990, 1995, 2000 y 2003. Las tablas 3.6 a 3.9 presentan las calificaciones asignadas por los expertos.

Tabla 3.6. Calificaciones para indicadores de identificación del riesgo (IR)

	1985	1990	1995	2000	2003
IR1	2	3	3	4	4
IR2	1	2	3	3	3
IR3	2	2	3	4	4
IR4	1	1	2	3	3
IR5	1	1	3	2	2
IR6	1	2	3	2	2

Tabla 3.7. Calificaciones para indicadores de reducción del riesgo (RR)

	1985	1990	1995	2000	2003
RR1	1	2	2	3	3
RR2	1	2	3	2	2
RR3	1	1	2	2	2
RR4	1	2	3	2	2
RR5	2	2	3	4	4
RR6	1	1	2	3	3

Tabla 3.8. Calificaciones para indicadores de gestión de desastres (MD)

	1985	1990	1995	2000	2003
MD1	1	2	2	3	3
MD2	1	1	2	2	2
MD3	1	2	2	2	2
MD4	1	1	1	2	2
MD5	1	1	2	1	1
MD6	1	1	1	2	2

Tabla 3.9. Calificaciones para indicadores de gobernabilidad y protección financiera (PF)

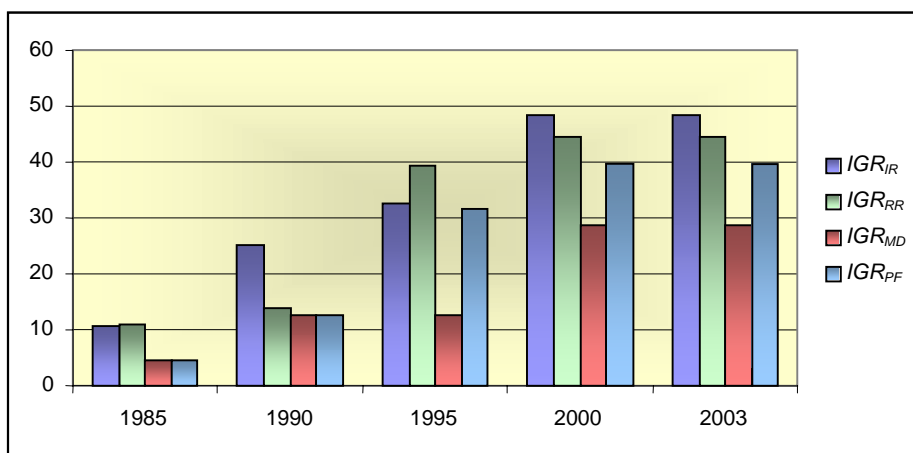
	1985	1990	1995	2000	2003
PF1	1	2	3	2	2
PF2	1	2	3	2	2
PF3	1	1	2	2	2
PF4	1	1	2	2	2
PF5	1	1	2	3	3
PF6	1	2	2	3	3

En la tabla 3.10 se presentan los resultados para los indicadores de gestión de riesgos para las cuatro políticas públicas, puede verse como ha evolucionado el país en cada una a lo largo del tiempo. Esto ultimo esta mejor representado en las figuras 3.27 y 3.28.

Tabla 3.10. Indicadores resultantes para Colombia

	1985	1990	1995	2000	2003
<i>IGR_{IR}</i>	10.54	25.07	32.46	48.41	48.41
<i>IGR_{RR}</i>	10.97	13.96	39.28	44.46	44.46
<i>IGR_{MD}</i>	4.56	12.49	12.49	28.73	28.73
<i>IGR_{PF}</i>	4.56	12.49	31.50	39.64	39.64
<i>IGR</i>	7.66	16.00	28.93	40.31	40.31

De acuerdo con lo observado en las figuras 3.27 y 3.28 en los años estudiados se ha prestado mayor atención a las dos primeras políticas públicas de gestión de riesgos, la identificación del riesgo y su reducción. Entre el año 2000 y el 2003 no se ha presentado ningún cambio en los índices, pero en general los indicadores resultantes indican un aumento en la gestión de riesgos en el país entre 1985 y el año 2003.

**Figura 3.27. Indicadores de gestión de riesgos para las cuatro políticas públicas**

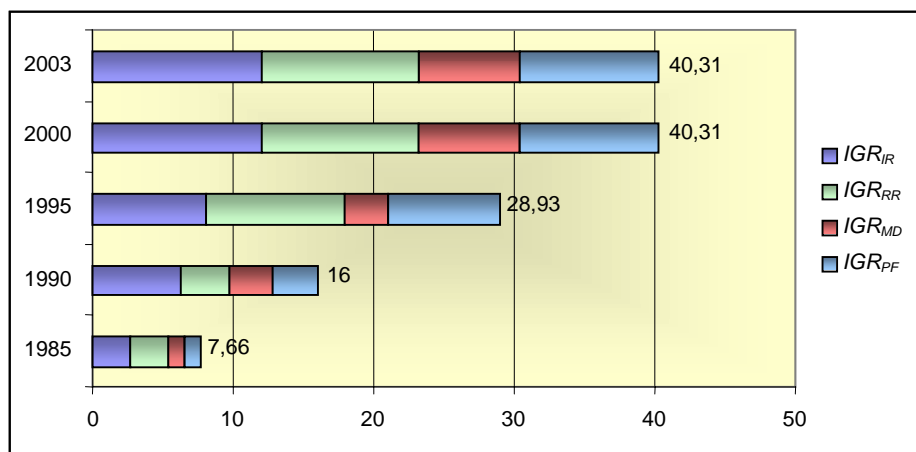


Figura 3.28. Evolución del IGR entre el año 1985 y el 2003

3.5. RESULTADOS A NIVEL REGIONAL: AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

Se evaluó la gestión de riesgos en once países de Latinoamérica y el Caribe dentro de los que se encuentran: Argentina, Chile, Colombia, Costa Rica, República Dominicana, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Jamaica, México y Perú. Se aplicó la metodología explicada en el Capítulo 2, utilizando las descripciones de la tabla 2.2 para calificar la identificación de riesgos, de la tabla 2.4 para calificar la reducción de riesgos, de la tabla 2.6 para calificar la gestión de desastres y de la tabla 2.8 para calificar los subindicadores de protección financiera. Los resultados serán comparados en este capítulo.

La valoración de cada indicador se hizo utilizando cinco niveles de desempeño: bajo, incipiente, apreciable, notable y óptimo que corresponden a un rango de 1 a 5, siendo uno el nivel más bajo y cinco el nivel más alto. Este enfoque metodológico permite utilizar cada nivel de referencia simultáneamente como un “objetivo de desempeño” y por lo tanto facilita la comparación y la identificación de resultados o logros hacia los cuales los gobiernos deben dirigir sus esfuerzos de formulación, implementación y evaluación de política en cada caso. Las calificaciones fueron dadas por expertos en el tema de la gestión de riesgos en cada uno de los países. La figura 3.29 ilustra los valores del IGR para los países cada cinco años desde 1985 a 2000.

La mayoría de los países han mejorado, empezando todos en el nivel más bajo, pero a pesar del avance, en general, presentan un IGR promedio que los coloca en un nivel de desempeño incipiente. De acuerdo con la teoría que soporta el método de evaluación utilizado, la efectividad –probable– de la gestión de riesgos, en el mejor de los casos, no alcanza el 60%. En general la efectividad alcanzada de la mayoría de los países se encuentra en un rango entre el 20% y 30% que es muy baja frente a los valores deseables de efectividad que

se deberían alcanzar. República Dominicana y Ecuador presentan, en general, un bajo nivel de desempeño en la gestión de riesgos. El *IGR* promedio de los países con mayor avance, Chile y Costa Rica, representa apenas un nivel de desempeño apreciable.

