

CARTOGRAFÍA DE VULNERABILIDAD FRENTE A INUNDACIONES EN LLANOS MEDITERRÁNEOS. CASO DE ESTUDIO DEL BARRANC DE CARRAIXET Y RAMBLA DE POYO

Ana María Camarasa Belmonte

ana.camarasa@uv.es

María José López-García

maria.j.lopez@uv.es

Julián Soriano García

jusogar@alumni.uv.es

Departamento de Geografía, Universidad de Valencia

Avda. Blasco Ibáñez, 28, 46010 Valencia

Tel: +34963844237

Fecha de Recepción: 21 de Abril de 2008

Fecha de Aceptación: 7 de Mayo de 2008

RESUMEN

Este trabajo aborda la cartografía de vulnerabilidad frente a inundaciones, en dos pequeños llanos mediterráneos pertenecientes al Barranc de Carraixet y la Rambla de Poyo. Ambos forman parte del Área Metropolitana de Valencia, integrando las comarcas de l'Horta Nord y l'Horta Sud, respectivamente. Constituye un ensayo metodológico, basado en estimadores socioeconómicos sencillos, obtenidos a partir de los usos del suelo. La vulnerabilidad se evalúa en función del valor económico del suelo y de la exposición humana al peligro. El valor económico del suelo se calcula a partir del Catastro. La exposición se calcula para tres supuestos de densidad de ocupación del espacio en función de la franja horaria: jornada laboral, noches y días festivos. Los resultados ponen de manifiesto dos patrones de vulnerabilidad diferentes para cada llano. La vulnerabilidad en el de Carraixet es mayor por la noche y en los días festivos que durante las jornadas laborales, en relación con los usos agrícolas y residenciales dominantes. En Poyo no existen grandes contrastes en términos absolutos, entre el día y la noche, si bien resultan evidentes las diferencias en la ubicación de los espacios vulnerables, que durante el día están asociados a polígonos industriales y comerciales (en torno a los ejes de comunicación), y, por la noche, se limitan a las áreas residenciales.

Palabras Clave:

mapas de vulnerabilidad, riesgo, inundación, peligro, usos de suelo.

ABSTRACT

This paper considers vulnerability to flooding in the two small Mediterranean flood plains of the Barranc de Carraixet and Rambla de Poyo catchments. Both plains form part of the Metropolitan Area of Valencia within the Horta Nord and Horta Sud districts respectively. The work presented constitutes a test of a methodology based on simple socioeconomic estimators obtained from land uses. The vulnerability is evaluated as a function of the economic land value and human exposure to hazard. The land value is taken from the Cadastre whilst the exposure is calculated for three models for the intensity of use related to different time periods: working hours, days, nights, and weekends and holidays. The results show different patterns of vulnerability for each plain. The vulnerability in the Carraixet is greater at night and on weekends and holidays than during working hours, related to the dominant agricultural and residential land uses. In the Poyo plain there are no major contrasts in absolute terms between day and night time, although shifts in the locations of vulnerable spaces were evident: during the day vulnerability is higher in industrial and commercial areas (around communication routes) whilst at night it is the residential areas that are vulnerable.

Key Words:

maps of vulnerability, risk, floods, hazard, land use.

INTRODUCCIÓN

A mediados del siglo pasado, la cartografía de riesgos naturales, y en concreto de inundación, estaba muy condicionada por el estudio del fenómeno físico. Si bien los enfoques teóricos contemplaban la dimensión humana -"sin hombre no hay riesgo" (White, 1974)-, los estudios aplicados se centraban en determinar la zona inundable mediante análisis geomorfológicos, históricos, hidrológicos e hidráulicos (Camarasa y Bescós, 2004). No dejaba de ser por tanto un estudio de peligrosidad, centrado en el comportamiento del sistema fluvial en momentos de crecida. El factor humano sólo se contemplaba, de ma-

nera indirecta, como agente activo que intervenía en la dinámica fluvial, mediante medidas -la mayoría de las veces estructurales- de control o mitigación de crecidas (presas, azudes, canalizaciones, desvíos, etc.)

Conforme avanza el siglo XX y hasta la actualidad, se ha comprobado que el desarrollo tecnológico no ha redundado en la reducción de daños por inundación, sino que, bien al contrario, las pérdidas son cada vez mayores. Esta evidencia impulsa a la comunidad internacional a la *Declaración de la Década Internacional para la Reducción de Desastres Naturales*, en los años 90 del pasado siglo. Uno de los avances importantes conseguidos

en el seno de este programa es el consenso en los conceptos y el establecimiento de un marco teórico de referencia común. Queda admitido que el riesgo natural es un término amplio que abarca tanto el peligro o peligrosidad, referido al suceso natural y a la probabilidad de alcanzar valores extremos, como la vulnerabilidad, en relación al grado de adaptación con que las sociedades susceptibles de ser afectadas pueden afrontar el peligro (Camarasa *et al.*, 2001).

En el s. XXI, la necesidad de estudiar la vulnerabilidad como uno de los componentes fundamentales del riesgo, se refuerza en la *Estrategia Internacional para la Reducción de los Riesgos Naturales*, amparada por un nuevo enfoque orientado a la disminución de los desastres mediante una gestión efectiva de riesgo. Se crea así, el *Marco de Acción Hyogo 2005-2015*, donde "los gobiernos de todo el mundo se comprometen a tomar medidas para reducir las vulnerabilidades frente a las amenazas naturales" (EIRD, 2005). Bajo esta perspectiva el evento físico en sí mismo se presenta como un imponderable natural y externo del riesgo (Birkmann, 2007), mientras que en la vulnerabilidad social y territorial reside la verdadera causa de los desastres (Maskrey, 1993). Una interpretación un tanto exagerada de esta tesis ha generalizado la idea de que los desastres no son naturales, sino el resultado de una deficiente organización social que conduce a respuestas inadecuadas ante sucesos extremos del medio físico (Díaz y Díaz, 2002).

En este contexto se enmarca el reto actual de medir y, en el caso de la disciplina geográfica, cartografiar, la vulnerabilidad. De la

complejidad del concepto en sí (ya que entraña dimensiones sociales, económicas, políticas y culturales) deriva la dificultad para la elección de variables que permitan cuantificar o establecer el grado de vulnerabilidad, máxime si han de ser susceptibles de cartografiarse (Díaz y Díaz, 2002). La estimación de la vulnerabilidad no debe limitarse únicamente a aproximaciones cuantitativas, sino que debe englobar aspectos cualitativos (Birkmann, 2008). Si a ello añadimos la falta de información de los ámbitos más subdesarrollados (y, por tanto, más vulnerables) y el problema de las diferentes escalas a las que se puede abordar la cuestión, nos situamos en un contexto donde las aproximaciones metodológicas están aún en una fase bastante incipiente.

