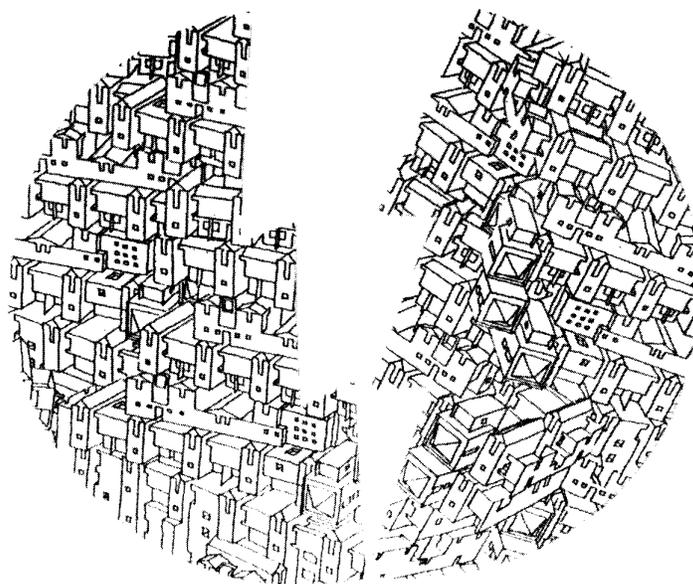


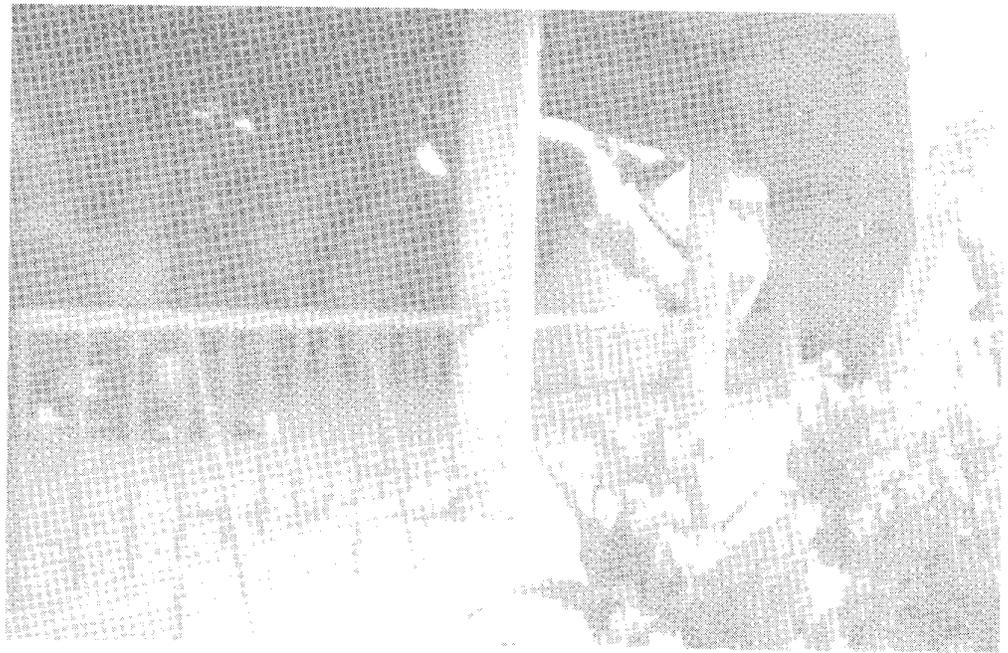
Impacto urbano del riesgo sísmico: mapas de daños esperables en las construcciones*

María del Pilar Espinosa, Nora Elsa Nacif**

sección especial



**En este artículo se presentan los aspectos más relevantes del trabajo de investigación “La prevención sísmica como proyecto continuo de desarrollo urbano”, realizado en el Gabinete de Investigaciones Urbanas –EAUD– UNSJ, por un equipo integrado por las arquitectas Dora Roitman (directora), Nora Nacif (codirectora), María del Pilar Espinosa, Marta G. Martinet. ** Las autoras son magíster, arquitectas del Gabinete de Investigaciones Urbanas (GIUR), Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat, Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño (EAUD), Universidad Nacional de San Juan (UNSJ), Argentina. Área de Estudio: Estudios urbanos relacionados con la temática sísmica.*



RESUMEN

Los mapas de probables efectos del riesgo sísmico son herramientas para la planificación urbana de zonas sísmicas, que permiten ordenar, complementándolos con otros instrumentos, el espacio urbano en cuanto a localización de asentamientos humanos, la infraestructura, las actividades productivas y proponer medidas de organización de la ciudad frente a la emergencia sísmica. Han sido construidos para la ciudad de San Juan, Argentina, pero sus principios y procedimientos metodológicos pueden ser aplicados, con las adaptaciones locales pertinentes, en cualquier centro urbano con alto potencial sísmico.

