

Importancia de la vulnerabilidad estructural de la vivienda unifamiliar en el riesgo urbano. Modelo de estudio ciudad de Managua, Nicaragua

Importance of the structural vulnerability of single-family housing in urban risk. Study model of Managua city, Nicaragua

Erasmus Aguilar Arriola¹

Recibido: 20 de septiembre de 2016

Aceptado: 13 de diciembre de 2016

Resumen

La vivienda unifamiliar en sí es el nodo vital de la ciudad. En Managua, la ciudad capital de Nicaragua, se concentra la mayor cantidad de desarrollos habitacionales, especialmente los de viviendas populares o viviendas de interés social que son las ofertadas a las clases menos pudientes. Debido a sus características, las amenazas naturales y las particularidades propias de la ciudad más poblada y con mayor afluencia de usuarios han creado un alto nivel de riesgo urbano. Por esta razón, se vuelve fundamental identificar el aporte de la vulnerabilidad estructural de las viviendas unifamiliares al respecto. Generalmente la vulnerabilidad de las viviendas de interés social pasa desapercibida, tal vez por la inexistencia de una metodología de estudio apropiada, pero si se utilizan ciertos indicadores para la realización de un diagnóstico de la salud de su estructura (ubicación del edificio, configuración geométrica, tipo de sistema estructural, integridad constructiva y estructural, hábitos y uso final de los espacios, material constructivo, fundaciones o cimentación, armonía y rigidez del sistema de techo), se aportará a la reducción de la vulnerabilidad en estas urbanizaciones y del riesgo urbano.

Palabras clave: estructura urbana, riesgo urbano, vivienda de interés social, vulnerabilidad estructural.

Abstract

The detached house itself is the vital node of the city. In Managua, Nicaragua's capital city as many housing developments, especially popular housing or social housing which are offered to the poorest classes are concentrated. Due to its characteristics and natural hazards own particularities of the most populated and busiest city users create a high level of urban risk. For this reason, it is essential to identify the contribution of the structural vulnerability of single-family homes to this urban risk. Generally, we did not notice the vulnerability of social interest housing, perhaps due to the lack of an appropriate study methodology, but if we use certain indicators to perform a health diagnosis of its structure, such as those raised in the research of the building, geometric configuration, type of structural system, constructive and structural integrity, habits and final use of spaces, construction material, foundations, harmony and rigidity of the roof system), will contribute to the reduction of vulnerability in these Urbanization and urban risk.

Keywords: built up area, urban risk, social housing, structural vulnerability

¹ Universidad Nacional de Ingeniería de Managua, Nicaragua, Contacto: ark.joe07@gmail.com

Introducción

La vivienda es probablemente el tema más importante en la agenda estatal a nivel de las alcaldías, gobierno central y el sector privado, especialmente debido a la situación actual en la que la mayor parte de la población del país es joven en etapa de conformación de familias.

En Nicaragua, la vivienda de interés social se convirtió en la vivienda popular en las últimas dos décadas, ya que representa la principal alternativa habitacional a la que pueden acceder las familias menos pudientes, además de constituir las opciones que el Gobierno ha desarrollado por medio de planes y proyectos habitacionales, a cargo del Instituto Nicaragüense de la Vivienda Urbana y Rural, INVUR.

En la actualidad se ha tomado consciencia respecto de la importancia de utilizar estrategias referentes a los temas del desarrollo sostenible, las tecnologías y recursos amigables con el medio natural y la gestión del riesgo, especialmente en consideración de los eventos perjudiciales que pudieran ocasionar catástrofes o desastres naturales. Esta investigación centra su unidad de análisis en la ciudad de Managua, clasificada como la más vulnerable del territorio nicaragüense.

La búsqueda constante del desarrollo especialmente económico en los últimos años ha causado modificaciones aceleradas e inclusive desordenadas en la estructura urbana de la ciudad y siendo Managua la capital de la República de Nicaragua, ello la convierte en el sitio de mayor interés para el desarrollo de los nuevos complejos inmobiliarios. Sin embargo, estos procesos que a menudo implican dobleces en las normativas y reglamentos locales son causa de incremento en las vulnerabilidades propias de la ciudad, acrecentando el riesgo urbano.

Al tener la ciudad más poblada, con mayor número de desarrollos habitacionales, entonces se vuelve evidente e inminente preguntarse: ¿Es importante realizar estudios de vulnerabilidad a edificios de bajo perfil como son las viviendas de interés social?, y ¿por qué deberían considerarse este tipo de estudios?

Marco teórico

Los procesos de desarrollo urbano en América Latina son, en muchos aspectos coincidentes, partiendo del hecho de las fundaciones coloniales, que dieron origen a las primeras tramas de ciudad. Aunque los orígenes de la colonia en cada país son distintos, las peculiaridades crean sincronías innegables, con diferencias mayormente en los lapsos y períodos de tiempo (años o décadas inclusive) entre una y otra etapa evolutiva.

Entre 1920 y 1930, el objetivo del *desarrollo hacia afuera* en América Latina comenzó a ser desplazado por el paradigma del *desarrollo hacia adentro*; bajo este nombre se conoció una política económica que apuntaba a la sustitución de importaciones mediante industrias bajo el control del Estado. Por otra parte, ciertas tendencias espaciales de los periodos anteriores se intensificaron. La industrialización rápida alrededor de las líneas ferroviarias y de las autopistas reforzó el crecimiento de algunos sectores. En las primeras décadas de esa época, los barrios de la clase baja y de grupos marginales se expandieron en el centro a través de estructuras en forma de pasaje, llamadas "cités" o "casitas" en Chile y "vecindad" en México. Simultáneamente –o poco tiempo después–, nacieron los barrios marginales periféricos (callampas, barriadas, villas-miseria), localizados tanto en nichos no edificados dentro del perímetro urbano como en lotes aislados fuera de la ciudad. Esta etapa corresponde a una segunda fase de rápida urbanización conocida como la *ciudad polarizada* (Borsdorf, 2003).

La fase más reciente del desarrollo urbano en América Latina, es la llamada *la ciudad fragmentada*, periodo comprendido desde 1970 hasta hoy. En la actualidad solamente dos principios estructurales del pasado todavía continúan vigentes: la tendencia sectorial-lineal y el crecimiento celular, pero en una forma marcadamente diferente de las fases anteriores de desarrollo. El ferrocarril, motor del crecimiento lineal en el siglo XIX, y las pocas autopistas centrífugas perdieron importancia (Borsdorf, 2003).

