de la Riva, J., Ibarra, P., Montorio, R., Rodrigues, M. (Eds.) 2015
Análisis espacial y representación geográfica: innovación y aplicación: 787-796
Universidad de Zaragoza-AGE. ISBN: 978-84-92522-95-8

Vulnerabilidad de redes en situaciones de emergencia por inundación. El caso de la huerta de Murcia

A. Pérez Morales[1], J.L. Rubio Iborra[1], D. Ibarra Marinas[1]

[1]Departamento de Geografía, Universidad de Murcia. C. Santo Cristo, 1, 30.001 Murcia.

alfredop@um.es, joseluis.rubio@um.es, adaniel.ibarra@um.es

RESUMEN: La gestión eficaz de situaciones de emergencia resulta de vital importancia para la minimización de los daños potenciales derivados de una catástrofe. Desafortunadamente, los protocolos comúnmente empleados (ej. Directriz Básica de Protección Civil, 1995) suelen adolecer de debilidades casi siempre relacionadas con un proceso de toma de decisiones deficiente, que a la postre suelen derivar en un incremento en el balance final de pérdidas. En este sentido, la cartografía del riesgo representa una herramienta de gran utilidad para reforzar esas decisiones y sirve de soporte para minimizar el grado de incertidumbre de acciones tan trascendentales como la logística de las unidades de rescate.

El objetivo principal de este trabajo es elaborar una cartografía que permita analizar la accesibilidad a través de la red de transporte por carretera a los principales puntos de rescate de la Huerta de Murcia tras una inundación. La accesibilidad se ha estimado mediante un análisis de redes utilizando como escenario hipotético el asociado a un periodo de retorno de 100 años. Los resultados arrojan una matriz de orígenes (centros de gestión de la emergencia) y destinos (nodos de la red) que permite identificar los itinerarios más eficientes en coste de tiempo y los ámbitos aislados o difícilmente accesibles.

Palabras-clave: inundación, periodo de retorno, emergencia, vulnerabilidad de red, matriz de O-D.

1. INTRODUCCIÓN

Las lluvias torrenciales con efectos de inundación constituyen, tras los temporales marítimos, el peligro climático que mayor pérdida de vidas causa en España, y, junto a las secuencias de sequía, el que provoca más daños económicos. Así lo ponen de manifiesto recientes estudios realizados por el IGME en colaboración con el Consorcio de Compensación de Seguros, que estiman los costes anuales de estos fenómenos en cifras próximas al 1% del PIB nacional, habiéndose producido más de dos centenares de víctimas mortales en nuestro país durante la última década (Consorcio de Compensación de Seguros, 2013).

Una posible solución para mitigar este problema consiste en dar un mayor protagonismo a las medidas no estructurales. Sin embargo, pese a que la comunidad científica lo sugería de forma unánime desde hace décadas (Cardona, 2001), las medidas como la planificación correcta de zonas inundables no han alcanzado el grado de profundidad y eficiencia necesario entre los instrumentos de gestión y gobernanza territorial (Fernández, 2007, Olcina, 2007) y el peligro sigue produciendo unas pérdidas económicas crecientes. En términos generales se puede afirmar que las tareas de control del peligro concentraron todos los esfuerzos y atenciones en detrimento de un conjunto de elementos que eran, a todas las luces, los principales creadores del riesgo, es decir, los sociales representados a través de la vulnerabilidad.

A pesar de esta sucesión de pasos desafortunados, gracias a las medidas de gestión de la emergencia dependientes en los organismos de Protección Civil, se ha podido al menos reducir el número de víctimas mortales a nivel global (EM-DAT, 2010). La experiencia indica que hay un diseño bastante eficaz de dichas estrategias, y una integración de actuaciones de los distintos cuerpos y fuerzas de seguridad. Sin embargo, el análisis pormenorizado de las mismas (ej. Directriz Básica de Protección Civil, 1995) todavía adolece de una serie de cuestiones que despiertan un alto grado de incertidumbre y que podrían desmerecer su eficiencia si acontecen posibles escenarios catastrofistas como los que aventuran los informes del panel intergubernamental sobre el cambio climático (IPCC, 2014).

En general, los protocolos de actuación en caso de emergencia por inundaciones comúnmente

empleados suelen presentar debilidades casi siempre relacionadas con un proceso de toma de decisiones que, sin llegar a desmerecer de su eficiencia, podría mejorarse proporcionando a los responsables una mayor cantidad de información sobre el estado de la cuestión ante situaciones de contingencia.

