

Inserción del riesgo natural en la planificación territorial*

Fecha de recepción: 29 de agosto de 2018 | Fecha de aprobación: 19 de septiembre de 2019 | Fecha de publicación: 29 de mayo de 2020

María Gabriela Camargo Mora

Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador

ORCID: 0000-0003-2984-5675

mgcamargo@utpl.edu.ec

Omar Alejandro Guerrero Camargo

Universidad de Los Andes, Venezuela

ORCID: 0000-0003-4039-1811

Omar Antonio Guerrero

Universidad de Los Andes, Venezuela

ORCID: 0000-0001-8377-1019

Resumen El artículo presente hace una síntesis de las metodologías implementadas para insertar la amenaza natural y la vulnerabilidad en la Planificación Territorial como variables condicionantes de la ocupación del suelo, a partir de estudios y experiencias realizadas. En las ciudades latinoamericanas, existe una ocupación de áreas urbanas o suburbanas que no son adecuadas para vivir, ya que están bajo amenazas de inundación, riesgos sísmicos, geológicos, movimientos de masas, entre otras, que ponen en situación de peligro a la población y sus bienes. En la última década, ha tomado importancia considerar el riesgo socio-natural como condicionante de la ocupación del territorio, para así pasar de un paradigma de respuesta inmediata a uno de prevención y mitigación de desastres a mediano y largo plazo. La planificación territorial se presenta como una oportunidad para avanzar en este sentido, mediante la incorporación del análisis de amenazas (ubicación, intensidad y frecuencia) y la exposición de la población ante eventos.

Palabras clave planificación, geología, geomorfología, medioambiente natural

* **Artículo de investigación**

Este artículo es producto del trabajo "Plan de Ordenamiento y Reglamento de Uso de la Franja Costera de Maneiro. Estado Nueva Esparta. Venezuela" (2014). Alcaldía de Maneiro. Venezuela.

Cómo citar este artículo: Camargo Mora, M. G., Guerrero, O. A., y Guerrero Camargo, O. A. (2020). Inserción del riesgo natural en la planificación territorial. *Cuadernos de Vivienda y Urbanismo*, 13. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.cvu13.irnp>

Insertion of Natural Risk

in the Territorial Planning

Abstract This article presents a synthesis of the methodologies used to insert the natural threat and vulnerability in the Territorial Planning as the variables that condition the land occupation. It is based on previous studies and experiences. The Latin American cities have occupied large urban and suburban areas that not suitable to live in as these are under threats of flooding, seismic and geologic risks, mass movements, among others. These factors endanger the population and properties therein. In the las decade the socio-natural risk has become important as a factor conditioning the occupation of territories in order to change from a paradigm of immediate response to a paradigm of disaster prevention and mitigation in the medium and long term. The territorial planning is now taken as an opportunity to progress in this direction by incorporating the analysis of threats (location, intensity and frequency) as well as how the population is exposed to these events.

Keywords [planning](#), [geology](#), [geomorphology](#), [natural environment](#)

Inserção de risco natural

no planejamento territorial

Resumo O presente artigo faz síntese das metodologias implementadas para inserir a ameaça natural e a vulnerabilidade no Planejamento Territorial como variáveis condicionantes da ocupação do solo, com base em estudos e experiências realizadas. Nas cidades da América latina existe uma ocupação de áreas urbanas ou suburbanas que não são adequadas para a vida, pois estão ameaçadas de inundação, riscos sísmicos, geológicos, movimentos de massas, entre outras, que colocam em situação de perigo a população e seus bens. Na última década, tornou-se importante considerar o risco socionatural como condicionante da ocupação do território, para assim passar de um paradigma de resposta imediata para um de prevenção e mitigação de desastres a médio e longo prazo. O planejamento territorial apresenta-se como oportunidade para avançar neste sentido, mediante a incorporação da análise de ameaças (localização, intensidade e frequência) e a exposição da população a eventos.

Palavras-chave [planejamento](#), [geologia](#), [geomorfologia](#), [médio ambiente natural](#)

Introducción

La población en el mundo es principalmente urbana. Actualmente, la mitad de la humanidad —3,5 mil millones de personas— vive en ciudades. Para el año 2030, casi el 60% de la población mundial vivirá en zonas urbanas. El 95% de la expansión urbana en las próximas décadas será en países en vías de desarrollo, entre ellos, países de Latinoamérica. Las ciudades del mundo ocupan solo el 3% de la superficie de la Tierra, pero representan del 60 al 80% del consumo de energía y el 75% de las emisiones de carbono. A esta realidad se suma que el proceso de urbanización es principalmente espontáneo y no planificado: 828 millones de personas viven en barrios precarios y el número sigue aumentando; por esta razón, se producen externalidades negativas como la congestión, la expansión y la segregación (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2017).

