

ANA MARÍA CAMARASA BELMONTE^a
MARÍA PAZ CABALLERO LÓPEZ^b

EL PAISAJE DE LA EMERGENCIA: LAS LLUVIAS DE SEPTIEMBRE DE 2019 EN LA COMUNIDAD VALENCIANA

RESUMEN

Este trabajo aborda los paisajes de la emergencia que generó el episodio torrencial de septiembre de 2019 (11-14) sobre la Comunidad Valenciana y, en especial, en la Vega Baja del Segura. Tomando como unidad espacial el municipio, se adopta una perspectiva integral que contempla los diferentes escenarios del evento: (1) el suceso (a partir de indicadores pluviométricos basados en datos de los SAIH del Júcar y del Segura); (2) la emergencia (a partir de llamadas al 112 cedidas por la Agencia Valenciana de Seguridad y Respuesta a las Emergencias); (3) el desastre (según pérdidas reportadas por el Consorcio de Compensación de Seguros y noticias de prensa) y (4) la peligrosidad (basada en el Mapa Integral de Peligro de Inundación en la Comunidad Valenciana, que homogeniza las cartografías oficiales de PATRICOVA y SNCZI).

Los resultados ponen de manifiesto bajas correlaciones entre incidencias y lluvia, aunque altamente significativas. Los indicadores pluviométricos más influyentes son intensidad media, máxima horaria y lluvia acumulada. Entre las variables territoriales destacan: longitud de carreteras, número de habitantes y área del municipio. La emergencia pasa por cinco fases y va cambiando de tipo coyuntural (fases 1 y 2) a estructural (fases 3 a 5). La comarca del Baix Segura se comporta de manera diferente al resto de la Comunidad Valenciana. Las incidencias no muestran correlación significativa con la lluvia (a pesar de registrar la mayor pluviometría) y tienen un fuerte carácter estructural.

a Departamento de Geografía. Universitat de València. Av. de Blasco Ibáñez, 28. 46010 Valencia. ana.camarasa@uv.es. <https://orcid.org/0000-0001-7173-5344>

b Departamento de Geografía. Universitat de València. Av. de Blasco Ibáñez, 28. 46010 Valencia. macalo5@alumni.uv.es <https://orcid.org/0000-0003-1813-3146>

Fecha de recepción: 23-03-2022. Fecha de aceptación: 02-05-2022.

El escenario de la emergencia y el del desastre son coherentes en el espacio. Sin embargo, emergencia y peligrosidad muestran disparidades alarmantes: el 45 % de las incidencias se producen en zonas supuestamente exentas de peligro. Especialmente preocupante resulta que el 31,7 % de la emergencia se concentre en el segundo nivel más alto de peligrosidad y con gran componente estructural, lo que demuestra una deficiente ordenación territorial.

PALABRAS CLAVE: emergencia; inundación; llamadas al 112; lluvias torrenciales; peligrosidad; pérdidas.

THE EMERGENCY LANDSCAPE: THE EXTREME RAINFALL EVENT OF SEPTEMBER 2019 AT THE VALENCIAN COMMUNITY

ABSTRACT

This work approaches the emergency landscapes generated by the torrential episode of September 2019 (11-14) in the Valencian Community Region, especially in the Segura River downstream valley. Considering the municipality as spatial analysis unit, a multiple perspective is used to analyse the different scenarios of the episode: (1) the event scenario (based on rainfall indicators, estimated from 5-minutal rain intensity, recorded by the Automatic System of Hydrological Information of Júcar and Segura rivers); (2) the emergency scenario (based on emergency calls data, provided by the Valencian Agency for Security and Emergency Response); (3) the disaster landscape (according to losses reported by the Insurance Consortium and press news) and (4) the hazard map (based on the official Map of Flood Hazards in the Valencian Community).

The results show low correlations between emergency calls and rainfall, although highly significant. The main rainfall indicators are average intensity, maximum hourly intensity and accumulated rain. Among the territorial variables, the length of roads, number of inhabitants and municipality area are the most important. The emergency goes through five phases and is changing from a conjunctural type (phases 1 and 2) to a structural one (phases 3 to 5). The Segura River valley behaves differently from the rest of the Valencian Community. The emergency incidences do not correlate significantly with rainfall (despite this area focusing the highest rainfall) and have a strong structural character.

The emergency and disaster scenarios are coherent in space. However, emergency and hazard show alarming disparities: 45 % of incidents occur in areas supposedly free of hazard (according to the flood hazard map). The 31.7 % of the emergency calls are concentrated in the second highest hazard level, affecting households and other infrastructures (making evident a deficient land use planning).

KEYWORDS: emergency calls; extreme rainfall; flood hazard; losses; risk.

INTRODUCCIÓN: DEL PAISAJE DEL PELIGRO AL DE LA EMERGENCIA

Durante los días 11 a 14 de septiembre de 2019 el sureste peninsular sufrió uno de los episodios lluviosos más catastróficos de los últimos 50 años, lo que ocasionó graves inundaciones. Según el Con-

sorcio de Compensación de Seguros (2020), constituye el cuarto evento natural más importante del país desde 1970, con más 56.500 reclamaciones y un volumen de indemnizaciones de 449.882.232 €.

En la Comunidad Valenciana se registraron valores pluviométricos extraordinarios (totales acumulados por encima de los 500 mm, intensidades horarias superiores a 106 mm/h y máximas puntuales de 197 mm/h) que originaron más de 4.000 llamadas al 112 CV, y cuantiosas pérdidas, sobre todo en la Vega Baja del Segura (Alicante).

El desarrollo de un fenómeno de esta magnitud ofrece varios escenarios de riesgo para la población, en función del momento que se analice y de las variables consideradas. En este sentido, podríamos distinguir entre: (i) los *escenarios estáticos*, asociados a los estudios y cartografía clásica de peligrosidad, y (ii) los *escenarios dinámicos*, directamente relacionados con el desarrollo de la emergencia, según las fases por las que atraviese el fenómeno.

Los escenarios estáticos abordan el riesgo a partir de la cartografía de peligrosidad que estima la probabilidad que tiene una zona de sufrir una inundación, dentro de un período de tiempo determinado (Diez-Herrero et al., 2008). Partiendo de criterios hidrológico-hidráulicos, se apoyan en análisis geomorfológicos (Sanchis et al., 2016) y en inundaciones históricas para delinear áreas susceptibles de sufrir anegamientos con un calado y una frecuencia dados.

Los escenarios dinámicos, por el contrario, están intrínsecamente ligados al devenir del episodio y evolucionan rápidamente, desde la fase preevento de alerta meteorológica, hasta la constatación del desastre, pasando por el desarrollo de la emergencia. Muestran una sucesión de patrones espaciales que, si bien al principio están condicionados por la ubicación del episodio (área de precipitación y procesos fluviales), pronto comienzan a conformar escenarios propios, ligados a la emergencia, a medida que los procesos naturales interfieren en las actividades humanas: desde las primeras interrupciones de la vida cotidiana provocadas por las lluvias *in situ* hasta los grandes daños ocasionados por las aguas desbordadas (Camarasa-Belmonte y Caballero, 2018).

Ambos escenarios se retroalimentan a partir de la información aportada por nuevos eventos. En este sentido, la experiencia adquirida tras cada fenómeno extremo incrementa el nivel de conocimiento y, en consecuencia, aumenta la resiliencia ante sucesos similares (Perles, 2004; Camarasa-Belmonte y Caballero, 2018; Romero-Díaz y Pérez-Morales, 2021). Por ello, siguiendo la Directiva Marco del Agua (2007/60/CE, del Parlamento Europeo), recogida en el ordenamiento jurídico español mediante el Real Decreto 903/2010, toda esa información debe ser incluida en los Planes de Gestión del Riesgo por Inundación para obtener una cartografía de peligro cada vez más ajustada (Olcina y Díez-Herrero, 2017). Las fases postevento de restitución del entorno socioeconómico previo al suceso (Sven et al., 2012; Smith, 2013) constituyen, por tanto, auténticos nexos entre los escenarios dinámicos y los estáticos.

De estas dos perspectivas con las que se pueden abordar los espacios inundables, la estática y la dinámica, es la primera, asociada a la cartografía de peligrosidad (Díez-Herrero et al., 2008), la que ha experimentado un desarrollo más importante que se inició a finales del siglo xx y que se ha consolidado en lo que llevamos del presente siglo (Olcina y Díez-Herrero, 2017). En el contexto nacional, la Comunidad Valenciana ha sido una de las pioneras. De hecho, en la actualidad coexisten dos cartografías oficiales, la del PATRICOVA (Plan Territorial de Riesgo de Inundación en la Comunidad Valenciana), aprobada

por la Generalitat Valenciana en 2003 y modificada en 2015, y la del SNCZI (Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables), elaborada por el Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital. Recientemente, con objeto de resolver las discrepancias entre ambas cartografías, investigadores de la Universitat de València, en colaboración con la AVSRE (Agencia Valenciana de Seguridad y Respuesta a las Emergencias), procedieron a integrar ambas cartografías, lo que dio lugar al MIPICOVA (Mapa Integral del Peligro de Inundaciones en la Comunidad Valenciana) (Soriano et al., 2020).

En cualquiera de las cartografías oficiales mencionadas, la zonificación del peligro no deja de conformar un escenario estático, mayoritariamente determinado por procesos fluviales y muy dependiente de los períodos de recurrencia (paradigma que algunos autores, como Díez-Herrero (2021), proponen superar por considerarlo obsoleto).

Sin embargo, en un contexto de episodios extremos, cada vez son más los problemas originados por las lluvias *in situ* (Caballero-López y Camarasa-Belmonte, 2020), por la aceleración en los tiempos de respuesta de ramblas y barrancos (Camarasa-Belmonte, 2021; Grimalt et al., 2021) o por comportamientos irresponsables derivados de una deficiente percepción del riesgo (Perles, 2004; Saurí et al., 2010; Moreno y Romero, 2013; Ramos et al., 2014; Torró et al., 2019; Nebot et al., 2021).

Se produce así un panorama distinto, mucho más dinámico y cambiante en el tiempo, que presenta, más que una foto fija, un vídeo de los espacios sometidos a la emergencia. Los servicios del 112 ven incrementarse las incidencias relacionadas con las lluvias extremas y durante unas horas (o días) puede dibujarse un patrón espacial muy diferente al mostrado en la cartografía oficial de peligrosidad. Se configuran unos escenarios de emergencia que precisan de una atención inmediata y que pueden estar, o no, en consonancia con la cartografía de peligrosidad previa y con la del desastre postevento.