En áreas urbanas, el problema de las inundaciones ya sea motivado por una avenida vehiculada a través de un curso fluvial integrado de forma forzada en el callejero, o bien, por la simple obstrucción del alcantarillado después de un chubasco de fuerte intensidad horaria, motiva, frecuentemente, un escenario caótico y difícil de abordar por las tareas de rescate. Estas situaciones se caracterizan por una multiplicación instantánea de los puntos de demanda de socorro aleatoriamente distribuidos acompañado de un corte de carreteras y vías de acceso a dichos puntos. En estas circunstancias, contar con cualquier tipo de dato adicional que permita establecer cierto grado de control de la situación resulta de especial interés ante un escenario que, en la mayoría de ocasiones se presenta caótico. Para lo anterior, los Sistemas de Información Geográfica son herramientas de gran provecho. Entre sus utilidades cuentan con el análisis de redes de transporte, el cual, es de vital importancia para gestionar de forma diligente el traslado de equipos de rescate ante eventos como las inundaciones. Aunque su aplicación inicial tenía un cometido más vinculado con los problemas relacionados con la logística de bienes como la identificación de rutas, encontrar los trazados más cortos u optimizar y analizar la conexión entre orígenes y destinos múltiples (Curtin, 2007), desde entonces, los trabajos desarrollados con esta metodología han ido multiplicándose exponencialmente y ganando en complejidad. Una de las aplicaciones de estas técnicas que mayor éxito han tenido son las referentes al estudio de las interrupciones del tráfico en determinados tramos de la red por diversos motivos (inundaciones, accidentes, trabajos de mantenimiento, etc). Rodríguez y Gutiérrez (2012) señalan que este tipo de estudios se clasifican dentro del concepto de vulnerabilidad de la red (Berdica, 2002), o lo que es lo mismo, la susceptibilidad de una red de transporte en los niveles de servicio y las condiciones de accesibilidad una vez afectada. Precisamente, en caso de catástrofe, las redes de carreteras pueden sufrir alteraciones importantes en su funcionalidad, cuando son precisamente el medio utilizado para el rápido acceso a las áreas afectadas (Bono y Gutiérrez, 2011). Se trata de un tema específico dentro de esta línea que ha motivado algunos trabajos recientes principalmente desarrollados en las últimas dos décadas: Haghani y Oh (1996), Chang (2003), Özdamar et al. (2004), Chang et al. (2007), Sheu (2010) para desastres en general; Fiedich et al. (2000), Bono y Gutiérrez (2011) sobre la sensibilidad de la red a movimientos sísmicos y Sohn (2006), sobre la vulnerabilidad a las inundaciones desde el punto de vista de la accesibilidad.

Este tipo de trabajos son de gran utilidad para su aplicación en los procesos de planificación de emergencias contenidos en los documentos realizados a tal efecto. Los planes de gestión anteriormente señalados deben prever todas estas contingencias con antelación y disponer las tareas de logística del rescate de la forma más rápida posible. Sin embargo, tal nivel de preparación parece que no existe en la actualidad (Chang et al., 2007). Un ejemplo de esta ausencia se puede advertir en el documento del Plan INUNMUR (Plan Especial de Protección Civil ante Inundaciones). En su apartado “3.2.2 Fase de Emergencia” distingue cuatro niveles en función de la gravedad, de la extensión territorial y de los recursos disponibles para el control de dicha emergencia. En escenarios tipo 2, la Comunidad Autónoma organiza un Comité de Dirección que se estructura de acuerdo al organigrama de la figura 1.En dicho comité se encuentran la figura del Coordinador de Bomberos cuyas funciones pasan por movilizar los medios de bomberos adecuados para hacer frente a las emergencia. Sin embargo, y aunque es una decisión determinante en el balance final de un evento, nada se detalla sobre la disponibilidad la información que éste cuenta para tomar esas decisiones.

A fin de facilitar una mejora de instrumentos como el señalado se ha seleccionado como área de estudio donde aplicar la metodología que se propone uno de los ámbitos que interesan a la gestión de, los límites aproximados de la Huerta de Murcia, concretamente, los términos administrativos de Alcantarilla, y el sector de Huerta perteneciente al municipio de Murcia (ver figura 2). Desde el inicio de su ocupación por los árabes en el s. IX, los problemas relacionados con las inundaciones han sido constantes debido al comportamiento en ocasiones extremo de las descargas del Segura. El llano de inundación de dicho río, es un espacio en el que las débiles pendientes favorecen la acumulación de sedimentos en ambas márgenes a modo de motas lo que motiva la elevación progresiva del cauce natural y la dificultad de drenaje de las tierras bajas en situaciones de desbordamiento por crecida. Asimismo, sobre la ciudad confluye por la margen derecha el río Guadalentín, curso fluvial de comportamiento espasmódico y que genera serios problemas sobre Murcia cuando concurren al mismo tiempo sus avenidas con las del Segura. Por último, un problema que comienza a acentuarse desde la expansión de la ciudad hacia los flancos orográficos del valle, es el de la red de ramblas y barrancos que drenan dichas vertientes (ramblas de Espinardo, de Churra y del Carmen, principalmente) y que han sido integradas en el callejero de forma forzada y sin las canalizaciones adecuadas. Ante este contexto de gran vulnerabilidad biofísica se ha tratado de actuar, principalmente, mediante la apuesta casi en exclusivo por las medidas de carácter estructural (Calvo, 2006; Pérez, 2010).