A medida que se lleva a cabo la ocupación del territorio, la población va habitando espacios no aptos, exponiéndose, en algunos casos, a situaciones de vulnerabilidad por la presencia de amenazas naturales, sociales y ambientales. Como consecuencia, la ONU (2017) señala que en el mundo más de 220 millones de personas han sido afectadas; los daños económicos pasan por los 100 millones de dólares anuales; las personas afectadas por catástrofes, desde 1992, llegan a los 4400 millones (equivalente al 64% de la población mundial); las ciudades pueden tardar más de una década en recuperarse y volver a su estado previo al desastre.

Las amenazas naturales, así como el riesgo natural, son problemas de la Gestión del Riesgo y de

la planificación territorial. Hasta ahora, el riesgo natural se ha abordado de manera inmediata, en el momento de la emergencia (en lo cotidiano). Surge la necesidad de un cambio en el paradigma: hay que pasar de la acción inmediata a la acción preventiva que mitigue el daño a mediano y largo plazo. Es decir, anticipar dónde y cómo se encuentra la amenaza y el riesgo natural en los territorios, para darle un tratamiento de variable condicionante en la ocupación territorial y el desarrollo de actividades económicas y sociales, con el propósito de disminuir o mitigar la vulnerabilidad.

Por tal motivo, se considera al riesgo natural como una variable externa sujeta a la probabilidad de ocurrencia de los detonantes o amenazas naturales sísmicas (geodinámica interna) e hidrometeorológicas (geodinámica externa) (Corominas, Copons, Vilaplana, Altimir y Amigó, 2003; Fell et al., 2008). La vulnerabilidad presenta un dimensionamiento interno que involucra la relación comunidad-ecosistema, pues aquella está relacionada estrechamente con la susceptibilidad o el grado de exposición que presentan las comunidades y sus medios de vida (líneas vitales) de sufrir daños, producto de eventos adversos externos (amenazas naturales) (Lavell, 2001). Por lo anterior, cabe considerar la vulnerabilidad como un fenómeno social (Lavell, 2001; Cardona, 2001; Altez, 2002).

Burby, Deyle, Godschalk y Olshansky (2000), Valbuena y Hernández (2001), Pizarro, Abarza, Farías y Jordán (2003), el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MA-VDT, 2006), Salgado, Bernal, Yamin y Cardona (2016), la ONU (2011), Mardones y Vidal

(2001) y Yamin, Ghesquiere, Cardona y Ordaz (2013) han orientado sus esfuerzos a diseñar metodologías para proponer la evaluación, zonificación y reducción de riesgos, en articulación con la planificación. Tal es el caso de experiencias latinoamericanas como los planes de ordenamiento urbano de Pampatar-Los Robles, de 2012 (Alcaldía de Maneiro, 2012), y de Barinas en Venezuela, de 2015 (Alcaldía de Barinas, 2015), y su estudio de modelación probabilista para la gestión del riesgo de desastre; también, el caso de Bogotá, Colombia, con el Plan de Acción Territorial sobre Prevención de Riesgos de Inundación (Generalitat Valenciana, 2013). Estas experiencias permiten reconocer la realidad física de los espacios y pronosticar, para finalmente realizar propuestas expresadas en objetivos, estrategias y acciones, en otras palabras, generar zonificaciones de amenazas y riesgos como condicionantes del uso del suelo y de la ocupación del territorio.

En el mundo actual, es de vital importancia conocer las amenazas naturales a las que la sociedad está expuesta, sobre todo en los países latinoamericanos, en donde las economías pasan por momentos difíciles, lo que hace a la población más vulnerable ante tales eventos.

La inserción de la variable riesgo natural en los planes de ordenamiento

De acuerdo con el *Informe de evaluación global sobre reducción del riesgo de desastres*, el riesgo que se deriva de las amenazas naturales y socio-naturales aumentó de forma significativa entre 1990 y 2011, en especial en los países de bajos y medios ingresos y con economías en rápido crecimiento (ONU, 2011). En efecto, el desarrollo económico contribuye en ocasiones a configurar nuevas condiciones de riesgo, en la medida en que puede incrementarse la exposición de la población, la infraestructura y las actividades económicas, en áreas propensas a la ocurrencia de

fenómenos naturales y socio-naturales peligrosos (Yamin et al., 2013).

La región de Los Andes, caracterizada por presentar un relieve montañoso, asociada a fuentes de sismicidad, localizada a lo largo de la vertiente pacífica suramericana, tiene una extensión territorial considerable y la complejidad de los problemas relacionados con las amenazas y riesgos es significativa. Esto requiere de estudios especializados a nivel de ciudades, municipios y cuencas hidrográficas, específicamente en infraestructuras como puentes, carreteras y viviendas, que son los de mayor riesgo y vulnerabilidad ambiental (Proyecto Multinacional Andino [PMA], 2000).