Una gestión integral del riesgo implica conocer tanto los escenarios del peligro como los de la emergencia (además de los contextos sociales relativos a la percepción y actuación ciudadana, que trascienden los objetivos de este artículo). En otras palabras, ¿están los problemas donde se les espera?

Este trabajo constituye una primera aproximación a la emergencia que originó el episodio torrencial de septiembre de 2019 en la Comunidad Valenciana, en comparación con la peligrosidad y el desastre. Para ello, en primer lugar, se analiza el suceso (patrón espacial y evolución temporal) a partir de indicadores pluviométricos. A continuación, se estudia la emergencia en función de las llamadas recibidas en el 112 CV. Por último, se estima el desastre según las pérdidas facilitadas por el Consorcio de Compensación de Seguros (CCS) y por noticias de prensa. En cuanto al análisis de peligrosidad, se parte de la cartografía oficial, integrada en el MIPICOVA.

La comparación entre los escenarios de la emergencia con los de peligrosidad y desastre contribuye a mejorar la resiliencia, ya que permite adecuar las tareas de prevención y gestión del riesgo de inundación.

EL EPISODIO DE SEPTIEMBRE DE 2019 (DÍAS 11 A 14)

El episodio de lluvias intensas que afectó a la Comunidad Valenciana en septiembre de 2019 obedece a una combinación de factores que, aunque es típica de finales de verano e inicio del otoño en la zona, en esta ocasión tuvo muchos elementos de reforzamiento, tal y como describe Talavera et al.

(2021). Por una parte, en los niveles altos de la atmósfera se generó una DANA (depresión aislada en los niveles altos) o *gota fría* sobre el Mediterráneo occidental. Esta DANA comenzó a formarse a partir del incremento de ondulación del *jet stream*, por la reintegración del huracán Dorian a dicha corriente durante los días previos. La situación sinóptica evolucionó durante los días 11 y 12, de tal modo que la DANA, centrada en el norte de Marruecos y Argelia, quedó encapsulada por altas presiones al formarse una cresta anticiclónica sobre el Mediterráneo central. Como apuntan Talavera et al. (2021) su movimiento se ralentizó y su baja temperatura (< -20 °C) generó una marcada anomalía geopotencial a los 5,730 m de altitud (según Núñez Mora (2019), la mayor que se ha registrado en estas fechas desde que hay datos de radiosondeo en España). Esta situación en altura se combinó con un intenso flujo de levante en las capas bajas, muy húmedo y cálido, que Lorente-Plazas et al. (2020) han convenido en denominar *atmospheric-river-like structure*.

Con estas premisas el episodio de lluvias torrenciales se desencadenó a partir de potentes estructuras convectivas de mesoescala que entraron desde el mar, entre los que destacan el que afectó al norte de Alicante y sur de Valencia durante la madrugada y la mañana del día 12 y, sobre todo, el que se produjo a mediodía en la Vega Baja del Segura (Talavera et al., 2021). Durante el día 13, si bien siguieron entrando algunos de estos aparatos convectivos, la inestabilidad se trasladó hacia el sur (Murcia y Almería), debido al desplazamiento de la DANA por el estrecho de Gibraltar. El día 14 la inestabilidad aparece ya muy debilitada sobre la Comunidad Valenciana.

FUENTES Y MÉTODOS

El área de estudio de este trabajo es la Comunidad Valenciana, como unidad de gestión autonómica de la emergencia (si bien, desde el punto de vista físico, el episodio afectó a todo el sureste peninsular).

La información proviene de varias fuentes en función de la variable a analizar. Los registros cincominutales de intensidad de lluvia han sido cedidos por los SAIH del Júcar y del Segura (116 y 13 estaciones, respectivamente). Los datos de la emergencia provienen de 4.117 llamadas registradas en el teléfono único de 112 CV y han sido cedidos por la AVSRE. Las bases cartográficas se han obtenido del Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG) y del Institut Cartogràfic Valencià.

Los daños provienen de dos tipos de fuentes: por una parte, las pérdidas en términos cuantitativos (€), cedidas por el CCS, y, por otra, información híbrida sobre la tipología de daños, procedente de la AVSRE y de distintas fuentes de prensa en formato digital (los diarios de *Las Provincias*, *El País* y *Levante-EMV*).

La peligrosidad del territorio proviene del MIPICOVA, que, como ya se ha comentado, fue elaborado en el marco de un Convenio de Investigación entre la AVSRE y la UV para integrar las cartografías oficiales de la Comunidad, PATRICOVA y SNCZI (Soriano et al., 2020).

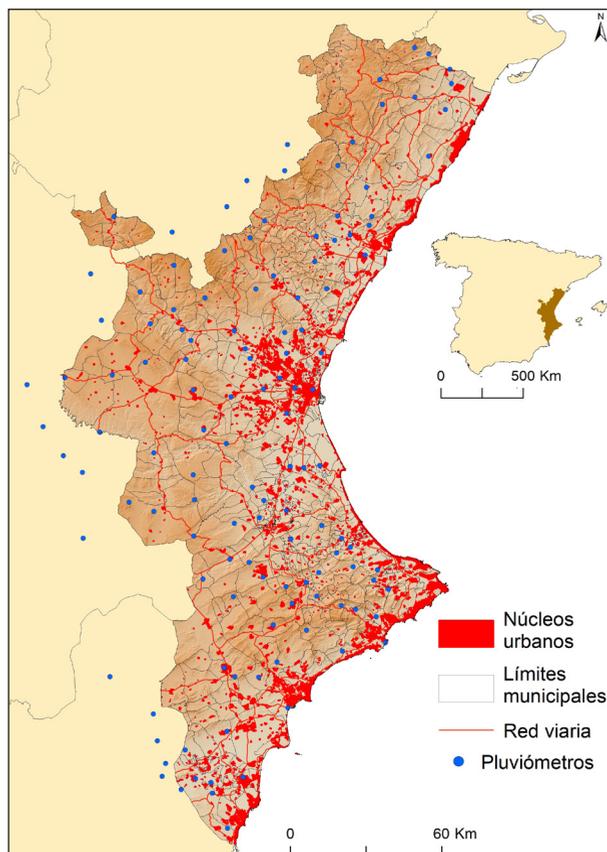


Figura 1. Zona de estudio.

Análisis de las lluvias torrenciales mediante indicadores pluviométricos

Las lluvias mediterráneas deben ser estudiadas a partir de episodios concretos debido a su carácter torrencial, ya que concentran la mayor parte de sus *inputs* anuales en unos cuantos días de fuerte intensidad. Por eso, plantear su estudio a partir de valores medios anuales o mensuales no tiene sentido en un contexto de riesgo de inundación (Camarasa-Belmonte y Soriano, 2015). Se necesita bajar a escalas de tiempo horarias, incluso minutales, para entender cómo la intensidad de lluvia puede condicionar el desarrollo de la emergencia y del riesgo.

Camarasa-Belmonte ya publicó, en 1993 y 1995, el estudio de los momentos álgidos de algunos episodios a partir de la cartografía de intensidad de lluvia, secuenciada cada cinco minutos. En su momento, estas series proporcionaron información sobre la gran variabilidad espaciotemporal de la lluvia, con mapas muy esclarecedores de cómo evolucionaban los campos de lluvias a diferentes escalas

LMSA (grandes áreas mesoescálicas de precipitación), SMSA (pequeñas áreas mesoescálicas de precipitación) y células convectivas. Hoy en día, sin embargo, la gran cantidad de datos que ofrecen los SAIH (junto con otras fuentes detalladas) requieren de una síntesis previa de los datos cincominutales. Se han estimado, por consiguiente, una serie de indicadores pluviométricos, que ya han sido testados en otras investigaciones (Camarasa-Belmonte y Butrón, 2015; Camarasa-Belmonte et. al, 2020) y que permiten abordar la información a diferentes escalas temporales subdiarias, de manera empírica y sin un consumo excesivo de recursos.

A continuación, se detallan los indicadores estimados en este estudio para cada pluviómetro:

- *Precipitación total acumulada* (mm) durante el episodio.
- *Intensidad media reducida* (mm/h). Intensidad media del hietograma, considerando únicamente los intervalos con lluvia (no se tienen en cuenta, por tanto, los intervalos con lluvia cero).
- *Intensidad máxima en una hora* (mm/h). Mediante ventanas de media móvil entre los datos de discretización cincominutal se obtiene la máxima lluvia producida en 1 h.
- *Intensidad máxima en 6 horas* (mm/h). Mediante ventanas de media móvil entre los datos de discretización cincominutal, se obtiene la máxima intensidad de lluvia producida en 6 h.
- *Intensidad máxima en 12 horas* (mm/h). Mediante ventanas de media móvil entre los datos de discretización cincominutal, se obtiene la máxima intensidad de lluvia producida en 12 h.
- *Intensidad máxima puntual* (mm/h) (*). Intensidad cincominutal máxima registrada en el pluviómetro. Este parámetro da una idea de la energía máxima del suceso.
- *Persistencia cincominutal* (*). Probabilidad de que llueva tras haber llovido, esto es, de que se produzcan dos intervalos consecutivos de lluvia. Este parámetro se ha estimado según la metodología de Martín Vide (2004) y su valor varía entre 0 (mínima persistencia) y 1 (máxima persistencia)¹.

Los indicadores pluviométricos estimados en cada punto de la red SAIH se han cartografiado mediante el *software* ArcGIS 10.8, utilizando para la interpolación espacial el método del inverso de la distancia al cuadrado.

Análisis de la emergencia a partir de las llamadas al 112 CV

El análisis de la emergencia se ha llevado a cabo a partir de las llamadas al teléfono único 112 CV. En primer lugar, las 4.117 incidencias registradas han sido geolocalizadas y clasificadas en siete categorías:

1 En los pluviómetros del SAIH-Júcar, los indicadores de intensidad máxima puntual y persistencia cincominutal pueden estar afectados por problemas técnicos de registro que, por ser muy asistemáticos, no son detectados por los procesos de filtro. Por ello, los valores de estos indicadores que aparecen en el artículo han sido comprobados manualmente (aunque se han eliminado de la cartografía y de los análisis estadísticos). No ocurre así en la Vega Baja del Segura, donde se han mantenido todos los indicadores, ya que registra los datos del SAIH-Segura.

emergencias en carreteras, vehículos, viviendas, desbordamientos, suministro de servicios básicos, red ferroviaria y salvamento.

