

Estudio de vulnerabilidad a los fenómenos del ambiente natural.

Caso: Departamento Pocito, San Juan, Argentina*

Fecha de recepción: 15 de marzo del 2011 Fecha de aceptación: 28 de abril del 2011

Nora Elsa Nacif

Magíster en Gestión de Desarrollo Urbano Regional

Docente investigadora

Gabinete de Investigaciones Urbanas (GIUR), Facultad de Arquitectura, Urbanismo y

Diseño, Universidad Nacional de San Juan, Argentina

noranacif@faud.unsj.edu.ar

María del Pilar Espinosa

Magíster en Gestión de Desarrollo Urbano Regional

Docente investigadora

Gabinete de Investigaciones Urbanas (GIUR), Facultad de Arquitectura, Urbanismo y

Diseño, Universidad Nacional de San Juan, Argentina

espinosa@faud.unsj.edu.ar

Resumen Este trabajo profundiza en conocimientos de orden conceptual y metodológico en el marco del desarrollo urbano territorial en zonas sísmicas. Su objetivo es estudiar y aplicar métodos de evaluación de vulnerabilidad, contemplando los condicionantes fundamentales del medio natural. Se presenta como caso de estudio el Departamento Pocito, de la provincia de San Juan, Argentina; pero sus principios y procedimientos metodológicos pueden adaptarse a los requerimientos de otras zonas de características similares. Metodológicamente consiste en un proceso que se desglosa en tres etapas: 1) identificación de la peligrosidad del área; 2) evaluación de la vulnerabilidad física, funcional y social con un enfoque ambiental integrador, y 3) conclusiones y reflexiones generales sobre la problemática sísmica urbana. La importancia de los resultados no sólo es de orden teórico, sino que su espacialización, mediante mapas de vulnerabilidad, permiten formular propuestas preventivas en función de un modelo de desarrollo urbano-territorial sustentable.

Palabras clave autor

Desarrollo urbano territorial, evaluación de riesgos, Pocito (San Juan, Argentina).

Palabras clave descriptor

Planificación urbana, renovación urbana, vivienda sustentable, uso de la tierra.

* Artículo de investigación científica y tecnológica. El documento se origina en el proyecto de investigación *Lineamientos estratégicos para un desarrollo urbano rural sustentable del Dpto. Pocito*, realizado en el Gabinete de Investigaciones Urbanas (GIUR), Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño, Universidad Nacional de San Juan, Argentina. Financiado por CICYTCA-UNSJ durante el periodo 2008-2010. Código Proyecto: 21/A 832. Dirección: Nora Nacif. Codirección: María del Pilar Espinosa.

A study on vulnerability to natural environment phenomena.

Departamento Pocito, San Juan, Argentina

Abstract This paper examines conceptual and methodological knowledge in the course of territorial urban development in seismic zones. Its aim is to study and apply methods on vulnerability assessments taking into account basic elements of the natural environment. Departamento Pocito, in San Juan, Argentina, is presented as a study case; however, its principles and methodological procedures may be adapted to the requirements of a similar zone. Methodological process consists of three stages: 1) Identify the danger level of the area; 2) evaluate physical, functional and social vulnerability under the eye of integration; and 3) general conclusions and considerations on urban seismic issues. The importance of the results is not just theoretical but its specialization using vulnerability maps allows performing preventive proposals towards an urban-territorial sustainable development.

Key words Urban-territorial development, risk assessment, Departamento Pocito (San Juan, Argentina).

Key words plus Urban planning, urban renewal, sustainable housing, land use.

Estudo da vulnerabilidade aos fenômenos naturais ambientais.

Caso: Departamento Pocito, San Juan, Argentina

Resumo O trabalho aprofunda em conhecimentos de ordem conceptual e metodológico no marco de desenvolvimento urbano territorial em zonas sísmicas. O objetivo é estudar e aplicar métodos de avaliação da vulnerabilidade, considerando os condicionamentos fundamentais do médio natural. Apresenta-se como caso de estudo o Departamento Pocito, da província de San Juan, Argentina, mas os princípios e procedimentos metodológicos podem se adaptar aos requerimentos de outras zonas de características similares. Metodologicamente consiste num processo que se separa em três estágios: 1) identificação da periculosidade da área; 2) avaliação da vulnerabilidade física, funcional e social com abordagem ambiental integrador, e 3) conclusões e reflexões gerais sobre a problemática sísmica urbana. Importância dos resultados não só é de ordem teórica, mas a sua espacialização, por meio de mapas de vulnerabilidade, permite formular propostas preventivas na função dum modelo de desenvolvimento urbano-territorial sustentável

Palavras-chave Desenvolvimento urbano territorial, avaliação de riscos, Departamento Pocito (San Juan, Argentina).

Palavras-chave descritor Planejamento urbano, renovação urbana, moradia sustentável, uso do solo.

Introducción

La preocupación sobre la problemática ambiental y la sustentabilidad lleva necesariamente a abordar estudios sobre los riesgos y fragilidades del medio donde la población habita. Dicha problemática está enmarcada en la interacción entre procesos naturales y sociales, como una “noción omnicompreensiva puesto que incluye prácticamente a toda la realidad del hombre” (Ojeda y Sánchez, 1986, p. 25).