Riesgo urbano

Los antecedentes mencionados del desarrollo urbano, sumados a otros procesos económicos y eventos naturales de los cuales América Latina es víctima frecuente, deben considerarse para el ordenamiento y planeamiento territorial, especialmente en atención a los cambios históricos de las ciudades y a que estos han promovido un aumento considerable en la oferta de vivienda social para familias de clase baja o menos pudientes (Daher, 2013).

El proceso de globalización, que sufrimos y disfrutamos al mismo tiempo en los ámbitos de la economía, la política, la cultura, la información y el conocimiento, ha reforzado las redes globales, influyendo fuertemente en las estructuras urbanas, pero no solo en la dirección de una homogeneización, sino también en la acentuación de particularidades locales o regionales (Borsdorf, 2003).

En Centroamérica y, por ende Nicaragua, las amenazas influyen y afectan a menudo de manera regional, a dos o más países (terremotos, tsunamis, huracanes, ondas tropicales, etc.) simultáneamente, aunque los niveles de exposición o afectación pueden ser distintas magnitudes. Los procesos de

globalización, en este sentido, aportan a un reconocimiento, registro, aprendizaje y comunicación de este tipo de eventos, desde diferentes entes u organizaciones (Cruz Roja, FAO, PNUD, OMS, etc.), que poseen protocolos de acción inmediata aplicables en los países centroamericanos.

En El Salvador, por ejemplo, luego del Huracán Mitch, la mayoría de las organizaciones de vivienda social se involucraron únicamente en actividades de recuperación de corto plazo, volviendo nuevamente a su trabajo normal una vez concluida la fase de emergencia. Sin embargo, después de los terremotos del 2001 se inició un profundo cambio dentro de los proyectos implementados. A continuación se detallan los más relevantes:

- Mejoras en aspectos constructivos y estructurales en proyectos existentes.
- Inclusión de desarrollo de capacidades institucionales para la gestión del riesgo en proyectos existentes.
- Inclusión de desarrollo socioeconómico para la gestión del riesgo en proyectos existentes.
- Implementación de proyectos de planificación territorial.
- Creación de proyectos piloto en gestión del riesgo.

Con el objetivo de reducir vulnerabilidades físicas existentes, la mayoría de las organizaciones de vivienda social reevaluaron y cambiaron el tipo de construcción y diseño utilizados para las viviendas construidas en el marco de sus proyectos, y comenzaron a dar más importancia a su entorno (Wamsler, 2007).

Es así que la United Nations International Strategy for Disaster Reduction (UNISDR), trabaja con el sistema de la ONU fortaleciendo a los pueblos desde diferentes sectores, posibilitando en conjunto con las autoridades locales el desarrollo de capacidades y conocimientos acerca del tema de la gestión del riesgo y desarrollando las concepciones de riesgo, amenaza, vulnerabilidad, etc.

El riesgo es un concepto aplicable a los cambios que se sufren en un grupo específico, en una escala temporal y espacial concreta, con afectaciones de índole social, económica, psicológica y que marcan un cambio en la regularidad de las actividades y la vida cotidiana.

Una de las definiciones más acertadas dice que el riesgo es la probabilidad de consecuencias perjudiciales o pérdidas esperadas (muertes, lesiones, propiedad, medios de subsistencia, interrupción de actividad económica, o deterioro del medio ambiente) resultado de interacciones entre amenazas naturales o antropogénicas y condiciones de vulnerabilidad. El riesgo también se expresa a menudo con la ecuación: riesgo = peligro x vulnerabilidad /

capacidad de respuesta (Estrategia Internacional para la Reducción de los Desastres, EIRD, 2007).

El riesgo generalmente conlleva al desastre, el cual se define como toda situación que causa alteraciones intensas en los componentes sociales, físicos, ecológicos, económicos y culturales de una sociedad, poniendo en inminente peligro la vida humana y los bienes ciudadanos y de la nación, sobrepasando la capacidad de respuesta local para atender eficazmente sus consecuencias. Los desastres pueden ser de origen natural o provocado por el hombre (Ley 337, 2000).

La amenaza, también entendida como peligro, se refiere a eventos físicos, potencialmente perjudiciales, fenómenos o actividad humana que puede causar la muerte o lesiones, daños materiales, interrupción de la actividad social o económica, o degradación ambiental (Tumini, 2016). Por otra parte, la vulnerabilidad se entiende como las condiciones determinadas por factores o procesos físicos, sociales, económicos y ambientales, que aumentan la susceptibilidad de una comunidad al impacto de amenazas (EIRD, 2007). Las vulnerabilidades responden a la parte de la ecuación en la que es posible incidir para reducirlas y así disminuir el riesgo global.

Por esta razón, el riesgo urbano está definido por las características y condiciones geomorfológicas e hidrometeorológicas del territorio en donde se ubica la ciudad y las actividades cotidianas y de desarrollo (que son diferentes en dependencia de la población y perfil de sus usuarios).

De esta manera podemos definir el riesgo urbano como la probabilidad de ocurrencia de eventos desastrosos modificadores del medio urbano. Está asociado a características exclusivamente de la ciudad y su condición misma de desarrollo, dependiendo directamente de sus actividades, siendo los principales indicadores los siguientes:

- Sistema económico.
- Redes de servicios básicos.
- Infraestructura.
- Vialidad y sistemas de movilidad.
- Marco o sistema legal y normativo.
- Sistema administrativo.
- Morfología urbana.
- Vivienda.

Debido a que los indicadores o características antes mencionadas son diferentes en cada territorio, el riesgo urbano se debe analizar con metodologías específicas, además de considerar los alcances espaciales

(extensión, crecimiento y decrecimiento de la ciudad) y temporales (periodo de tiempo para el estudio).

Japón es un país que posee una gran capacidad para aprender del pasado, lo cual quedó demostrado luego del terremoto de 2011, cuando las instituciones financieras pudieron mantener una operatividad estable durante la emergencia. Esto se debió a una efectiva cooperación entre las entidades privadas y públicas que permitió utilizar recursos para la emergencia y reconstrucción inmediatamente después del desastre (Global Facility for Disaster Reduction and Recovery, GFDRR, 2015). Este es un ejemplo claro de las fortalezas y de una alta capacidad de respuesta, evidenciable en los sistemas administrativos (aunando esfuerzos el sector público o gubernamental y el privado), en conjunción con un marco legal eficaz que permite o procura mantener la funcionalidad del sistema económico durante y posdesastre.