El análisis espacial ha tomado como base el municipio. Para ello se han llevado a cabo correlaciones entre el número de llamadas (en conjunto y por categoría) y los valores pluviométricos medios areales. A partir de los resultados se han realizado análisis de regresión lineal por fases, incluyendo otras variables territoriales, de tipo estructural, cuya influencia en la ocurrencia de incidencias se ha demostrado muy importante en estudios como este, referidos a otros episodios (Camarasa-Belmonte y Caballero, 2018). Dichas variables, cuantificadas por municipios, son: la superficie total, la superficie de uso urbano, la longitud de carreteras y el número de habitantes.

En segundo lugar, se ha estudiado la evolución temporal (con base horaria) entre las incidencias y la precipitación media areal. La progresión en el tiempo de los acumulados de lluvia frente a los acumulados de incidencias ha permitido distinguir 5 fases en el desarrollo del episodio. Estas fases han sido cartografiadas y analizadas estadísticamente, con objeto de ofrecer una seriación descriptiva de la evolución de la emergencia.

Análisis comparado entre el episodio, la emergencia, la peligrosidad y el desastre

El escenario del desastre se ha estudiado a partir de las pérdidas económicas y de la tipología de daños. Además, se ha elaborado una cartografía comparada entre la emergencia y el desastre, con objeto de mostrar semejanzas y diferencias entre los diferentes escenarios del riesgo.

Por último, se ha relacionado la ubicación de las incidencias, con los indicadores pluviométricos y con la disposición de las zonas inundables, señaladas en el MIPICOVA. Este análisis permite evaluar la adecuación de la cartografía de peligrosidad.

RESULTADOS

El escenario estático de la emergencia: lluvias torrenciales e incidencias

El episodio constituye un evento de lluvias generalizadas y de gran intensidad. Las precipitaciones comenzaron por el norte y se fueron desplazando hacia el sur de la Comunidad, donde se desarrolló la fase más intensa del temporal (se llegaron a registrar 521,6 mm en el pluviómetro de Orihuela).

La figura 2 resume la cartografía de los principales indicadores pluviométricos en relación con las incidencias de la emergencia. En ella vemos cómo las lluvias acumuladas más importantes se centran en la provincia de Alicante y sur de Valencia. Las comarcas con totales de precipitación media areal superiores a los 200 mm son las del Baix Segura (325 mm), El Comtat (280 mm), la Vall d'Albaida (245 mm) y la Marina Alta (205 mm). La franja costera de la provincia de Valencia y del sur de Castellón presenta totales que oscilan entre 50 y 100 mm. La menor cantidad de lluvia se registra al norte de Castellón, con acumulados en torno a los 30 mm.

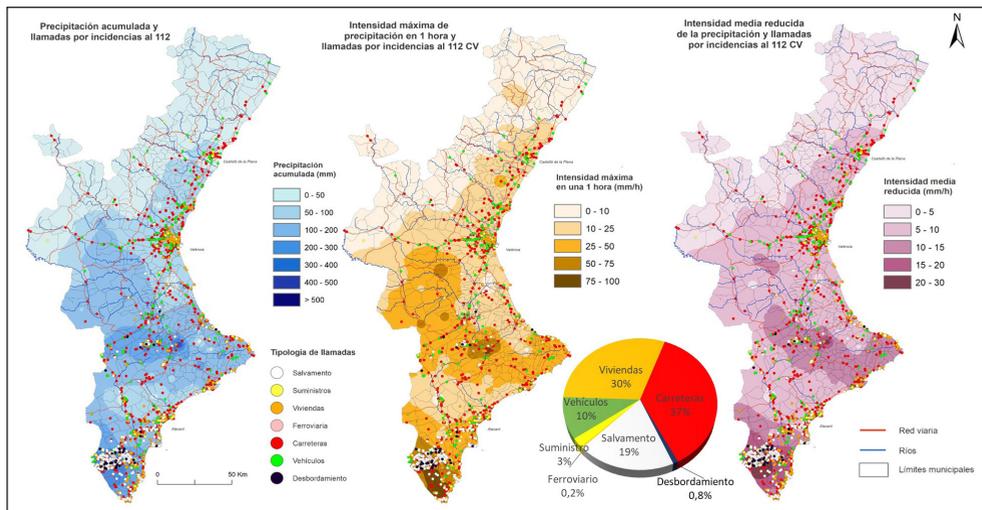


Figura 2. Indicadores pluviométricos de precipitación acumulada (mm), intensidad máxima en 1 hora (mm/h) e intensidad media reducida (mm/h), en relación con las incidencias.

Si en lugar de los totales acumulados atendemos a las intensidades medias, observamos que los valores máximos también se ubican en las comarcas del Baix Segura, con una intensidad media para todo el episodio superior a 30 mm/h. El Baix Vinalopó y el Comtat alcanzan los 22 mm/h; la Marina Alta, 15 mm/h y la Marina Baixa, 14 mm/h.

Estos valores de intensidad media pueden triplicarse y cuadruplicarse cuando nos centramos en las intensidades máximas horarias. De nuevo destaca la Vega Baja del Segura, donde llegan a superarse los 106 mm/h en Orihuela, los 92 mm/h en Almoradí o los 90 mm/h en Pilar de la Horadada. También el interior de la provincia de Valencia alcanza valores importantes (en la Vall d'Albaida se superan de 70 mm/h; en la Canal de Navarrés se registran 58 mm/h, y en el valle de Ayora, 53 mm/h).

Un episodio de tal magnitud origina una grave situación de emergencia. Se reciben unas 4,117 llamadas por incidencias al 112 CV, de las cuales, un 37 % se deben a problemas en vías de comunicación (carreteras, caminos y viales urbanos); un 30 %, a viviendas, y un 19 %, a cuestiones relacionadas con salvamentos o rescates. Un 10 % de las llamadas son por incidencias en líneas ferroviarias, suministros y desbordamientos.

Como la Vega Baja del Segura (figura 3) concentra el foco de la tormenta, más de la mitad de las llamadas al 112 CV (54 %) se producen en la comarca del Baix Segura. Todos los indicadores pluviométricos muestran sus mayores valores en el municipio de Orihuela, donde coinciden precipitaciones acumuladas de más de 500 mm, intensidades máximas de 196,8 mm/h y una gran persistencia (0,9) de la lluvia. Como consecuencia, Orihuela registra el mayor número de incidencias (1,200), relacionadas sobre todo con salvamentos, viviendas y carreteras.

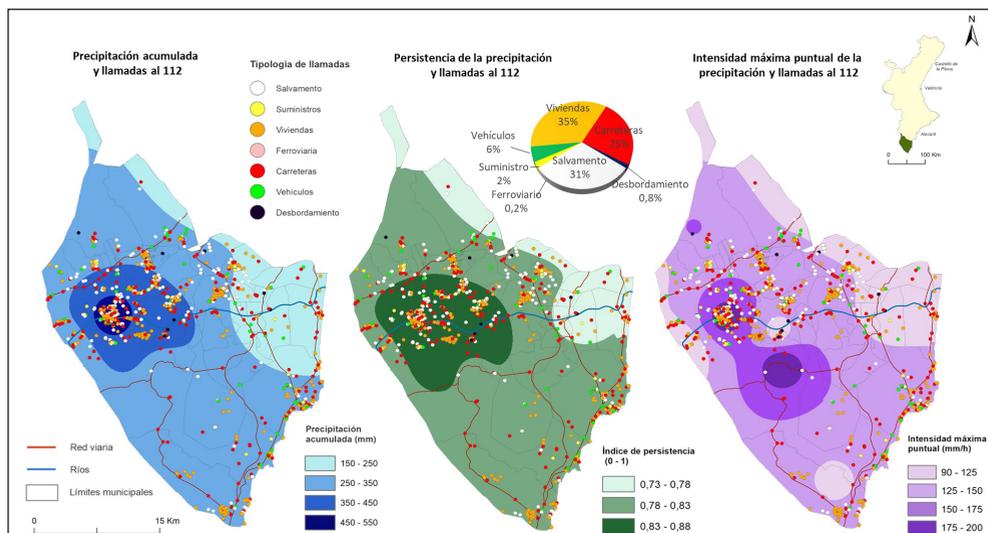


Figura 3. Indicadores pluviométricos de precipitación acumulada (mm); persistencia (mm/h) e intensidad máxima puntual (mm/h) en relación con las incidencias (Vega Baja del Segura).

Si comparamos el carácter de las incidencias del Baix Segura con la del resto de la Comunidad Valenciana (figura 4), observamos diferencias importantes en el tipo de emergencia. Las llamadas en el Baix Segura revelan contingencias de carácter estructural, mientras que en el resto de la Comunidad es más coyuntural. De hecho, la mayor parte de las incidencias en el Baix Segura están relacionadas con problemas de viviendas (35 %) y de salvamentos (31 %), mientras que en el resto de la Comunidad se relacionan con contingencias en carreteras (51 %). Este mismo patrón se reproduce si consideramos la información en conjunto: el Baix Segura registra el 87 % de las llamadas totales relacionadas con salvamentos, el 71 % con los desbordamientos y el 63 % de las incidencias en viviendas. Por el contrario, el resto de la Comunidad concentra el 63,2 % de todas las llamadas en carreteras y el 70 % de los problemas con vehículos.

Los análisis de correlaciones de Pearson entre las incidencias y los indicadores pluviométricos en la Comunidad Valenciana ofrecen muy bajos grados de dependencia, aunque altamente significativos (99 %). La tabla 1 muestra los valores de R para las correlaciones significativas entre las incidencias, los indicadores pluviométricos y las variables territoriales.

En ella podemos observar cómo, durante este evento, la variable pluviométrica más importante para la emergencia es la intensidad media del episodio (influyente en todo tipo de incidencia), seguida de la intensidad máxima en 1h (especialmente importante para los salvamentos) y de la lluvia acumulada (relacionada con problemas estructurales de desbordamientos y viviendas).