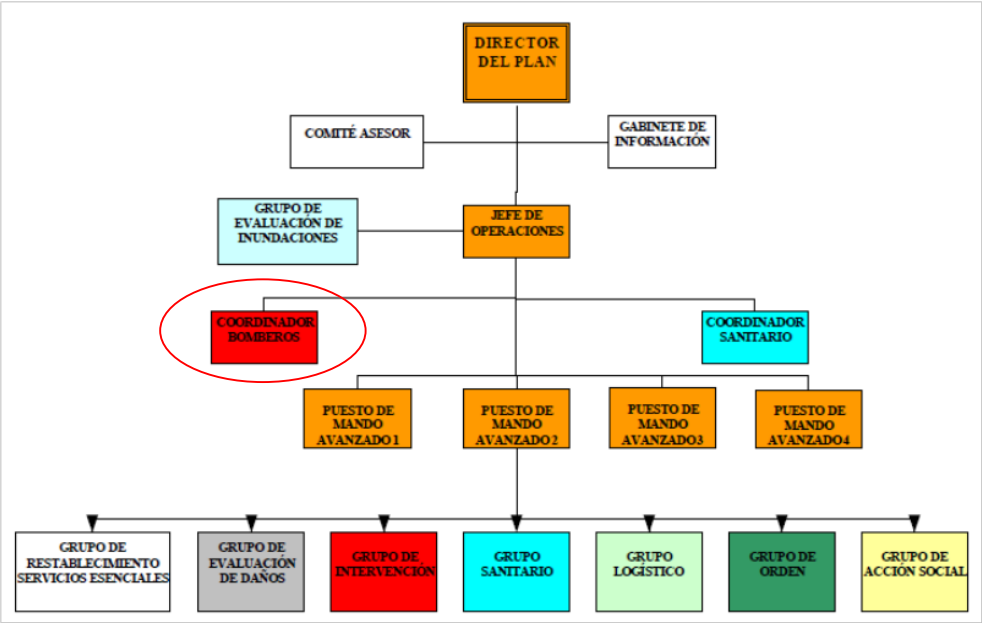

Figura 1. Organigrama de actuación en caso de emergencia según el Plan INUNMUR. Se ha señalado con una elipse al coordinador de bomberos.

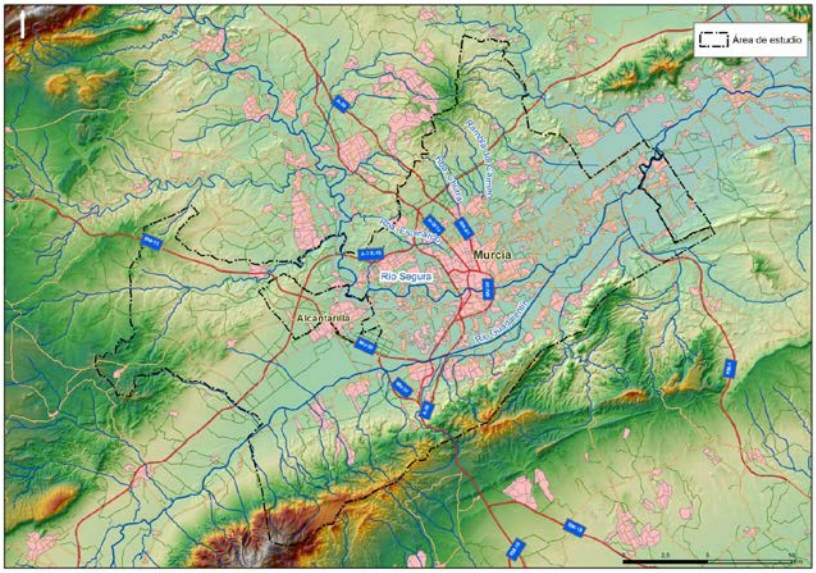

Figura 2. Mapa del área de estudio.

En términos generales, la obra pública de defensa contra avenidas, presenta un nivel de seguridad aceptable para la ciudad de Murcia. Sin embargo, la intensificación de los procesos de crecimiento urbano desde los años sesenta del s.XX sobre zonas que hasta entonces habían permanecido deshabitadas pero si regularmente afectadas por las inundaciones, compensaron esa supuesta minimización de la exposición resultado de las medidas de defensa, y un traslado del riesgo a otros ámbitos como la zona norte de la ciudad.

El objetivo del presente estudio es llevar a cabo un análisis de redes en situación de emergencia por inundación aplicado en el ámbito geográfico de la Huerta de Murcia. El enfoque aplicado evalúa mediante técnicas SIG la accesibilidad en redes interrumpidas por inundaciones a partir de un escenario de catástrofe hipotético. La materialización de los resultados en forma de mapas representa una herramienta de gran utilidad para mejorar y facilitar aquellas acciones necesarias para controlar de forma efectiva una situación de crisis por medio de un reforzamiento de la movilidad de las unidades de rescate.

2. METODOLOGÍA

Como cualquier trabajo que trate de forma íntegra la cuestión del riesgo con origen en la natural la metodología y fuentes aplicadas combinan, de un lado, el factor físico o peligro a partir de la zona inundable y los calados (Periodo de Retorno 100) proporcionados por el Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI[1]). Se trata de una capa de información espacial en formato raster (2x2 m) elaborada por el Ministerio de Agricultura, Agua y Medio Ambiente (MAGRAMA) siguiendo los principios de la Directiva 2007/60 sobre evaluación y gestión de riesgos de inundación. El raster mencionado fue depurado de acuerdo a un umbral de profundidad de >50 cm. Se considera que dicho calado supone un obstáculo que cualquier vehículo de emergencia entre los que componen el censo vigente de dispositivos operativos (Villar, 2009) no podrían rebasar y, por ende, la carretera quedaría cortada por tal magnitud de agua.

