

Ciudad segura frente a desastres

Ketty C. Mendes A.



Ketty C. Mendes A.

Urbanista, Universidad Simón Bolívar (USB). Magister Scientiarum en Planificación Urbana. Mención Política y Acción Local, Universidad Central de Venezuela (UCV). Miembro de La Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina (LA RED)
Correo-e: kcmacc@gmail.com

Caracas, 2016

Ciudad segura frente a desastres

Ketty C. Mendes A.

Coordinación y Diseño gráfico: Ana Rosa Massieu

*Responsable en Funvisis: Jorge González,
Departamento de Ingeniería Sísmica.*

Ilustraciones de portada e internas: Douglas Muñoz

Presentación

Venezuela está sujeta a la acción de amenazas naturales y tecnológicas, como aludes torrenciales, inundaciones, deslizamientos, terremotos, explosiones e incendios; eventos que sumados a las deficiencias en la planificación territorial y la construcción popular conllevan a la posibilidad de que ocurran desastres.

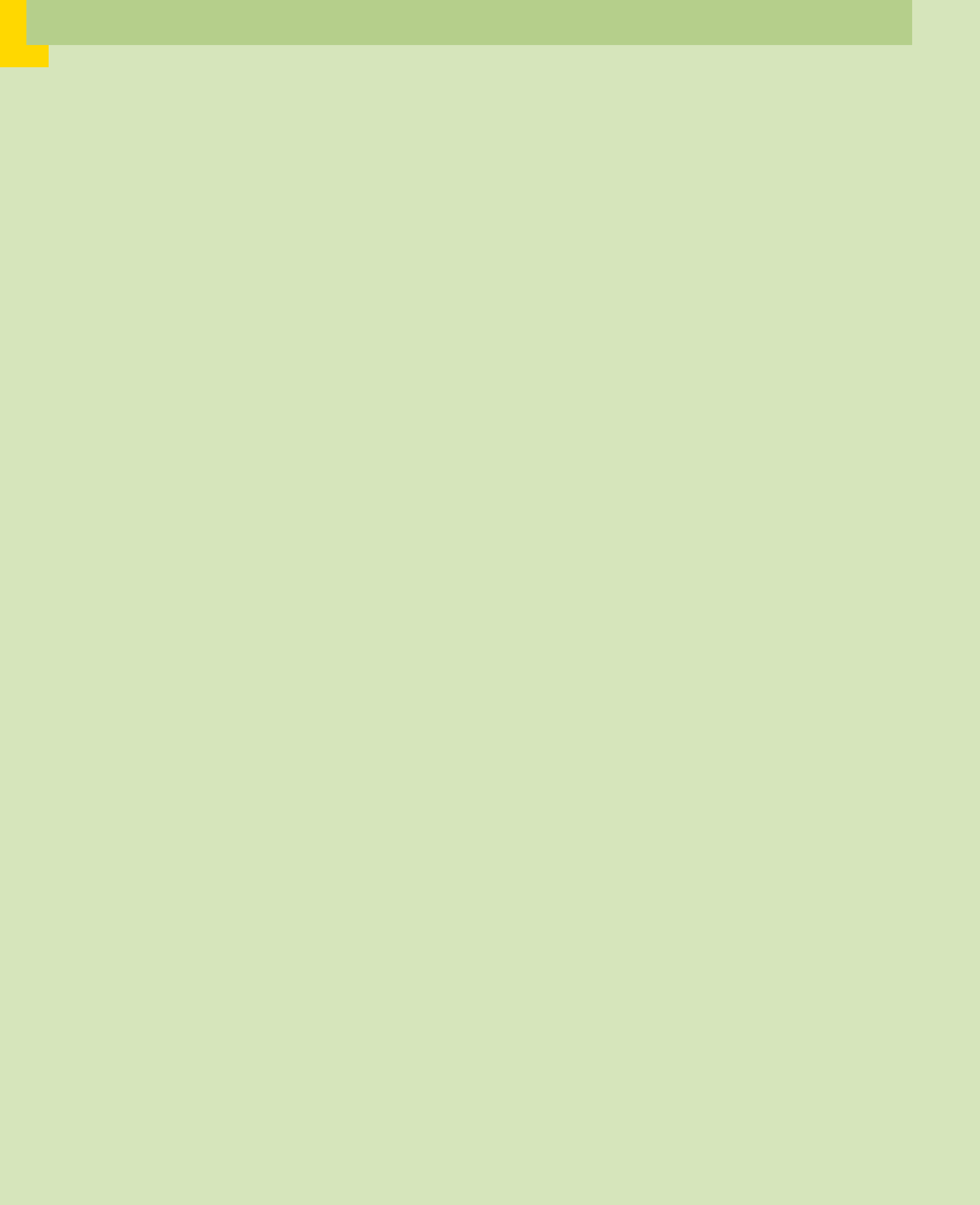
Los desastres son la materialización del riesgo que se construye socialmente. Decir que “los desastres son naturales” es algo erróneo. Para que haya un desastre no sólo es necesario que se presente el desbordamiento de un río, un deslizamiento de tierra o un terremoto, sino también que existan construcciones que se puedan inundar, tapiar o que no cumplan con exigencias sismorresistentes. En otras palabras, un desastre se presenta no solamente cuando un evento natural ocurre sino cuando asentamientos humanos u otros bienes de la sociedad están expuestos a dichos eventos peligrosos y cuando, además, presentan altos niveles de vulnerabilidad. Esa vulnerabilidad es el resultado de actividades humanas y por esta razón los desastres son más fenómenos sociales que sucesos naturales.

La construcción de vivienda popular en Venezuela, en su mayoría, se realiza por autogestión o de manera informal: sin proyecto, sin asistencia técnica, de forma progresiva y, en particular, sin las consideraciones sismorresistentes y geotécnicas necesarias para que las viviendas sean seguras ante la ocurrencia de eventos naturales. Esto sucede, principalmente, debido a los escasos conocimientos que en la materia tienen los constructores de vivienda popular y a la falta de herramientas que brinden a los constructores informales orientaciones prácticas, sistematizadas y validadas por los entes rectores en las distintas temáticas.

Basado en lo anterior y teniendo en cuenta que el Marco de Acción de Sendai (2015-2030), de las Naciones Unidas, hace referencia a la utilización del conocimiento, la innovación y la educación para crear una cultura de seguridad y resiliencia ante el riesgo de desastres a todo nivel y que el Programa Nacional de Reducción del Riesgo Sísmico que desarrolló la Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (Funvisis) tuvo como objetivo contribuir a mitigar el riesgo sísmico de las viviendas en Venezuela, se elaboró la colección “Vivienda segura ante amenazas naturales”, como parte de un proyecto coordinado por Funvisis y con el apoyo financiero del Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología (Fonacit) y en el marco de la Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación (Locti). Esta colección fue desarrollada por un grupo de expertos en las siguientes áreas temáticas: 1. Conceptualización del riesgo de desastres, 2. Amenaza por terremotos, 3. Amenaza por aludes torrenciales e inundaciones fluviales, 4. Amenaza por inestabilidad del terreno, 5. Vivienda de mampostería confinada sismorresistente e Instalaciones para vivienda de mampostería confinada, disponibles en: http://www.funvisis.gob.ve/old/fasciculos_vivienda.php

Este trabajo también formaba parte de la colección mencionada, sin embargo, no fue publicado en su momento. Por esta razón, se le ha querido dar difusión también, dada la importancia que tiene el tema de la “La ciudad segura frente a desastres” y como complemento y visión integradora de los temas tratados previamente.

Caracas, 2019.



Ciudad segura frente a desastres

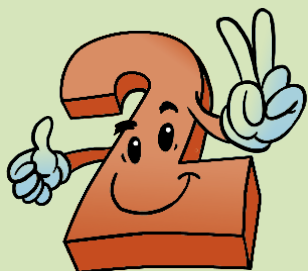
Ketty C. Mendes A.

INTRODUCCIÓN

Las tendencias en los patrones de urbanización, la ubicación y la forma de los asentamientos, aunado al tipo de construcciones imperante, explican en gran parte la vulnerabilidad de las ciudades frente a diversos fenómenos de origen natural, socio-natural y tecnológico y, por ende, los desastres ocurridos a lo largo de la historia. Se pueden explicar, al menos, tres razones principales por las cuales muchas ciudades del mundo se encuentran en situación de riesgo de desastres:



Las ciudades se fundaron en espacios donde existía la probabilidad de que ocurrieran fenómenos que las afectaran (amenazas): En esa época las ventajas de estar en esos lugares valían más que el riesgo que se pudiera configurar. Ejemplo: ciudades que se fundaron cerca a ríos, con la finalidad de disponer de agua fresca, transporte o tierra fértil, aunque estas estuviesen propensas a inundarse.



La construcción de las ciudades configuró, por omisión o desconocimiento, condiciones de amenaza y vulnerabilidad: Las condiciones naturales de los lugares fueron modificadas sin que se realizaran las medidas apropiadas de mitigación del riesgo y las edificaciones fueron construidas sin considerar los niveles de vulnerabilidad ante las amenazas que estaban presentes en dichos sitios. Ejemplo: La construcción de viviendas e infraestructuras dejaron los suelos expuestos ocasionando procesos de erosión, incrementando así la carga de sedimentos que bloquearon los drenajes y levantaron el fondo de los ríos, aumentando la probabilidad de inundaciones.



Las ciudades traspasaron lo que originalmente fueron sitios relativamente seguros: Muchas de las grandes ciudades del mundo se fundaron siglos atrás en sitios que originalmente eran seguros y convenientes. Conforme éstas crecieron, la población no pudo ser ubicada en áreas seguras, o bien todos los sitios seguros se volvieron muy costosos para los grupos de menores ingresos.



Una de las ciudades del mundo que cumple con estas tres características es Caracas

La presencia de ríos y quebradas era una de las condiciones que se consideraba imprescindible en el proceso de la colonización española en América, al momento de seleccionar los lugares para la fundación de las ciudades.

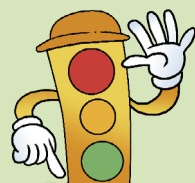


Caracas. Fuente: Plan Monumental de Caracas, 1939.

Fue así como la ciudad de Caracas se fundó en el valle de la cuenca del río Guaire, entre las quebradas de Catuche y Caraoata. De Lisio (2001) menciona que este valle contaba con suelos con facilidades para la construcción de edificaciones, disponibilidad del recurso hídrico y tierras fértiles que garantizaban el sostenimiento alimentario de la población.

Dicho autor indica que la expansión de Caracas tuvo -desde el año de su fundación- distintos niveles de intensidad, siendo la construcción de puentes sobre los cursos de agua uno de las principales características que contribuyeron a dicha expansión, pasando de 2 puentes construidos en 1772 (el de San Pablo sobre la quebrada Caraoata y el de la Candelaria sobre la quebrada Catuche) a 43 en el año 1906.





IMPORTANTE

Con el paso de los años las áreas aledañas a los cursos de agua (ríos y quebradas) existentes en la ciudad de Caracas, fueron ocupadas de manera inadecuada por edificaciones, configurando las condiciones de riesgo por inundaciones.

Han sido innumerables las veces en las cuales, tanto los afluentes que drenan al río Guaire como el mismo río, se han desbordado y han causado estragos en los alrededores de sus cauces:

Inundaciones del río Guaire y de la quebrada Anauco



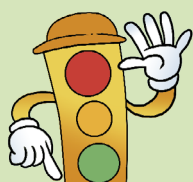
Inundaciones en Caracas por el río Guaire y la quebrada Anauco. Fuente: El Universal, 2012; Reportero24, 2011 y Noticias 24, 2010.

De Lisio (2001) señala que fue entre las décadas de los años 50 y 70 cuando se produjo la mayor expansión urbana de Caracas, de 34.200 Hectáreas en 1950 se llegó a 313.000 Hectáreas en 1971, años en donde las haciendas agrícolas se transformaron en urbanizaciones. Junto con la aparición de estas urbanizaciones también se fueron desarrollando los asentamientos informales, mejor conocidos como barrios.

Gran parte de dichos asentamientos se ubicaron en zonas propensas a ser afectadas por deslizamientos y aludes torrenciales. Adicionalmente, la vulnerabilidad de las construcciones (tipologías y materiales de construcción inadecuados) contribuyó al alto nivel de riesgo sísmico.



Caracas. *Fuente:* REUTERS / Carlos García Rawlins / Archivo.



IMPORTANTE

En ese proceso de expansión de la ciudad, los barrios no son los únicos asentamientos que se localizaron en zonas de altas pendientes, varias de las urbanizaciones de Caracas también lo hicieron. Incluso modificaron el terreno inadecuadamente para urbanizar.

Como ejemplo se puede mencionar el desastre ocurrido en septiembre de 1993 en la calle El Colegio del sector de Alto Prado, en Caracas.

Un deslizamiento destruyó 7 viviendas y afectó a otras 30. Afortunadamente, no hubo personas fallecidas ni heridas, ya que no se trató de un evento brusco y dio tiempo de desalojar las viviendas.

Sin embargo, el acceso principal a la urbanización quedó interrumpido por muchos meses, el sector transporte también resultó afectado por el deslizamiento. Al parecer el evento ocurrió debido a procesos de inestabilidad favorecidos por cambios de humedad en el terreno, por roturas y fugas en las tuberías y los drenajes.



Deslizamiento en Alto Prado, Caracas. Fuente: Jiménez, 1993.



Caracas fue fundada en una zona donde existía la probabilidad de que ocurrieran fenómenos que la podían afectar (amenaza por inundación, deslizamientos y terremotos); se configuraron, por omisión o desconocimiento, condiciones de amenaza y vulnerabilidad y se traspasaron a lo que originalmente fueron sitios relativamente seguros. Como Caracas hay innumerables ciudades en Venezuela y en el mundo donde se han producido desastres, a continuación se indican algunos ejemplos.

1. CIUDAD COMO ESCENARIO DE DESASTRES

La ciudad como escenario de desastres y, por ende, de configuraciones de riesgo, se ha hecho más evidente en los últimos cincuenta años en muchas partes del mundo.



Como ejemplos, se pueden mencionar algunos de los principales desastres que a lo largo de esos años afectaron ciudades de Latinoamérica.

Los terremotos de Caracas (1967), Huaraz, Perú (1970), Managua (1972), Guatemala (1976), Popayán (1983), Ciudad de México (1985), San Salvador (1986, 2001), Armenia (1999), Puerto Príncipe (2010) y de Santiago de Chile (2010 y 2012).

Terremoto de Caracas (1967)

El 29-07-1967 un terremoto de magnitud 6.5 (Mw) se produjo en la capital del país, la ciudad de Caracas en Venezuela, dejando aproximadamente 300 personas fallecidas; alrededor de 3.000 personas heridas y pérdidas materiales millonarias.



Edificio Mansión Charaima. Fuente: FUNVISIS.



Afectación en la ciudad de Huaraz.

Fuente: <https://sismosenelperu.files.wordpress.com/2010/04/>

Terremoto de Huaraz (1970)

El 31-05-1970 un terremoto de magnitud 7.8 (Mw) destruyó el 97% de la ciudad de Huaraz, en Perú. Unas 10.000 personas fallecieron, solo en el Colegio Santa Elena fallecieron 400. La ciudad quedó oscurecida por un manto negro de polvo.

Terremoto de Managua (1972)

El 23-12-1972 un terremoto de magnitud 6.2 (Mw) se produjo en Managua, la capital de Nicaragua, causando cerca de 19.320 fallecidos y 20.000 heridos. El 75% de las viviendas y edificios del centro se derrumbaron. El 95% de la pequeña industria desapareció; al igual que el 75% de la infraestructura urbana.



Hotel Balmoral.

Fuente: <http://www.manfut.org/managua/terremoto72.html>



Edificio Nuevo León colapsado.

Fuente: <http://colorsremain.com/wp-content/uploads/2014/09/sismo.jpg>

Terremoto de Ciudad de México (1985)

El 19-09-1985 un terremoto de magnitud 7.8 (Mw) sacudió a Ciudad de México. Se produjeron, aproximadamente, 10.000 personas fallecidas y unas 4.000 personas heridas. 30.000 estructuras quedaron destruidas y unas 68.000 resultaron con daños parciales.

Terremoto de Puerto Príncipe (2010)

El 12-01-2010 un terremoto de magnitud 7.2 (Mw) se produjo cerca de la capital de Haití, Puerto Príncipe, causando el fallecimiento de unas 316.000 mil personas, otras 350.000 quedaron heridas, y más de 1,5 millones de personas se quedaron sin hogar.

Casa Presidencial de Haití.

Fuente: ArchivoTELESUR





El aluvión que destruyó Yungay (1970), el aluvión que destruyó Armero (1985), las grandes inundaciones que afectaron Buenos Aires (1985), los deslizamientos en Río de Janeiro (1988), las explosiones en Guadalajara (1992) y los aludes torrenciales que afectaron a La Guaira y otras localidades del estado Vargas, en Venezuela (1999).

Alud Torrencial en Yungay (1970)

El terremoto ocurrido el 31-05-1970 provocó el desprendimiento de hielo y rocas del pico norte del nevado Huascarán produciendo un alud que sepultó completamente la ciudad de Yungay, en Perú. Más de 20.000 personas fallecieron. 350 personas se salvaron, porque corrieron hacia el cementerio de la ciudad, una antigua fortaleza pre inca elevada.



*Ruinas de la Catedral de Yungay.
Fuente: <http://es.wikipedia.org/>*

Alud Torrencial en Armero (1985)

El 13-11-1985 se produjo, debido a la erupción del volcán Nevado del Ruiz, ubicado en la Cordillera Central, en Colombia, unos flujos de lodo, tierra y escombros que descendieron por el río Lagunillas y destruyeron a la ciudad de Armero. Fallecieron unas 20.000 personas, miles más resultaron heridas y damnificadas.



*Afectación en la ciudad de Huaraz.
Fuente: <http://www.banrepcultural.org/>*

Las Explosiones de Guadalajara (1992)

El 22-04-1992 el sector Reforma de Guadalajara, en México, fue afectado por unas explosiones producto de la acumulación de gases de gasolina en el sistema de alcantarillado de la ciudad. Unas 209 personas fallecieron, 500 quedaron heridas y unas 15.000 sin hogar. Unos 12 kilómetros de calles fueron afectadas.



*Afectación en el sector Reforma Guadalajara.
Fuente: El Informador, 1992.*

Aludes Torrenciales en La Guaira (1999)

Los aludes torrenciales de 1999 afectaron todo el estado Vargas. En La Guaira, capital de dicho estado, varias viviendas quedaron destruidas y afectadas; hubo personas fallecidas y heridas. Tanto la infraestructura como los productos que se encontraban almacenados en tránsito en El Puerto quedaron destruidos, el cual dejó de operar por 36 días.



*Afectación en el Puerto de La Guaira.
Fuente: Proyecto Ávila, 2003.*

**IMPORTANTE**

Diariamente las ciudades también son afectadas por lo que algunos denominan “pequeños desastres”; es decir, los menos intensos y más frecuentes.

Inundaciones en Caracas (2003)

El 19-07-2003 la quebrada Agua de Maíz se desbordó e inundó la autopista Francisco Fajardo, a la altura de Santa Cecilia. Varias personas quedaron atrapadas en sus vehículos, la violencia de las aguas impidió abrir las puertas de los carros. Hubo 1 persona fallecida, 2 heridas y 500 afectadas. Unos 100 vehículos quedaron seriamente dañados y otros 60 quedaron con daños menores.



Afectación en la autopista Francisco Fajardo.
Fuente: <http://www.rescate.com/inundacion2.html>

Si visitas las páginas: www.estudiosydesastres.gob.ve y <http://online.desinventar.org/> podrás notar que familias venezolanas han sido afectadas por eventos como los indicados anteriormente y, diariamente, por lo que algunos denominan “pequeños desastres”; es decir, los menos intensos y más frecuentes.

El desconocimiento del riesgo de desastres que existe en las ciudades y del papel que tiene cada persona en la construcción del mismo, contribuye a que la población y su infraestructura sean cada vez más vulnerables a estos eventos.

Deslizamiento en Manizales (2011)

El 05-11-2011 en el barrio Cervantes de Manizales, en Colombia, un deslizamiento de tierra dejó 48 personas fallecidas y 14 casas destruidas. Hoy por hoy no se sabe si el deslizamiento rompió una tubería de agua potable o fue la rotura del tubo la que provocó el deslizamiento.



Afectación en el barrio Cervantes en Manizales. Fuente: <http://www.elcolombiano.com/>



Bases de datos como Estudios y Desastres y DESINVENTAR son muy importantes para que el gobierno y la comunidad conozcan los eventos que han ocurrido en las ciudades y, por ende, el riesgo de desastres que ha existido y muy probablemente sigue existiendo en dichos lugares.

Ciudad propensa a desastres

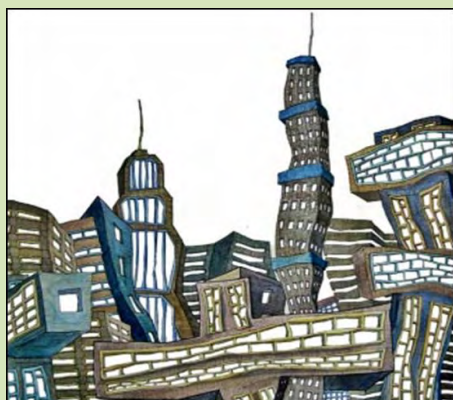




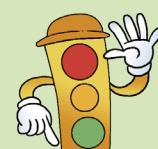
2. DESARROLLO Y CIUDAD / CONSTRUCCIÓN SOCIAL DEL RIESGO Y DESASTRES

Los asentamientos humanos se conforman y desarrollan modificando o transformando la naturaleza mediante procesos políticos, económicos y sociales. El producto es un entorno construido que combina lo social con lo natural: un medio ambiente urbano. Dicho medio ambiente es la expresión concreta y dinámica de aquellas unidades físicos-espaciales, eco-demográficas conocidas como ciudades (Lavell, 1996).

La construcción del riesgo de desastres y principalmente la construcción de las condiciones de vulnerabilidad, es una condición que está unida al desarrollo, ya que dicho riesgo se presenta en un territorio como resultado de los procesos políticos, económicos y sociales que se desarrollan en el mismo.



Mansilla (2006) argumenta que en el caso de las ciudades de América Latina, las vulnerabilidades ante eventos adversos que se han ido configurando, principalmente desde los últimos cincuenta años, han estado estrechamente relacionadas con las condiciones y formas en que los patrones de desarrollo se han llevado a cabo; con las tendencias y los procesos de urbanización implementados; con la ubicación y la forma de los asentamientos y con los tipos de construcciones imperantes.

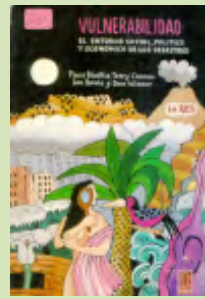


IMPORTANTE

Los desastres son problemas no resueltos del desarrollo Wijkman y Timberlake (1985). El riesgo de desastres se construye socialmente. Si quieres conocer más acerca de la construcción social del riesgo, lee el fascículo de esta colección: El riesgo de desastres, una construcción social de Ketty C. Mendes A.



En la década de los noventa se promovió el Decenio Internacional de Reducción de Desastres Naturales (DIRDN, 1990-1999), declarado por la Asamblea General de las Naciones Unidas (luego convertida en la Estrategia Internacional para Reducción de Desastres) con la finalidad de promover la mitigación del riesgo mediante la incorporación de la prevención de desastres en el desarrollo económico y social en todas las naciones del mundo.



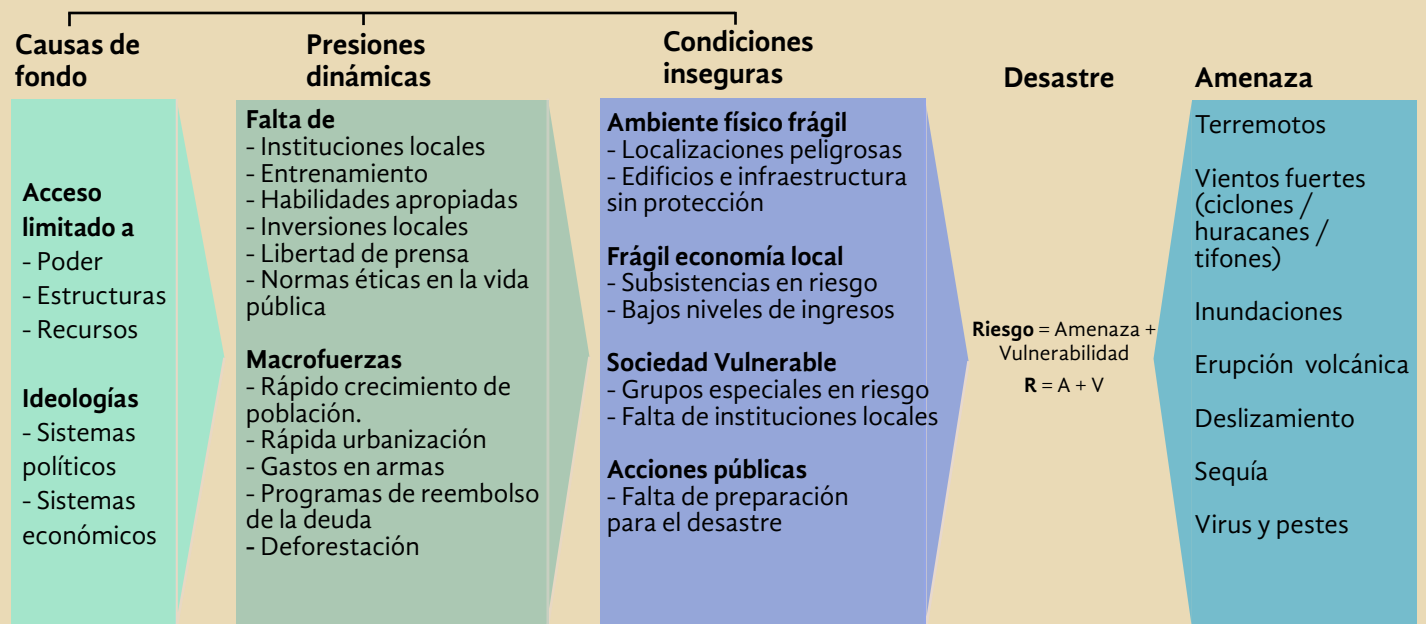
Durante dicha década los autores Blaikie, P., Canon, T., Davis, I., Wisner, B., integrantes de LA RED, publicaron el libro “Vulnerabilidad: El Entorno Social, Político y Económico de los Desastres”, en 1996; libro que explica las formas como las ciencias sociales y naturales se pueden combinar analíticamente a través de dos modelos: el de “Presión y Relajación” y el modelo de “Acceso”. En ambos se resalta cómo la vulnerabilidad es decisiva para entender la construcción del riesgo y de los desastres y para identificar las acciones necesarias para su reducción.

El modelo Presión y Relajación explica en tres niveles, de manera simplificada, como se va configurando la vulnerabilidad en las ciudades:

- 1. Causas de fondo:** representadas por procesos económicos, demográficos y políticos, los cuales afectan la asignación y distribución de recursos entre diferentes grupos de personas y del poder en la sociedad.
- 2. Presiones dinámicas:** representadas por procesos y actividades que “explican” los efectos de las causas de fondo en condiciones de inseguridad.
- 3. Condiciones inseguras:** finalmente representan las formas específicas en las cuales la vulnerabilidad de una población se expresa en el tiempo y en el espacio.

PROGRESIÓN DE LA VULNERABILIDAD

Fuente: Blaikie, P., Canon, T., Davis, I., Wisner, B., 1996.





En el caso de varias ciudades de Latinoamérica, una de las presiones dinámicas que conllevó a la generación de niveles de vulnerabilidad (condiciones inseguras) en la población y su infraestructura, producto de la implementación de unas estrategias político-económicas (causas de fondo), fue el acelerado proceso de urbanización que se dio a raíz de la abrupta migración del campo a la ciudad, incrementada desde mitad del siglo XX.

Los autores del modelo concluyen que es necesario que los vínculos entre las condiciones inseguras y las causas de fondo sean analizados y entendidos, de modo que se puedan programar acciones y recursos que reduzcan las presiones que generan la vulnerabilidad para lograr condiciones más seguras, contribuyendo así con el desarrollo sostenible de las comunidades.

PROGRESIÓN DE LA SEGURIDAD

Atender causas de fondo

Incrementar el acceso de grupos vulnerables a
- Estructuras de poder
- Recursos

Objetar cualquier ideología, sistema político o sistema económico cuando cause o aumente la vulnerabilidad

Reducir presiones dinámicas

Desarrollo de
- Instituciones locales
- Educación
- Capacitación
- Habilidades apropiadas
- Inversion local
- Libertad de prensa
- Normas éticas en la vida pública

Macro fuerzas
- Programas de población
- Urbanización
- Adaptar industria de armas para fines de desarrollo
- Reprogramar pagos de deuda
- Reforestación

Lograr condiciones seguras

Protección del medio ambiente
- Ubicaciones seguras
- Construcción e infraestructura sismorresistentes
- Diversificación de oportunidades de ingreso rural

Economía local flexible
- Fortalecer medios de subsistencia
- Aumentar ingresos bajos

Acciones públicas
- Preparación para la amenaza: sistemas de alerta para sequía / ciclón / volcanes / deslizamientos

Reducir riesgos de desastres

Aspirar a controlar la situación
- Ninguna pérdida de vida
- Ninguna víctima
- Daño restringido
- Seguridad de alimentos

Reducir Amenaza

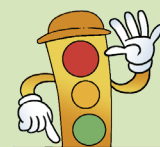
Una serie de medidas para reducir ciertas amenazas

- Controles de inundaciones
- Mamparas para reducir fuerzas del viento

Fuente: Blaikie, P., Canon, T., Davis, I., Wisner, B., 1996

Ahora bien, aun cuando es cierto que las condiciones de vulnerabilidad se configuran como el resultado de unas causas de fondo, también es cierto que no solamente atendiendo esas causas de fondo se pueden disminuir esas condiciones de vulnerabilidad.

No es necesario que se produzca un incremento en el acceso de grupos vulnerables a las estructuras del poder, por citar un ejemplo, para mitigarle los niveles de vulnerabilidad de las edificaciones existentes en la comunidad donde habitan esos grupos.



IMPORTANTE

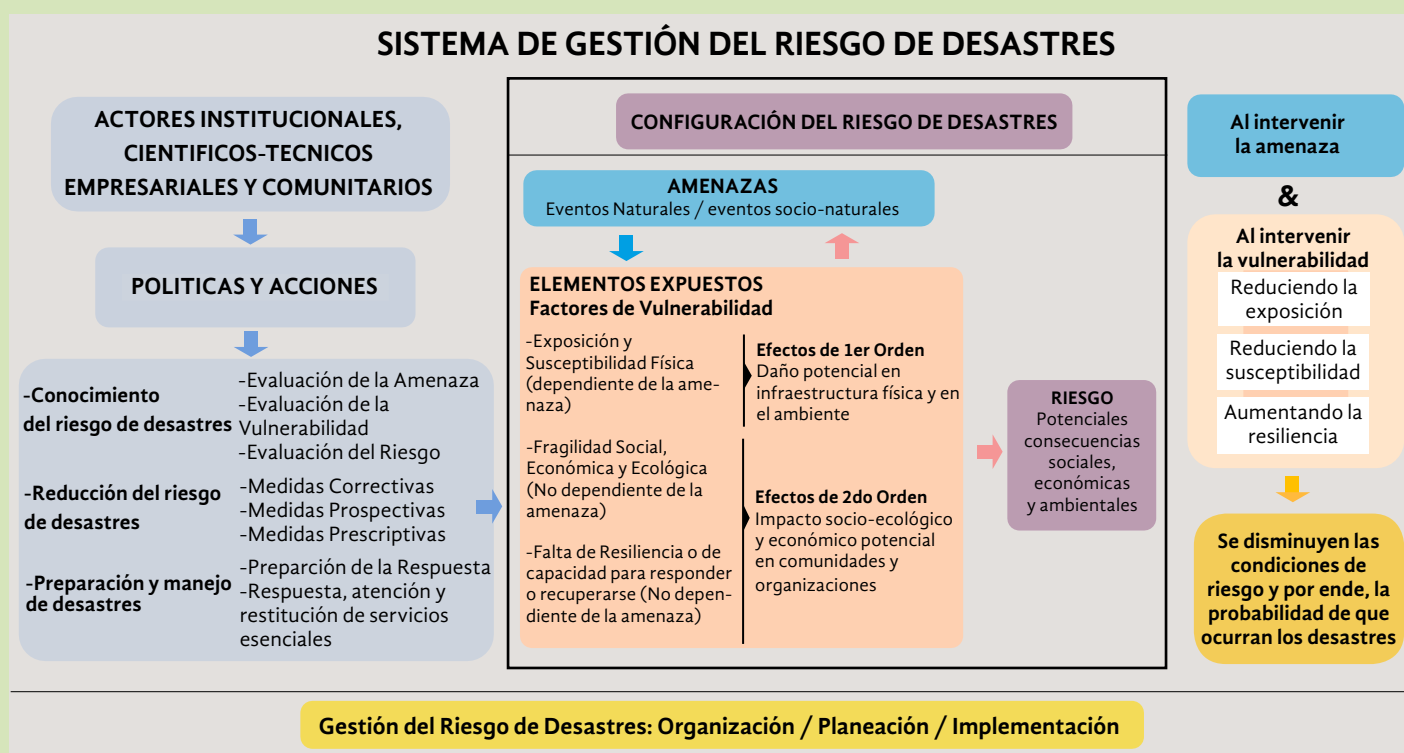
Mientras se piensa globalmente se puede ir actuando localmente. Es decir, mientras se formulan lineamientos y políticas en los niveles más altos del poder se puede y debe ir actuando en los niveles locales.

3. GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES

Para evitar que las condiciones de riesgo existentes en un lugar (condiciones inseguras) se materialicen en un desastre, se deben llevar a cabo acciones que intervengan la amenaza y la vulnerabilidad, esto mediante un proceso denominado Gestión del Riesgo de Desastres.

La formulación e implementación de dichas acciones pueden y deben darse, de forma organizada y concertada, desde los distintos niveles territoriales (nacional, regional y local) y temporales (corto, mediano y largo plazo) según las competencias que referentes al tema les correspondan a cada

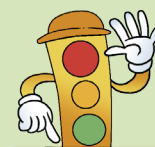
responsable (instituciones, científico-técnicos, empresariales y comunidades), esto mediante el Sistema de Gestión del Riesgo de Desastres.



Fuente: Elaboración propia basado en Cardona (1999: 65); Cardona y Barbat (2000); IDEA (2005ª/b); Carreño, Cardona y Barbat (2007ª) y el Proyecto MOVE (2012).

La gestión del riesgo de desastres está estructurada en tres políticas públicas específicas: a) la identificación del riesgo; b) la reducción del riesgo y c) la preparación y el manejo de desastres.

Las dos primeras representan acciones que se deben realizar antes de la ocurrencia de un desastre (*ex ante*) y la última, se corresponde con las acciones, que en su mayoría, son implementadas luego de ocurrido el suceso (*ex post*).



IMPORTANTE

Con la finalidad de desarrollar ciudades más seguras frente a los desastres, los actores que hacen vida en las mismas necesitan, prioritariamente, conocer los riesgos a los cuales están expuestas dichas ciudades.

4. CONOCIMIENTO DEL RIESGO DE DESASTRES

La principal razón por la cual no se hace –o se hace poca– gestión del riesgo de desastres es porque no se conoce el riesgo; no se dimensiona o se mide de forma inadecuada. Para reducir el riesgo de desastres es imprescindible identificarlo, como lo indica Cardona (2013)

“lo que no es dimensionado no puede ser administrado” o “para decidir hay que medir”. El riesgo hay que medirlo de tal forma que se responda de manera apropiada a preguntas como “para qué” y “para quién” se está midiendo dicho riesgo

y “el cómo”, con los resultados obtenidos, se pueden formular y aplicar medidas que eviten la configuración de nuevos riesgos o mitiguen los ya existentes. Estas medidas deben ser coherentes y factibles de ejecutar.



¿Cómo se puede conocer el riesgo de desastres al cual está expuesta la ciudad?

Para identificar el riesgo de desastres es imprescindible -teniendo en cuenta las consideraciones anteriores- evaluar las amenazas y la vulnerabilidad.