De las variables territoriales, es la longitud total de vías de comunicación por municipio la que presenta mayor correlación con las incidencias, en prácticamente todas sus categorías. En este sentido, cabe destacar el gran peso que tienen las llamadas por problemas en carreteras y vehículos sobre el total.

Es importante también el número total de habitantes para las emergencias en carretera o ferroviarias, y el área del municipio en el caso de los desbordamientos. La superficie urbanizada está más relacionada con los daños en vehículos y suministros.

Como el episodio se centra en la Comarca del Baix Segura, se ha llevado a cabo este mismo tipo de análisis, particularizado sobre esta zona. Sorprendentemente, las incidencias no presentan ninguna correlación significativa con los indicadores pluviométricos, y sí una dependencia muy alta de las variables territoriales. Este resultado pone de manifiesto una ordenación territorial deficiente que causa un gran número de incidencias *per se*. La tabla 2 muestra lo importante que resulta el tamaño de los municipios ($R = 0,9$), la longitud de las vías de comunicación ($R = 0,9$) o el número de habitantes ($R = 0,6$) en la configuración general del escenario de la emergencia.

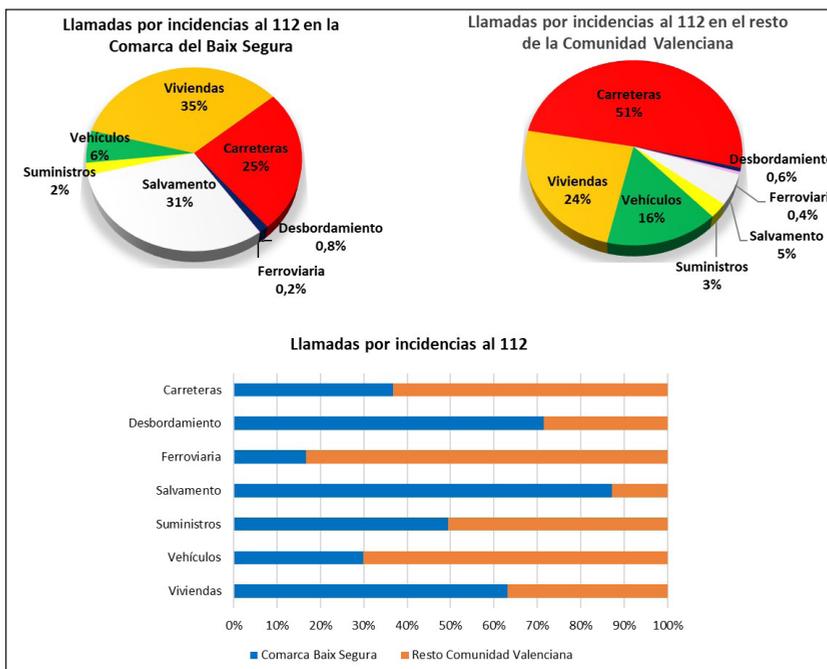


Figura 4. Comparación entre la emergencia del Baix Segura y la del resto de la Comunidad Valenciana.

Tabla 1. Correlaciones significativas para todos los municipios de la Comunidad Valenciana entre incidencias, indicadores pluviométricos y variables territoriales (** significativa 99 %; * significativa 95 %).

Incidencias	Indicadores pluviométricos							Variables territoriales			
	Precipitación acumulada	Intensidad máxima	Intensidad media	Intensidad máxima en 1 hora	Intensidad máxima en 6 h	Intensidad máxima en 12 h	Persistencia	Área (km ²)	N.º de habitantes	Longitud vías comunicación	Superficie urbanizada (km ²)
Carreteras	0,178**	0,129*	0,208**	0,200**	0,173**	0,151**	0,160**	0,297**	0,591**	0,606**	0,432**
Desbordamientos	0,213**	0,148**	0,233**	0,222**	0,205**	0,180**	0,185**	0,244**	0,100*	0,318**	0,145**
Ferrovianos	-	-	-	-	-	-	-	0,027	0,336**	0,191**	0,189**
Salvamento	0,198**	0,135**	0,221**	0,215**	0,191**	0,165**	0,172**	0,221**	0,090*	0,288**	0,127**
Suministro	0,164**	0,126**	0,193**	0,185**	0,161**	0,141**	0,150**	0,277**	0,292**	0,452**	0,292**
Vehículos	0,162**	0,116**	0,187**	0,184**	0,156**	0,135**	0,153**	0,325**	0,592**	0,657**	0,468**
Viviendas	0,252**	0,175**	0,284**	0,279**	0,244**	0,214**	0,218**	0,255**	0,317**	0,438**	0,289**
Total	0,214**	0,150**	0,244**	0,237**	0,208**	0,181**	0,188**	0,272**	0,349**	0,469**	0,299**

Tabla 2. Correlaciones significativas para todos los municipios del Baix Segura, entre incidencias y variables territoriales (** significativa 99 %; * significativa 95 %).

Incidencias	Área (km ²)	N.º de habitantes	Longitud vías comunicación	Superficie urbanizada (km ²)
Carreteras	0,959**	0,690**	0,942**	0,425*
Desbordamientos	0,913**	0,581**	0,885**	-
Salvamento	0,943**	0,633**	0,914**	-
Suministro	0,937**	0,649**	0,917**	0,397*
Vehículos	0,959**	0,749**	0,942**	0,488**
Viviendas	0,940**	0,689**	0,928**	0,419*
Total	0,955**	0,677**	0,935**	0,401*

Para el conjunto de la Comunidad Valenciana, como ya se ha visto en la tabla 1, las correlaciones bivariadas entre indicadores pluviométricos, variables territoriales e incidencias es muy significativa (99 %), pero poco determinante, ya que existen otras variables que condicionan la emergencia (exposición, vulnerabilidad de la población, etc.). No obstante, con objeto de explicar mejor las incidencias, se ha realizado un análisis conjunto de regresión lineal por fases sobre la base de las variables pluviométricas y territoriales (tabla 3).

Tabla 3. Variables significativas para la predicción de incidencias según el modelo de regresión lineal por fases

Tipo de emergencia	Variables predictoras	R	R ²	Error Estándar
Incidencias en carretera	<ul style="list-style-type: none"> • Longitud de las vías de comunicación • N.º de habitantes • Intensidad media de precipitación 	0,67	0,46	11,5
Incidencias en viviendas	<ul style="list-style-type: none"> • N.º de habitantes • Intensidad media de precipitación • Área 	0,48	0,23	15
Desbordamientos	<ul style="list-style-type: none"> • Longitud de las vías de comunicación • Intensidad media de precipitación • N.º de habitantes 	0,43	0,18	0,73
Incidencias en vehículos	<ul style="list-style-type: none"> • Longitud de las vías de comunicación • Intensidad media de precipitación • N.º de habitantes 	0,70	0,49	2,74
Incidencias en suministros	<ul style="list-style-type: none"> • Longitud de las vías de comunicación • Intensidad media de precipitación 	0,49	0,24	1,2
Salvamentos	<ul style="list-style-type: none"> • Longitud de las vías de comunicación • Intensidad media de precipitación • N.º de habitantes 	0,39	0,15	16,8

El mayor número de emergencias se produce en carreteras y en vehículos. Estas variables son las mejor explicadas (46 y 49 %, respectivamente) según la intensidad media de precipitación, la longitud de las vías de comunicación y el número de habitantes del municipio. Si bien estos resultados son globales para todo el episodio, pueden dar una idea de lo dinámica y cambiante que puede resultar la situación de emergencia. En cuanto al resto de las incidencias, participan de las mismas variables predictoras, aunque con una menor influencia (en torno al 20 % de la varianza).

El escenario dinámico: fases de la emergencia

La evolución horaria de los acumulados de lluvia e incidencias presenta un alto grado de correlación ($r^2 = 0,93$), como puede observarse en la figura 5.

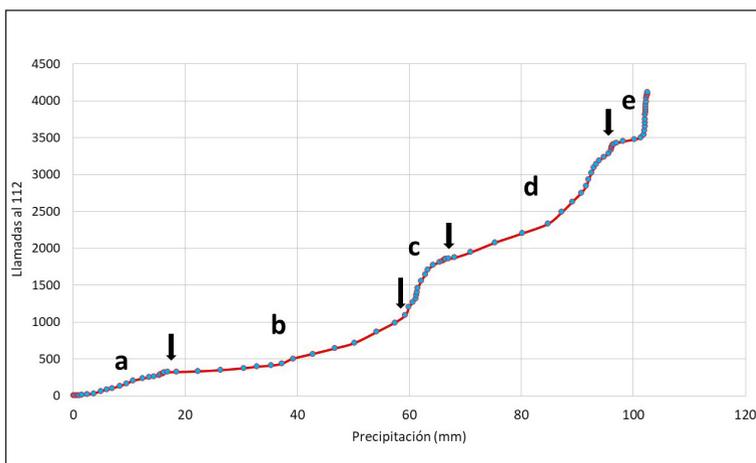


Figura 5. Fases temporales de la emergencia: a) primera fase; b) segunda fase; c) tercera fase; d) cuarta fase y e) quinta fase.

No obstante, la progresión temporal no es regular y pueden distinguirse 5 fases temporales que, considerando el episodio como un continuo, irían: (a) de la hora 0 a la 23; (b) de la hora 24 a la 37; (c) de la hora 38 a la 50; (d) de la hora 51 a la 78 y (e) de la hora 79 a la 95. La figura 6 muestra la cartografía de estas fases.