Birkmann (2007) realiza un estudio comparativo entre los indicadores de vulnerabilidad desarrollados en tres de los principales proyectos a escala nacional e internacional: (a) el índice para riesgo de desastre o DRI (*Disaster Risk Index*), desarrollado en el seno del Programa de Desarrollo de Naciones Unidas (UNDP, 2004); (b) el proyecto de detección de "puntos calientes" (*Hotspots Project*), llevado a cabo por la Universidad de Columbia en colaboración con el Banco Mundial (Dilley *et al.*, 2005); y (c) el proyecto para las Américas (*The Americas Indexing Project*), diseñado por el Instituto de Estudios Ambientales de la Universidad de Colombia-Manizales, en cooperación con el Banco de Desarrollo Inter-Americano (Cardona, 2005). El análisis pone de manifiesto que, si bien cada proyecto ha resultado útil en su zona de aplicación, no existen unos indicadores claros, de validez universal, para medir la vulnerabili-

dad. Lejos de dejar zanjada la cuestión, aboga por la necesidad de seguir investigando en cuestiones metodológicas, que permitan acercar los conceptos teóricos a la realidad del día a día.

Las variables que se utilizan con mayor frecuencia para medir la vulnerabilidad en su dimensión espacial son sociodemográficas, económicas, culturales y territoriales (Bayo *et al.*, 1995). Dedge (2004) estima la vulnerabilidad del llano de inundación del Río Limpopo (Mozambique) en función de la ubicación de la población, de las medidas de protección estructurales contra las inundaciones (diques, presas, ...), de los usos del suelo y de las vías de evacuación en caso de peligro. Rodríguez (2008) cartografía la vulnerabilidad en Honduras a partir de indicadores de densidad de la población; infraestructura de la vivienda; situación socioeconómica y accesibilidad a los centros de salud y emergencias. Zavala (2002) valora la vulnerabilidad de la ciudad de Arica (Chile) al riesgo sísmico a partir de la fragilidad de la construcción, las instalaciones críticas (receptoras, potenciadoras y mitigadoras), la densidad de población y su distribución según diferentes escenarios temporales. Conforme la escala de trabajo se vuelve más detallada y la disponibilidad de datos es mayor, las variables pueden ser más precisas.

El presente artículo aborda el estudio de la vulnerabilidad al riesgo de inundación en los llanos de dos ramblas típicas mediterráneas: Barranc de Carraixet y Rambla de Poyo. Ambos espacios forman parte, por el norte y por el sur respectivamente, del área metropolitana de la ciudad de Valencia. Constituyen

parte de la llanura litoral valenciana y representan uno de los territorios más afectados por la creciente expansión urbana de la capital en el último siglo. Desde el punto de vista hidrogeomorfológico, constituyen las zonas inundables de dos sistemas torrenciales, cuya circulación intermitente y espasmódica ha dado lugar a medidas estructurales de control de la peligrosidad, mediante la construcción de sendos encauzamientos en los cauces principales. La experiencia demuestra que el riesgo continúa siendo importante y, antes de extender las obras de ingeniería y de cara a una ordenación territorial efectiva, sería conveniente realizar un análisis de vulnerabilidad.

Este trabajo constituye un ensayo metodológico de cartografía de vulnerabilidad a partir de estimadores socioeconómicos sencillos basados en los usos del suelo. Introduce el factor temporal como un indicador de la división funcional del espacio, distinguiendo la ocupación que se produce entre los días laborables y los festivos, por una parte, y entre el día y la noche, por otra.

ÁREA DE ESTUDIO

El Barranc de Carraixet y la Rambla de Poyo constituyen dos pequeños sistemas fluviales, de circulación efímera, que desembocan al norte y al sur, respectivamente, de la ciudad de Valencia (Fig. 1). El Carraixet, junto con otros colectores de menor entidad, drena el sector comprendido entre los ríos Palancia y el Turia, mientras que la Rambla de Poyo (denominada también Barranc de Torrent en su recorrido final) ocupa el tramo entre el Turia y el Júcar y desemboca en la Albufera (Camarasa, 1995).