De otro, el factor humano, representado por la red de transporte por carretera. La información espacial y metadatos asociados se han obtenido del Proyecto Cartociudad[2]. Dicho trabajo está coordinado por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) y se genera a partir de datos oficiales del IGN, la Dirección General del Catastro (DGC), el Instituto Nacional de Estadística (INE) y el Grupo Correos. Entre otros resultados disponibles al público está la red viaria continua descargable a través del IGN y que sirve como la red empleada para el presente trabajo. Esta cartografía cuenta con toda la información desglosada por tipología de viario: Autovía, autopista, camino, carretera convencional, pista, senda y vía urbana.

Una vez que se dispone de ambas capas, se ha procedido a su tratamiento siguiendo el siguiente esquema de geoprocesamiento (Figura 3):

- Intersección del viario con la zona inundable del PR100 con calados superiores a 50 cm con el que se obtiene la red de transporte en situación de emergencia.
- Corrección topológica del viario resultante eliminando aquellos tramos con longitud inferior a 5 m y que podrían interferir en el análisis de red posterior.
- Cómputo del campo coste (segundos) de cada tramo. Se estima que la velocidad promedio estaría un ≈20% por encima del límite máximo permitido para cada vía dada la situación de emergencia y las características de los vehículos que suelen intervenir en los operativos de rescate. En la tabla 1 se incluyen las velocidades empleadas. El cálculo del coste se hace a partir de la siguiente fórmula:

$$Coste\ por\ tramo\ (seg) = \frac{Longitud\ del\ tramo\ (m)}{velocidad\ \left(\frac{km}{h}\right) \cdot \left(\frac{1000}{60}\right)}$$

Tabla 1. Velocidades estimadas en situación de emergencia empleadas para el cálculo del coste

TIPO DE VÍA	*Velocidad estimada en situación de emergencia (km/h)*
Autopista	140
Autovía	140
Camino	60
Carretera convencional	100
Pista	60
Senda	40
Vía urbana	60

[1]SNCZI: http://www.magrama.gob.es/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/snczi/acceso-servicio-wms/
[2] CARTOCIUDAD: http://www.cartociudad.es/portal/

- Extracción de nodos de la red en situación de catástrofe que configuran los destinos. Lógicamente, los orígenes corresponden con los cuatro parques de bomberos que de forma convencional dan cobertura al área de estudio: Alcantarilla, Espinardo, Infante y San Ginés.
- Aplicación del complemento "Red" en gvSIG 1.12 para obtener la matriz de orígenes y destinos. Se ha utilizado una tolerancia para orígenes de 50 m. Para los se emplean los nodos que componen la propia red.
- Procesamiento estadístico mediante tabla dinámica para el cálculo del tiempo mínimo desde cada origen (centro de emergencia) a cada destino (nodos de la red). La base de datos resultante permite identificar el parque y el coste mínimo asociado a cada nodo/destino. Posteriormente esa información vuelve a asociarse mediante unión de tablas a la capa de nodos original.
- Interpolación del coste mínimo por nodos. Se ha utilizado el método del Inverso de la Distancia Ponderada (IDP) con radio de búsqueda variable, tres puntos de cálculo (el nodo anterior y posterior) y una distancia máxima de interpolación de 25 metros para ajustar el proceso al tamaño aproximado de un vial y mejorar la visualización de la salida cartográfica. El resultado arroja un mapa de impedancia que permite identificar por medio de una graduación de color el tiempo mínimo de desplazamiento a cada origen.
- Por último se ha realizado una segunda interpolación siguiendo el mismo procedimiento que en el anterior punto pero esta vez relacionando puntos de destino según el denominador común del parque que les da servicio ante el escenario de emergencia analizado. Con dicho procedimiento se ha obtenido una segunda salida cartográfica que permite identificar la zona de servicio de cada uno de los parques según el coste mínimo de cada destino.

