CENTRE DE POLÍTICA DEL SÒL I VALORACIONS (CPSV)

¿Hacia un evento de lluvia mega-torrencial?

Un equipo multidisciplinar compuesto por arquitectos (Blanca Arellano y Josep Roca), urbanistas (Zheng Qianhui) y físicos (Dolors Martínez y Carina Serra) del Centro de Política de Suelo y Valoraciones (CPSV) de la UPC, con la colaboración de estudiantes de máster y doctorado de la Escuela de Arquitectura de Barcelona[1], han estado investigando las causas y los efectos de las inundaciones extremas producidas hace ahora un año en la provincia de Valencia. Los resultados de la investigación se han presentado en diversos congresos internacionales, estando pendientes de publicación en diversas revistas indexadas[2].

Los catastróficos efectos causados por la DANA el 29 de octubre de 2024 en Valencia han llevado a reflexionar sobre si nos enfrentamos a una tendencia hacia precipitaciones extremas sin precedentes. Las mega-lluvias del 29/10/24, así como las inundaciones resultantes, causaron 229 muertes y daños económicos extraordinarios. ¿Cómo pudo ocurrir un resultado tan catastrófico en un país como España, con una larga tradición en la predicción meteorológica? Cabe recordar que España posee una cartografía de zonas inundables altamente desarrollada (las SCCZI), y que, concretamente, la Comunidad Valenciana tiene un plan, el PATRICOVA, en el que se establece con precisión el riesgo de inundación. ¿Nos enfrentamos, por tanto, ante un mega-evento sin precedentes? ¿O ante una situación que puede, hasta cierto punto, calificarse de “normal”? Y, en este caso, ¿qué frecuencia (lo que técnicamente se denomina “periodo de retorno”) e intensidad de las precipitaciones extremas se puede esperar en el Levante español?

La provincia de Valencia ha sufrido lluvias torrenciales desde tiempos inmemoriales. Las lluvias torrenciales ocurridas en Alcira en 1864 son un recuerdo que perdura hasta nuestros días. Sabemos que Valencia es una tierra donde «la lluvia no sabe llover» (Raimon, 1984). De forma más reciente, se produjeron lluvias torrenciales en 1957 (1414 hm^3), 1982 (2225 hm^3), 1987 (2656 hm^3) y 2000 (2196 hm^3). Desde esta perspectiva, los más de 2000 hm^3 acumulados en la provincia de Valencia en el evento de 2024 no parece que representen un récord absoluto. La figura 1 muestra la acumulación de lluvia de estas DANAs recientes.

[1] Masters de Planificación Urbana y Sostenibilidad, de Estudios Avanzados en Arquitectura, i del Doctorado de Gestión y Valoración Urbana y Arquitectónica de la UPC.

[2] EMS Annual Meeting Abstracts (vol. 22, EMS2025-334, 2025), https://doi.org/10.5194/ems2025-334. Y SPIE. Sensors+Imaging (Paper 13672-7) Assess the effect of heavy rainfall through the integration of remote sensing and in situ measurements (https://spie.org/spie-sensors-imaging/presentation/Assess-the-effect-of-heavy-rainfall-through-the-integration-of/13672-7).

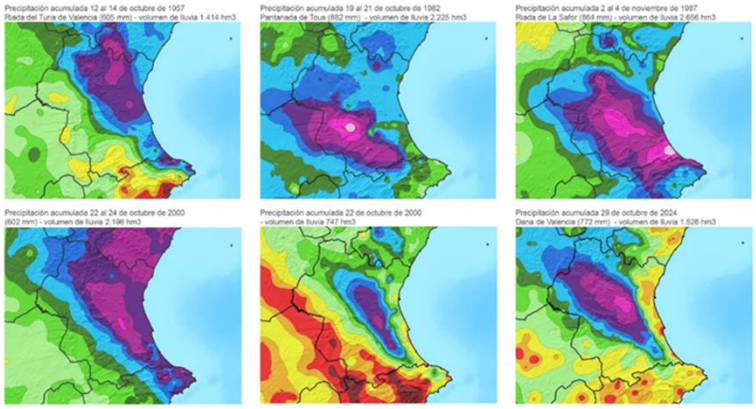


Figura 1. Precipitaciones acumuladas en las DANAs extremas recientes
Fuente: cortesía de Rafael Armengot