En ese contexto, el trabajo que origina el artículo está centrado principalmente en producir un avance en los conocimientos de orden conceptual y metodológico. Tiene como objetivo aplicar métodos de evaluación de vulnerabilidad para su empleo en planes de ordenamiento territorial, contemplando los condicionantes del medio natural. Para ello se presentan algunos resultados de la aplicación de estos conceptos relativos a la problemática del ordenamiento territorial y el desarrollo sustentable en el Departamento Pocito, provincia de San Juan, Argentina. La importancia de los resultados es doble: teórica, a través de la obtención de coeficientes de vulnerabilidad, y práctica, mediante su espacialización o mapeo.

El Departamento Pocito está localizado 17 km al sur de la capital de la provincia y tiene una superficie de 515 km². La población urbana alcanza el 46% y se concentra principalmente en la Villa Aberastain, cabecera del departamento (INDEC, Censo Nacional 2001). En los últimos años ha evidenciado un fuerte crecimiento poblacional, que ha generado una demanda habitacional y de servicios que obligan al control de las nuevas

urbanizaciones para optimizar las capacidades de la infraestructura instalada. Este crecimiento se ve reflejado en su capacidad para albergar obras de trascendencia provincial y regional, lo que trae aparejado la necesidad de contar con estudios que contemplen la integralidad y estructuración de este crecimiento para su regulación, tomando en cuenta las características de su ambiente natural, en especial el riesgo sísmico que afecta toda la provincia (Nacif et al., 2008-2010).

Problemática de estudio: conceptos de referencia

Desde la perspectiva de las condiciones de habitabilidad ambiental de San Juan, hay al menos dos cuestiones determinantes para considerar en cualquier estudio urbano territorial que se realice y que tienen que ver con dos condicionantes ineludibles de su medio natural: la aridez y la sismicidad: “La ciudad de San Juan, reconoce desde su fundación, desarrollo, destrucción y reconstrucción, la caracterización de ciudad-oasis, ubicada en la zona de mayor riesgo sísmico del país” (Roitman y otros, 1996, p. 213). Con una visión contemporánea:

[...] el área urbana denominada Gran San Juan, constituye una conurbación con bajas densidades y una planta urbana muy extendida. Conformada por el Dpto. Capital y las áreas urbanas de cinco departamentos aledaños: Chimbas, Rivadavia, Rawson, Santa Lucía y sector norte del Dpto. Pocito [...] La expansión de la ciudad de San Juan a partir del núcleo fundacional se desarrolló a través de los ejes que la vinculaban con la región y con el resto del territorio

nacional. El desarrollo de la planta urbana en los últimos años tiene una tendencia notoria hacia el sector sur, abarcando el límite conformado por el Dpto. Rawson y el sector norte de Pocito, donde se advierte la propensión a la conurbación entre ambos Dptos. (Espinosa, Nacif, Rodríguez y Montañez, 2005/2007)

Ello se puede observar en la imagen satelital de la figura 1: Expansión de la planta urbana del Gran San Juan en el Valle de Tulum.

Una de las claves para enfrentar con éxito el desafío que impone el medio natural, con sus fenómenos de distintas magnitudes y alcances, es el conocimiento (comprensión) y reconocimiento

de los eventos naturales que pueden afectar determinada región para posibilitar la elaboración de un proceso de construcción de respuestas lógicas y adecuadas a esas manifestaciones de la naturaleza (Lavell, 2004). En ese sentido, en la provincia de San Juan no puede hablarse de “desconocimiento” de cómo los fenómenos del ambiente natural ocasionan diversos riesgos, cuando no se toman los recaudos indispensables para preservar la población de sus efectos y cómo estos riesgos pueden mitigarse al reconocerlos.

Bastaría como ejemplo citar lo ocurrido como consecuencia del terremoto de 1944, que produjo la muerte de un alto porcentaje de la población

Figura 1
Expansión de la planta urbana del Gran San Juan en el Valle de Tulum



Fuente: elaboración propia según la foto satelital.

de ese momento, destruyó la ciudad capital y los departamentos aledaños, puso en crisis el sistema productivo de la provincia y, en general, significó una “fractura histórica” en todos los ámbitos: social, económico, urbano, etc. (Nacif y Espinosa, 2009). No obstante, también se conocen muestras de otros fenómenos que representan amenazas del sistema natural y que periódicamente provocan daños a la población y a sus bienes: tal es el caso de los vientos, como el zonda, o las inundaciones provocadas por crecientes y lluvias torrenciales estacionales que afectan al territorio sanjuanino (INTA, Estación Pocito, 1968-1997).