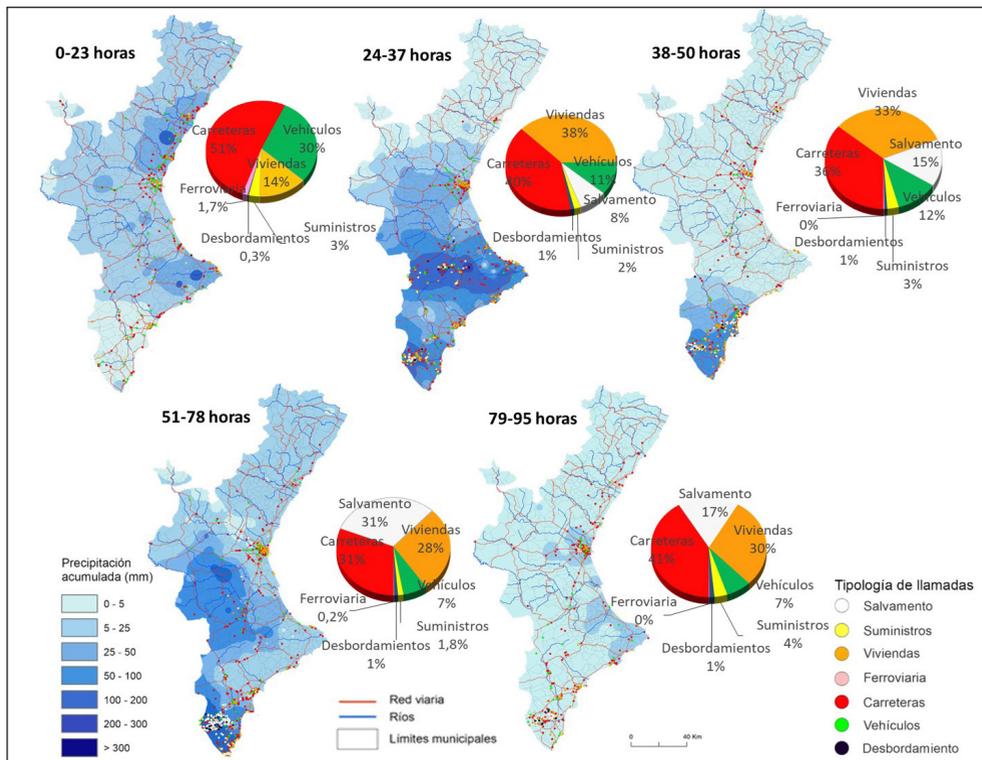


Figura 6. Cartografía de las fases de la emergencia.

Primera fase: de la hora 0 a la 23

En la primera fase, las precipitaciones medias son moderadas (21,4 mm), excepto la franja litoral de la provincia de Castellón, norte de la de Valencia y comarcas de la Safor y la Marina, donde la media areal sube hasta 100 mm. Comienza así la emergencia (321 llamadas), centrada sobre todo en la franja costera entre Castellón y Valencia, por problemas en carreteras (51 %); vehículos (30 %) y viviendas (14 %). Se trata de un escenario muy marcado por las lluvias *in situ*, donde las incidencias se observan en las vías de comunicación costeras (con trazados paralelos al mar y transversales al desagüe de las corrientes de agua) y en torno a los núcleos más poblados (área metropolitana de Valencia, Sagunto, Castellón...). El sur e interior de la provincia de Alicante, pese a registrar muy poca lluvia, también presenta incidencias en carreteras. Solo se registra un desbordamiento en la acequia del Vedat (Oliva). La ausencia de desbordamientos en esta fase es esperable porque en las cuencas altas es donde menos llueve y los sistemas fluviales tardan un tiempo en responder.

Según el análisis de regresión múltiple, más de la mitad de las incidencias se podrían explicar en función de la lluvia, el número de habitantes, la superficie urbanizada y las vías de comunicación

($r^2 = 68$). Estos resultados son coherentes con el hecho de que las lluvias más intensas se registran en la franja litoral, que es a la vez donde se ubican los municipios más poblados y con mayor superficie urbanizada y densidad de carreteras. En síntesis, se trata de una emergencia protagonizada por las lluvias *in situ*, muy ligada a la movilidad (carreteras y vehículos) y a los núcleos urbanos más poblados.

Segunda fase: de la hora 24 a la 37

La segunda fase es la más intensa del episodio, que llega a totalizar 48,2 mm de precipitación media areal (en casi la mitad de duración que la anterior suma más del doble de precipitación). El evento se desplaza hacia el centro-sur de la Comunidad, incluyendo territorios de interior. La zona más activa se localiza en la provincia de Alicante (La Marina, El Comtat, El Baix Segura), con medias areales que superan los 300 mm/h.

La emergencia cambia de escenario y de pauta. Se dobla el número de incidencias (770) y se modifica su configuración. Si bien las llamadas en carretera siguen siendo las más abundantes (40 %), los problemas en viviendas llegan a duplicarse (38 %), los desbordamientos se multiplican por ocho (1 %), aparecen requerimientos de salvamento (8 %) y se dañan los sistemas de suministro (8 %). La emergencia se desplaza hacia el centro-sur de la Comunidad y adquiere un carácter más estructural.

Los resultados del análisis de regresión muestran una relación mucho menor entre las llamadas y las variables predictoras. Solo un 24 % de las incidencias se explicarían de manera significativa sobre la base de la precipitación del período, el número de habitantes y la longitud total de las vías de comunicación. Estos resultados vienen muy condicionados por las incidencias en carreteras, que siguen siendo las más abundantes y que, sumadas a las incidencias del área metropolitana de Valencia, reflejan el efecto de las lluvias *in situ*.

No obstante, como ya se ha dicho, el escenario de la emergencia es de carácter más estructural, ya que obedece no solo a las fuertes intensidades de esta fase, sino al efecto de la precipitación acumulada desde el inicio del evento. Comienzan a manifestarse procesos de respuesta más retardada, como los de generación de escorrentía o los desbordamientos en cuencas y acequias de corto recorrido. Ejemplo de ello lo constituyen los problemas de inundación, que se van sucediendo en Ontinyent, Agullent, Moixent y Orihuela. En coherencia con este cariz más estructural, durante este período la evolución de la emergencia llega a reportar 62 incidencias por salvamentos, la mayor parte en la comarca del Baix Segura (33) y en la Vall d'Albaida (18).

Tercera fase: de la hora 38 a la 50

Entre la hora 38 y la 50 se produce un debilitamiento general de las precipitaciones en la Comunidad Valenciana (5,4 mm de media areal). Las lluvias se focalizan al sur de la provincia de Alicante. Pese a que durante esta fase apenas llueve en la mayor parte de la Comunidad, las llamadas prácticamente igualan en número (755) a las del período anterior.

En general, la proporción de incidencias en carreteras (36 %) y viviendas (33 %) ha bajado como consecuencia de la disminución de la lluvia en la mayor parte del territorio. Desciende, por tanto, el efecto de la lluvia *in situ*. Suben, sin embargo, los requerimientos de salvamento (15 %) y los problemas

por suministros (3 %), sobre todo en el sur de la provincia de Alicante, donde se focaliza la tormenta. De hecho, el 79 % del total de las llamadas proviene de las comarcas del Baix Segura (39 %); Baix Vinalopó (30,5 %) y l'Alacantí (9,5 %).

El modelo de regresión lineal para toda la Comunidad Valenciana puede llegar a explicar el 30 % de las incidencias a partir de las variables de longitud de las vías de comunicación y de la precipitación acumulada.

Cuarta fase: de la hora 51 a la 78

Durante la cuarta fase se produce una reactivación del evento, que si bien afecta a toda la Comunidad (precipitación media areal de 28 mm), se centra en el retablo montañoso del centro-sur de la provincia de Valencia (Vall d'Albaida, Canal Navarrés, Vall d'Aiora-Cofrents, La Costera...) y en el sur de la de Alicante (donde persiste sobre El Baix Segura, el Vinalopó y l'Alacantí). En estas dos grandes áreas llegan a superarse los 100 mm de lluvia media areal.

Esta etapa es la que registra mayor número de llamadas, 1.633, de las cuales el 75,5 % se producen en el Baix Segura. La emergencia en la Comunidad presenta un fuerte carácter estructural determinado por la situación de esta comarca (con un incremento de los salvamentos hasta el 31 % –de los cuales el 97 % se producen en El Baix Segura, al igual que el 100 % de los desbordamientos–).

En esta fase, resulta interesante comparar el carácter de la emergencia en las provincias del interior de Valencia, con muy pocas incidencias (casi todas en carreteras), y las del sur de Alicante, donde se concentran los problemas. Un contraste similar aparece si comparamos esta fase con la segunda. Las llamadas se multiplican cuando las lluvias se concentran en las comarcas más pobladas del sur y del litoral de la provincia de Valencia (fase 2), mientras que disminuyen cuando afectan a las comarcas del interior (fase 4). Este efecto directo del número de habitantes y de la actividad económica se refleja también en el área metropolitana de Valencia, donde, sin apenas lluvia, se registran 103 incidencias (6 % del total).

Quinta fase: de la hora 79 a la 95

La última fase refleja el final de la tormenta, con una disminución drástica y generalizada de la precipitación (apenas 3 mm de media areal). Siguen, no obstante, registrándose incidencias, concretamente en el Baix Segura (60,5 % del total), como consecuencia de las fases anteriores, y en el área metropolitana de Valencia (10,6 %).

Podríamos hablar de una emergencia estructural “heredada” en las vegas del Segura y del Vinalopó (salvamentos –17 %–; desbordamientos –1 %– y viviendas –30 %–). En el resto del territorio dominan las incidencias en carretera.

La evolución de la emergencia

Según se deduce de los apartados anteriores, el carácter de la emergencia ha ido variando de unas fases a otras. Para exponer mejor esta evolución hemos interpretado como de carácter estructural las incidencias en viviendas, salvamentos, suministros y desbordamientos (dejando aparte las de tipo

ferroviario cuya afección está muy condicionada por la ubicación de las estaciones), y de tipo coyuntural, las llamadas en carreteras y vehículos.

La figura 7 pone de manifiesto cómo la emergencia comienza siendo coyuntural (fase 1) y va adquiriendo un carácter cada vez más estructural a medida que aumenta la lluvia y provoca consecuencias directas (fases 2 y 4) o retardadas (fases 3 y 5). Destaca la fase 4, donde la reactivación de la tormenta provoca un agravamiento importante de la emergencia por sinergia entre la componente estructural y la coyuntural. Por una parte, las lluvias *in situ* incrementan los problemas en carreteras y, por otro, el efecto heredado de las fases anteriores (“llover sobre mojado”) dispara el aumento de los problemas estructurales.

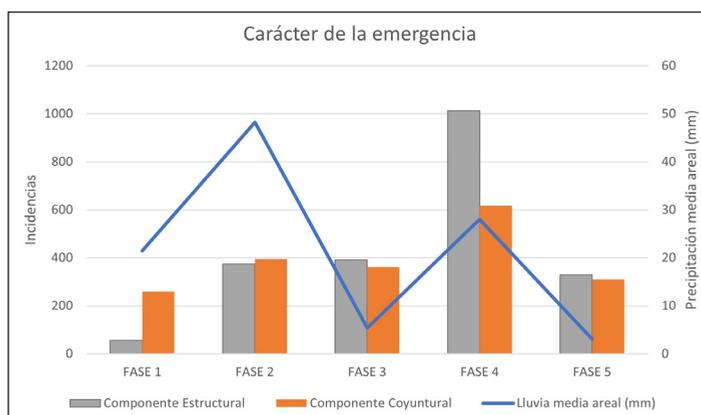


Figura 7. Evolución del carácter (estructural/coyuntural) de la emergencia.