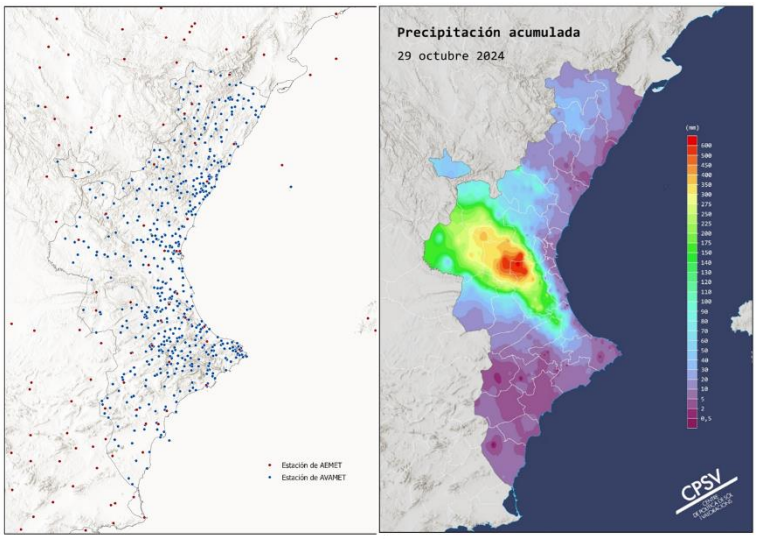


Figura 2. Precipitación acumulada
Fuente: tesis doctoral de Zheng Qianhui (CPSV-UPC) a partir de los datos suministrados por las estaciones de AEMET y AVAMET

Según el servicio de Copernicus de la UE, la DANA abarcó una superficie de 22.638,6 hectáreas, afectando a 221,9 hectáreas de zonas edificadas, 1.125,2 km de carreteras y a una población de 81.080 habitantes (https://rapidmapping.emergency.copernicus.eu/EMSR773), provocando, como es conocido, 229 muertes. Las lluvias torrenciales del 29 de octubre de 2024 tuvieron efectos verdaderamente catastróficos. ¿Por qué? ¿Cómo pudo suceder? Con independencia de los errores y negligencias políticas y administrativas producidas el 29 de octubre de 2024 (que podrían haber ahorrado muchas muertes y cuya responsabilidad penal aún está por dilucidar), la singularidad del evento radica en tres elementos fundamentales:

- En primer lugar, y de forma muy significativa, haber incidido en un área muy urbanizada y edificada, a menudo en zonas inundables. El proceso de urbanización a lo largo de las últimas décadas realizado en la Comunidad Valenciana no ha considerado la experiencia de generaciones pasadas de no edificar en zonas cercanas a los cauces de agua, y susceptibles de inundación. A su vez, el planeamiento urbanístico no ha considerado el riesgo de inundación, ignorando los estudios sobre peligrosidad contenidos en las SNCZI y el PATRICOVA. La figura n. 3 muestra un fragmento del alcance de la inundación sobrepuesto al área edificada de la llamada “zona 0”.

- Más allá del inadecuado modo de ocupación del suelo, la inundación producida el 29 de octubre de 2024 sobrepasó de forma acusada las previsiones de inundación establecidas en la cartografía oficial. La figura n. 4 muestra un fragmento de la superficie de inundación[3] de 29 de octubre de 2024 comparada con las zonas inundables a 500 años cartografiadas por las SNCZI. Como se puede apreciar, la inundación producida excedió en mucho la huella inundable prevista por la cartografía oficial, incluso a 500 años, demostrando la insuficiencia de las mismas. A pesar de los esfuerzos realizados por las administraciones públicas en delimitar las zonas inundables, parece evidente se ha producido una minusvaloración de las mismas.

- Pero los efectos catastróficos de la DANA también se debieron, probablemente, a que afectó a una zona donde nunca antes había llovido en tal magnitud (aunque si de forma muy intensa). Las DANAs tienen un efecto territorial muy localizado. Pueden ocurrir en zonas donde nunca antes se habían presentado en toda su intensidad. De hecho parece que en primera instancia AEMET evaluó que las precipitaciones producidas el 29/10/24 tenían un periodo de retorno superior a 2000 años, lo que se traduciría en un evento realmente excepcional[4].

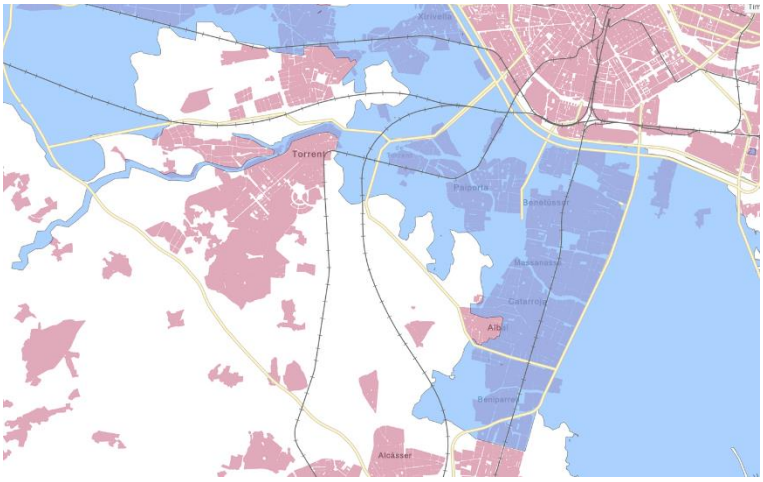


Figura n. 3. Huella de la inundación en la "Zona 0"
Fuente: Universidad de Valencia[5]