Si bien es cierto que es imposible impedir que un fenómeno natural como un terremoto suceda, no es menos cierto que las malas prácticas coadyuvan a acrecentar los efectos y que, por el contrario, la prevención y mitigación son herramientas fundamentales cuando se está expuesto a estos eventos peligrosos, y a esto apuntan los estudios sobre vulnerabilidad a las principales amenazas del ambiente natural. Pueden distinguirse distintos tipos de vulnerabilidad en relación con los diferentes peligros del ambiente natural, asociados con la vulnerabilidad de los asentamientos humanos. Estos tipos de vulnerabilidad se refieren a las distintas dimensiones de análisis: física, funcional y social (Nacif y Espinosa, 2007):

Se entiende por vulnerabilidad a la propensión de personas y de bienes, y también de las actividades que se realizan, a sufrir daños o modificaciones, en caso de ocurrencia de sismos (u otros eventos naturales) de intensidad considerable. Dentro de este concepto se discrimina:

- › Vulnerabilidad física: expresa el posible comportamiento físico-material de los elementos de la estructura urbana en relación a la ocurrencia de un evento natural peligroso como el sismo.
- › Vulnerabilidad funcional: expresa el comportamiento de los elementos de la estructura urbana, en cuanto a su capacidad de operatividad funcional, en relación a la ocurrencia de un evento natural peligroso. (Roitman et al., 1994-1995)

- › Vulnerabilidad social: interpreta conceptualmente la capacidad de una población o grupo social, de enfrentar la ocurrencia de un fenómeno natural peligroso y posteriormente recuperarse de él. (Nacif et al, 2008-2009)

Es importante entender que las consecuencias que diversos fenómenos naturales pueden provocar en un área geográfica determinada no son necesariamente “desastrosos”. Lo son en la medida en que las modificaciones producidas por estos fenómenos afectan una población, sus medios de vida, sus bienes o sus modos o pautas culturales. Incluso, a pesar de ello, no se podría asociar “fenómeno natural” con “desastre natural” (Hajek y Espinosa, 1986, pp. 52-53):

Los desastres se presentan cuando se desencadena una fuerza o energía potencialmente destructiva (amenaza) en un medio que se caracteriza por condiciones de debilidad ante ésta, o por la incapacidad para reponerse de sus efectos (vulnerabilidad). La vulnerabilidad, por lo tanto, determina la intensidad del desastre.

La amenaza depende de la energía o fuerza potencialmente peligrosa, de su predisposición a desencadenarse y del detonador que la activa. La vulnerabilidad es función del grado de exposición, la protección preestablecida, la reacción inmediata, la recuperación básica y la reconstrucción. (Cepal, 2005, p. 9)

Metodología

Se consideran como unidades de análisis los radios y fracciones censales del censo nacional de población y vivienda, del 2001, del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC). Para satisfacer el objetivo general, el trabajo se divide en tres partes que se articulan siguiendo el siguiente esquema metodológico:

Primera: interpretación de la peligrosidad del área de estudio

Consta de una revisión de estudios existentes sobre la peligrosidad en el área, dentro de un contexto regional y local y la posible ocurrencia

de fenómenos naturales susceptibles de provocar daños. Consiste en una serie de pasos que, partiendo de los aspectos generales, llega a una interpretación somera de la peligrosidad. Los procedimientos operativos son:

- › Recopilación e interpretación de datos geológicos: sísmicos y aluvionales, geomorfológicos: zonas inundables, pedológicos: profundidad de napas freáticas, climáticos (revisión de fuentes de información secundaria).
- › Confección de mapeo esquemático de zonificación.
- › Determinación de un indicador de peligrosidad en función de sus parámetros fundamentales por unidad de análisis.

Segunda: estudio de la vulnerabilidad respecto a la peligrosidad identificada

Consiste en un proceso de valoración de las condiciones de vulnerabilidad directa, funcional y social, del área de estudio a través de la obtención de coeficientes de vulnerabilidad por unidad de análisis. En función de ello, se elaboran mapas de vulnerabilidad como resultados del estudio. Los procedimientos operativos son:

- › Construcción de los coeficientes de vulnerabilidad directa, funcional y social, en el marco de los conceptos referenciales adoptados.
- › Cálculo de la vulnerabilidad en el área de estudio por unidad de análisis según datos primarios obtenidos a través de relevamientos propios en el departamento y de fuentes de información secundarios. Ejecución de tablas.
- › Espacialización de la vulnerabilidad, directa, funcional, social y total a través de la confección de planos.

Tercera: conclusiones

Basándose en las etapas anteriores, se obtiene una evaluación cualitativa de la situación de vulnerabilidad del área de estudio respecto a los fenómenos del ambiente natural y algunas reflexiones generales sobre la problemática, que posibilitarán la formulación de propuestas preventivas.

Desarrollo y resultados

Interpretación de la peligrosidad del área

De acuerdo con la revisión de información y con el material bibliográfico consultado, se establece que los principales peligros geológicos del área de estudio son el peligro de aluviones y el peligro sísmico:

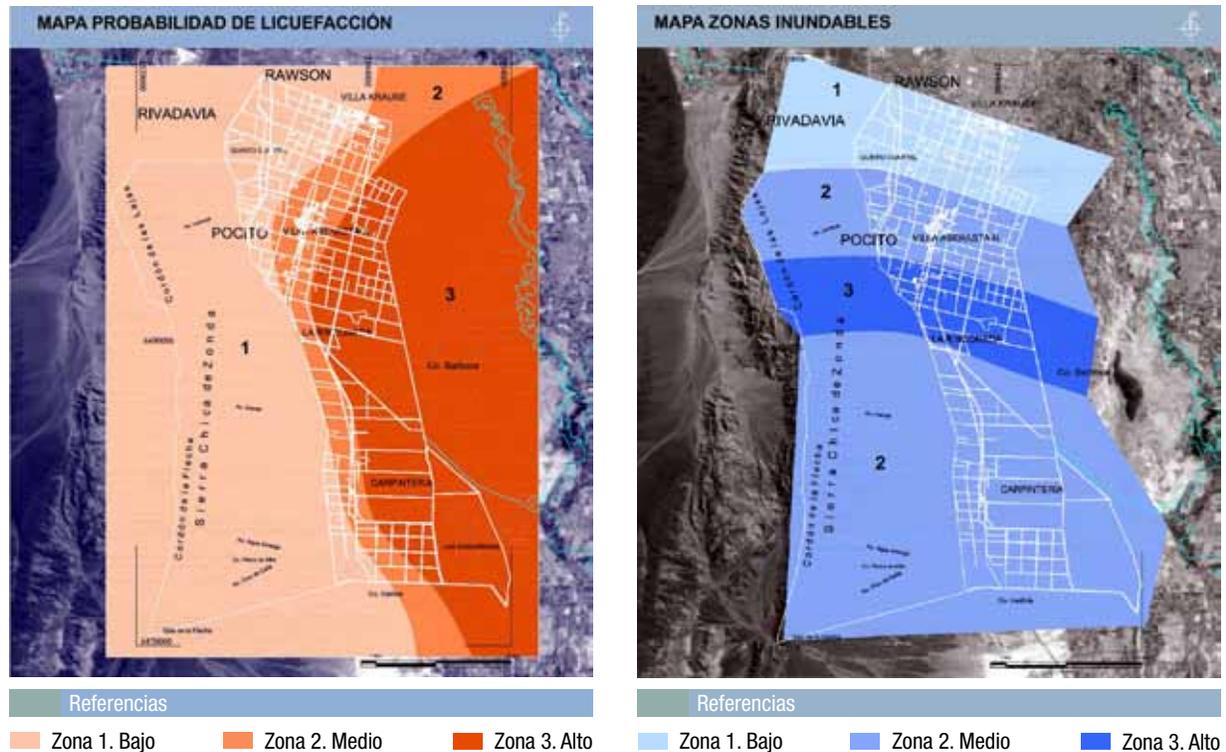
Las aguas de las lluvias torrenciales ocurridas durante los meses de verano, al alcanzar un cauce seco, originan un gran caudal durante un corto periodo de tiempo. Este fenómeno en el que se produce un incremento de descarga de agua se denomina aluvión. Estas son crecientes violentas, con altas velocidades de escurrimiento que transportan cantidades de material sólido (sedimentos de diferentes granulometrías, restos de vegetación y materiales de deshecho que se acumulan en el piedemonte de la sierra de Zonda [...]) Las calles más afectadas son las 13 y 15, trazadas sobre antiguos cauces, y las calles perpendiculares a éstas, incluida la ruta nacional 40 que sufre cortes con cada lluvia intensa. (Perucca y Paredes, 2005, pp. 48-55)

En función de los estudios citados y de información obtenida en la Delegación Departamental de la Dirección de Hidráulica, se establecieron diferentes zonas relacionadas con las probabilidades de inundación y daños provocados por aluviones, que se consideran para las etapas posteriores de mapeo esquemático (figura 2).

En cuanto al peligro sísmico, está vinculado al sistema de fallamiento activo como fuente sísmica

Figura 2

Mapa de zonas con probabilidad de licuefacción y mapa de zonas con probabilidad de inundación



Fuente: *Mapa probabilidad de licuefacción*: elaboración propia, GIUR-FAUD-UNSJ (2008) según microzonificación sísmica del Valle de Tulum, San Juan, 1982, INPRES. *Mapa zonas inundables*: elaboración propia, GIUR-FAUD-UNSJ (2008) como resultado del proyecto de investigación *Lineamientos estratégicos para un desarrollo urbano rural sustentable del Dpto. Pocito*.

potencial y al peligro de licuefacción de suelos. La falla de la Rinconada está asociada con el terremoto del 10 de junio de 1952, con una intensidad de ocho grados (MM) (Nacif, Espinosa, Pérez, Rodríguez y Batadi, 2004-2005). En este caso, ambos peligros se toman como referencia para realizar una zonificación esquemática de la peligrosidad del área (figura 2) y se determina un índice, que varía en cada unidad de análisis.

En cuanto a los peligros climáticos, la provincia de San Juan se localiza en la denominada *faja árida* de la Argentina, cuyas características principales son las escasas precipitaciones (en general no superan los 100 mm anuales) y aire muy seco. Más del 80% de la media anual de las precipitaciones se producen en los cuatro meses de verano. La mayoría de las lluvias está asociada

a tormentas eléctricas con chaparrones intensos (Perucca y Paredes, 2005).