No existen modalidades de poblamiento urbano que involucren situaciones de riesgo que no tengan parte de su explicación en la manera como se conciben las relaciones entre sociedades, espacio y medio ambiente. De igual modo, las formas, la distribución y las implicaciones discriminadas de los riesgos tienen correspondencias tanto en la organización y el funcionamiento de la sociedad, como con las ideas dominantes de las relaciones sociales al ambiente (Rebotier, 2014).

Al cuestionar tanto la noción de vulnerabilidad como el trabajo científico de análisis de riesgo, se busca:

- Hacer explícita las causas múltiples que hacen –de manera diferenciada– vulnerable a la gente.
- Proponer un abordaje conceptual que permita articular un cambio social posible de las relaciones entre sociedades y medio ambiente, en vistas a la reducción de riesgos.

En América Latina el proceso de urbanización muestra características particulares que se asocian directamente con los niveles de riesgo existentes y un eventual incremento del riesgo urbano, que puede dar lugar a más y mayores desastres en el futuro. Dentro de estas, se pueden mencionar tres como las más relevantes (Mansilla, 2010):

- Un crecimiento más acelerado de los asentamientos urbanos, contrapuesto a la capacidad de las autoridades locales para abastecer de viviendas adecuadas y servicios básicos a la población.

- Las condiciones sociales y económicas de la población urbana, que se expresan en un aumento absoluto de la pobreza y la desigualdad en la distribución del ingreso.
- La dinámica de los mercados de suelo en las ciudades y la falta de acceso a suelo seguro por parte de los sectores pobres.

El mayor número de eventos se registra en las grandes ciudades, tanto por la cantidad de elementos expuestos, como por la calidad de información contenida que puede favorecer un mejor registro de lo que sucede en las áreas económica y demográficamente más importantes en cada país, ya sean las capitales nacionales y las departamentales, estatales o provinciales, según el caso. Sin embargo, al segmentar los municipios por tamaño de población en lo que puede denominarse áreas urbanas grandes (con 1 millón o más de habitantes), medias (con poblaciones entre 100 mil y 999,999 habitantes), pequeñas (con un rango de población entre 20 mil y 99,999 habitantes) y en transición urbana (con población entre los 10 mil y 19,999 habitantes), es posible establecer con mayor precisión lo que en realidad ocurre en el ámbito urbano y que pone de manifiesto los probables patrones de riesgo que se están presentando como resultado de acelerados procesos de urbanización en todos los países de América Latina (Mansilla, 2010).

En el caso de Nicaragua, los rangos de ciudades se verifican con las clasificaciones siguientes (Normas Mínimas de Dimensionamiento para Desarrollos Habitacionales, 2004):

- Asentamiento urbano. En su espacio se concentra una población mayor de 1.000 habitantes, en una relación de densidad igual o mayor de 25 habitantes por hectárea, con un mínimo del 25% de su superficie dedicada a actividades secundarias, terciarias y equipamiento, y el 18% o más de su superficie utilizada para circulación. Los asentamientos urbanos se clasifican en ciudad capital, ciudad metropolitana, ciudades grandes, ciudades medianas, ciudades pequeñas, pueblos y villas.
- Asentamiento rural. Espacio que concentra una población menor de 1.000 habitantes o se distribuye con una densidad menor de 25 habitantes por hectárea. Dentro de los asentamientos rurales se consideran *concentrados* o *caseríos*, cuando su población oscila entre los 500 y los 1.000 habitantes y *dispersos*, cuando su población es menor de 500 habitantes.
- Ciudad metropolitana. Comprende a los centros departamentales o secundarios. Son ciudades con un rango de población mayor de 100 mil habitantes que, administrativamente, funcionan como cabeceras departamentales o regionales, pero pueden cumplir algunas funciones específicas atendiendo territorios de más de un departamento. Deberán estar dotados de capacidad suficiente para responder a los requerimientos de la población de los municipios que comprende el departamento

respectivo y en los niveles similares de especialidad que los de la ciudad capital.

- Ciudades grandes. Comprende a los centros departamentales o secundarios. Son ciudades con un rango de población entre 45 mil y 100 mil habitantes que administrativamente funcionan como cabeceras departamentales o regionales, pero pueden cumplir algunas funciones específicas atendiendo territorios de más de un departamento. Deberán estar dotados de capacidad suficiente para responder a los requerimientos de la población de los municipios que comprende el departamento respectivo.
- Ciudades medianas. Son centros secundarios cuyas dotaciones de equipamiento e infraestructura apoyan las funciones de las ciudades pequeñas. Son centros que tienen un rango poblacional entre 11 mil y 44 mil habitantes. Administrativamente cumplen funciones de nivel municipal, pero pueden asumir funciones de nivel departamental, según el nivel de dotación alcanzado o cuando por tradición histórica se les ha delegado. Son los centros principales en apoyo a las funciones de los centros departamentales o ciudades grandes. Pueden servir de apoyo en los procesos de desconcentración administrativa del gobierno central.
- Ciudades pequeñas. Son centros intermedios ubicados en un rango poblacional entre 5 mil y 10 mil habitantes. Administrativamente cumplen funciones de nivel municipal. Sirven de apoyo a las ciudades medianas y en su área de influencia a los pueblos y villas.

Vivienda y estructura urbana

La estructura urbana es el soporte de la ciudad y su representación, una síntesis donde aparecen aquellas actividades, espacios y relaciones que tienen una cierta perdurabilidad en el tiempo (Ludeña, 2006). Está conformada por elementos físicos, pero que no se agota en lo meramente constructivo, sino que se trata de espacios sociales en los cuales se alberga la misma vida humana. Es un conjunto de elementos urbanísticos y arquitectónicos del pasado que aún tienen una presencia concreta en el presente y han de condicionar el futuro. Sus elementos componentes son: el suelo, el uso del suelo, las interrelaciones y los conflictos y tendencias (Vigliocco y Meda, 1991).

Así como la familia es considerada el núcleo de la sociedad, la vivienda es la unidad conformadora de la ciudad misma y la principal necesidad y sello de tendencias estilísticas, constructivas y sociales.

Los costos de una vivienda, especialmente si esta es diseñada por un profesional de la arquitectura, se vuelven casi inalcanzable para la población de clase media y clase baja. Se deben conocer, entonces, los conceptos establecidos por la legislación nacional (NTON 11 013-04, 2004):

- Vivienda. Espacio habitable integrado por áreas interiores y exteriores propias para desarrollar las funciones vitales básicas de un grupo familiar.
- Vivienda de interés social. Son soluciones habitacionales propuestas por el sector público y privado, teniendo como objetivo básico disminuir el déficit habitacional para sectores de bajos ingresos.
- Vivienda progresiva. Es aquella que evoluciona en el tiempo hasta llegar a constituir una vivienda completa.