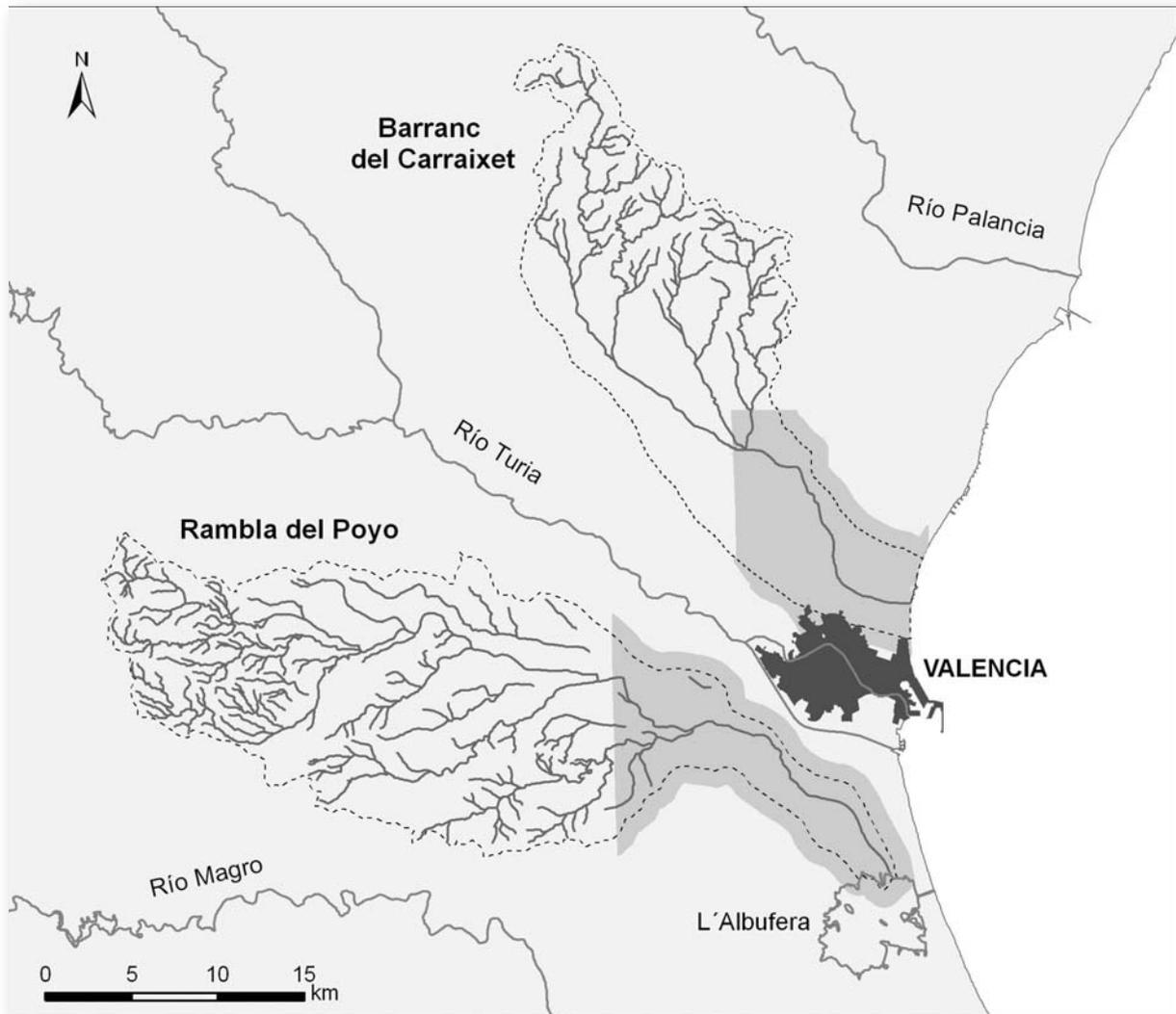


Figura 1.- Área de estudio

Ambas cuencas han construido sendos llanos de inundación, que, imbricados con el del río Turia, conforman la llanura costera valenciana. Históricamente, la ocupación humana de este espacio se ha intensificado en la propia ciudad de Valencia, en torno a la cual se ha desarrollado un intenso aprovechamiento agrícola, centrado en las comarcas de l'Horta Nord (llano de Carraixet) y l'Horta Sud (llano de Poyo). A medida que la ciudad crece va ocupando los espacios aledaños e incluyendo parte de estos cinturones periurbanos dentro de su Área Metropolitana.

La dinámica torrencial de estos barrancos y la proximidad a la ciudad de Valencia han originado serios problemas de inundación, que han llevado a la canalización de los cauces en sus tramos finales. Sin embargo, lejos de solucionar el problema, el riesgo persiste, incluso se ha agravado, a medida que se iba produciendo la expansión urbana.

Las mayores modificaciones territoriales tuvieron lugar a partir de los años sesenta. Enormes extensiones de huerta se transformaron en polígonos industriales y en nuevos barrios resi-

denciales. Algunos de los más de veinte núcleos de población que se asientan en la zona, llegaron a conurbarse entre sí (Aldaia-Alaquàs, Sedaví-Benetússer-Alfafar). En el llano del Poyo *-Horta Sud-* la industrialización fue muy intensa, especializándose en el sector del mueble. El llano del Carraixet *-Horta Nord-* experimentó un menor crecimiento industrial, lo que ha permitido que la agricultura siga teniendo cierto peso sobre su economía (Salom y Albertos, 2006) y mantenga su hegemonía en el paisaje. Hoy en día, ambos llanos conforman una unidad física y funcional fuertemente interrelacionada y muy dependiente de la ciudad de Valencia.

METODOLOGÍA

Los dos llanos objeto de estudio presentan, en principio, una gran homogeneidad en cuanto a la estructura socioeconómica dominante, ya que ambos forman parte del Área Metropolitana de Valencia, por el norte y por el sur. Dada esta homogeneidad y la reducida extensión de la zona de estudio, proponemos una metodología basada en indicadores socioeconómicos que permita detectar, a escala detallada, los puntos más vulnerables, frente a un supuesto proceso de inundación generalizada. Partimos de la hipótesis de que, ante un grado de peligro similar, las mayores pérdidas afectarán a los usos del suelo residenciales (vidas humanas) y a los que registran mayor valor económico. La vulnerabilidad se estima, por tanto, en función de la ocupación humana del espacio y del valor económico del suelo.

Como indicador del valor económico del suelo hemos partido de la tasación catastral,

por considerarlo un estimador oficial y homogéneo que permite la comparación entre distintos usos (aunque somos conscientes de las diferencias con el valor real de mercado).

La ocupación humana del espacio determina la exposición de los habitantes al peligro (aquellos lugares que concentran más población presentan mayor vulnerabilidad en caso de ser inundados). Sin embargo los ciudadanos no revelan una ubicación estática sino que muestran movimientos pendulares entre sus lugares de residencia, de trabajo y de ocio. Parrot y Stutz (1991) remarcan las fuertes diferencias de ocupación de distritos industriales o de oficinas y barrios residenciales durante las 24 horas del día, e introducen la dimensión temporal a través del concepto de división funcional del espacio. Con objeto de contemplar el distinto grado de ocupación de un mismo espacio, en función de la franja horaria (por ejemplo una escuela tendrá máxima afluencia de día y mínima de noche), se han elaborado tres mapas de exposición al peligro: jornada laboral, días festivos y noches.

Finalmente, la cartografía de vulnerabilidad se ha estimado a partir de la combinación de los mapas de exposición con el valor económico del suelo, obteniéndose tres escenarios de vulnerabilidad (jornada laboral, días festivo y noches) (Fig. 2).