[3] El alcance real de la superficie de inundación continúa siendo objeto de investigación. Por desgracia las imágenes satelitales no aportan una información definitiva, dada la existencia de abundante nubosidad. Existen, no obstante, diversos estudios: de la Universidad de Valencia, de la Universidad Politécnica de Valencia y de la propia Generalitat Valenciana. Nuestro grupo de investigación también ha realizado una estimación independiente.

[4] Esta estimación inicial de AEMET no ha podido ser contrastada. Proviene del Sistema Automático de Información Hidrológica (SAIH) del Júcar (2025). Nota Informativa. *Episodio de lluvias y avenidas del 28 de octubre al 4 de noviembre de 2024*. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. https://saih.chj.es/docs/20241029-1104Informe-Episodio-C-version2.pdf

[5] Departamento de Geografía de la Universidad de Valencia (2025). https://www.uv.es/uvweb/college/en/post-dana-support/uv-actions-aimed-university-community/documental-archive-dana-1286407178329.html

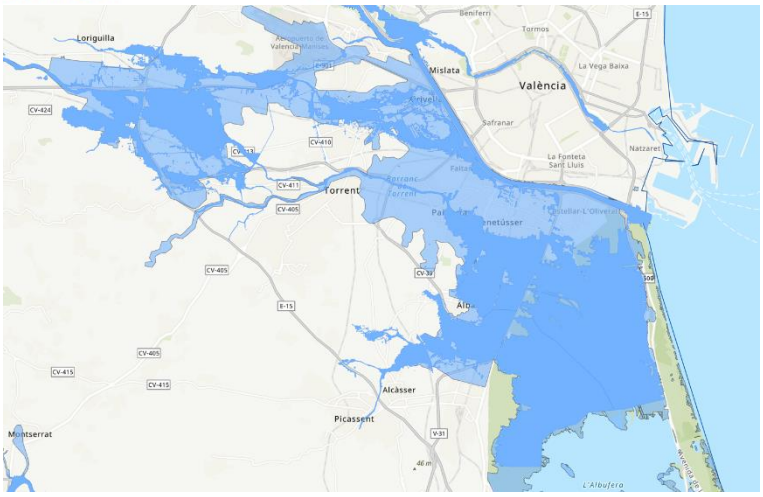


Figura 4. Comparación entre la huella de inundación (29/10/24) y la zona inundable (500 años) del SNCZI
Fuente: SNCZI (azul oscuro) y Universidad de Valencia (azul claro)

En este contexto, nuestra investigación se dirige:

1. Cartografiar el alcance de las precipitaciones (véase figura 2), así como a modelar la inundación producida el 29/10/24.

2. Analizar las causas de las precipitaciones extremas producidas en la Comunidad Valenciana, así como a estimar su tendencia futura. El incremento progresivo del calentamiento del mar (véase figura 5), y del vapor de agua acumulado en la atmósfera a principios de otoño están en la base de este incremento de precipitaciones extremas como ya tuvimos ocasión de anticipar en anteriores estudios[6]. En la actualidad este trabajo se dirige a estimar si las DANAs son cada vez más frecuentes e intensas.

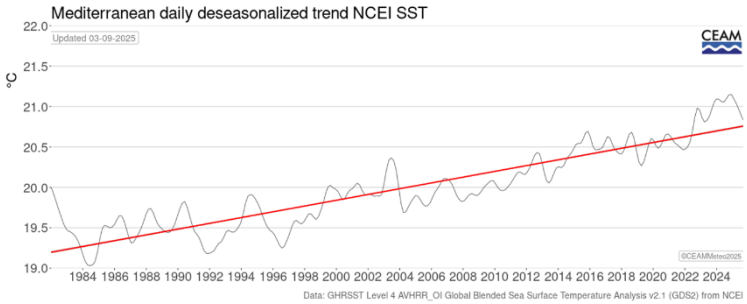


Figura 5. Tendencia al calentamiento del mar Mediterráneo
Fuente: CEAM

3. Pero, ante todo, ha buscado *evaluar el período de retorno* de las precipitaciones extremas producidas el 29/10/24, a fin de determinar la probabilidad de suceso de lluvias como las que aquel día se produjeron (710,8 mm en 24 horas).