Conocimiento del riesgo de desastres

Evaluación de la Amenaza

- El fenómeno en sí no es la amenaza.
- Considerar la intensidad y la frecuencia del fenómeno.
- Considerar análisis probabilistas y deterministas.
- Tener en cuenta el nivel de resolución necesario para los análisis de vulnerabilidad y por ende, del riesgo.

Evaluación de la Vulnerabilidad

- Considerar el grado de susceptibilidad y predisposición al daño que tiene un elemento o grupo de elementos expuestos a una amenaza en particular (Factor físico de la vulnerabilidad).
- Considerar el factor de impacto por la fragilidad social, económica y ecológica que presenta la sociedad.
- Considerar el nivel de impacto por la falta de resiliencia o la capacidad de respuesta o recuperación de una comunidad afectada por un desastre.
- Según la amenaza la vulnerabilidad tendrá gradación o no.

Evaluación del Riesgo

- Riesgo expresado como potencial de pérdidas (económicas y humanas).
- Combinar análisis probabilista y determinista o retrospectivo del riesgo.
- Riesgo configurado o implícito.
- La evaluación del riesgo se puede hacer con distintos alcances según las necesidades.
- Riesgo por tipo de amenaza.

Fuente: Elaboración propia basado en Mendes (2014).

Acerca de la evaluación de la amenaza



Dos aspectos importantes a tener en cuenta en la evaluación de la amenaza son la intensidad y frecuencia de los eventos. Si estos factores no son considerados en dicha evaluación sólo se tendrán estudios de susceptibilidad.

El nivel o grado de amenaza que representa el fenómeno para una comunidad expuesta, se define por la intensidad y la frecuencia con que se puedan presentar los eventos que la caracterizan. En otras palabras, los fenómenos en cada sitio pueden presentarse con diferentes intensidades que pueden tener una mayor o menor frecuencia de ocurrencia; es decir, un período de retorno o tiempo promedio de recurrencia en el cual se iguala o se supera la intensidad de cada evento.

Los aludes torrenciales ocurridos en Venezuela, principalmente en el estado Vargas, en diciembre de 1999 tuvieron un período de retorno entre 500 y 1000 años (Bello et al. 2002 y González y Córdova, 2009 citado por López, 2011).



Alud Torrencial en Vargas, diciembre 1999.
Fuente: Proyecto Ávila, 2003



El período de retorno es un aspecto que juega un papel importante en la evaluación de la amenaza y por ende, en la evaluación del riesgo, por ello se debe tratar y explicar con detalle su significado, ya que el concepto de período de retorno no es fácil de comprender y se tiende a confundir o malinterpretar.

Dentro de los aspectos que se deben dejar claros están:

- la probabilidad de que ocurra un evento con un período de retorno de por ejemplo, 100 años -en un segmento o ventana de tiempo de 100 años- es del 63% y no del 100% como se podría pensar;
- en ese lapso podría ocurrir más de un evento con una intensidad equivalente o también podría ser que no ocurra ninguno; en otras palabras, el período de retorno no es el tiempo que hay que esperar para que se presente el evento asociado y;
- el hecho de que el período de retorno sea de 100 años, por ejemplo, no necesariamente implica que la probabilidad de ocurrencia del evento aumente en la medida que vayan pasando los años. En general, la probabilidad de que el evento ocurra en el año 1 o en el año 100 es la misma.



IMPORTANTE

Es fundamental que estos aspectos se entiendan adecuadamente, sobre todo porque algunos de los responsables de tomar las decisiones de prevención y mitigación del riesgo de desastres, al ver que en los resultados de los estudios se dice que los eventos tienen períodos de retorno de 500, 100, incluso de 10 años, no es extraño que piensen que las consecuencias de la posible materialización del riesgo -en un desastre- no les tocará en su período de gobierno y por esto, se decidan por la opción de no hacer nada al respecto.



Otro aspecto importante a tener en cuenta en la evaluación de la amenaza es la necesidad de combinar análisis probabilistas y deterministas o retrospectivos.

Los análisis deterministas o retrospectivos se realizan utilizando información de eventos ya ocurridos. Ahora bien, de la revisión de varias bases de datos de eventos históricos ocurridos en países de varias partes del mundo, principalmente de Latinoamérica, se puede concluir -casi con certeza- que los desastres más grandes no han ocurrido aún. Por esta razón, la información histórica de eventos no es suficiente para realizar la evaluación de la amenaza, en consecuencia, es necesario completar dicha evaluación modelando en forma probabilista la ocurrencia de futuros eventos.



La creación y actualización de bases de datos como www.estudiosydesastres.gov.ve y <http://online.desinventar.org/> son la principal fuente de información para desarrollar análisis cuyo enfoque sea determinista o retrospectivo y a su vez contribuyen a las evaluaciones probabilistas con la recurrencia empírica.

Acerca de la evaluación de la vulnerabilidad



Un aspecto importante que se debe tener en cuenta en la evaluación de la vulnerabilidad desde el punto de vista físico es el tema de la gradación que se puede tener frente a la severidad de los posibles eventos.

La evaluación de la vulnerabilidad física va a depender del tipo de amenaza a la cual se encuentren expuestos los elementos susceptibles de ser afectados. En el caso de amenazas como la sísmica, la acción del viento, las inundaciones lentas, incluso los incendios, entre otros, existe un grado de vulnerabilidad asociado al nivel de fragilidad de los elementos expuestos ante la severidad de posibles fenómenos que pueden ocurrir y es fundamental

evaluar ese potencial de daño para poder estimar el nivel de riesgo frente a todas las intensidades de los eventos factibles. Por otro lado, existen eventos asociados a amenazas muy severas cuya energía es tan alta que cualquier elemento expuesto en su área de influencia, en términos prácticos, sería totalmente destruido en caso de posibles fenómenos que pueden ocurrir. Por ejemplo, los deslizamientos o movimientos

en masa, los flujos de lodo o de escombros, las avalanchas, las inundaciones de alta pendiente o de comportamiento torrencial, entre otros. En otras palabras, estar expuesto en las áreas propensas a este tipo de fenómenos en situaciones extremas implica un alto potencial de consecuencias debido a que la vulnerabilidad es total; es decir, prácticamente no existe gradación en la vulnerabilidad de los elementos expuestos.



Aludes Torrenciales en Caraballeda, estado Vargas.
Fuente: <http://www.costadevenezuela.org/Deslave%20en%20Vargas%201999.html>

La diferencia fundamental es que en el primer caso la vulnerabilidad -en su factor físico- es variable en la medida que la intensidad del evento es mayor y sólo es total, o se satura, cuando el evento es extremadamente severo, mientras que en el segundo caso la vulnera-

bilidad del elemento expuesto es total o se satura ante cualquier influencia o acción del fenómeno, al encontrarse en el área de influencia del mismo y que en todo caso tendría una severidad irresistible (Cardona 2013).



IMPORTANTE

Si bien es cierto, que no todos los elementos que se encuentran expuestos en las áreas propensas a ser afectadas por fenómenos cuya energía es muy alta pueden llegar a tener un daño total (ej. un edificio de varios pisos con daños graves concentrados en los pisos inferiores), en la mayoría de los casos el daño parcial, funcional o el ocurrido en los alrededores es tal que dicha estructura difícilmente volvería a operar en condiciones normales; incluso si no tuvo daño estructural grave.



Villatina, Medellín. Fuente: Cardona, 1987.

Esto fue lo que sucedió en diciembre de 1999 en varias de las edificaciones localizadas en la Urbanización Los Corales, en la parroquia Caraballeda del estado Vargas. Los edificios no fueron totalmente destruidos pero su pérdida fue total en la práctica.



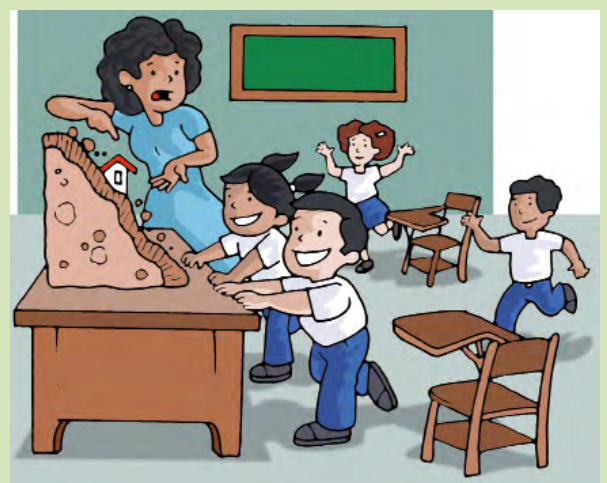
Alud Torrencial en Vargas, diciembre 1999. Fuente: Proyecto Ávila, 2003.



Otro aspecto importante que se debe tener en cuenta en la evaluación de la vulnerabilidad es la consideración de los factores de agravamiento o de impacto por aspectos no necesariamente físicos.

La vulnerabilidad no debe estar solamente relacionada con la susceptibilidad física de los elementos expuestos a ser afectados resultado de la manifestación de un evento de origen natural o antropogénico, sino también con la fragilidad social y la falta de resiliencia de las comunidades que pueden ser afectadas; es decir, su susceptibilidad intangible y su capacidad para responder o absorber el impacto. (Cardona, 2001).

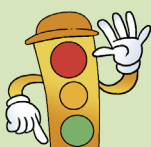
No sólo se deben considerar los factores físicos sino también los factores ambientales, económicos y sociales. Dentro de estos últimos se encuentran los políticos, educativos, institucionales, ideológicos y culturales. (Wilches-Chaux, 1998).





El factor de impacto del daño físico surge de las características o situaciones que no necesariamente dependen de la amenaza y que están asociadas a las fragilidades sociales y económicas, y con la falta de resiliencia o la capacidad de respuesta y recuperación de una comunidad afectada por un desastre.

Respecto a la falta de resiliencia, se considera importante indicar que la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres desde el año 2010 desarrolló una campaña mundial sobre Ciudades Resilientes, campaña que tenía como año de culminación el 2015. Ahora bien, como ciudades resilientes se debe entender aquellas con alta capacidad para la gestión del riesgo de desastres, lo que incluye, además, estar bien preparada para la respuesta en caso de desastres.

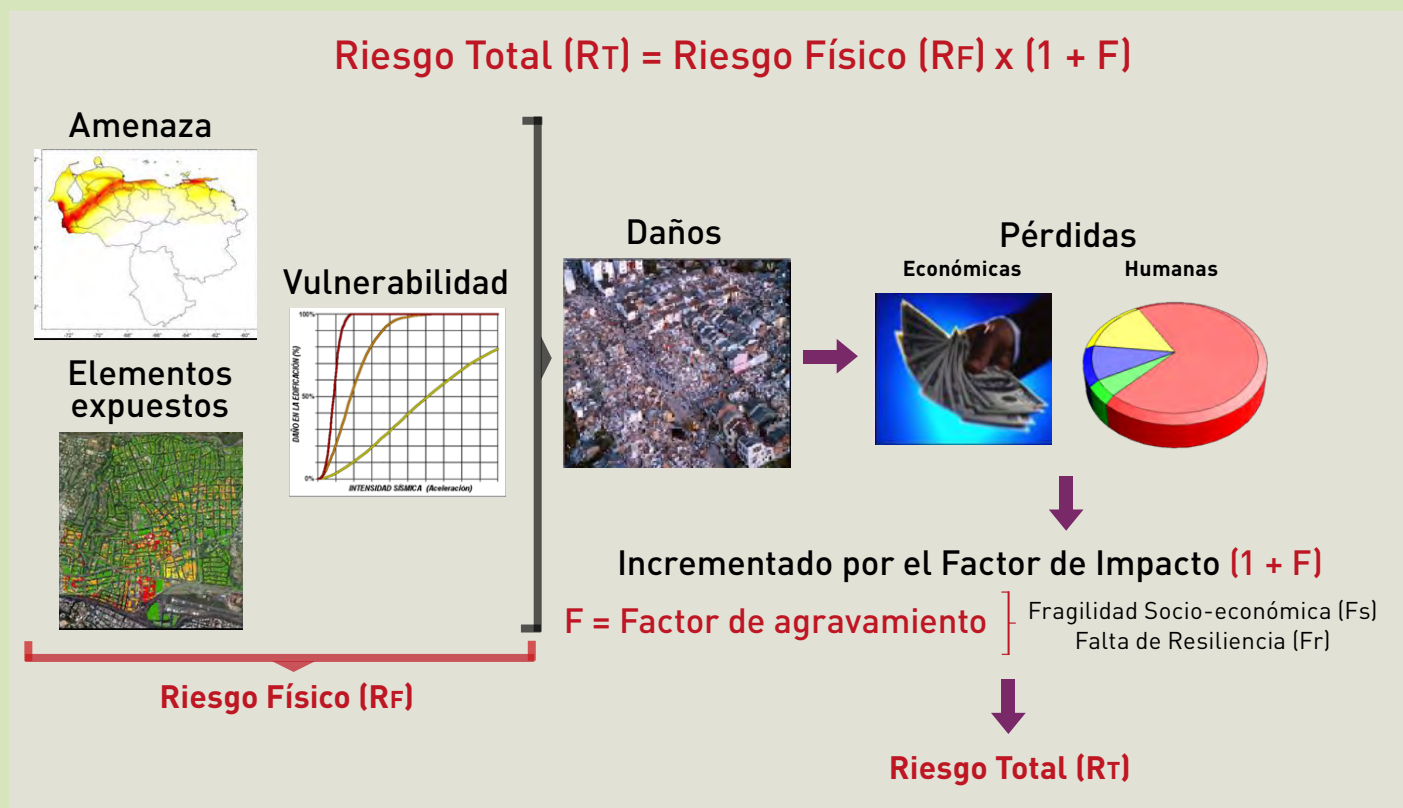


IMPORTANTE

La ciudad se debe preparar previniendo la construcción de nuevos riesgos; mitigando los ya existentes y preparándose por sí, a pesar de hacer las dos acciones anteriores, ocurre algún evento que pueda convertirse en desastre.

Acerca de la evaluación del riesgo

La evaluación del riesgo debería realizarse desde una perspectiva holística. Dicha evaluación, desarrollada inicialmente por Cardona (2001) mediante índices, “se logra afectando el riesgo físico con un factor de impacto obtenido de las condiciones del contexto como la fragilidad socioeconómica y la falta de resiliencia que agravan el escenario físico de daños y pérdidas iniciales.” (Carreño et.al., 2007)



Riesgo Total. Fuente: Elaboración propia basado en Carreño et.al., 2007.



Al igual que en la evaluación de la amenaza, la evaluación del riesgo también debe basarse en estimaciones o modelos probabilistas aparte de evaluaciones deterministas o retrospectivas.

Para los modelos deterministas o retrospectivos es posible utilizar información histórica de las pérdidas, por ejemplo pérdidas económicas o de vidas humanas, que se han presentado en los últimos 30 ó 40 años producto de la ocurrencia de los eventos que hayan acaecido en ese lapso.

Ahora bien, dicha información histórica de pérdidas no es suficiente para dar cuenta del riesgo catastrófico; es decir, de las posibles pérdidas producto de desastres muy intensos y de baja frecuencia que pueden no haber ocurrido aún sobre los elementos expuestos.

En consecuencia, también es necesario modelar analíticamente en forma probabilista las futuras pérdidas en caso de que se presenten eventos que aún no han ocurrido pero que son factibles si están dadas las condiciones de amenaza y vulnerabilidad para que ocurran.



Si la vulnerabilidad física no presenta variabilidad o gradación se puede hablar que existe un riesgo ya configurado o implícito en caso de que los elementos estén o lleguen a estar expuestos.

Cuando la vulnerabilidad de los elementos expuestos no tiene gradación –por encontrarse en el área de influencia de un evento extremo o de muy alta intensidad- se puede considerar que el riesgo que presentan dichos elementos expuestos es total; es decir, en términos prácticos de presentarse el evento, las pérdidas o daños se pueden considerar totales o casi totales. En ese caso se estaría hablando de una zona con riesgo configurado.

En los casos en que el área de afectación de ese evento extremo no esté ocupada aún por alguna actividad urbana, se debería considerar como una zona virtualmente en riesgo; es decir, si una construcción se llegara a localizar allí en el futuro estaría en riesgo de ser totalmente destruida por dicho evento. En ese caso se estaría hablando de una zona con riesgo implícito.



La evaluación del riesgo de desastres se puede hacer con distintos alcances según las necesidades y el tipo de decisiones que se espera tomar; es decir, el para qué y para quién se está realizando dicha evaluación y el cómo se pudiera reducir dicho riesgo. En este proceso la planificación urbana es de vital importancia.

De acuerdo con la finalidad del presente fascículo se considera importante señalar, que la planificación urbana tiene una gran relevancia en el desarrollo de ciudades seguras frente a desastres. Al respecto, dentro de la temática del riesgo de desastres, la evaluación que tiene más relevancia en dicho

proceso de planificación es la de las amenazas, esto debido principalmente a la necesidad de establecer la regulación de los usos del suelo -aunado de ser necesario a unas condicionantes- garantizando niveles de seguridad a la población y a sus actividades económicas y sociales.



Sin embargo, es importante tener en cuenta que no todas las amenazas son relevantes para la definición de los usos del suelo; es decir, no todos los fenómenos tienen incidencia en la posibilidad de que ciertas áreas deban ser ocupadas o no.

Como ejemplo de lo anterior se tiene el caso de los terremotos. La amenaza sísmica -asociada a estos eventos- resulta no ser restrictiva o prohibitiva para el establecimiento de los usos en el espacio. En este caso las medidas a considerar son de carácter prescriptivo, esto se explicará más adelante en el apartado sobre la reducción del riesgo de desastres.



Caso contrario ocurre con los deslizamientos, las inundaciones, los aludes torrenciales, entre otros. En las evaluaciones de amenaza ante estos eventos se deben considerar los períodos de retorno de los mismos, ya que los fenómenos en cada sitio pueden presentarse con diferentes intensidades que

pueden tener una mayor o menor frecuencia. Esto se debe hacer para conocer los distintos niveles o las áreas de afectación probables en la zona evaluada y tomar la decisión con respecto a cuál período de retorno del evento se va utilizar para el establecimiento de las actividades en el espacio.

Se debe tener en cuenta que mientras más grande sea el período de retorno del evento mayor será la intensidad o el área de afectación y menor la probabilidad de ocurrencia del mismo.

Es así como cada mapa de amenaza debe contar con un período de retorno o una tasa de excedencia anual que permita tener un referente o una disposición normativa (nivel de seguridad) para la toma de decisiones. Es en este escenario

de decisiones donde juega un papel importante la respuesta a la pregunta de ¿cuánto riesgo se va a asumir como aceptable? o lo que es lo mismo ¿cuánta seguridad es una seguridad suficiente? Respuesta que debe ser concertada entre los

técnicos que evalúan el riesgo, los responsables legales de tomar las decisiones y los habitantes de las zonas que probablemente resulten afectadas.



El riesgo debe ser evaluado con la participación de actores científico-técnicos; autoridades nacionales, regionales y locales (según sea el caso) y la población que habite en el área analizada.



Las principales amenazas que se presentan en las ciudades venezolanas son los terremotos, los deslizamientos, las inundaciones fluviales y aludes torrenciales. A continuación, se explica de manera sintetizada como se puede identificar el riesgo ante cada uno de estos fenómenos.



Riesgo de desastres por inundaciones fluviales y aludes torrenciales

Representan uno de los desastres que ocurren con mayor frecuencia en las ciudades. Existen inundaciones que se producen lentamente en zonas planas (inundaciones fluviales) y aquellas que se producen de forma súbita en zonas de alta pendiente (aludes torrenciales). De allí la importancia, por ejemplo, de que se conozca si se habita en llanuras o valles.

Entre las principales causas que generan las inundaciones en zonas urbanas están: el desvío del cauce de las quebradas y ríos; los insuficientes o inadecuados sistemas de alcantarillado; la poca absorción de agua del suelo en las zonas construidas; la reducción de los espacios abiertos; la construcción de viviendas e infraestructuras en las áreas aledañas de las quebradas y los ríos.

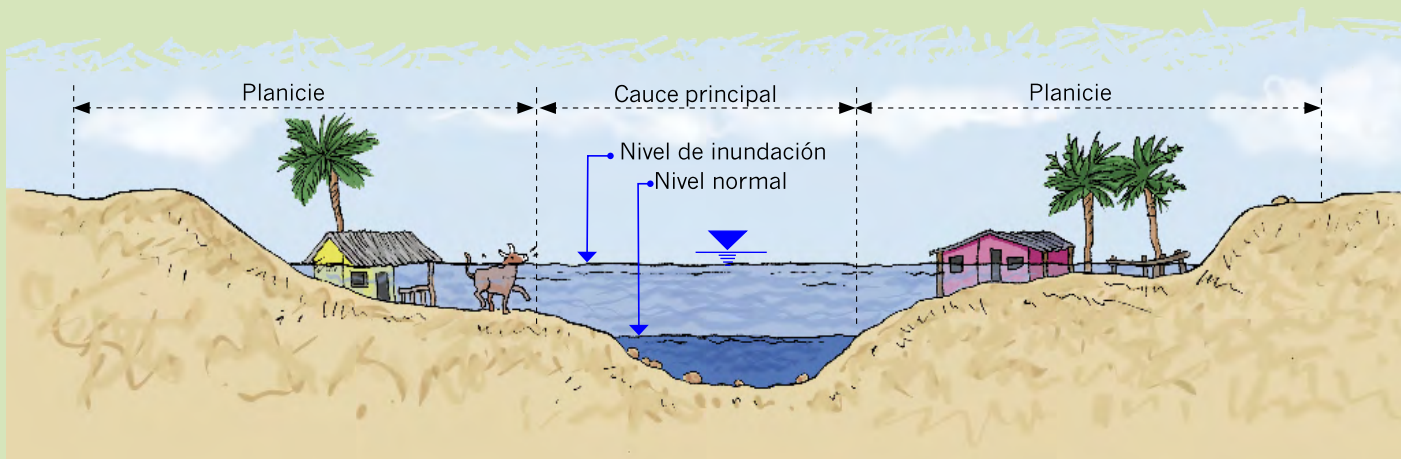


¿Cómo se evalúa el riesgo de desastres por inundaciones fluviales o aludes torrenciales en una ciudad?

Acerca de la evaluación de la amenaza por inundaciones fluviales o aludes torrenciales en una ciudad

Como ya se indicó anteriormente la planificación urbana tiene una gran relevancia en el desarrollo de ciudades seguras frente a desastres. Siendo las inundaciones fluviales y los aludes torrenciales dos de los fenómenos que tienen mayor incidencia en la posibilidad de que ciertas áreas deban ser ocupadas o no; es decir, en la regulación de los usos del suelo urbano; al evaluar la amenaza ante dichos fenómenos se debe optar por una metodología que sea apropiada para efectos de la planificación urbana.

Basado en lo anterior una metodología para identificar el riesgo de desastres por inundaciones fluviales o aludes torrenciales pudiera basarse en unos mapas de amenaza asociados a los períodos de retorno seleccionados según las características propias de cada una de las cuencas que conformen la zona en estudio. Las áreas de afectación de cada uno de los eventos seleccionados para el análisis -según el período de retorno- deberían corresponder con la planicie de inundación de cada uno de los cauces que están presentes en dicha zona.



Tomado del fascículo de esta Colección: *Inundaciones fluviales y aludes torrenciales* de José Luis López Sánchez.

A continuación se presenta un enfoque metodológico con el cual se puede evaluar la amenaza por inundaciones fluviales y aludes torrenciales, de manera que los resultados puedan ser utilizados como determinante en la planificación urbana. En este enfoque se utilizan como áreas de estudio la ciudad de Cumaná, en el estado Sucre y la localidad de Caraballeda en el estado Vargas.

Inundaciones fluviales por el río Manzanares en Cumaná

Con la finalidad de conocer el comportamiento del río Manzanares se revisaron estudios que ilustran sobre las inundaciones que han ocurrido y han afectado a la ciudad de Cumaná.

De la tesis titulada “Mapa de amenazas por inundaciones para la cuenca del río Manzanares” realizada por Navas et. al. (2008), se consideraron los resultados del estudio referente a la evaluación de la amenaza por inundaciones utilizando períodos de retorno de 50 y 100 años.

Las manchas de afectación por inundación fluvial ilustradas en la figura sirvieron de base, en el enfoque metodológico planteado, para la elaboración de las manchas de afectación por el mismo fenómeno para distintos períodos de retorno hipotéticos en la ciudad de Cumaná.



Fuente: Navas et. al., 2008.

Aludes torrenciales por el río San Julián en Caraballeda

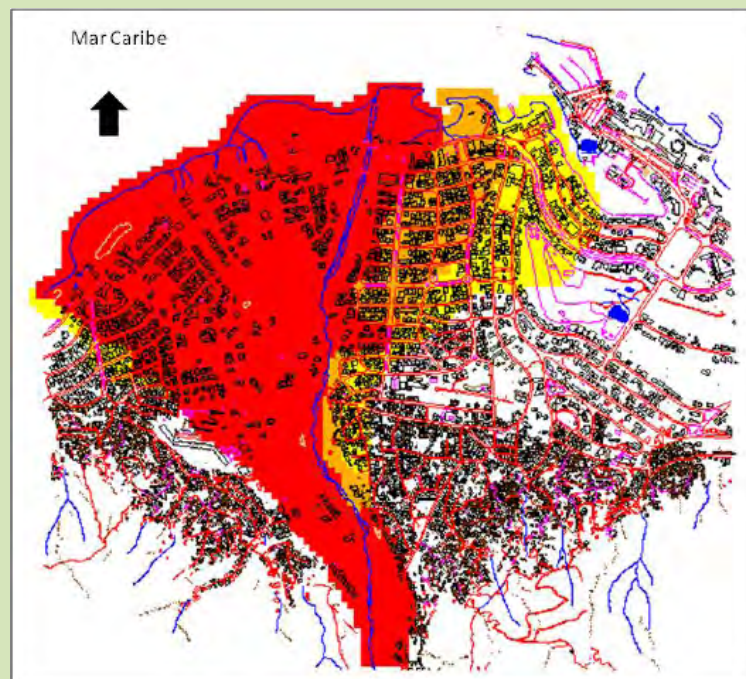
Para el caso del río San Julián se revisaron estudios que ilustran sobre los aludes torrenciales que han ocurrido y han afectado a la localidad de Caraballeda en el pasado, siendo el de diciembre de 1999 uno de los que más afectaciones produjeron. A raíz de este evento el Instituto de Mecánica de Fluidos (IMF) de la Universidad Central de Venezuela (UCV) se avocó, junto con la asesoría de expertos internacionales, a realizar estudios de gran envergadura en el tema de la evaluación de amenaza por aludes torrenciales.

Los niveles de amenaza por aludes torrenciales obtenidos fueron el resultado de simular matemáticamente tres eventos hipotéticos asociados a precipitaciones de 10, 100 y 500 años de período de retorno, estimando las intensidades de estos eventos a partir de las profundidades y las velocidades máximas alcanzadas por los flujos para cada escenario.

Específicamente los niveles de intensidad –alto, medio y bajo– obtenidos en la simulación se cruzaron con la probabilidad de excedencia anual –alta, media y baja– de los eventos con períodos de retorno estudiados, obteniendo así los niveles de amenaza –alto, medio y bajo– en cada una de las zonas urbanas de las cuencas que conforman la parroquia.

LEYENDA

	Alto
	Medio
	Bajo



Mapa de amenaza por aludes torrenciales del río San Julián. Fuente: IMF, 2003.



Aunque la metodología de agregación de la amenaza implementada por el IMF, utilizando al mismo tiempo los resultados para diferentes períodos de retorno, parece apropiada para efectos del ordenamiento territorial y la planificación urbana, también parece ser que hubiera sido más recomendable plantear por separado los escenarios de amenaza asociados a los períodos de retorno utilizados -10, 100 y 500 años- para que, en conjunto con los especialistas que tienen la tarea de evaluar el riesgo se calcularan las pérdidas económicas y sociales potenciales para cada uno de esos escenarios por separado.

De esta manera, se le hubiera dejado abierta la posibilidad, a los responsables legales de tomar las decisiones y a los habitantes de las zonas que serían afectadas, de seleccionar el escenario de riesgo -expresado en pérdidas potenciales- de referencia para la planificación, con base en cada escenario de amenaza. Se tendrían así al menos tres escenarios de pérdidas con su respectivo período de retorno y la posibilidad de poder identificar cuál debería ser el escenario en el cual se debería basar la propuesta urbana.



Esto significa, definir el ordenamiento territorial en función de las pérdidas -económicas y de vidas humanas- o en el riesgo que no sería aceptable asumir (lo que está relacionado con el nivel de seguridad deseado para un período de retorno). A esto se le conoce como el nivel de riesgo aceptable, el cual está basado en los costos que sería razonable asumir para dar protección a los ciudadanos y a sus bienes, y en las acciones sociales necesarias para implementar las medidas de reducción del riesgo requeridas por el escenario que se considere apropiado para efectos de la planificación.

Finalmente, el enfoque metodológico que se plantea a continuación consideró para el caso de Cumaná, a modo de orientación, las manchas de afectación por inundación resultantes del estudio de Navas et. al. (2008). Y para el caso de Caraballeda las manchas de afectación por aludes torrenciales resultantes del estudio del IMF, aunado a las manchas de afectación dejadas por el desastre de 1999.

Enfoque metodológico planteado

Con la finalidad de ilustrar el enfoque metodológico propuesto se plantean cuatro períodos de retorno hipotéticos: T1, T2, T3 y T4, cuyos valores deben ser aquellos que se consideren apropiados o razonables en cada caso; lo que puede variar de una cuenca a otra debido a sus características.



Esto significa que la amenaza y el riesgo son conceptos normativos y que los períodos de retorno que se utilicen difícilmente pueden ser los mismos para todas las cuencas y que más bien van a depender del grado de afectación y por lo tanto del riesgo –las pérdidas y su frecuencia– que se deriva.

Al respecto, la figura A ilustra un perfil típico del terreno con diferentes niveles de inundación, correspondientes a cada escenario o período de retorno hipotético sin la presencia de obras de mitigación; específicamente, obras de protección y control hidráulico (presas y canalización).

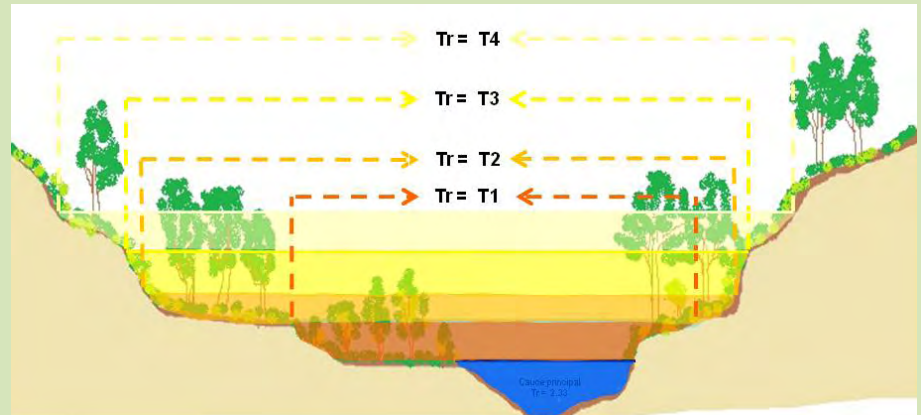


Figura A. Niveles de inundación y afectación para cada período de retorno hipotético, sin obras de mitigación. Fuente: Elaboración propia, 2014.



Para contribuir con una adecuada ilustración de la amenaza por inundaciones fluviales y aludes torrenciales lo mostrado en la figura A se puede expresar en un mapa. Es así como en la figura B se ilustra, de manera hipotética, las áreas de afectación por inundaciones fluviales y en la figura C las áreas de afectación por aludes torrenciales respectivas para cada período de retorno, en el supuesto de que no existan obras de mitigación, por ejemplo, obras de control hidráulico como presas.

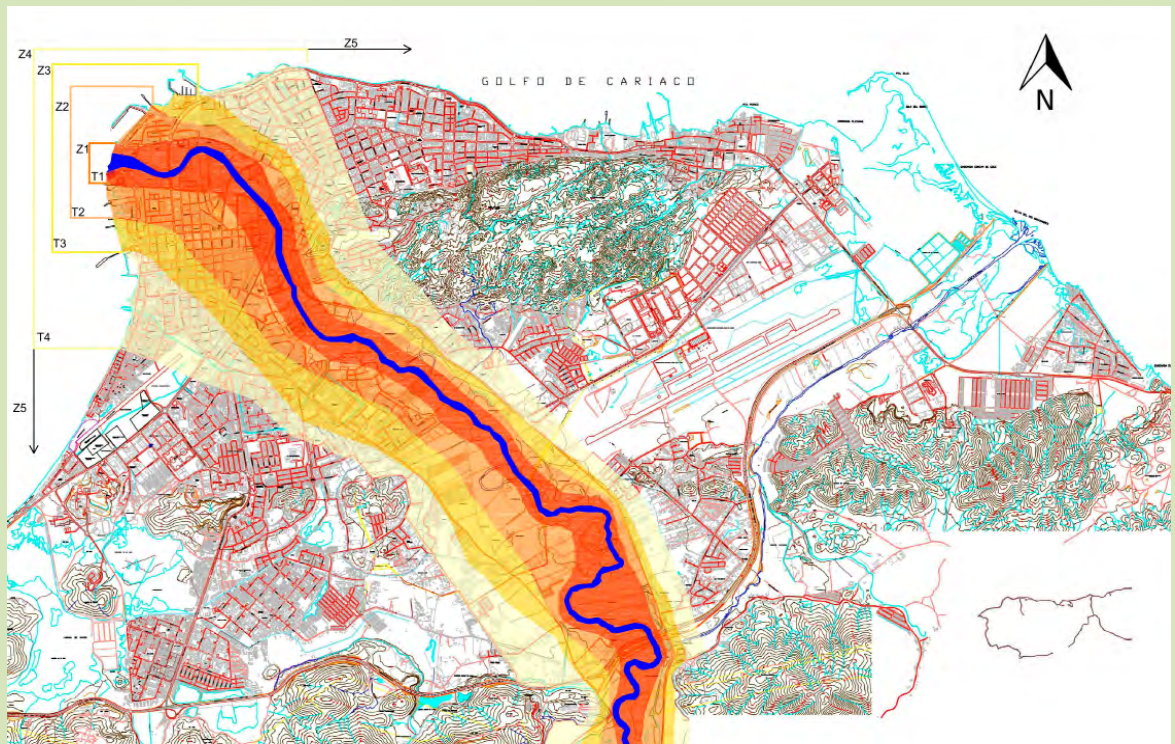


Figura B. Afectación por inundaciones fluviales para distintos períodos de retorno hipotéticos. Cumana, estado Sucre. Fuente: Elaboración propia, 2014.