Mapa de valoración económica del suelo

La fuente de partida es la cartografía de usos del suelo, elaborada por interpretación de la ortofoto del año 2000 y la clasificación proporcionada por la Conselleria de Medi Am-

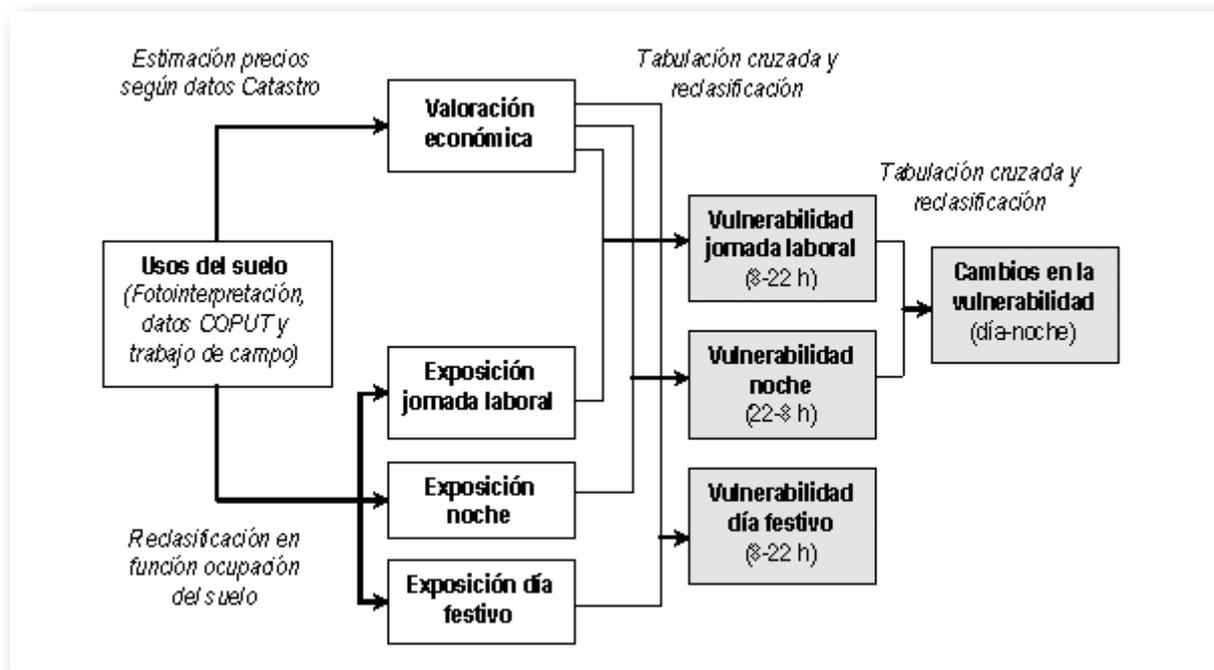


Figura 2.- Modelo cartográfico

TIPO	CATEGORÍA	TIPO	CATEGORÍA
Residencial	R-1 Densidad baja	Equipamientos	S Residencias sanitarias
	R-2 Densidad media		V Zonas verdes, parques
	R-3 Densidad alta		X Sin determinar
Industrial	I-1 Media densidad	Rústicos	SE Cultivos de secano
	I-2 Alta densidad		F Superficie forestal
Terciario	T Centros comerciales		IN Inculto
Equipamientos	A Administración, religioso		N Cultivos de naranjos
	C Cementerio		H Cultivos de huerta
	D Deportivo		ARROZAL
	E Educativo		ALBUFERA
	G Seguridad (Policía, Bomberos)		PLAYA
	O Cultural, recreativo		CAUCES
	P Especiales, depuradoras		CARRETERAS
		Cauces	CAUCES
		Carreteras	CARRETERAS

Tabla 1.- Categorías consideradas en el mapa de usos del suelo

bient, Aigua Territori i Habitatge (antigua COPUT), según las categorías de la Tabla 1. La valoración de los distintos usos se llevó a cabo a partir de los datos del catastro, ya que constituye un estimador oficial a escala municipal del precio del territorio, que per-

mite la comparación entre diferentes categorías de uso.

La asignación de valores se realizó en base a un análisis previo del patrón de comportamiento espacial de los precios. En el caso de

los usos agrícolas, se trabajó con las cinco categorías más representativas en la zona: (1) cítricos, (2) huerta de regadío, (3) secano, (4) forestal y (5) pastos/terrenos incultos. Se comparó el precio por hectárea de cada cultivo entre los distintos municipios que conforman la zona de estudio (primero se consideró cada llano por separado y luego conjuntamente). El análisis puso de manifiesto que los precios por categorías eran muy similares, por lo que se adjudicó un valor medio para cada uso agrícola.

Por lo que respecta a los usos urbanos (residenciales, industriales y terciarios) no se observó un valor medio representativo de cada

uso, sino que existe una gran variabilidad, tanto entre los diferentes municipios, como para los dos llanos de inundación. En este sentido, la bibliografía especializada establece un patrón basado en una relación inversa a la distancia de los centros financieros (*Central Business District*, o CBD). Con objeto de comprobar si nuestra zona de estudio seguía este modelo, se analizó la conexión entre los precios del suelo urbano y la distancia a Valencia (CBD por antonomasia de la zona), utilizando como variable la *distancia más corta* al centro de la ciudad. La Fig. 3 muestra que, efectivamente, existen relaciones inversas, de tipo logarítmico y exponencial, con alto grado de correlación, entre el