SUMMARY

URBAN IMPACT OF THE SEISMIC RISK: MAPS OF EXPECTABLE DAMAGES IN THE BUILDINGS

Seismic Risk maps are tools for urban planning of seismic zones, that let us manage the urban space, in relation to human settlement location, infrastructure productive activities and organization measures for the city in the presence of seismic emergency. They constitute the representation of spatial location of probable risk effects for different seismic intensities. They have been for the city of San Juan, Argentina, but its principles and methodological procedures can be applied, with the corresponding local adaptations, on any other urban centre with high seismic potential.

Introducción

Las ciudades se encuentran expuestas a sufrir severos daños frente a eventos naturales como el sismo, debido al proceso, desordenado y caótico del desarrollo urbano. Esta razón implica la necesidad no sólo del estudio con profundidad del fenómeno natural, sino también la de investigar sobre los aspectos referentes a la relación del sismo con el conjunto del espacio urbano, para poder evaluar su estado de riesgo y así definir alternativas de ocupación del espacio y medidas adecuadas para su prevención.

El trabajo de investigación que da origen al presente documento se enmarca dentro de la óptica ambiental del desarrollo urbano, entendiendo el medio ambiente como un sistema en el que interactúa el conjunto de los subsistemas: natural, artificial y socio-cultural. En este contexto, las ciudades representan el mayor grado de artificialización del subsistema natural.

Cuando una ciudad se halla expuesta al riesgo sísmico, éste constituye un factor condicionante de su soporte, que debe tenerse en cuenta en todas las actividades que el hombre realiza para evitar un impacto social y económico negativo. Este impacto, que se traduce en pérdidas y daños (de vidas y bienes), además puede alterar el normal desenvolvimiento de todas las funciones urbanas. Los mapas de riesgo sísmico representan herramientas que permiten diseñar y planificar el espacio urbano, tanto en lo referente a la localización de asentamientos humanos, infraestructura y actividades productivas, como en lo relativo a medidas de organiza-

ción de la ciudad frente a la emergencia sísmica y constituyen la plasmación gráfica de la localización espacial de probables efectos del riesgo para distintas intensidades sísmicas de la escala Mercalli modificada.

Para la implementación de este modelo evaluativo hay que señalar algunas implicaciones requeridas: existencia de un banco de datos actualizada sobre los elementos físicos de la estructura interna de la ciudad y un estudio sobre microzonificación sísmica, que permita contar con información detallada de las características sismológicas de la zona. Su utilización no demanda un complejo equipamiento informático, y eso facilita la aplicabilidad del modelo aun en aquellos municipios con baja capacidad técnica. Importa señalar que, dentro del contexto latinoamericano que nos incluye, hay un amplio espectro de variación en la situación de los municipios (económico, administrativo, institucional, etc.), según cada región o país, pero en todos los casos la aplicación de esta herramienta de planificación sólo está condicionada a la confiabilidad de la información disponible y a la existencia de una estructura operativa y organizacional que la regule y posibilite.

El riesgo sísmico urbano ha sido abordado por investigadores de distintas disciplinas, con diferentes puntos de vista y metodologías, algunas con características integrales que consideran todo el espectro de variables físicas, socioeconómicas y culturales, en contraste con este modelo evaluativo que, sin desconocer la importancia de un análisis holístico, sólo aborda el aspecto físico urbano. Esta razón no sólo no lo invalida, sino que lo potencia en sus posibilidades de apli-

territorios

cación, dado que puede constituir un insumo de aquéllas.

Si bien la concepción ambiental sobre la problemática del sismo tiene características integrales, aquí se tratan específicamente los problemas urbanos de carácter físico, derivados del riesgo sísmico, sin desconocer que existe un componente de carácter social no abordado, en lo que se refiere a la construcción de los mapas.

Otras metodologías basan el análisis de la evaluación de daños en un detallado estudio sobre las tipologías estructurales: fundaciones, estructura vertical, estructura horizontal, tipo de cubiertas, posición relativa de los edificios, configuración en planimetría, configuración en elevación y otros parámetros que apuntan a una valoración particularizada de los niveles de daños. La técnica metodológica que aquí presentamos, por su parte, sólo considera la condición de sismorresistencia de los edificios, de acuerdo con las normas constructivas básicas para zonas sísmicas, categorizando los edificios en sismorresistentes y no sismorresistentes, sin desagregar el estudio tipológico. Su propósito, como un instrumento de la planificación urbana frente a la emergencia sísmica, es identificar en plazos breves las áreas de mayor riesgo de ocurrencia de daños, y con base en ellas realizar un análisis pormenorizado, tendiente a la aplicación de futuras estrategias de intervención urbana.