Se define a la vivienda de interés social con el perfil de bajo costo económico y dimensiones estandarizadas, con un área limitada a un edificio de entre 36 a 60 m² y cuyo precio no excede los US\$20,000 (Ley 677, 2009)².

Cabe destacar que estos proyectos habitacionales pueden significar una importante estrategia económica, principalmente para el gobierno. Los fondos de inversión inmobiliarios son hoy en día uno de los agentes clave en el sistema de producción de la ciudad. De esta manera es importante crear o establecer relaciones financieras y estratégicas con un fondo inmobiliario, lo que podría favorecer la emergencia y la consolidación de una capa de empresas de medianas dimensiones, que produzcan viviendas anuales, y especializadas en la construcción y venta de programas habitacionales en condominios. El dinamismo de los fondos de inversión es más que una simple fuente alternativa de financiamiento de la vivienda: representa una de las fuerzas que reconfigura al conjunto de este sector (Cattaneo, 2011). Esta estrategia permite un flujo más activo de las economías y nuevas oportunidades para microempresarios, disminuyendo o evitando monopolios en la construcción habitacional.

Una práctica que cada vez tiene más fuerza entre las empresas urbanizadoras y constructoras es la elaboración en masa de estos modelos, como si se tratara de una fábrica. Esto, debido a la oportunidad de abaratar los costos operativos, aunque esta relación no es proporcional al precio de mercado de las viviendas que se ofrecen al público en general. Las modalidades de pago implican una prima inicial del 10% al 20% y el excedente se debe pagar en un período de 15 a 20 años, con la posibilidad de obtener un subsidio del gobierno aplicable a la prima, al cumplir ciertos requisitos.

Las viviendas de interés social y las del segmento de clase media generalmente comparten el mismo sistema y material constructivo (bloque de concreto o cemento, en sistema de mampostería reforzada o mampostería confinada). Managua se encuentra amenazada por eventos sísmicos y estos tienen un comportamiento específico con el bloque o plano de concreto.

² Actualmente el Gobierno de Nicaragua aprobó un Decreto para Ley de Vivienda en Nicaragua (14 de mayo 2014) en donde se amplía el techo de este costo inclusive hasta US\$32,000.

En estos sistemas, por lo general, se producen tres tipos de mecanismos y modos de falla: desplazamiento horizontal, falla diagonal, falla por flexión (ver Figura 1), que sufren de acuerdo con el comportamiento sísmico y dependen de:

- La geometría de las paredes (relación de esbeltez).
- La calidad del material.
- Condiciones de apoyo y cargas que actúan sobre la pared.

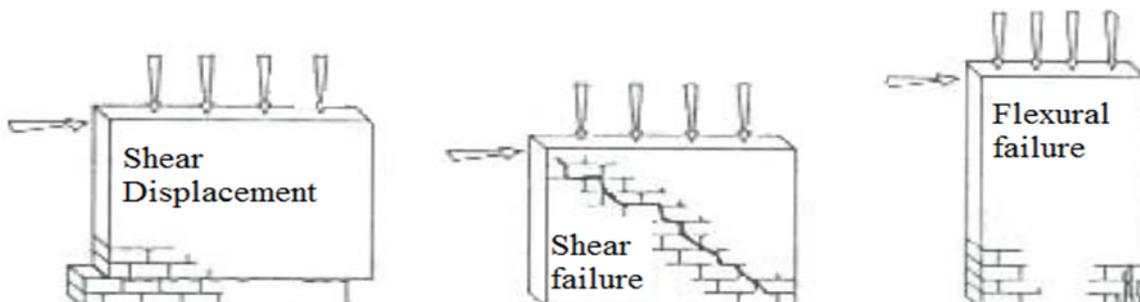


Figura 1. Fallas en planos de mampostería

Fuente: Tomazevič (2006).

Estas fallas y mecanismos son más evidentes en el caso de ocurrencia de fenómenos sísmicos. Sin embargo otros eventos de gran intensidad o magnitud como los huracanes y vientos huracanados o inclusive la actividad humana (cercanía del edificio con vías de tráfico pesado o aeropuertos) pueden causar los mismos efectos, aunque en periodos de tiempo más prolongados.

La vulnerabilidad estructural en el edificio

En este punto se abordará la estructura y la vulnerabilidad estructural.

La estructura

La estructura es esa disposición o modo de estar relacionada con las distintas partes de un conjunto. También se entiende como la distribución y orden de las partes importantes de un edificio (Páez y Hernández, 2005).

El edificio o bien arquitectónico, desde su momento de diseño y conceptualización, toma en consideración los aspectos constructivos y estructurales, así se busca desde un principio la selección de la relación más adecuada y eficiente entre el material constructivo y su sistema estructural. Los sistemas estructurales más utilizados y conocidos son los esqueletos resistentes (o sistema trilitico), bóvedas, arcos y arquerías y cúpulas.

Mucho tiene que ver la coherencia entre el *módulo constructivo* y el *módulo estructural*, ya que ambos definen las distancias y claros que se pueden cubrir e inclusive los vanos que se pueden utilizar. A menudo en los sistemas prefabricados muchos de estos módulos utilizan dimensiones que oscilan entre 0,61, 1,22 y 2,44 m.

Uno de los módulos más comunes se desarrolla a partir de la distancia del elemento conformador, en este caso el bloque de cemento o concreto, cuyas dimensiones regulares en Nicaragua son de 0,15 x 0,20 x 0,40 m. Este material forma un sistema constructivo a veces con configuración de marcos rígidos de concreto reforzado o simplemente como mampostería reforzada, posiblemente es el más utilizado en la región central y en la del Pacífico del país.

Entonces, se entenderá la estructura como los elementos y sistemas sustentantes del bien arquitectónico que funcionan armónicamente con el material y sistema constructivo, asumiendo la principal tarea de absorber y distribuir las cargas del entorno y las propias de su uso.

Por tanto, la estructura posee características que le transfieren una salud y funcionalidad durante su vida útil e, igualmente como ocurre en los organismos vivos, ese estado tiende a deteriorarse con el tiempo, ya sea por el uso inadecuado, o bien, por el impacto de eventos exógenos como huracanes, lluvias, terremotos, tsunamis, etc.