Z1: Afectación muy factible (Amenaza muy alta) Tr ≤ T1 años	Z3: Afectación poco factible (Amenaza moderada) T2 < Tr ≤ T3 años	Z5: Afectación muy remota (Amenaza muy baja) Tr > T4 años
Z2: Afectación factible (Amenaza alta) T1 < Tr ≤ T2 años	Z4: Afectación remota (Amenaza baja) T3 < Tr ≤ T4 años	Cauce principal

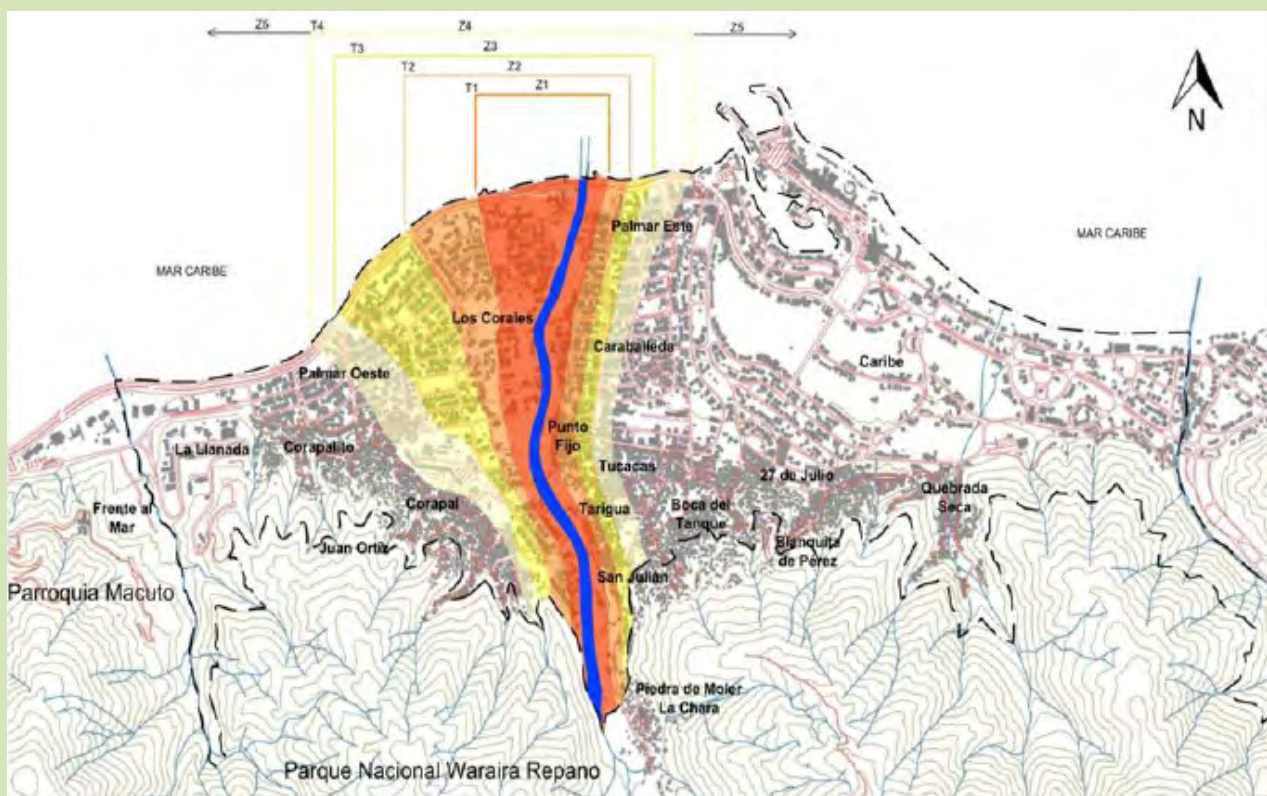


Figura C. Afectación por aludes torrenciales para distintos períodos de retorno hipotéticos sin obras de mitigación. Cuenca del río San Julián, parroquia Caraballeda, estado Vargas. Fuente: Elaboración propia, 2014.

	Z1: Afectación muy factible (Amenaza muy alta) $Tr \leq T1$ años		Z3: Afectación poco factible (Amenaza moderada) $T2 < Tr \leq T3$ años		Z5: Afectación muy remota (Amenaza muy baja) $Tr > T4$ años
	Z2: Afectación factible (Amenaza alta) $T1 < Tr \leq T2$ años		Z4: Afectación remota (Amenaza baja) $T3 < Tr \leq T4$ años		Cauce principal

La clasificación de la amenaza por zonas y una valoración en términos de probabilidad relativa se indican en la tabla A.

Zona	Inundaciones fluviales y aludes torrenciales	Probabilidad relativa	Amenaza en el área	
Z1	Mancha de inundación para $Tr \leq T1$ años	90% - 100%	Muy alta	Afectación muy factible
Z2	Mancha de inundación para $T1 < Tr \leq T2$ años	66% - 100%	Alta	Afectación factible
Z3	Mancha de inundación para $T2 < Tr \leq T3$ años	33% - 66%	Moderada	Afectación poco factible
Z4	Mancha de inundación para $T3 < Tr \leq T4$ años	0% - 33%	Baja	Afectación remota
Z5	Mancha de inundación para $Tr > T4$ años	0% - 10%	Muy baja	Afectación muy remota

Tabla A. Niveles de amenaza relativa para el caso de la amenaza por inundaciones fluviales y aludes torrenciales. Fuente: Elaboración propia, 2014 basado en Cardona, 2013 y 2014.



¿Cómo se puede interpretar lo ilustrado en las figuras B y C y en la tabla A?

Para interpretar lo ilustrado en las figuras B y C y en la Tabla A se utilizaran las Zonas 1 y 5 como ejemplos

Z1: Afectación muy factible $Tr \leq T1$ años

Corresponde a la Zona 1 donde existe una probabilidad muy alta o factible de afectación por una inundación fluvial o un alud torrencial ya que presenta un nivel muy alto de amenaza. Esta área de afectación o mancha de inundación se obtuvo considerando un evento cuyo período de retorno es menor o igual a T1 años, por ejemplo, menor o igual a 10 años.

Z5: Afectación muy remota $Tr > T4$ años

Corresponde a la Zona 5 donde existe una probabilidad muy baja o remota de afectación por una inundación fluvial o un alud torrencial ya que presenta un nivel muy bajo de amenaza. Esta área de afectación o mancha de inundación se obtuvo considerando un evento cuyo período de retorno es mayor a T4 años, por ejemplo, mayor a 500 años.



En esta metodología los eventos cuyo período de retorno es menor o igual a T1 años son los que ocurren con mayor frecuencia, por ejemplo, los de 10 y 20 años. Durante la vida útil de una edificación (aproximadamente 50 años) la probabilidad de que ocurra un evento de 10 o 20 años es muy alta. Caso contrario ocurre con los eventos cuyo período de retorno es mayor a T4 años, estos ocurren con menor frecuencia, por ejemplo, los de 500 y 1000 años. Un evento cuyo período de retorno es de 500 años tiene 10 % de probabilidad de presentarse en cincuenta años (la vida útil de una edificación). Se considera importante indicar que no significa que esta probabilidad (10%) sea insignificante.

Teniendo las manchas de afectación por inundaciones fluviales y aludes torrenciales para los cuatro períodos de retorno hipotéticos: T1, T2, T3 y T4 el paso siguiente es la evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo.

Acerca de la evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo por aludes torrenciales e inundaciones fluviales en una ciudad

Vulnerabilidad y riesgo por aludes torrenciales

Teniendo los niveles de amenaza relativa por aludes torrenciales, se pueden conocer directamente los niveles de riesgo implícito (zona no ocupada, virtualmente en riesgo) o configurado (zona ocupada) existentes en la zona estudiada, ya que, como se indicó anteriormente, la vulnerabilidad ante este tipo de evento no presenta gradación; es decir, se satura por encontrarse en el área de influencia de un evento extremo o de muy alta intensidad.



Estar expuesto en las áreas propensas a este tipo de fenómenos implica un alto potencial de consecuencias o una situación de riesgo. Por esta razón, la zonificación de amenazas se traduce en términos prácticos en una zonificación de riesgo, sea porque ya exista algo expuesto (riesgo configurado) o porque algo pueda estar expuesto en el futuro (riesgo implícito).

En la figura D se ilustra un ejemplo de la identificación del riesgo configurado o implícito:

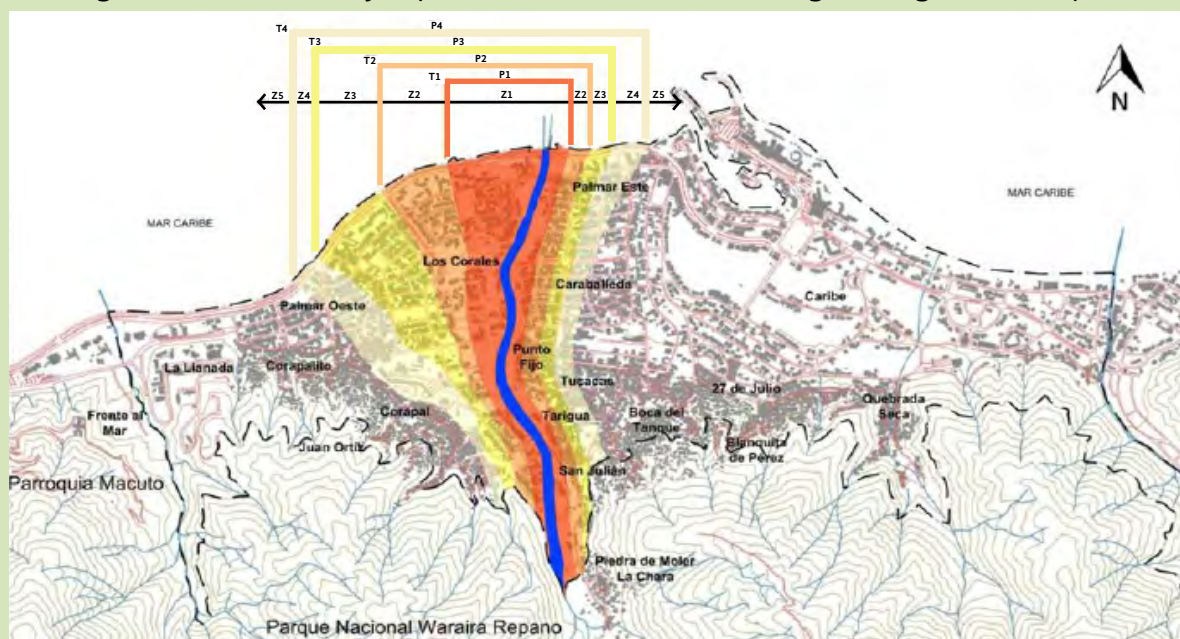


Figura D. Riesgo configurado o implícito por aludes torrenciales para distintos períodos de retorno hipotéticos sin obras de mitigación. Cuenca del río San Julián, parroquia Caraballeda, estado Vargas. Fuente: Elaboración propia, 2014.

■ Z1: Afecación muy factible (Amenaza muy alta) $Tr \leq T1$ años	■ Z3: Afecación poco factible (Amenaza moderada) $T2 < Tr \leq T3$ años	■ Z5: Afecación muy remota (Amenaza muy baja) $Tr > T4$ años	Riesgo implícito o configurado P1: Área de pérdidas para T1 P2: Área de pérdidas para T2 P3: Área de pérdidas para T3 P4: Área de pérdidas para T4
■ Z2: Afecación factible (Amenaza alta) $T1 < Tr \leq T2$ años	■ Z4: Afecación remota (Amenaza baja) $T3 < Tr \leq T4$ años	■ Cauce principal	

Y en la tabla B se indica el nivel de riesgo configurado o implícito para cada una de las zonas de amenaza relativa propuestas.

Zona	Amenaza	Riesgo configurado o implícito
Z1	Afectación muy factible / Amenaza muy alta / $Tr \leq 1$	Áreas de pérdidas para T1
Z2	Afectación factible / Amenaza alta / $T1 < Tr \leq T2$	Áreas de pérdidas para T2
Z3	Afectación poco factible / Amenaza moderada / $T2 < Tr \leq T3$	Áreas de pérdidas para T3
Z4	Afectación remota / Amenaza baja / $T3 < Tr \leq T4$	Áreas de pérdidas para T4
Z5	Afectación muy remota / Amenaza muy baja / $Tr > 4$	Áreas de pérdidas para Tn*

Tabla B. Niveles de amenaza relativa propuestos ante aludes torrenciales y riesgo configurado o implícito por zonas. *Fuente:* Elaboración propia, 2014 basado en Cardona, 2013. *n > 4



¿Cómo se puede interpretar lo ilustrado en la figura D y en la tabla B?

Para interpretar lo ilustrado en la figura D y en la tabla B se utilizarán las Zonas 1 y 4 como ejemplos.

Como se señaló anteriormente, la Zona 1 es donde existe una probabilidad muy alta o factible de afectación por un alud torrencial ya que presenta un nivel muy alto de amenaza. Por tratarse de un alud torrencial se puede inferir que todos los elementos que se encuentran expuestos en dicha zona tendrían una muy alta o factible probabilidad de resultar afectados de manera total, física o funcionalmente (riesgo configurado o implícito).



Por lo tanto, el riesgo de desastres por el alud torrencial cuyo período de retorno hipotético es T1, tiene una pérdida asociada P1, producida al resultar afectadas de manera total –física o funcionalmente– todas las edificaciones e infraestructuras que se encuentren en dicha zona (riesgo configurado) o se pudieran localizar allí en un futuro de tratarse de una zona desocupada (riesgo implícito).

Para el caso de la Zona 4 el área de riesgo configurado o implícito es mayor. De producirse un alud torrencial, cuyo período de retorno hipotético es T_4 , el valor de las pérdidas P_4 sería mayor que en el caso de las pérdidas producidas en la Zona 1 (P_1) ya que la Zona 4 tiene mayor área que la zona 1. Sin embargo, al ser T_4 mayor a T_1 la probabilidad de afectación es más remota. Es decir, es más frecuente que la Zona 1 resulte afectada por un evento con un período de retorno de 10 años que la Zona 4 por un evento cuyo período de retorno sea 1000 años.

**IMPORTANTE**

Tanto en el cálculo del riesgo configurado y del riesgo implícito se debe considerar el riesgo físico y el coeficiente de agravamiento (Factor de impacto) para así poder obtener el riesgo total; es decir, riesgo configurado total y riesgo implícito total según sea el caso. Ambos riesgos físicos pueden expresarse en porcentajes de daños o en pérdidas anuales esperadas (económicas, número de personas fallecidas, de personas heridas, de personas sin empleo, de personas sin hogar) para cada período de retorno por separado.

Vulnerabilidad y riesgo por inundaciones fluviales

La vulnerabilidad de los elementos expuestos en el área de afectación de inundaciones fluviales si presenta gradación; es decir, difícilmente se satura o es total.

En estos casos hay que calcular la vulnerabilidad y el riesgo configurado de cada elemento expuesto o, de presentar características homogéneas, por conjunto o grupo de elementos. Por su parte, de ser el caso, calcular de manera prospectiva el riesgo implícito de las edificaciones e infraestructuras que pudieran localizarse a futuro en la zona analizada, en caso de no encontrarse ocupada.

En el cálculo del riesgo físico, configurado o implícito, se recomienda considerar los datos de profundidad y de velocidad de la inundación, información que en relación con la amenaza marcará la diferencia.



Si quieres conocer más información respecto a estas amenazas, lee el fascículo de esta colección: **Inundaciones fluviales y aludes torrenciales**, de José Luis López Sánchez.

**IMPORTANTE**

Nuevamente hay que considerar el cálculo del riesgo configurado total y el riesgo implícito total. Y la forma de expresar el riesgo físico, bien sea en porcentaje de daños o en pérdidas anuales esperadas, ambos para cada período de retorno por separado.



Riesgo de desastres por deslizamientos

También representan uno de los desastres que ocurren con mayor frecuencia en las ciudades. Salcedo (2014) indica que los movimientos en masa se clasifican en caídas, volcamientos, flujos, propagaciones laterales y deslizamientos. Dicho autor menciona que comúnmente las cuatro primeras categorías son englobadas en el término deslizamientos. Una de las principales causas que generan los deslizamientos

de tierra en zonas urbanas es la construcción inadecuada de viviendas en terrenos con altas pendientes. En algunos casos, las tierras son ocupadas de forma ilegal, las construcciones carecen de algún tipo de código de construcción y de una planificación adecuada. Si quieres conocer más información al respecto, lee el fascículo de esta colección: Caracterización y acondicionamiento del terreno de Daniel Salcedo.



¿Cómo se evalúa el riesgo de desastres por deslizamientos en una ciudad?

Como ya se indicó en el apartado de evaluación de la amenaza por inundaciones fluviales y aludes torrenciales, la amenaza y el riesgo por deslizamientos en una ciudad tiene relevancia en el establecimiento de los usos de suelo urbano en el marco de la planificación urbana.

Acerca de la evaluación de la amenaza por deslizamientos en una ciudad

Una metodología para evaluar la amenaza por deslizamientos en una ciudad es la desarrollada por Londoño (2014). Para explicarla se tomará como ejemplo a la ciudad de Manizales, en Colombia.

Primera fase: elaboración de un mapa de susceptibilidad a deslizamientos

Considerando las características intrínsecas de cada sitio -una serie de factores de propensión como la pendiente, la geomorfología, la red de acueductos y alcantarillado, la densidad de viviendas, entre otros- y considerando los eventos ocurridos corres-

pondiente a olas invernales ocurridas en los últimos 20 años en Manizales, registrados en un inventario de eventos expresados de manera geográfica (con georreferencias), los cuales fueron proporcionados por la Alcaldía de Manizales y la Corporación Regional de

Caldas (CORPOCALDAS), se elaboró un mapa de susceptibilidad a la inestabilidad de laderas, en el cual se zonificó la ciudad según la mayor o menor factibilidad de ocurrencia de deslizamientos.



¿Cuál metodología se utilizó para obtener la susceptibilidad a deslizamientos en la ciudad de Manizales?

Considerando la disponibilidad de datos y las características del entorno, se probaron cuatro metodologías diferentes: 1. Análisis Discriminante; 2. Funciones de Favorabilidad o Relación de Frecuencias; 3. Conjuntos Difusos; y 4. Redes Neuronales Artificiales. Basado en los resultados Londoño (2014) concluyó que el modelo de Redes Neuronales tuvo mayor rendimiento y logró clasificar el 88% de los deslizamientos identificados como zonas con susceptibilidad superior a 0.9. Sin desconocer que los resultados de las otras técnicas mostraron localizaciones similares de las zonas con mayor susceptibilidad.



IMPORTANTE

Al evaluar la amenaza por deslizamiento es importante considerar la existencia de obras de estabilización de taludes ya que estas contribuyen a disminuir dicha amenaza. De no considerarlas se estaría subestimando sus beneficios.



El resultado de este modelo es una función acotada entre cero (0 estabilidad) y uno (0 inestabilidad) para cada sección del terreno (pixel) que representa la probabilidad de inestabilidad en términos espaciales (Londoño 2014).

En la ciudad de Manizales hay laderas que han sido estabilizadas mediante procedimientos de tratamiento geotécnico, estas también fueron incorporadas al modelo como polígonos que reducen los niveles de susceptibilidad.

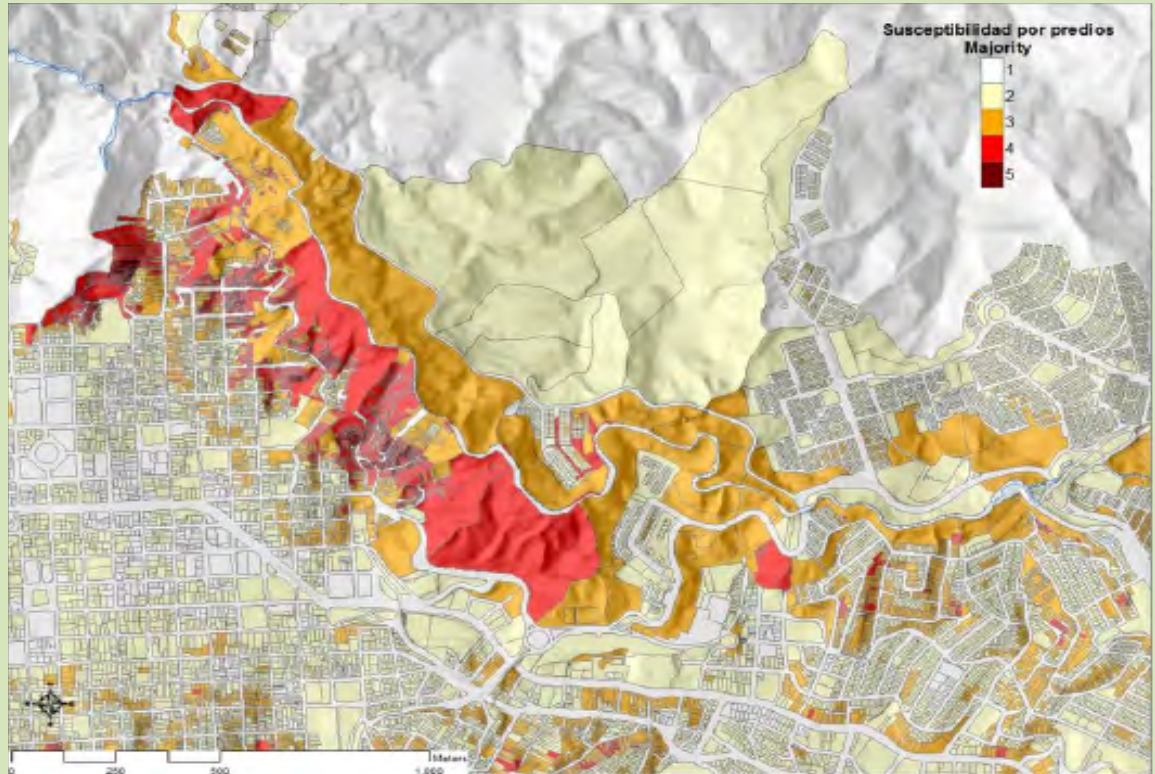
Londoño (2014) menciona que el monto de reducción de la susceptibilidad depende del grado de mitigación que ofrezca la obra de tratamiento geotécnico. Al respecto, se puede reducir desde un nivel hasta tres niveles el grado de susceptibilidad en una escala de 5 clases.

La Alcaldía de Manizales suministró el mapa de las Áreas de Tratamiento Geotécnico de Manizales (ATGs) divididas según el grado de mitigación que proporcionan: alto, medio y bajo.

Finalmente, se elaboró el mapa de susceptibilidad a deslizamientos en Manizales, calculado por el método de Redes Neuronales Artificiales y considerando las Áreas de Tratamiento Geotécnicos (ATGs)



Londoño (2014) indica que producto de las reuniones que se realizaron con representantes de la Alcaldía de Manizales, se tomó como criterio de representación de los resultados el área de los lotes del mapa predial (de predios), facilitando así la futura toma de decisiones en materia de planificación urbana.



Susceptibilidad a deslizamientos en la ladera norte de Manizales por el método de Redes Neuronales Artificiales considerando las Áreas de Tratamiento Geotécnicos (ATGs) agregada por predios. Fuente: Londoño, 2014.

Segunda fase: elaboración de un mapa de amenaza por deslizamientos

La amenaza se expresa en términos de la probabilidad anual de ocurrencia del evento de deslizamiento y la frecuencia de los eventos está dada por la frecuencia de los factores detonantes.



¿Cómo se calcularon los eventos detonantes de los deslizamientos ocurridos en Manizales?

Para la evaluación de la amenaza por deslizamientos en la ciudad de Manizales era necesario identificar las lluvias (los aguaceros) que pudieron servir como detonantes de los deslizamientos que se identificaron en la base de datos suministrada por la Alcaldía de la ciudad.



Además de los deslizamientos identificados en la base de datos de la Alcaldía, correspondientes a los eventos que han generado más afectación en la historia reciente de la ciudad, se consultó información de atención de emergencias en el Cuerpo Oficial de Bomberos y se revisaron artículos de periódicos con la finalidad de identificar eventos aislados o con poca afectación (Londoño, 2014).

El autor indicó que, para identificar la fecha del evento detonante de cada uno de los deslizamientos identificados, se realizó un análisis que incluía la revisión de los datos pluviométricos, tanto del mes de lluvia en que se registró el deslizamiento, como del mes inmediatamente anterior. Fue así como se identificaron 30 aguaceros detonantes. Para cada uno se identificó la fecha, la “magnitud del evento” (precipitación total), la duración del aguacero, la intensidad del aguacero y precipitación máxima. Finalmente, se recolectó un total de 216 eventos de deslizamiento con precipitación asociada.



Finalmente, con toda la información anterior se pudo obtener la amenaza por deslizamientos en la ciudad de Manizales representada en dos formas distintas: como la Tasa Anual de Ocurrencia o Excedencia y como la Probabilidad de Ocurrencia.

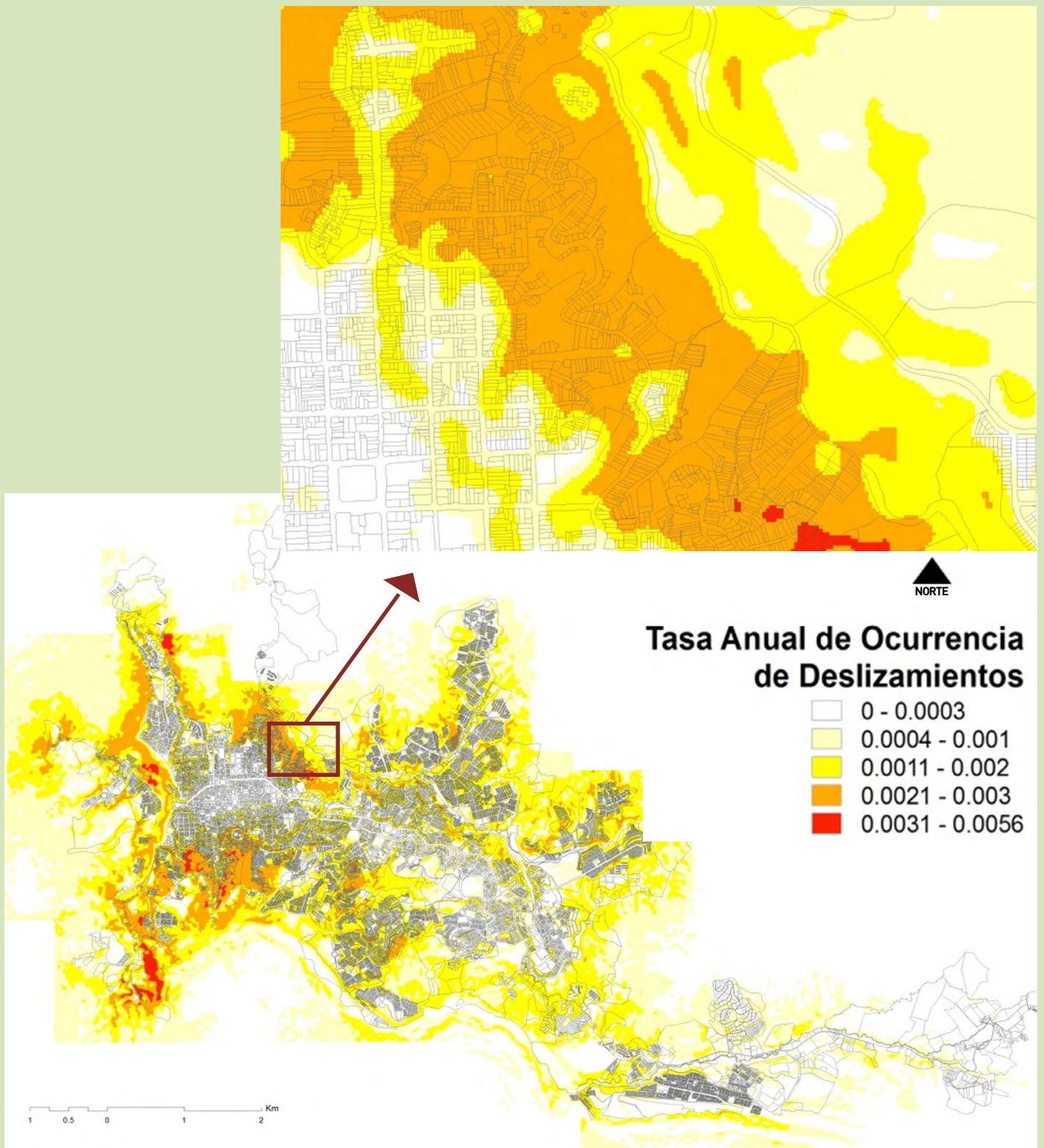
Se necesita tener en cuenta lo que Cardona (2013) indica respecto a las formas como se puede representar la amenaza. Dicho autor menciona que la amenaza se puede representar mediante una curva, que relaciona la “tasa de ocurrencia o excedencia anual” (número de veces al año que se iguala o se supera cada valor de intensidad

del fenómeno), y la intensidad (grado de severidad) de los eventos. Así, eventos menores o de muy baja intensidad pueden ser eventos que ocurran incluso varias veces al año, mientras que eventos muy intensos ocurren muy de vez en cuando, incluso en promedio (período de retorno) de muchísimos años.



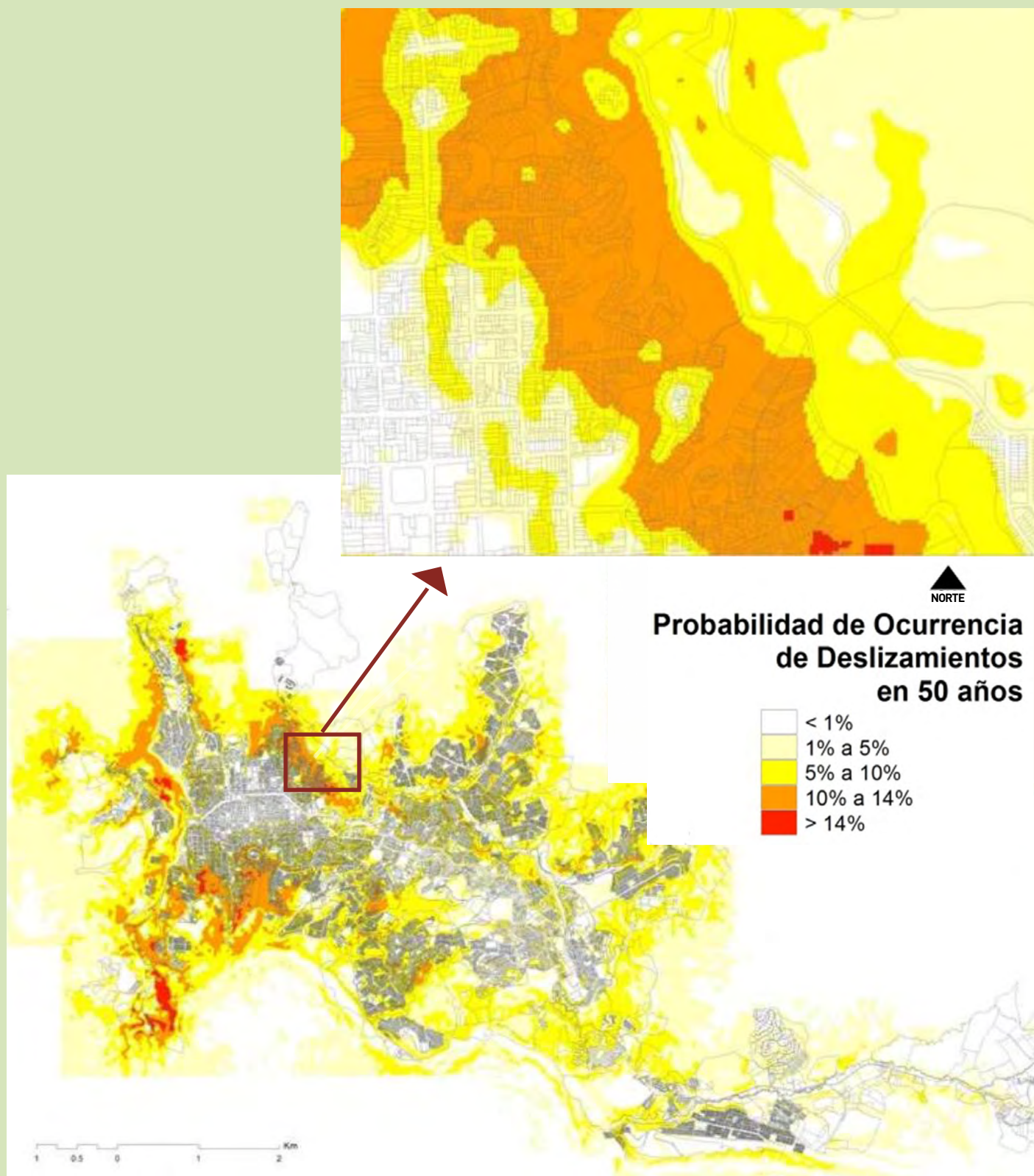
La tasa de ocurrencia o excedencia anual es el inverso del período de retorno promedio en años ($T = 1 / \# \text{veces anualmente}$). Por ejemplo una tasa de 0.01 veces al año equivale a 100 años de período de retorno, una de 0.001 a 1000 años. Esto significa que se necesitan 100 o 1000 años en promedio para que ocurra el evento respectivamente.

A continuación se ilustra la amenaza por deslizamientos para la ciudad de Manizales, como la tasa anual de ocurrencia o excedencia y como la probabilidad de ocurrencia de deslizamientos en 50 años y 100 años. En las figuras se puede ver que la escala está dada en porcentaje o probabilidad de ocurrencia.



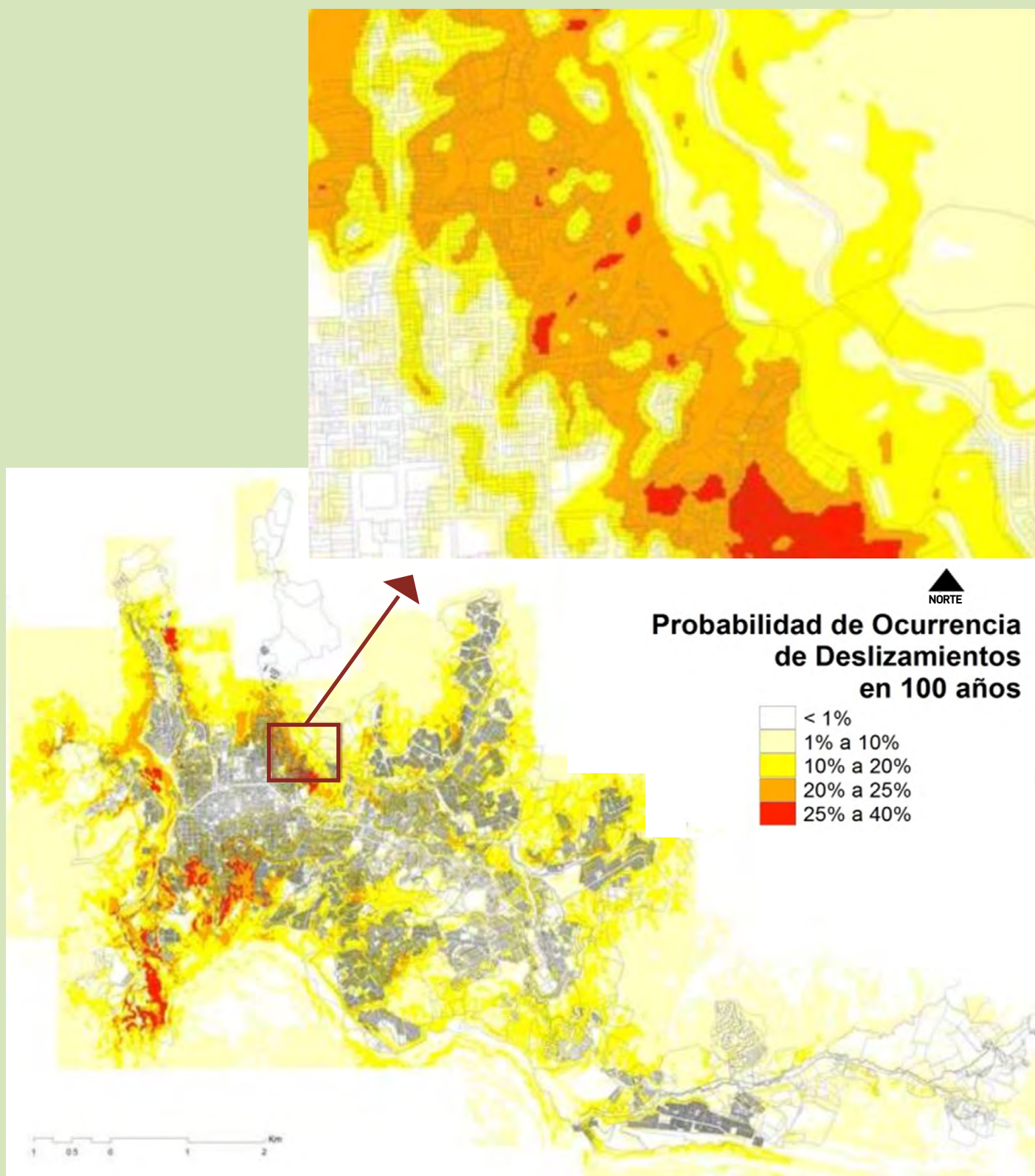
Tasa anual de ocurrencia o excedencia (Amenaza) de deslizamientos para la ciudad de Manizales. Fuente: Londoño, 2014.

Para el caso de Manizales se calculó la amenaza por deslizamiento mediante la probabilidad de ocurrencia en 50 y 100 años.



Probabilidad de ocurrencia de deslizamientos en la zona Norte de Manizales en 50 años. Fuente: Londoño, 2014.

En ambas figuras se puede ver que la escala está dada en porcentaje o probabilidad de ocurrencia.



