

# CIUDAD Y RIESGO SÍSMICO

## Metodologías para la evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica

**Mg. Arq. Mirta Romero, Arq. Fernanda Nafá, Prof. Manuel Caballero, Arq. Federico Videla.**  
Universidad Nacional de San Juan – Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño – Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat.  
Mail: [mirta\\_r06@yahoo.com.ar](mailto:mirta_r06@yahoo.com.ar)

### RESUMEN

El proyecto desarrolla instrumentos (metodologías y técnicas) para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica urbana.

Parte del diseño de un modelo para el diagnóstico y la valoración de amenazas y vulnerabilidades, determinando estados de daños de la edificación, a partir de la construcción de escenarios que rescatan las dimensiones espaciales y temporales involucradas. Se prioriza el uso de variables que puedan ser espacializadas, para permitir la aplicación de instrumentos de políticas, planificación y desarrollo urbano, que apunten a reducir la vulnerabilidad.

Se toma como caso de estudio la ciudad de San Juan, Argentina. Los desarrollos serán aplicables al estudio de la vulnerabilidad de otros núcleos urbanos del país, expuestos a esta amenaza.

**Palabras Clave:** Vulnerabilidad Sísmica- Ciudad -Riesgo

### ABSTRACT

*This project develops some tools (methodologies and techniques) to evaluate the seismic vulnerability in urban areas. First, we design a model for the diagnosis and evaluation of threats and vulnerabilities in order to determine the states of damage to the buildings, based on the construction of scenarios that recover the spatial and temporal dimensions involved. The model prioritizes the use of variables that can be spatialized to allow the application of policy instruments, planning and urban development, aimed at reducing vulnerability. We take as a study case the city of San Juan, Argentina. These developments will be applicable to the study of the vulnerability of other urban centers in the country, exposed to the same threat.*

*Keywords: Seismic Vulnerability, City, Risk*

## 1. INTRODUCCIÓN

Desde la segunda mitad del siglo XX se observa una tendencia al incremento del efecto de los desastres ocasionados por eventos naturales en la región iberoamericana y en el planeta en general; inundaciones, intensas sequías, sismos, deslizamientos, entre otros, que reportan cuantiosas pérdidas económicas y de vidas humanas, adquiriendo los desastres un carácter socio-natural. En el caso del riesgo sísmico urbano, su crecimiento alrededor del mundo es acelerado, especialmente en los países en vías de desarrollo. Entre las razones para ello pueden citarse los procesos de urbanización creciente, la falta de planificación y de recursos de las ciudades para acomodarse al rápido crecimiento, la falta de edificios adecuados y de códigos tanto edilicios como de usos del suelo o la falta de mecanismos de control. Otro factor, quizás el más importante, es la falta de conciencia de la comunidad y de sus líderes. Esto se manifiesta en la baja prioridad brindada al tema en toda su dimensión, en la predominancia de la visión tradicional de actuar cuando el desastre ya se ha producido, en la falta de asimilación del criterio local y de la participación comunitaria en la planificación de la gestión del riesgo, en el carácter de la asistencia técnica, económica y material, en la presencia de diversidad de visiones, etc.

Todos estos factores hacen que no se implementen programas efectivos de reducción del riesgo, ni se lo tenga en cuenta en los planes de desarrollo urbano. Esta falta de conciencia y de información, hace que muchas veces los miembros de la sociedad (en la que están incluidos líderes, profesionales, etc.) contribuyan a incrementarlo tomando decisiones incorrectas.

En nuestro país, el Reglamento INPRES-CIRSOC 103 (INPRES-CIRSOC, 1983) ha clasificado el territorio en cinco zonas, de la 0 a la 4, de peligrosidad sísmica creciente. Quedan dentro de la zona 4, de peligrosidad muy elevada, la mayor parte del territorio de las provincias de San Juan y de Mendoza, en particular las dos ciudades capitales. En la zona 3, de peligrosidad elevada, se encuentra el resto de la superficie de las citadas provincias no incluido en la zona anterior y parte de las provincias de Jujuy, La Rioja, Salta, San Luis, Córdoba y el Territorio Nacional de Tierra del Fuego. Las restantes provincias andinas y algunas centrales están incluidas en las zonas 2 y 1 de peligrosidad moderada y peligrosidad reducida. Ver Gráfico 1.