La vulnerabilidad estructural

Esta se refiere a la susceptibilidad que presenta la estructura frente a posibles daños en aquellas partes del establecimiento que lo mantienen en pie ante un sismo intenso. Esto incluye cimientos, columnas, muros, vigas y losas.

Sin embargo, la vulnerabilidad estructural va más allá de la expuesta meramente por la amenaza sísmica, ya que el edificio como se mencionó puede verse afectado también por otros fenómenos naturales, como por ejemplo huracanes, lluvias, tsunamis y estos causan, igualmente, deterioro en la vida del edificio (Deiana et al., 2004).

Se puede asumir que la vulnerabilidad estructural en edificios corresponde a la debilidad ocasionada por la predisposición en su configuración e inadecuada composición de su estructura y sistema constructivo, y por el deterioro que este sufre a lo largo de su etapa de uso, lo que puede verse incrementado debido a las prácticas inadecuadas que se realizan en él o también por desgaste acelerado a causa del embate de un evento de sobrecarga específica o general (como un fenómeno natural inesperado o actividad antropogénica intensa).

Ahora bien, por configuración no se entiende la mera forma espacial de la construcción en abstracto, sino el tipo, disposición, fragmentación, resistencia y geometría de la estructura de la edificación, relación de la cual se derivan ciertos problemas de respuesta estructural, especialmente ante sismos. En la Figura 2 se presentan diferentes opciones de plantas y elevaciones arquitectónicas, frecuentemente utilizadas en los diseños de edificios habitacionales e institucionales.

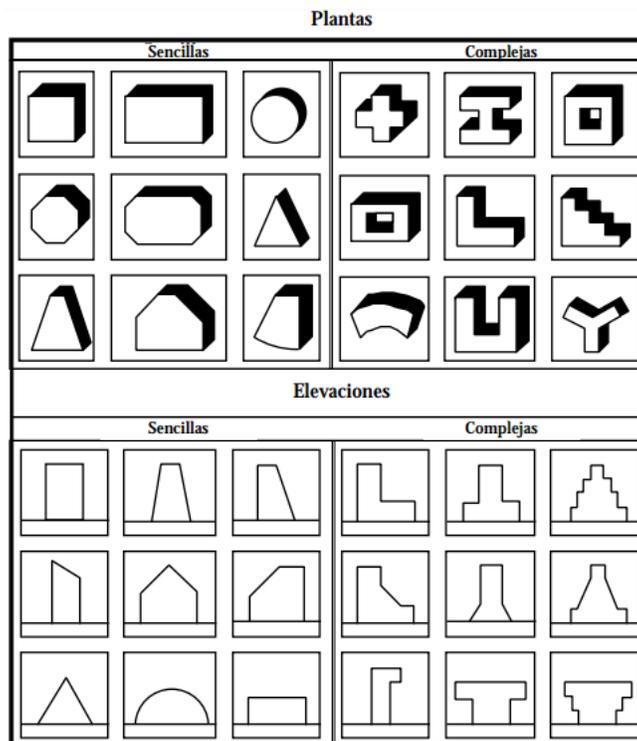


Figura 2: Formas sencillas y complejas en planta y elevación.

Fuente: Organización Panamericana de la Salud, OPS. Programa de Preparativos para Situaciones de Emergencia y Coordinación del Socorro en Casos de Desastre (OPS/PED) (1999).

Riesgo urbano y viviendas de interés social en Managua

Tal como se mencionó inicialmente, la ciudad de Managua, capital de la República de Nicaragua, es donde se encuentra la mayor cantidad de población del país. En una extensión de 289 km² viven aproximadamente 1.028.808 habitantes.

Managua se clasifica como "la ciudad más vulnerable del país", ello porque se trata de una de las ciudades con mayor nivel de amenaza a causa de peligros naturales. Concentra entre un 20% y 25% de la población de todo el país y un evidente déficit habitacional. Se puede estimar que alrededor del 70% del área

urbana pertenece a la tipología habitacional y los sectores en desarrollo en las áreas periféricas (carretera a Masaya y carretera sur), que en los últimos años se han convertido en su mayoría en zonas de desarrollos habitacionales, alterando su forma de manera desordenada, como se puede apreciar en la Foto 1.

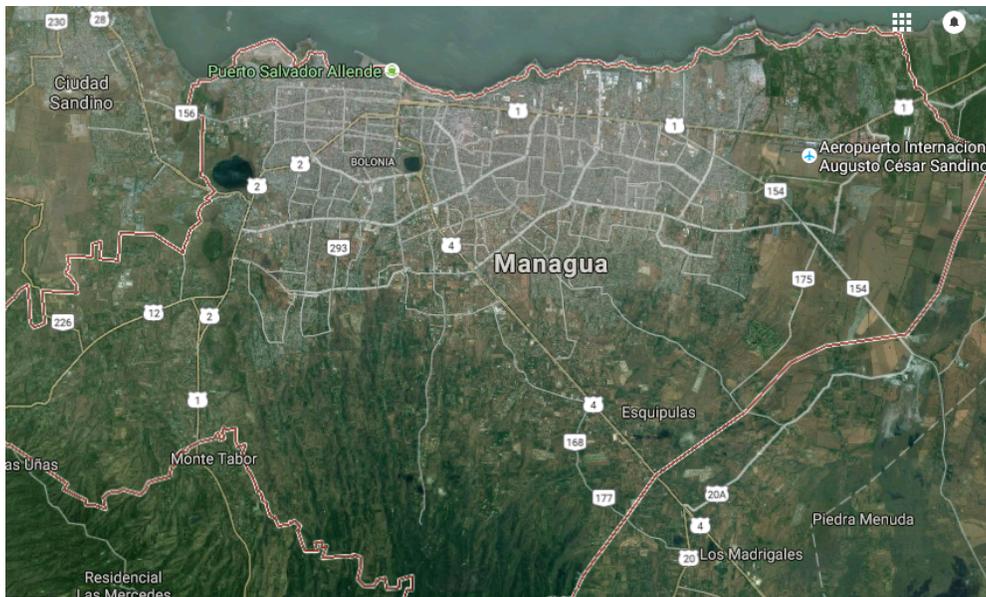


Foto 1. Foto aérea de la ciudad de Managua.

Fuente: Google Maps 2016.

Managua también es el principal centro de trabajo y labor en todo el país, albergando, además de los trabajadores locales, mano de obra de los municipios y departamentos colindantes como Masaya, Granada, Carazo e inclusive León. Esta característica causa gran incidencia en las principales arterias que son las utilizadas por los viajeros a diario en las horas pico, causando congestionamientos viales y pequeños desarrollos comerciales que, a la vez, mantienen un movimiento económico constante en el rubro transporte y comercio. De esta manera, estas arterias se convierten en ejes de desarrollo no planificados, que extienden los límites de la ciudad.