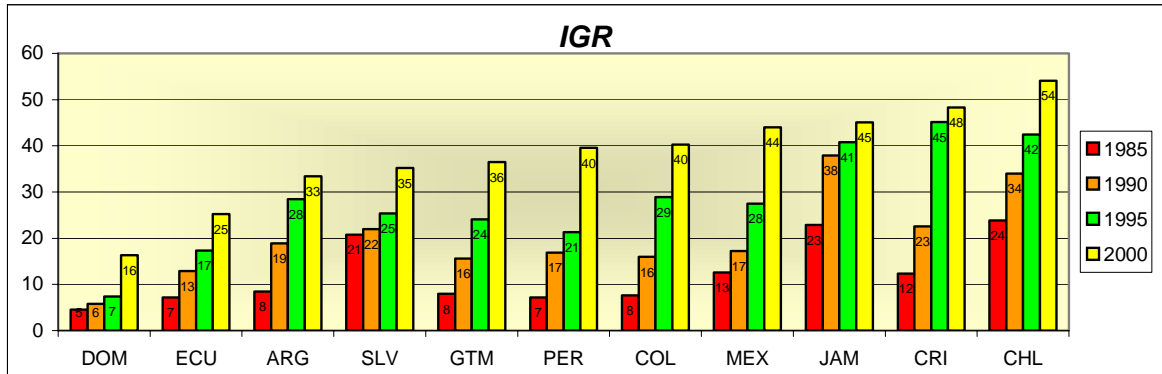


Figura 3.29. Valores del *IGR* para los países estudiados en orden ascendente

3.5.1 Índice de identificación de riesgos

La identificación del riesgo colectivo, en general, comprende la percepción individual, la representación social y la evaluación objetiva. Para poder hacer intervenir el riesgo es necesario reconocerlo, dimensionarlo y representarlo mediante modelos, mapas, índices, etc. que tengan significado para la sociedad y para los tomadores de decisiones. Metodológicamente involucra la valoración de las amenazas factibles, de los diferentes aspectos de la vulnerabilidad de la sociedad ante dichas amenazas y de su evaluación como una situación de posibles consecuencias de diferente índole en un tiempo de exposición definido como referente. Su valoración con fines de intervención tiene sentido cuando la población lo reconoce y lo comprende. Los indicadores que representan la identificación del riesgo son los siguientes y sus niveles de desempeño se describen en la tabla 2.2 en el Capítulo 2.

- IR1. Inventario sistemático de desastres y pérdidas
- IR2. Monitoreo de amenazas y pronóstico
- IR3. Evaluación mapeo de amenazas
- IR4. Evaluación de vulnerabilidad y riesgo.
- IR5. Información pública y participación comunitaria
- IR6. Capacitación y educación en gestión de riesgos

La figura 3.30 presenta los valores del IGR_{RI} para cada país en cada período.

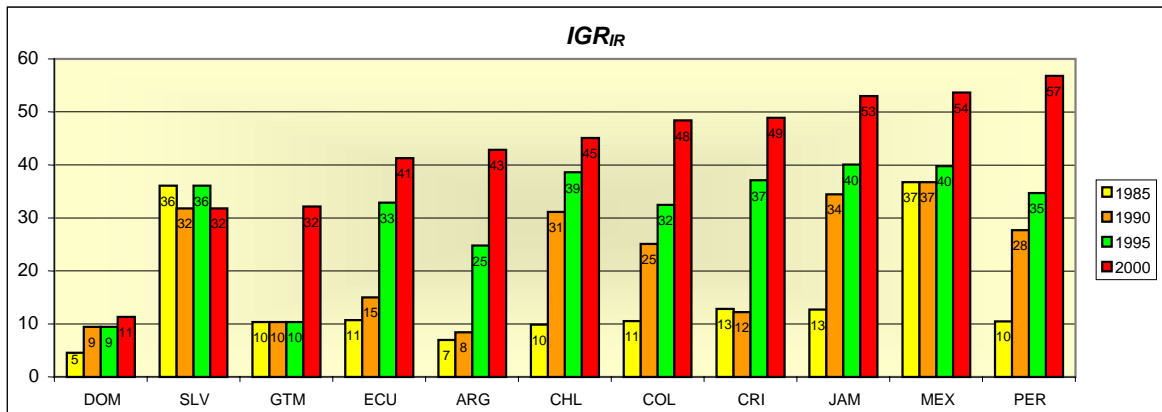


Figura 3.30. IGR_{IR} en identificación de riesgos

3.5.2 Índice de reducción de riesgos

La principal acción de gestión de riesgos es la reducción del riesgo. En general, corresponde a la ejecución de medidas estructurales y no estructurales de prevención-mitigación. Es la acción de anticiparse con el fin de evitar o disminuir el impacto económico, social y ambiental de los fenómenos peligrosos potenciales. Implica procesos de planificación, pero fundamentalmente de ejecución de medidas que modifiquen las condiciones de riesgo mediante la intervención correctiva y prospectiva de los factores de vulnerabilidad existente o potencial, y control de las amenazas cuando eso es factible. Los indicadores que representan la reducción de riesgos son los siguientes y sus niveles de desempeño se describen en la tabla 2.4 en el Capítulo 2.

- RR1. Integración del riesgo en la definición de usos del suelo y la planificación urbana
- RR2. Intervención de cuencas hidrográficas y protección ambiental
- RR3. Implementación de técnicas de protección y control de fenómenos peligrosos
- RR4. Mejoramiento de vivienda y reubicación de asentamientos de áreas propensas
- RR5. Actualización y control de la aplicación de normas y códigos de construcción
- RR6. Refuerzo e intervención de la vulnerabilidad de bienes públicos y privados

La figura 3.31 presenta los valores del IGR_{RR} para cada país en cada período.

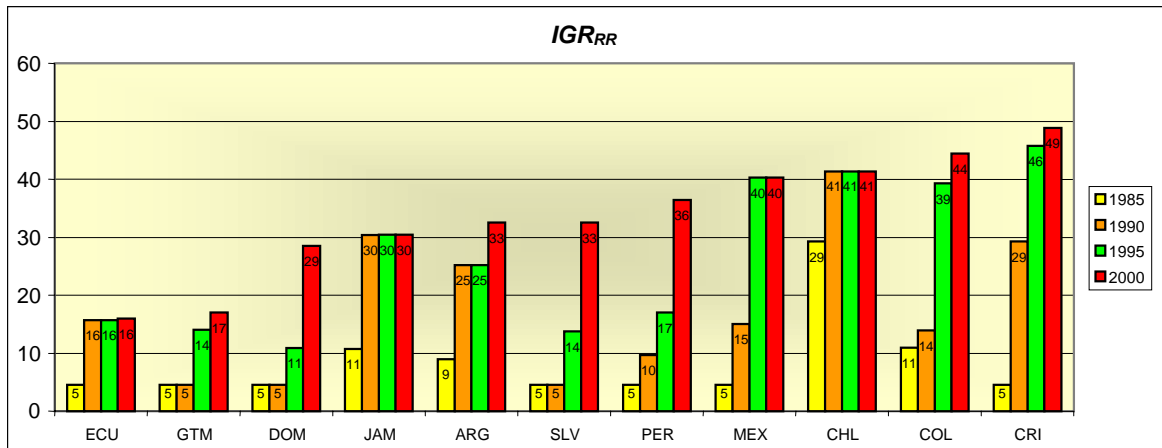


Figura 3.31. IGR en reducción de riesgos

3.5.3 Índice de gestión de desastres

La gestión de desastres corresponde a la apropiada respuesta y recuperación post desastre, que depende del nivel de preparación de las instituciones operativas y la comunidad. Esta política pública de la gestión del riesgo tiene como objetivo responder eficaz y eficientemente cuando el riesgo ya se ha materializado y no ha sido posible impedir el impacto de los fenómenos peligrosos. Su efectividad implica una real organización, capacidad y planificación operativa de instituciones y de los diversos actores sociales que verían involucrados en casos de desastre. Los indicadores que representan la capacidad para la gestión de desastres son los siguientes y sus niveles de desempeño se describen en la tabla 2.6 en el Capítulo 2.