Probabilidad de ocurrencia de deslizamientos en la zona Norte de Manizales en 100 años. Fuente: Londoño, 2014.

Acerca de la evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo por deslizamientos en una ciudad

Los deslizamientos, al igual que lo expresado sobre los aludes torrenciales, también son fenómenos cuya energía es tan alta que su intensidad se considera lo suficientemente severa para que cualquier elemento que se encuentre expuesto en su área de influencia, esté sujeto a un daño total o casi total en caso de






presentarse el evento. Es decir; que la zonificación de la amenaza por deslizamientos se traduce en términos prácticos en una zonificación de riesgo, sea porque ya exista algo expuesto (riesgo configurado) o porque algo pueda estar expuesto en el futuro (riesgo implícito).

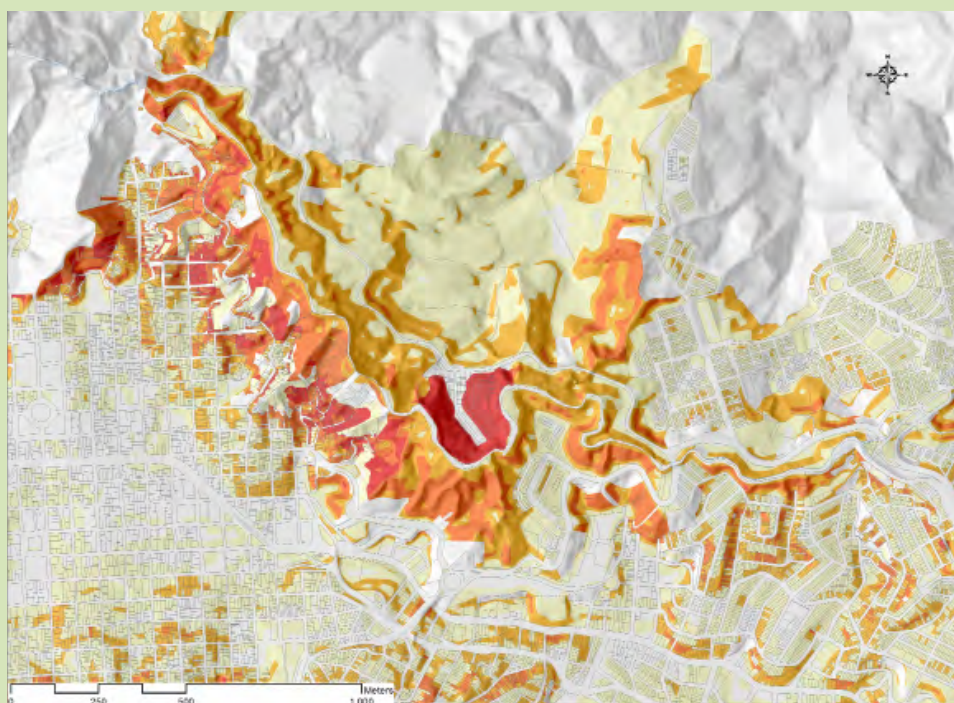
Con la siguiente figura y tabla se ilustran los resultados obtenidos en el proceso de identificación del riesgo configurado e implícito por deslizamientos en la ladera Norte de la ciudad de Manizales.



¿Cómo se puede interpretar lo ilustrado en la figura y en la tabla?

Zonas

- | | | |
|---|---|--------------------------|
| 1 |  | Afectación muy factible |
| 2 |  | Afectación factible |
| 3 |  | Afectación poco factible |
| 4 |  | Afectación remota |
| 5 |  | Afectación muy remota |



Riesgo implícito o configurado para el caso de la amenaza por deslizamientos en la ladera Norte de Manizales. Fuente: Londoño, 2014

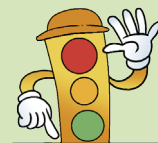
Zona	Amenaza en el área	Probabilidad relativa	Deslizamientos	Riesgo configurado o implícito
Z1	Muy alta	90% – 100 %	$F_s < 0.6$ Inestabilidad muy factible	Área con afectación muy factible
Z2	Alta	66 % – 100 %	$0.6 < F_s < 1.10$ Inestabilidad factible	Área con afectación factible
Z3	Moderada	33% – 66 %	$1.10 < F_s < 1.60$ Inestabilidad poco factible	Área con afectación poco factible
Z4	Baja	0% – 33 %	$1.60 < F_s < 2.30$ Inestabilidad remota	Área con afectación remota
Z5	Muy baja	0% – 10 %	$F_s > 2.30$ Inestabilidad muy remota	Área con afectación muy remota

Niveles de amenaza relativa y riesgo configurado o implícito para el caso de la amenaza por deslizamientos.
Fuente: Mendes, 2014, Cardona 2013 y 2014 y Londoño, 2014.

Para interpretar lo ilustrado en la figura y en la tabla se utilizarán las Zonas 1 y 5 como ejemplos:

En la Zona 1 existe una amenaza muy alta de afectación por deslizamiento, ya que presenta una inestabilidad muy factible. Por tratarse de un deslizamiento se puede inferir que todas las edificaciones e infraestructuras, que se encuentran expuestas en dicha zona, tendrían una muy alta o factible probabilidad de resultar afectadas de manera total, física o funcionalmente (riesgo configurado). Al igual que las estructuras que se localicen a futuro en dicha zona (riesgo implícito).

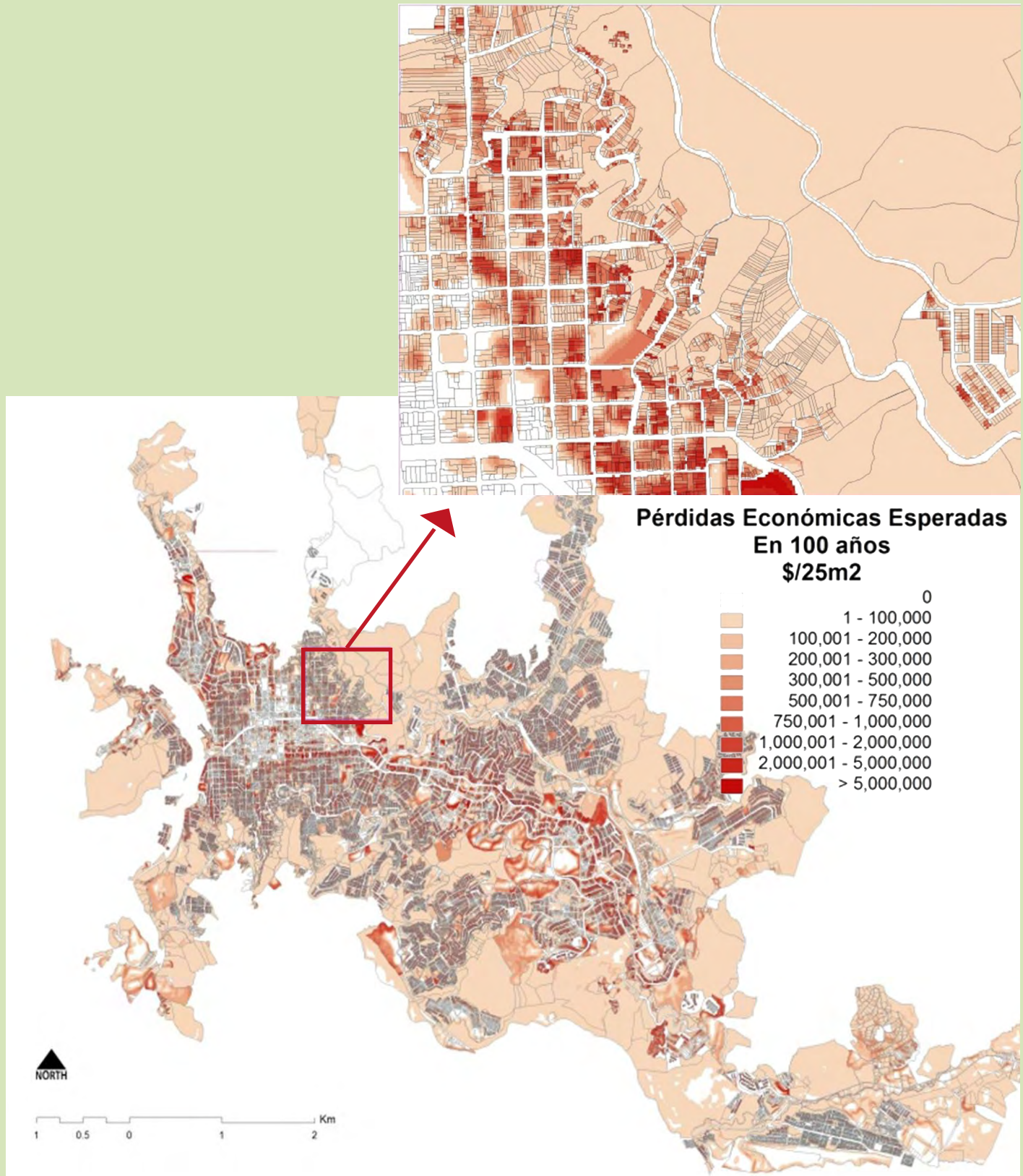
Caso contrario ocurre en la zona 5, donde existe una amenaza muy baja de afectación por deslizamiento, ya que presenta una inestabilidad muy remota. Esto se traduce en que las edificaciones e infraestructuras que se encuentran expuestas en dicha zona o que se pudieran encontrar en un futuro, serían muy remotamente afectadas. Es decir el riesgo configurado e implícito en comparación con el existente en la zona 1 es mucho más bajo. En relación con lo anterior, las áreas expuestas a los mayores niveles de amenaza presentarán a su vez los mayores niveles de daño.



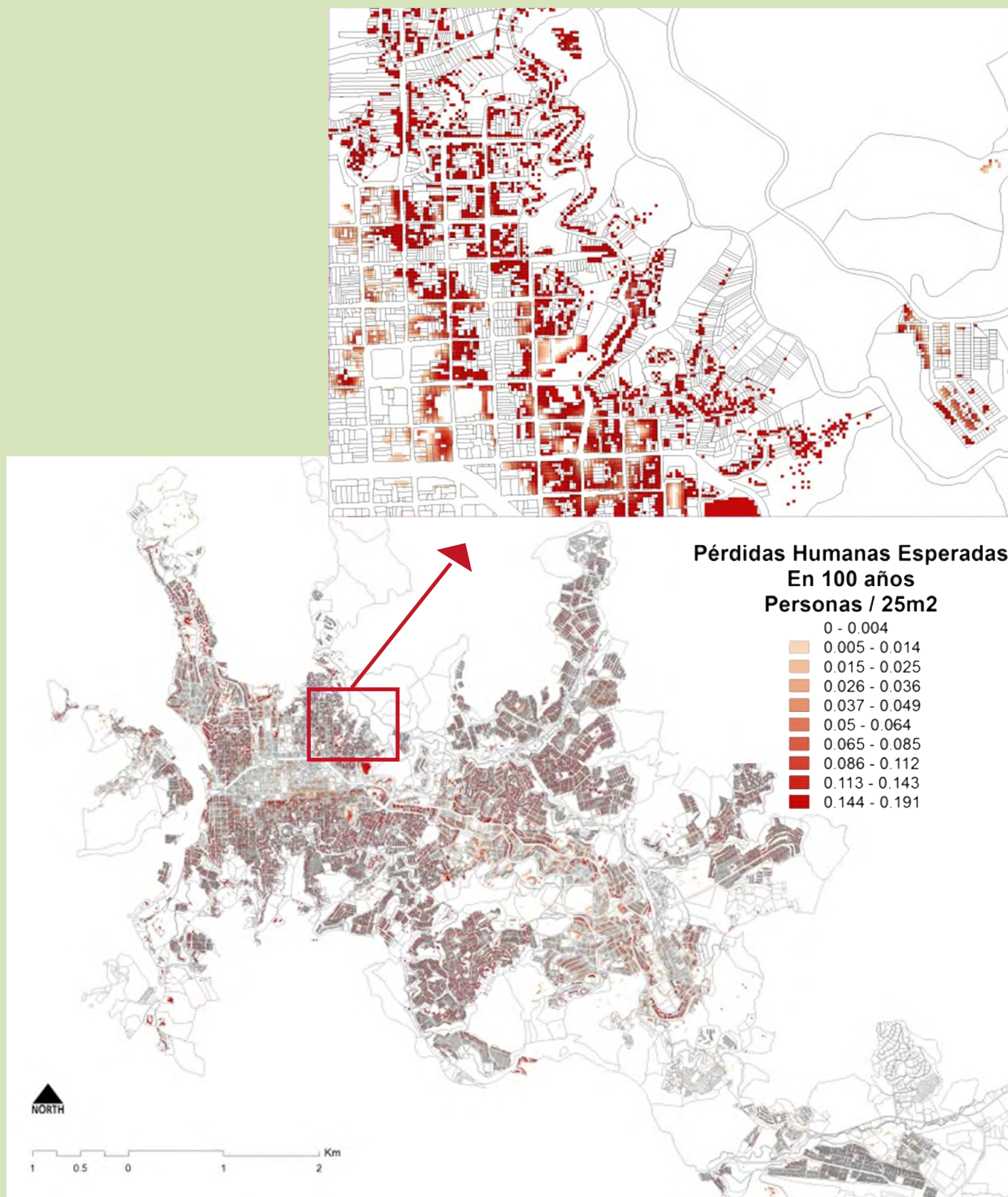
IMPORTANTE

Cuando ocurre un deslizamiento en la ubicación de una estructura, todo su valor se pierde, independiente del tipo de elemento expuesto en cuestión, y del tipo, magnitud, volumen o velocidad del deslizamiento. Es así como, a partir de este supuesto, el riesgo por deslizamiento puede expresarse en términos probabilistas para cada escenario. La combinación de los modelos de probabilidad de ocurrencia de deslizamiento y los modelos de exposición, proveen la probabilidad de pérdidas en las mismas ventanas de tiempo. Londoño (2014)

Como ejemplos se muestran las pérdidas económicas y humanas esperadas en 100 años para la zona Norte de la ciudad de Manizales.



Pérdidas económicas en 100 años en la zona Norte de Manizales. Fuente: Londoño, 2014.



Pérdidas humanas en 100 años en la zona Norte de Manizales. Fuente: Londoño, 2014.

Finalmente, al igual que en el caso de la evaluación del riesgo por inundaciones fluviales y aludes torrenciales, en la evaluación del riesgo por deslizamiento no sólo se deben considerar los aspectos físicos sino también las fragilidades sociales y la falta de resiliencia; es decir, el coeficiente de agravamiento o factor de impacto.



Afectaciones en Gramovén. Fuente: FUNVISIS (2009, pág. 601) cita a CPES (1967).

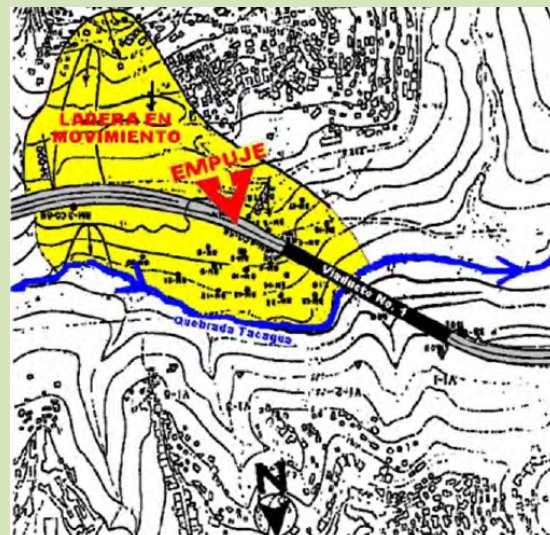


Los deslizamientos también pueden producirse debido a la ocurrencia de sismos.

Se recomienda que en la elaboración de estudios que evalúen la amenaza por deslizamientos, no solo se debe tener en cuenta la posibilidad que se presente inestabilidad del terreno debido al grado de saturación del suelo, sino también, debido a la ocurrencia de sismos que pueden detonar o disparar procesos masivos de inestabilidad y que incluso pueden generar aludes torrenciales, iguales o mayores a los que ocurren, debido a eventos hidrometeorológicos (lluvias detonantes o acumuladas durante un amplio período de tiempo).

Al respecto, FUNVISIS (2009, pág. 601) cita a CPES (1967) al indicar que debido a la ocurrencia del sismo de 1967 se produjeron deslizamientos en varios sectores de Caracas, entre ellos el sector autoconstruido de Gramovén, los cuales afectaron a varias viviendas.

Por su parte, FUNVISIS (2009, pág. 603) cita a Salcedo (2006) al indicar que existe la hipótesis de que el deslizamiento que colapsó el Viaducto 1 de la Autopista Caracas-La Guaira -movimiento lento que se viene desarrollando desde hace muchos años- pudo haber sido reactivado por el terremoto de 1967.



Área del macrodeslizamiento y Esquema de la masa deslizante. Fuente: FUNVISIS (2009, pág. 603) cita a Pulido (2006).

Otros ejemplos se han presentado en Colombia en los años 1992 y 1994, en Atrato medio y en la zona de Tierra Adentro (Páez) con daños importantes en puentes, vías y asentamientos humanos. Igualmente, una situación similar se presentó en Costa Rica en el año 2010 con efectos notables en vías.



De lo señalado anteriormente se puede concluir que existen importantes evidencias, tanto a nivel internacional como a nivel nacional, que indican la posibilidad de que se produzcan deslizamientos -con graves consecuencias- por la ocurrencia de un sismo.



El caso del desastre de Páez, fue originado por un sismo de magnitud 6.3 en la escala de Richter, cuyo epicentro estuvo en las faldas del Nevado del Huila, a menos de 10 km de profundidad; ocasionando cientos de derrumbes que bajaron por varios ríos, entre ellos, el río Páez, arrasando poblados enteros. Esta avalancha terminó en el embalse y represa de Betania en el departamento del Huila, llenándola de sedimentos, lo que afectó su vida útil.

Las personas en general y la comunidad organizada pueden contribuir con la identificación del riesgo de desastres por deslizamientos en su ciudad aportando de manera responsable información a los entes rectores en la materia.

FUNVISIS en su página Web (<http://www.funvisis.gob.ve/>) colocó a disposición del público en general una encuesta en la cual le da la posibilidad a las personas que registren deslizamientos.

La encuesta está estructurada en: a) información personal y b) información del deslizamiento, como por ejemplo: la fecha en la que ocurrió el evento, la ubicación geográfica del mismo; una breve descripción del evento; una descripción acerca del daño producido en la infraestructura y a los pobladores y unas observaciones generales.

Si quieres conocer más información sobre el tema de deslizamientos lee el fascículo de esta colección (Daniel Salcedo)



Deslizamientos en el Nevado del Huila, 1994.

Fuente: <http://nevadohuila.es.tl/SISMO-DE-PAEZ-1994.htm>



Riesgo de desastres por terremotos

Los terremotos son movimientos bruscos y repentinos del suelo, causados por la tectónica de placas y el desplazamiento súbito de fallas geológicas en la corteza terrestre.

Muchos de los desastres urbanos son causados por terremotos, debido a que un importante número de ciudades se localizan

en regiones expuestas a la amenaza sísmica y debido a que muchas de sus edificaciones e infraestructuras no son sismorresistentes. Las víctimas y daños materiales ocurridos cuando se presenta un terremoto se deben principalmente al derrumbe de edificaciones e infraestructuras y a incendios que en ocasiones se generan posteriormente.



Edificio afectado por terremoto



¿Cómo se evalúa el riesgo de desastres por terremotos en una ciudad?

Para estimar el riesgo sísmico de una ciudad se necesita conocer la amenaza sísmica existente en el lugar; la vulnerabilidad que presentan las edificaciones e infraestructuras que están expuestas a dicha amenaza y, finalmente, estimar las pérdidas económicas y sociales que se pueden producir al presentarse terremotos intensos.

Acerca de la evaluación de la amenaza sísmica en una ciudad

Para conocer la amenaza que representa la posible ocurrencia de terremotos en una ciudad, profesionales expertos en la materia deben realizar un estudio que permita determinar el nivel de aceleración sísmica en el basamento rocoso y los efectos de sitio; es decir la amplificación de las ondas sísmicas según los tipos de suelo subyacentes; a lo que se le conoce en general como microzonificación sísmica.



Si bien es cierto que la evaluación de la amenaza sísmica en roca se puede considerar un insumo para el cálculo del riesgo de desastres por terremotos a nivel local, es imprescindible hacer estudios de los suelos y de sus espesores, ya que con base en estas características las ondas sísmicas tendrán uno u otro comportamiento; es decir, la amenaza en la superficie dependerá de la microzonificación sísmica de los suelos.



IMPORTANTE

Venezuela cuenta con un mapa nacional de amenaza sísmica, que establece zonas para efectos de ingeniería (e.g. aceleraciones en roca). Por su parte, algunas de las principales ciudades del país cuentan con un estudio de microzonificación sísmica; como es el caso de Caracas.

Otros aspectos que se consideran importantes en la evaluación de amenaza sísmica de una ciudad son el potencial de licuación (licuefacción) del suelos, la cercanía a fallas que puedan moverse en superficie y el nivel de sismicidad en el área.

• Procesos de licuación (licuefacción) y subsidencia

Es un tipo de microzonificación que se recomienda realizar de manera detallada en una ciudad, que permite identificar áreas con potencial de licuación (licuefacción) del suelo, e incluso, el potencial subsidencia por la acción sísmica. Estos fenómenos pueden tener efectos muy severos en edificaciones, infraestructuras y tuberías.

Esto se presenta debido a las deformaciones que puede sufrir el suelo y, por lo tanto, las construcciones que estén allí ubicadas. Es el caso de las edificaciones que colapsaron en la ciudad de Niigata en 1964.

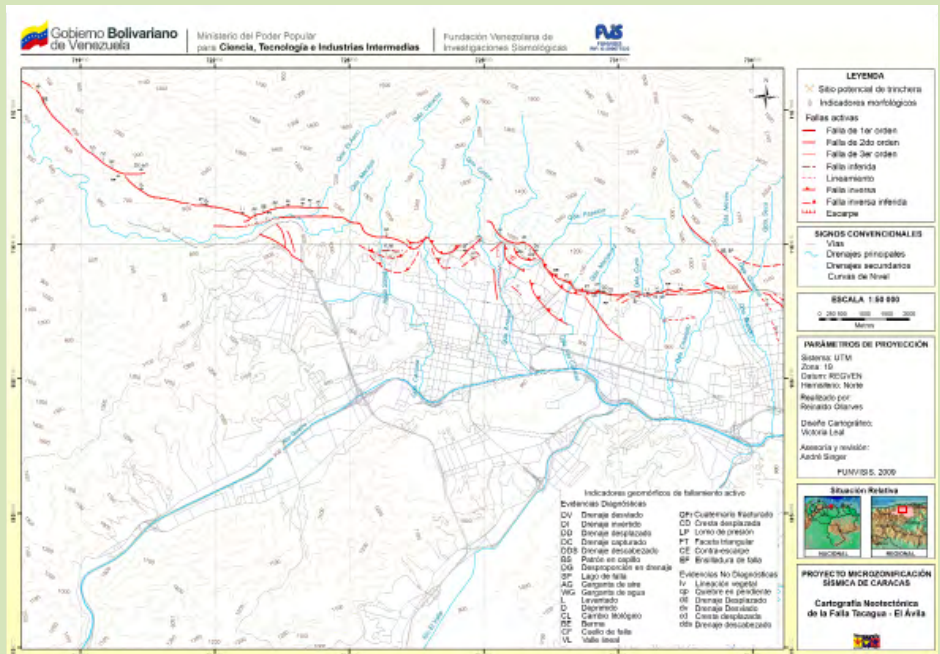


Colapso de edificaciones en Niigata en 1964.

• Identificación y análisis de zonas que estén sobre o muy cerca a fallas activas

En los estudios de microzonificación se recomienda identificar áreas cercanas a los alineamientos de fallas que tengan expresión en superficie. El estudio de estas zonas no es solamente para definir los corredores o franjas aledañas, sino también porque usualmente los suelos en

dichas franjas son débiles y pueden incluso amplificar notablemente las ondas sísmicas originadas en otra falla. En el caso de Caracas, la microzonificación sísmica elaborada por la Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS), identifica y evalúa las áreas que están cerca o sobre las fallas activas.



Mapa de fallas activas en parte de Caracas. Fuente: FUNVISIS, 2009.

• Niveles de sismicidad vs niveles de amenaza sísmica

Es importante señalar que usar niveles de muy alta, alta y media susceptibilidad, refiriéndose a la sismicidad, no es una clasificación apropiada. La sismicidad hace referencia en general a la frecuencia sísmica, lo cual no siempre está asociado al grado de amenaza sísmica. Por ejemplo, cerca de la ciudad de Bucaramanga, en el departamento de Santander en Colombia, existe una alta sismicidad -fenómeno que se le conoce como el nido sísmico de Bucaramanga- sin embargo, dicha circunstancia influye muy poco en la amenaza sísmica de la ciudad. La razón principal de esta situación es debido a que los sismos en dicha área tienen su hipocentro a una gran profundidad.

Caso contrario ocurre en Lisboa, la capital de Portugal, en donde se conoce que existe una alta amenaza sísmica, debido al conocimiento que se tiene de desastrosos terremotos como los ocurridos en enero de 1531 y en noviembre de 1775. Sin embargo, allí la sismicidad es muy baja ya que no se producen sismos frecuentemente.



Mesa de los Santos, Santander. Fuente: Noticias Santander, 2012.



En el fascículo de esta colección: Introducción a las amenazas naturales. Evaluación de la amenaza sísmica, de André Singer, se puede obtener mayor información acerca de la evaluación de la amenaza sísmica.



Ciudad de Lisboa. Fuente: <http://www.cocinillas.es/2014/05/donde-comer-en-lisboa/>

Acerca de la evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo sísmico en una ciudad

En el caso sísmico, la vulnerabilidad de las edificaciones e infraestructuras presenta diferentes grados o niveles según sea también el nivel de severidad de los eventos que pueden afectarlas. En otras palabras, la vulnerabilidad, en este caso, no sólo depende de si el elemento está o no en el área de influencia del fenómeno peligroso -como casi siempre ocurre en el caso de los aludes torrenciales y los deslizamientos- sino también de las características estructurales que hacen que la edificación sea más o menos resistente.



Por esta razón, es fundamental que profesionales expertos en el tema evalúen la vulnerabilidad de cada una de las edificaciones y las infraestructuras existentes en la ciudad para poder estimar el nivel de riesgo que tienen frente a la intensidad de los eventos sísmicos que se puedan llegar a presentar donde estas edificaciones están ubicadas.

Los estudios para evaluar la vulnerabilidad sísmica, pueden llegar a ser costosos, si se realizan de forma rigurosa. Por esto se han desarrollado metodologías cuya finalidad es identificar aquellas edificaciones e infraestructuras que pueden estar en una situación más crítica y a las cuales se les deben realizar estudios más detallados. Al respecto, FUNVISIS desarrolló el Índice de Priorización de Edificios para la Gestión del Riesgo Sísmico.



IMPORTANTE

Con este índice no se “pretende cuantificar en forma absoluta los niveles de vulnerabilidad y riesgo de la edificación, sino más bien suministrar índices que permitan comparar una edificación con otra a fin de definir prioridades hacia estudios detallados posteriores que permitan la toma de decisiones y eventuales intervenciones de refuerzo estructural” (López et al., 2014).

El índice de priorización (***I_p***) es calculado -por profesionales expertos en el tema- a partir de información básica obtenida de una visita e inspección de corta duración a la construcción. Y se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$I_p = I_A \cdot I_V \cdot I_I$$

donde ***I_A*** es el Índice de Amenaza, ***I_V*** es el Índice de Vulnerabilidad y ***I_I*** es el Índice de Importancia. Es importante indicar que el riesgo total ***I_R*** se puede calcular a partir de:

$$I_R = I_A \cdot I_V$$

Para el cálculo del ***I_V*** los datos que se recopilan son:

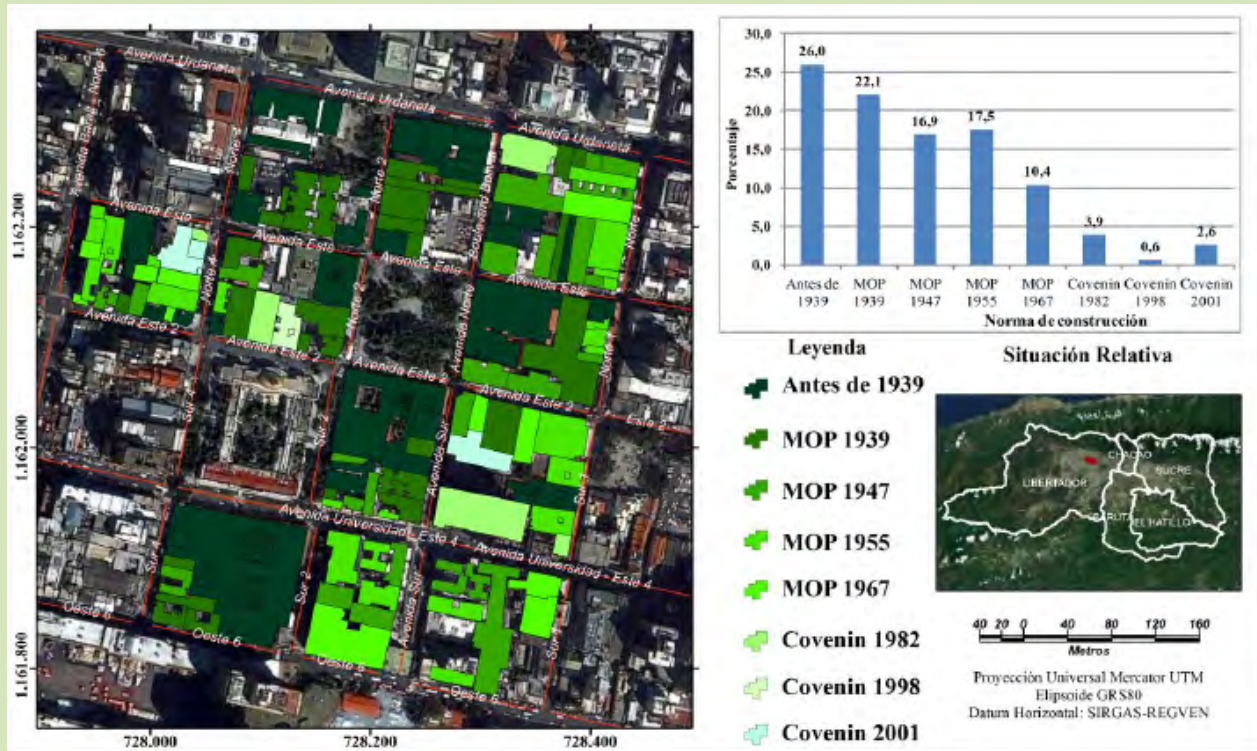
- la edad de la construcción y norma de diseño utilizada;
- el tipo estructural;
- la irregularidad de la estructura;
- la profundidad del depósito de suelo;
- la topografía y drenajes y
- el grado de deterioro. Cada uno de estos aspectos lleva asociado un peso relativo en el cálculo del ***I_V***.



*El Índice de Importancia (***I_I***) “tiene como finalidad incorporar dentro del proceso de priorización el uso que tiene la construcción y el número de personas expuestas durante un terremoto. Se asignan índices mayores a aquellas construcciones esenciales, las cuales deben mantener su nivel de operación durante la ocurrencia de un sismo, como pueden ser los hospitales y centros de salud o en general, escuelas que sirven de refugio temporal y otras. Por otro lado, se diferencia también entre edificaciones que aún teniendo el mismo uso y la misma vulnerabilidad estructural, pueden dar lugar a pérdidas distintas si difieren significativamente en el número de personas que las ocupan” (López et al., 2014).*

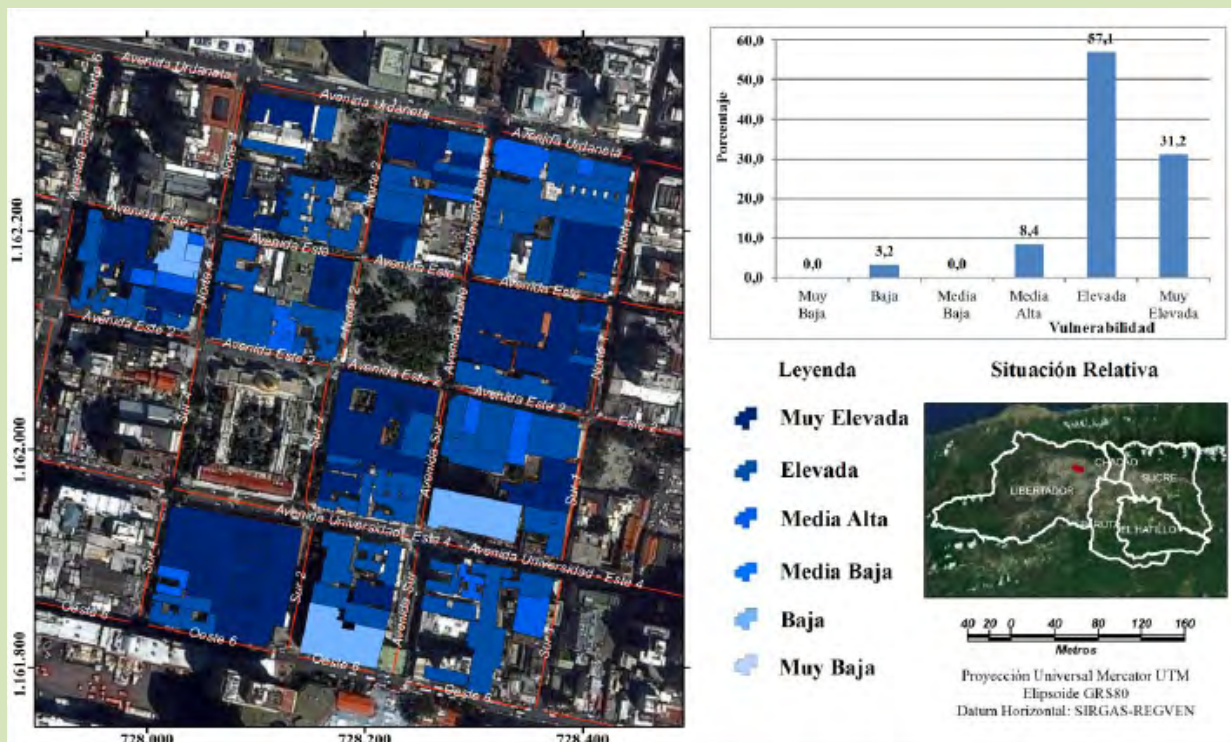
Investigadores de FUNVISIS han aplicado el índice en varios sectores de Caracas. A continuación, se muestran algunos de los resultados obtenidos en el estudio realizado a 154 edificaciones localizadas en el casco histórico de Caracas; específicamente en la parroquia Catedral del Municipio Bolivariano de Libertador.

A modo de ejemplo se ilustra uno de los aspectos a evaluar en el ***I_V***: la edad de las construcciones y la norma de diseño utilizada. Al respecto, dadas las características del sector, predominan las edificaciones antiguas. Estructuras construidas antes de la primera norma del Ministerio de Obras Públicas (MOP) del año 1939; antes del año 1967 y antes de 1982. Todas con criterios de diseño sismorresistente menos exigentes que los establecidos en las normas recientes.



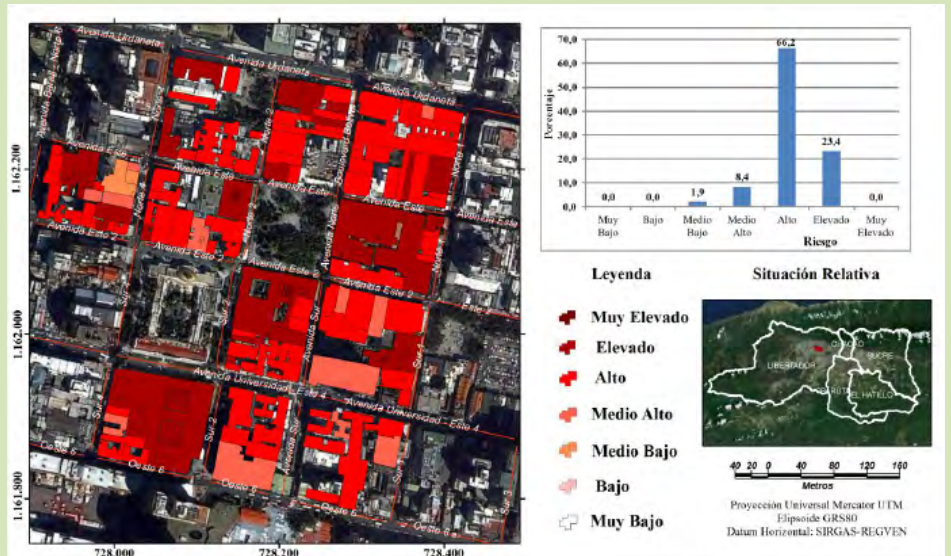
Distribución espacial y porcentual de los edificios según la norma de construcción. Fuente: López et al, (2014).