Los eventos trágicos desatados por las lluvias y los terremotos, durante los últimos años —en diferentes países andinos como Venezuela-La Guaira (Muguerza, 2001), Chile-Chaiten (Espinoza, Espinoza y Fuentes, 2015), Colombia-Departamento del Atlántico (Marenco-Escuderos, Rambal-Rivald y Palacio-Sañudo, 2018), Perú-Arequipa (Barandiarán, Esquivel, Lacambra Ayuso, Suarez y Zuloaga, 2019), entre otros—, han preocupado tanto al sector gubernamental como a la población en general. En las últimas décadas, el nivel de riesgo hidrometeorológico ha incrementado dramáticamente, debido al acelerado crecimiento de las poblaciones en las principales ciudades andinas, cuya principal característica es la desproporcionada concentración demográfica urbana, con relación a la población rural; lo anterior está asociado a un proceso de ocupación de terrenos de alta fragilidad y de zonas protectoras de ríos y quebradas (AEMET, 2003).

Por otro lado, la intervención incontrolada de las subcuencas hidrográficas altas, a través de la deforestación, la quema, la construcción de vías, la inadecuada utilización de sus suelos, así como las condiciones propias de la geología de las zonas urbanas, ha ocasionado una alteración progresiva del régimen hidrológico, por lo cual

organización institucional y los planes, que se concretan en los diferentes ámbitos territoriales. Estos guían y controlan la ocupación y administración de los territorios, además de orientar las políticas e inversiones para la ocupación y la administración que se definen, por supuesto, en la dinámica de coordinación técnica, social y política, durante la formulación de los mismos.

La elaboración de dichos planes implica un conocimiento detallado del territorio a partir de los elementos constitutivos de este, sus estructuras, procesos y relaciones territoriales, específicamente a través del estudio de sus componentes físico-naturales, socioeconómicos, culturales y políticos institucionales, para así proyectar esa realidad en el futuro y formular propuestas y líneas de acción que orienten la ocupación y los usos del suelo.

El enfoque de gestión de riesgos en la planificación territorial es holístico e integral, con una visión de análisis prospectivo que busca superar la visión que se centra en acciones inmediatas correctivas, reactivas y asistenciales (Camargo, 2010). Institucionalizar la gestión de riesgos, a través de la organización y la coordinación conjunta entre instituciones, planes y normativa legal, para una acción de mediano y largo plazo, tiene como fin mitigar y prevenir la vulnerabilidad y el riesgo natural en diferentes territorios (Martínez y Urbina, 2006; Marengo-Escuderos et al., 2018; Barandiarán et al., 2019).

Bajo un nuevo enfoque, se orientan esfuerzos hacia la inserción de la variable riesgo natural en los planes de ordenamiento, donde el riesgo se considera como una dimensión más del desarrollo socioeconómico y se complementa con los demás componentes que lo integran: condiciones y recursos físico-naturales y la estructura y dinámica de la población. En la medida en que el riesgo esté adecuadamente articulado e integrado a las

áreas de desarrollo integral de la ciudad, de las áreas rurales y de la región, mayor será su posibilidad de acción y consideración para orientar la ocupación, usos e inversiones. El riesgo se articula e integra con las áreas de desarrollo, forma parte de la configuración territorial y, por tanto, es fundamental su consideración.

Insertar el análisis de las amenazas y del riesgo en la planificación territorial requiere de la sistematización de metodologías accesibles y viables para los gestores territoriales; surge, entonces, el siguiente interrogante: ¿cuáles son las metodologías que se vienen implementando para insertar la amenaza y el riesgo natural en la planificación de los territorios y así prevenir y mitigar catástrofes en un mediano y largo plazo?

Metodologías para insertar el riesgo natural en la planificación territorial

Al insertar el riesgo natural en la planificación territorial, específicamente en los momentos de la elaboración del plan, se persigue abordar la realidad de forma más cercana, realizar análisis prospectivo y formular propuestas que prevengan y mitiguen los desastres naturales, además de orientar y condicionar la ocupación del territorio. Para ello, el abordaje se realiza considerando la dimensión amenaza natural y desarrollo socioeconómico de manera integrada. El procedimiento metodológico general involucra el análisis de las variables amenazas, vulnerabilidad y riesgo socio-natural, mediante los análisis siguientes (Yamin et al., 2013):

- › Análisis de la amenaza natural.
- › Análisis de la vulnerabilidad.
- › Identificación de los elementos socioeconómicos expuestos a amenazas.
- › Caracterización adecuada de cada factor territorial y determinación de los niveles de exposición y vulnerabilidad física.

- › Caracterización funcional de cada factor territorial clave y su interacción socioeconómica con el sistema al que pertenece, para evaluar su vulnerabilidad social, ambiental y económica.
- › Análisis del riesgo natural.