- MD1. Organización y coordinación de operaciones de emergencia
- MD2. Planificación de la respuesta en caso de emergencia y sistemas de alerta
- MD3. Dotación de equipos, herramientas e infraestructura
- MD4. Simulación, actualización y prueba de la respuesta interinstitucional
- MD5. Preparación y capacitación de la comunidad
- MD6. Planificación para la rehabilitación y reconstrucción

La figura 3.32 presenta los valores del IGR_{MD} para cada país en cada período.

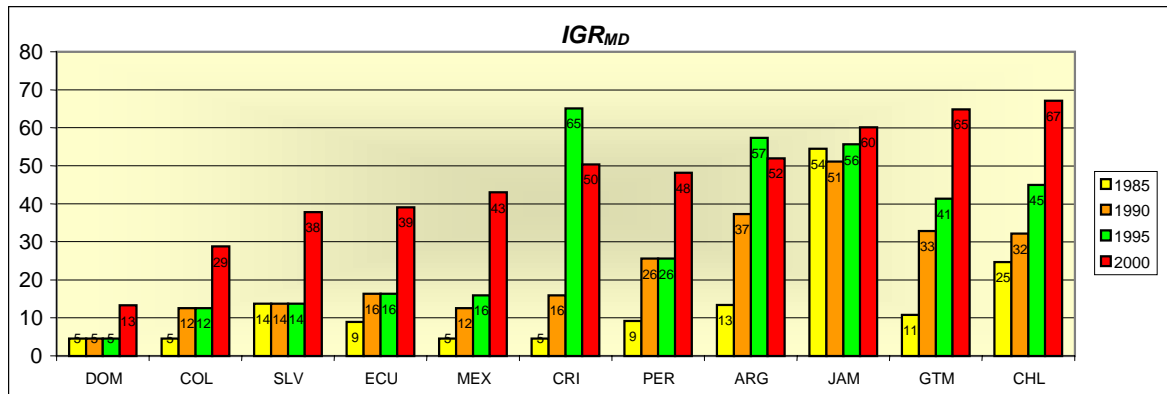


Figura 3.32. IGR en gestión de desastres

3.5.4 Índice de gobernabilidad y protección financiera

La gobernabilidad y protección financiera para la gestión de riesgos es fundamental para la sostenibilidad del desarrollo y el crecimiento económico del país. Esta política pública implica, por una parte, la coordinación de diferentes actores sociales que necesariamente tienen diversos enfoques disciplinarios, valores, intereses y estrategias. Su efectividad está relacionada con el nivel de interdisciplinariedad e integrabilidad de las acciones institucionales y de participación social. Por otra parte, dicha gobernabilidad depende de la adecuada asignación y utilización de recursos financieros para la gestión y de la implementación de estrategias apropiadas de retención y transferencia de pérdidas asociadas a los desastres. Los indicadores que representan la gobernabilidad y protección financiera son los siguientes y sus niveles de desempeño se describen en la tabla 2.8 del Capítulo 2.

- PF1. Organización interinstitucional, multisectorial y descentralizada
- PF2. Fondos de reservas para el fortalecimiento institucional
- PF3. Localización y movilización de recursos de presupuesto
- PF4. Implementación de redes y fondos de seguridad social
- PF5. Cobertura de seguros y estrategias de transferencia de pérdidas de activos públicos
- PF6. Cobertura de seguros y reaseguros de vivienda y del sector privado

La figura 3.33 presenta los valores del IGR_{PF} para cada país en cada período.

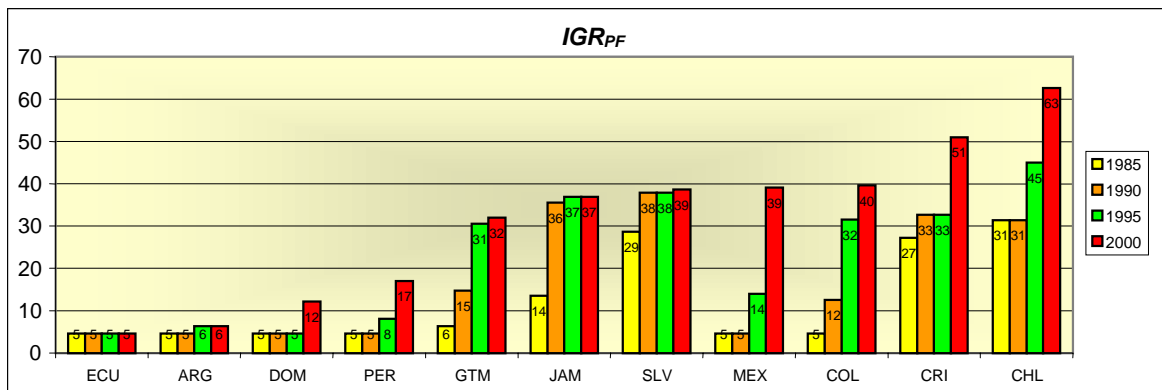


Figura 3.33. IGR en protección financiera y gobernabilidad

De las figuras 3.30 a 3.33 se concluye que Perú, México y Jamaica han logrado avances importantes en identificación de riesgos. En general la mayoría de los países presentan valores significativos en este aspecto. Costa Rica y Colombia presentan los mayores avances en reducción de riesgos, seguidos por Chile y México. En general, en este índice se presenta el menor avance en los países estudiados. En gestión de desastres los valores de desempeño más altos los presentan Chile, Guatemala y Jamaica en el 2000, aunque a mediados de los años 90 Costa Rica, Argentina y Jamaica llegaron a presentar valores notables en términos relativos. En esta política pública es en la cual se han obtenido los mayores avances en los países. Finalmente, Chile y Costa Rica registran los mayores valores en protección financiera y gobernabilidad, seguidos por Colombia y México. En general en este aspecto los países presentan el menor avance relativo.

Los pesos y las evaluaciones se realizaron en cada país, en la mayoría de los casos, por entidades encargadas de la gestión del riesgo. Estas evaluaciones, en algunos casos, parecen presentar sesgos hacia un sobre evaluación o benevolencia en el nivel de desempeño alcanzado cuando se compara con las evaluaciones realizadas por expertos locales externos, que parecen ser más sinceras. Se dejaron las primeras evaluaciones pero se considera que las evaluaciones externas también son pertinentes y que quizás con el tiempo serían lo más deseable, si se hacen en forma concertada, para no favorecer el *statu quo*.

ANEXO A – PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO Y PESOS PARA LA GESTIÓN DE RIESGOS

A.1. PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (PAJ)

El Proceso Analítico Jerárquico (Analytical Hierarchy Process - AHP) es una técnica bastante usada para la toma de decisiones con atributos múltiples (Saaty 1980; 1987). Permite la descomposición de un problema en una jerarquía y asegura que tanto los aspectos cualitativos como cuantitativos de un problema sean incorporados en el proceso de evaluación, durante la cual la opinión es extraída sistemáticamente por medio de comparaciones entre pares (*pairwise*). El PAJ es una metodología de decisión compensatoria porque las alternativas que son eficientes con respecto a uno o más objetivos pueden compensarse mediante su desempeño con respecto a otros objetivos. El PAJ permite la aplicación de datos, experiencia, conocimiento, e intuición de una forma lógica y profunda dentro de una jerarquía como un todo.