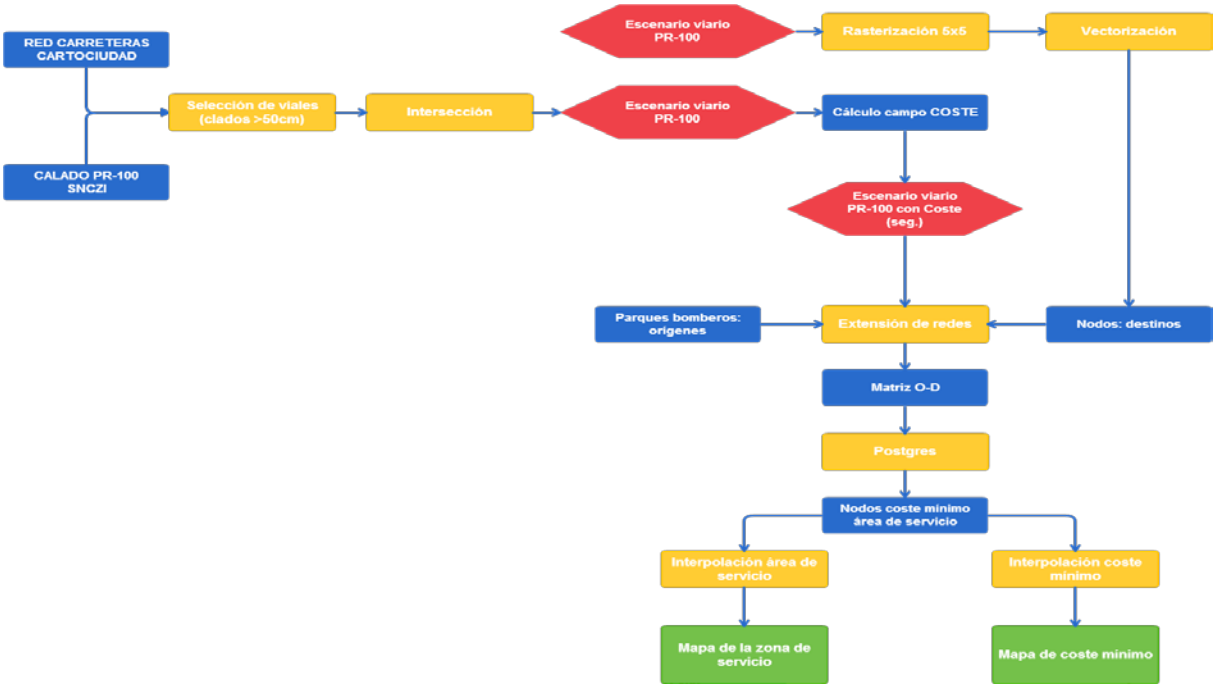

Figura 3. Modelo conceptual aplicado para la obtención del mapa de zona de servicio y de costa mínimo. Azul: resultados parciales, amarillo: geoprocesamientos, rojo: escenario de emergencia (viario-inundación) y verde: resultado final.

3. RESULTADOS

De producirse una inundación que diese lugar al escenario considerado en el presente estudio, el análisis de redes aplicado da como resultado las cifras que se recogen en la tabla 2. Se trata valores correspondientes a situaciones muy adversas, bastante semejante a eventos como los acontecidos en 1946, 1948, 1989 (CNHI, 2014). En términos del Plan INUNMUR se trataría de una inundación de nivel 2 o, incluso, 3, en la que además de intervenir los dispositivos locales, deberían de reclamarse ayudas a otros

cuerpos de seguridad de nivel nacional.

Tabla 2. Resultados absolutos del viario para el escenario del PR 100

Viario original del área de estudio (m)	*Vía con cobertura del servicios de emergencias (m)*	*Vía intransitable por vehículos de emergencia por inundación (m)*	*Vía sin cobertura del servicio de emergencias (m)*	*Porcentaje intransitable por vehículos de emergencia respecto al total (m)*	*Porcentaje de vía cortada respecto al total (m)*
1.527.740,58	948.576,63	200.856,24	608.820,34	12,90%	39,09%

Ante tal situación, la gestión de la logística del rescate quedaría determinada en tiempos de coste de acuerdo al mapa de coste mínimo (figura 4). De su interpretación se pueden advertir varias cuestiones de interés que merecen ser analizadas con detalle. Los principales problemas o puntos de rescate se localizarían en el centro del ciudad de Murcia debido a que se trata de la zona más poblada y siendo además la más afectada por los derrames de agua del río Segura y la confluencia de esos caudales con las avenidas vehiculadas por las ramblas que drenan el norte de la ciudad. Dichos lugares requerirían el mayor número potencial de actuaciones de emergencia y, en consecuencia de dispositivos móviles y agentes. Los parques de bomberos correspondientes para dar cobertura a esa zona serían el de Espinardo y el de Infante. Los tiempos medios de llegada a los puntos terminales donde se corta la red con el agua estarían entorno a los 2 minutos. Por otro lado, gracias al buen comportamiento de la canalización del río Segura, el parque Infante, precisamente el que cuenta con un mejores medios, no quedaría aislado de la zona norte, y podría prestar servicios de respaldo al correspondiente para esa zona, el de Espinardo.

Por su parte, la zona meridional presenta los valores de coste más elevados debido a que el único vial de acceso que conecta la margen izquierda con la derecha del río que no queda cortado por inundación es la autovía A-30 al estar elevada por encima del lecho de inundación. La zona comúnmente conocida como Costera Sur o vertiente meridional de las sierras prelitorales permanece al margen de los efectos de la inundación al localizarse sobre las laderas de dichos relieves, lo que la convierte en el acceso de mayor penetración para alcanzar el sector oriental de la Huerta de Murcia. Como ya se ha indicado, estas circunstancias motivan que la gestión del rescate se demore significativamente conforme nos desplazamos aguas abajo del río Segura.

Los resultados del análisis de redes también nos permiten obtener el mapa de las áreas de servicio (figura 5) con el que se puede identificar la zona de cobertura de rescate que proporciona cada una de las estaciones de bomberos de acuerdo al valor del coste mínimo de llegada a cada destino y la red del escenario de inundación analizado. De esta forma se advierten desajustes que podrían influir negativamente en una mala gestión y proceso de toma de decisiones. La tabla 3, permite evidenciar en términos absolutos la zona de cobertura medida en kilómetros de viario cubierto por cada estación.

Los casos más evidentes corresponden a los parques de Espinardo y San Ginés. El primero vería reducida su zona de servicio sustancialmente debido al corte de las carreteras hacia el suroeste y noreste por las ramblas de Espinardo y del Carmen, respectivamente. Ante esta eventualidad, el Parque de Bomberos de Alcantarilla, localizado a algo más de 13 kilómetros, debería de hacerse cargo de su zona de servicio con el consiguiente retraso en la respuesta de socorro en esa zona al Oeste de Espinardo.