[6] Véase Arellano, B., Zheng, Q. & Roca, J. (2025). Analysis of climate change effects on precipitation and temperature trends in Spain. *Land*, 14 (1), 85. https://doi.org/10.3390/land14010085

En relación al periodo de retorno de las precipitaciones extremas en Valencia, se ha estudiado la serie de precipitaciones de 350 estaciones meteorológicas de AEMET[7] desde 1950 hasta 2024[8], obteniendo los siguientes resultados:

- El periodo de retorno de las precipitaciones del 29/10/24 (710,8 mm en 24h) en nada se acercan a las previsiones iniciales de AEMET: ¡¡se reducen a 47 años!!

- A 500 años (periodo de retorno al que se suelen relacionar los estudios convencionales), la precipitación en 24 horas podría superar los 1.600 mm. Los estudios de inundación, por tanto, deberían ajustarse a esa predicción.

- Corto plazo, 10 años, las precipitaciones probablemente superarán los 400 mm/24h, un evento muy destacado, y para el que hay que estar alerta[9].

Return period (yr)	Gumbel-MOM	Gumbel-MLE	Gumbel-L-MOM	LP3-MOM	LP3-MLE	LP3-L-MOM	GEV-MOM	GEV-MLE	GEV-L-MOM	SQRT-ETmax-MOM	SQRT-ETmax-MLE	SQRT-ETmax-L-MOM	Log-OLS
10	411,5	367,7	393,6	390	390,7	390	397,6	388,1	386,1	400,8	375	393,8	407,0
20	483	422,6	457,3	479,2	481,1	477,8	479,5	482,6	477	484,5	445,7	473,2	523,6
50	575,4	493,6	539,7	615,1	619,5	610,6	597,9	635	621,2	603,4	545,3	585,5	725,3
100	644,7	546,8	601,5	734,5	741,5	726,5	697	776,4	752,9	700,1	625,9	676,8	925,9
200	713,7	599,9	663,1	870,6	881,2	857,8	805,3	945,8	908,5	803	711,3	773,8	1180,9
500	804,8	669,8	744,3	1080,5	1097,4	1058,9	964,7	1222,6	1158,8	948,7	831,6	910,7	1627,9
1000	873,6	722,7	805,7	1265,6	1288,9	1235,1	1098,8	1481,1	1388,9	1066,1	928,3	1021,1	2074,9

Precipitaciones estimadas para los periodos de retorno de 10-20-50-100-200-500-1000 años

La investigación hasta ahora desarrollada sugiere:

1. La necesidad de desarrollar estudios de precipitación e inundación más detallados y actualizados. En especial, los mapas de inundación (SNCZI y PATRICOVA) están desfasados y requieren urgente actualización. Para ello es necesario, previamente, poner al día los estudios de probabilidad de precipitaciones extremas.

2. Poner al día el planeamiento urbanístico, revisando los planes generales a la Ley de Suelo de 2008, que obliga a la realización de estudios de riesgo por inundación. En este sentido se debería obligar de forma urgente a revisar los planes generales de acuerdo con las SNCZI y el PATRICOVA, prohibiendo la urbanización de nueva planta en zonas inundables. Al parecer el camino emprendido por la Generalitat Valenciana va en sentido contrario, poniendo el acento en la rapidez de respuesta, y no en la seguridad de las personas.

3. Más compleja es la adaptación del parque residencial ya edificado en zonas inundables. En este sentido es preciso habilitar fuentes de financiación que permitan la rehabilitación de la edificación existente, con especial atención a los sótanos que actualmente se destinan a aparcamiento, las plantas bajas (donde se debería prohibir el

[7] Los autores quieren agradecer a AEMET el suministro de los datos. También a José Ángel Nuñez, jefe de climatología de AEMET en la Comunidad Valenciana, por el apoyo obtenido.
[8] En este periodo de 75 años destacan tres eventos por sus precipitaciones extraordinarias (más de 500 mm en 24 horas): 1982 (donde se produjo la llamada "pantanada de Tous", 632 mm), 1987 (Oliva, máximo histórico desde que se iniciaron las mediciones, 817 mm) y 2024 (710,8 mm).
[9] De hecho en 2025 ya se han producido precipitaciones que se acercan a esos 400 mm en 24 horas.

uso residencial), y las instalaciones de ascensor (que deberían ser obligatorias y seguras en todos los casos). La reubicación de los inmuebles residenciales en las zonas más cercanas a los cauces de agua, debería ser, asimismo, un objetivo de la gran tarea de reconstrucción.