El núcleo del PAJ es una comparación de atributos entre pares ordinales; subindicadores en este contexto, en los cuales enunciados de preferencia son identificados. Para un objetivo dado, las comparaciones son realizadas por pares de subindicadores, primero planteando la pregunta “¿Cuál de los dos es el más importante?” y segundo “¿Por cuánto?”. La fortaleza de la preferencia es expresada en una escala semántica de 1 a 9, lo que permite la medida dentro del mismo orden de magnitud. La preferencia de 1 indica igualdad entre dos subindicadores mientras que una preferencia de 9 indica que un subindicador es 9 veces más grande o más importante que aquel con el que es comparado. De esta forma las comparaciones están siendo realizadas entre pares de subindicadores donde la percepción es lo suficientemente significativa para hacer una distinción. Estas comparaciones resultan en una matriz A de comparaciones (ver tabla A.1) donde $A_{ii} = 1$ y $A_{ij} = 1 / A_{ji}$.

Tabla A1. Matriz de comparaciones A de tres subindicadores (escala semántica)

Objetivo	Indicador A	Indicador B	Indicador C
Indicador A	1	3	1
Indicador B	1 / 3	1	1 / 5
Indicador C	1	5	1

Para el ejemplo ilustrado en la tabla A.1, el indicador A es tres veces más importante que el indicador B, y consecuentemente el indicador B tiene un tercio de la importancia del indicador A. Cada juicio refleja, en la realidad, la percepción de la relación de las contribuciones relativas (pesos) de los dos indicadores al objetivo total que se valora como se muestra en la tabla A.2.

Tabla A.2. Matriz de comparaciones A de tres subindicadores (pesos)

Objetivo	Indicador A	Indicador B	Indicador C
Indicador A	w_A/w_A	w_A/w_B	w_A/w_C
Indicador B	w_B/w_A	w_B/w_B	w_B/w_C
Indicador C	w_C/w_A	w_C/w_B	w_C/w_C

Los pesos relativos de los su-indicadores son calculados usando una técnica de vectores propios. Una de las ventajas de este método es que es capaz de verificar la consistencia de la matriz de comparación a través del cálculo de los valores propios (*eigenvalues*).

El PAJ tolera la inconsistencia a través de la cantidad de redundancia. Para una matriz de tamaño $n \times n$ sólo comparaciones $n-1$ son requeridas para establecer pesos para los indicadores n . El número real de comparaciones realizadas en el PAJ es $n(n-1)/2$. Esta redundancia es una característica útil como lo es, en forma análoga, la estimación de un número como resultados de obtener el promedio de repetidas observaciones. Esto conduce resulta en un conjunto de pesos que son menos sensitivos a errores de juicio. Además, esta redundancia permite la medición de los errores de juicio al dar medios para calcular una relación de inconsistencia.

Esta técnica se ajusta bien al tipo de problemas complejos de toma de decisiones que involucran metas múltiples relacionadas con la planificación. La principal ventaja del PAJ es que se basa en la comparación de pares; la mente humana puede manejar fácilmente dos problemas distintos y examinar sus diferencias.

El PAJ facilita el análisis multicriterio basado en importancias relativas. Es una técnica útil para asignar los factores de participación o importancia de los componentes de un indicador de una manera más rigurosa que la directa apreciación utilizando el “juicio” o “sentimiento” de los expertos (Hayman 1998).

Utilizando la Tabla A.3 propuesta por Saaty y Vargas (1991) para la asignación de importancias o preferencias se puede asignar un puntaje de importancia relativa por parejas de indicadores, teniendo como referencia qué tanto, en forma comparativa, cada indicador refleja el aspecto que se desea representar.

Tabla A.3. Escala de asignación de importancia comparativa entre parejas.

Juicio de Importancia	Puntaje
Extremadamente más importante	9
	8
Muy fuertemente más importante	7
	6
Fuertemente más importante	5
	4
Moderadamente más importante	3
	2
Igualmente importante	1

La asignación de los puntajes de importancia relativa se realiza comparando la importancia del primer indicador con respecto a los demás. Por ejemplo, el área destruida de edificios es moderadamente más importante (puntaje 5) que el número de centrales telefónicas afectadas, cuando se tiene como referente el riesgo sísmico físico. Con base en estos puntajes iniciales se formula la matriz para el análisis de consistencia. Esta matriz se ajusta y evalúa hasta que se considere que la consistencia es adecuada.

De acuerdo con la técnica PAJ la relación de consistencia CR (Ecuación A.1) es el cociente entre el índice de consistencia CI de una matriz de comparaciones dada y el valor del mismo índice para una matriz de comparaciones generada aleatoriamente:

$$CR = \frac{CI}{CI_{random}} \leq 0.1 \quad [A.1]$$

donde el índice de consistencia CI está definido como

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad [A.2]$$

el término λ_{max} en la ecuación A.2 es el mayor valor propio positivo de la matriz de comparaciones *pairwise*.

Hayman indica que la confiabilidad es suficiente si CR es menor o igual a 0.10. En caso contrario se debe revisar los elementos de la matriz de comparaciones con el ánimo de mejorar su consistencia. Una vez obtenida una consistencia aceptable se procede a calcular el vector propio principal y normalizarlo, así se determinan los valores ajustados de los factores de participación. Los valores finales de los factores de participación se obtuvieron de apreciaciones de expertos relacionados con la prevención de desastres y planificación. A continuación se presentan las matrices para los indicadores que constituyen cada una de las cuatro políticas públicas de gestión de riesgos que se estudian, y los cálculos para la obtención de los pesos utilizados en la evaluación del Índice de Gestión de Riesgos, IGR .

A.2. PESOS PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO

A continuación se presentan las matrices de importancias relativas asignadas por los expertos de la Dirección de Prevención y Atención de Desastres de la ciudad de Bogotá D.C. con su respectiva relación e índice de consistencia y los pesos obtenidos a partir de su vector propio principal para los subindicadores de las cuatro políticas públicas.

Identificación del riesgo

IR1	Inventario sistemático de desastres y pérdidas
IR2	Monitoreo de amenazas y pronóstico
IR3	Evaluación de amenazas y su representación
IR4	Evaluación de vulnerabilidad y riesgo
IR5	Información pública y participación comunitaria
IR6	Capacitación y educación en gestión de riesgos

Matriz de importancias relativas para la identificación riesgo (DPAE)

	IR1	IR2	IR3	IR4	IR5	IR6
IR1	1	0,2	0,2	0,2	1	0,3
IR2	5	1	0,5	1	5	2
IR3	5	2	1	2	5	4
IR4	5	1	0,5	1	5	2
IR5	1	0,2	0,2	0,2	1	0,3
IR6	3	0,5	0,25	0,5	3	1

Valor propio = 6,0877

$CI = 0,018$

$CR = 0,014$

Pesos utilizados para los indicadores de identificación del riesgo

	Vector propio principal	Vector propio principal normalizado	Pesos
IR1	0,0982	0,05	5
IR2	0,4441	0,22	22
IR3	0,728	0,36	36
IR4	0,4441	0,22	22
IR5	0,0969	0,05	5
IR6	0,2381	0,12	12

Reducción del riesgo

RR1	Integración del riesgo en la definición de usos y la planificación
RR2	Intervención de cuencas hidrográficas y protección ambiental
RR3	Implementación de técnicas de protección y control de fenómenos
RR4	Mejoramiento de vivienda y reubicación de asentamientos
RR5	Actualización y control de la aplicación de normas y códigos
RR6	Intervención de la vulnerabilidad de bienes públicos y privados