Luego de analizar todos los aspectos a considerar en la evaluación del *Iv* se obtiene la distribución porcentual y espacial de dicho índice. En el caso estudiado un 57,1% de las estructuras se encuentran en el rango de elevada vulnerabilidad sísmica y un 31,2% en el de muy elevada.



Distribución espacial y porcentual del Índice de Vulnerabilidad Sísmica. Fuente: López et al, (2014).

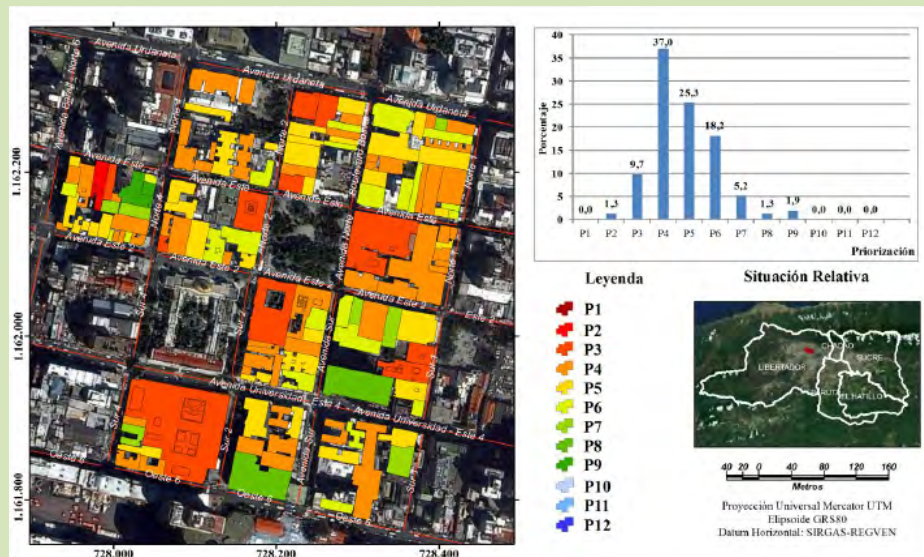
Por su parte, los resultados de la evaluación del **IR** muestran que un 66,2% de las edificaciones se encuentran en el rango de riesgo sísmico alto y un 23,4% en el rango de riesgo sísmico elevado. No existen estructuras dentro de la categoría de riesgo sísmico muy elevado “debido a que la zona sísmica considerada es la de Caracas sin efectos topográficos (Zona 5). Si esas mismas edificaciones estuvieran en una zona de amenaza sísmica mayor como pudiese ser la ciudad de Cumaná (Zona 7) y sobre una colina con efectos topográficos, el Índice de Riesgo Sísmico aumentaría y quedarían catalogadas como de riesgo sísmico muy elevado.” (López et al., 2014)



Distribución espacial y porcentual del Índice de Riesgo Sísmico. Fuente: López et al, (2014).



Se considera importante mencionar que las inspecciones fueron realizadas por estudiantes de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Central de Venezuela (UCV), bajo la figura del Servicio Comunitario que les exige la universidad como parte de su formación académica. La información recolectada fue organizada y sintetizada por investigadores de la FUNVISIS.



Distribución espacial y porcentual del Índice de Priorización. Fuente: López et al, (2014).

Finalmente, los resultados de la evaluación del **Ip** muestran que no hay edificaciones con la máxima categoría P1 (por lo ya citado respecto a que el área de estudio se encuentra en la Zona 5 y por no tener efectos topográficos). Existen 17 edificios que tienen los mayores índices y entran en los grupos P2 y P3. La edificación que ocupa el primer lugar de priorización es un centro de salud y el segundo y tercer lugar corresponden a dos centros educativos.



Con los resultados del *IP* se puede pasar a la siguiente fase que consta de “una evaluación de la calidad de los materiales, elaboración de planos estructurales y arquitectónicos y el desarrollo de modelos matemáticos para el análisis de la respuesta ante los sismos especificados en el sitio, para los fines de adecuación sísmica y refuerzo estructural.” (López et al., 2014)



El riesgo de desastre también puede ser expresado en porcentajes de daño de los elementos expuestos; en pérdidas económicas y de vidas humanas y considerando los efectos indirectos o de segundo orden.

Teniendo los resultados de la microzonificación sísmica y los de la vulnerabilidad física de las edificaciones e infraestructuras de la ciudad, aunado a información económica y social correspondiente a cada elemento expuesto o a grupos de elementos expuestos que presenten características similares, expertos en el tema pueden estimar el riesgo de desastre por terremotos expresado en términos físicos en porcentajes de daños y en pérdidas económicas y sociales.



Bogotá. *Fuente:* <http://www.quechimbabogota.com/wp-content/uploads/2015/02/bogota.jpg>

Dos de las ciudades de América Latina donde se han realizado estudios detallados de riesgo físico por terremotos son: a) Bogotá, en Colombia, basado en un análisis determinista, considerando eventos específicos y b) Caracas, en Venezuela, basado en un análisis probabilista, considerando todos los posibles eventos factibles pequeños y grandes.

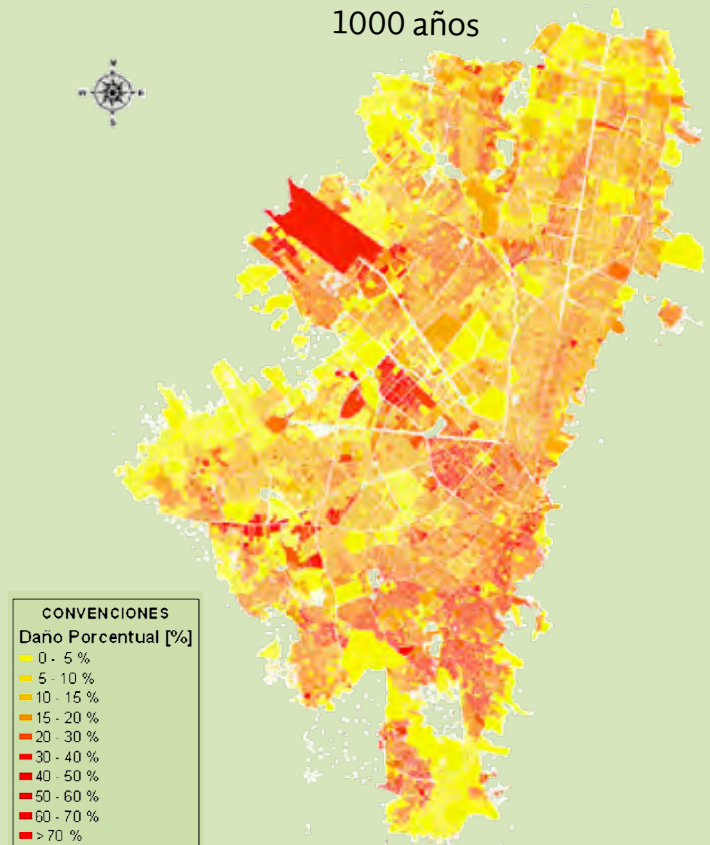
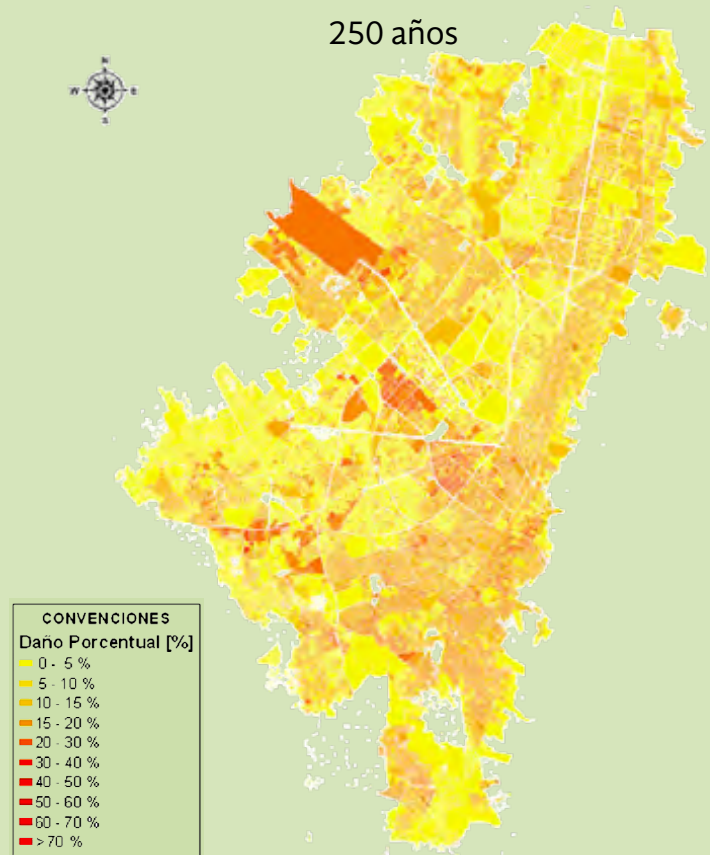


Caracas. *Fuente:* <http://runrun.es/wp-content/uploads/2014/12/CCS.jpg>

Bogotá / Análisis determinista / Porcentajes de Daños y Número de Heridos

Se estimaron por separado escenarios de daños estructurales y cantidad de personas heridas tanto durante el día como en la noche y se les asignó un período de retorno de referencia. Se trata de un análisis usualmente retrospectivo simulando eventos que ya han ocurrido, pero cuando la ciudad era más pequeña.

Los escenarios de daños estructurales que se podrían presentar en la ciudad de Bogotá si ocurriese un evento sísmico de 250, 500 ó 1000 años de período de retorno se ilustran en las siguientes figuras. Los daños se expresan en porcentaje.

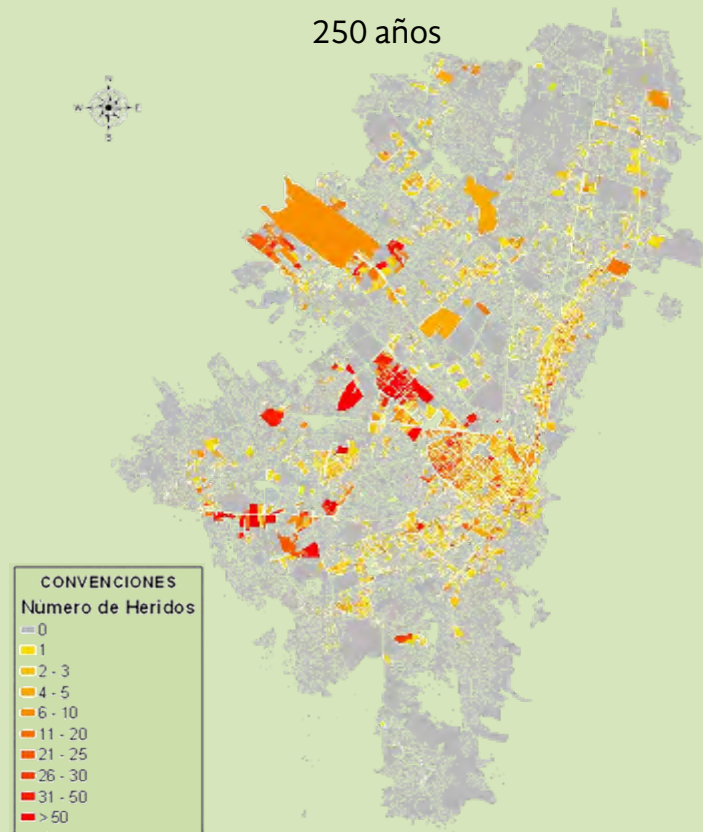


Daños estructurales por manzana en la ciudad de Bogotá para eventos de 250 y 1000 años de período de retorno. Fuente: CEDERI (2006).

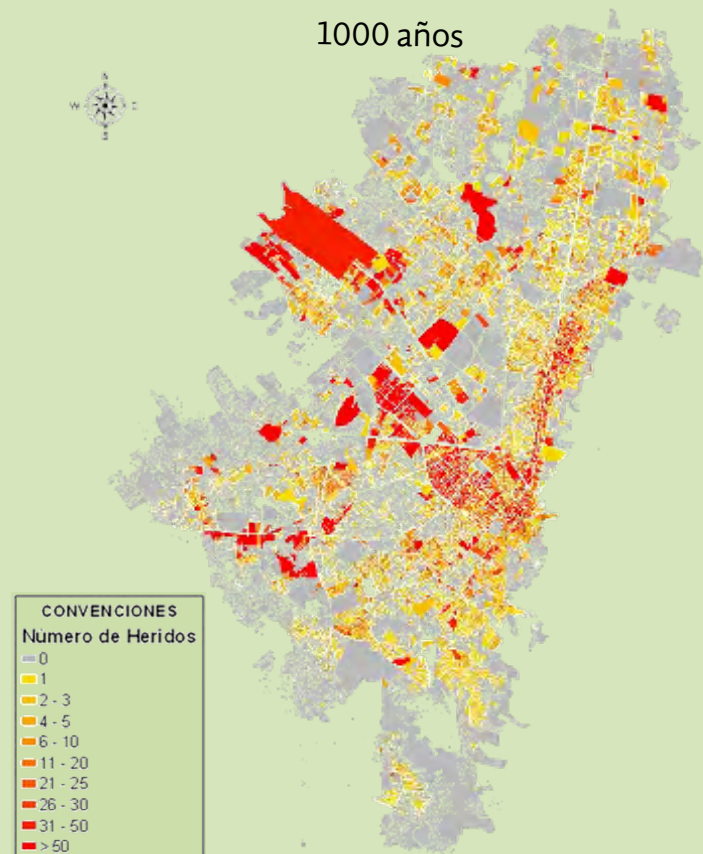


Conociendo el porcentaje de daño estructural y teniendo el valor económico de cada inmueble, o valor de reposición del mismo, junto con el valor económico de reposición de los contenidos, se puede obtener el valor aproximado de las pérdidas económicas que se tendrían para cada escenario; es decir, el riesgo expresado en pérdidas económicas para cada período de retorno analizado.

250 años



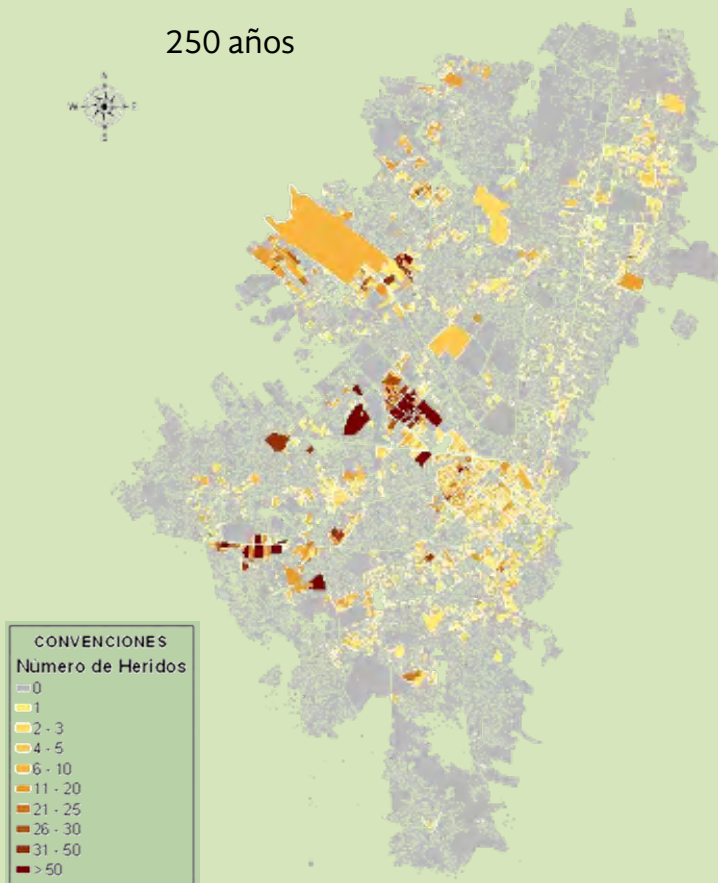
1000 años



Por su parte, teniendo el dato de ocupación humana de las edificaciones durante el día y la noche se puede obtener el número aproximado de personas que podrían resultar heridas, tanto durante el día como en la noche, de producirse un terremoto similar con un período de retorno de 250, 500 ó 1000 años.

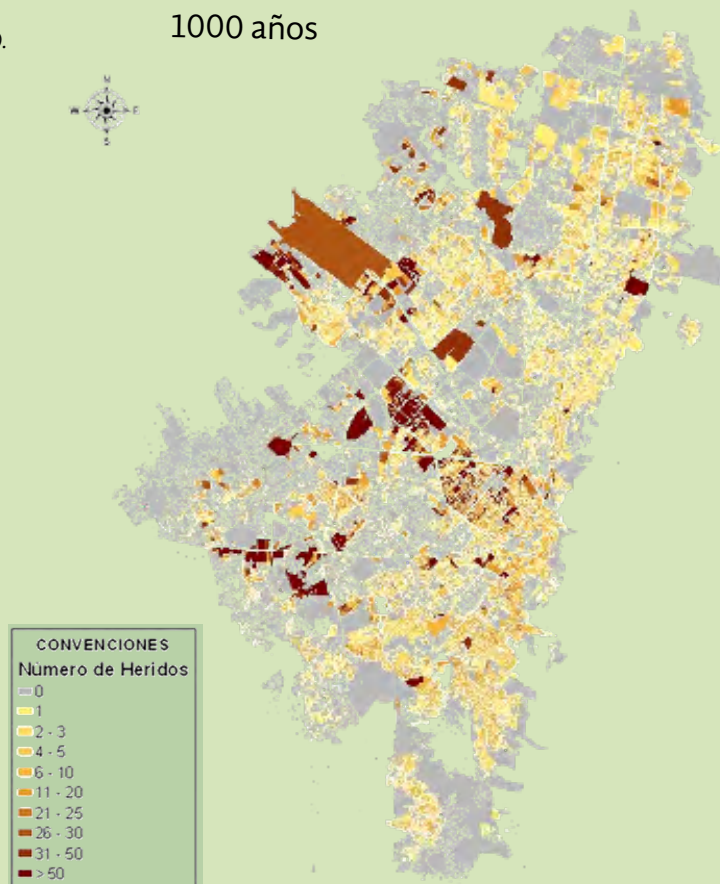
Heridos por manzana en un escenario de día en la ciudad de Bogotá para eventos de 250 y 1000 años de período de retorno. Fuente: CEDERI (2006).

250 años



Heridos por manzana en un escenario de noche en la ciudad de Bogotá para eventos de 250 años de período de retorno. Fuente: CEDERI (2006).

1000 años



Heridos por manzana en un escenario de noche en la ciudad de Bogotá para eventos de 1000 años de período de retorno. Fuente: CEDERI (2006).



IMPORTANTE

Un estudio más completo de riesgo de desastre por terremotos, en términos físicos, es aquel que se basa en un análisis probabilista; es decir, la evaluación se realiza modelando la ocurrencia de todos los futuros eventos factibles. Al respecto, se ilustra el ejemplo de Chacao, en el Área Metropolitana de Caracas.

Área Metropolitana de Caracas / Evaluación Probabilista / Pérdida Anual Esperada:

Estimación del riesgo físico, utilizando un enfoque probabilista, en el municipio Chacao del estado Miranda, expresando el riesgo en términos de la Pérdida Anual Esperada y la Prima Pura.

Para este propósito ha sido necesario modelar en forma probabilista las futuras pérdidas, resultado de la ocurrencia de terremotos que no han ocurrido aún, pero que podrían presentarse dadas las condiciones de amenaza.

En la evaluación realizada para Chacao, se utilizó la microzonificación sísmica, la cual tuvo en cuenta todos los posibles eventos que se podrían presentar. Para estimar la vulnerabilidad, se tuvieron aspectos de las edificaciones como: uso; altura; configuración en planta; área total construida; edad; estado; entre otros, y se utilizó el valor económico por metro cuadrado de los distintos sectores que conforman el municipio. De esta forma se pudo calcular el valor de reposición que se tendría que incurrir si la edificación resultara afectada o destruida por un terremoto.



Distribución espacial del valor de reposición de la edificación. Fuente: CIMNE & INGENIAR, 2014.

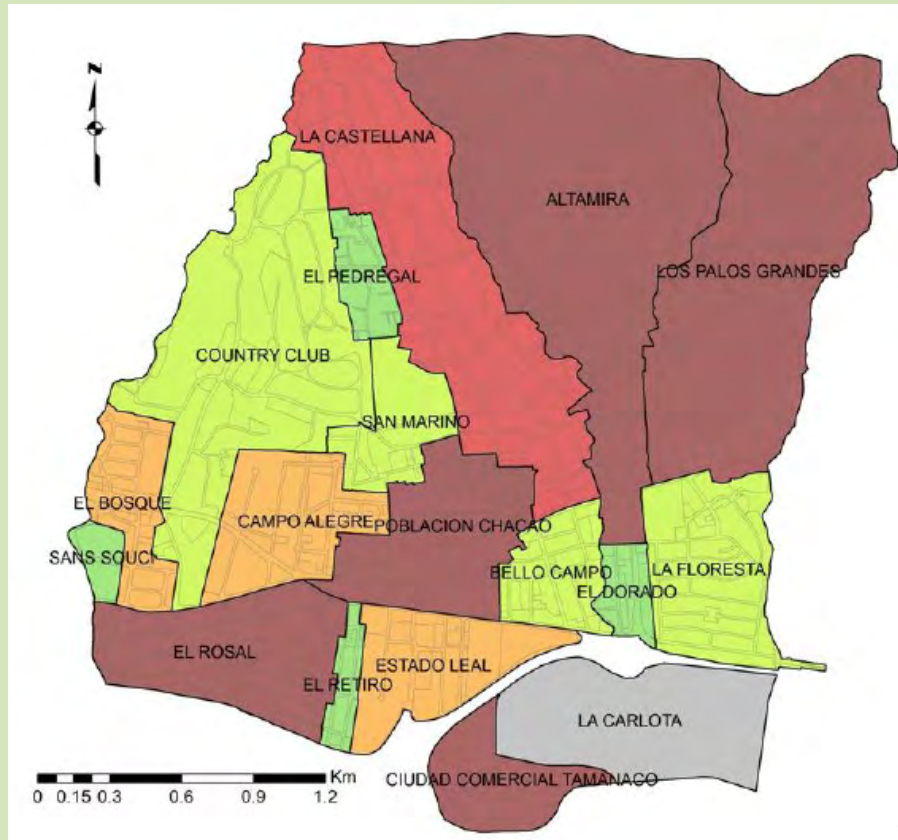
Los resultados del riesgo fueron expresados con la Pérdida Anual Esperada; es decir, con el valor económico promedio que se tendría que pagar anualmente para que a largo plazo se pudieran cubrir todas las futuras pérdidas que por desastres sísmicos se pueden presentar en el municipio Chacao.

La Pérdida Anual Esperada es un indicador de riesgo muy robusto y compacto ya que tiene en cuenta todas las posibles pérdidas probables indistintamente de cuando se puedan presentar.

Se puede ver que los sectores de Altamira, Los Palos Grandes, el Centro de Chacao, El Rosal y el Centro Comercial Ciudad Tamanao son los que presentan los mayores valores de Pérdida Anual Esperada. Esto debido a que los niveles de riesgo, bien sea por las condiciones de amenaza o de vulnerabilidad, o de ambas, son mayores.

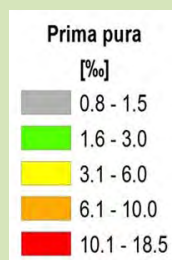


Pérdida Anual Esperada por edificaciones en el municipio Chacao. Fuente: CIMNE & INGENIAR, 2014.

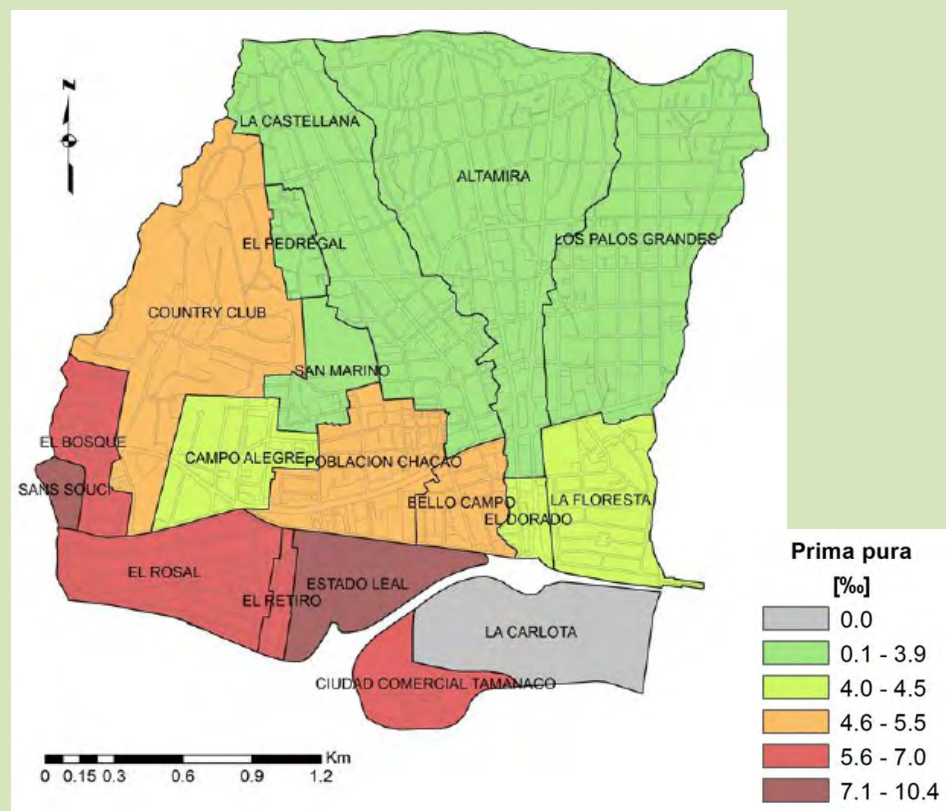


Pérdida Anual Esperada por sector en el municipio Chacao. Fuente: CIMNE & INGENIAR, 2014.

Los resultados también fueron expresados con la Prima Pura; es decir, con el valor de la Pérdida Anual Esperada dividido por el valor de reposición de cada inmueble. Dicha Prima Pura es el punto de partida para establecer el valor de pólizas de seguros.



Prima Pura por edificaciones en el municipio Chacao. Fuente: CIMNE & INGENIAR, 2014.



Prima Pura por sector en el municipio Chacao. Fuente: CIMNE & INGENIAR, 2014.

En la figura puede observarse que dado el valor de los inmuebles relativamente mayores en Altamira, Los Palos Grandes, La Castellana, El Pedregal y San Marino el valor de la Prima Pura es menor que para las edificaciones ubicadas en el resto de los sectores. Por ejemplo, el costo de las pérdidas en términos absolutos (Pérdida Anual Esperada) es evidentemente mayor en sectores como Altamira pero cuando se compara con respecto al valor de las edificaciones son una fracción menor que en el caso de Estado Leal.



La evaluación del riesgo de desastres de una ciudad no sólo debe considerar el daño físico potencial de las edificaciones, el número de fallecidos y heridos o las pérdidas económicas, sino también las condiciones de fragilidad social y de falta de resiliencia que pueden amplificar o agravar los efectos físicos. Es decir, no sólo es importante determinar las pérdidas sino también el impacto que generan.



¿Cómo se calcula el impacto para determinar el riesgo total?

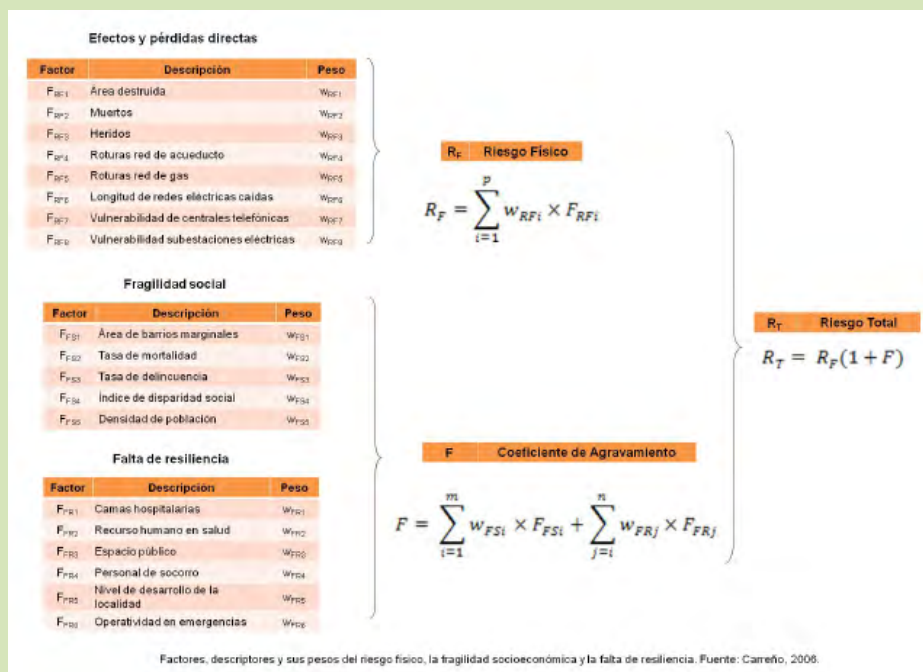
La evaluación holística del riesgo sísmico en centros urbanos utilizando indicadores tuvo como punto de partida el modelo propuesto por Cardona (2001). Posteriormente, Carreño (2006) amplió y realizó mejoras metodológicas y conceptuales que permitieron refinar las técnicas utilizadas, logrando una herramienta más versátil.

Esta evaluación se puede realizar utilizando una serie de descriptores, que son variables que caracterizan tanto el riesgo físico como la fragilidad socio-económica y la falta de resiliencia. Estas últimas representan los factores que agravan el riesgo físico, o el impacto directo de un evento, y son denominadas condiciones de agravamiento (Carreño, 2006).

Todo lo anterior da cuenta del riesgo total y esta expresado de la siguiente forma:

$$RT = RF(1+F)$$

Los descriptores del riesgo físico y los de agravamiento por fragilidad social y por falta de resiliencia que son considerados para calcular el índice de riesgo total se ilustran como ejemplo, con sus factores y pesos en la siguiente figura:



**IMPORTANTE**

Hay que tener en cuenta que para expresar el R_T en pérdidas, los descriptores de la evaluación del riesgo físico cambian. En vez de porcentajes de daño se pueden utilizar datos referentes a la pérdida anual esperada (económica, personas fallecidas y heridas, personas sin empleo y sin hogar).

El riesgo físico R_F se obtiene mediante la suma ponderada de los factores del riesgo físico:

$$R_F = \sum_{i=1}^p W_{RFi} \times F_{RFi}$$

donde R_F son los factores de riesgo físico, W_{RFi} es el peso para cada factor y p es el número total de descriptores de riesgo físico.

En forma similar se calcula el coeficiente de agravamiento, F , de la suma ponderada de los factores de agravamiento por fragilidad social, F_{RFi} , y por falta de resiliencia, F_{RFj} :

En forma similar se calcula el coeficiente de agravamiento, F , de la suma ponderada de los factores de agravamiento por fragilidad social, F_{RFi} , y por falta de resiliencia, F_{RFj} :

$$F = \sum_{i=1}^m W_{FSi} \times F_{FSi} + \sum_{j=1}^n W_{FRj} \times F_{FRj}$$

donde W_{RFi} y W_{RFj} son pesos que representan la importancia relativa, suman 1 y son calculados utilizando el Proceso Analítico Jerárquico, m y n indican el número total de descriptores para fragilidad socio-económica y falta de resiliencia respectivamente.

Específicamente los descriptores que se pueden utilizar en este caso son:

F_{RF1}	Pérdida económica anual esperada	W_{RF1}	} R_F Índice de Riesgo Físico
F_{RF2}	Personas fallecidas anuales esperadas	W_{RF2}	
F_{RF3}	Personas heridas anuales esperadas	W_{RF3}	
F_{RF4}	Personas sin empleo anuales esperadas	W_{RF4}	
F_{RF5}	Personas sin hogar anuales esperadas	W_{RF5}	

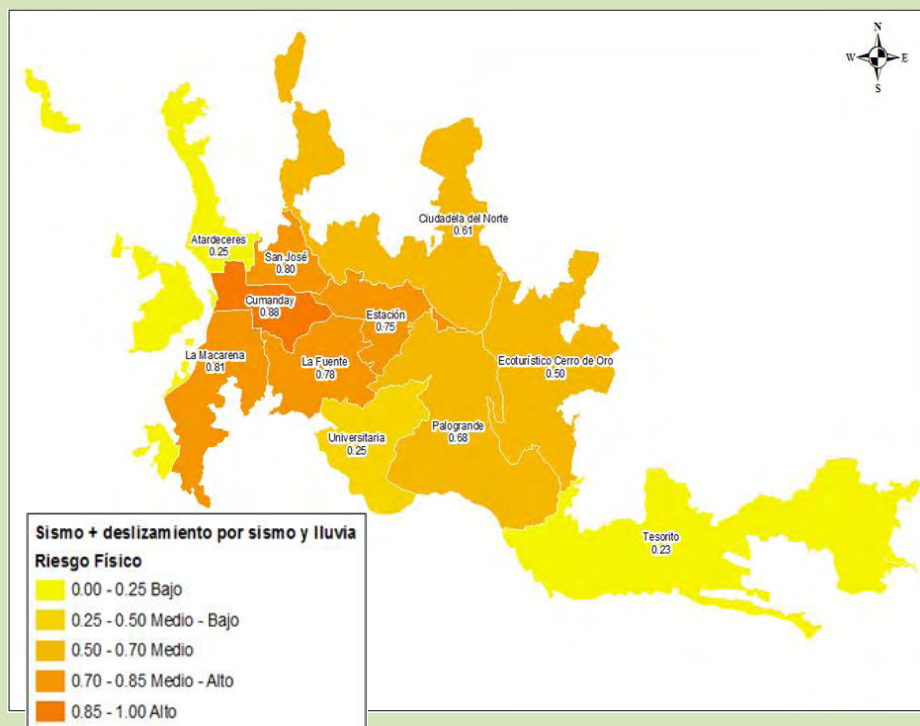
Factores, descriptores y sus pesos de riesgo físico para un análisis probabilista del riesgo. Fuente: Carreño et al., 2014

Manizales / Índice de Riesgo Total / Riesgo Físico expresado en pérdida anual esperada económica / Coeficiente de Agravamiento o Factor de impacto

Para la aplicación en Manizales de la metodología del Índice de Riesgo Total, o también denominado Índice de Riesgo Urbano, Suárez (2007) y Carreño (2015) consideraron como unidad de análisis la comuna. Cada comuna está conformada por barrios.