No obstante la importancia de este condicionante del medio natural, la cantidad de terremotos altamente destructivos que han azotado el territorio nacional<sup>1</sup> y la enorme superficie sujeta a esta amenaza, la sismicidad se ha estudiado en forma global, habiéndose efectuado micro zonificaciones sísmicas únicamente en las provincias de Mendoza y San Juan. En ellas se han evaluado las fuentes potenciales de actividad sísmica (fallamiento activo) y su impacto en el nivel de acción sísmica.

En relación a la vulnerabilidad potencial de las construcciones existentes se han efectuado algunos estudios en estas dos provincias y se tiene una primera estimación del porcentaje de viviendas sismorresistentes y no sismorresistentes en el noroeste argentino (provincias de Salta y Jujuy). Fuera de esto, existe un vacío importante en cuanto al conocimiento de la vulnerabilidad sísmica de nuestros asentamientos (Romero y Zaragoza, 2007).

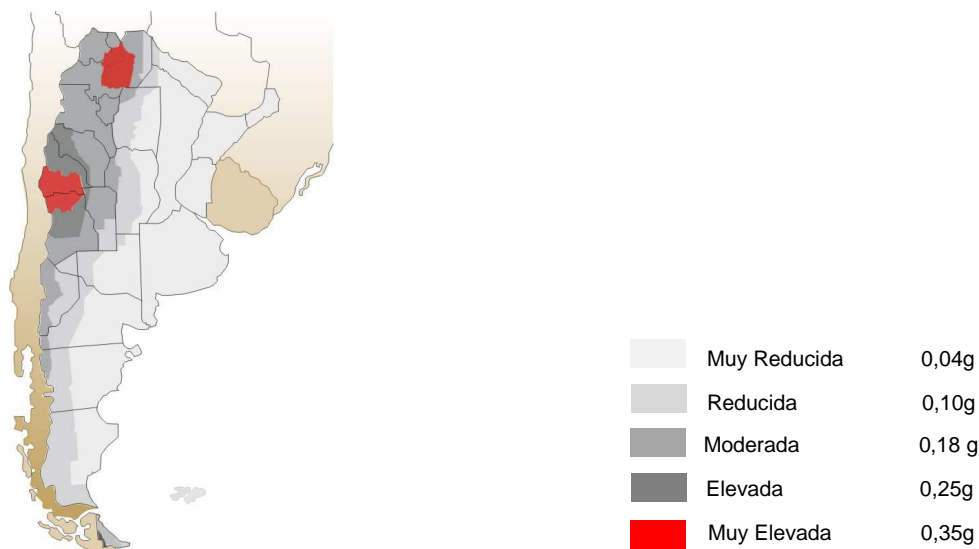


Gráfico. 1: Peligrosidad sísmica en la República Argentina

G: Aceleración máxima del suelo

Es necesario entonces, la adopción de lineamientos teóricos que permitan abordar la complejidad del problema y la generación de nuevas herramientas metodológicas que permitan la evaluación de las vulnerabilidades desde una concepción integral del riesgo sísmico, a efectos de que se aporten los elementos necesarios para el desarrollo de planes efectivos de reducción del riesgo, como parte insoslayable de los planes de desarrollo.

De ahí que el presente proyecto se propone abordar el estudio de la vulnerabilidad de los asentamientos humanos, generando instrumentos para su evaluación, como parte de los desarrollos teóricos e instrumentales necesarios para la evaluación integral del riesgo sísmico y la gestión para su mitigación. Se aplicarán los resultados a un caso de estudio, la ciudad de San Juan, Argentina.

## 2. DESARROLLO

### 2.1 Algunas definiciones conceptuales sobre el tema

*Fenómenos Naturales y Desastres “Naturales”:* El planeta que habitamos ha sido modelado en el transcurso del tiempo por las fuerzas de la naturaleza, las que operan permanentemente cambiando secularmente la faz fisiográfica, incluida la biota y las condiciones del devenir de las especies. En ocasiones, la energía de los cambios se libera paulatinamente, como es el caso de los procesos erosivos y sedimentarios, pero a veces abruptamente en forma de eclosiones, lo que somete al entorno a intensos factores de estrés para la vida.