Amenaza físico natural

Existe un alto riesgo sísmico en Managua, amenazada por grandes fallas activas (Chico Pelón, Aeropuerto, Centroamérica, Zogaib, Tiscapa, Los Bancos, Estadio, San Judas y Nejapa), lo que se acentúa debido a la vulnerabilidad estructural y constructiva de las viviendas, desde su proceso constructivo hasta la calidad de los materiales utilizados.

La amenaza sísmica de Managua proviene principalmente de dos fuentes:

- La cadena volcánica que produce terremotos de magnitudes de hasta 6,5 en escala de Richter.
- La zona de subducción, en especial por el choque de las placas Cocos y tectónica del Caribe.

Estas amenazas, sumadas a la vulnerabilidad estructural de los edificios, incrementa el riesgo de las viviendas. Considerando que la vulnerabilidad es un elemento que se puede modificar, este estudio se ha enfocado en la identificación objetiva del nivel de seguridad estructural que posee la vivienda de interés social en la que habita la mayoría de la población de Managua (COSUDE, 2002).

Es así como el terremoto de 1972 (23 de diciembre, a las 12:29 am) de magnitud 6,2 grados, evidenció debilidades en los procesos constructivos y de ciertos materiales en auge. A partir de entonces se propició un mayor valor y credibilidad a las construcciones que utilizan materiales como los bloques de concreto o cemento. En la Foto 2 podemos apreciar la destrucción provocada de manera directa e indirecta por el evento sísmico.



Foto 2. Managua después del terremoto de 1972.

Fuente: Colección fotográfica University of Berkeley.

Déficit y construcción de viviendas

La Managua actual sufrirá en los próximos cinco años cambios que modificarán de manera importante la estructura y funcionalidad de la ciudad misma, volviéndola una ciudad inclusive más agitada y con mayor movimiento, lo cual permite proyectar un crecimiento económico directo.

Hoy en día los procesos de desarrollo inmobiliario en la capital ocurren en dos modalidades:

- Proyectos de desarrollo habitacional, en los cuales se realizan construcciones de interés social para las clases con menor poder adquisitivo y luego proyectos para el grupo de clase media y media alta, con viviendas de mayores áreas y con acabados más finos. Ambos tipos son realizados por el sector estatal y por el sector privado.
- Proyectos de desarrollo comercial, en los cuales destacan edificios de oficinas, centros comerciales y ampliaciones importantes a edificios y nodos de comercio existentes (por ejemplo, Galerías Santo Domingo y Metrocentro intervenidos entre el 2015 y 2016).

Sin embargo estos cambios en los centros más importantes son, al mismo tiempo, la causa de una segregación creciente, al encontrarse ocupada la mayoría de los suelos urbanos o tener costos exagerados (alejados de la realidad del costo verdadero del suelo). El déficit habitacional, entonces, se está resolviendo en las áreas periurbanas y en zonas con debilidades geológicas o estructurantes de la trama urbana.

Esta situación ha causado una tendencia hacia una movilidad de los nuevos núcleos familiares (especialmente trabajadores jóvenes que forman sus hogares y viajan a trabajar a la capital) al considerar la compra de viviendas más cercanas a su fuente de trabajo y, de esta manera, los desarrolladores inmobiliarios tienen un nuevo foco de clientes. La relación del costo de alquilar un apartamento o inclusive una vivienda versus el costo de una cuota mensual por una vivienda resulta un atenuante que ayuda al viajero a la toma de la decisión de adquirir su propio inmueble.

Según estimaciones de la Cámara de Urbanizadores (CADUR, 2015), Nicaragua aumenta su déficit habitacional cada año en 20 mil viviendas, y solo se construyen unas 13 mil casas entre el sector público y privado. En el 2015 la banca dispuso unos 150 millones de dólares en créditos hipotecarios, lo cual representa alrededor del 13% de la cartera total de los bancos, aunque según estimaciones de CADUR se necesitaría subir al 20% para lograr mayor competitividad y solución al problema. Estos procesos, a su vez, han causado una buena y propicia dinámica de sectores económicos como los rubros del transporte, los servicios y la banca.

Se calcula que ocho de cada diez viviendas que se construyen en Nicaragua, están ubicadas en la capital Managua (cuarto informe cuatrimestral de construcción privada del año 2015 (CADUR, 2015). El 91,7% del total de viviendas en Nicaragua finalizadas se concentró, principalmente, en cinco departamentos: Managua (81,5%), León (4,3%), Rivas (2,8%), Chontales

(1,7%) y Masaya (1,4%). En Managua las viviendas finalizadas en 2015 crecieron 53,1% en la cabecera departamental y disminuyeron 19,5% en las zonas suburbanas. En el resto de ciudades se reportó una disminución de 32% en las cabeceras departamentales y aumentos de 106,8% en las zonas suburbanas.

Propuesta metodológica para estudio de vulnerabilidad estructural en viviendas de interés social

En esta etapa es importante reflexionar respecto de algunas cuestiones como las siguientes:

- ¿Cuál es el costo de un estudio o evaluación estructural?
- ¿Cuál es el beneficio o utilidad de estos resultados?
- ¿Cuáles podrían ser los indicadores para este estudio?
- ¿Cuál será la metodología idónea?

En primera instancia es preciso establecer claramente que la vulnerabilidad estructural va más allá del estudio de vulnerabilidad de la estructura ante fenómenos sísmicos, como se ha establecido antes. Existe a nivel teórico una confusión conceptual que atribuye a los temblores o terremotos la causa del deterioro de la estructura. Ciertamente en muchos territorios del mundo e inclusive en la ciudad de Managua la amenaza sísmica debe tener considerable atención, pero no es la única causa de desgaste de un edificio.

En efecto, existen otros indicadores, inclusive, desde el momento de concepción del diseño que van a incidir en una mejor respuesta del edificio ante los fenómenos amenazantes de la salud de su estructura. En este sentido se fortalece la importancia del conocimiento, análisis y estudio del sitio en donde se emplazará el proyecto, ya que este definirá criterios importantes para su funcionamiento.