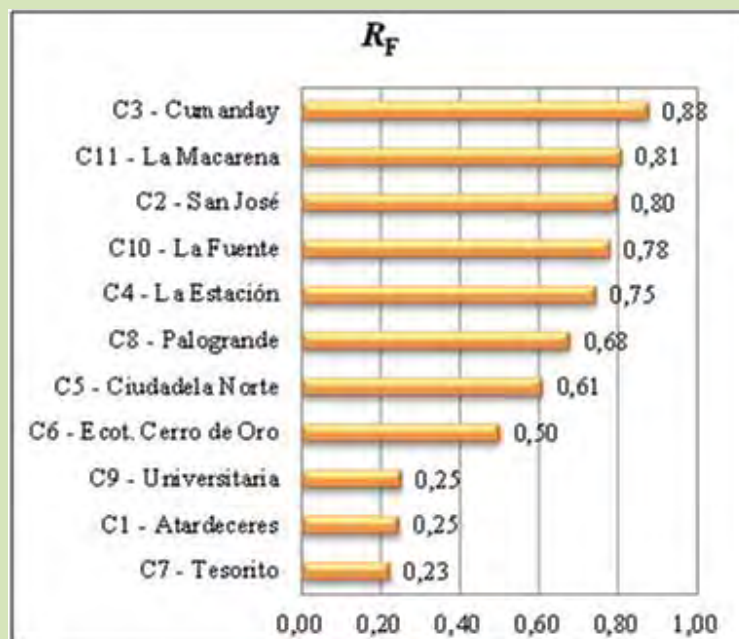
En la evaluación probabilista del riesgo físico de la ciudad se utilizó un enfoque multi-amenaza, considerando las principales amenazas que afectan a Manizales: sismos; deslizamientos por sismo y por lluvias. Fue expresado en pérdida anual esperada o prima económica por comuna y por sector: residencial, comercial, industrial, salud, institucional y educación. El valor de la prima para cada sector representa el factor de riesgo físico de dicho sector en la comuna respectiva (Bernal, 2015).

Finalmente, el Índice de Riesgo Físico, para cada una de las comunas, fue calculado como la suma ponderada de dichos factores de riesgo físico, utilizando unos pesos preestablecidos.



Índice de riesgo físico, RF, para las comunas de Manizales. Fuente: Carreño, 2015.

En las figuras se puede observar que la parte central de la ciudad de Manizales es la que presenta el mayor riesgo físico. Siendo la comuna Cumanday, donde se encuentra el centro histórico, el sector que presenta el nivel más alto.



Ranking del Riesgo Físico, RF, para las comunas de Manizales. Fuente: Carreño, 2015.



Ciudad de Manizales. Fuente: http://www.hotelcarretero.com/sites/default/files/Manizales_0.jpg

Por su parte, en relación con la evaluación del coeficiente de agravamiento (F), o factor de impacto ($1 + F$), se utilizó un grupo de indicadores relacionados con la fragilidad social y con la falta de resiliencia de las comunas.

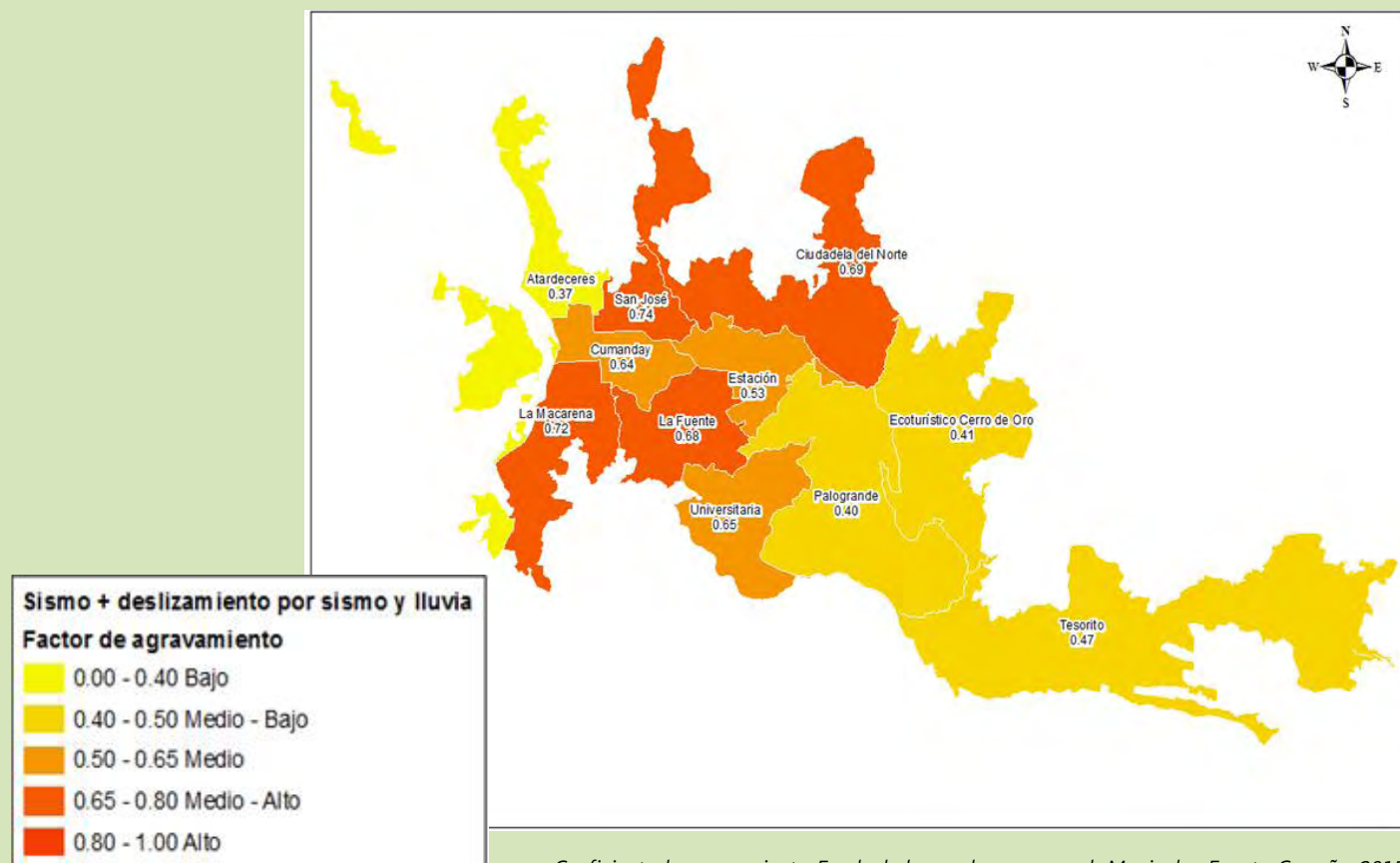
	Indicador	Unidades
X_{FS1}	Área de barrios marginales	% del área construida
X_{FS2}	Homicidios	Homicidios cada 100000hab
X_{FS3}	Población sin algún nivel educativo	% población
X_{FS4}	Hacinamiento	% hogares en hacinamiento
X_{FS5}	Densidad Poblacional	Población por km ²

Descriptores de fragilidad social incluidos en la evaluación. Fuente: Carreño, 2015.

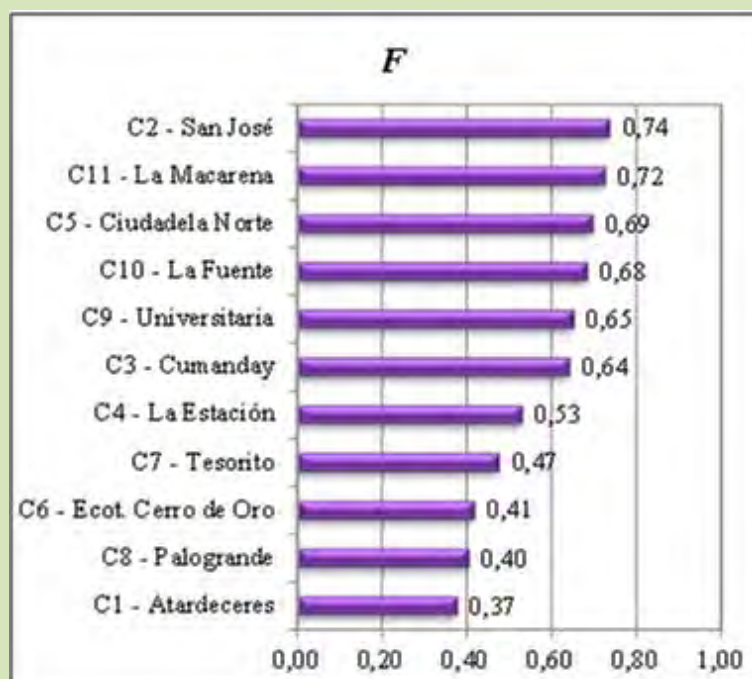
	Indicador	Unidades
X_{FR1}	Camas hospitalarias	No. Camas cada 1.000 habitantes
X_{FR2}	Recurso humano en salud	No. de profesionales cada 1.000 habitantes
X_{FR3}	Espacio público	% del área de la comuna
X_{FR4}	Personal de socorro	Personas cada 10.000 habitantes
X_{FR5}	Nivel de desarrollo (Estrato 4-5-6)	% del área construida
X_{FR6}	Participación comunitaria	Juntas de Acción Comunal cada 100.000 hab.

Descriptores de falta de resiliencia incluidos en la evaluación. Fuente: Carreño, 2015.

En las siguientes figuras se observa que la fragilidad social y la falta de resiliencia son mayores en la ladera norte y sur de la ciudad.

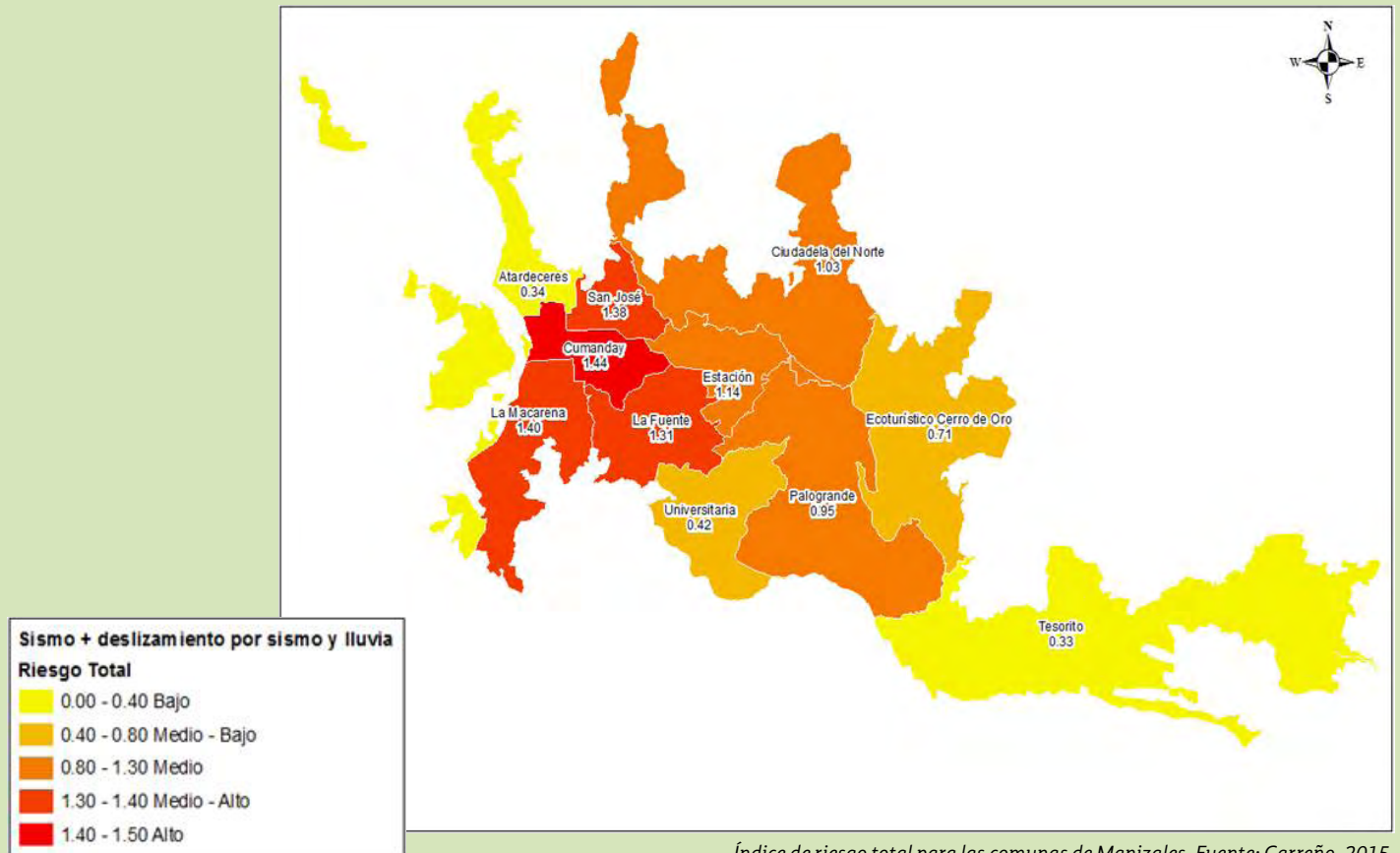


Coeficiente de agravamiento, F , calculado para las comunas de Manizales. Fuente: Carreño, 2015.



Ranking del Coeficiente de agravamiento, F , para las comunas de Manizales. Fuente: Carreño, 2015.

Finalmente, con el Índice de Riesgo Físico (R_F) y el Coeficiente de agravamiento (F), o Factor de Impacto ($I + F$), se obtuvo el índice de riesgo total (R_T) o Índice de Riesgo Urbano.

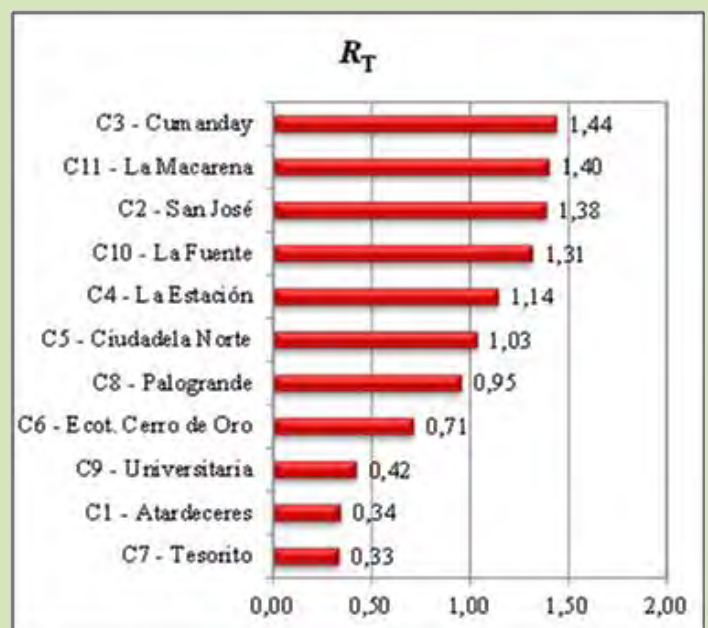


Índice de riesgo total para las comunas de Manizales. Fuente: Carreño, 2015.

Los resultados del índice de riesgo total ilustran que existe un mayor riesgo en la ladera sur, parte de la ladera norte y en el centro de la ciudad.

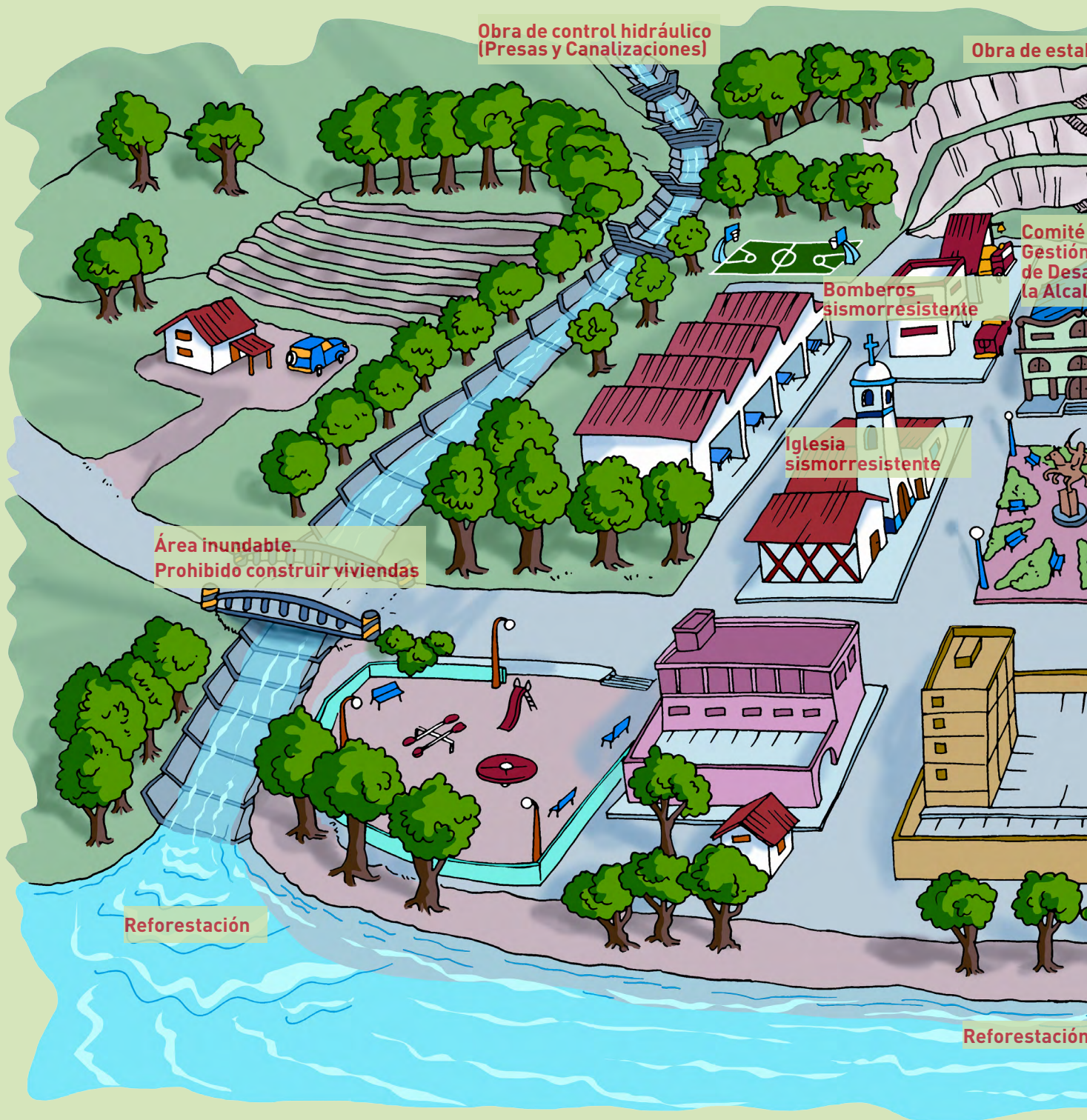


Los indicadores se agregan para calcular el Índice de Riesgo Total y, luego del cálculo, se pueden y deberían desagregar para ver las razones o factores por los cuales se están teniendo esos valores de riesgo. Esto permite orientar la identificación de las medidas de reducción del riesgo que puedan intervenir esos factores que están incidiendo en los valores del riesgo total.



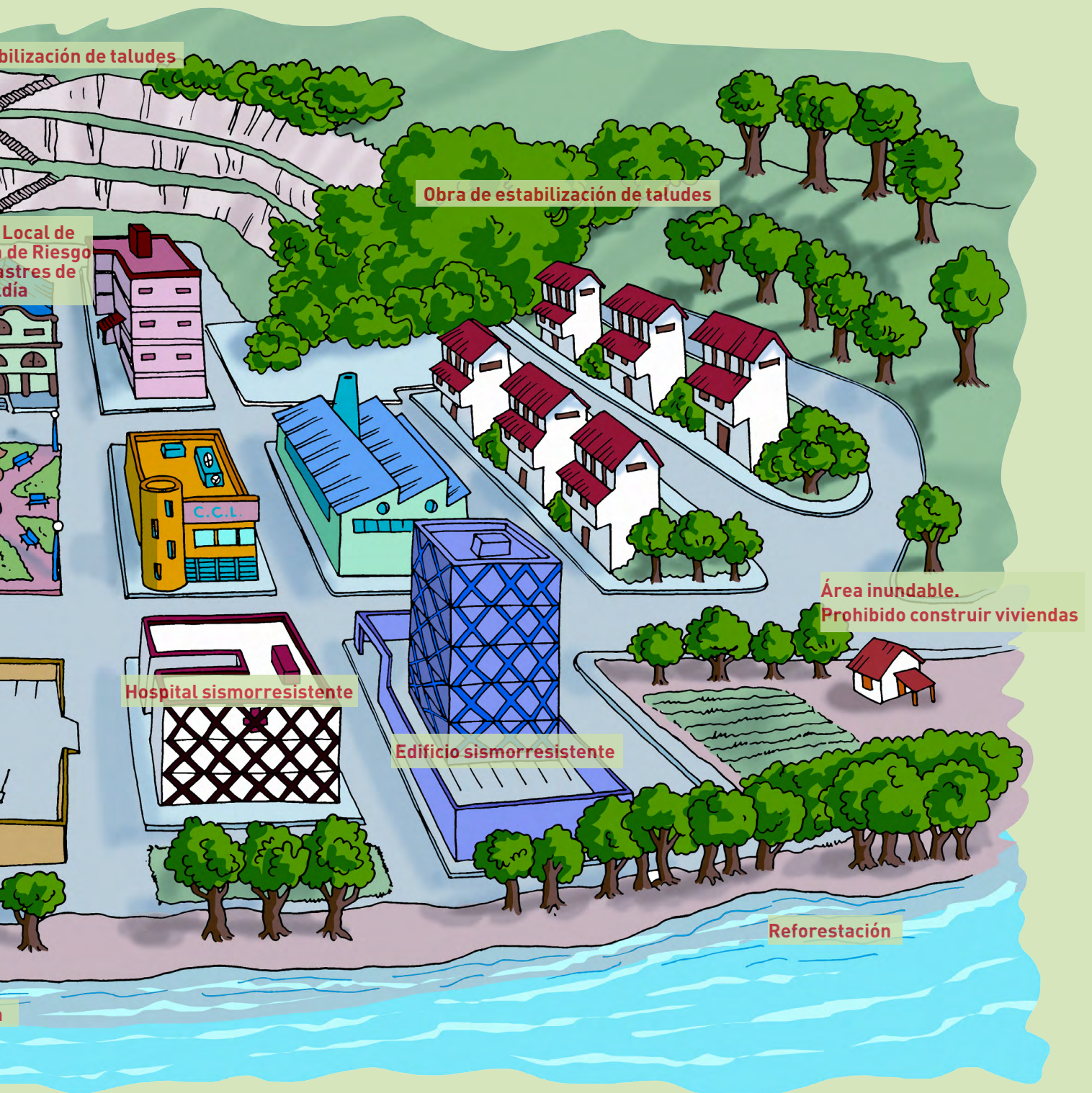
Ranking del índice de riesgo total. Fuente: Carreño, 2015.

Ciudad segura frente a desastres





Para revertir esta problemática, es decir, tener una ciudad segura ante desastres, una vez que se conozcan las amenazas y los riesgos existentes en dicha ciudad, es necesario formular e implementar medidas que reduzcan o eliminen los efectos de un posible desastre debido a esos riesgos existentes y medidas que eviten la construcción de otros riesgos nuevos.



5. REDUCCIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES

Es la política que involucra propiamente las medidas prospectivas (evitar la configuración de nuevos riesgos) y correctivas (reducir los riesgos ya existentes). Reconoce las acciones que se deberían realizar con anterioridad a la ocurrencia de un desastre, con el fin de evitar que dichos desastres se presenten y/o de presentarse, conlleven las menores pérdidas humanas y materiales posibles. Dichas acciones se dividen en medidas estructurales y no estructurales.



¿Cuáles son las medidas estructurales y no estructurales?

Las medidas estructurales son las que intervienen de manera directa los factores de amenaza y vulnerabilidad en su dimensión física. Como ejemplo se pueden mencionar: la construcción de presas, el reforzamiento de edificaciones vulnerables, etc.

Las medidas no estructurales representan un complemento importante de las medidas estructurales y son las que intervienen principalmente las dimensiones de la vulnerabilidad social, institucional, educativa, entre otras. Se dividen en activas y pasivas.

Como ejemplo de las activas se pueden mencionar la elaboración de campañas de difusión pública, el trabajo comunitario, el fortalecimiento institucional en el tema; es decir, acciones que involucran a las personas. Como ejemplo de las pasivas se tiene la elaboración de códigos y normas de construcción, la incorporación del riesgo y la gestión del riesgo en la planificación territorial y urbana; es decir, acciones relacionadas con la legislación y la reglamentación.



Las medidas de reducción del riesgo de desastres se tienen que formular por tipo de amenaza.



Medidas de reducción del riesgo de desastre por inundaciones fluviales y aludes torrenciales

A) Medidas estructurales

Algunas de las principales medidas estructurales que se deben implementar en las ciudades para reducir el riesgo de inundaciones fluviales y aludes torrenciales son la construcción de embalses de regulación para controlar los picos de crecientes; presas de retención de sedimentos y obras de canalización de cauces.



Presas cerradas en Macuto. *Fuente:* José L. López.



Presas abiertas en Catia La Mar. *Fuente:* José L. López.



Estado de canalización del río San Julián en marzo de 2008. *Fuente:* Morassutti (2010).



B) Medidas no estructurales

Una de las principales medidas no estructurales de tipo pasivo para la reducción del riesgo de desastres por inundaciones y aludes torrenciales es la incorporación de esta temática en la planificación urbana.



En el marco de un plan de ordenamiento urbano, la reglamentación de los usos del suelo, con base en condicionantes que tengan en cuenta las amenazas naturales presentes en la zona, representa una medida no estructural de tipo pasivo de reducción del riesgo de desastre. Para el efecto dichas amenazas naturales se tienen que haber evaluado en forma apropiada; entendiendo como apropiado, que dicha evaluación de respuesta a las necesidades que tiene el planificador urbano para poder tomar las decisiones acerca del régimen de usos y tratamientos, normas de densidades, ocupación y edificabilidad del suelo.

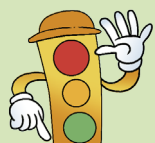


Para ejemplificar la incorporación del riesgo de desastres en la planificación urbana se utilizará la amenaza por aludes torrenciales

Para ilustrar como se pudiera incorporar el riesgo de desastres en la planificación urbana, se utilizarán los resultados hipotéticos de la evaluación de la amenaza por aludes torrenciales correspondientes a la cuenca del Río San Julián, específicamente, en la parroquia Caraballeda, explicados en el apartado titulado *Acerca de la evaluación de la amenaza por inundaciones fluviales o aludes torrenciales en una ciudad.*

La Figura D, mostrada en el mencionado apartado (p. 36), ilustra de manera hipotética los escenarios de amenaza respectivos para cada período de retorno seleccionado en el enfoque metodológico planteado, en el supuesto de que no existan obras de mitigación; específicamente, obras de protección y control hidráulico (presas y canalización).

Por su parte, la Figura D*, mostrada a continuación, ilustra para los mismos períodos de retorno hipotéticos los escenarios de amenaza, en este caso reducidos, considerando que se tienen obras de mitigación. Ambos mapas ilustran cómo quedarían las zonas de afectación o riesgo implícito: Z1, Z2, Z3, Z4 y Z5, las cuales cambian si la decisión es construir las presas y la canalización del río.



IMPORTANTE

La reducción de las zonas de amenaza y riesgo y, por lo tanto, de las pérdidas potenciales, va a depender del grado de mitigabilidad que pueden proveer las obras de protección y control, lo cual implica un análisis de optimización en cuanto a la reducción de las pérdidas y el costo de las obras de mitigación.

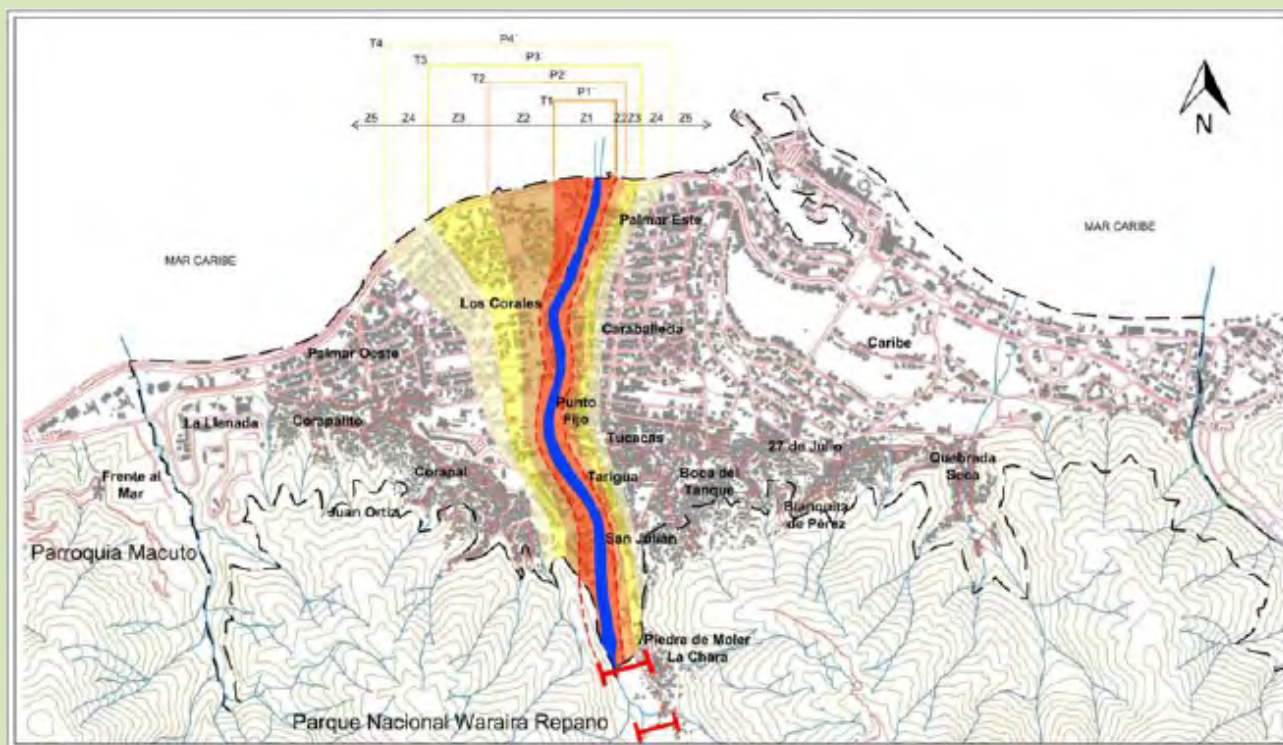
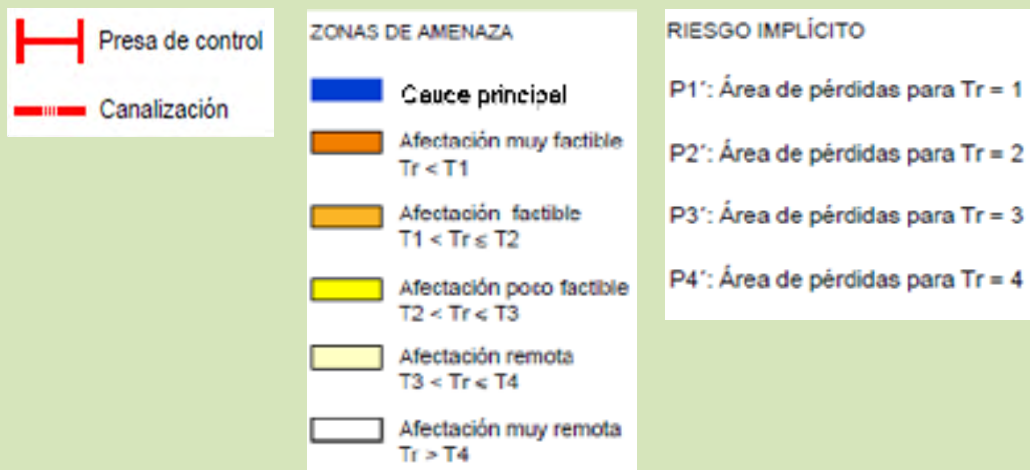


Figura D* Afectación por aludes torrenciales para distintos períodos de retorno hipotéticos con obras de mitigación. Cuenca del río San Julián, parroquia Caraballeda, estado Vargas. Fuente: Elaboración propia, 2014.



Evidentemente, si se comparan las áreas de afectación o de riesgo implícito de la figura D con las de la figura D* se notan varios cambios; por ejemplo, zonas que antes tenían niveles muy altos y altos de amenaza pasaron a tener niveles moderados.

Es decir, que este pudiera ser un mejor escenario de riesgo implícito para planificar, ya que por un lado serían menos las áreas donde se tendría que prohibir los asentamientos o reubicar lo existente y, por el otro, de ocurrir alguno de estos eventos la afectación y el valor de las pérdidas serían menores.



Una de las decisiones más difíciles de tomar es ¿cuál o cuáles obras construir? O lo que es lo mismo ¿Cuál es el escenario de riesgo implícito o de planificación más apropiado?



Si las autoridades y la comunidad organizada no quisieran asumir el riesgo implícito ilustrado en la Figura D y quisieran reducir el riesgo como lo ilustra la Figura D*, lo que implica contar con unas obras de protección y control hidráulico, tendrían que evaluar cuánto se reducen las pérdidas y cuánto costarían dichas obras de mitigación para diferentes situaciones o escenarios, lo que incluye también el costo de reubicación de edificaciones e infraestructura en ciertas áreas. Es decir, realizar un análisis de beneficio-costo.

La ecuación 1 presenta la relación de beneficio-costo B/C:

$$B/C = \frac{P_{sm} - P_{cm}}{C_m}$$

Ec. 1

donde, B/C es la relación de beneficio-costo, P_{sm} es la pérdida sin mitigación, P_{cm} es la pérdida con mitigación y C_m es el costo de mitigación.



Cuando $B/C > 1$ significa que la reducción de la pérdida es mayor que el costo de mitigación, lo que es una relación óptima, y cuando $B/C < 1$ es una situación desfavorable debido al alto costo relativo de la mitigación.

La P_{cm} se obtiene luego de identificar las áreas de riesgo implícito (Figura D*) una vez evaluada la amenaza, asumiendo hipotéticamente que las obras de control hidráulico -presas y canalización- ya han sido construidas. A dicho valor, también se le debe sumar el costo que se tendría que asumir al tener que reubicar sectores, que queden dentro del área o las áreas de mayor afectación y que no pueden considerarse un riesgo aceptable.



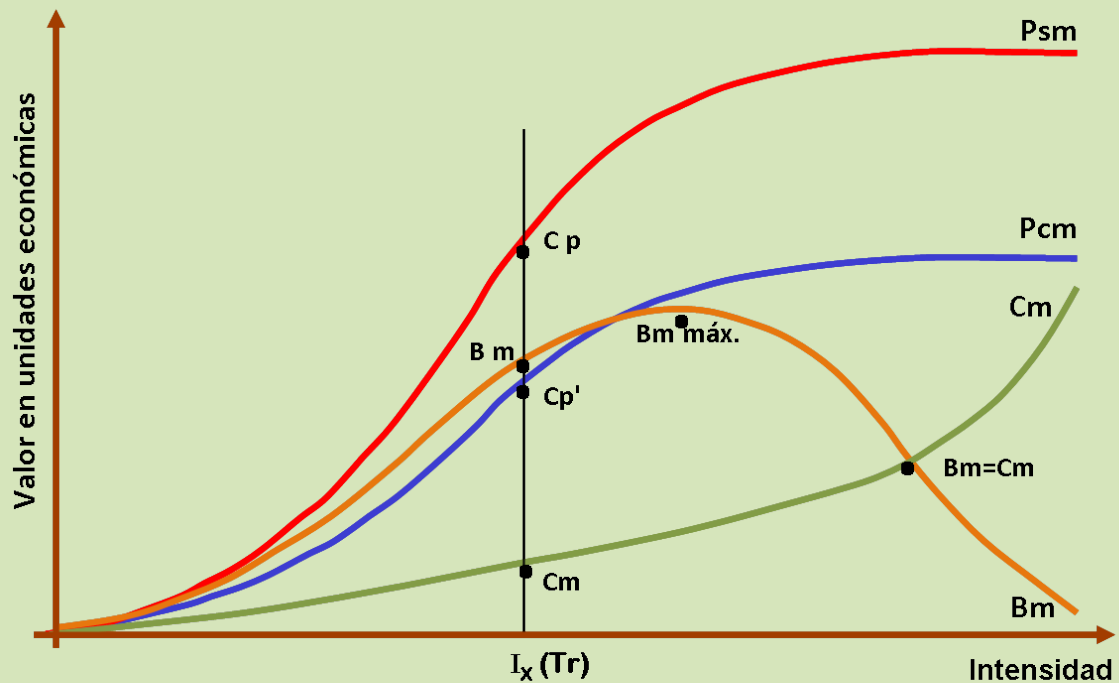
IMPORTANTE

Es importante indicar que en el proceso de toma de decisiones referentes a cuáles medidas de reducción del riesgo se tienen que implementar, además de considerar las pérdidas económicas en el análisis beneficio-costo, también se pueden considerar las pérdidas de vidas humanas.