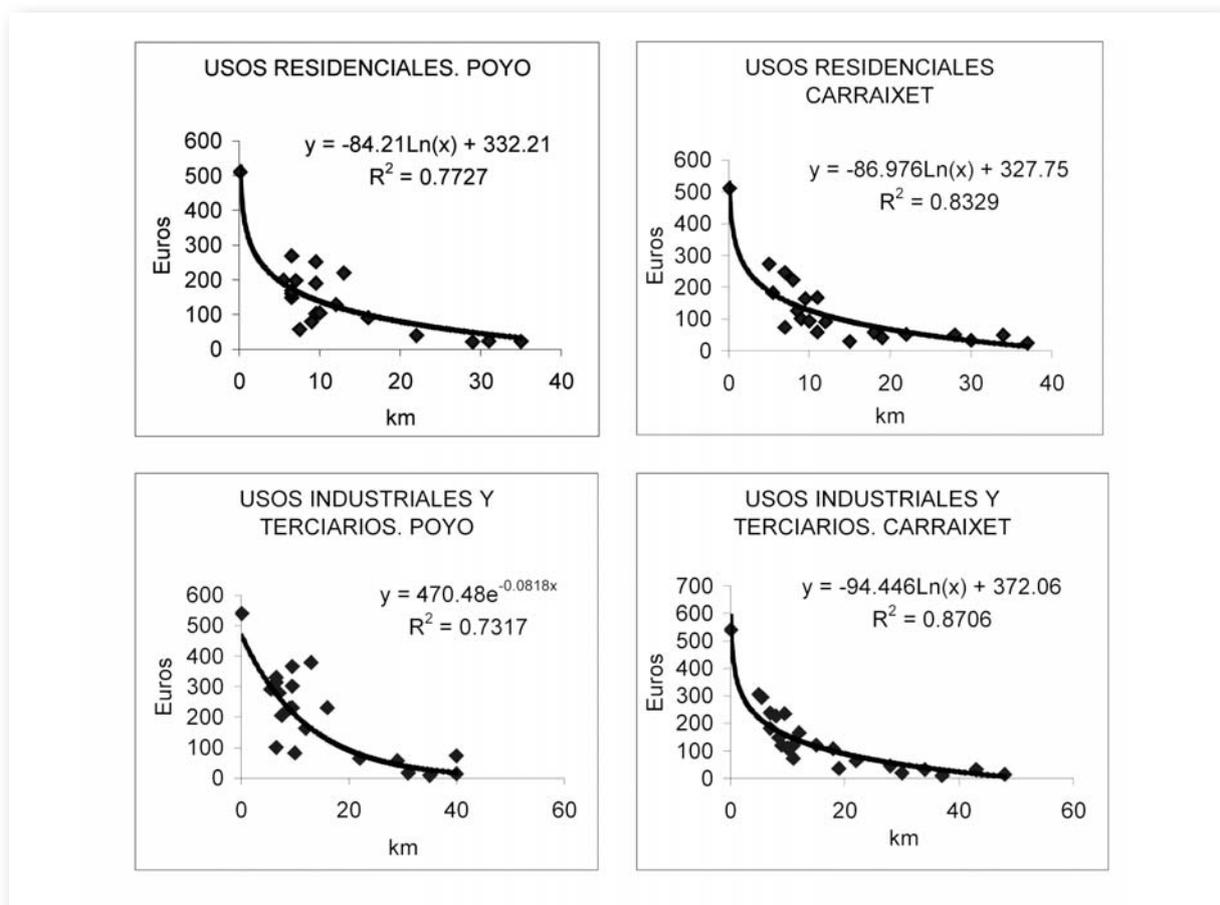


Figura 3.- Valor del suelo (€/ha) en función a la distancia a Valencia: a) usos residenciales en el llano del Poyo; b) usos residenciales en el llano del Carraixet; c) usos industriales y terciarios en el llano de Poyo y d) usos industriales y terciarios en el llano del Carraixet.

precio de las distintas categorías de suelo urbano y la distancia a Valencia, observándose un modelo diferente para cada llano. Con objeto de reflejar cartográficamente estos patrones, se estimó el precio del suelo urbano, en anillos concéntricos, cada 2 km, entorno a centro la ciudad de Valencia. A los polígonos incluidos en cada anillo se les asignó el valor teórico estimado según las curvas de tendencia de la Fig. 3.

Por último, señalar que en el mapa de valoración económica no se han analizado las superficies ocupadas por equipamientos públicos, puesto que constituyen un tipo de uso cuyo valor no está en función de la extensión territorial que ocupan, sino que responde a conceptos de diferente naturaleza, relacionados con funciones estratégicas de gestión del riesgo.

Mapas de exposición para diferentes escenarios de ocupación

Para la confección de los mapas de exposición se parte también del mapa de usos del suelo. Como ya se ha mencionado, se han tenido en cuenta tres escenarios de ocupación, en función del tiempo: jornada laboral, noches y días festivos. Se asume que desde las 8 hasta las 22 horas de los días laborables, la mayor parte de la población está realizando alguna actividad fuera de su domicilio habitual (centros de trabajo, estudio, comercios, etc.), mientras que de 22 a 8 horas regresa al hogar para descansar. La ocupación del espacio se considera diferente en los días festivos, en los cuales la mayoría de la gente disfruta de jornadas de asueto y no acude a los centros de trabajo o estudio. Así, se puede establecer el grado de exposición de un de-

terminado espacio, según un nivel teórico de densidad de ocupación, que está en función, a su vez, de que sea un día laborable o festivo y de que la franja horaria sea diurna o nocturna.

Según estos criterios se han elaborado tres mapas de exposición (laboral, nocturno y festivo), asignando valores entre 0 (mínima exposición) y 8 (exposición máxima), teniendo en cuenta el grado de ocupación del terreno en cada momento. Los equipamientos sanitarios se han considerado como caso aparte. Dada la peculiaridad de sus usuarios (personas enfermas, de escasa movilidad y no sujetas al horario laboral) se les ha adjudicado el mayor valor (8), con independencia de las franjas horarias.

La Tabla 2 constituye una muestra de asignación de niveles de exposición. En una jornada laborable, por ejemplo, el máximo nivel de exposición (8) se encuentra en los equipamientos escolares, mientras que los niveles más bajos (0 y 1) corresponden a los usos rústicos. Por su parte, los usos residenciales, industriales y terciarios presentan niveles medios de exposición (2 al 4). Durante la franja nocturna la exposición más alta (8) correspondería a los usos residenciales de alta densidad, seguido de las de media y baja densidad (niveles 4 al 6). La exposición más baja (0) la seguimos encontrando en los usos rústicos, a los que hay que añadir los centros educativos, industriales y la mayoría de los equipamientos públicos. Los niveles de exposición de los días festivos son muy parecidos a los de la noche, a excepción de determinados

NIVELES DE EXPOSICIÓN	JORNADA LABORAL (8-22h)	NOCHE (22-8h)	DÍAS FESTIVOS
0	Cauces de barrancos, cementerios, etc.	Usos escolares, industriales, terciarios, administrativos, zonas verdes, deportivos, cementerios, etc.	Usos escolares, educativos, laborales, etc.
1	Parques y zonas verdes	-	Cementerios
2	Zonas residenciales e industriales de baja densidad, usos deportivos y de ocio, algunos equipamientos (depuradoras) etc.	Instalaciones de seguridad ciudadana	Parques y zonas verdes, instalaciones de seguridad ciudadana, etc.
3	Usos urbanos de densidad media y zonas industriales de alta densidad.	-	-
4	Zonas residenciales de alta densidad, usos terciarios comerciales y de restauración, etc.	Zonas residenciales de baja densidad	Zonas residenciales de baja densidad, usos deportivos y de ocio.
5	-	-	-
6	-	Zonas urbanas de densidad media	Zonas urbanas de densidad media
7	-	-	-
8	Centros sanitarios y escolares	Zonas urbanas de alta densidad y centros sanitarios	Zonas urbanas de alta densidad y centros sanitarios

Tabla 2.- Ejemplo de asignación de niveles de exposición a usos de suelo según la franja horaria

equipamientos, que es precisamente durante estos días, cuando muestran una mayor afluencia de personas (parques, espacios de ocio y deportivos).