En cuanto a San Ginés, la situación sería similar al caso anteriormente comentado y su área de acción se ceñiría al ámbito del Polígono Industrial Oeste de Murcia. Ambos casos ponen de manifiesto la necesidad de medidas para su subsanación.

Por último, destaca el alto grado de cobertura al que se ve sometido el Parque Infante debido a las restricciones espaciales de los dos anteriormente comentados, especialmente el de Espinardo, que de acuerdo a la estrategia municipal de la ciudad es el que se reparte junto con el de Infante el servicio de la ciudad de Murcia. A pesar de contar esta última estación con el mayor número de agentes y dispositivos, su zona de cobertura en caso de inundación podría comprometer su capacidad de respuesta.

4. CONCLUSIONES

La metodología propuesta mediante el empleo de análisis de la vulnerabilidad de redes en situaciones de emergencia por inundación permite obtener una cartografía que ha demostrado un grado aceptable de

precisión. Lo anterior nos invita a pensar sobre la conveniencia del uso de estos mapas para la mejora del proceso de toma de decisiones y la reducción del nivel de incertidumbre que ello conlleva. Esto es posible, principalmente, gracias al nivel de detalle facilitado por las fuentes manejadas, tanto en lo que se refiere al peligro, modelizaciones hidrológico hidráulicas, o lo humano, la red de transporte.

Las posibilidades que se abren considerando estas ventajas son innumerables pero, sobre todo, permitirían llevar a cabo estudios con distinta escala espacio temporal que mejorarían significativamente los resultados y el ámbito de su aplicación. Por otro lado, la metodología propuesta en el presente trabajo es además reproducible en el desarrollo de análisis de carácter más complejo que incluyan la multiplicidad de escenarios en función de las cuencas hidrográficas intervinientes y sus distintos periodos de retorno. Asimismo, se podrían relacionar esas salidas múltiples y los diferentes viarios resultantes, con la población residente a nivel de sección censal (Márquez, 2014) o, incluso, con fuentes como el catastro.

A pesar de todas las bondades enumeradas, todavía existen carencias informativas que suponen un verdadero obstáculo para optimizar el rigor de los resultados. Alguna de esas variables que podrían influir son, por ejemplo: el estado físico de la carretera para el cálculo del coste o variables aleatorias dinámicas de difícil estimación como puede ser el tráfico en el momento de la toma de decisión. Se trata de nuevos retos que abren la posibilidad a una profundización en trabajos más ambiciosos.

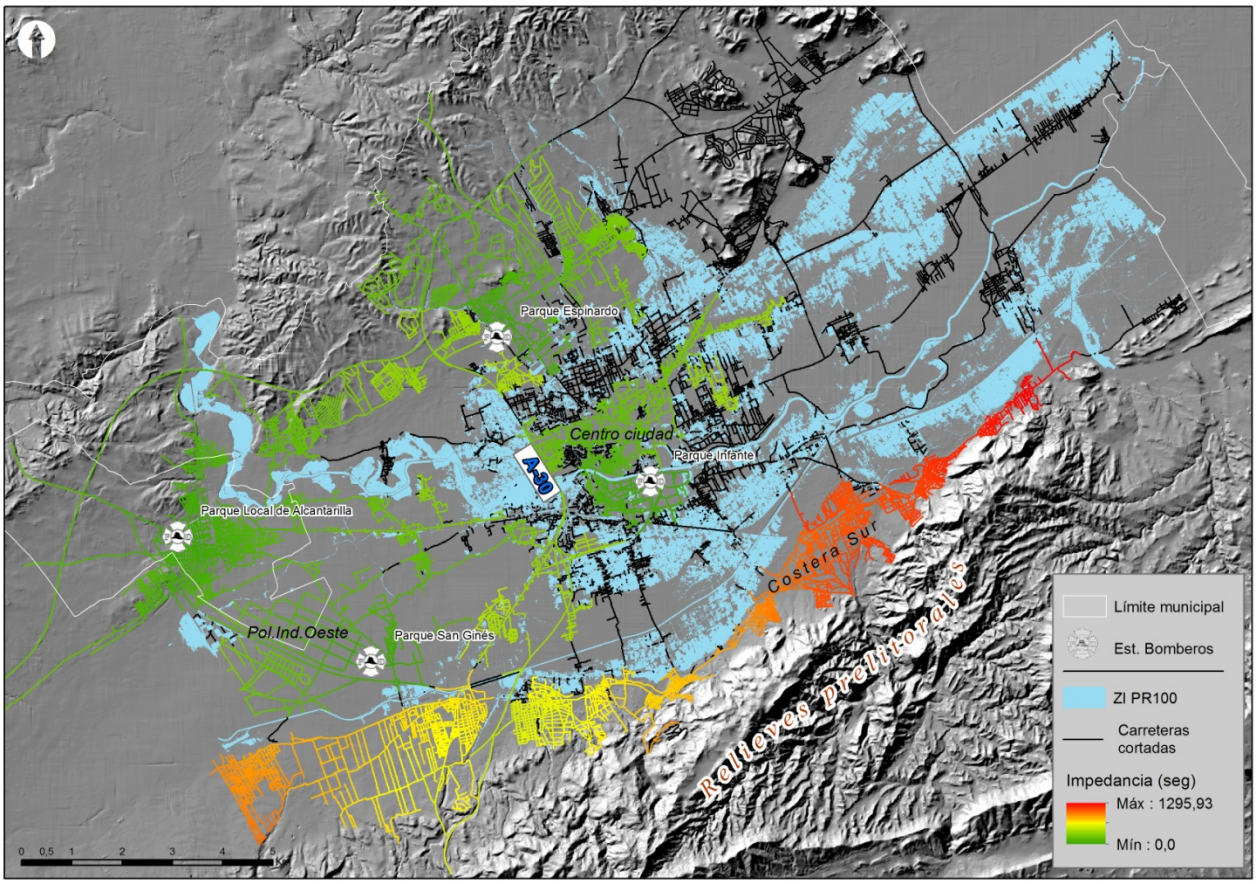

Figura 4. Mapa de coste mínimo.