Matriz de importancias relativas para la reducción del riesgo (DPAE)

	RR1	RR2	RR3	RR4	RR5	RR6
RR1	1	1	0,25	0,5	3	1
RR2	1	1	0,25	0,50	3	1
RR3	4	4	1	2	5	4
RR4	2	2	0,5	1	5	2
RR5	0,33	0,33	0,2	0,2	1	0,3
RR6	1	1	0,25	0,5	3	1

Valor propio = 6,1343

CI = 0,027

CR = 0,022

Pesos utilizados para los indicadores de reducción del riesgo

	Vector propio principal	Vector propio principal normalizado	Pesos
RR1	0,3172	0,14	14
RR2	0,1896	0,09	9
RR3	0,1597	0,07	7
RR4	0,69	0,31	31
RR5	0,4382	0,20	20
RR6	0,4122	0,19	19

Gestión de desastres

MD1	Organización y coordinación de operaciones de emergencia
MD2	Planificación de la respuesta en caso de emergencia y sistemas de alerta
MD3	Dotación de equipos, herramientas e infraestructura
MD4	Simulación, actualización y prueba de la respuesta interinstitucional
MD5	Preparación y capacitación de la comunidad
MD6	Planificación para la rehabilitación y reconstrucción

Matriz de importancias relativas para el gestión de desastres (DPAE)

	MD1	MD2	MD3	MD4	MD5	MD6
MD1	1	2	2	5	4	5
MD2	0,5	1	1	5	2	5
MD3	0,5	1	1	5	2	5
MD4	0,2	0,2	0,2	1	0,33	1
MD5	0,3	0,5	0,5	3	1	3
MD6	0,2	0,2	0,2	1	0,33	1

Valor propio = 6,0684

CI = 0,014

CR = 0,011

Pesos utilizados para los indicadores de gestión de desastres

	Vector propio principal	Vector propio principal normalizado	Pesos
MD1	0,2272	0,11	11
MD2	0,2272	0,11	11
MD3	0,8023	0,40	40
MD4	0,4392	0,22	22
MD5	0,0923	0,05	5
MD6	0,2272	0,11	11

Gobernabilidad y protección financiera

PF1	Organización interinstitucional, multisectorial y descentralizada
PF2	Fondos de reservas para el fortalecimiento institucional
PF3	Localización y movilización de recursos de presupuesto
PF4	Implementación de redes y fondos de seguridad
PF5	Seguros y estrategias de transferencia de pérdidas activos públicos
PF6	Cobertura de seguros y reaseguros de vivienda y del sector privado

Matriz de importancias relativas para la protección financiera (DPAE)

	PF1	PF2	PF3	PF4	PF5	PF6
PF1	1	0,33	2	5	2	5
PF2	3	1	5	6	5	6
PF3	0,5	0,2	1	3	1	3
PF4	0,2	0,17	0,33	1	0,33	1
PF5	0,5	0,2	1	3	1	3
PF6	0,2	0,17	0,17	1	0,33	1

Valor propio = 6,0909

$CI = 0,018$

$CR = 0,015$

Pesos utilizados para los indicadores de protección financiera

	Vector propio principal	Vector propio principal normalizado	Pesos
PF1	-0,3942	0,21	21
PF2	-0,8583	0,46	46
PF3	-0,2159	0,12	12
PF4	-0,0887	0,05	5
PF5	-0,2159	0,12	12
PF6	-0,0828	0,04	4

ANEXO B – ASPECTOS BÁSICOS DE LA TEORÍA DE CONJUNTOS DIFUSOS

La lógica de conjuntos difusos o borrosos, como su nombre lo indica, trabaja con conjuntos que no tienen límites perfectamente definidos, es decir, la transición entre la pertenencia y no-pertenencia de una variable a un conjunto es gradual. Se caracteriza por las funciones de pertenencia, que dan flexibilidad a la modelación utilizando expresiones lingüísticas, tales como mucho, poco, leve, severo, escaso, suficiente, caliente, frío, joven, viejo, etc. Surgió de la necesidad de solucionar problemas complejos con información imprecisa, para los cuales la matemática y lógica tradicionales no son suficientes. La lógica difusa es un lenguaje que permite trasladar sentencias sofisticadas del lenguaje natural a un formalismo matemático.

La lógica difusa fue desarrollada a partir de 1960 por Lotfi Zadeh, guiado por el principio de que las matemáticas pueden ser usadas para encadenar el lenguaje con la inteligencia humana. Algunos conceptos pueden ser mejor definidos con palabras, los conjuntos difusos ayudan a construir mejores modelos de la realidad.

B.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

Conjunto Difuso: Un conjunto difuso expresa el grado de pertenencia al conjunto que tiene cada uno de los elementos. El conjunto difuso A en X puede definirse como el conjunto de los pares ordenados:

$$A = \{(x, \mu_A(x)) | x \in X\} \quad [B.1]$$

donde $\mu_A(x)$ es la función de pertenencia al conjunto difuso.

Función de pertenencia: Esta función da para cada elemento de X un grado de membresía al conjunto A . El valor de esta función está en el intervalo entre 0 y 1, siendo 1 el valor para máxima pertenencia. Si el valor de esta función se restringiera solamente a 0 y 1, se tendría un conjunto clásico, o no-difuso. Esta función no es única. Las funciones utilizadas más frecuentemente son las de tipo trapezoidal, singleton, triangular, S , exponencial, tipo Π (forma de campana). En la figura B.1 se pueden presentar diferentes tipos de funciones de pertenencia.

Apoyo: El apoyo del conjunto difuso A es el conjunto de todos los puntos x para los cuales la función de pertenencia ($\mu_A(x)$) es mayor que cero.

Centro: El centro de un conjunto difuso A es el conjunto de todos los puntos para los cuales la función de pertenencia ($\mu_A(x)$) es igual a 1.

Normalidad: Un conjunto difuso es normal si siempre existe un punto para el cual la función de pertenencia es 1, es decir el centro no está vacío.

Puntos de Crossover: Son los puntos del conjunto difuso para los cuales $\mu_A(x)=0.5$

Difuso simple (Singleton): Es el conjunto difuso para el cual el apoyo es solamente un punto, en el cual el valor de la función de pertenencia es 1.

En la tabla B.1 se encuentran algunas características matemáticas de los conjuntos difusos.

En los conjuntos difusos son aplicables las tres operaciones básicas de los conjuntos clásicos (unión, intersección y complemento). En la tabla B.2 se encuentran algunas de las operaciones básicas de los conjuntos difusos.

B.2. DESFUSIFICACIÓN

Los problemas basados en conjuntos difusos se originan de la utilización de calificaciones lingüísticas. Luego de formar los conjuntos difusos correspondientes a un determinado problema, es necesario obtener una respuesta de estos. En muchos casos es importante que esta respuesta no sea difusa y se debe pasar de una respuesta difusa a una que no lo es. Para lograr esto se ha desarrollado el concepto de *desfusificación*. Se han propuesto varios métodos

para lograr esta transformación; algunos de ellos se explican a continuación. El método de *desfusificación* debe ser escogido de acuerdo con la aplicación que se desea hacer (Jang 1997).