Tales episodios, regularmente de abrupta irrupción y relativamente corta duración pero de gran intensidad, inducen bruscas variaciones del paisaje y de todo el medio natural, imponiendo nuevos estados a los ecosistemas. El hombre llama a tales eclosiones, fenómenos naturales. Un desastre es el acto por el cual un fenómeno natural ocasiona estragos a sistemas humanos. Este hecho, es un disturbio ecológico abrumador que excede la capacidad de la comunidad afectada de reajustarse por sí misma, requiriendo así de asistencia externa.

En general, los desastres provocados por los fenómenos naturales se conocen como “Desastres Naturales”. Esta denominación no es la más apropiada por cuanto los fenómenos que lo acusan son “naturales”, pero los desastres son expresiones que reflejan el impacto del fenómeno sobre el ser humano y la infraestructura construida. Es una manera de transferirle “la culpa” de los hechos de la naturaleza y no a posibles errores humanos.

Los desastres son el resultado no sólo de la ocurrencia de los fenómenos, sino también de la alta vulnerabilidad física y social que ofrecen los asentamientos, como consecuencia de su desordenado crecimiento y del tipo de tecnologías utilizadas en los mismos, las actividades productivas depredadoras del medio y desestabilizadora de cuencas y otros.

Estudios realizados en la década de los 90 sacaron a la luz que eran acciones humanas las causas de mayor impacto para la ocurrencia de los desastres, por lo que cada vez es más claro que el término “natural” para tales eventos es un término incorrecto. No es simple coincidencia que el 90% de las víctimas de desastres en todo el mundo vivan en países en vías de desarrollo.

Las presiones de la pobreza y la población están forzando a que un número creciente de personas de bajo nivel económico vivan en riesgo – sobre territorios propensos a inundaciones, o en construcciones inadecuadas en zonas con alto riesgo sísmico o en laderas con terrenos inestables (Kofi, 1999).

Riesgos y desastres hoy se visualizan como componentes de la problemática del desarrollo y no como condiciones autónomas generadas por fuerzas exteriores a la sociedad. (Lavell, 2000).

*Amenaza:* Valor o intensidad que puede alcanzar un fenómeno natural o antrópico que se desencadena en un determinado tiempo y espacio, creando una situación que modifica la original en forma traumática. Bajo este concepto se incluyen las amenazas naturales, las antrópicas y las socio-naturales. Estas últimas surgen de las reacciones de los ecosistemas naturales o modificados frente a las acciones de los seres humanos.

En el caso del sismo, representa los fenómenos geofísicos que inician la serie de sucesos que constituyen el evento sísmico que afectará a la ciudad.

*Vulnerabilidad:* Define qué tan fácil y qué tan severamente las entidades expuestas de una ciudad, sean físicas o sociales, pueden ser afectadas dado un nivel específico de amenaza. Representa la condición de debilidad de lo expuesto a una amenaza (la población, la economía, el territorio, los inmuebles) y depende de su capacidad de respuesta para enfrentarla. Posee un carácter multidimensional enmarcado en un proceso de causa – efecto.

En la vulnerabilidad de los asentamientos y la población intervienen factores: económicos (incluye la falta de recursos o la mala utilización de los disponibles), ambientales o ecológicos (relativos a las modificaciones del uso del medio natural), físicos (relativos a la ubicación espacial de los asentamientos, aprovechamiento del ambiente y

sus recursos, calidad constructiva) e ideológicos culturales (abarca visión, conceptos y prejuicios, rol social, identidad, pertenencia).

*Riesgo:* El riesgo es una variable compleja constituida por la interrelación de los siguientes parámetros: amenaza, vulnerabilidad y capacidad de respuesta. Tiene en cuenta tanto las fortalezas (capacidades) como las debilidades de un determinado sistema generadas en su propio proceso de desarrollo, y cuyo producto no deseado, se expresa en términos de pérdidas de vidas humanas, económicas e interrupción de actividades sociales de una comunidad o territorio.