Estos mapas de riesgo sísmico han sido contruidos para una ciudad en particular; sin embargo, la validez de su metodología radica en la posibilidad de cuantificar y cualificar los daños para posteriormente espacializarlos

y contar con una visualización rápida de las áreas con probables daños graves en las construcciones, ante la ocurrencia de un terremoto destructivo.

Cabe destacar que la planificación preventiva complementa la planificación de emergencia, y la disminución de los efectos del riesgo sísmico constituye el objetivo de la planificación preventiva. Dado que estos efectos están estrechamente asociados a factores socioeconómicos y culturales, la prevención rebasa la esfera meramente técnica, y tiene connotaciones integrales sobre la gestión urbana.

Un plan de manejo del riesgo sísmico debe contar con la intervención de los representantes de diferentes sectores de la sociedad y con herramientas técnicas, como las estimaciones de daños potenciales, que ayuden a la reducción de los efectos del sismo, con miras a una sociedad más segura contra este desastre natural. La participación organizada de la sociedad cumple un rol positivo en las labores de prevención, y más que un ámbito de restricción en la aplicabilidad del modelo, se constituye en un factor generador de conciencia sísmica.

Riesgo sísmico: daños esperables en las construcciones

Conceptos de referencia y procedimientos operativos para la confección de los mapas

“Riesgo Sísmico es la probabilidad de ocurrencia y el relativo grado de severidad en un determinado período de tiempo, del conjunto de posibles efectos producido por un terremoto”. (Imbessi, Giuseppe. 1987).

También puede entenderse como “la probabilidad de pérdidas provocadas por la acción sísmica”. (Giuliani, Hugo. 1989). Los eventos sísmicos no impactan uniformemente en toda la extensión del área urbana. Por ello, se supone que cualquier tipo de construcción puede sufrir cuatro estados de daños, de acuerdo con Grasés, José, 1990:

TABLA 1
ESTADOS DE DAÑOS

Designación	Estado de daños - descripción
D0	Sin daños; daños leves en paredes (fisuras, desconchamiento).
D1	Daños en elementos de tabiquería y otros no estructurales. Daños leves, reparables en elementos estructurales.
D2	Edificación condenada (pérdida total) aun cuando no ocurra desplome.
D3	Ruina total o parcial.

La valoración cuantitativa y cualitativa del conjunto de efectos que producirían movimientos sísmicos de mayores intensidades, con probabilidad de ocurrencia, contribuye a medir el *riesgo* a que está expuesta la población que habita en los diferentes sectores del área urbana considerada.

Como el propósito de la confección de los mapas de daños es obtener una rápida visualización de las áreas que resultarían más

afectadas, el número de viviendas sismorresistentes (SR) y no sismorresistentes (no SR) es, en general, la base que posibilita la estimación de los daños a las construcciones.

La tabla 1 permite establecer los porcentajes de daños, teniendo en cuenta la intensidad del sismo estudiado. Los daños irreparables, representados por la suma de D2 + D3 en la distribución de daños, conforman el número y porcentaje de las viviendas que tendrían probabilidad de quedar inutilizadas.

Los mapas de riesgo sísmico se confeccionan, en consecuencia, considerando los porcentajes correspondientes a los daños graves o irreparables en las viviendas para sismos de las intensidades analizadas, y estableciendo rangos que categorizan esos porcentajes. La síntesis de estos cálculos se transfiere gráficamente al plano de la ciudad, configurando los mapas de daños esperables.

El caso de la ciudad de San Juan, Argentina

El caso de estudio está referido a la ciudad de San Juan, capital de la provincia homónima, situada en una región árida del centro-oeste de la Argentina, en el borde oriental de la Cordillera de los Andes. Esta zona es la de mayor actividad sísmica del país, como lo demuestran los numerosos terremotos destructivos que la han afectado en los últimos 100 años, entre los que se destaca el terremoto del 15 de enero de 1944, que ocasionó la pérdida de 10.000 habitantes (10% de la población de ese momento), y produjo la destrucción de la ciudad y afectó la estructura íntegra de la provincia.