La siguiente figura ilustra esquemáticamente y en forma continua como en la medida que la intensidad de los eventos es mayor para diferentes períodos de retorno, el costo de la mitigación C_m también aumenta. Esta es la razón por la cual la pérdida sin mitigación P_{sm} se reduce ($C_p - C_p'$) en cada intensidad de referencia y pasa a ser la pérdida con mitigación P_{cm} , obteniéndose el beneficio de la mitigación B_m , que se deriva de la reducción de las pérdidas a causa de las obras de mitigación.



El beneficio de la mitigación puede aumentar hasta cierto punto, como lo indica la figura, a partir del cual no aumenta o incluso empieza a decaer aunque el costo de la mitigación sea cada vez mayor. En este segmento la relación B/C es muy baja.

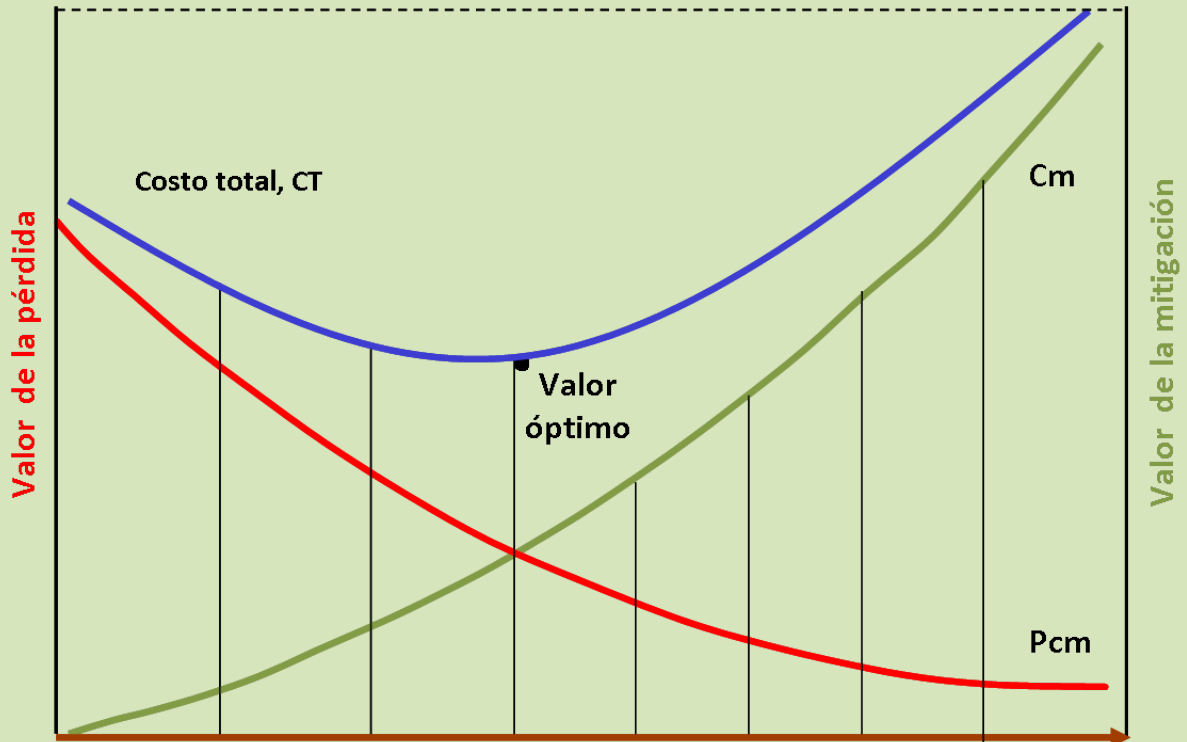


P_{sm} : Pérdida sin mitigación
 P_{cm} : Pérdida con mitigación

C_m : Costo de la mitigación
 B_m : Beneficio de la mitigación

Costo de las pérdidas y de la mitigación para efectos de obtener el beneficio de las intervenciones. *Fuente:* Elaboración propia, 2014.

Realizando los análisis de beneficio–costo se puede obtener la alternativa más óptima; es decir, el escenario de riesgo implícito o de planificación más adecuado para, entre otras acciones, la reglamentación de los usos del suelo urbano. La siguiente figura ilustra que existiría una situación óptima en términos de reducción de las pérdidas y el costo de la mitigación.

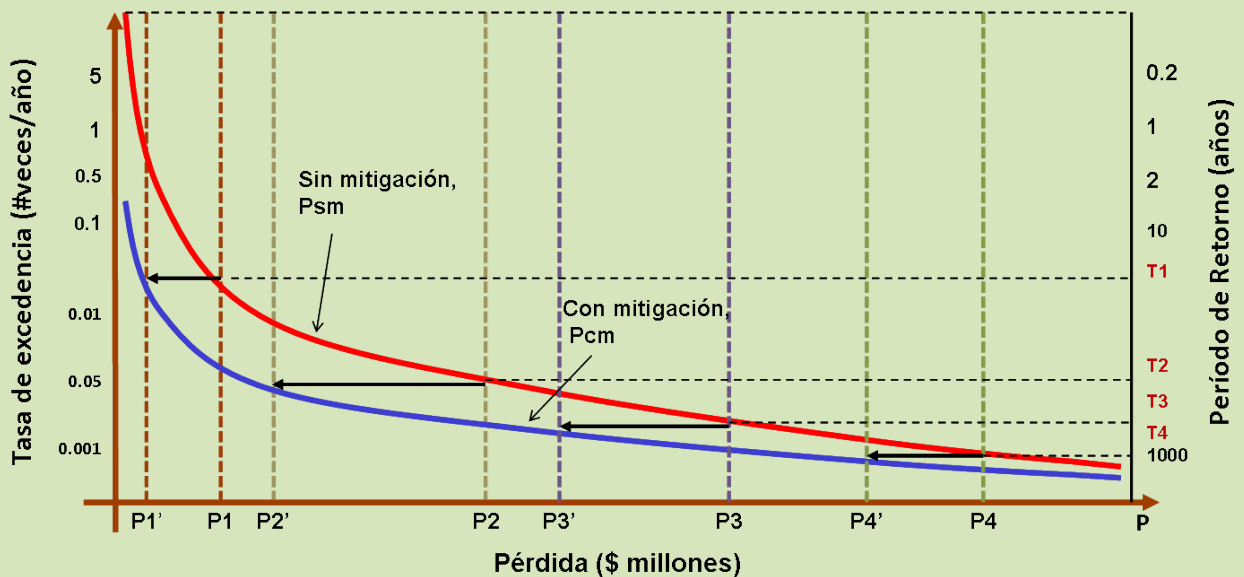


Costo de las pérdidas con mitigación; costo de la mitigación y costo total con fines de planificación. *Fuente:* Elaboración propia, 2014.



Es importante tener en cuenta que debido a que prácticamente el riesgo nunca llega a ser cero o nulo en el análisis de beneficio–costo no sólo se tiene que considerar el costo de la construcción de la obra de mitigación, sino también el posible costo de tener que reubicar algunas edificaciones existentes. Ambos costos representarían el costo total.

Este enfoque se hizo utilizando solamente cuatro períodos de retorno hipotéticos, pero lo ideal sería realizar una evaluación de riesgo más detallado utilizando modelos probabilistas del riesgo, con los cuales se pueden obtener las curvas de probabilidad de excedencia de pérdidas hipotéticas, en este caso para la parroquia Caraballeda, tanto sin obras de mitigación como con obras de mitigación, tal como lo ilustra hipotéticamente la siguiente figura para diferentes períodos de retorno.



Curvas de excedencia de pérdidas hipotéticas sin y con mitigación obtenidas con un enfoque probabilista de evaluación del riesgo. Fuente: Elaboración propia, 2014.



En la figura se ilustra que para cada período de retorno, T1, T2, T3 y T4 del ejemplo hipotético utilizado, habría una reducción de las pérdidas: de P1 a P1', de P2 a P2', de P3 a P3', de P4 a P4'.

La estimación probabilista no sólo permite obtener las pérdidas para cualquier período de retorno, a lo que se le denomina la Pérdida Máxima Probable, sino también la Pérdida Anual Esperada (Average Annual Loss, en inglés) para la parroquia de Caraballeda, la cual se obtiene de la integración de estas

curvas, que en la literatura se les conoce también como curvas de riesgo en términos probabilistas. Esta es la forma más rigurosa y ortodoxa de hacer estas evaluaciones del riesgo, con el fin de contar con la información necesaria para la planificación urbana y el ordenamiento territorial.



Una vez optimizada la evaluación del riesgo de desastres y se seleccione el escenario de riesgo más óptimo para planificar, es posible definir con mayor detalle las obras de mitigación y los usos del suelo urbano en forma consistente, aunado a la formulación e implementación de unas medidas de intervención.

Lo que se busca es que exista una relación directa entre la definición de los resultados de los estudios de amenaza y riesgo y las propuestas de intervenciones, para que estas sean factibles realizar en un área determinada, no sólo desde el punto de vista técnico y económico, sino también considerando factores sociales y culturales.

Se podrían considerar intervenciones:

a) Prospectivas, las cuales se adoptan con anticipación en zonas no ocupadas para evitar la configuración de nuevos riesgos;

b) Correctivas, las cuales se adoptan en zonas ya ocupadas para reducir los riesgos existentes y;

c) Prescriptivas, las cuales conllevan la aplicación de requisitos o exigencias mínimas de seguridad, que deben cumplirse para convivir con amenazas frente a las cuales hay que protegerse; por ejemplo, en el diseño de las obras de mitigación, con el fin de reducir o controlar la amenaza y, si es el caso, la exposición en las áreas propensas a los fenómenos peligrosos.

En la siguiente tabla se ejemplifican algunas medidas prospectivas, correctivas y prescriptivas asociadas a cada nivel de afectación.

Riesgo implícito	Intervención Prospectiva (área no ocupada) 1	Intervención Correctiva (área ocupada) 2	Intervención Prescriptiva (Exigencias)
Afectación muy factible	Prohibición de asentamientos e infraestructura	Reubicación de asentamientos e infraestructura	Explorar reducir la amenaza al nivel de moderada
Afectación factible	Prohibición de asentamientos e infraestructura	Reducción de la amenaza + sistema de alerta	Reducir la amenaza al nivel de moderada
Afectación poco factible	Control del aumento de la amenaza + sistema de alerta	Protección del área + sistema de alerta	Controlar aumento de la amenaza (1) y proteger el área (2)
Afectación remota	Control del aumento de la amenaza	Sin condicionantes	Controlar el aumento de la amenaza (1)
Afectación muy remota	Sin condicionantes	Sin condicionantes	Sin requisitos

Intervenciones prospectivas, correctivas y prescriptivas indicativas asociadas a los niveles de riesgo implícito. Fuente: Elaboración propia, 2014.

Existe una relación directa entre la definición de los resultados de amenaza y riesgo y la propuesta o decisión en términos de restricción o condicionamientos, e incluso de exigencias o planteamientos de lo que se puede hacer en cada área, razón por la cual la definición de los niveles de amenaza y riesgo no debe realizarse en forma desconectada, como lamentablemente se ha venido haciendo hasta ahora.



La forma convencional de valoración de amenaza, vulnerabilidad y riesgo, que utiliza calificaciones arbitrarias de alto, medio y bajo, basadas en juicios técnicos, que no han tenido en consideración lo que implica estas calificaciones para la planificación y el desarrollo, ha contribuido a que no se incorpore apropiadamente el riesgo en la planificación.

En cualquier caso, la definición del grado de amenaza o riesgo implica una contraprestación y no debe establecerse sin considerar las opciones que, por ejemplo, aunque puedan implicar altos costos de mitigación pueden ser factibles y justificables teniendo en cuenta otras consideraciones técnicas, sociales, ambientales, culturales y económicas.

Aunque la realización de medidas estructurales de mitigación o prevención como obras de protección, programas de reforestación, sistemas de alerta, etc. deben ser planteadas con especial cuidado para no beneficiar unas áreas y al mismo tiempo desfavorecer a otras, estas medidas deben ser parte de las opciones que determinan la viabilidad o no de ocupar o seguir ocupando áreas propensas a ser afectadas en algún grado.



Medidas de reducción del riesgo de desastre por deslizamientos

A) Medidas estructurales

Algunas de las principales medidas estructurales que se deben implementar en las ciudades para reducir el riesgo por deslizamiento son la construcción de obras de control de erosión, estabilidad de taludes y manejo de aguas.



Con la finalidad de ilustrar algunas medidas de reducción del riesgo de desastres por deslizamiento se utilizará como ejemplo lo implementado en la ciudad de Manizales, en Colombia, ya que es considerada un laboratorio en el tema.

La ciudad de Manizales ha sido objeto a través de los años, de desastres ocurridos en zonas de ladera con graves condiciones de estabilidad. Las causas de los deslizamientos van desde aspectos naturales relacionados con la topografía, factores climáticos, propiedades geotécnicas de los suelos, hasta causas antrópicas como, manejo inadecuado de las aguas superficiales, conflictos con el uso del suelo, deficiencias en estructuras y procesos constructivos, entre otros aspectos.



La Corporación Autónoma Regional del Caldas (CORPOCALDAS) no ha limitado su gestión ambiental a la conservación del medio ambiente y al uso sostenible de los recursos naturales, sino que realiza acciones y proyectos concretos de prevención de desastres, como estrategia para garantizar un desarrollo sostenible.

En este sentido, la institución ha venido aplicando un trabajo orientado a lograr una gestión integral del riesgo, dentro de la cual la realización de obras de estabilidad de taludes y manejo de aguas ha resultado de especial importancia.



Fuente: <http://es.chibchlopedia.wikia.com/wiki/Manizales>



¿Cómo se identificaron los sitios a intervenir y cuáles instituciones participaron en el proceso?

Para dar respuesta a la pregunta anterior se consultó un artículo elaborado por CORPOCALDAS titulado “Obras de Reducción y Mitigación de Riesgos en el Departamento de Caldas”, el cual fue presentado en el Taller Internacional sobre Gestión del Riesgo a nivel local: el caso de Manizales, Colombia, desarrollado en el mes de septiembre de 2006.

La definición de los sitios a intervenir con obras de reducción del riesgo de desastre por deslizamiento en la ciudad de Manizales se realizó de manera conjunta entre CORPOCALDAS y el Comité Local de Emergencias, coordinado por la Oficina Municipal para la Prevención y Desastres de Manizales (OMPAD) y con el Comité Regional de Emergencias de la Gobernación de Caldas, coordinado por la Unidad Departamental para la Prevención y Atención de Desastres (UDEPADE).

Teniendo en cuenta la gran cantidad y, principalmente, la frecuente ocurrencia de procesos de inestabilidad, asociados con cada época invernal, normalmente CORPOCALDAS, la OMPAD y la UDEPADE conservan listas actualizadas de sitios críticos que han sido afectados por deslizamientos.

Dichos sitios son obtenidos de los recorridos de campo realizados por las entidades mencionadas y reportados por la misma comunidad o los municipios y que son priorizados de acuerdo con unos criterios preestablecidos.

A) Criterios técnicos de priorización relacionados con el control de la amenaza: En los sitios donde la alternativa técnicamente óptima para controlar el riesgo, ha sido atacar directamente los fenómenos con obras de infraestructura ambiental y prevención de desastres, se seleccionaron sitios donde la amenaza es activa y latente, reciente o producto de reactivaciones importantes de los eventos ocurridos en los últimos años.

B) Criterios técnicos de priorización relacionados con la reducción de la vulnerabilidad:

En este caso se priorizaron los sitios donde de manera preferencial existieran comunidades (personas y vidas humanas), como elementos sustanciales y fundamentales expuestos a los efectos de fenómenos naturales.

C) Concertación con las Alcaldías Municipales y los Comités Locales de Emergencia:

Se han realizado trabajos de concertación y socialización de los sitios seleccionados con CORPOCALDAS, con la Alcaldía Municipal de Manizales y con el Comité Local de Emergencia para, finalmente, y con base en los criterios técnicos indicados, seleccionar los sitios finales a ser intervenidos con obras de reducción del riesgo.



IMPORTANTE

Este enfoque puramente “atencionista” de definición de los sitios críticos, ha sido paulatinamente reemplazado por criterios que privilegian la prevención, realizando estudios cada vez más detallados y rigurosos, orientados hacia la predicción de ocurrencia de deslizamientos, evaluando el riesgo con modelos probabilistas, teniendo en cuenta que las metodologías de prevención traen enormes ventajas de tipo social y económico.



¿Cuáles han sido las principales obras que se han construido en Manizales?

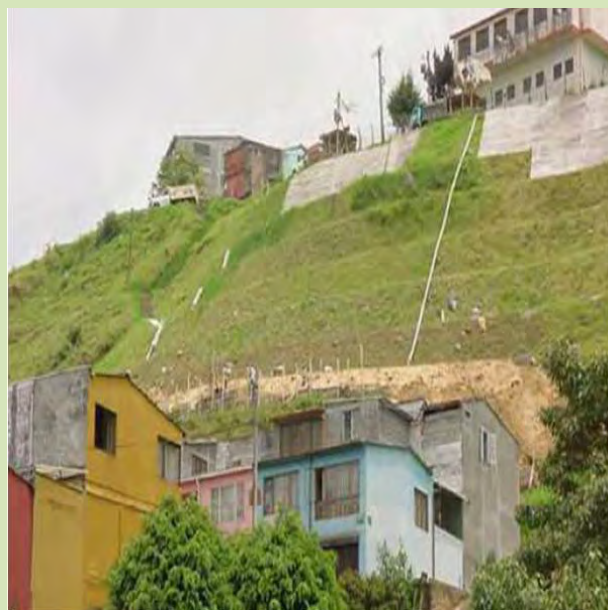
Hasta el año 2006, en la ciudad de Manizales, se realizaron obras de: a) tratamiento de taludes y laderas; b) trinchos, que son estructuras conformadas por elementos naturales; c) barreras vivas; es decir, plantas; d) recubrimiento de taludes con sacos, biomantos y cuerdas de fibra natural; e) captación, conducción y entrega de aguas de escorrentía; f) manejo de aguas superficiales y subterráneas; g) sistemas de corrección torrencial y de control de procesos erosivos en cauces y h) obras de contención.



Laderas de Chipre en Manizales. *Fuente:* CORPOCALDAS, 2006.



Barrio Linares en Manizales. *Fuente:* CORPOCALDAS, 2006.



Barrio Los Nogales. Fuente: CORPOCALDAS, 2006.



Barrio Colombia. Fuente: CORPOCALDAS, 2006.



Barrio El Tucán. Fuente: CORPOCALDAS, 2006.



Barrio La Sultana. Fuente: CORPOCALDAS, 2006.

B) Medidas no estructurales

Igual al caso del riesgo de desastre por inundaciones fluviales y aludes torrenciales, una de las principales medidas no estructurales del tipo pasivo para la reducción del riesgo de desastres por deslizamientos es la incorporación de esta temática en la planificación urbana.



¿Cómo puede darse la incorporación del riesgo de desastre por deslizamientos en la planificación urbana?

Los deslizamientos, al igual que lo expresado sobre los aludes torrenciales, también son fenómenos cuya energía es tan alta que su intensidad se considera lo suficientemente severa que cualquier elemento expuesto que se encuentre en su área de influencia, en términos prácticos como lo indica Londoño (2014), está sujeto a un daño

total o casi total en caso de presentarse el evento. Es decir; que la zonificación de la amenaza por deslizamientos se traduce en términos prácticos en una zonificación de riesgo, sea porque ya exista algo expuesto (riesgo configurado) o porque algo pueda estar expuesto en el futuro (riesgo implícito).



IMPORTANTE

En el caso de los deslizamientos se podría obtener el riesgo implícito o probabilidad de afectación, puesto que las zonas de susceptibilidad o amenaza se pueden asociar con diferentes grados de inestabilidad o por ejemplo con el factor de seguridad en términos geotécnicos de las laderas.

De lo anterior se puede deducir que el enfoque referente a cómo seleccionar el escenario más óptimo para planificar las zonas propensas a ser afectadas por inundaciones fluviales y aludes torrenciales, explicado anteriormente, se puede emplear para el caso de las zonas amenazadas por deslizamientos. Teniendo identificado ese escenario se puede reglamentar los usos del suelo urbano, aunado a la construcción de las obras y a la implementación de las medidas prospectivas, correctivas y prescriptivas que se consideren más adecuadas.



Como ya se indicó anteriormente, también existen medidas no estructurales del tipo activas. Como ejemplos se pueden mencionar la elaboración de campañas de difusión pública, el trabajo comunitario, el fortalecimiento institucional en el tema; es decir, acciones que involucran a las personas. Al respecto del trabajo comunitario, Manizales tiene un importante programa.

CORPOCALDAS (2006) indica que gran porcentaje de los deslizamientos que han ocurrido en la ciudad de Manizales se han generado debido a la alta intervención humana sobre las laderas. Algunas de las causas específicas han sido: la construcción ilegal de viviendas en zonas de alto riesgo definidas en el Plan de Ordenamiento Territorial de Manizales; el arrojado indiscriminado de basuras, escombros y residuos de movimientos de tierra sobre laderas inclinadas y con problemas geotécnicos; la ausencia de obras adecuadas para la captación, conducción y entrega de las aguas de lluvias (viviendas sin canales y bajantes, patios y solares sin impermeabilizar); la realización de excavaciones en la base de los taludes, removiendo su base; la colocación de sobrecargas y

viviendas muy pesadas en laderas inestables; la implantación de cultivos limpios en zonas de fuerte pendiente; los daños en las redes internas del alcantarillado de las viviendas, muy antiguas y en avanzado estado de deterioro; entre otras.

A raíz de esta situación, desde el mes de octubre del año 2003, la Alcaldía de Manizales junto con CORPOCALDAS, a través de la Corporación para el Desarrollo de Caldas (CDC), implementaron el Programa Guardianas de la Ladera, cuyo principal objetivo es la protección de las laderas ubicadas en el área urbana del municipio de Manizales y de las obras de estabilidad que en ellas se encuentren, por parte de habitantes y vecinos, previa capacitación referente al cuidado y mantenimiento de las mismas.



¿Quiénes forman parte del Programa Guardianas de la Ladera?

Por un lado, el programa cuenta con un grupo de mujeres, denominadas guardianas, las cuales son seleccionadas según el cumplimiento de dos requisitos básicos: 1) Ser madres cabezas de familia y 2) Residir en las comunas donde se fueran a realizar las actividades. Por otro lado, también cuenta con un equipo de apoyo conformado por profesionales del área técnica y social y, por un grupo de instituciones como CORPOCALDAS, el Municipio de Manizales y la Cruz Roja.



Grupo de Coordinadores y Guardianas de la Ladera. Fuente: CDC, 2006.



Capacitación de las Guardianas de la Ladera. Fuente: CDC, 2006.

El programa busca apropiarse a las guardianas mediante su participación activa para evitar el deterioro de las laderas, afianzando así la temática de prevención de desastres en la cultura. Son previamente capacitadas en temas sociales como comunicación, liderazgo, valores y participación comunitaria y en temas técnicos como el funcionamiento de las obras y signos de inestabilidad.



¿Cuáles son las principales funciones de las Guardianas de la Ladera?

Tienen tres funciones principales:

- 1) Limpieza de las obras en las once comunas de la ciudad de Manizales, en las cuales existen zonas de tratamiento geotécnico y áreas de protección ambiental;
- 2) Reportar a las instituciones respectivas daños en las obras y desperfectos en las redes domiciliarias del alcantarillado; sitios donde se arrojan de manera inconveniente basuras y escombros; entre otros, y
- 3) Difundir la experiencia y el conocimiento al resto de la comunidad. (CORPOCALDAS, 2006)



Guardianas de la Ladera trabajando. Fuente: CORPOCALDAS, 2006.



Entrega simbólica de obras. Fuente: CORPOCALDAS, 2006.



¿Cuáles han sido los principales resultados del Programa de las Guardianas de la Ladera?

Los principales resultados del Programa de las Guardianas de la Ladera han sido: a) Se han recuperado gran cantidad de obras de estabilidad y manejo de aguas, garantizando la seguridad de las comunidades aledañas a las mismas; b) Se ha prevenido la ocurrencia de nuevos deslizamientos por el reporte de las guardianas o por su acción inmediata cuando se

presentaron algunos eventos; c) Se han controlado de manera efectiva la aparición de asentamientos ilegales espontáneos en zonas de alto riesgo, disminuyendo las pérdidas sociales, económicas y ambientales por efecto de la ocurrencia de desastres; d) Se han propiciado condiciones ambientales mucho más favorables en sitios con problemas de contamina-

ción ambiental por el arrojo de basuras y escombros y por el vertimiento incontrolado de aguas servidas; f) Se ha establecido una cultura de la prevención de desastres en la ciudad ya que cada vez se encuentra menos basura en las obras y e) Se ha generado empleo y se ha aumentado el nivel de ingresos de muchas madres cabeza de familia.



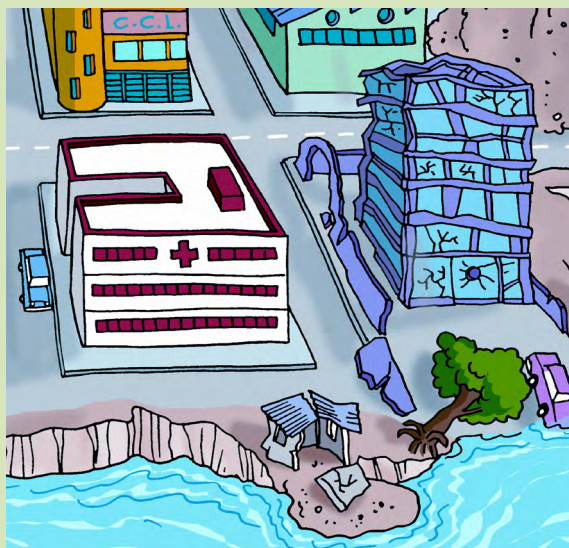
Por lo ilustrado en este apartado se puede decir que la ciudad de Manizales presenta grandes avances en materia de reducción del riesgo de desastre por deslizamientos, tanto en lo referente a la implementación de medidas estructurales como de medidas no estructurales. Es decir, Manizales representa un buen ejemplo de una *Ciudad segura frente a Desastres por Deslizamientos*.



Medidas de reducción del riesgo de desastre por terremotos

A) Medidas estructurales

La principal medida estructural que se debe implementar en las ciudades para reducir el riesgo de desastre por terremotos, es el reforzamiento estructural previa evaluación de las edificaciones.



Con la finalidad de ilustrar algunas medidas de reducción del riesgo de desastres por terremoto se utilizará como ejemplo parte de lo implementado en las ciudades de Manizales y Bogotá, en Colombia.

Parte de lo realizado en la ciudad de Manizales

En la ciudad de Manizales los estudios de vulnerabilidad sísmica estructural y el diseño de la rehabilitación sismorresistente de algunas edificaciones se iniciaron en la década de los 90, por su parte, las intervenciones estructurales para la rehabilitación o reforzamiento sísmico se iniciaron en la década del 2000. Este hecho pasó a convertirse en una de las más notables demostraciones de voluntad

política, acompañada de una inversión decidida, con el fin de reducir el riesgo sísmico en forma preventiva de importantes edificaciones públicas esenciales, patrimoniales, vitales, de carácter local, departamental e incluso del sector privado. Dentro de estas intervenciones se pueden mencionar los reforzamientos realizados a la Catedral Basílica y al Hospital de Caldas.

La intervención realizada en el Hospital de Caldas llegó a representar el ejemplo más notable de evaluación y reducción de la vulnerabilidad estructural, no estructural y funcional que se tenía referenciado por la Organización Panamericana de la Salud, debido a que todos estos estudios se cumplieron a cabalidad con una inversión notable de la ciudad y del gobierno nacional.



Fuente: OD Cardona, 2007.

Cardona (2001) indica que en 1928 se inició la construcción de la Catedral Basílica de Manizales, en el centro occidente de Colombia. Este edificio de estilo neogótico fue construido en hormigón armado, cuando apenas habían pasado veinte años de la aparición de este material en el mundo. En 1938, 1962 y 1979 este templo sufrió la acción de terremotos importantes que afectaron su estructura de manera significativa.

El autor también menciona que en la década del 90 la Subdirección de Monumentos del Instituto Nacional de Vías, hoy la Dirección de Patrimonio del Ministerio de Cultura y la Gobernación de Caldas, promovieron la realización de los estudios de vulnerabilidad sísmica estructural y el diseño de la rehabilitación sismorresistente, con el fin de proteger este templo declarado Monumento Nacional en 1981. Finalmente, las intervenciones sismorresistentes se realizaron en la década del 2000.



Fuente: OD Cardona, 2005.



Fuente: OD Cardona, 2010.

Otras de las edificaciones de Manizales que también se reforzaron fueron todas las estaciones de bomberos, el Teatro de los Fundadores, los edificios de la Universidad de Caldas y la Universidad Nacional de Colombia, innumerables escuelas y otros edificios institucionales del orden municipal y nacional.



Cuerpo de Bomberos de Manizales. Fuente: Mendes, 2015.



Universidad Nacional, Sede Manizales. Fuente: Mendes, 2015.



Parte de lo realizado en la ciudad de Bogotá

El terremoto ocurrido el 25 de enero de 1999 en la zona cafetera de Colombia, situada a 350 km al oeste de la ciudad de Bogotá, afectó a la ciudad de Armenia. En ella unas 22 escuelas quedaron destruidas. Afortunadamente, el sismo ocurrió cuando las instalaciones educativas estaban vacías. Si bien es cierto que la afectación ocurrida en las escuelas en Armenia encendió la alarma referente a la necesidad de realizar las intervenciones para que las instalaciones educativas fuesen sismorresistentes, en el caso de la ciudad de Bogotá, antes de 1999 ya se venía trabajando en el tema.

La Dirección de Prevención y Atención de Emergencias de Bogotá ya contaba con mapas sobre la microzonificación sísmica de la ciudad y con la Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sismorresistente (NSR-98).



Colegio Rufin en el barrio Berlín. Fuente: CIGIR, 2009.

Basado en lo anterior, Alexander et al. (2015) y Cardona (2007) indican que, en el año 2000, la Secretaría de Educación de Bogotá contrató la elaboración de un estudio que identificara las condiciones estructurales de las escuelas públicas. Para ese momento existían unas 710 escuelas, la mayoría de las cuales fueron construidas en la década del 60, sin haber tenido en cuenta los requisitos sismorresistentes. Finalmente, el estudio mostró que 434 de estas escuelas tenían alta vulnerabilidad sísmica, 3 estaban en zonas de inundación y 20 eran propensas a ser afectadas por deslizamientos de tierra.



IMPORTANTE

En el nuevo código se establecía la necesidad de evaluar la vulnerabilidad sísmica y la rehabilitación de las edificaciones esenciales. Además, establecía un plazo de seis años para hacerlo, pero en el 2001, ese período de tiempo se extendió hasta doce años.

En el año 2004, con el apoyo del Banco Mundial, en el nivel nacional se formuló el Programa Reducción de la Vulnerabilidad Fiscal a los Desastres Naturales. En el marco de este programa, la Alcaldía de Bogotá de la mano del consejo de la ciudad, promovió la iniciativa para reducir la vulnerabilidad sísmica de las escuelas públicas. Debido a los altos costos que implicaba dicha reducción en las 434 escuelas identificadas como vulnerables, incluida en algunos casos la reubicación de las estructuras, se tuvo que, basado en unos estudios, priorizar la atención de 200 escuelas.

Finalmente, se formuló el proyecto integral de rehabilitación de edificios y gestión de riesgos en las escuelas públicas, el cual fue incorporado en el Plan de Desarrollo 2004-2008 de la ciudad de Bogotá, llamado “Bogotá sin indiferencia”.



El objetivo del proyecto incluyó el fortalecimiento y la mejora de las escuelas, desde un punto de vista integral. Es decir, el propósito del proyecto no era sólo cumplir con los requisitos de construcción resistente a los terremotos, sino también la organización de la infraestructura educativa de acuerdo a los estándares de vida mínimos, basado en lo establecido en el Plan Maestro de Equipamientos Educativos -PMEE- 2006-2019.

Además, este proyecto se basó en la implementación de una estrategia pedagógica para incorporar la gestión del riesgo de desastres en la cultura.

Lo que se buscaba, tanto con las medidas estructurales como con las no estructurales, era conseguir un buen, cómodo y seguro ambiente escolar y un servicio educativo de alta calidad en la mayoría de las escuelas que habían sido identificadas como vulnerables.

En las siguientes fotos se ilustran algunos ejemplos de escuelas que fueron intervenidas:



Escuelas de Bogotá antes y después de ser intervenidas.

Fuente: Subdirección de Plantas Físicas - Secretaría de Educación del Distrito Capital

B) Medidas no estructurales

Como se ha indicado anteriormente, una medida no estructural de reducción del riesgo de desastres del tipo pasivo, tanto para los eventos de inundaciones fluviales y aludes torrenciales como para los deslizamientos, es la incorporación de esta temática en la planificación urbana. Ahora bien, en el caso de los eventos sísmicos no es del todo así.



Desde el punto de vista del ordenamiento territorial y la planificación urbana no todas las amenazas son relevantes para la definición de los usos del suelo urbano; es decir, no todos los fenómenos tienen incidencia en la posibilidad de que ciertas áreas deban ser ocupadas o no, tal es el caso de los terremotos. La amenaza sísmica -asociada a estos eventos- resulta no ser restrictiva o prohibitiva para el establecimiento de los usos en el espacio.

En este caso las medidas a considerar son de carácter prescriptivo y están basadas en los requisitos de seguridad que deben exigirse para el diseño y construcción en cada sitio -por ejemplo, de acuerdo con una microzonificación sísmica- o en la evaluación de la vulnerabilidad física de los elementos expuestos; la cual se debe reducir mediante la aplicación de requisitos o exigencias mínimas de seguridad en las estructuras, que deben intervenir o reforzarse, de tal manera que sea posible “convivir” con este tipo de amenaza con un nivel de seguridad razonable.



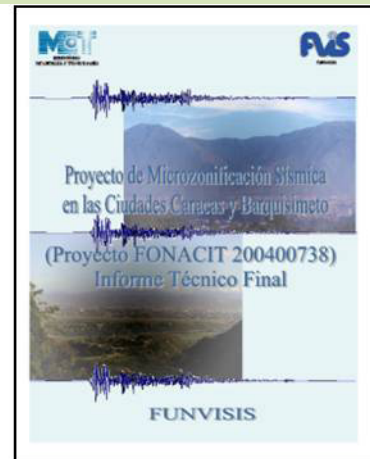
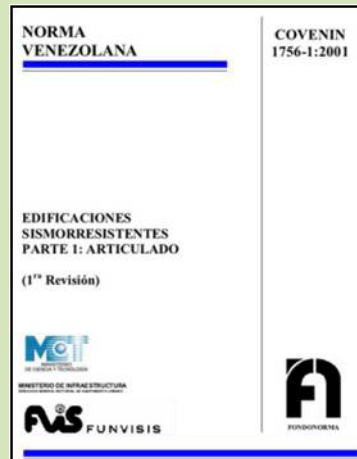
Aún cuando la amenaza sísmica no es relevante en la definición de los usos del suelo urbano, es necesario indicar tres aspectos que se deben tener en cuenta en los instrumentos de planificación urbana:

- 1) En la caracterización del área de estudio de dichos instrumentos se debe indicar si el área presenta amenaza sísmica y en las propuestas espaciales, indicar que los nuevos desarrollos o cualquier intervención urbana que se proponga realizar en ella debe tener en cuenta las normas sismorresistentes vigentes;
- 2) También se debe tener en cuenta información referente a las zonas que estén sobre o cercanas a las fallas (alineamiento de fallas) particularmente a las fallas activas que tengan expresión en superficie. Usualmente esos suelos son débiles y pueden incluso amplificar más las ondas sísmicas originadas por un sismo en otra falla.
- 3) Finalmente, se deben tener en cuenta las áreas con potencial de licuación (licuefacción) del suelo o de potencial subsidencia por la acción sísmica, que pueden tener efectos muy severos en edificaciones, infraestructuras, tuberías, etc. Esto debido a las muy fuertes deformaciones que puede sufrir el suelo y, por lo tanto, las construcciones que puedan estar allí ubicadas.