Mapas de vulnerabilidad

Los mapas de vulnerabilidad se han obtenido a partir de los cruces entre el mapa de valoración

económica del suelo y los mapas de exposición. La Tabla 3 resume los cruces y la asignación de valores de vulnerabilidad. Se han identificado seis agrupaciones en función de un rango específico de precios del suelo y de niveles de exposición similares. Una vez agrupados por conjuntos es mucho más sencillo asignar un valor de vulnerabilidad, mediante discusión de panel de expertos.

GRUPO	€/Ha	GRADO DE EXPOSICIÓN						USOS
		1	2	3	4	6	8	
A	11-528	1						Cultivos agrícolas de secano
B	7.567-9.591	2						Cultivos agrícolas de regadío
C	888.118-1.813.259	3	4	5	6	8	9	Residenciales, industriales y terciarios
D	2.028.355-2.738.401	3	4	5	6	8	9	Residenciales, industriales y terciarios
E	2.879.980-3.994.759	4	5	6	7	8		Industriales y terciarios
F	5.110.000-5.400.000	5	6	7	8	8	9	Residenciales, industriales y terciarios
G	(Sin valorar)						10	Equipamientos sanitarios y escolares

Tabla 3.- Niveles de vulnerabilidad a partir del cruce de la valoración económica de los usos del suelo y de su grado de exposición

En total se han establecido 10 niveles de vulnerabilidad. Los grupos A y B presentan una vulnerabilidad baja al estar integrados por usos agrícolas en los que el nivel de exposición es muy reducido. Los grupos C y D tienen un valor del suelo más elevado porque corresponden a usos urbanos, presentando una vulnerabilidad mayor en función de su densidad de ocupación. Los grupos E y F incrementan el grado de vulnerabilidad por cada nivel de exposición porque, además, el precio del suelo es más elevado. Por último, el grado 10 de vulnerabilidad se ha reservado para los equipamientos sanitarios en cualquier momento y los escolares durante las jornadas laborales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las Figs. 4 y 5 muestran la cartografía de vulnerabilidad de jornada laboral y de noche en los llanos de Carraixet y Poyo, respectivamente. Los mapas de los días festivos no se han incluido porque son muy similares a los de noche, exceptuando los espacios de ocio. La Fig. 6 refleja los cambios en el patrón espacial de vulnerabilidad entre la jornada laborable y la noche.

Se observa un comportamiento distinto en cada llano de inundación. El llano de Carraixet muestra (además de un cambio espacial) un incremento, en términos absolutos, de la vulnerabilidad durante la noche; mientras que el llano de Poyo mantiene más o menos los mismos niveles de vulnerabilidad, si bien se observa un cambio en la localización de las zonas problemáticas.

En Carraixet, durante el día, las áreas más sensibles se ubican en la proximidad de la ciudad de Valencia, debido a los usos residenciales de elevado precio. En general es un llano de vocación agraria, no existen grandes concentraciones industriales y la mayor parte de la población trabaja en la ciudad de Valencia, fuera de la zona de estudio. Es importante, sin embargo, su función residencial, con especial atención al papel que desempeña como área dormitorio de la metrópoli y de residencia secundaria. Este hecho se evidencia a través de un incremento de vulnerabilidad del 18% durante la noche que afecta sobre todo a los núcleos urbanos de Burjassot, Godella, Rocafort, Montcada, Alboraya, Tavernes Blanques, municipios alineados en torno a la antigua Carretera de Barcelona y distritos del norte de Valencia; frente a una disminución del 6%, en zonas comerciales e industriales.

El llano de Poyo no presenta cambios en la extensión, en términos absolutos, de la zona vulnerable entre el día y la noche (por la noche la vulnerabilidad aumenta un 10% en las zonas residenciales, pero disminuye un 9% en las industriales y comerciales). Reproduce, en parte, el esquema de Carraixet de concentrar los mayores valores de vulnerabilidad en las proximidades de Valencia. No obstante, existe un incremento de la misma, durante la jornada laboral, en un sector de importante actividad industrial, que se ubica en torno a las principales vías de comunicación que conectan Valencia con el sur de la provincia y con Alicante (polígonos industriales de la Pista de Silla). Durante la noche la mayor vulnerabilidad se traslada a una segunda línea, al oeste de este sector, donde