La experiencia, si bien negativa, fue aprovechada positivamente en su momento para lograr la ciudad reconstruida de nuestros días, que tiene alrededor de 360.000 habitantes, un patrimonio habitacional de aproximadamente 90.000 viviendas, de las cuales el 63% han sido construidas bajo normas de sismorresistencia, al igual que el 100% de los edificios institucionales; no obstante, aún queda un 37% de viviendas no sismorresistentes que representan un porcentaje relativamente alto, considerando el riesgo sísmico que tiene la zona.

En San Juan, un organismo del estado provincial centraliza el control y aplicación de las normas urbanas y constructivas en toda la provincia. Cada municipio, a su vez, posee un organismo de planificación y ejecución de obras públicas y servicios supeditados a la aprobación de la autoridad provincial. Los mapas de daños a las construcciones, en el caso de estudio, no han surgido como un requerimiento de los organismos de administración y planificación de la ciudad, sino como un trabajo de investigación de una unidad académica. Los objetivos principales

fueron aplicar una metodología que permitiera elaborar mapas de daños a las construcciones y confeccionarlos para sismos de intensidades IX, VIII y VII escala Mercalli modificada, en el área urbana denominada Gran San Juan.

Esta área constituye una conurbación conformada por el Departamento Capital y las áreas urbanas de los departamentos de Chimbas, Santa Lucía, Rawson y Rivadavia. Como unidad de análisis se tomaron los radios y fracciones censales de cada uno de estos departamentos de la ciudad, y se consideraron las variables de calidad y cantidad de viviendas.

El punto de partida para la construcción de estos mapas es la información existente en la ciudad de San Juan respecto a estudios sobre la categorización de movimientos del terreno y condiciones del subsuelo, contenidos en la Microzonificación Sísmica elaborada por el Instituto Nacional de Prevención Sísmica (INPRES, 1982), de donde se extrae la relación entre el comportamiento de las distintas edificaciones, según su calidad constructiva, con los rangos de movimiento del terreno, representados en la tabla 2.

TABLA 2
RELACIÓN ENTRE TIPOS DE CONSTRUCCIÓN Y RANGOS DE MOVIMIENTO DE TERRENO

Tipo de construcción		Rango R1 (%)	Movimiento R2 (%)	Terreno R3 (%)	R4 (%)
Adobe	0	10	70	100	
Mampostería	SR	0	0	0	5
Mampostería no	SR	0	5	50	80
Otros tipos	SR	0	0	0	5
	No SR	0	5	50	80

El rango 4 de movimiento de terreno se corresponde con un sismo de intensidad IX escala Mercalli modificada, y los rangos 3 y 2 con sismos de intensidades VIII y VII, respectivamente.

De acuerdo con el Informe Técnico N° 18 del mismo Instituto (INPRES, 1993), la ciudad de San Juan está comprendida en el área con mayor probabilidad de sufrir sismos de intensidad IX, escala Mercalli modificada, en un período de 50 años, tal como se observa en la figura 1. Sobre la base de los datos de número y calidad constructiva de las viviendas, de cada

radio censal y de acuerdo con la Tabla de distribución de daños (N° 1) y a la Tabla de Relación entre tipos de construcción y rangos de movimiento de terreno (N° 2), se calculó el total de viviendas que resultarían con distintos tipos de daños, es decir, D0 a D3. Esto queda ejemplificado en la planilla 1 de distribución de daños.

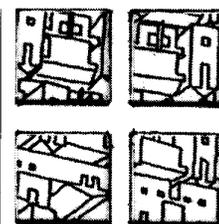
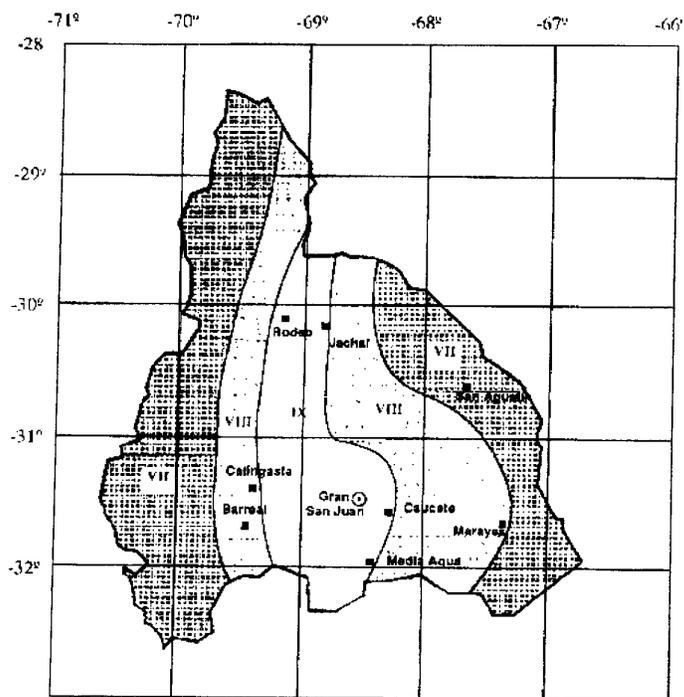