Los vientos predominantes son el viento norte, el zonda y el viento sur, que afectan por igual a todos los departamentos del Valle de Tulum, incluido Pocito. En función de estos datos, se considera que la peligrosidad a los fenómenos climáticos tendría escasa incidencia en los riesgos ambientales, contemplados para el coeficiente de vulnerabilidad. Se hace la salvedad de que esa “baja incidencia” es una valoración comparativa respecto al peligro sísmico y sus efectos. Por lo tanto, su consideración se da a través de una constante, como modo de atender la probabilidad de ocurrencia de otros riesgos asociados a estos fenómenos (voladura de techos, caída de árboles, elementos de señalización, cables, etc.).

De modo que, mediante un índice de peligrosidad total (IPT), se contemplan todos los peligros o amenazas del ambiente natural con probabilidad de ocurrencia en el área de estudio. Según lo determinado, se confeccionan mapas esquemáticos con el fin de identificar las zonas bajo amenaza y se determina un indicador de peligrosidad en función de sus parámetros fundamentales, por unidad de análisis (Nacif et al., 2008-2009).

Estudio de vulnerabilidad: obtención de coeficientes

Vulnerabilidad física

Enmarcado en los conceptos de referencia se construye un coeficiente, que vincula a las variables intervinientes: población afectada (cantidad de población) con elementos físicos de la estructura interna de la zona de estudio, en relación con el número y estado constructivo de esos elementos materiales (cantidad de construcciones y porcentaje de construcciones no sismorresistentes), en función de la ocurrencia de un fenómeno natural peligroso.

Al respecto se consideran las construcciones, en cuanto a su capacidad de sismorresistencia, puesto que la calidad constructiva se convierte en un indicador muy valioso que abarca también la resistencia a otros peligros, por ejemplo, los climáticos (como el viento), por la rigurosidad de las normas constructivas en vigencia en San Juan (Normas Argentinas para Construcciones Sismorresistentes: Reglamento INPRES-CIRSOC 103).

Por otra parte, el estado de las edificaciones tiene connotaciones suficientemente amplias que remiten a componentes socioculturales, que demuestran el grado de cumplimiento y adhesión a las reglas, además de implicar la capacidad “física” de enfrentar los peligros naturales. Por lo tanto, el porcentaje de construcciones no sismorresistentes

se pondera respecto a los demás elementos del coeficiente, dada su importancia relativa en cuanto a la problemática analizada.

De acuerdo con la metodología de estudio planteada en este trabajo, el IPT se adiciona al coeficiente de vulnerabilidad física, como modo de relacionar los múltiples factores que intervienen (físico, humanos o ambientales). Esto es, al contexto al que está asociado el caso de estudio.

$$\text{Coeficiente de vulnerabilidad física} = [A \cdot B \cdot (C \cdot \text{factor de ponderación})] + \text{IPT}$$

Donde:

A: número de población

B: número de construcciones

C: porcentaje de construcciones no sismorresistentes

IPT: índice peligrosidad total

Vulnerabilidad funcional

Su coeficiente relaciona la cantidad de población con sus respectivas actividades, y con la cantidad de horas de uso de los espacios adaptados, en que estas actividades se llevan a cabo. Para el estudio sobre la vulnerabilidad funcional, necesariamente, debe incluirse un análisis sobre la red vial y el tránsito del área de estudio, porque el coeficiente de vulnerabilidad de esta red está muy ligado a las funciones o usos del suelo del sector analizado y al tránsito (Nacif, Espinosa, Rodríguez y Batadi, 2000-2002):

La accesibilidad/evacuabilidad del área representa un muy importante indicador de vulnerabilidad: esto se refiere al grado al que un área podría ser alcanzada, reparada o ayudada en el caso de una emergencia.

La evaluación del nivel de accesibilidad/evacuabilidad de las diversas áreas está estrictamente conectado a la paralela evaluación del nivel de vulnerabilidad del tránsito, considerado como parte de un mismo sistema. (Fera, 1991, p. 136)

Por lo tanto, la vulnerabilidad funcional total representa las condiciones de operatividad funcional del área, porque involucra el funcionamiento del equipamiento y de la red vial como trama circulatoria que permite la accesibilidad y la evacuabilidad del sector (Nacif, Espinosa, Rodríguez y Batadi, 2000-2002):

$$\text{Coeficiente vulnerabilidad funcional total} = \frac{A \cdot B}{C}$$

Donde:

A: densidad de población

B: vulnerabilidad funcional del equipamiento

C: longitud de la red vial y porcentaje de vías primarias

Vulnerabilidad social

La vulnerabilidad social interpreta conceptualmente la capacidad de una población o grupo social de enfrentar la ocurrencia de un fenómeno natural peligroso y recuperarse de este. La capacidad de respuesta y recuperación se relaciona con la cantidad y calidad de los recursos sociales de que se dispone. A mayor previsión a choques externos y menor grado de exposición, aumentan las posibilidades de capacidad de respuesta a los riesgos. En este caso, el grado de exposición y la previsión involucran los “medios de vida”, como el tipo de vivienda.

Por otra parte, la creatividad para responder y la velocidad de respuesta están íntimamente relacionadas con atributos asociados al nivel de educación y la organización social del grupo humano en cuestión. Además, la participación en grupos comunales evidencia posibilidades de trabajo conjunto y predisposición para la implementación de planes de prevención y capacitación en la comunidad.