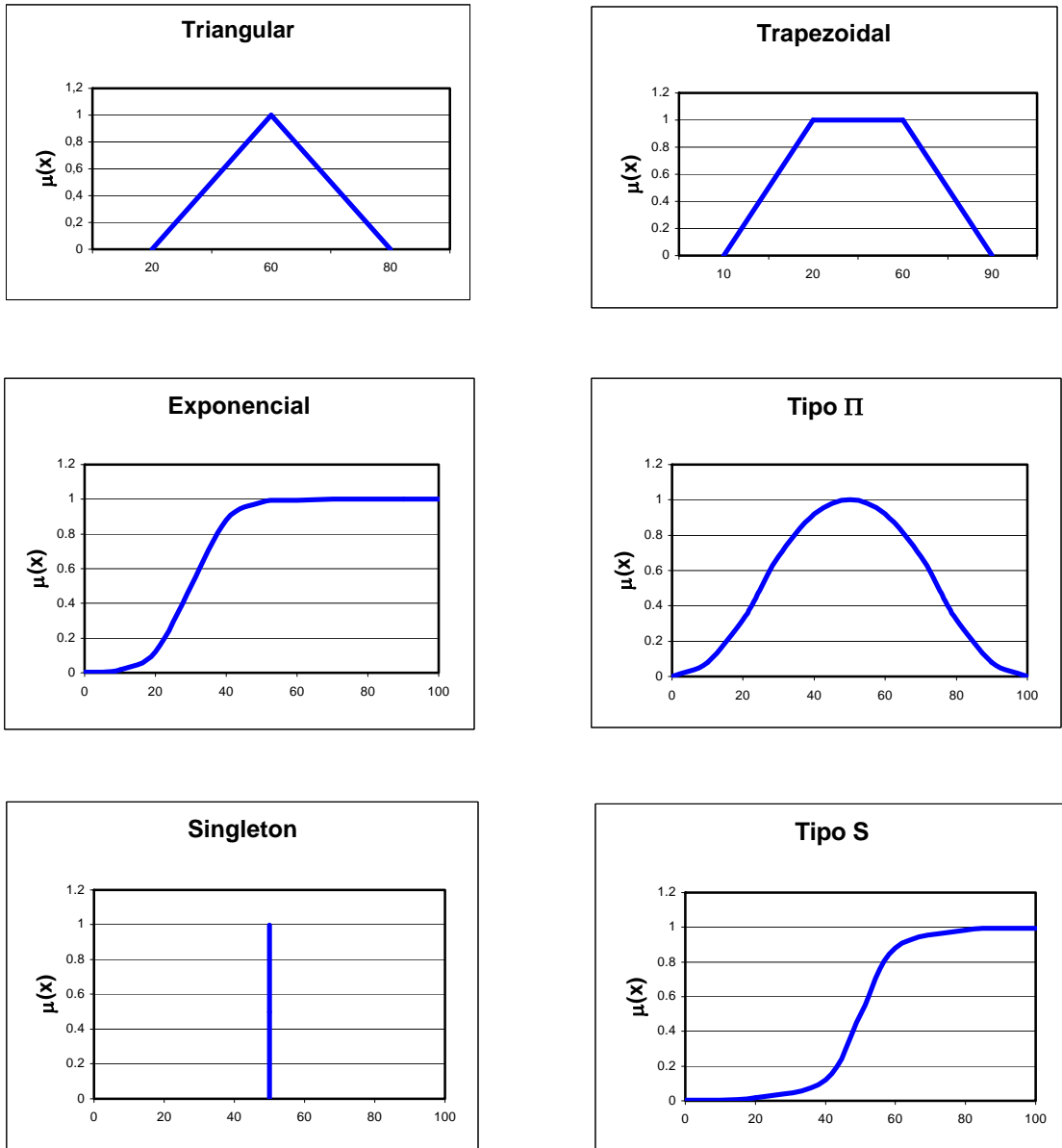


Figura B.1. Tipos de funciones de pertenencia

Tabla B.1. Características matemáticas de los conjuntos difusos

Característica Matemática	Definición
α -corte	$A_\alpha = \{x \mu_A(x) \geq \alpha\}$
α -corte marcado	$A'_\alpha = \{x \mu_A(x) > \alpha\}$
Convexidad	Un conjunto es convexo si y solo si para cualesquiera $x_1, x_2 \in X$ y cualquier $\lambda \in [0,1]$ se cumple que: $\mu_A(\lambda x_1 + (1-\lambda)x_2) \geq \min\{\mu_A(x_1), \mu_A(x_2)\}$ Se dice que un conjunto es convexo si todos su conjuntos de nivel α son convexos.
Números difusos	Es un conjunto difuso en la recta real (R) que satisface las condiciones de normalidad y convexidad.
Ancho de conjuntos difusos normales y convexos	Esta definido como la distancia entre los dos únicos puntos de crossover $Ancho(A) = x_2 - x_1 $ donde $\mu_A(x_1) = \mu_A(x_2) = 0.5$
Simetría	Un conjunto difuso es simétrico si alrededor de un punto $x=c$ se cumple $\mu_A(c+x) = \mu_A(c-x)$, para todo $x \in X$
Conjunto difuso abierto a la derecha	Un conjunto difuso A es abierto a la derecha si cumple que: $\lim_{x \rightarrow -\infty} \mu_A(x) = 1$ y $\lim_{x \rightarrow +\infty} \mu_A(x) = 0$
Conjunto difuso abierto a la izquierda	Un conjunto difuso A es abierto a la izquierda si cumple que: $\lim_{x \rightarrow -\infty} \mu_A(x) = 0$ y $\lim_{x \rightarrow +\infty} \mu_A(x) = 1$
Conjunto difuso cerrado	Un conjunto difuso A es cerrado si cumple que: $\lim_{x \rightarrow -\infty} \mu_A(x) = \lim_{x \rightarrow +\infty} \mu_A(x) = 0$

Tabla B.2. Operaciones entre conjuntos difusos

Operación	Definición
Contención o Subconjunto	A es subconjunto de B si y solo si $\mu_A(x) \leq \mu_B(x)$, para todo x . $A \subseteq B \Leftrightarrow \mu_A(x) \leq \mu_B(x)$
Unión	La unión de los conjuntos difusos A y B es el conjunto difuso C , y se escribe como $C = A \cup B$ ó $C=A$ OR B , su función de pertenencia está dada por $\mu_C(x) = \max(\mu_A(x), \mu_B(x)) = \mu_A(x) \vee \mu_B(x)$
Intersección	La intersección de los conjuntos difusos A y B es el conjunto difuso C , y se escribe como $C = A \cap B$ ó $C=A$ AND B , su función de pertenencia está dada por $\mu_C(x) = \min(\mu_A(x), \mu_B(x)) = \mu_A(x) \wedge \mu_B(x)$
Complemento (negación)	El complemento del conjunto difuso A , denotado por \bar{A} ($\neg A$, NOT A), se define como $\mu_{\bar{A}}(x) = 1 - \mu_A(x)$

Tabla B.2. Operaciones entre conjuntos difusos (continuación)

Operación	Definición
Producto cartesiano	Si A y B son conjuntos difusos en X y Y , el producto cartesiano de los conjuntos A y B $A \times B$ en el espacio $X \times Y$ tiene la función de pertenencia $\mu_{A \times B}(x, y) = \min(\mu_A(x), \mu_B(y))$
Co-producto cartesiano	$A + B$ en el espacio $X \times Y$ tiene la función de pertenencia $\mu_{A \times B}(x, y) = \max(\mu_A(x), \mu_B(y))$

Centroide de área (COA)

Este método consiste en hallar para cada conjunto difuso su área y la ubicación del centroide. Luego se hace el producto entre ellos y se suman, para posteriormente dividir este resultado por la sumatoria total de las áreas, como se muestra en la ecuación B.2.