## **2.2 Breve descripción de la provincia de San Juan.**

La Provincia de San Juan, ubicada en la región Centro-Oeste de la República Argentina, tiene el 80% de su superficie ocupada por importantes cuerpos montañosos, que corresponden al sector central de la Cordillera de los Andes y al sistema de las Sierras Pampeanas (Sierra de Valle Fértil y de la Huerta). Sólo 21.000 km<sup>2</sup>, constituidos por valles y bolsones sedimentarios originados y modelados por dinámicos ciclos de actividad hídrica y actividad tectónica respectivamente, constituyen el espacio disponible para la ocupación humana.

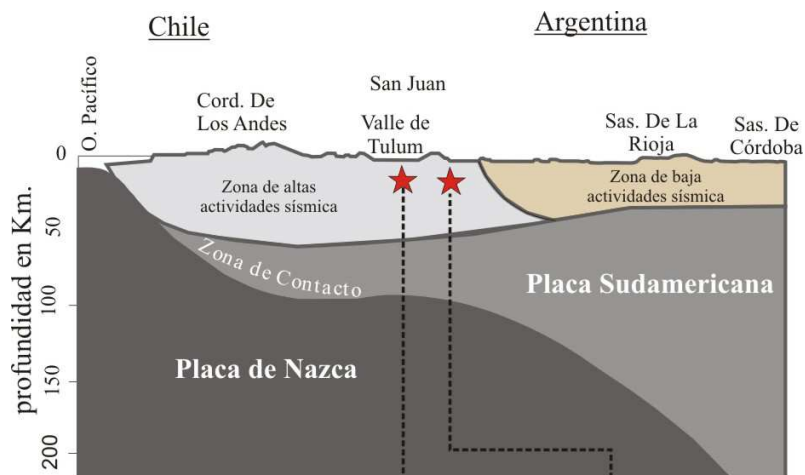
Una dinámica geológica muy activa, genera situaciones de vulnerabilidad en las diferentes actividades y en las instalaciones humanas, al sumar la peligrosidad sísmica a los peligros hidrológicos (aluviones, erosión hídrica) y climáticos (vientos locales (Zonda), heladas, granizo-piedra) del sistema ambiental, que tienen periodicidad frecuente. Las características ambientales y las condiciones de su desarrollo, han originado el crecimiento urbano de muy pocas ciudades, particularmente del denominado Gran San Juan. Este aglomerado, se constituyó por un grado creciente de urbanización del Departamento Capital que desbordó sus límites originales, conglomerando centros urbanos periféricos de relativa autonomía. En la actualidad está constituido por el departamento Capital y sectores urbanos de los departamentos Rivadavia, Chimbass, Santa Lucía, Rawson y Pocito. Contiene una población total de 421.640 habitantes según cifras del censo 2.001.

Su característica de primacía urbana respecto a otros asentamientos humanos del Valle de Tulum y del resto de la Provincia, es histórica y notoriamente acentuada, concentrando el 68 % de la población total de la Provincia, cuya cifra es de 620.023 habitantes, según el mismo censo. Se asienta sobre una extensa planta urbana que contiene en su interior una muy baja densidad consolidada, coexistiendo con áreas vacantes urbanizadas. Esto promueve un crecimiento urbano por extensión sobre los suelos de uso agrícola con desaprovechamiento de la infraestructura.

## **2.3 Caracterización sismológica de la provincia.**

La provincia de San Juan es una de las zonas de mayor actividad sísmica del país. Fue sacudida por cinco grandes terremotos en los últimos 115 años, los que causaron gran cantidad de muertos y heridos así como graves daños en construcciones, redes de infraestructura, caminos, vías férreas, etc. La ciudad de San Juan se localiza aproximadamente a 350 Km al Este del límite entre la Placa de Nazca y la Placa Sudamericana. A lo largo de este borde la Placa de Nazca, que se mueve hacia el Este, se subduce bajo la Placa Sudamericana, que se desplaza al Oeste. Ver Gráfico 2.

En el área de la provincia de San Juan la sismicidad es bimodal. Los sismos pertenecen a dos grupos diferentes: interplacas (derivan del deslizamiento de placas) e intraplaca (sismos que se producen en la placa continental). Los primeros están vinculados a la liberación de energía en el contacto entre ambas placas y delimitan la geometría de la subducción. Poseen focos de 100 a 140 Km. de profundidad. Debido a la geometría de las placas, en la zona de la Cordillera de los Andes el contacto se produce a una profundidad de 70 Km., luego tiende a horizontalizarse entre los 100 a 120 Km. de profundidad aproximadamente, característica que persiste debajo de la provincia de San Juan.