Análisis del entorno biofísico: condiciones físico-natural y amenazas naturales como condicionantes de la ocupación territorial

El conocimiento del entorno biofísico es fundamental para mitigar los desastres naturales porque este incide en el desarrollo económico y en el progreso de las ciudades y las regiones; además, es marco de la cultura de sus habitantes, de su modo de vida y, en consecuencia, le imprime un carácter particular a lo que en esencia se define como *calidad de vida*. El entorno biofísico es:

- › Fuente esencial de los recursos naturales y servicios ambientales necesarios para los pobladores y para el desarrollo de sus actividades.
- › Soporte físico como el entorno para la realización de toda actividad productiva y, en este caso, ser el asiento de las actividades económicas y sociales,
- › La función receptora que cumple el entorno de todos los efluentes resultantes de la dinámica propia de las actividades productivas y de sus habitantes.

El cumplimiento de estas funciones, sin considerar los criterios básicos de desarrollo y sostenibilidad, directamente conlleva a la concurrencia de riesgos socio-naturales y ambientales, manifiestos en la aparición de problemas sociales y económicos específicos que los pobladores deben enfrentar.

El entorno biofísico está compuesto por el agua, los suelos, la vegetación y el paisaje, entre otros componentes. Su análisis se realiza de manera conjunta con el abordaje del aspecto físico-natural, a

escala local, y requiere del estudio de la geomecánica de las rocas, la hidroclimatología, la mecánica del suelo, la evaluación de taludes, los movimientos de masas, el estudio sísmico, entre otros.

La descripción y caracterización de macizos rocosos (taludes) y la geomecánica de los suelos urbanos con fines geotécnicos tienen como objetivo identificar y determinar las condiciones y propiedades, observables en campo y laboratorio, que posteriormente permitan con estudios adicionales prever el comportamiento de las rocas y el suelo ante las excavaciones, fundaciones, cimentaciones o cualquier otra actuación con fines constructivos o extractivos que impliquen una alteración de su estado natural.

El comportamiento geotécnico de los macizos rocosos y de los suelos para desarrollos urbanos está en función de las propiedades intrínsecas de los materiales que lo constituyen, como la estructura y la resistencia, los planos de discontinuidades que los afectan, y las condiciones geológicas y ambientales a que están y han sido sometidos, como son las solicitaciones sísmicas, los estados tensionales, y las condiciones hidrogeológicas y climáticas. Todos estos parámetros de geodinámica interna y externa definen las propiedades y características geotécnicas del terreno y, por tanto, su comportamiento geomecánico.

En los análisis se identifican las amenazas naturales, ya sea por inundación, sísmicas, movimientos en masa u otras asociadas a un fenómeno natural. Se mide mediante la frecuencia de ocurrencia y la severidad de medida con un parámetro de intensidad del peligro, determinado en una ubicación geográfica específica. El análisis de amenaza está basado en la frecuencia histórica de eventos y en la severidad de cada uno de ellos. Una vez que se definen los parámetros de amenaza, es necesario generar un conjunto de eventos históricos que definen la frecuencia y la severidad de eventos,