Tabla 3. Resultados absolutos del viario para el escenario del PR 100

Estación de bomberos	*Área de servicio (m)*	*Porcentaje*
Espinardo	147.184,24	15,5
El Infante	455.276,47	47,9
Alcantarilla	250.856,18	26,4
San Ginés	95.259,74	10,0

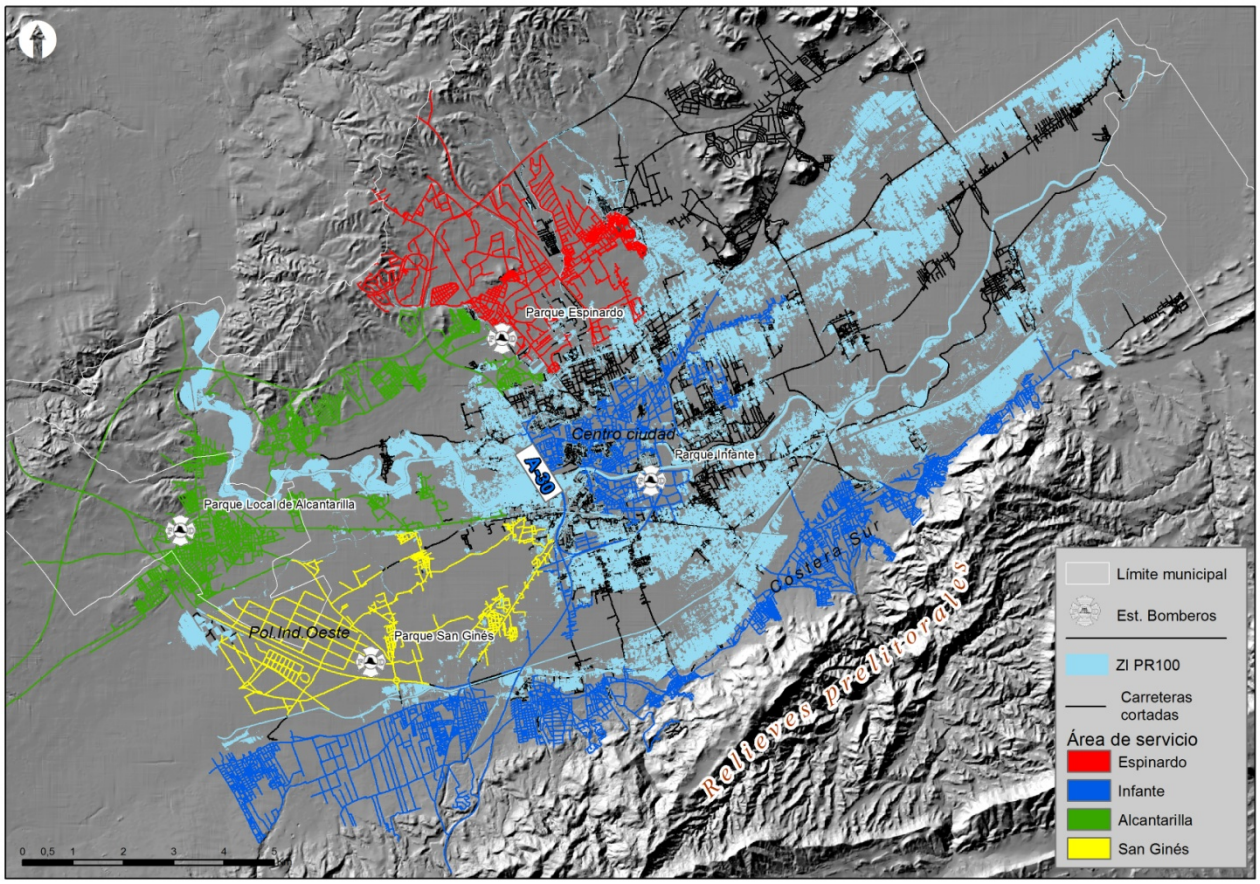

Figura 5. Mapa de áreas de servicio.

5. BIBLIOGRAFÍA

Barredo, J. I. (2009): "Normalised flood losses in Europe: 1970–2006". Natural Hazards and Earth System Science, 9 (1), 97-104.

Bautista, J. (1989): "Las avenidas en la Cuenca del Segura y los planes de defensa". En Reunión Científica Internacional sobre Avenidas Fluviales e inundaciones en la Cuenca del Mediterráneo, 469-482.

Berdica, K. (2002): "An introduction to road vulnerability: what has been done, is done and should be done". Transport Policy, 9, 117-127.

Bono, F. y Gutiérrez, E. (2011): "A network-based analysis of the impact of structural damage on urban accessibility following a disaster: the case of the seismically damaged Port Au Prince and Carrefour urban road networks". Journal of Transport Geography, 19, 1443-1455.