**Grafico 2: Perfil que muestra la interacción entre la placa de Nazca y la placa Sudamericana.**

Los sismos de intraplaca corresponden a los eventos superficiales (que son los que generan mayores daños) y están relacionados a la liberación de energía dentro de la placa sudamericana y corresponden a sismos con focos ubicados entre 5 y 40 Km. de profundidad aproximadamente. Son los que en caso de generar un sismo de magnitud mayor a 6 probablemente generen ruptura superficial y por lo tanto se manifieste morfológicamente.

Producto del régimen compresional entre placas se han generado cientos de fallas en la provincia de San Juan. Las consideradas activas, o sea con evidencia geológica de actividad en los últimos 100.000 años, son sólo ocho: El Tigre, Precordillera Oriental, Punilla-La Bolsa, Pismanta, Niquizanga, Maradona-Deheza, Las Chacras-Valle Fértil y La Cantera.

Esta tectónica continental es la más difícil de prever. Ella ha sido la responsable de los 5 terremotos ocurridos en esta zona en la última centuria. Dichos eventos ocurrieron en 1894, 1941, 1944, 1952 y 1977.

Tuvieron una magnitud de 7.5-8.0 (estimada), 6.3, 7.8, 7.0 y 7,4 en la escala Richter y produjeron IMM IX, VII, IX, VIII y IX en área epicentral respectivamente. En la ciudad de San Juan, las intensidades fueron VIII, VI, IX, VII y VIII.

De ellos, el ocurrido 15 de Enero de 1944, que tuvo un epicentro muy cercano a la ciudad de San Juan, dejó un saldo de más de 10.000 muertos (5% de la población), la ciudad totalmente en ruinas, afectando todas las estructuras de la provincia.

El terremoto de 1952 fue de intensidad menor que el de 1944. Las estructuras que habían sido construidas en el período comprendido entre 1945 y 1952 se comportaron bien, tanto que no hubo que lamentar víctimas por el colapso de estructuras sismorresistentes.

El evento más reciente fue el terremoto de Caucete, distante a 30 Km de la ciudad de San Juan. Las estructuras construidas de acuerdo al código vigente tuvieron un desempeño adecuado, con algunas excepciones en edificios escolares, que tuvieron daños desde leves hasta severos con el colapso de alguno de ellos. En este terremoto murieron más de 100 personas y 250 fueron heridas.

## 2.4 Evaluación de la Vulnerabilidad sísmica urbana.

A efectos de poder evaluar la vulnerabilidad física urbana se procedió a la construcción de un modelo digital, utilizando la tecnología GIS, para lo cual se definieron los modelos conceptual y lógico. Dicho modelo digital incluye como elementos a los departamentos, las fracciones, los radios censales, las manzanas, las parcelas y los edificios y podrá ser aplicado a la evaluación de los distintos núcleos del país, sujetos al peligro sísmico. Ver Gráfico 3.