$$\text{Valor desfusificado} = \bar{X} = \frac{\sum A_i \bar{x}_i}{\sum A_i} \tag{B.2}$$

$$\text{ó } COA = \frac{\int \mu_A(x) x dx}{\int \mu_A(x) dx}$$

Procedimiento máximo

Aquí se supone que la función de pertenencia tiene solamente un punto máximo simple, se toma el valor de *desfusificación* en este punto máximo,

$$y_0(B) = \arg \max \{ \mu_B(y) | y \in Y \} \tag{B.3}$$

En caso que la función de pertenencia de la salida tenga varios puntos máximos, se crea un grupo (B_{max}) con estos puntos (soluciones óptimas),

$$B_{max} = \left\{ y \in Y \mid \mu(y) = \max_{z \in Y} \mu_B(z) \right\} \tag{B.4}$$

De este grupo de máximos se debe obtener un único punto. Esto se puede hacer de varias formas. Un método es escoger aleatoriamente un punto optimo (supone que todas las soluciones son igualmente buenas), pero preferiblemente

que sea un punto en la mitad del conjunto de soluciones. La solución puede escogerse también hallando el valor medio del conjunto, si este es un conjunto finito,

$$y_0(B) = \frac{1}{N} \sum_{y \in B_{\max}} y \quad [\text{B.5}]$$

donde N es el número de elementos en el conjunto.

Centro de gravedad

Con este método se tiene en cuenta información relacionada con la función de pertenencia μ_B . Se toma la media de todos los pesos como se indica en la ecuación B.4.

$$y_0(B) = \frac{1}{\sum \mu_B(y)} \sum_{y \in B_{\max}} y \mu_B(y) \quad [\text{B.4}]$$

B.3. REGLAS DIFUSAS SI-ENTONCES

En una regla difusa se asume como: Si x es A entonces y es B , donde A y B son valores lingüísticos definidos por conjuntos difusos dentro de los universos X y Y . Como en la lógica clásica a menudo “ x es A ” es llamada *premisa* y “ y es B ” es llamada la *conclusión o consecuencia*. Este tipo de reglas puede ser utilizado para modelar y analizar un sistema. Varios métodos para calcular la relación $R = A \rightarrow B$ han sido propuestos. R puede ser visto como un conjunto difuso con una función de pertenencia en dos dimensiones,

$$\mu_R(x, y) = f(\mu_A(x), \mu_B(y)) = f(a, b) \quad [\text{B.5}]$$

También llamado razonamiento aproximado es un procedimiento de inferencia que saca conclusiones con reglas *si-entonces* utilizando conjuntos difusos (Jang 1997).

Siendo A , A' , y B conjuntos difusos que pertenecen a X , X , y Y respectivamente. Asume que la implicación difusa $A \rightarrow B$ es expresada como una relación R en $X \times Y$. El conjunto difuso B inducido por “ x es A ” y la regla difusa “si x es A entonces y es B ” están definidos así,

$$\mu_{B'}(y) = \max_x \min[\mu_{A'}(x), \mu_R(x, y)] \quad [\text{B.6}]$$

$$= \bigvee_x [\mu_{A'}(x) \wedge \mu_R(x)]$$

De acuerdo al problema que se desea resolver se han desarrollado diferentes reglas para el razonamiento difuso, en estas puede variar el número de antecedentes y de consecuencias. Se emplea también diferentes operadores para relacionar los conjuntos difusos como *Y*, *O*, *implicación*, *desfusificación*, entre otros.

La teoría de conjuntos difusos ha sido amplia mente aplicada en campos como: la Medicina, Economía, Ecología y Biología. Se ha empleado en empresas de producción de artículos eléctricos y electrónicos como una herramienta de control, se ha utilizado para el desarrollo de procesadores y computadoras.

Los conjuntos difusos son usados para toma de decisiones y estimaciones en Sistemas de Control como son: aire acondicionado, control de automóviles y controladores en sistemas industriales.

En general la lógica difusa es aplicada en cualquier campo donde sea muy difícil o casi imposible crear un modelo, en sistemas controlados por expertos humanos, en sistemas donde se tienen entradas y salidas que son continuas y complejas, en sistemas que utilizan observaciones humanas como entradas o reglas básicas, y en cualquier sistema en el cual se trabaje con conceptos vagos o imprecisos.

REFERENCIAS

- Barbat, A. H. (2003a). "Vulnerability and Disaster Risk Indices from Engineering Perspective and Holistic Approach to Consider Hard and Soft Variables at Urban Level", *IADB/IDEA Program on Indicators for Disaster Risk Management*, <http://idea.unalmzl.edu.co>, Universidad Nacional de Colombia, Manizales.
- Barbat, A. H. (2003b). "Detailed application of the holistic approach for seismic risk evaluation on an urban center using relative indices", *IADB/IDEA Program on Indicators for Disaster Risk Management*, <http://idea.unalmzl.edu.co>, Universidad Nacional de Colombia, Manizales.
- Benson, C. (2003a). *The Economy-wide Impact of Natural Disasters in Developing Countries*. London: University of London.
- Benson, C. (2003b). "Potential approaches to the development of indicators for measuring risk from a macroeconomic perspective", *IADB/IDEA Program on Indicators for Disaster Risk Management*, <http://idea.unalmzl.edu.co>, Universidad Nacional de Colombia, Manizales.
- Benson, C. (2004). "Macroeconomic Concepts of Vulnerability: Dynamics, Complexity and Public Policy", in *Mapping Vulnerability: Disasters, Development and People*, G. Bankoff, G. Frerks, D. Hilhorst (Ed), Earthscan Publishers, London.
- Briguglio, L. (2003a). "Some Considerations with Regard to the Construction of an Index of Disaster Risk with Special Reference to Islands and Small States", *IADB/IDEA Program on Indicators for Disaster Risk Management*, <http://idea.unalmzl.edu.co>, Universidad Nacional de Colombia, Manizales.
- Briguglio, L. (2003b). "Methodological and practical considerations for constructing socio-economic indicators to evaluate disaster risk", *IADB/IDEA Program on Indicators for Disaster Risk Management*, <http://idea.unalmzl.edu.co>, Universidad Nacional de Colombia, Manizales.