Actividades para la planificación para el desarrollo de espacios geográficos

Actividades evaluación de la amenaza por movimientos de masa de terreno

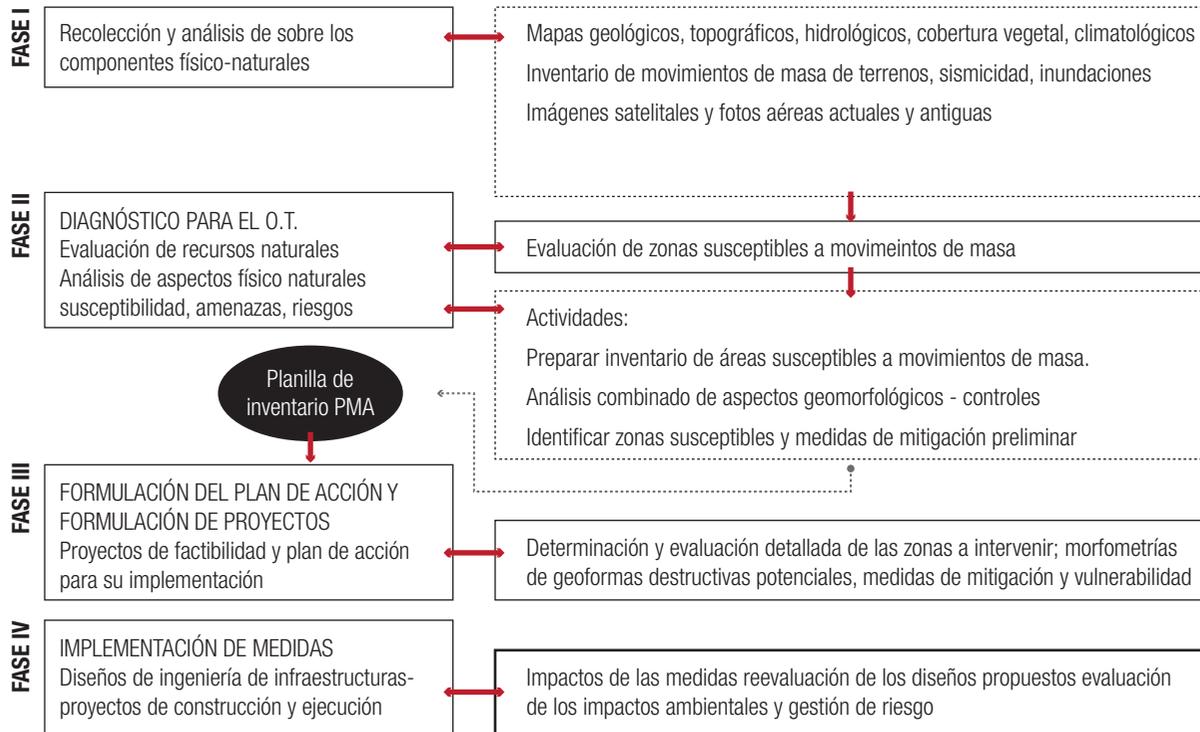


Figura 1. Actividades para la inserción del riesgo por movimientos de masa en la planificación territorial

Fuente: elaboración propia

así como los parámetros principales de la amenaza en la región. El análisis de amenaza genera los valores de los parámetros de intensidad definidos para cada una de las amenazas estudiadas y para cada uno de los sucesos esporádicos planteados, mediante la modelación analítica de cada uno de los fenómenos (Yamin et al., 2013).

A partir de estos estudios, se logra el establecimiento de una sectorización geotécnica y de amenazas naturales. Dicha sectorización resulta compleja debido a la variabilidad de propiedades y condiciones geológicas y geomorfológicas que caracterizan y conforman los macizos rocosos y los suelos; en muchas ocasiones, es frecuente encontrar la presencia conjunta de suelos y rocas en zonas fracturadas, tectonizadas y/o meteorizadas.

Se delimitan unidades de análisis con el propósito de realizar una evaluación sistemática de estos objetos fundamentales para la sectorización geotécnica de una unidad espacial, sin embargo, los resultados obtenidos se complementan para lograr los espacios geológicos y geotécnicamente más estables, para garantizar el desarrollo de las actividades humanas dentro de la ciudad.

A partir de estos estudios, se genera información estática relacionada con la hidroclimatología y la geomorfología de cuencas hidrográficas, con sus respectivos balances hídricos. El propósito es generar datos que se puedan relacionar a información dinámica, arrojada por información meteorológica satelital, con vistas a obtener cifras en tiempo real y establecer un observatorio

Se establece como norma la realización de estos trabajos en los asentamientos humanos donde se pronostican sacudidas sísmicas de 5,0 grados de magnitud, para periodos de recurrencia de 100 años y aceleraciones efectivas mayores que 0,2 g. La categoría y escala de los mapas de microzonificación sísmica dependerán de la importancia de la ciudad, de la información disponible y de la actividad sísmica del territorio.

Los estudios de microzonificación sísmica generan mapas, que constituyen un elemento esencial para la reducción del riesgo sísmico y de los eventos cosísmicos asociados, así, permiten seleccionar los sitios más seguros para la construcción de las nuevas edificaciones e infraestructuras civiles.

Los mapas de microzonificación sísmica pueden ayudar a los ingenieros y arquitectos, expertos en planeamiento territorial y autoridades locales, en las tareas de prevención y mitigación del riesgo sísmico, mediante la reducción de la vulnerabilidad de los elementos expuestos: las personas, viviendas, instalaciones críticas, edificaciones singulares, líneas vitales y el medio natural.

Propuesta de zonificación o Zonación Sísmica (*Seismic zoning*), condicionante de la zonificación del uso del suelo

La zonificación adecuada del riesgo natural, con fines de ordenamiento territorial, es un instrumento basado en estudio de riesgos específicos para cada una de las amenazas identificadas en las cuencas hidrográficas. Cada una de las amenazas existentes tendrá un impacto particular sobre los diferentes componentes en el sistema territorial, condicionando la vulnerabilidad, porque está estimando el riesgo específico por acción de amenazas y vulnerabilidades interrelacionadas.

Lo anterior se traduce metodológicamente en la combinación de una amenaza específica con los indicadores de susceptibilidad y vulnerabilidad que le son propios, para producir la estimación del riesgo ante esa amenaza. Por ejemplo, la vulnerabilidad socioeconómica de una comunidad se redefine a partir de diferentes parámetros, según las características espacio-temporales de la amenaza natural, como es el caso de la amenaza sísmica que tiene un dominio geográfico más grande que la amenaza por inundación y, por tanto, las vulnerabilidades sociales y económicas serán diferentes respecto a cada una.

La propuesta de zonificación o zonación sísmica es un proceso por medio del cual se determinan las amenazas sísmicas, en diferentes lugares, con el fin de delimitar zonas de riesgo sísmico homogéneas, en particular en las normativas sismo-resistentes oficiales de cada país.