Calvo García-Tornel, F. (2006): Peligro de inundaciones en el Sureste peninsular. Riesgo de inundaciones en el Mediterráneo occidental. Madrid, Casa de Velázquez, Universidad de Alicante, 215-238.

Cardona, O. D. (2001): "La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo. Una crítica y una revisión necesaria para la gestión". En Work-Conference on Vulnerability in Disaster Theory and Practice. Wegeningen, Disaster Studies of Wegeningen University and Research Center. Available from< http://www. desenredando. org/public/articulos/2003/rmhcvr/rmhcvr_may-08-2003.

Castejón, G. y Romero, A. (2014): "Inundaciones en la región de Murcia en los inicios del siglo XXI". Biblio 3w: Revista bibliográfica de geografía y ciencias sociales. Universidad de Barcelona, 19, 1102.

Chang, M. S., Tseng, Y. L., y Chen, J. W. (2007): "A scenario planning approach for the flood emergency logistics preparation problem under uncertainty". Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 43 (6), 737-754.

Chang, S.E. (2003): "Transportation planning for disasters: an accessibility approach". Environment and Planning A, 35, 1051-1072.

Consorcio de Compensación de Seguros (2014): Estadística Riesgos Extraordinarios, Serie 1971-2013.

Curtin, K. (2007): "Network analysis in geographic information science: review, assessment and projections". Cartography and Geographic Information Science 34 (2), 103-111.

Dirección General de Protección Civil y Emergencias (2011): Catálogo Nacional de Inundaciones Históricas (CNIH). Madrid, CD-ROM.

Dirección General de Seguridad Ciudadana y Emergencias de la Consejería de Justicia y Seguridad Cuidadana de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia (2007): Plan Especial de Protección Civil ante el riesgo de inundaciones de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia (Plan INUNMUR)

EM-DAT, C. R. E. D. (2010): The OFDA/CRED international disaster database. Université catholique.

Fernández, M. I. (2007): Los riesgos naturales en España y en la Unión Europea: incidencia y estrategias de actuación (http://hdl.handle.net/10803/10654)

Fiedrich, F., Gehbauer, F., y Rickers, U. (2000): "Optimized resource allocation for emergency response after earthquake disasters". Safety science, 35(1), 41-57.

Gil-Guirado, S., Perez, A., Barriendos, M. (2014): "Increasing vulnerability to flooding in the southern spanish mediterranean coast (1960-2013)". Hydrological extreme events in historic and prehistoric times. June 9th – 15th 2014, Bonn (Germany).

Giménez, J. M. (2003): Riesgo de inundación y ordenación urbana en el litoral meridional alicantino. Publicaciones de la Universidad de Alicante.

Haghani, A., y Oh, S. C. (1996): "Formulation and solution of a multi-commodity, multi-modal network flow model for disaster relief operations". Transportation Research Part A: Policy and Practice, 30(3), 231-250.

IPCC (2014): Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.). IPCC, Geneva, Switzerland.

Lillo, M. (2000): "La huerta de Murcia como ejemplo de escorrentía derivada inscrita en llanura de crecida". Papeles de geografía, 32, 61-76.

Márquez, J., Ojeda, J., y Francoso y Álvarez, J. I. (2014): "Análisis de redes y sensibilidad a la unidad mínima de información poblacional: Sanlúcar de Barrameda (Cádiz)". Geofocus. Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica, 1(14), 85-104.

Olcina, J. (2004): "Riesgo de inundaciones y Ordenación del Territorio en la escala local. El papel del planeamiento urbano municipal". Boletín de la AGE, 37, 49-84.

Olcina, J. (2007): Riesgo de inundaciones y ordenación del territorio en España Múrcia: Fundación Instituto Euromediterráneo del Agua.

Özdamar, L., Ekinci, E., y Küçükyazici, B. (2004): "Emergency logistics planning in natural disasters. Annals of operations research", 129 (1-4), 217-245.

Özdamar, L., Ekinci, E., y Küçükyazici, B. (2004): Emergency logistics planning in natural disasters. Annals of operations research, 129 (1-4), 217-245.

Pérez, A (2010): "Actuaciones de carácter estructural para la mitigación y prevención de los efectos de las riadas e inundaciones en los municipios del sur de la región de Murcia". Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles, 53, 267-285.

Pérez, A. (2009): "La valoración del riesgo de inundación en los instrumentos de gobernanza municipales del sur de Murcia". Investigaciones Geográficas, 48, 97-123.

Rodríguez, E. y Gutiérrez, J. (2012): "Análisis de vulnerabilidad de redes de carreteras mediante indicadores de accesibilidad y SIG: Intensidad y polarización de los efectos del cierre de tramos en la red de carreteras de Mallorca". Geofocus. Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica, (12), 374-394.

Sheu, J. B. (2010): "Dynamic relief-demand management for emergency logistics operations under large-scale disasters". Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 46 (1), 1-17.

Sohn, J. (2006): "Evaluating the significance of highway network links under the flood damage: An accessibility approach". Transportation Research Part A, 40, 491-506.

Villar, R. (2009): Mapa censal de bomberos. Primer directorio completo de los Parques de Bomberos Profesionales en el ámbito Estatal. Plataforma Unificada de Bomberos.