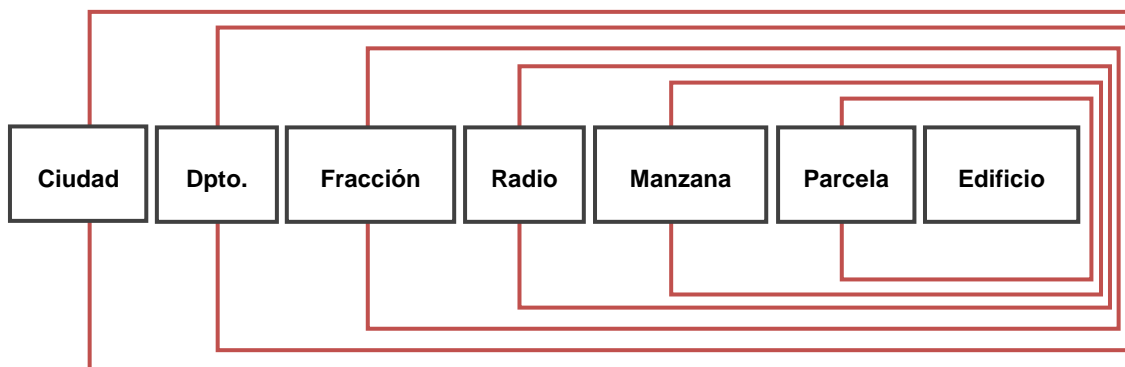


Gráfico 3: Esquema de relaciones y elementos del modelo

Tanto el radio como la fracción censal son unidades territoriales constituidas en función del número de población. Un conjunto de radios constituye una fracción. La manzana es la unidad territorial limitada por cuatro calles, típica del trazado en cuadrícula, que se encuentra en casi la totalidad de ciudades capitales de provincia. El modelo se aplicó a la evaluación de la vulnerabilidad sísmica física del caso de estudio, el Gran San Juan. Para las manzanas, parcelas y edificios se tomó la base de datos del Sistema de Información Territorial de la Provincia de San Juan (SITCAT) pero la misma debió ser adaptada y codificada para poder incorporar información existente en las bases de datos del IRPHa. En el caso de la fracción y el radio no se contaban con bases digitales por lo que debieron ser dibujadas y creadas sus respectivas bases de datos asociadas a la información gráfica.

Los siguientes parámetros fueron considerados esenciales en relación con la ocurrencia de daño edilicio y a las características de las pérdidas: Tipo de mecanismo resistente (características de planos resistentes verticales y horizontales); Destino de la edificación; Altura de la edificación; Criterios de diseño sísmico; Espectros de Diseño. Las dos primeras variables (Tipo de mecanismo resistente y destino de la edificación) permitieron definir los Tipos edilicios de la ciudad de San Juan.

Los edificios en la ciudad de San Juan fueron clasificados en grupos factibles de sufrir similares características de daños o pérdidas ante un evento sísmico, dentro del stock de tipologías edilicias obtenidas a partir de los datos existentes.

Dpto.	Fracciones	Radios	Parcelas	Edificios
Capital	7	113	33.521	80.473
Chimbas	3	61	18.897	31.150
Pocito	1	10	11.859	11.538
Rawson	7	87	26.457	51.276
Rivadavia	5	68	22.209	35.827
Sta. Lucía	4	43	13.478	23.530

Gráfico 4: Edificios existentes en el Gran San Juan

*Método de estimación del Daño Físico Directo de la construcción:*

El método utilizado permite la determinación del daño físico en las construcciones, conociendo el Tipo Edificio, los Criterios de Diseño Sísmico utilizados, la Altura de la Edificación y los Espectros de Respuesta (Romero y Zaragoza 2006).

En este caso se usó el espectro de pseudoaceleración.

Para el análisis de daños fueron consultadas, adaptadas y utilizadas las curvas de daños para las distintas IMM, propuestas por varios autores. Entre ellas, las funciones de vulnerabilidad empírica propuestas por Petrovski et al. (1984), Milutinovic y Petrovski (1985), Coburn y Spence (1992), Spence (1993) y las de vulnerabilidad teórica sugeridas por Cardona (1986), Petrovski et al (1990), Spence (1990) y Ordaz et al (1994). También las resultantes del desarrollo de matrices de daños (Whitman, 1973; Whitman et al, 1993).

Se definió como Índice de Daños (DR: Damage Ratio) al cociente entre el costo de reparación y el costo de reemplazo. Se utilizaron las matrices relativas al Daño Estructural en función de la IMM, propuestas en la ATC-13, (ATC, 1985).

Estas matrices fueron convenientemente calibradas y modificadas para la aplicación a nuestro medio. Los siguientes estados de daños fueron adoptados para la estimación del daño físico en la ciudad de San Juan. Los valores corresponden a los valores medios de la distribución normal. El hecho de trabajar sobre una base de datos que se confeccionó con un objetivo de valuación inmobiliaria, hizo que las categorías de las variables que esta base contiene, no respondieran exactamente a la clasificación desde un punto de vista sismorresistente. No obstante, este trabajo constituyó una buena aproximación a la determinación de los daños a la edificación.

Estado de daños	DR. Índice de daños (%)
1- Sin daño o con pequeños daños localizados en componentes no estructurales	Hasta el 5%
2- Moderado. Daño en componentes no estructurales. Pequeños daños en componentes estructurales.	6% al 20%
3- Grande. Daños sustanciales en componentes estructurales	21% al 45%
4- Extensivo. Daños importantes en componentes estructurales	46% al 80%
5- Completo. Gran daño en componentes estructurales. Colapso	81% al 100%

Gráfico 5: Estado de daños de la edificación.