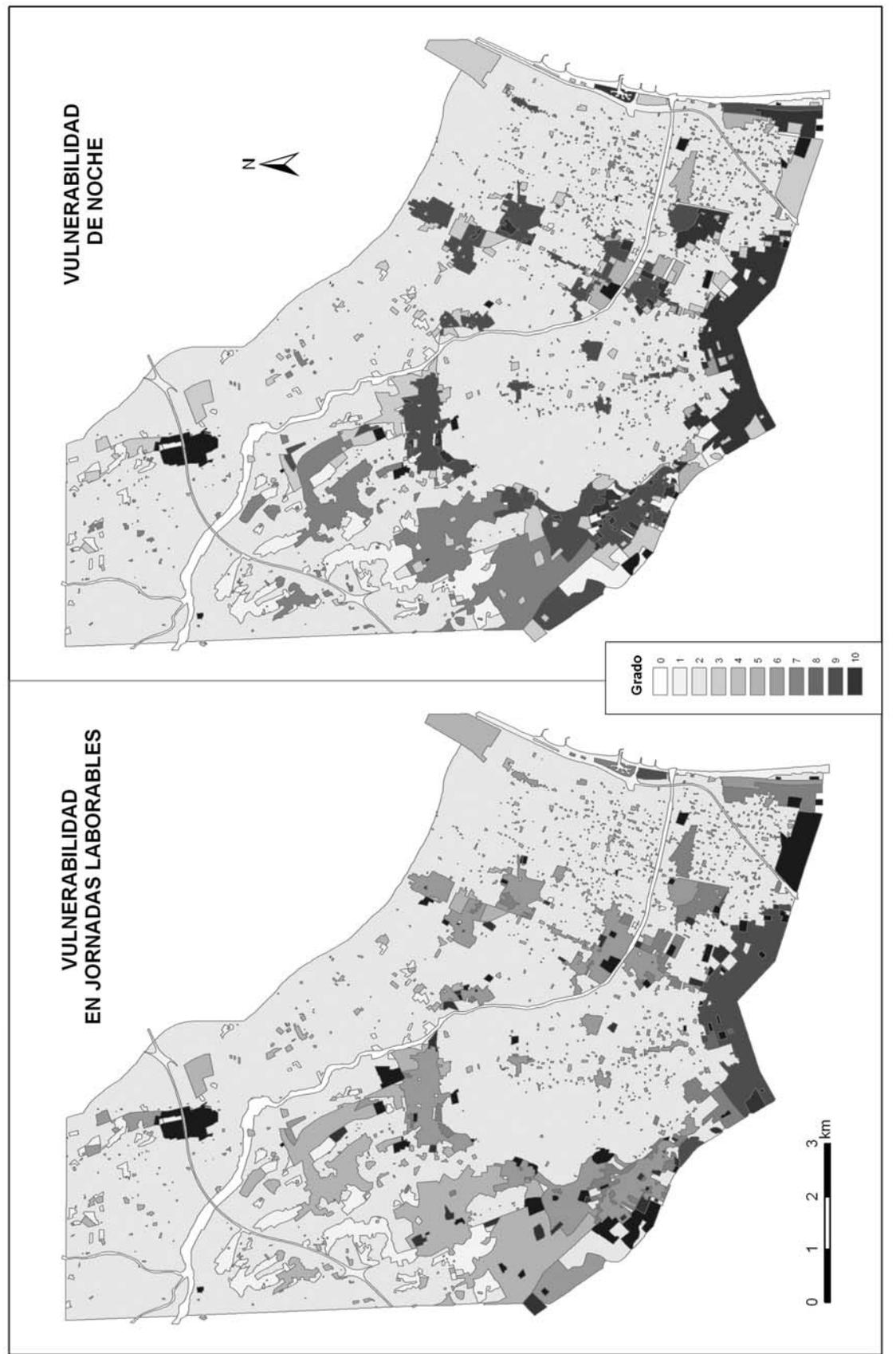


Figura 4.- Vulnerabilidad. Caso del Carraixet



Figura 5.- Vulnerabilidad. Caso del Poyo

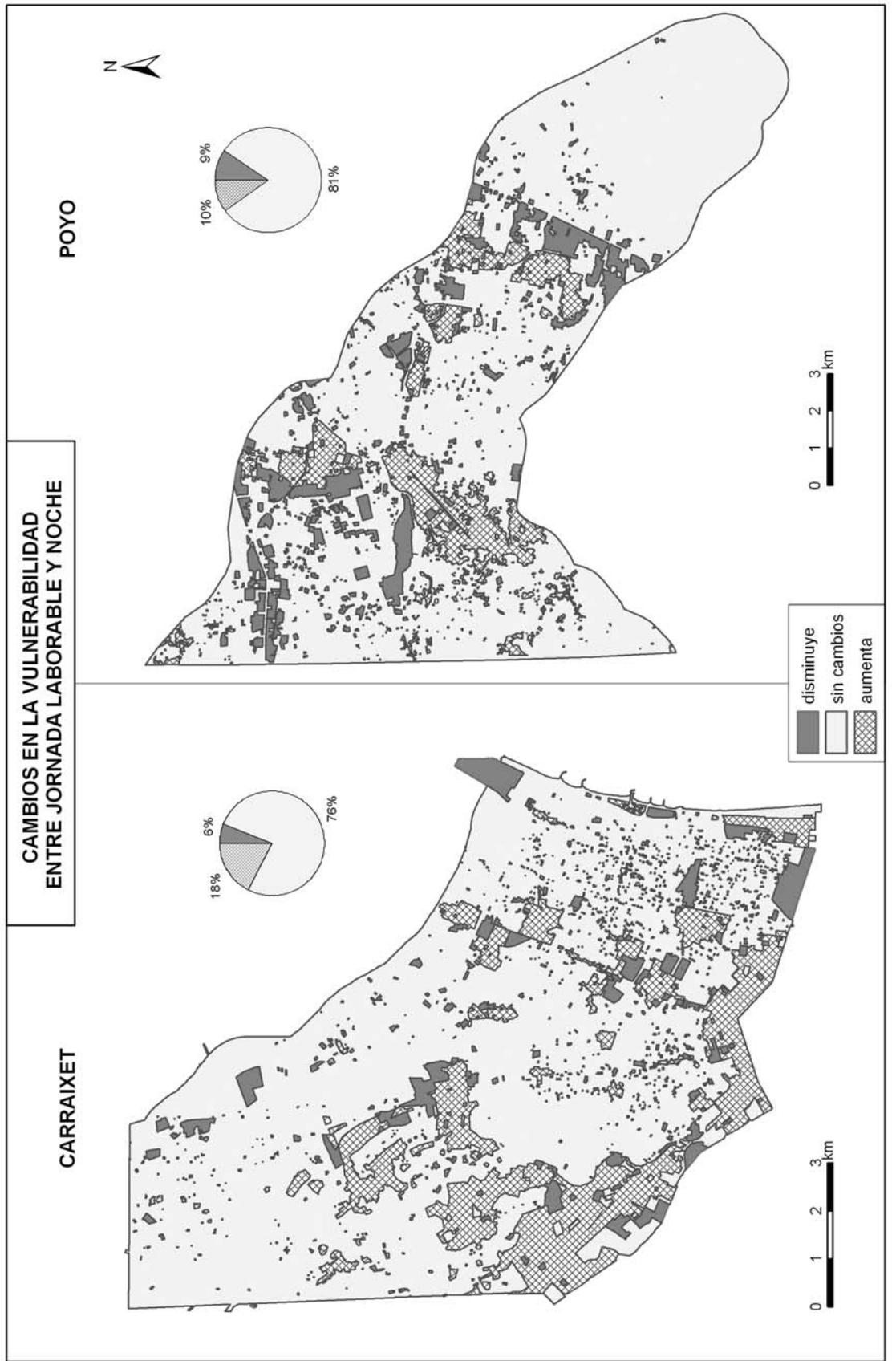


Figura 6.- Cambios en la vulnerabilidad. Ambos casos

se localizan los principales usos residenciales (Benetússer, Alfafar, Massanassa, Catarroja). Se revela así un comportamiento distinto de la dinámica de la vulnerabilidad según se trate del llano de Carraixet o de Poyo. Si bien los dos forman parte del Área Metropolitana de Valencia y han compartido su proceso de expansión urbana durante los últimos 50 años, la ocupación del suelo ha sufrido una evolución diferente, muy mediatizada en el llano de Poyo, por el desvío del cauce del Turia tras la inundación de 1957 (Plan Sur). Esta canalización contribuyó a la rápida desarticulación de los sistemas rurales de la Huerta Sur y a la densificación de su infraestructura industrial, de servicios y viaria (Carmona y Ruiz, 2000). El llano del Carraixet ha mantenido su estructura agraria hasta finales del siglo pasado y el cambio de usos ha virado sobre todo hacia la construcción de residencias urbanas.