Según todas estas consideraciones, se construye el coeficiente de vulnerabilidad social, relacionando la población que habita en viviendas precarias

(ranchos y casillas), con el nivel de instrucción (no cumple necesidades básicas insatisfechas [NBI] de educación) y la cantidad de uniones vecinales de la comunidad afectada, en función de la ocurrencia de un fenómeno natural peligroso (Nacif, Espinosa, Rodríguez y Montañez, 2008-2009). Por lo tanto el coeficiente de vulnerabilidad social queda conformado del siguiente modo:

$$\text{Coeficiente de vulnerabilidad social} = \frac{A}{B \cdot C}$$

Donde:

A: porcentaje de población en viviendas precarias

B: porcentaje de población con instrucción

C: número de uniones vecinales

Finalmente, se confecciona un coeficiente de vulnerabilidad total a los fenómenos del ambiente natural, que representa las condiciones del área de estudio para enfrentar eventos naturales integrando las tres dimensiones de análisis consideradas:

$$\text{Coeficiente de vulnerabilidad total} = A + B + C$$

Donde:

A: coeficiente vulnerabilidad directa o física

B: coeficiente vulnerabilidad funcional

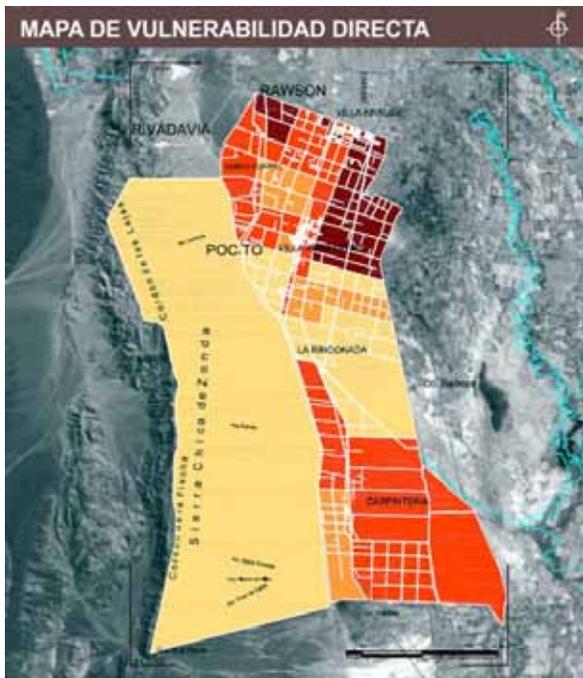
C: coeficiente vulnerabilidad social

Mapas de vulnerabilidad

Los principales resultados de este estudio son la obtención de coeficientes de vulnerabilidad física o directa, funcional y social y su espacialización en mapas (figura 3).

Los mapas de vulnerabilidad se construyen de acuerdo con la tabulación de los coeficientes obtenidos. Estos mapas constituyen la espacialización gráfica de las variables de vulnerabilidad directa, funcional y social, y permiten su interrelación con otras variables urbanas. Ellos representan una evaluación de las condiciones de un centro urbano en relación con las amenazas del ambiente

Figura 3
Mapas de vulnerabilidad del departamento Pocito



Referencias

Vulnerabilidad Directa: ■ Muy Alta ■ Alta ■ Media ■ Baja



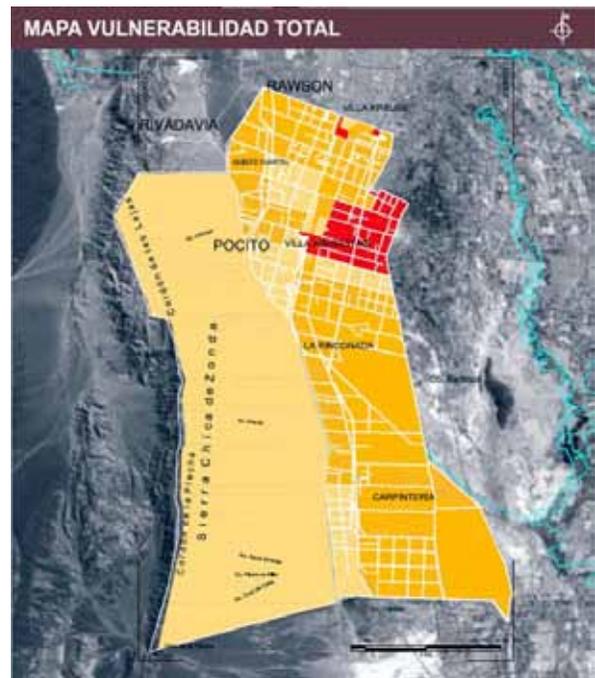
Referencias

Vulnerabilidad Funcional: ■ Alta ■ Media ■ Baja



Referencias

Vulnerabilidad Social: ■ Alta ■ Media ■ Baja



Referencias

Vulnerabilidad Total: ■ Alta ■ Media ■ Baja

Fuente: elaboración propia, GIUR-FAUD-UNSJ-2008, como resultado del proyecto de investigación *Lineamientos estratégicos para un desarrollo urbano rural sustentable del Dpto. Pocito* (foto base satelital de Google).

natural, en un momento específico, y coadyuvan a obtener una imagen global de toda el área (Nacif y Espinosa, 2003). Su construcción surge de la necesidad de generar instrumentos de planificación urbana que puedan abarcar la problemática en forma integral.