En el contexto de la evaluación del riesgo, la zona sísmica está definida como aquella en la cual los requisitos de diseño sismo-resistentes de obras de ingeniería son uniformes (Ingeominas, 1995). Estas acciones resultan de vital importancia para el desarrollo sostenible y sustentable de las grandes ciudades que constituyen complejos sistemas, donde todas las actividades vitales están interrelacionadas. Requiere realizar los estudios siguientes:

- › Geofísico: aplicación de métodos para estudios del subsuelo.
- › Geología y geomorfología de detalle y análisis de mecánica de suelos.
- › Evaluación sismo-resistente de edificaciones claves: hospitales, instituciones públicas y privadas, etc.
- › Evaluación de las líneas vitales del municipio: red de aguas, telecomunicaciones, vialidad, etc.

Análisis de la estructura y la dinámica socioeconómica de los territorios: exposición y vulnerabilidad de la población

El componente estructura y dinámica socioeconómica del territorio contempla estudios de la población y su distribución espacial, de su densidad, infraestructuras en red, equipamientos básicos, estructura física y funcional, tipología de edificaciones, materiales de construcción, uso del suelo, entre otros. La información sobre la exposición de edificaciones e infraestructura urbana, en términos de costos y de población, representa un componente fundamental en el análisis del riesgo, derivado de las amenazas en centros urbanos que deben ser considerada en los planes.

En el análisis de la ciudad es fundamental abordar los componentes socioeconómicos y políticos institucionales, así como la exposición de los factores socioeconómicos y el grado de vulnerabilidad de cada uno de ellos. Además de la localización geográfica y de las características de cada elemento expuesto, también es necesario disponer de información relacionada con su valoración económica, su eventual ocupación humana y sus características de interacción socioeconómica, al considerarlo como un componente dentro de un sistema (Millán Orozco, Treviño Espinosa y Square Wilburn, 2012).

En términos de los modelos del riesgo, la vulnerabilidad física puede ser entendida como la susceptibilidad de un elemento a sufrir daños frente a una amenaza específica. Esto se mide con la exposición física, la fragilidad social y el factor de impacto, que en conjunto definen el nivel de daño asociado a diferentes niveles de intensidad de la amenaza correspondiente, y se expresa para el análisis mediante las llamadas *funciones de vulnerabilidad*. Esta puede expresarse también en términos de las pérdidas físicas, humanas o ambientales esperadas, o en función de las pérdidas

económicas directas o indirectas esperadas (Millán Orozco et al., 2012).

La caracterización de la vulnerabilidad se realiza mediante la generación de funciones que relacionan el nivel de daño de cada componente con la intensidad del fenómeno de la amenaza. La función de vulnerabilidad debe ser una estimación para cada uno de los tipos constructivos característicos, de modo que puedan asignarse a cada uno de los componentes de la base de datos de exposición. Mediante las funciones de vulnerabilidad asignadas, es posible cuantificar el daño o afectación producidos en cada uno de los activos antes de la acción de un evento dado, caracterizado por algunos de los parámetros de intensidad. Cada función de vulnerabilidad se caracteriza por un valor medio y una varianza con la cual es posible estimar su función de probabilidad respectiva (Millán Orozco et al., 2012).

Posteriormente, se realiza un análisis prospectivo que busca la creación de escenarios de riesgo y vulnerabilidad. El análisis permite definir con precisión las restricciones, orientaciones, limitaciones y potencialidades de los usos urbanos, el desarrollo de las infraestructuras, actuales y potenciales, para garantizar que estas sean más seguras y estables.

Para evaluar la exposición física y la vulnerabilidad ante una amenaza específica en un área determinada, bajo la visión de un modelo de riesgo probabilista, se requiere de la siguiente información:

- › Identificación clara de los elementos socioeconómicos expuestos en el área de estudio.
- › Caracterización adecuada de cada uno de los factores claves territoriales o elementos que configuran la ciudad y determinar su vulnerabilidad física frente a las amenazas.

- › Caracterización funcional de cada factor territorial clave y su interacción socioeconómica con el sistema al cual pertenece, para efectos de evaluar su vulnerabilidad social, ambiental y económica.

Modelos probabilísticos del riesgo

Estos persiguen el diseño del modelo territorial deseado y la formulación de objetivos, de estrategias y actuaciones a implementar para orientar la ocupación del territorio y el desarrollo integral de la ciudad y de la región, considerando las probabilidades de ocurrencia de eventos de peligro. Estos modelos aportan la estrategia territorial, concretada en la zonificación del uso del suelo y propuestas complementarias, la base para aunar esfuerzos entre las alcaldías, las comunidades y demás actores locales, bajo un pacto social (Yamin et al., 2013).