La distinta estructura económica de ambos espacios ha configurado, por tanto, patrones de vulnerabilidad diferentes. La vulnerabilidad en el llano de Carraixet es mayor por la noche y en los días festivos que durante las jornadas laborales, en relación con los usos agrícolas y residenciales dominantes. En Poyo no existen grandes contrastes en términos absolutos, entre el día y la noche, sin embargo sí que resultan evidentes las diferencias en la ubicación de los espacios vulnerables, que durante el día están asociados a polígonos industriales y comerciales (en torno a los ejes de comunicación) y, por la noche, se limitan a las áreas residenciales.

CONCLUSIONES

La metodología ensayada se ha mostrado eficaz para diferenciar los patrones de vulnerabilidad en los llanos objeto de estudio, a partir de indicadores socioeconómicos sencillos basados en los usos del suelo.

La valoración económica de los usos del suelo revela un precio representativo común para cada categoría de uso agrícola, mientras que en el caso de los usos urbanos (residencial, industrial y terciario), existe una relación inversa, de tipo logarítmica y exponencial, entre el valor del suelo y la distancia al centro de la ciudad de Valencia.

En cuanto a los mapas de exposición humana al peligro, se han tenido en cuenta diferentes niveles de exposición para un mismo espacio, en función de su ocupación efectiva, según se tratara de jornada laboral, noche o día festivo.

Los mapas de vulnerabilidad han puesto de manifiesto que, si bien los dos llanos de inundación forman parte del Área Metropolitana de Valencia y han compartido su proceso de expansión urbana, presentan patrones diferentes de vulnerabilidad, como consecuencia de la desarticulación de los sistemas rurales que para el llano del Poyo supuso el desvío del cauce del Río Turia, tras la inundación de 1957. El llano de Carraixet ha evolucionado hacia una estructura fundamentalmente agraria con funciones de área dormitorio y residencial. El llano de Poyo ha desarrollado un tejido industrial más denso en torno a las principales vías de comunicación. Consecuencia de ello es que la vulnerabilidad en Carraixet

es mayor por la noche y en los días festivos que durante las jornadas laborales, mientras que en Poyo, las diferencias entre el día la noche afectan sobre todo a la ubicación de los espacios vulnerables, que durante el día están asociados a los polígonos industriales y comerciales, y, por la noche, se limitan a las áreas residenciales.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha realizado gracias a la financiación del Ministerio de Educación y Ciencia, proyectos CGL2007-65368 y REN2003-07171, cofinanciados por fondos FEDER. El tercer autor agradece, asimismo, la beca del Programa Nacional de Formación de Profesorado Universitario (FPU) concedida por el Ministerio de Educación y Ciencia.

BIBLIOGRAFÍA

Bayo, N.; E. Chicharro y A. Galve (1995): Aspectos teóricos en la medición de los impactos en el medio social de los residuos tóxicos y peligrosos. *Serie Geográfica* 5: 69-96.

Bescós, A. y A.M. Camarasa (2004): La creciente ocupación antrópica del espacio inundable y el aumento de la vulnerabilidad en las poblaciones del bajo Arga (Navarra). *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles* 37-2004: 101-117.

Birkmann, J. (2007): Risk and vulnerability indicators at different scales: Applicability, usefulness and policy implications. *Environmental Hazards* 7-2007: 20-31.

Birkmann, J. y N. Fernando (2008): Measuring revealed and emergent vulnerabilities of coastal communities to tsunami in Sri Lanka. *Disasters* 32-1: 82-105.

Camarasa, A.M. (1995): *Génesis de crecidas en pequeñas cuencas semiáridas: Barranc del Carraixet y Rambla de Poyo*. MOPT-Confederación Hidrográfica del Júcar, 252 pp.

Camarasa, A.M.; J. Salas. y E. Chuvieco (2001): Información geográfica y riesgos naturales. *El Campo de las Ciencias y las Artes*, BBVA: 103-136.

Cardona, O.D. (2005): *Indicators of disaster risk and risk management*. Main technical report. IDB/IDEA Program of Indicators for Disaster Risk Management. National University of Colombia, Manizales.

Dgedge, G.S. (2004): *El riesgo de inundación en el Bajo Limpopo (Mozambique)*. Tesis doctoral (inérita). Departamento de Geografía. Universidad de Alcalá de Henares.

Díaz, M.A. y C. Díaz (2002): El análisis de la vulnerabilidad en la cartografía de riesgos tecnológicos. Algunas cuestiones conceptuales y metodológicas. *Serie Geográfica* 10: 27-42.

Dilley, M.; R.S. Chen; U. Deichmann; A. Lerner-Lam y M. Arnold (2005): *Natural Disaster Hotspots. A Global Risk Analysis*. The World Bank. Washington DC., Hazard Management Unit.

Marskrey, A. -ed.- (1993): *Los desastres no son naturales*. Colombia, La RED: Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina.

ONU/EIRD (2005): *Marco de acción de Hyogo 2005-2015*. Secretaría de la Estrategia Internacional de la ONU para la Reducción de los Desastres. Ginebra. (Disponible en la web: www.unisdr.org)

Zavala, P. (2002): *Análisis espacial de la vulnerabilidad sísmica aplicando SIG y teledetección: el caso de la ciudad de Arica*. Tesis doctoral (inédita). Departamento de Geografía. Universidad de Alcalá de Henares.

Parrot, R. y F.P. Stutz (1991): Urban GIS applications. En Maguire, Goodchild y Rhind eds: *Geographical Information Systems. Principles and applications*. New Cork, Longman, Vol. 2: 247-260.

Rodríguez, V.M. (2008): *Aplicación de los Sistemas de Información Geográfica a la actividad de las Organizaciones no Gubernamentales de Desarrollo*. Tesis doctoral (inédita). Departamento de Geografía. Universidad de Alcalá de Henares.

Ruiz, J.M. y P. Carmona (2000): Las inundaciones de los ríos Júcar y Turia. *Serie Geográfica* 9: 49-70.

Salom, J. y J.M. Albertos (2006): Industria y ciudad. El Área Metropolitana de Valencia. *Industria y ciudad en España: nuevas realidades, nuevos retos* (Méndez, R. y H. Pascual, -eds.-). Cizur Menor (Navarra). Thomson-Civitas, Estudios y monografías de economía: 273-306.

UN/ISDR (2004): *Living with Risk. A Global Review of Disaster Reduction Initiatives*. United Nations International Strategy for Disaster Reduction. Geneva.

White, G.F. (1974): *Natural Hazards. Local, National, Global*. New York, Oxford University Press.