El escenario del desastre: daños y pérdidas

Tras el evento se dibuja un escenario de pérdidas que puede analizarse desde varias perspectivas: (a) el valor de los daños asegurados, a partir de los datos del CCS; (b) la tipología de estos según las noticias aparecidas en los medios de comunicación, y (c) la comparación entre ambos escenarios (figura 8).

La cuantificación de las pérdidas (CCS)

Según el CCS, las pérdidas cubiertas durante el episodio alcanzaron la cifra total de 206.209.163 €, de los cuales el 42 % se debió a daños en viviendas; el 22 % en comercios; el 21 % en vehículos, y el 12 % en industria. Como puede verse en la figura 8, los municipios más afectados fueron los del sur de Alicante. La comarca del Baix Segura concentra el 89 % de las pérdidas (183.796.326 €), con el municipio de Orihuela a la cabeza.

El resto de la Comunidad presenta pérdidas menores, con focos secundarios en La Vall d'Albaida, la Costera y algunos municipios de interior. De menos cuantía son las pérdidas declaradas en el área metropolitana de Valencia y en el área litoral.

La tipología de los daños

El mapa de la tipología de daños resulta un tanto sesgado porque está muy basado en las noticias de los medios de comunicación que, más allá de los perjuicios personales, se hacen eco sobre todo de los sufridos por centros públicos. No obstante, nos permite corroborar la ubicación de los daños personales (fallecimientos, rescatados y heridos) y estructurales (viviendas y suministros) en las áreas de mayor precipitación (comarcas del Baix Segura, Vinalopó, L'Alacantí, La Vall d'Albaida, La Costera, La Marina Alta, etc.).

Comparación entre emergencia y desastre

El tercer mapa de la figura 8 permite una visión comparada entre la emergencia y el desastre. Lo primero que observamos es una gran coincidencia entre incidencias y pérdidas en la mayor parte de los municipios de Alicante, el sur de Valencia y la zona litoral de toda la Comunidad. Se trata de las áreas donde se focalizaron las precipitaciones más intensas, junto a las más pobladas.

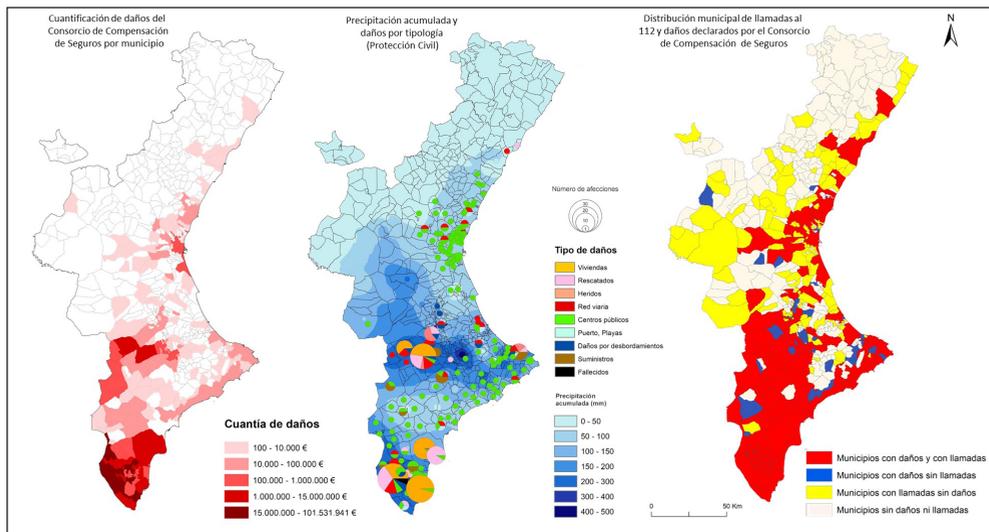


Figura 8. Escenario del desastre (pérdidas según el CCS; tipología de daños y comparación entre daños e incidencias).

En aquellos municipios donde se registran muchas llamadas, pero sin daños, destaca la componente coyuntural de la emergencia. Si observamos el mapa, son territorios por donde pasan las principales vías de comunicación, y se trata de incidencias relacionadas con problemas en carreteras (consecuencia en gran parte de lluvias *in situ* de gran intensidad).

Por último, aquellos municipios que declararon daños, pero no registraron incidencias, constituyen casos que no forman parte de la emergencia. Suele tratarse de bienes inmuebles, cuya afección se descubre una vez finalizado el evento.

Emergencia y peligrosidad

Como ya se especificó en la metodología, el mapa de peligrosidad utilizado ha sido el MIPICOVA. Presenta 7 niveles de peligro, ordenados de mayor a menor peligro (Soriano et al., 2020). Los seis primeros están asociados a calados y períodos de recurrencia, mientras que el último obedece a criterios geomorfológicos (Sanchis-Ibor et al., 2016), incluidos por el PATRICOVA en su modificación de 2015.

- Peligrosidad 1: $> 0,8 \text{ m} / 25 \text{ T}$
- Peligrosidad 2: $> 0,8 \text{ m} / 100 \text{ T}$
- Peligrosidad 3: $< 0,8 \text{ m} / 25 \text{ T}$
- Peligrosidad 4: $< 0,8 \text{ m} / 100 \text{ T}$
- Peligrosidad 5: $> 0,8 \text{ m} / 500 \text{ T}$
- Peligrosidad 6: $< 0,8 \text{ m} / 500 \text{ T}$
- Peligrosidad 7: Peligro geomorfológico

La tabla 4 refleja la localización de la emergencia en relación con la peligrosidad. Lo primero que llama la atención es que la mayor parte de las incidencias (45 %) se producen fuera de las áreas consideradas de peligro (87 % del territorio). Este hecho evidencia un notable desajuste entre las zonas donde se espera la emergencia y donde realmente se produce. Si bien gran parte de este tipo de emergencia es de carácter coyuntural (el 47 % se debe a problemas en carreteras), una parte considerable proviene de problemas en viviendas (28 %). Concentra, además, el 48 % de las incidencias en suministros y el 17 % de los salvamentos.

El área clasificada como *nivel 2* de peligrosidad ($> 0,8 \text{ m} / \text{T} = 100$) aglutina el 31,7 % de las incidencias. En este caso predomina el carácter estructural, por daños en viviendas (35,25 %) y salvamentos (32,49 %). Aquí tienen lugar, además, el 52 % de los desbordamientos (22). Este sector (representado sobre todo en la vega baja del Segura) es un reflejo inequívoco de la deficiente organización territorial: el 1,78 % del territorio concentra el 31,7 % de la emergencia, con 37,3 % de las viviendas afectadas, ubicadas en un territorio con el segundo nivel más alto de peligrosidad (figura 9).

El territorio clasificado como *nivel 7* (peligro geomorfológico), con el 11,3 % de las llamadas, ocupa el tercer puesto en importancia. Se trata de una emergencia de tipo mixto con un 33 % de las incidencias en carreteras y un 32 % en viviendas. Este nivel difiere en concepción del resto, ya que no obedece a criterios hidráulicos de calado y períodos de retorno, sino que viene determinado por ambientes morfosedimentarios susceptibles de ser inundados. Según indica PATRICOVA (2015), la valoración del riesgo en estos espacios debe realizarse a partir de estudios específicos, en los que se determine el grado de actividad de los procesos geomorfológicos. Hace referencia, por tanto, a zonas que precisan de análisis de mayor detalle. Según se deduce del patrón de la emergencia mostrado en este artículo, esta necesidad es urgente, dada la gran cantidad de viviendas afectadas (460).

Tabla 4. Número de incidencias según el nivel de peligrosidad.

Nivel de peligrosidad	INCIDENCIAS								Total general	(%)
	Carreteras	Desbordamientos	Ferrovial	Salvamento	Suministros	Vehículos	Viviendas			
Nivel 1 (> 0,8 m / T = 25)	27	2	1	11	2	3	16	62	1,51	
Nivel 2 (> 0,8 m / T = 100)	310	22	2	424	34	53	460	1.305	31,70	
Nivel 3 (< 0,8 m / T = 25)	50		1	81	1	19	43	195	4,74	
Nivel 4 (< 0,8 m / T = 100)	40	1		6	2	10	17	76	1,85	
Nivel 5 (> 0,8 m / T = 500)	3	-	-	-	-	4	3	10	0,24	
Nivel 6 (< 0,8 m / T = 500)	55	2	1	39		22	31	150	3,64	
Nivel 7 geomorfológico	154	7	1	98	11	46	151	468	11,37	
Sin peligro	877	8	6	133	47	268	512	1.851	44,96	
Total general	1516	42	12	792	97	425	1.233	4.117	100	

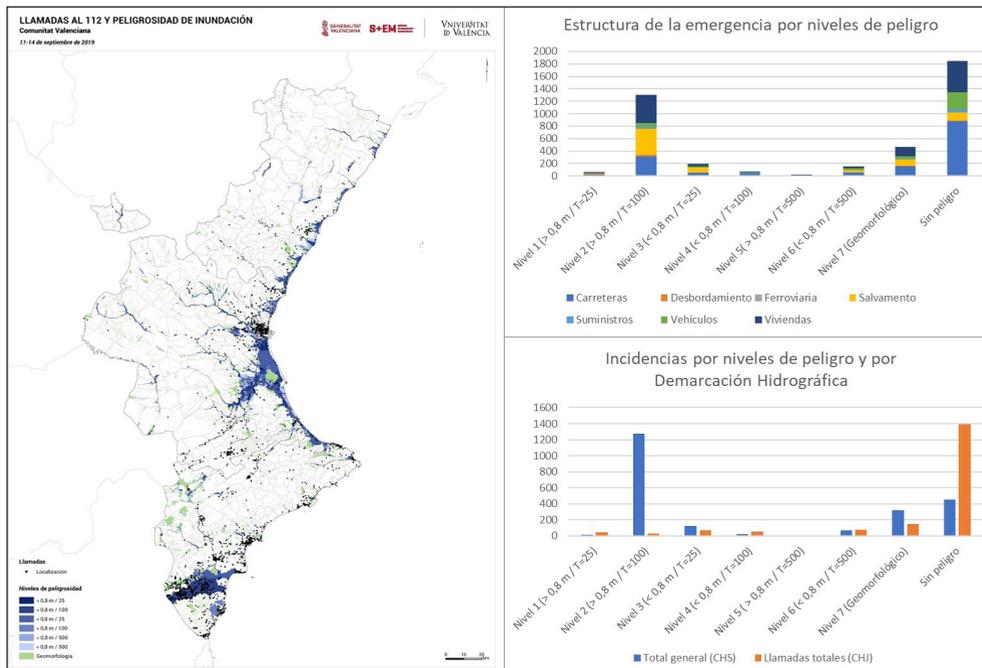


Figura 9. Cartografía de incidencias y peligrosidad. Estructura de la emergencia por niveles de peligro y demarcación hidrográfica (CHJ: Confederación Hidrográfica del Júcar; CHS: Confederación Hidrográfica del Segura).