### 3. CONCLUSIONES

La metodología desarrollada permite determinar, en función de diferentes escenarios sísmicos, no sólo el daño esperado para cada uno de los edificios, sino la construcción de un mapa continuo, que posibilita la identificación de sectores urbanos con rango de daños similares.

Si bien la unidad de análisis mínima es el edificio, cuando se quiere efectuar un análisis a nivel urbano, esta unidad resulta excesivamente pequeña. Dado que una parcela puede contener más de una edificación, a efectos de poder efectuar este análisis, se trabajó asignando a la parcela (unidad de análisis espacial continua) el valor del estado de daños correspondiente al polígono o edificación de la parcela de mayor superficie cubierta.

Generado el escenario probable, es factible visualizar la distribución geográfica del daño físico de la edificación, analizar sus interrelaciones y determinar las pérdidas directas e indirectas. Sólo a partir de este conocimiento es factible proyectar estrategias de reducción del riesgo sísmico urbano y planes para la emergencia. En el caso que aquí se presenta, las matrices de tipos edilicios, altura y criterio de diseño, fueron combinadas con el escenario propuesto de un sismo IMM IX en la ciudad de San Juan, lo que equivale a un epicentro en las cercanías de la misma. Esta hipótesis es perfectamente posible, debido a la historia sísmica que San Juan posee.

La determinación del daño físico directo de la construcción permitió determinar, en función de los distintos escenarios, la magnitud del daño físico y su distribución (espacialización del daño). Resulta oportuno destacar que el estado de daños a la edificación en el Gran San Juan, estimado de acuerdo al método descrito anteriormente, es muy superior al observado durante el evento de 1977.