FIGURA 1
INTENSIDADES MÁXIMAS, EN LA ESCALA MERCALLI MODIFICADA CON MUY ALTA PROBABILIDAD DE OCURRIR EN LOS PRÓXIMOS 50 AÑOS



PLANILLA 1

DISTRIBUCIÓN DE DAÑOS - SISMO INTENSIDAD IX ESCALA MERCALLI MODIFICADA
 ÁREA URBANA GRAN SAN JUAN, DPTO. RAWSON, FRACCIÓN 2

Radio	N° Vivienda	Distribución de daños											
		Viviendas SR						Viviendas No SR					
		N°	D0	D1	D2	D3	D2+D3	N°	D0	D1	D2	D3	D2+D3
1	335	35	28	5	1	1	2	300	15	30	75	180	255
2	347	159	127	24	5	3	8	188	9	19	47	113	160
3	292	126	101	19	4	3	6	166	8	17	42	100	141
4	277	158	126	24	5	3	8	119	6	12	30	71	101
5	225	128	102	19	4	3	6	97	5	10	24	58	82
6	317	314	251	47	9	6	16	3	0	0	1	2	3
7	335	332	266	50	10	7	17	3	0	0	1	2	3
8	285	177	142	27	5	4	9	108	5	11	27	65	92
9	425	276	221	41	8	6	14	149	7	15	37	89	127
10	359	323	258	48	10	6	16	36	2	4	9	22	31
11	320	320	256	48	10	6	16	0	0	0	0	0	0
12	225	149	119	22	4	3	7	76	4	8	19	46	65
13	428	265	212	40	8	5	13	163	8	16	41	98	139
14	199	62	50	9	2	1	3	137	7	14	34	82	116
15	335	29	23	4	1	1	1	306	15	31	77	184	260
16	236	47	38	7	1	1	2	189	9	19	47	113	161
17	224	39	31	6	1	1	2	185	9	19	46	111	157
18	206	206	165	31	6	4	10	0	0	0	0	0	0
Total	5370	3145	2516	472	94	63	157	2225	111	223	556	1335	1891

La distribución de daños permitió obtener el número y porcentaje de las viviendas que tendrían probabilidad de quedar inutilizadas o con daños irreparables, representadas por la suma de D2 + D3.

Los mapas de riesgo sísmico fueron confeccionados para toda el área urbana, conside-

rando los porcentajes correspondientes a los daños graves o irreparables en las viviendas para sismos de las tres intensidades analizadas. Para ello, se establecieron cuatro rangos para categorizar dichos porcentajes y se sintetizaron, conforme a los rangos establecidos, en la planilla 2 de Resumen de daños irreparables.

territorios

PLANILLA 2
RESUMEN DAÑOS IRREPARABLES - SISMO INT.
IX ESCALA MERCALLI MODIFICADA
ÁREA GRAN SAN JUAN, DPTO. RAWSON

Fr. 2		Fr. 3		Fr. 4	
Radio N°	Rango	Radio N°	Rango	Radio N°	Rango
1	MA	1	B	1	MA
2	A	2	B	2	A
3	A	3	B	3	M
4	A	4	B	4	B
5	A	5	A	5	B
6	B	6	M	6	MA
7	B	7	MA	7	M
8	M	8	M	8	M
9	M	9	A	9	M
10	B	10	M	10	A
11	B	11	MA	11	A
12	M	12	A	12	M
13	M	13	MA	13	M
14	A	14	MA	14	M
15	MA	15	A	15	M
16	MA	16	M	16	A
17	MA	17	A	17	M
18	B	18	MA	18	A
Total	M	19	MA	19	A
		20	B	20	MA
		21	B	21	MA
		22	B	Total	M
		23	MA		
		Total	A		

- Rango 1: Bajo (B) = menos del 15% de viviendas con daños irreparables.
Rango 2: Medio (M) = entre 16% a 35% de viviendas con daños irreparables.
Rango 3: Alto (A) = entre 36% a 55% de viviendas con daños irreparables.
Rango 4: Muy alto (MA) = más del 56% de viviendas con daños irreparables.

En el plano de la ciudad se plasmó la síntesis gráfica de cada intensidad, diferenciando con distintos colores los rangos ya mencionados. A modo de ejemplo, se presenta el plano 1 de mapas de riesgo sísmico para sismo de intensidad IX escala Mercalli modificada.