- Cardona, O.D. (1985). "Hazard, Vulnerability and Risk Assessment", unedited working paper, *Institute of Earthquake Engineering and Engineering Seismology IZIS*, Skopje, Yugoslavia.
- Cardona, O.D. (1986). "Estudios de Vulnerabilidad y Evaluación del Riesgo Sísmico: Planificación Física y Urbana en Áreas Propensas", Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, *Boletín Técnico AIS* No. 33, Bogotá, Colombia.
- Cardona, O. D. y Barbat, A. H. (2000). *El Riesgo Sísmico y su Prevención*, Cuaderno Técnico 5, Calidad Siderúrgica, Madrid, España.
- Cardona, O.D. (2001). *Estimación Holística del Riesgo Sísmico utilizando Sistemas Dinámicos Complejos*. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España.
- Cardona, O.D. (2004). "The Need for Rethinking the Concepts of Vulnerability and Risk from a Holistic Perspective: A Necessary Review and Criticism for Effective Risk Management", in *Mapping Vulnerability: Disasters, Development and People*, G. Bankoff, G. Frerks, D. Hilhorst (Ed.), Earthscan Publishers, London, UK.
- Cardona, O.D.; Hurtado, J. E.; Duque, G.; Moreno, A.; Chardon, A.C.; Velásquez, L. S. y Prieto, S. D. (2003a). "La Noción de Riesgo desde la Perspectiva de los Desastres: Marco Conceptual para su Gestión Integral". *IADB/IDEA Programa de Indicadores para la Gestión de Riesgos*, <http://idea.unalmzl.edu.co>, Universidad Nacional de Colombia, Manizales
- Cardona, O.D.; Hurtado, J. E.; Duque, G.; Moreno, A.; Chardon, A.C.; Velásquez, L. S. y Prieto, S. D. (2003b). "Indicadores para la Medición del Riesgo: Fundamentos para un Enfoque Metodológico", *IADB/IDEA Programa de Indicadores para la Gestión de Riesgos*, <http://idea.unalmzl.edu.co> Universidad Nacional de Colombia, Manizales.
- Cardona, O.D.; Hurtado, J. E.; Duque, G.; Moreno, A.; Chardon, A.C.; Velásquez, L. S. y Prieto, S. D. (2004a). "La noción del riesgo desde la perspectiva de los desastres", *IADB/IDEA Programa de Indicadores para la Gestión de Riesgos*, <http://idea.unalmzl.edu.co>, Universidad Nacional de Colombia, Manizales.
- Cardona, O. D. Hurtado, J. E.; Duque, G.; Moreno, A.; Chardon, A.C.; Velásquez, L. S. y Prieto, S. D. (2004b). "Dimensionamiento relativo del riesgo y de la gestión - Metodología Utilizando Indicadores a Nivel Nacional" *IADB/IDEA Programa de Indicadores para la Gestión de Riesgos*, <http://idea.unalmzl.edu.co>, Universidad Nacional de Colombia, Manizales.
- Carreño-Tibaduiza, M.L (2001). *Sistema Experto para la Evaluación del Daño Postsísmico en Edificios*, Tesis de Magister, Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad de Los Andes, Bogotá, Colombia.
- Carreño Tibaduiza, M.L.; Cardona O.D. y Barbat A. (2005). *Sistema de indicadores para la evaluación de riesgos*. Colección de Monografías Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería – CIMNE, Barcelona, España.
- Comfort, L.K. (1999). *Shared Risk: Complex Systems in Seismic Response*, Pergamon, New York.

- Comfort, L. (2003). "Measuring Vulnerability to Hazards: Concepts, Methods, and Practice", *IADB/IDEA Programa de Indicadores para la Gestión de Riesgos*, <http://idea.unalmz1.edu.co>, Universidad Nacional de Colombia, Manizales.
- Davis, I. (2003). "The Effectiveness of Current Tools for the Identification, Measurement, Analysis and Synthesis of Vulnerability and Disaster Risk", *IADB/IDEA Programa de Indicadores para la Gestión de Riesgos*, <http://idea.unalmz1.edu.co>, Universidad Nacional de Colombia, Manizales.
- Gilbert, R., Kreimer, A. (1999). "Learning from the World Bank's Experience of Natural Disaster Related Assistance", *Urban and Local Government Working Paper Series 2*, World Bank Washington, DC.
- Hayman, B. (1998). *Fundamentals of Engineering Design*, Upper Saddle River, Prentice Hall, New Jersey.
- Heyman, B, Davis, C., Krumpel, P.F. (1991). "An Assessment of Worldwide Disaster Vulnerability". *Disaster Management* 4(1): 3-14
- ISDR (2003). "A framework to guide and monitor disaster risk reduction", draft proposal, *ISDR/UNDP*, <http://www.unisdr.org/dialogue/basicdocument.htm>
online conference <http://www.unisdr.org/dialogue/>
- Jang, J.-S.R., Sun, C.-T. y Mitsutani, E. (1997). *Neuro-Fuzzy and Soft Computing, A Computational Approach to Learning and Machine Intelligence*, Prentice Hall, New Jersey.
- JRC-EC (2003). "First Workshop on Composite Indicators of Country Performance", *Applied Statistics Group, Joint Research Centre, European Commission, Institute for Protection and Security of the Citizen Technological and Economic Risk Management*, Ispra, Italy.
- Lavell, A. (2000). "Draft Annotated Guidelines for Inter-Agency Collaboration in Programming for Disaster Reduction", unprinted for *Emergency Response Division at UNDP*, Geneva.
- Lavell, A. (2003a). "I. International Agency Concepts and Guidelines for Disaster Risk Management; II. The Transition from Risk Concepts to Risk Indicators", *IADB/IDEA Programa de Indicadores para la Gestión de Riesgos*, <http://idea.unalmz1.edu.co>, Universidad Nacional de Colombia, Manizales.
- Lavell, A. (2003b). "Approaches to the construction of risk indicators at different spatial or territorial scales and the major components of indicator systems-conceptual bases, risk construction processes and practical implications", *IADB/IDEA Programa de Indicadores para la Gestión de Riesgos*, <http://idea.unalmz1.edu.co>, Universidad Nacional de Colombia, Manizales.
- Masure, P. (2003). "Variables and indicators of vulnerability and disaster risk for land-use and urban or territorial planning", *IADB/IDEA Programa de Indicadores para la Gestión de Riesgos*, <http://idea.unalmz1.edu.co>, Universidad Nacional de Colombia, Manizales.
- Mileti, D.S. (1999). *Disasters by Design: A Reassessment of Natural Hazards in the United States*. Washington, D.C. Joseph Henry Press.
- Mitchell, T (2003). "An operational framework for mainstreaming disaster risk reduction", *Benfield Hazard Research Centre Disaster Studies Working Paper 8*

- Munda, G. (2003). "Methodological Exploration for the Formulation of a Socio-Economic Indicators Model to Evaluate Disaster Risk Management at the National and Sub-National Levels. A Social Multi-Criterion Model", *IADB/IDEA Programa de Indicadores para la Gestión de Riesgos*, <http://idea.unalmz.edu.co>, Universidad Nacional de Colombia, Manizales.
- Munda, G. & Nardo, M. (2003). *On the Methodological Foundations of Composite Indicators Used for Ranking Countries*. Universitat Autònoma de Barcelona, Dep. of Economics and Economics History, Barcelona, España.
- Munich Re (1999). *A Year, a Century, and a Millennium of Natural Catastrophes are all nearing their End*, Press release of 20 December. Munich Re, Munich, Germany.
- Pidgeon, N.F. (1992). "The Psychology of Risk", in *Engineering Safety*, Blockley, D. (Ed.), MacGraw-Hill International Series in Civil Engineering, London.
- Rogge, J.R. (1992). *Una Agenda de Investigación para el Manejo de Desastres y Emergencias*, PNUD-UNDRO, Universidad de Minotoba
- Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill Book Co., N.Y.
- Saaty R.W. (1987). "The analytic hierarchy process- what it is and how it is used", *Mathematical Modeling*, 9, 161-176.
- Saaty T. L. (1988). *Mathematical methods of operations research*. New York.
- Saaty, T.L., Vargas, L.G. (1991). *Prediction, Projection, and Forecasting: Applications of the Analytical Hierarchy Process in Economics, Finance, Politics, Games, and Sports*. Boston: Kluwer Academic Publishers
- Saaty T. L. (2001). *Decision making for leaders the analytic hierarchy process for decisions in a complex world*. Pittsburg RWS
- Stewart, M., Melchers, R. (1997). *Probabilistic risk assessment of engineering systems*, Chapman & Hall.
- Taylor C., Vanmarcke E., Davis J. (1998). *Evaluating Models of Risk from Natural Hazards Paying the Price*, Kunreuther H., Roth R.J., (Eds.) Joseph Henry Press, Washington.
- UNDRO (1979). *Natural Disasters and Vulnerability Analysis, Report of Experts Group Meeting*, Geneva
- UN-OCHA (2000). *Structured Humanitarian Assistance Reporting*, SHARE, Geographic Information Support Team (GIST), www.reliefweb.int.
- White, G.F., Haas, E., (1975). *Assessment of Research on Natural Hazards*, Cambridge, Mass.: MIT Press.