A partir del diagnóstico de las variables físicas y funcionales, de la ubicación, intensidad y frecuencia de las amenazas y de la exposición de la población, con la participación de los actores, se elabora el modelo territorial, mediante un análisis prospectivo de las amenazas y un análisis tendencial, elaborando alternativas futuras posibles, de forma que los ciudadanos puedan visualizar las zonas de riesgo y escoger un modelo, una visión, para el desarrollo de la ciudad, sobre cuya base se genera una relación de temas críticos y/o líneas de actuación genéricas (Yamin et al., 2013).

Los modelos probabilistas del riesgo ofrecen una metodología rigurosa para evaluar las pérdidas potenciales por eventos adversos, antes de que estos ocurran. El uso adecuado de estas metodologías proporciona la información necesaria para una toma de decisiones adecuada. Por ejemplo, es posible comparar las pérdidas potenciales derivadas de varias amenazas, con las opciones disponibles de recursos, para conseguir una solución

balanceada, basada en una perspectiva técnicamente viable y diversificada. Por otro lado, con las posibilidades informáticas actuales, el avance de los sistemas de información geográfica y el desarrollo de herramientas de *software* libre (*open source*), los instrumentos para modelar el riesgo de manera probabilista están al alcance de gobiernos y particulares (ERN-AL, 2010 citado por Yamin et al., 2013).

Generación de cartografía base y temática, mediante diferentes tecnologías

Hasta la actualidad, se vienen desarrollando esfuerzos para insertar la variable riesgo natural y la vulnerabilidad en los instrumentos territoriales, haciendo uso de diferentes tecnologías y productos que permiten desarrollar estudios y métodos efectivos para lograr la inserción de las variables en la planificación territorial, como son: Sistemas de Información Geográfica (SIG), Sistemas de Procesamiento Digital de Imágenes Satelitales, Sistemas de Posicionamiento Global (GPS), Cartografía Digital y los productos de los Sensores Remotos, como las imágenes satelitales, de radar y las fotos aéreas, estas últimas de amplio uso tiempo atrás.

Otro esfuerzo es la generación de cartografía tipo inventario, susceptibilidad, amenaza, vulnerabilidad y riesgo a escala de semidetalle y detalle, mediante la utilización de herramientas, entre ellas, los Sistemas de Información Geográfica (SIG), con el empleo de variables ponderadas, plasmadas en capas temáticas y superposición de las mismas, con el fin de estimar zonas de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por rangos, entre ellos, bajo, medio, alto y muy alto.

Conclusiones

Impulsar la construcción social de la vulnerabilidad y de riesgos naturales pasa por la organización

institucional, la creación de un marco regulatorio y la capacitación, donde es posible incorporar la gestión de riesgos naturales con el fin de orientar y controlar la ocupación del territorio, y permitir la estructuración de procesos estratégicos de negociación entre la sociedad civil, el sistema productivo y el Estado. Se debe vincular efectivamente la situación de vulnerabilidad de las comunidades con la economía local y las acciones de mitigación o compensaciones económicas cuando sean necesarias. Para ello, la alcaldía y demás entes gubernamentales requieren disponer de una institucionalidad con las competencias técnicas, económicas y legales que permitan una mitigación real del riesgo ante catástrofes.

Las metodologías e instrumentos socioterritoriales para evitar la construcción social del riesgo hacen énfasis en alianzas estratégicas, la organización institucional, la participación en los planes (por ejemplo, el Plan de Ordenamiento Urbano Local y el Plan de Gestión de Riesgos Naturales), normativa legal y capacitación; estos son los que permiten orientar y controlar la ocupación de los territorios, respetando sus condiciones y limitantes físico-naturales, así como su capacidad de carga. Las instituciones públicas, como la alcaldía, junto con la población organizada, norman y controlan la ocupación del territorio y con ello persiguen minimizar la vulnerabilidad y el riesgo ante amenazas naturales.

La gestión del riesgo, a mediano y largo plazo, mediante instrumentos socioterritoriales como los planes, tiene la posibilidad de conocer de cerca la realidad, anticiparse a posibles escenarios futuros que pueden generar impactos e influir en ellos mediante acciones que logren cambios consensuados, como la zonificación del uso del suelo y las variables urbanas fundamentales que orientaran la ubicación y la calidad de todas las edificaciones.

Referencias

AEMET. (2003). *Estructura temporal de la precipitación*. Madrid, 1 disco compacto; 12. cm. D. L. M. 53200-03. ISBN 84-8320-258-1.

Alcaldía de Barinas. (2015). *Plan de Desarrollo Urbano Local de Barinas (2015 - 2030)*. Caracas, Venezuela. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/170666741/Ordenanza-de-Plan-de-Desarrollo-Urbano-Local-1>

Alcaldía de Maneiro. (2012). *Plan de Desarrollo Urbano Local de Pampatar - Los Robles (2012 - 2025)*. Municipio Maneiro. Nueva Esparta, Venezuela. Recuperado de <http://municipiomaneiroterritorio.blogspot.com/>

Altez, R. (2002). De la calamidad a la catástrofe: aproximación a una historia conceptual del desastre. En *III Jornadas Venezolanas de Sismología Histórica – Serie Técnica N° 1* (pp. 169-172). Universidad Central de Venezuela, Caracas.