En la observación de los mapas aparecen zonas con rango muy alto o alto, que representan sectores urbanos con mala calidad constructiva en las viviendas. La cantidad de viviendas no SR en estas áreas varía entre el 50% y 90% y corresponden, en general, a zonas de borde de la planta urbana o zonas "blandas" en áreas consolidadas.

En San Juan, en general, no existen viviendas cuya antigüedad supere los 50 años, debido a la destrucción que sufrió la ciudad con el terremoto de 1944. Por lo tanto, cuando se hace referencia a la mala calidad constructiva de las edificaciones se alude a la práctica de construcción de adobe y techo de caña y barro, sin estructura sismorresistente, muy difundida en los sectores de población de menores recursos.

La expresión "zona blanda" significa que admite estrategias de intervención urbana como las de *renovación* o *rehabilitación*.

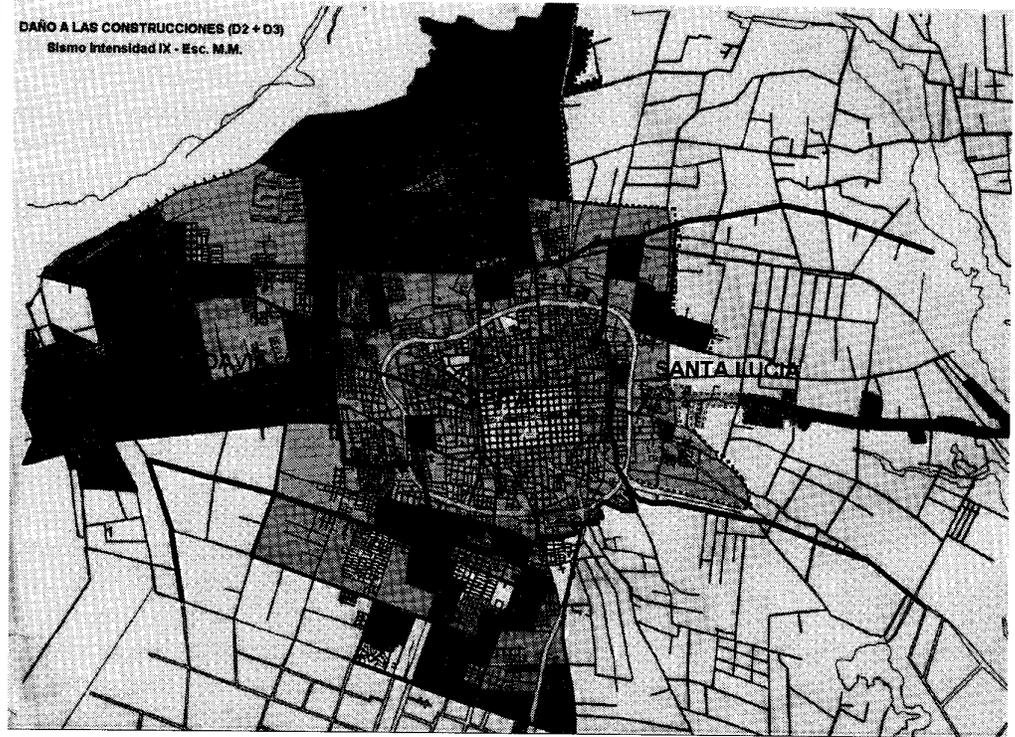
***La prevención sísmica como estrategia.
Una aplicación práctica en el caso de estudio***

Estos mapas son el resultado de una investigación realizada dentro de un ámbito académico; en consecuencia, no han tenido una transferencia de aplicación inmediata. No obstante, hasta el momento, su utilización práctica se ha concretado en otras etapas del

territorios

PLANO 1

MAPA DE RIESGO SÍSMICO - SISMO INT. IX ESCALA MERCALLI MODIFICADA - ÁREA URBANA GRAN SAN JUAN



Referencias

- Más del 56% de daños irreparables en viviendas
- 36% a 55% de daños irreparables en viviendas
- 16% a 35% de daños irreparables en viviendas
- Hasta el 15% de daños irreparables en viviendas

territorios

desarrollo de la investigación, sirviendo de insumo en proyectos, tales como: *Estrategias de prevención sísmica en edificios escolares* y *Formulación de estrategias concretas para la prevención del riesgo sísmico en el área urbana*

del Gran San Juan, ambos elaborados en la Facultad de Arquitectura (UNSJ). En el primero, se utilizaron para la selección de escuelas que deben ser acondicionadas como albergues en la emergencia sísmica. En el

segundo caso, fueron tomados como base para la selección de áreas donde la probabilidad de daños graves o irreparables fuera *alta y muy alta*, complementándose con el correspondiente estudio de vulnerabilidad, a fin de implementar estrategias de intervención urbanas. A modo de ilustración, se adjunta una ficha que representa uno de los sectores urbanos seleccionados.