Una de las principales medidas no estructurales de reducción del riesgo de desastres por terremotos del tipo pasiva es la elaboración de códigos y normas de construcción.

Venezuela cuenta con la Norma COVENIN de Edificaciones Sismorresistentes, del año 2001. Por su parte, algunas de las principales ciudades del país ya cuentan con estudios de microzonificación sísmica. Una vez elaboradas las ordenanzas respectivas, basadas en los resultados de estos estudios, en dichas ciudades se podrán complementar los requerimientos sismorresistentes establecidos en la Norma COVENIN antes mencionada.



Como ejemplos de las medidas no estructurales de reducción del riesgo de desastres por terremotos del tipo activas están la elaboración de campañas de difusión pública y la capacitación institucional y comunitaria.

La Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS) cuenta con el proyecto educativo experimental Aula Sísmica. Dicho proyecto se concibió como un laboratorio socio-educativo, donde varios instructores transmiten conocimiento sobre prevención sísmica a la comunidad en general; especialmente a aquellos grupos organizados que manifestaban la necesidad de información, asesorías, adiestramiento, etc.



Fuente: Correo del Orinoco, 2015.

6. TRANSFERENCIA DEL RIESGO DE DESASTRES

La reducción del riesgo puede tener límites, sobre todo cuando cubrir todas las posibles pérdidas en un lugar puede significar la implementación de medidas de mitigación excesivamente costosas y cuyo beneficio-costo no es justificable. En esos casos siempre queda

un riesgo residual que podría ser óptimo cubrir mediante la transferencia del riesgo. Esta política pública se refiere a la protección o gestión financiera del riesgo, desde el punto de vista de los desastres. Se basa en el planeamiento y la aplicación de medidas económicas

y financieras por parte del Estado, orientadas a impedir o reducir los desequilibrios o efectos adversos que puedan afectar la sostenibilidad financiera y económica, la productividad y los activos de un lugar debido a la ocurrencia de un evento catastrófico.



Desde el punto de vista financiero el manejo del riesgo tiene como objetivo identificar las medidas de protección financiera para cubrir posibles pérdidas, examinando alternativas de transferencia y retención de pérdidas que resulten más eficientes y óptimas desde el punto de vista financiero. Esto involucra, la contratación de seguros y reaseguros, el diseño de bonos de catástrofe, entre otros mecanismos factibles.

La ciudad de Manizales cuenta con un instrumento de transferencia del riesgo que cubre las edificaciones privadas. Es un seguro voluntario colectivo, promovido por la administración de la ciudad y la industria aseguradora, cuyo pago se realiza mediante la factura del impuesto predial. Se trata de una alianza en la cual la administración municipal facilita, mediante sus procesos de sistematización de información, el cobro y recaudo de un seguro de daños para cada predio de la ciudad de acuerdo con el valor catastral del inmueble.

La factura incluye un formato que permite al contribuyente pagar sólo su impuesto predial o adicionalmente, de manera voluntaria, pagar lo que corresponde a la prima estimada del seguro, obtenida del valor catastral del predio y su respectivo impuesto al valor agregado.

Mediante subsidio cruzado los estratos sociales de mayores ingresos, al pagar voluntariamente el seguro de su casa, cubren a los estratos sociales más pobres de la ciudad. Este instrumento no sólo ha promovido la cultura del seguro sino que ha beneficiado a los propietarios de más bajos ingresos.

CONCEPTOS	SIM SEGURO	CON SEGURO
SALDO ANTERIOR		
VALOR NOTA CREDITO (I.P.U.)	166,337	
RECARGO I.P.U.		
CORRECCIONALES	29,353	
RECARGO CORRECCIONALES		
TOTAL MUNICIPIO		\$195,690
PRIMA SEGURO		\$195,690
IVA SEGURO		43,952
TOTAL FACTURADO		\$245,630

PAGUE HASTA: 15-JUN-2007 PERIODO FACTURADO: MAY-JUN-2007

PAGUE TAMBIEN POR INTERNET BANCOLOMBA
Pago con Tarjeta de Crédito en Tesorería Municipal
Líneas atención Contribuyente 8730722 Ext 138-132-133
AHORRE INTERESES MORA PAGANDO OPORTUNAMENTE.

7. PREPARACIÓN Y MANEJO DE DESASTRES

Aunque en una ciudad se implementen diferentes medidas para evitar que el riesgo de desastres surja o aumente, en general, dichas medidas no pueden lograr reducir el riesgo totalmente; es decir, el riesgo nunca será “cero” y siempre existirá alguna posibilidad de que se presenten desastres. En este apartado se describen las principales acciones *ex ante* para prepararse y *ex post* para el manejo de desastres una vez que estos ya se han presentado.

A) Preparación

Corresponde a las acciones y medidas *ex ante* que deben realizarse, antes de que los desastres se presenten, con el fin de planificar y organizar los operativos de emergencia, de forma que, pueda llevarse a cabo el efectivo y oportuno aviso, salvamento y rehabilitación de la población en caso de desastre. Cardona (2002) señala que la preparación o la fase de preparativos se caracteriza por:

- a) La elaboración de planes de emergencia, en los cuales se incluyen las responsabilidades, funciones y capacitación de los organismos de salvamento, socorro y asistencia humanitaria.
- b) El inventario de recursos físicos, humanos y financieros disponibles de todas las entidades competentes tanto públicas como privadas que deben vincularse.
- c) La elaboración de planes de contingencia o de procedimientos para la atención de eventos específicos, de acuerdo con niveles de alerta preestablecidos, cuando esto es factible.



¿En qué se diferencia un plan de emergencia de un plan de contingencia?

El plan de emergencia usualmente se refiere a procedimientos generales y básicos que se activan en cualquier tipo de emergencia, mientras que el plan de contingencia se refiere a procedimientos específicos o especializados válidos para un evento en particular. Para definir estos procedimientos es especialmente útil evaluar el riesgo que se deriva de cada tipo de amenaza o peligro.

De la evaluación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo en la etapa de preparación



Evaluar la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo en cada sitio es fundamental para la elaboración de los planes de emergencia y contingencia. Los mapas de amenaza y la estimación del riesgo son la base para definir los procedimientos operativos interinstitucionales (Cardona, 2002)

Los planes de contingencia deben basarse en los escenarios de desastre previstos; es decir, en la evaluación anticipada de las posibles pérdidas y daños que pueden presentarse, lo que facilita establecer, de manera estratégica, la localización de recursos y los protocolos de respuesta más apropiados y efectivos.

De las alertas en la etapa de preparación

Una alerta es una situación que debe declararse formalmente con anterioridad a la manifestación de un fenómeno peligroso, con el fin de que los organismos operativos de emergencia activen sus procedimientos de acción preestablecidos y para que la población tome precauciones específicas debido a la inminente ocurrencia de un suceso previsible.

Predecir un evento es determinar con certidumbre cuándo, dónde y de qué magnitud será dicho evento. Actualmente, no es posible predecir todos los fenómenos que pueden generar desastres. Es decir, para todos los desastres no es posible declarar estados de alerta con anticipación.



Dependiendo del nivel de certeza que se tiene de la ocurrencia de un suceso previsible se pueden definir diferentes estados de alerta. Por ejemplo, cuando el fenómeno lo permite, se utilizan tres niveles que, de acuerdo con la gravedad de la situación, para las instituciones significan el alistamiento, la movilización y la respuesta. Cambios en el nivel de alerta que no impliquen una modificación significativa de la actuación no tienen razón de ser.

Cardona (2002) señala que la declaración de alertas debe ser: a) Asequible; es decir, debe difundirse por muchos medios; b) Inmediata, puesto que toda demora puede interpretarse en el sentido de que el peligro no es real o inminente; c) Coherente; es decir, no debe haber contradicciones y d) Oficial, que proceda de fuentes que son normalmente fiables o aceptadas.

Diferentes tipos de instrumentos de monitoreo se pueden utilizar para establecer sistemas de alerta; por ejemplo, radares de lluvia, estaciones hidrometeorológicas y sensores de nivel y caudal para inundaciones, estaciones sismológicas para terremotos y tsunamis, imágenes de satélite, sensores remotos y teledetección, sistemas de sirenas, altavoces y luces, redes de comunicación inalámbricas, entre otros.



¿En qué se diferencia una alerta de un pronóstico?

El pronóstico es un pronunciamiento acerca de la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno de cierta magnitud en un lugar y en un tiempo determinado. Es un asunto estrictamente técnico y no necesariamente especifica la manera cómo la población debe reaccionar ante su emisión. Por su parte, una alerta es una declaración que conlleva la necesidad de cambiar por un tiempo la rutina cotidiana; es el resultado del pronóstico, la predicción u otro tipo de información técnica o científica. Las autoridades políticas tienen la responsabilidad de emitir pertinentemente las alertas.



Es necesario resaltar dos hechos importantes, por una parte, es factible que los funcionarios públicos no den a conocer un pronóstico hasta no estar preparados para dar la alerta y, por otra parte, no todos los pronósticos derivan en alertas.

Las autoridades políticas deben anunciar la alerta una vez se conozca la confirmación de un pronóstico creíble acerca de un suceso potencialmente destructivo. Esta alerta debe incluir una evaluación acerca del pronóstico, anotando las posibilidades de error, alguna información sobre el daño que se puede presentar, algo acerca de los preparativos y planes desarrollados para dar respuesta al evento y consejos en relación con la acción apropiada que se debe seguir (Cardona, 2002).



IMPORTANTE

En la preparación se deben tener en cuenta aspectos como: el pronóstico de los eventos, la educación y capacitación de la población, el entrenamiento de los organismos de socorro, la organización y la planificación para la respuesta, la rehabilitación y recuperación en caso de desastre.

B) Manejo de desastres

El manejo de desastres representa las medidas *ex post* que se activan o se ponen en marcha durante o inmediatamente después de la ocurrencia de un evento peligroso. Corresponde a las acciones de respuesta, rehabilitación y recuperación. Cardona (2002) las sintetiza de la siguiente forma:



Su efectividad se basa en la coordinación interinstitucional de las acciones previstas en los planes de emergencia y contingencia, de tal forma que las actividades se puedan realizar con la mayor eficiencia y efectividad por parte de las entidades operativas encargadas y por la comunidad.

De las acciones de rehabilitación

Corresponde al proceso de restablecimiento de las condiciones normales de vida mediante la reparación de los servicios vitales que fueron interrumpidos o deteriorados por la ocurrencia del evento peligroso.



IMPORTANTE

La mayor efectividad se logra cuando se han desarrollado planes de contingencia para cada uno de los servicios públicos con anterioridad a la ocurrencia del desastre; es decir, durante la etapa de preparación.

En la rehabilitación es común que mientras se proveen soluciones provisionales a la población se realice un diagnóstico detallado de los daños que sirva para la formulación de los proyectos de reconstrucción.



Es una etapa de transición entre la respuesta y la recuperación o reconstrucción. Como no siempre está bien delimitada pueden presentarse dificultades en la gestión ya que en ocasiones los roles institucionales no están bien definidos.



La rehabilitación es equivalente en términos de salud a la recuperación de las capacidades básicas de un paciente que ha sido estabilizado mediante cuidados intensivos.

De las acciones de recuperación

Corresponde a la etapa de reposición de los elementos físicos afectados y destruidos teniendo en cuenta aspectos sociales, económicos y ambientales. Más concretamente, en esta fase se busca cumplir de manera simultánea con los siguientes objetivos:

- a) Reparación de los daños materiales en relación con la vivienda, los servicios y la infraestructura.
- b) Recuperación de los medios de producción y de las fuentes de trabajo.
- c) Restablecimiento del tejido social y de las relaciones de la comunidad afectada.



Algunas experiencias han demostrado que la creación de entidades paraestatales en forma coyuntural, que han remplazado a las entidades competentes, ha sido un acierto político por la imagen que genera en sus inicios, pero un grave error práctico en términos de gobernanza y efectividad por no utilizar la experiencia e idoneidad de las entidades competentes.

En lo posible, la etapa de recuperación o reconstrucción, debe ser realizada por la misma organización o sistema interinstitucional de gestión del riesgo, orientado y coordinado por una gerencia temporal de recuperación al interior del mismo sistema, que lidere y coordine el proceso hasta lograr el objetivo.



Para no volver a reconstruir la vulnerabilidad que existía antes de la ocurrencia del evento es indispensable la incorporación de las medidas de prevención y mitigación del riesgo de desastres en el proceso de desarrollo que se adopte en la etapa de recuperación o reconstrucción. Su implementación debe estar ligada a procesos de planificación territorial, sectorial y socioeconómica, que tengan en cuenta el riesgo de desastre como determinante del proceso de desarrollo.

Finalmente, es necesario tener en consideración que las dificultades que se presentan en un proceso de reconstrucción, en muchas ocasiones están relacionadas con el esquema institucional que se adopte para llevarlo a cabo.

8. REFLEXIONES FINALES

Se considera importante resaltar, a modo de reflexión final, tres aspectos que fueron tratados en este fascículo:



Primera reflexión: De la identificación del riesgo de desastres

Para implementar medidas o acciones de gestión del riesgo de desastres se necesita evaluar el riesgo. Parte de la dificultad para definir y poner en marcha dichas medidas o acciones es que el riesgo no se conoce; es decir, no se ha medido o no se ha medido de forma adecuada para sustentar la gestión. Cardona (2013) para referirse a la necesidad de identificar el riesgo como paso ineludible en el proceso de toma de decisiones señala que “lo que no es dimensionado no puede ser administrado” y refiriéndose a la inversión para reducir el riesgo indica que “para decidir hay que medir”.

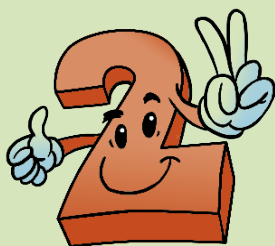
La manera de medir el riesgo es especialmente relevante. Los resultados deben responder en forma adecuada el “para qué” se mide el riesgo.

La evaluación cambia dependiendo “para quién” se evalúa y su pertinencia está asociada con “el cómo” con los resultados se pueden definir y poner en marcha medidas, consistentes y factibles, que reduzcan el riesgo existente o que eviten que se configure un nuevo riesgo.



La valoración de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo, utilizando calificaciones de alto, medio y bajo, basadas en juicios técnicos arbitrarios, sin considerar lo que de estas apreciaciones se deriva en términos de planificación e inversión pública, ha incidido en forma negativa en que el riesgo no se integre debidamente en la planificación.

Determinar el grado de amenaza o riesgo, en todos los casos, significa frente a un referente hacer una contra-prestación de qué es aceptable o no y esto siempre implica considerar un beneficio a cambio. Unos altos costos de mitigación pueden, por ejemplo, ser factibles y justificarse como resultado de tener en cuenta otros aspectos de tipo técnico, social, ambiental, cultural y económico.

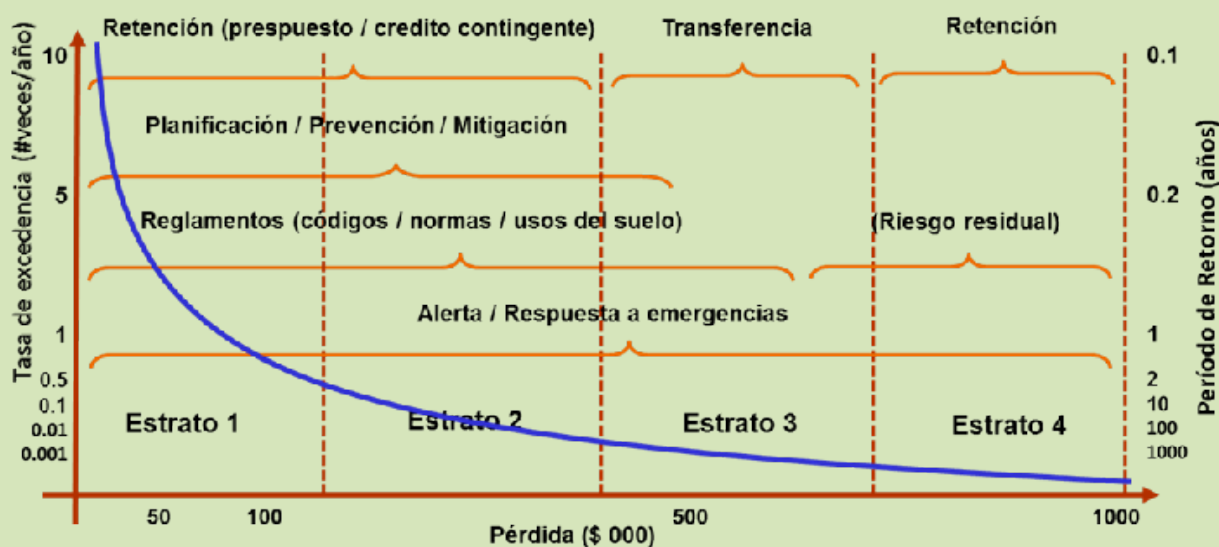


Segunda reflexión: De las medidas de reducción del riesgo de desastres

No todas las medidas de reducción del riesgo de desastres son apropiadas para todos los niveles de riesgo. Unas medidas son complementarias de las otras. La siguiente figura representa una curva de riesgo de desastres donde se presenta

la tasa anual de excedencia de las pérdidas económicas que pueden ocurrir por eventos más y menos recurrentes. Se incluyen pérdidas económicas muy pequeñas y frecuentes, así como pérdidas económicas grandes que ocurren muy de vez en cuando.

Para tratar de ilustrar la conveniencia de aplicar unas u otras medidas de reducción del riesgo de desastres la curva se ha dividido en cuatro estratos de riesgo hipotéticos (ERN-AL 2011, UNISDR 2011).



Estratificación del riesgo de desastre vs medidas de reducción. Fuente: GAR11 (UNISDR 2011)



¿Qué representan los estratos 1 y 2?

Los estratos 1 y 2 representan niveles de pérdidas que pueden causar eventos que ocurren en forma frecuente o moderada. A este tipo de escenarios de desastres se le denomina riesgo extensivo.



El riesgo extensivo representa pérdidas que ocurren por eventos que se presentan con mayor frecuencia – lo que significa comúnmente pequeños desastres-. Estos eventos usualmente afectan pocas familias y si llegan a desbordar las capacidades de respuesta local, pueden ser atendidos con el apoyo del nivel regional o nacional.

Hipotéticamente el estrato 1 corresponde a escenarios donde existe una alta probabilidad de ocurrencia de los eventos y el valor de las pérdidas económicas puede llegar a ser entre menor y moderado. Por su parte, el estrato 2 representa escenarios donde la probabilidad de ocurrencia de los eventos es media y el valor de las pérdidas económicas puede llegar a ser entre moderado y mayor.



¿Cuáles son las medidas de reducción del riesgo de desastres que se pueden implementar en los escenarios representados por los estratos 1 y 2?

Las medidas apropiadas para enfrentar estos niveles de riesgo son: a) la consideración de las amenazas en los instrumentos de planificación urbana, donde se regulen las zonas propensas a dichas amenazas, aunado a la consideración del riesgo de desastres en los planes de desarrollo;

b) la implementación de reglamentos de seguridad como las normas de construcción sismorresistente, la reglamentación de los usos del suelo, etc.;

c) la aplicación de instrumentos financieros de retención del riesgo, como por ejemplo, fondos de reservas,

créditos contingentes, etc., que usualmente -debido al bajo valor de la pérdida- son adoptados por los gobiernos; por ejemplo, el gobierno nacional, el municipio o el mismo individuo y

d) la aplicación de medidas de preparación como la elaboración de los planes de emergencia.



¿Qué representan los estratos 3 y 4?

Los estratos 3 y 4 representan niveles de pérdidas que pueden causar eventos que ocurren con una baja frecuencia. Son los eventos catastróficos que también se les identifican como eventos extremos. A este tipo de escenarios de desastres se le denomina riesgo intensivo.



El riesgo intensivo representa pérdidas que se presentan por eventos que ocurren con una baja frecuencia y usualmente afectan a un gran número de elementos expuestos, llegando a desbordar la capacidad de respuesta local pero, incluso también, regional y nacional.

Hipotéticamente el estrato 3 corresponde a escenarios donde existe una baja probabilidad de ocurrencia de los eventos y el valor de las pérdidas económicas puede llegar a ser significativo. Por su parte, el estrato 4 corresponde a escenarios donde existe una muy baja probabilidad de ocurrencia de los eventos y el valor de las pérdidas económicas puede llegar a ser muy grande. Usualmente representa un riesgo residual, más allá de lo que es factible afrontar con medidas de mitigación.



¿Cuáles son las medidas de reducción del riesgo de desastres que se pueden implementar en los escenarios representados por el estrato 3?

En el estrato 3 las medidas que más peso cobran en cuanto a su factibilidad de aplicación son las referidas a la preparación -como la elaboración de los planes de emergencia- y la implementación de instrumentos financieros de transferencia del riesgo, como los seguros y reaseguros. Esto no significa que dichos riesgos no puedan

ser considerados en los planes urbanos y que no se puedan elaborar normas que los enfrenten, sino que el costo que significa considerarlos puede ser mucho mayor que el beneficio que se pudiera llegar a obtener. Las regulaciones del uso del suelo, en el ordenamiento territorial, por ejemplo, serían más restrictivas y poco

factibles de aplicar en la medida que el periodo de retorno de un evento considerado aumenta; ya que también las áreas de posible afectación aumentan. En estos escenarios es inevitable considerar que existe un riesgo aceptable porque todas las pérdidas posibles no se pueden cubrir o reducir.



Los escenarios del estrato 4 son aquellos que persisten luego de haber considerado prácticamente todos los mecanismos de reducción del riesgo de desastres factibles, esto debido a que el nivel de afectación del evento y el valor de las pérdidas asociadas a él son muy grandes.

Finalmente, la meta primordial de la gestión del riesgo de desastres es llegar a disminuir el riesgo -una vez que haya sido identificado- a niveles que aún cuando llegue a presentarse un evento adverso no se traduzca en un desastre en el futuro.

Así se trate de un evento adverso de origen hidrometeorológico, que pudiera estar exacerbado por los efectos del cambio climático, ya que las actividades de dicha gestión se corresponden a las de la adaptación al cambio climático, puesto que este se manifiesta a nivel local en forma de riesgo de desastre.



Tercera reflexión: De la participación de las autoridades y comunidades

Para que las ciudades lleguen a ser seguras frente a los desastres tanto autoridades como comunidades tienen el derecho y la obligación de actuar.

Estas deben trabajar conjuntamente en la formulación e implementación de un conjunto de políticas públicas de gestión del riesgo de desastres, las cuales fueron descritas en el presente fascículo.

Es importante entender que el riesgo de desastres se construye socialmente; por lo tanto, la responsabilidad de evitar que ocurran dichos desastres recaerá sobre la misma sociedad.

Para conocer más acerca de esta temática ver el fascículo "El riesgo de desastres: una construcción social".

BIBLIOGRAFÍA

Alexander, D. et al. (2015). School Seismic Safety: Case Studies. *Encyclopedia of Earthquake Engineering*, Springer Berlin Heidelberg.

Bernal, Gabriel (2015). Evaluación probabilista del riesgo físico de Manizales. *Programa de Gestión Integral del Riesgo de Desastres de Manizales - GIRD-M*. Instituto de Estudios Ambientales, IDEA, Universidad Nacional de Colombia/Corporación Autónoma Regional del Medio Ambiente de Caldas - CORPOCALDAS.

Blaikie, Piers; Cannon Terry; Davis Ian y Wisner Ben (1996). *Vulnerabilidad. El entorno social, político y económico de los desastres*. La Red de Estudios Sociales de Prevención de Desastres en América Latina (LA RED) / Intermediate Technology Development Group (ITDG). Bogotá, Colombia.

Cardona, Omar D; DNPAD (1995). *¿Su municipio está en condiciones similares? El Gobernador y los Alcaldes: Relación con la Prevención y Atención de Desastres*. Dirección Nacional para la Prevención y Atención de Desastres -DNPAD, Bogotá.

Cardona, Omar D. (1999). *Diagnóstico local de riesgos naturales en Santa Fe de Bogotá para la planificación y medidas de mitigación*. OPS-Secretaría de Salud. Bogotá, Colombia.

Cardona, Omar D., y Barbat, Alex H. (2000). *El riesgo sísmico y su prevención*. Calidad Siderúrgica. Madrid, España.

Cardona, Omar D. (2001). *Estimación holística del riesgo sísmico utilizando sistemas dinámicos complejos*. Tesis Doctoral de la Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España.

Cardona, Omar D. (2001). *Vulnerabilidad sísmica estructural y diseño del refuerzo sismorresistente de la Catedral Basílica de Manizales, Colombia*. Universidad Nacional de Colombia, Sede de Manizales.

Cardona, Omar D. (2002). Amenazas Naturales y Antrópicas (Capítulo 4) y Vulnerabilidad, Riesgo y Desastre (Capítulo 5). *Teoría del Riesgo y Desastres; Curso de Gestión Integral de Riesgos y Desastres, Structuralia / CIMNE UPC, Madrid*.

Cardona, Omar D. (2013). Incorporación del riesgo en el ordenamiento territorial instructivo para el nivel municipal / *Piloto de asistencia técnica para incorporar la gestión integral de riesgos hidrometeorológicos en el ordenamiento territorial municipal. Plan Regional Integral de Cambio Climático Región Capital, Bogotá – Cundinamarca / Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo en Colombia*.

Cardona, Omar D. (2013). *Comunicación personal*. Universidad Nacional de Colombia. Instituto de Estudios Ambientales (IDEA). Octubre, 16 de 2013.

Carreño Martha L. (2006). *Técnicas innovadoras para la evaluación del riesgo sísmico y su gestión en centros urbanos: Acciones ex ante y ex post*. Tesis doctoral. Departamento de Ingeniería del Terreno, Cartográfica y Geofísica. Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona.

Carreño, Martha Liliana; Cardona, Omar D.; Barbat, Alex H. (2007a). *Urban Seismic Risk Evaluation: A Holistic Approach*. Journal of Natural Hazards, 40,1 (January): 137-172.

Carreño M.L., Barbat A.H., Cardona O.D., Marulanda M.C. (2014). Holistic Evaluation of Seismic Risk in Barcelona. *Assessment of Vulnerability to Natural Hazards: A European Perspective*, Joern Birkmann, Stefan Kienberger and David Alexander (Ed.). 21-52. Elsevier. ISBN: 978-0-12-410528-7 eBook ISBN: 9780124105485.

Carreño, Martha, L. (2015). Evaluación de la fragilidad social y la falta de resiliencia en la ciudad de Manizales. *Programa de Gestión Integral del Riesgo de Desastres de Manizales - GIRD-M*. Instituto de Estudios Ambientales, IDEA, Universidad Nacional de Colombia / Corporación Autónoma Regional del Medio Ambiente de Caldas - CORPOCALDAS.

CEDERI, Centro de Estudios sobre Desastres y Riesgos - Universidad de los Andes, (2006). *Escenarios de Riesgo y Pérdidas por Terremoto para Bogotá D.C.* Dirección de Prevención y Atención de Emergencias, DPAE. Alcaldía Mayor de Bogotá.

CIMNE-INGENIAR (2014). Evaluación probabilista de riesgo sísmico y por inundación para los Municipios Chacao y Libertador. *Desarrollo del Perfil de Riesgo de Desastres a Nivel Nacional – Venezuela*. ATN/MD-13402-RG. Banco Interamericano de Desarrollo.

Corporación Autónoma Regional de Caldas (CORPOCALDAS) (2006). *Obras de reducción y mitigación de riesgos en el Departamento de Caldas*. Artículo presentado en el Taller Internacional sobre Gestión del Riesgo a nivel local. El Caso de Manizales, Colombia: La administración pública y el rol de la universidad. Manizales: una ciudad Laboratorio.

Corporación para el Desarrollo de Caldas (CDC) (2006). *Guardianas de la Ladera: un programa de cultura ciudadana en la prevención del riesgo*. Artículo presentado en el Taller Internacional sobre Gestión del Riesgo a nivel local. El Caso de Manizales, Colombia: La administración pública y el rol de la universidad. Manizales: una ciudad Laboratorio.

Correo del Orinoco. *Funvisis inauguró Aula Sísmica Madeleilis Guzmán en Cariaco*. Caracas, jueves 14 de mayo de 2015.

De Lisio, Antonio (2001). *La evolución urbana de Caracas. Indicadores e interpretaciones sobre el desarrollo de la interrelación ciudad-naturaleza*, Revista Geográfica de Venezuela, V. 42(2), pp. 203-226.

Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS) / Ministerio de Ciencia y Tecnología (2001). *Norma COVENIN 1756-2001 sobre Edificaciones Sismorresistentes*. Caracas, Venezuela.

Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS) (2009). *Proyecto de Microzonificación Sísmica en las ciudades de Caracas y Barquisimeto*. FONACIT. Caracas, Venezuela.

Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS) (2014). *Proyecto de Microzonificación Sísmica en las ciudades de Caracas y Barquisimeto*. FONACIT. Caracas, Venezuela.

Henríquez C. I. (2007). *Mejoras de terrenos potencialmente licuables con inyecciones de compactación*. Tesis Doctoral presentada ante la Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, España.

Instituto de Mecánica de Fluidos (IMF) de la Universidad Central de Venezuela (UCV) (2002 y 2003). *Mapas de Amenazas por Aludes Torrenciales en las zonas del estado Vargas y el Valle de Caracas definidas en el Proyecto Ávila*. Informe Final. Caracas, Venezuela.

Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar - IGVS (2003). *Proyecto Ávila*. Programa Nacional de Gerencia Ambiental (PNGA) del Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales (MARN). Caracas, Venezuela.

Lavell, Allan (1996). Degradación ambiental, riesgo y desastre urbano. Problemas y conceptos: hacia la definición de una agenda de investigación, en *Ciudades en riesgo*. Ma. A. Fernández (comp.). LA RED-USAI. Lima, Perú.

Londoño, J.P. (2014). Zonificación de susceptibilidad y amenaza por deslizamientos y umbrales de lluvias detonantes: Insumos técnicos para el ajuste del plan de ordenamiento territorial de Manizales con base en las evaluaciones ad hoc de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por deslizamientos, inundaciones y eventos sísmicos. *Programa de Gestión Integral del Riesgo de Desastres de Manizales, GIRD-M*, Instituto de Estudios Ambientales (IDEA), Universidad Nacional de Colombia/Corporación Autónoma Regional del Medio Ambiente de Caldas, CORPOCALDAS.

López, José Luis (2011). Una visión crítica sobre el desastre de Vargas ¿Qué se ha hecho? ¿Qué falta por hacer? Revista de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela, V.26, N° 3, pp. 63-81. Caracas, Venezuela.

López, O A., Coronel, G., Asacanio, W., Rojas, R., Páez, V., Olbrich, F., Rengel, J., González, J. (2014). Índice de Priorización de Edificios para la Gestión del Riesgo Sísmico. Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS). Caracas, Venezuela.

Mansilla, Elizabeth (2006). Desarrollo urbano y vulnerabilidad a desastres en América Latina. Capítulo 4 en Estudios urbanos contemporáneos. Méndez R. Alejandro (Coord.). Miguel Ángel Porrúa. Distrito Federal, México.

Mendes K. (2014). La reducción del riesgo de desastre mediante los instrumentos de planificación urbana en el proceso de reconstrucción de la parroquia Caraballeda, estado Vargas, Venezuela. Tesis de Maestría en Planificación Urbana: Mención Política y Acción Local. Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela (UCV). Caracas, Venezuela.

Morassutti, Gian F. (2010). Obras de Control de Torrentes en el Edo. Vargas. Primera Parte: Los Criterios de Diseño y la Planificación, en Lecciones Aprendidas del Desastre de Vargas: Aportes Científico-Tecnológicos y Experiencias Nacionales en el Campo de la Prevención y Mitigación de Riesgos. José López (Editor) pp. 390-391. Ediciones FUNDACIÓN POLAR-UCV. Caracas: Instituto Mecánica de Fluidos, Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela.

Navas y Bastidas (2008). Mapa de amenazas por inundaciones para la cuenca del río Manzanares. Tesis de Grado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela (UCV). Caracas, Venezuela.

Salcedo R., Daniel (2014). Caracterización y acondicionamiento del terreno. Biblioteca Popular de Sismología Venezolana / Vivienda segura ante amenazas naturales. Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas – FUNVISIS / Ministerio del Poder Popular para la Ciencia, Tecnología e Innovación.

Suarez D.C. (2007). Desarrollo de indicadores de riesgo y gestión del riesgo a nivel urbano para el diagnóstico y la planificación en Manizales. Tesis de Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo. Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Nacional de Colombia. Sede de Manizales.

UNISDR International Strategy for Disaster Reduction (2011). GAR2011: Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction: Revealing risk, redefining development. Geneva, Switzerland: United Nations International Strategy for Disaster Reduction.

Vallmitjana, Marta; Negrón, Marco; Caraballo, Ciro; Martín F., Juan José; Jaua, María Fernanda; De La Sala, Silvia H.; Pedemonte, Max y Sanoja H., Jesús. El Plan Rotival: La Caracas que no fue, 1939 /1989. Instituto de Urbanismo de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela. Auspiciado por Petróleos de Venezuela S. A. (PDVSA). Caracas, Venezuela.

Wijkman, A. y Timberlake, L. (1985). Desastres naturales: ¿Fuerza mayor u obra del hombre? Publicado por el Instituto Internacional para el Medio Ambiente y el Desarrollo, Londres y Washington, DC.

Wilches-Chaux, Gustavo. (1998). Auge, caída y levantada de Felipe Pinillo mecánico y soldado o Yo voy a correr el riesgo: Guía de la RED para la gestión local del riesgo. Editorial: La Red. Lima, Perú.

ÍNDICE

Presentación	3
INTRODUCCIÓN	5
1. CIUDAD COMO ESCENARIO DE DESASTRES	10
2. DESARROLLO Y CIUDAD / CONSTRUCCIÓN SOCIAL DE RIESGO Y DESASTRES ...	16
3. GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES	19
4. CONOCIMIENTO DEL RIESGO DE DESASTRES	20
Acerca de la evaluación de la amenaza	21
Acerca de la evaluación de la vulnerabilidad	22
Acerca de la evaluación del riesgo	26
Riesgo de desastres por inundaciones fluviales y aludes torrenciales	29
Acerca de la evaluación de la amenaza por inundaciones fluviales o aludes torrenciales en una ciudad	29
Inundaciones fluviales por el río Manzanares en Cumaná	30
Aludes torrenciales por el río San Julián en Caraballeda	31
Enfoque metodológico planteado	32
Acerca de la evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo por aludes torrenciales e inundaciones fluviales en una ciudad	36
Vulnerabilidad y riesgo por aludes torrenciales	36
Vulnerabilidad y riesgo por inundaciones fluviales	38
Riesgo de desastres por deslizamientos	39
Acerca de la evaluación de la amenaza por deslizamientos en una ciudad	39
Acerca de la evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo por deslizamientos en una ciudad	46
Riesgo de desastres por terremotos	52
Acerca de la evaluación de la amenaza sísmica en una ciudad	52
Acerca de la evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo sísmico en una ciudad	55
Bogotá / Análisis determinista / Porcentajes de daños y números de heridos	60

Área Metropolitana de Caracas / Evaluación probabilista / Pérdida Anual Esperada .. 63

Manizales / Índice de Riesgo Total / Riesgo Físico expresado en pérdida anual
esperada económica / Coeficiente de Agravamiento o Factor de impacto 68

5. REDUCCIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES 74

Medidas de reducción del riesgo de desastre por inundaciones fluviales
y aludes torrenciales 75

Medidas estructurales 75

Medidas no estructurales 75

Medidas de reducción del riesgo de desastre por deslizamientos 84

Medidas estructurales 84

Medidas no estructurales 88

Medidas de reducción del riesgo de desastre por terremotos 92

Medidas estructurales 92

Medidas no estructurales 93

6. TRANSFERENCIA DEL RIESGO DE DESASTRES 98

7. PREPARACIÓN Y MANEJO DE DESASTRES 99

8. REFLEXIONES FINALES 104

BIBLIOGRAFÍA 108

- Ciudad segura frente a desastres
Ketty C. Mendes A.