- Debido a su posición geográfica, Nicaragua y Managua poseen un alto riesgo sísmico. Esta es razón suficiente para considerar las estrategias de reducción de riesgos en el proceso de desarrollo integral de la ciudad, especialmente sabiendo que la vivienda de interés social es la unidad que más se construye desde hace algunos años. Resulta una medida de prevención muy acertada en la gestión de riesgos de desastres la consideración de este tipo de estudios como parte de la prefactibilidad y factibilidad de los proyectos.
- Sin embargo, la realidad es que los estudios de este tipo generalmente se hacen con equipos e instrumentos muy costosos, acordes con las

metodologías internacionales, o más bien de países globalizados, lo que crea necesidades de especialistas extranjeros o capacitados en el exterior, causando un incremento en los costos de estos estudios y volviéndolos prácticamente inaccesibles para los dueños de viviendas de interés social. Irónicamente, el precio por estos estudios en ocasiones puede ser inclusive superior al precio de la vivienda.

- Por esta razón se hace necesario poder contar con una herramienta que valore y califique los distintos aspectos y criterios a considerar en la salud de la estructura del edificio y no otorgar todo el valor estructural a la capacidad de resistencia del material constructivo del mismo, en este caso la vivienda. De esta manera se benefician, en primer lugar, los usuarios y dueños del edificio, posteriormente los inversores inmobiliarios (ya que si la vivienda falla y colapsa total o parcialmente, esto incidirá en la capacidad de pago, provocando retrasos) y, al mismo tiempo, hacer proyectos habitacionales más conscientes en una ciudad creciente incidirá en la reducción del riesgo urbano al hacer espacios conectados, verdes, sociales y menos vulnerables.
- En cada país existen leyes y normativas, opciones y restricciones de diseño y construcción. Sin embargo, hay características generales de acuerdo con la tipología arquitectónica y especialmente el tipo, en este caso habitacional. Así pues, las principales particularidades estructurales de las viviendas de interés social pueden resumirse en: ubicación del edificio, configuración geométrica, tipo de sistema estructural, integridad constructiva y estructural, hábitos y uso final de los espacios, material constructivo, fundaciones o cimentación, armonía y rigidez del sistema de techo (Tabla 1). Estos criterios deben visualizarse en relación con el escenario de riesgo a fenómeno desastroso más probable.

Tabla 1

Valoración global de la vulnerabilidad estructural

Indicador	Valoración		
	Malo	Regular	Bueno
Ubicación del edificio	Suelo y topografía con alta susceptibilidad a fenómenos naturales.	Suelo mejorado y nivelado artificialmente.	Suelo apropiado, sin mayor susceptibilidad a modificaciones.
Configuración geométrica	Edificio con planta y elevación con irregularidades.	Edificio con planta o elevación con irregularidades. Simetría en planta.	Edificio con regularidad en planta y elevación. Presenta simetría en ambas.

Indicador	Valoración		
	Malo	Regular	Bueno
Tipo de sistema estructural	Múltiples sistemas o sistema incompleto, con incompatibilidad con el sistema constructivo.	Incompatibilidad con el sistema constructivo.	Sistema adecuado a la ubicación y los fenómenos naturales locales.
Integridad constructiva y estructural	Modificaciones considerables, con apertura de vanos nuevos (puertas y ventanas).	Modificaciones leves, apertura de nuevas ventanas o sustitución de materiales originales.	Respeto por el diseño y configuración original y dimensiones de vanos.
Hábitos y uso final de los espacios	Mantenimiento inadecuado. Sobrecarga en elementos estructurales.	Utilización de mueblería y otros colgantes de elementos estructurales.	Los ambientes se utilizan para los fines que fueron diseñados.
Material constructivo	Incompatible con sistema estructural y utilización de múltiples materiales constructivos.	Incompatible con sistema estructural.	Materiales afines con el sistema estructural.
Fundaciones o cimentación	Edificio no cuenta con cimentación.	Cimentación inadecuada con el emplazamiento.	Cimentación adecuada con emplazamiento y suelo sin susceptibilidad a modificaciones.
Armonía y rigidez del sistema de techo	Sistema de techo ligero y con anclajes dudosos a las paredes.	Uniones dudosas y techos muy cortos o muy extensos.	Proporción adecuada de techo con paredes y pasillos. Uniones correctas.

Fuente: Elaborada por el autor.

La metodología sugerida se conforma de tres etapas:

1. Etapa de análisis documental y planimetría (identificación y revisión de información planimétrica y especificaciones constructivas). Revisión de normativas y reglamentos nacionales.
2. Etapa trabajo de campo (identificación de las características y aceptación social). Revisión y comparación de los elementos estructurales. Medición de

elementos estructurales y no estructurales. Comprobación de la integridad constructiva del edificio (revisión de aberturas, anchuras y alturas acorde con los planos originales). Valoración cualitativa (entrevista o encuesta, según convenga) de la aceptación de los usuarios.

3. Etapa de evaluación de la vulnerabilidad estructural (se realizará a partir del consenso de los diferentes resultados de las etapas anteriores); se puede integrar un ejercicio de modelación con software de la vivienda.

Conclusiones

El riesgo urbano depende siempre en gran medida de las amenazas físico naturales del entorno en el que se encuentra la ciudad, sin embargo juega un papel más significativo el rol de sus actores, especialmente de los entes y organizaciones más pudientes, como el gobierno central, los gobiernos locales y la empresa o sector privado, ya que son ellos los principales inversionistas para las modificaciones espaciales y territoriales que se vayan a realizar.

La interacción entre sus características, por una parte, y los riesgos y oportunidades de una apertura por otra, permite a los actores urbanos repensar sus actividades más en línea con la realidad contemporánea. Esto no solo debe incluir una conciencia de las oportunidades que ofrece la globalización, sino también de la terrible competencia que genera y una apreciación completa del impacto de una excursión en el gran mundo ancho de la gestión urbana. Estas cuestiones requieren un análisis global con recomendaciones específicas para facilitar el trabajo de los agentes de desarrollo urbano: administradores públicos o privados, responsables locales o regionales, responsables del desarrollo internacional (Bolay y Rabinovich, 2004).

La vulnerabilidad estructural de las viviendas de interés social debe ser un asunto de interés desde el momento del diseño y aprobación para los representantes de las urbanizadoras y constructoras y también para el gobierno, ya que cada nueva mancha residencial que se agrega al mapa urbano tiene implicaciones en la inversión, movilidad y seguridad ciudadana. La suma de todas estas unidades conforma un organismo o un miembro de la estructura urbana en sí misma y la posibilidad de cambios considerables en la morfología de la ciudad. La reducción de la vulnerabilidad estructural en las urbanizaciones y proyectos habitacionales garantiza la disminución del riesgo urbano.