Conclusiones

Ante la imposibilidad de la predicción temporal del evento sísmico, la prevención representa la mejor herramienta para la mitigación de sus efectos destructivos. En este sentido, los mapas de daños a las construcciones son un elemento válido para determinar las pautas que permitan el diseño de estrategias de intervención para un desarrollo urbano que contemple, entre otros aspectos, la prevención sísmica.

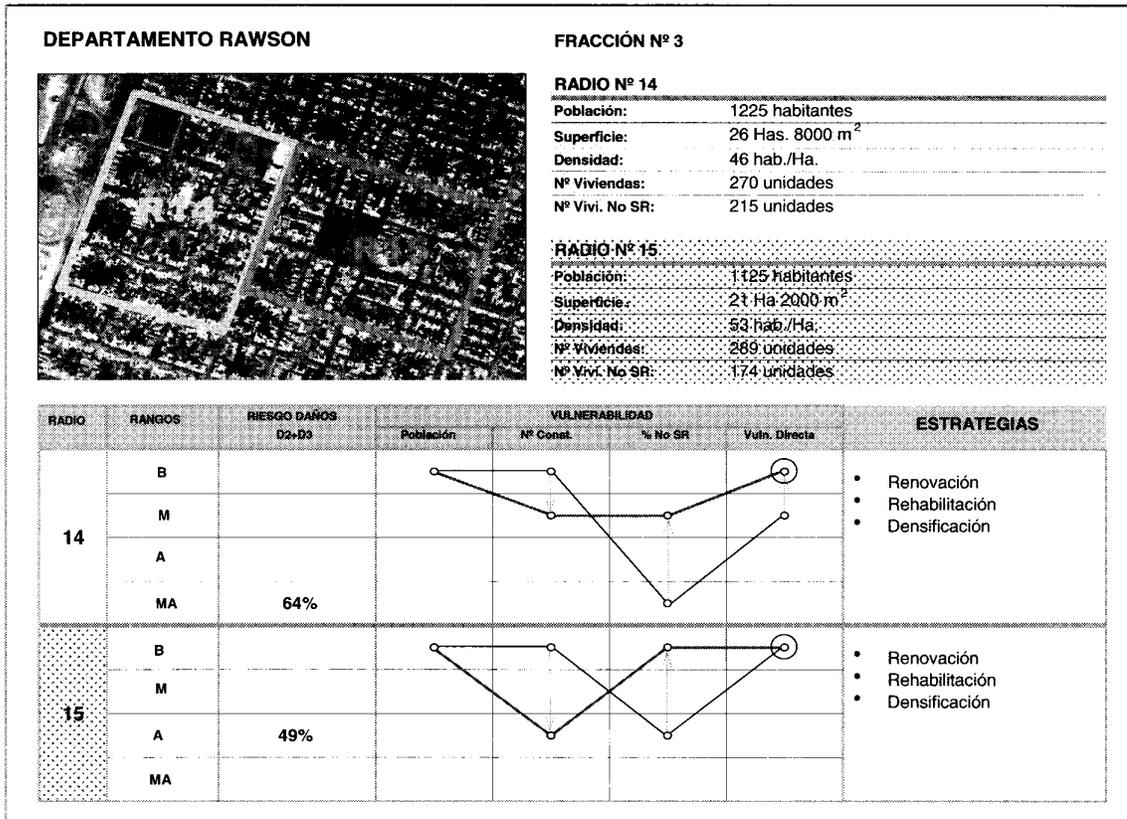
Las acciones sostenidas producto de una firme política de prevención resultan económicamente de menores costos que los que ocasionan las pérdidas producidas por los terremotos. Ello significa ejercer la prevención en cualquier escala de la proyección urbana como medio eficaz para enfrentar las situaciones que planteen un posible futuro terremoto destructivo.

Los desastres naturales, como el sismo, no sólo afectan en mayor medida a los más pobres, sino que usualmente aumentan la pobreza de éstos y arrastran a ella a muchos que no lo eran. Los daños irreparables graficados en los mapas representan los

sectores urbanos que quedarían con viviendas inutilizadas y que, entre otras consecuencias, dejarían un número importante de personas sin hogar. Estos mapas permiten, por lo tanto, detectar los sectores que necesitarían prever lugares de albergue durante la emergencia sísmica; y disponer la provisión de espacios abiertos que sirvan al esparcimiento cotidiano en los períodos intersismo. Además, constituyen una base para el estudio de un diseño vial y de líneas vitales que posibiliten el acceso fluido y operativo para implementar acciones de auxilio en estas áreas. Esta investigación fue canalizada a determinar probabilísticamente los daños en las construcciones, para sismos de distinta intensidad, del caso de San Juan. Sin embargo, haciendo la debida abstracción, los principios y los procedimientos operativos que el modelo elaborado plantea pueden ser de utilidad, con las adaptaciones locales pertinentes, para otros centros urbanos que presentan problemáticas y características sismológicas similares.