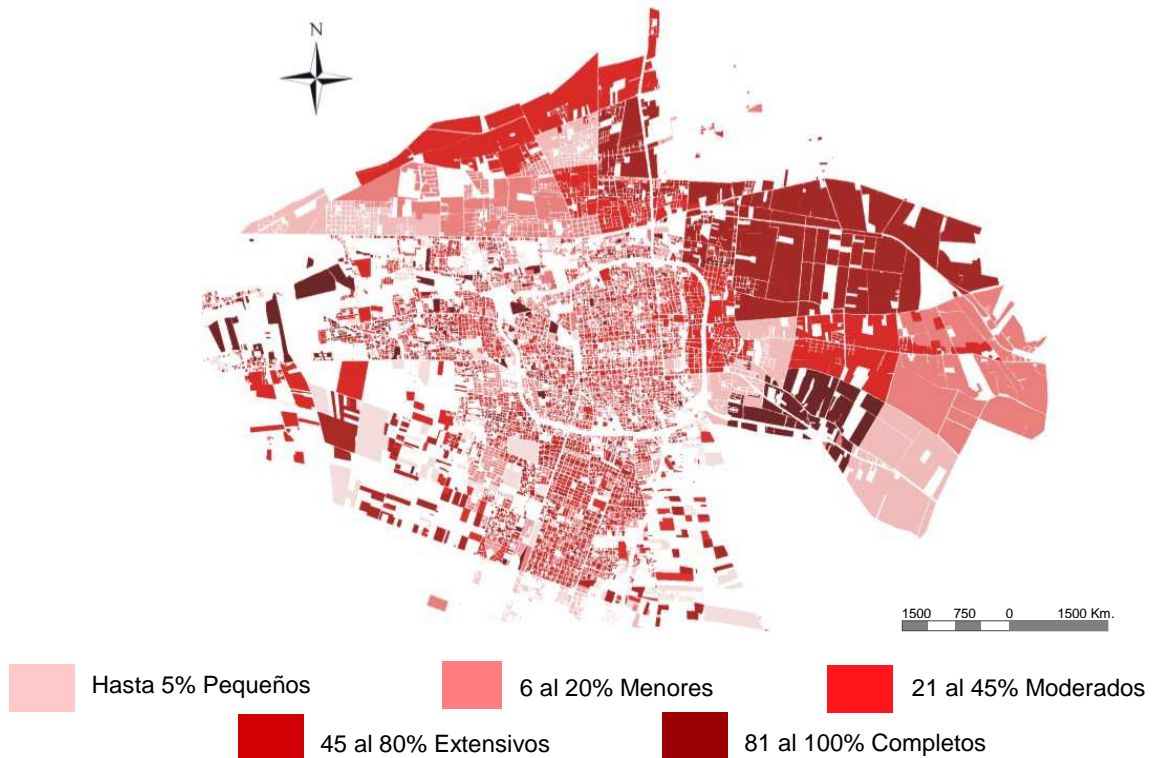


Gráfico 6: Estado de daños a la edificación en el Gran San Juan ante un sismo IMM IX.

Ello se debe a que en esa oportunidad la IMM en la ciudad fue VII a VIII, y en esta ocasión se ha trabajado bajo la hipótesis de un grado más de agitación sísmica (IMM IX).

Para este caso hipotético se observa gran daño estructural concentrado en las edificaciones de adobe (existentes en la periferia del ejido capitalino) y daño pequeño a moderado en la edificación de mampostería y aporticada realizada antes de 1970. Asimismo se observa que las construcciones realizadas en los últimos 20 años se comportan de manera adecuada con índice de daños que varía entre el 4 a 15 %.

La determinación del estado de daños de la edificación ante un terremoto, permite estimar además de los costos económicos, las pérdidas colaterales provocadas por el evento. Entre ellas, las principales se refieren al daño que sufre la población del lugar, en términos de heridos y muertos.

#### BIBLIOGRAFÍA

- CARDONA, O. D. Estudios de vulnerabilidad y evaluación del riesgo sísmico: Planificación Física y Urbana en áreas Propensas, Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, Boletín Técnico AIS N° 33. Bogotá. (1986).
- COBURN A. Y SPENCE R., Earthquake Protection, John Wiley & Sons, New York. (1992).
- KOFI, ANNAN, Conferencia del Secretario General de la ONU de cierre de la IDNDR (International Decade Natural Disaster Reduction. (1999).
- LAVELL, A. Draft Annotated Guidelines for Inter-Agency Collaboration in Programming for Disaster Reduction, unprinted for Emergency Response Division at UNDP, Geneva. (2000).
- ORDAZ, M. et al, Bases de Datos para la Estimación del Riesgo Sísmico en la ciudad de México, Cuadernos de Investigación, 1. CENAPRED, México, D. F. (1994).
- PETROVSKI J. et al Development of Empirical and Theoretical Vulnerability and Seismic Risk Models, 8th WCEE, San Francisco. (1984).
- PETROVSKI J., MILUTINOVIC, Z. Modelo para la evaluación de la Vulnerabilidad y el Riesgo Sísmico, Seminario sobre Desastres Sísmicos en grandes ciudades. Bogotá. (1990).



ROMERO M. Y ZARAGOZA A. Evaluation of the Seismic Risk and their consideration among the Strategies of the Urban Development. Proceedings of the 5th International Conference on Seismology and Earthquake Engineering. Irán. (1997).

ROMERO M. Y ZARAGOZA A. Generación de escenarios para la evaluación del riesgo sísmico urbano. Planificación Física - Cuba. Revista de Ordenamiento Territorial y Urbano. N° 10/2006. ISSN 0138 -6239. Cuba. (2006).

SPENCE, R. Assessing Vulnerability of Low-income Communities: A Progress Report, Natural Disasters: Protecting vulnerable communities, Ed. Murrinan P. A., Browitt, C. W. IDNDR, Thomas Telfor, London. (1993).

WHITMAN R. V. Damage Probability Matrices for Prototype Buildings. Structures Publication 380, Department of Civil Engineering, M.I.T. Boston, Massachusetts. (1973).

WHITMAN R. V., REED J. W. Y HONG S. T. Earthquake Damage Probability Matrices, Proceedings of the Fifth World Conference on Earthquake Engineering, Roma. (1973).

#### NORMATIVAS

Applied Technology Council (1985). Earthquake Damage Evaluation Data for California, ATC 13, (FEMA). Redwood city, California.

INPRES-CIRSOC (1983): Normas Argentinas para Construcciones Sismorresistentes, INPRES CIRSOC 103, Vol1. (INTI), Bs. As.