Barandiarán, M., Esquivel, M., Lacambra Ayuso, S., Suarez, G., y Zuloaga, D. (2019). Resumen ejecutivo de la metodología de evaluación de desastres y cambio climático: documento técnico de referencia para equipos a cargo de proyectos del BID. <http://dx.doi.org/10.18235/0001445>

Burby, R., Deyle, R., Godschalk, D., y Olshansky, R. (2000). Creating Hazard Resilient Communities through Land-Use Planning. *Nat. Hazards Rev*, 1(2), 99-106. [http://doi.org/10.1061/\(ASCE\)1527-6988\(2000\)1:2\(99\)](http://doi.org/10.1061/(ASCE)1527-6988(2000)1:2(99))

Camargo, M. (2010). Operacionalización del Plan de Desarrollo Urbano Local (PDUL): Fundamentos de la planificación. *Revista Geográfica Venezolana*, 51(1), 145-156. <https://pdfs.semanticscholar.org/2cef/8638a367e244812677c3fb80fc2a45fc8a57.pdf>

Cardona, O. (2001, 29 y 30 de junio). La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo. Una crítica y una revisión necesaria para la gestión. En *International WorkConference on Vulnerability in Disaster Theory and Practice*, Disaster Studies of Wageningen, University and Research Centre, Wageningen, Holanda.

Corominas, J., Copons, R., Vilaplana, J., Altimir, J., y Amigó, J. (2003). Integrated Landslide Susceptibility Analysis and Hazard Assessment in the Principality of Andorra. *Natural Hazards*, 30, 421–435. <https://doi.org/10.1023/B:NHAZ.0000007094.74878.d3>

Espinoza, A., Espinoza, C., y Fuentes, A. (2015). Retornando a Chaitén: Diagnóstico participativo de una comunidad educativa desplazada por un desastre siconatural. *Magallania*, 43(3), 65-76. <https://doi.org/10.4067/S0718-22442015000300006>

Fell, R., Corominas, J., Bonnard Ch., Cascini, L., Leroi, E., y Savage, W. Z. (en nombre del Comité Técnico Conjunto JTC-1 sobre Deslizamientos de Tierra y Pendientes de Ingeniería). (2008). Directrices para la susceptibilidad a los deslizamientos de tierra, la zonificación de peligro y riesgo para el uso de la tierra planificación. *Comentario Eng Geol*, 102, 99–111.

Generalitat Valenciana. (2013). *Plan de Acción Territorial de carácter sectorial sobre prevención del riesgo de inundación (Patricova)*. Recuperado de <http://politicaterritorial.gva.es/es/web/planning-territorial-e-infraestructura-verde/patricova-docs>

Ingeominas. (1995). *Compilación de los estudios geológicos oficiales en Colombia*. Recuperado de <https://catalogo.sgc.gov.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=58543>

Lavell, A. (2001). Sobre la gestión del riesgo: apuntes hacia una definición. Biblioteca Virtual en Salud de Desastres-OPS. Recuperado de <http://cidbimena.desastres.hn/pdf/spa/doc15036/doc15036-contenido.pdf> Consultado el 20 de agosto de 2019.

Mardones, M., y Vidal C. (2001). Zoning and evaluation of the natural risks of geomorphologic type: A tool of urban planning in Concepcion City. *EURE*, 27(81), 97-122. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/292698839_Zoning_and_evaluation_of_the_natural_risks_of_geomorphologic_type_A_tool_of_urban_planning_in_Concepcion_City

Marengo-Escuderos, A., Rambal-Rivald, L., y Palacio-Sañudo, J. (2018). Empoderamiento comunitario y redes personales en damnificados por desastres invernales en el Caribe colombiano. *Revista Redes*, 29(2), 226-236. <https://doi.org/10.5565/rev/redes.794>

Martinez, F., y Urbina, J. (2006). *Más allá del Cambio Climático. Las Dimensiones Sicosociales del cambio Climático Global*. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto nacional de Ecología. Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado de https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=vvUoRldp2nk-C&oi=fnd&pg=PA13&dq=martinez+2006+riesgo+socio+natural&ots=Vk-k_AN3Yq&sig=O-Qu2DACbe-lXcyW6TFpDw88DLAU#v=onepage&q&f=false

Millán Orozco, A., Treviño Espinosa, F., y Square Wilburn, J. (2012). Comunicación y percepción social del riesgo: retos de participación. *Razón y Palabra*, 16(1_80), 343-361.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT). (2006). *Estudio para proponer la metodología para la evaluación,*