La gestión de riesgos ante desastres debe ser un eje incluido en las estrategias de desarrollo, para lo cual hay que visualizar y proyectar qué tipo de amenaza (inundaciones, deslizamientos, terremotos, etc.) son históricamente reseñables en los emplazamientos de los proyectos y, de esta manera, considerar las medidas de mitigación y prevención a nivel del todo (la urbanización) y en

particular del diseño, para seleccionar los materiales, cimentación/fundaciones y sistema de techos que sean los más idóneos.

Las clases menos pudientes también tienen la dignidad y el derecho a optar a estudios de vulnerabilidad estructural de sus viviendas si lo consideran necesario. La metodología propuesta en este artículo sugiere la posibilidad de que arquitectos, ingenieros civiles, estructurales u otros especialistas en estas áreas del conocimiento puedan realizar estos estudios para diagnosticar la situación y salud de este tipo de edificios.

Por último, la metrópolis no es tan solo un centro de articulación de las redes del capitalismo global. Materialmente, la fabricación de sus espacios es uno de los mecanismos esenciales de la valorización del capital (Cattaneo Pineda, 2011). Desde este punto de vista, asegurar que las viviendas sean más seguras (menos vulnerables estructuralmente) se convierte en una forma de capital del Estado como un recurso de calidad y garantía ante la ocurrencia o afectación de eventos o fenómenos perjudiciales.

Referencias bibliográficas

- Allan, P. & Bryant, M. (2011). Resilience as a framework for urbanism and recovery. *Journal of Landscape Architecture*, 6(2), 34-45. <https://doi.org/10.1080/18626033.2011.9723453>
- Bolay, J-C. & Rabinovich, A. (2004). Intermediate cities in Latin America risk and opportunities of coherent urban development. *Cities*, 21(5), 407-421. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2004.07.007>
- Borsdorf, A. (2003). Cómo modelar el desarrollo y la dinámica de la ciudad latinoamericana. *Eure*, 29(86), 37-49. <https://doi.org/10.4067/s0250-71612003008600002>
- Cattaneo Pineda, R. (2011). Los fondos de inversión inmobiliaria y la producción privada de vivienda en Santiago de Chile: ¿Un nuevo paso hacia la financiarización de la ciudad? *Eure*, 37(112), 5-22. <https://doi.org/10.4067/s0250-71612011000300001>
- Cámara de Urbanizaciones, CADUR (2015). Recuperado de <http://www.cadur.org.ni/>
- Cooperación Suiza para el Desarrollo, COSUDE. (2002). Instrumentos de apoyo para el análisis y la gestión de riesgos naturales en el ámbito municipal de Nicaragua, Guía del especialista.
- Daher, A. (2013). Fondos inmobiliarios y riesgo urbano. *Revista de Urbanismo* 29, 32-45. Recuperado de <http://www.revistaurbanismo.uchile.cl/index.php/RU/article/viewFile/30303/32087>
- Deiana, S., Baseggio, M., y Giudici, F. (2004). *Morfología de un nuevo orden en un medio vulnerable, el tejido urbano como estructura fractal. Argentina*. San Juan: Universidad Nacional de San Juan y Universidad Nacional del Litoral.
- Decreto 78. (2002). Normas, pautas y criterios para el ordenamiento territorial. Marco Legal República de Nicaragua.
- Estrategia Internacional para la Reducción de los Desastres, EIRD. (2007). Recuperado de <http://www.eird.org/esp/revista/no-14-2007/>

- Global Facility for Disaster Reduction and Recovery, GFDRR. (2015). Resilient recovery: An imperative for sustainable development. Washington: The World Bank. Recuperado de <https://www.gfdr.org/sites/gfdr/files/publication/Resilient-Recovery-An-Imperative-for-Sustainable-Development.pdf>.
- Ley 337. (2000). Ley Creadora Del Sistema Nacional para la Prevención Mitigación y Atención de Desastres. Marco Legal República de Nicaragua.
- Ley 677. (2009). Ley especial para el fomento de la construcción de vivienda y de acceso a la vivienda de interés social. Marco Legal República de Nicaragua.
- Ludeña, W. (2006). Ciudad y patrones de asentamiento. Estructura urbana y tipologización para el caso de Lima. *Eure*, 32(95), 37-59. <https://doi.org/10.4067/s0250-71612006000100003>
- Mansilla, E. (2010). Riesgo urbano y políticas públicas en América Latina: la irregularidad y el acceso al suelo. Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction. ISDR, UNDP, Corporación OSSO. Recuperado de http://www.preventionweb.net/english/hyogo/gar/2011/en/bgdocs/Mansilla_2010.pdf.
- Normas Mínimas de Dimensionamiento para Desarrollos Habitacionales, NTON 11 013-04 (2004). Marco Normativo República de Nicaragua.
- Organización Panamericana de la Salud, OPS. Programa de Preparativos para Situaciones de Emergencia y Coordinación del Socorro en Casos de Desastre (OPS/PED). (1999). *Fundamentos para la mitigación de desastres en establecimientos de salud*. Recuperado de <http://hist.library.paho.org/Spanish/GOV/CD/26169.pdf>
- Páez, D. y Hernández, J. (2005). Metodología para el estudio de la vulnerabilidad estructural de edificaciones. *Revista Facultad de Ingeniería*, 14(19), 78-87. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/4139/413940752009.pdf>
- Rebotier, J. (2014). La vulnerabilidad urbana: entre reducción de riesgo y emancipación social. Ejemplos en Venezuela. *Polis*, 38. Recuperado de <https://polis.revues.org/10309>.
- Tomazevič, M. (2006). Earthquake resistant design of Masonry buildings. London: Imperial College Press.

- Tumini, I. (2016). Acercamiento teórico para la integración de los conceptos de resiliencia en los indicadores de sostenibilidad urbana. *Revista de Urbanismo*, 34, 4-19. <http://dx.doi.org/10.5354/0717-5051.2016.40056>
- Vigliocco, M. y Meda, R. (1991). Estructura urbana y uso del suelo. Aplicación a ciudades bonaerenses. Buenos Aires: Ediciones de la Fundación Civildad. Recuperado de <http://fundacioncivildad.org.ar/index.php/component/content/article/18-ediciones/55-estructura-urbana-y-uso-del-suelo>
- Wamsler, C. (2007). Integrando la gestión del riesgo, planificación urbana y vivienda social: lecciones de El Salvador. *Revista INVI*, 22(59), 93-114. Recuperado de <http://www.revistas.uchile.cl/index.php/INVI/article/viewFile/8759/8561>