El carácter de la emergencia durante este episodio muestra una componente espacial diversificada. Si analizamos por separado el territorio perteneciente a la demarcación del Segura (CHS) y el de la demarcación del Júcar (CHJ), observamos, de nuevo, comportamientos muy diferentes (figura 9). Mientras que en la cuenca del Júcar el grueso de llamadas se produce en zonas *sin peligro*, por incidencias en carreteras y vehículos, en la cuenca del Segura se producen en el nivel 2 de peligrosidad, por emergencias de viviendas, desbordamientos y salvamentos. Ello corrobora lo apuntado en apartados anteriores: en la cuenca del Júcar la emergencia tiene un carácter más coyuntural, con gran protagonismo de las lluvias *in situ*, mientras que en la cuenca del Segura es de tipo estructural, en relación con una ordenación deficiente del territorio.

DISCUSIÓN

El episodio de los días 11 a 14 de septiembre de 2019 ha sido uno de los de mayor magnitud registrados en la Comunidad Valenciana. Durante los cuatro días que duró, pasó por diferentes fases y afectó a todo el territorio. Los valores más altos de los indicadores pluviométricos se concentran en el sur de la provincia de Alicante y de Valencia. Sin embargo, y a pesar de que la emergencia se intensifica sobre estos territorios, las correlaciones entre las incidencias por municipio y la lluvia presentan coeficientes bajos (aunque muy significativos). Camarasa-Belmonte y Caballero (2018) ya detectaron este fenómeno con objeto del análisis del episodio de noviembre de 2016 (días 26-30). Mediante la delimitación de áreas de influencia en torno a los pluviómetros, las autoras señalaron zonas donde habiendo llovido mucho no se había producido ningún tipo de incidencia, porque al estar poco pobladas reducían su vulnerabilidad a las lluvias *in situ*. De hecho, en ese episodio ya se observó una gran dependencia entre las llamadas al 112 y el número de habitantes de los municipios, junto con la densidad de la red viaria.

Por ello, en este trabajo se han incluido, entre otras variables territoriales, el número de habitantes y la longitud de carreteras por municipio. Esto ha permitido discernir dónde el patrón espacial de la emergencia está más condicionado por la lluvia y dónde, por la organización del territorio. En general, en los lugares donde se declara la emergencia, las incidencias aumentan conforme lo hacen los indicadores pluviométricos. Este comportamiento habitual, observado también en otros episodios (Camarasa-Belmonte, 2018, 2019 y 2020), presenta una particularidad destacable en el de septiembre de 2019, en relación con la comarca del Baix Segura. Si bien, en el conjunto de la Comunidad Valenciana las incidencias están relacionadas, de manera significativa, con los indicadores pluviométricos de intensidad media e intensidad máxima en 1 hora y lluvia acumulada, en el Baix Segura (foco de la tormenta) no se observa ninguna correlación significativa con la precipitación. Aquí el escenario de la emergencia está condicionado por el tamaño de los municipios, la longitud de las vías de comunicación y el número de habitantes.

Este hecho parece estar muy ligado al carácter predominantemente estructural de la emergencia. Si comparamos el evento de septiembre de 2019 con otros episodios de relevancia (analizados por Camarasa-Belmonte en el marco de un convenio de investigación entre la AVSRE y la UVEG, 2018, 2019 y 2020), observamos cómo, mientras que en este episodio domina la componente estructural (53 %)

frente a la coyuntural (47 %), en el resto prevalece el factor coyuntural (en todos los casos por encima del 64 %). Algunos de esos eventos llegaron incluso a registrar mayor precipitación media areal que el que nos ocupa. La principal diferencia entre estos y el presente caso radica en la ubicación del foco de la tormenta. Cuando el evento afecta a la zona de Castellón o Valencia, predomina el carácter coyuntural de la emergencia, salvo en el área metropolitana de Valencia y el entorno de las ciudades más importantes. Cuando, como en este caso, se centra en la Vega Baja del Segura, la componente estructural se vuelve dominante, en relación con una deficiente ordenación territorial. Este resultado es coherente con lo expuesto en la memoria de actividades del citado Convenio de 2019 (Camarasa-Belmonte, 2019), en el que ya se destacaba el hecho de que el área de la Vega Baja del Segura y litoral sur de Alicante presentaba casi tantas incidencias como el litoral norte de Valencia, pero con mucha menos pluviometría.

En cuanto a la adecuación entre el escenario de la emergencia y el del desastre, sí que muestra una gran coherencia. Los daños personales y las mayores pérdidas materiales se registran en los municipios donde la emergencia es mayor y de carácter más estructural.

Los escenarios de emergencia y peligro muestran, sin embargo, fuertes disonancias. Por un lado, preocupa el hecho de que el 45 % de las llamadas se produzcan en áreas calificadas de *sin peligro*. Y, aunque gran parte de esta emergencia sea coyuntural, el 28 % de esta se debe a problemas en viviendas. El restante 55 % de las incidencias ocurren en territorios inundables. Más de la mitad de estas (57,6 %) se localizan en niveles de alta peligrosidad (segundo grado más alto) y presentan un carácter marcadamente estructural. También el área calificada de *peligro geomorfológico* presenta una tipología predominantemente estructural y afecta al 20,7 % de las zonas inundables. Todo ello pone en entredicho la eficiencia de la cartografía de peligro actual para la gestión de la emergencia, así como el grado de adaptación del territorio a los procesos de inundación.

CONCLUSIONES

El episodio que afecta a la Comunidad Valenciana en septiembre de 2019 es consecuencia de una DANA de final de verano, cuya actividad cuenta con importantes elementos de reforzamiento. Se generan fuertes precipitaciones que, si bien afectan de manera generalizada a todo el territorio, se intensifican en el sur de la provincia de Valencia y de Alicante (sobre todo en la Vega Baja del Segura).

El episodio da lugar a una compleja situación de emergencia, con más de 4.000 llamadas al 112 CV, básicamente por problemas en vías de comunicación (37 %), viviendas (30 %) y salvamentos o rescates (19 %). En consonancia con el foco de la tormenta, las comarcas más afectadas son las del Baix Segura, Vinalopó (Baix y Mítjà) y L'Alacantí, La Vall d'Albaida, El Comtat, La Costera, la Marina Alta y el área metropolitana de Valencia.

En general, los análisis estadísticos muestran baja correlación entre las incidencias por municipio y los indicadores pluviométricos, aunque con una significación muy alta (porque intervienen otros factores territoriales). La variable de lluvia más influyente es la intensidad media reducida (en todo tipo de incidencia), seguida de la máxima en 1 h (en relación sobre todo con los salvamentos) y de la acumulada (en problemas estructurales de desbordamientos y viviendas). Entre las variables territoriales

destacan por su influencia la longitud total de vías de comunicación por municipio (en relación con el enorme peso que tienen las llamadas por problemas en carreteras y vehículos), el número de habitantes y el área del municipio.

La emergencia puede presentar un carácter estructural (dominio de incidencias en viviendas, salvamentos, suministros y desbordamientos) o coyuntural (prevalencia de los problemas en carreteras y vehículos). La comarca del Baix Segura difiere en el comportamiento general del resto de la Comunidad Valenciana, tanto en su dependencia de la lluvia como en la tipología de las incidencias. Pese a que registra los valores más altos de los indicadores pluviométricos, no existe correlación significativa entre las llamadas al 112 CV y la precipitación. Aquí, el escenario de la emergencia está condicionado por el tamaño de los municipios, la longitud de las vías de comunicación y el número de habitantes. Este hecho parece estar muy ligado al carácter predominantemente estructural de la emergencia en el Baix Segura (ocasionada básicamente por problemas en viviendas -35 %- y salvamentos -31 %-), frente al resto de la Comunidad, donde predomina la componente coyuntural de esta (carreteras -51 %- y vehículos -16 %-).

A lo largo del episodio el escenario de la emergencia no es fijo, sino que va evolucionando conforme al desarrollo de la tormenta y la organización del territorio, en términos de resiliencia. De hecho, el evento pasa por cinco fases, en las que va cambiando desde un carácter coyuntural inicial (fases 1 y 2) a otro cada vez más estructural (fases 3, 4 y 5). Contribuye a ello la reactivación de la precipitación en la fase 4, que provoca un agravamiento de la situación por la sinergia entre la componente coyuntural (lluvias *in situ*) y la estructural, heredada de fases anteriores.

El escenario del desastre que se materializa en las pérdidas humanas y materiales tras el evento es coherente espacialmente con la emergencia. No ocurre lo mismo con la adecuación entre la cartografía de la emergencia y la de peligrosidad, que muestra disparidades muy alarmantes, como el hecho de que el 45 % de las incidencias se produzcan en territorio supuestamente exento de peligro, o que el segundo nivel más alto de peligrosidad concentre el 1,7 % del territorio, el 31,7 % de la emergencia, con una fuerte componente estructural. La falta de ajuste entre la cartografía oficial de peligro, como instrumento de prevención del riesgo por inundación, y el escenario de la emergencia cuestiona la eficacia de los mapas de peligrosidad para la gestión del riesgo. Llegados a este punto, podría resultar muy útil completar la información de la cartografía estática con análisis, en tiempo real, sobre el desarrollo de la emergencia.