El cálculo de daños es un estudio probabilístico; en consecuencia, los mapas de riesgo sísmico constituyen una representación gráfica de la concepción de diversos escenarios posibles. En este caso, para sismos de tres intensidades con factibilidad de ocurrencia. Ellos muestran los daños graves o irreparables, esperables en las construcciones (viviendas), para sismos de distintas intensidades. Las aplicaciones de estos mapas son múltiples y pueden ser la base de diferentes proyectos que contemplan el riesgo sísmico como un condicionante ineludible del medio natural.

FIGURA 2
FICHA DE UN ÁREA CON PRIORIDAD DE IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIAS INTERVENCIÓN URBANAS PARA LA PREVENCIÓN SÍSMICA



Arquitectas: Dora R. de Schabelman (dirección), Nora Elsa Nacif (codirección), María del Pilar Espinosa, Marta Martínez

FORMULACIÓN DE ESTRATEGIAS CONCRETAS PARA
 LA PREVENCIÓN DEL RIESGO SÍSMICO
 AREAS PRIORITARIAS DE INTERVENCIÓN

Por último, cabe señalar que al considerar la ciudad como un sistema, el sistema urbano, todos sus componentes acusan el impacto del riesgo sísmico y se ven afectados por distintos conflictos, que se traducen en problemáticas urbanas a las que no se puede dar solución por separado, ya que requieren una visión integradora.

El impacto urbano que el *sismo* puede ocasionar, como *factor condicionante del soporte natural*, se refleja en diversas consecuencias, tales como pérdidas de vidas y bienes y la alteración del normal desenvolvimiento de todas las funciones urbanas. Esta razón hace imprescindible la consideración del sismo en las medidas y propuestas relativas a la planificación y el desarrollo urbano, y para ello es importante contar con instrumentos que den respuestas integrales a las distintas problemáticas que éste puede ocasionar en la ciudad.

Bibliografía

- Gabinete de Investigaciones Urbanas (1993/94), *Ciudad y sismo: área urbana del Gran San Juan (Int. IX Esc. M.M.)*. GIUR-IRPHA-FA-UNSJ.
- . (1994-1996), *Probables efectos del riesgo sísmico provocados por movimientos de intensidad VII y VIII, escala M.M. Área urbana Gran San Juan*. GIUR. FAUD. UNSJ.
- . (1990/91), *Respuestas físico-espaciales al condicionante SISMO, en la planta urbana de la ciudad de San Juan. Área Urbana del Dpto. Rawson*. GIUR-IRPHA-FA-UNSJ.
- . (1991/92), *Respuestas físico-espaciales al condicionante SISMO, en la planta urbana de la ciudad de San Juan*. GIUR-IRPHA-FA-UNSJ.
- . (1997/98), *Formulación de estrategias concretas para la prevención del riesgo sísmico en el área urbana del Gran San Juan*. GIUR-IRPHA-FA-UNSJ.
- Gil-Nafa-Zamarbide, ings. (1982), *Microzonificación sísmica del Valle de Tulum, Pcia. de San Juan: Informe Técnico General*, volúmenes I, II y III. Instituto Nacional de Prevención Sísmica, INPRES.
- Imbessi, Giuseppe (1987), *Rischio sísmico e pianificazione urbanistica: dalla ricostruzione alla prevenzione*. Dipartimento di Pianificazione Territoriale e Urbanistica. Università degli Studi di Roma. La Sapienza.
- José Grasés (1990), "Notas para la estimación de requerimientos hospitalarios en áreas urbanas que pueden ser afectadas por sismos intensos". Seminario: Desastres Sísmicos en Grandes Ciudades. Bogotá, Colombia.
- Instituto Energía Eléctrica (1993/1996), "Base catastral digitalizada de la provincia de San Juan" (proyección Gaus-Krüger). Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de San Juan. Fundación Universidad Nacional de San Juan.
- Roitman, Dora et al. (1996), *San Juan: la ciudad y el oasis*. Gabinete de Investigaciones Urbanas-FAUD-UNSJ-Editorial Fundación de la Universidad Nacional de San Juan.