Así, el mapa de vulnerabilidad directa representa una evaluación de las condiciones de la población de acuerdo con las características edilicias de los distintos sectores urbanos en un momento específico. Entre tanto, el de vulnerabilidad funcional relaciona la población con su estructura de actividades. Mientras que el mapa de vulnerabilidad social expresa la situación y capacidad de la población del área de estudio para enfrentar los fenómenos ambientales. Se presenta, a modo de ejemplo, el mapa de vulnerabilidad directa o física del Departamento Pocito.

Conclusiones

A modo de cierre es importante destacar que si bien los resultados obtenidos con esta investigación se presentan para un caso de estudio particular, su aporte principal consiste en su validez teórica y metodológica para ser empleados en diversos lugares de características similares.

Al igual que en casi toda la provincia de San Juan, en el área de estudio se advierte la presencia de fenómenos naturales no predecibles que implican vulnerabilidad a los peligros de tipo climático, sísmico y de inundación. Los fenómenos naturales aludidos afectan a la población, sus actividades y bienes materiales; sin embargo, el peligro sísmico es el de mayor riesgo. No obstante, es evidente que, en el caso de estudio actual, las condiciones en cuanto al sistema de actividades de la población y de los flujos de tránsito vehicular son notablemente distintos a la ciudad de San Juan, por tratarse de un centro urbano de menor complejidad.

Los datos obtenidos del relevamiento del Departamento Pocito indican que tanto el equipamiento urbano, constituido por los edificios significativos de su estructura física, como la red de arterias de su sistema vial no alcanzan los niveles de conflictividad del área central, por las bajas densidades poblacionales de la zona.

Si bien se constata la existencia de redes de defensa hidráulica que ayudan a mitigar efectos de inundaciones, esta red de canales y defensa hídrica del departamento muchas veces se ve superada, con la ocurrencia de los fenómenos estacionales. Esto, además, afectaría la comunicación (red vial) con lógicas consecuencias para la comunidad y la producción departamental, por lo que se considera la necesidad de obras de mantenimiento de forma permanente. Aunque también se evidencia en Pocito una red vial extendida, con jerarquía de vías primarias configuradas linealmente, que indican buen nivel de accesibilidad y evacuabilidad de la población, en caso de emergencia.

Por otra parte, como sucede en departamentos que no fueron afectados en sismos anteriores, hay un alto porcentaje de viviendas no sismorresistentes. Estas evidencian deficiencias constructivas y sanitarias, con difícil acceso a servicios básicos instalados. Por ejemplo, en asentamientos irregulares en zonas contiguas a las antiguas vías del ferrocarril, entre otras zonas. Esto sugiere dificultades para enfrentar los peligros naturales, sobre todo el peligro sísmico; incluso los fuertes vientos (zonda o sur) pueden provocar voladuras de techos, destrucción de viviendas precarias, caída de árboles, etc. Sin embargo, cabe aclarar que la erradicación de asentamientos irregulares con la relocalización de población en viviendas construidas por el Instituto Provincial de la Vivienda paulatinamente, va haciendo descender estos porcentajes. También se advierten edificios susceptibles de consolidación y adecuación a normas sismorresistentes, sobre todo en la Villa

Aberastain y la Rinconada, donde hay construcciones de valor arquitectónico patrimonial con una interesante variedad de usos, como casas de estilo colonial, bodegas y otros.

Hay que remarcar, nuevamente, que las bajas densidades constructivas y poblacionales del departamento constituyen un factor de mitigación de los efectos del riesgo sísmico al que está expuesta la comunidad y sus bienes, desde el punto de vista urbano. En cuanto a la vulnerabilidad social, es de destacar que en Pocito se evidencian altos porcentajes de población con, al menos, algún nivel de instrucción. Esto indica no sólo el grado de alfabetización, sino también de pautas de socialización y posibilidades de reaccionar creativamente en situaciones de emergencia. Se considera, por lo tanto, que ello equilibra de algún modo la vulnerabilidad social, muy expuesta en zonas con viviendas precarias. También coadyuva en este equilibrio la moderada cantidad de organizaciones comunales como las uniones vecinales, lo que alude al grado de organización social y plantea posibilidades de trabajo conjunto, con viabilidad para implementación de planes de prevención y capacitación, aunque en la actualidad se advierte cierta carencia de planes de educación para la prevención de riesgos en todos los ámbitos y escalas, al igual que en el resto de la provincia. Al respecto se considera que hay que trabajar desde la educación e información temprana, ayudados con campañas de comunicación creativas, que abarquen todos los aspectos de la concienciación ambiental.

Finalmente, y a modo de reflexiones generales, de los estudios de vulnerabilidad frente a la amenaza de fenómenos naturales peligrosos como el sismo, podemos concluir que los resultados confirman la necesidad de considerar la prevención como la mejor herramienta para mitigar sus efectos destructivos. Sobre todo, teniendo en cuenta que estos fenómenos pueden ser “previsibles”, pero no “predecibles” en términos exactos de ocurrencia temporal.