AGRADECIMIENTOS

Las autoras desean mostrar su agradecimiento a diversas instituciones y personas sin cuya colaboración no hubiera sido posible la realización de este trabajo. En primer lugar, al Convenio de Colaboración para el Estudio del Riesgo de Inundaciones entre la Universitat de València y la Agencia Valenciana de Seguridad y Respuesta a las Emergencias (ediciones 2017, 2018, 2019 y 2020), y especialmente a Inma March, por su dedicación profesional e implicación personal en el proyecto. Agradecemos también las cesiones de datos del SAIH de las confederaciones hidrográficas del Júcar y del Segura, así como del Consorcio de Compensación de Seguros. Finalmente, queremos dejar constancia de que el trabajo se

ha realizado en el marco del Proyecto CGL2017-83546-C3-1-R (Subproyecto 1), financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación y fondos FEDER.

REFERENCIAS

- Camarasa Belmonte, A. M. (1993). La estructura interna de las tormentas mediterráneas. *Cuadernos de Geografía*, 54, 169-188. <https://ojs.uv.es/index.php/CGUV/article/view/14782/13462>
- Camarasa-Belmonte, A. M. (1995): *Génesis de crecidas en pequeñas cuencas semiáridas: Barranc del Carraxet y Rambla del Poyo* (252 pp.). MOPTMA y CHJ.
- Camarasa-Belmonte, A. M. (2017, 2018, 2019 y 2020): Memorias anuales de actividades. Convenio de Colaboración para el Estudio del Riesgo de Inundaciones entre la Universidad de Valencia y la Agencia Valenciana de Seguridad y Respuesta a las Emergencias. Documentos inéditos.
- Camarasa-Belmonte, A. (2021). Flash-flooding of Ephemeral Trames in the Context of Climate Change. *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 47(1), 121-142. <https://doi.org/10.18172/cig.4838>
- Camarasa-Belmonte, A. M. & Butrón, D. (2015). Estimation of flood risk thresholds in Mediterranean areas using rainfall indicators: case study of Valencian Region (Spain). *Natural Hazards*, 78(2), 1243-1266. DOI: 10.1007/s11069-015-1769-8
- Camarasa Belmonte, A. M. & Soriano, J. (2015). La intensidad de lluvia en entornos mediterráneos. Valores extremos según la escala de observación. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, pp. 279-300. <https://doi.org/10.21138/bage.1862>
- Camarasa-Belmonte, A. M. & Caballero, M. P. (2018). Lluvias in situ en la comunidad valenciana. Relación entre indicadores pluviométricos, llamadas al centro de coordinación de emergencias (112) y relación de daños, durante el episodio de 26-30 de noviembre de 2016. *El clima: aire, agua, tierra y fuego. Publicaciones de la Asociación Española de Climatología (AEC) Serie A*, 11, 233-244.
- Consorcio de Compensación de Seguros (2020). Informe Anual 2020 Catálogo de Publicaciones de la Administración General del Estado. https://www.consorseguros.es/web/documents/10184/121530/INFORME_ANUAL_2020_CCS_COMPLETO.pdf/232f76d4-7cec-4818-ab5f-6299af60d37a
- Díez Herrero, A. (2021). Propuesta para superar el paradigma del periodo de retorno en el análisis y mitigación de los riesgos por inundaciones en ríos. *Soluciones ante los riesgos climáticos en ríos y costas*, Informes Conama sobre la defensa del medio natural, CT30, 4.2.7, 165-173. Fundación Conama, Madrid, DOI: 10.5281/zenodo.5644732.
- Díez-Herrero, A., Laín-Huerta, L., & Llorente-Isidro, M. (2008). *Mapas de peligrosidad por avenidas e inundaciones*. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España. <https://www.igme.es/Publicaciones/publiFree/MapasPeligrosidad/Mapas%20de%20peligrosidad%20por%20avenidas%20e%20inundaciones.pdf>
- EFE (14 de septiembre de 2019). La gota fría deja 5 muertos, 3.500 evacuados y daños catastróficos en el sureste. *Levante-EMV*. <https://www.levante-emv.com/sucesos/2019/09/14/gota-fria-deja-5-muertos-11776810.html>

- González, M. (14 de septiembre de 2019). Un muerto en Orihuela eleva a seis las víctimas por el temporal. *El País*. https://elpais.com/politica/2019/09/14/actualidad/1568465848_486921.html
- Grimalt-Gelabert, M., Bauzá-Llinás, J., & Genovart-Rapado, M. (2021). The flood of October 9, 2018 in the city centre of Sant Llorenç des Cardassar (Mallorca). *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 47(1), 265-286. <https://doi.org/10.18172/cig.4858>
- Lorente-Plazas, R., Montávez, J. P., Ramos, A. M., Jerez, S., Trigo, R. M., & Jiménez-Guerrero, P. (2020). Unusual atmospheric-river-like structures coming from Africa induce extreme precipitation over the western Mediterranean Sea. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 125(2). <https://doi.org/10.1029/2019JD031280>
- Martí Talavera, J. M., Amor Jiménez, J. A., Giménez García, R., Ruiz-Álvarez, V., & Biener Camacho, S. (2021). Episodio de lluvias torrenciales del 11 al 15 de septiembre de 2019 en el sureste de la Península Ibérica: análisis meteorológico y consecuencias de las transformaciones en los usos del suelo. *Finisterra*, 56(117), 151-174. doi: 10.18055/Finis18102
- MCV (14 de septiembre de 2019). Las cifras de la gota fría más catastrófica en 140 años en la Comunitat Valenciana. *Las Provincias*. <https://www.lasprovincias.es/comunitat/cifras-dana-gota-fria-alicante-valencia-20190914154757-nt.html>
- Muñoz, D. M. & Díaz, A. R. (2013). Los riesgos naturales y su percepción en el municipio de Mazarrón (Murcia). *Papeles de geografía*, (57-58), 179-196. <https://revistas.um.es/geografia/article/view/191321>
- Nebot, S., Pitarch, M. D., & Camarasa-Belmonte, A. M. (2021). Análisis de la percepción de la peligrosidad de inundación en el municipio de Tavernes Blanques (Valencia, España). Su papel en la valoración del riesgo. *TERRA. Revista de Desarrollo Local*, (8), 68-97. DOI 10.7203/terra.8.19017
- Núñez Mora, J. A. (2019, septiembre 26). Análisis meteorológico y climático del temporal de precipitaciones torrenciales de septiembre de 2019 en la comunidad valenciana. <https://aemetblog.es/2019/09/26/analisis-meteorologico-y-climatico-temporal-de-precipitaciones-torrenciales-septiembre-de-2019-en-la-comunidad-valenciana/>
- Olcina, J. & Díez-Herrero, A. (2017). Cartografía de inundaciones en España. *Estudios geográficos*, 282(78), 283-315. <https://doi.org/10.3989/estgeogr.201710>
- PATRICOVA (2015). Plan de acción territorial de carácter sectorial sobre prevención del riesgo de inundación en la Comunitat Valenciana. <https://politicaterritorial.gva.es/es/web/planificacion-territorial-e-infraestructura-verde/patricova-plan-de-accion-territorial-de-caracter-sectorial-sobre-prevencion-del-riesgo-de-inundacion-en-la-comunitat-valenciana>
- Perles, M. J. (2004). Evolución histórica de los estudios sobre riesgos. Propuestas temáticas y metodológicas para la mejora del análisis y gestión del riesgo desde una perspectiva geográfica. *Baética: Estudios de Historia Moderna y Contemporánea*, (26), 103-128. <https://doi.org/10.24310/BAETICA.2004.v0i26.342>
- Ramos Ribeiro, R., Olcina Cantos, J., & Molina Palacios, S. (2014). Análisis de la percepción de los riesgos naturales en la Universidad de Alicante. *Investigaciones Geográficas*, 0(61), 147-157. <https://doi.org/10.14198/INGEO2014.61.10>

- Romero-Díaz, M. A. & Morales, A. P. (2021). Before, during and after the Dana of September 2019 in the region of Murcia (Spain), as reported in the written press. *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 47(1), 163-182. <http://doi.org/10.18172/cig.4769>
- Sanchis, C., Ruiz, J. M., Palencia, J. S., & Francés, F. (2016). La cartografía regional de peligrosidad de inundación por criterios geomorfológicos en el Plan de Acción Territorial frente al Riesgo de Inundación en la Comunitat Valenciana (PATRICOVA). *Comprendiendo el relieve: del pasado al futuro: actas de la XIV Reunión Nacional de Geomorfología Málaga, 22-25 de Junio de 2016*, 167-178. Instituto Geológico y Minero de España.
- Saurí, D., Ribas, A., Lara, A., & Pavón, D. (2010). La percepción del riesgo de inundación: experiencias de aprendizaje en la Costa Brava. *Papeles de Geografía*, (51-52), 269-278. <https://revistas.um.es/geografia/article/view/114571>
- Smith, K. (2013). *Environmental Hazards. Assessing risk and reducing disaster* (465 pp.). Londres: Routledge.
- Soriano García, J., Sanchis-Ibor, C., & Camarasa Belmonte, A. (2020). *Integración de cartografías de inundabilidad en la Comunidad Valenciana (PATRICOVA Y SNCZI). Desafíos y oportunidades de un mundo en transición. Una interpretación desde la Geografía* (pp. 211-223). Universitat de València.
- Sven, F. Birkmann, J., & Glade, T. (2012). Vulnerability assessment in natural hazard and risk analysis: current approaches and future challenges. *Natural Hazards*, 64(3), 1969-1975. <https://doi.org/10.1007/s11069-012-0352-9>
- Torró, M., Camarasa Belmonte, A., & Pitarch, M. D. (2019). Percepción del riesgo de inundación en el municipio de Ontinyent (Comunitat Valenciana). *Cuadernos de Geografía*, 103, 117-140. <https://doi.org/10.7203/CGUV.103.16227>

Cómo citar este artículo:

Camarasa Belmonte, A. M.^a & Caballero López, M.^a P. (2022). El paisaje de la emergencia: las lluvias de septiembre de 2019 en la Comunidad Valenciana. *Cuadernos de Geografía*, 108-109 (2), 791-817. <https://doi.org/10.7203/CGUV.109.24172>



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional.