Con este estudio y sus resultados, se ha tratado de reafirmar la importancia investigar métodos de evaluación de la peligrosidad, en cuanto a los fenómenos ambientales, y valorar la vulnerabilidad de forma integral, detectando las fragilidades de una comunidad expuesta a riesgos naturales para posibilitar el planteo de las respuestas adecuadas, teniendo en cuenta que la seguridad no está garantizada sólo con una estructura sismorresistente, sino que es imprescindible que todo el sistema urbano territorial funcione en la emergencia y luego de ella se reponga rápidamente.

En función de los estudios de vulnerabilidad, que permiten evaluar la situación de un área determinada y visualizar espacialmente con el mapeo correspondiente las zonas más vulnerables, será posible formular propuestas preventivas según un modelo deseado del territorio y dentro de un enfoque ambiental del desarrollo urbano-territorial. A ello apunta esta investigación, y la validez de sus resultados se fundamenta en que los conceptos referenciales que enmarcan el trabajo, los procedimientos para la obtención de coeficientes de vulnerabilidad y su mapeo son aplicables a distintos casos de estudio, o pueden dar soporte a otras investigaciones sobre la temática.

Se remarca que esta problemática no puede abordarse sólo desde el punto de vista físico-espacial, sino percibiendo la complejidad que subyace a esta desde la interacción de tres subsistemas (natural, construido y social) que concurren en el concepto de ordenamiento del espacio urbano territorial con sustentabilidad ambiental.

Bibliografía

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal), (2005). *Elementos conceptuales para la prevención y reducción de daños originados por amenazas sionaturales*. s. l.

Espinosa, M. P. (dir.), (2006-2007). *Estudio urbano ambiental para la implementación de estrategias*

de intervención en zona sísmica. (Proyecto GIUR). Universidad Nacional de San Juan.

Fera, G. (1991). *La città antisísmica*. Roma: Gangemi Editore.

Hajek, E. y Espinosa, G. (1986). Entorno al entorno: algunas precisiones. *Revista Universitaria* (17), 48-55.

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2001). *Censo Nacional de Población y Vivienda*. Instituto Nacional de Prevención Sísmica (1982). *Microzonificación sísmica del Valle de Tulum, San Juan*.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. (1968-2007). *Series estadísticas históricas*.

Lavell, A. (2004). *La Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina (LAREDA): antecedentes, formación y contribución al desarrollo de los conceptos, estudios y la práctica en el tema de los riesgos y desastres en América Latina: 1980-2004*. Recuperado de <http://www.desenrendando.org/public/varios/2004>.

Nacif, N. E. (2011). *San Juan como ciudad intermedia en el contexto regional: evaluación de la sostenibilidad ambiental por el impacto del corredor bioceánico central (Porto Alegre, Brasil-Coquimbo, Chile)*. San Juan: PICTO-UNSJ.

Nacif, N. E. et al. (2008-2010). *Lineamientos estratégicos para un desarrollo urbano rural sustentable del Dpto. Pocito. (Proyecto CICITCA 21/A832)*. San Juan: Facultad de Arquitectura Urbanismo y Diseño, Universidad Nacional de San Juan.

Nacif, N. E. y Espinosa, M. P. (2003). Ciudades vulnerables al riesgo sísmico: ¿una problemática urbana sin solución? *Proambiente*, 3, 11-17.

Nacif, N. E. y Espinosa, M. P. (2009). *La memoria urbana como patrimonio: planes oficiales para la reconstrucción de la ciudad de San Juan 1944/1948*. Documento procedente de las Jornadas Paisajes Históricos Urbanos, FAUD, UNSJ, Argentina.

Nacif, N. E.; Espinosa, M. P.; Pérez, I.; Rodríguez, N. B. y Batadi, M. E. (2004-2005). *Estudio de la vulnerabilidad y el riesgo sísmico*. San Juan: Universidad Nacional de San Juan.

Nacif, N. E.; Espinosa, M.; Rodríguez, N. B. y Batadi, M. E. (2000-2002). *Vulnerabilidad sísmica urbana: estudio del aspecto funcional*. San Juan: Proyecto GIUR, Universidad Nacional de San Juan.

Nacif, N. y Espinosa M. P. (2007). Análisis de vulnerabilidad ambiental para los Dptos. Iglesia, Jáchal y Calingasta. En *Proyecto Identificación de estrategias para la formulación de planes de ordenamiento territorial para los departamentos de Jáchal, Iglesia y Calingasta*. San Juan: Universidad Nacional de San Juan, Facultad de Arquitectura Urbanismo y Diseño.

Ojeda, O. y Sánchez V. (1986). *La cuestión ambiental y la articulación sociedad-naturaleza*. México: El Colegio de México.

Perucca, L. P. y Paredes, J. de Dios (2005). Peligro de aluviones en el departamento Pocito, provincia de San Juan. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 60 (1), 48-55.

Roitman, D. y otros (1996). *San Juan: la ciudad y el oasis*. San Juan: EFU.

Roitman, D.; Nacif, N. E.; Martinet, M.; Espinosa, M. P. y Deiana, M. E. (1994-1995). *Ciudad y sismo*. San Juan: Universidad Nacional de San Juan.

