

Reconstrucción de la DANA del 29 de octubre de 2024 en la cuenca de la Rambla del Poyo

Carles Beneyto^{a,b}, José Ángel Aranda^a, Miguel Ángel Eguibar^a y Félix Francés^a

^a Universitat Politècnica de València, Instituto Universitario de Investigación de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente, c/ Vera s/n, 46008 Valencia, España. (carbeib@upv.edu.es)

^b Sistema Automático de Información Hidrológica (SAIH) de la Confederación Hidrográfica del Júcar (CHJ), Avda. Blasco Ibáñez, 48 46010 - Valencia, España. (carles.beneyto@matinsalevante.es)

Línea temática | A. Hidrología y dinámica fluvial: caracterización de régimen regular y extremos, fenómenos de crecidas, cuencas y masas de agua continentales y de transición, dinámica de sedimentos en cursos fluviales y costas, estado ecológico, limnología, estudios de inundabilidad.

RESUMEN

El episodio de lluvias extraordinarias del pasado 29 de octubre de 2024 impactó de manera escalonada en varias zonas de la Comunitat Valenciana y el este de Castilla-La Mancha. La ubicación de una Depresión Aislada en Niveles Altos (DANA) en el Golfo de Cádiz favoreció la entrada de viento de levante, cargado de humedad, y el desarrollo de un patrón de precipitaciones de tipo tren convectivo, que se originó en la comarca de la Ribera Baja (Valencia) y se desplazó en dirección noroeste. Esto provocó intensidades y acumulados de precipitación nunca antes vistos, que afectaron distintas zonas del territorio según el momento del día, causando numerosas víctimas y cuantiosos daños materiales. Concretamente, en el ámbito de la Confederación hidrográfica del Júcar (CHJ) se vieron afectadas principalmente las zonas del bajo Júcar, río Magro, río Mira, bajo Túrria y la rambla del Poyo.

Debido a su mayor impacto, tanto en términos de pérdidas económicas como de vidas humanas, y por el alto riesgo (peligrosidad + vulnerabilidad) que presenta esta cuenca, este trabajo se centra en la Rambla del Poyo, realizando una reconstrucción del evento siguiendo los siguientes pasos: (1) reconstrucción de la tormenta mediante técnicas estadísticas de interpolación espacial avanzadas; (2) transformación de precipitación en escorrentía mediante la implementación y la aplicación de un modelo hidrológico distribuido (TETIS); y (3) representación de la mancha de inundación mediante la implementación de un modelo hidráulico (HEC-RAS) con un nivel de detalle regional.

La cuenca de la Rambla de Poyo presenta una extensión de aproximadamente 420 km², lo que, en términos generales, se entiende como una cuenca pequeña. Su cauce principal, de apenas 40 km, desciende desde casi 1.000 msnm. en las sierras de Chiva y Siete Aguas hasta su desembocadura en la Albufera de Valencia. La precipitación media anual ronda los 500 mm, concentrándose especialmente en primavera y, sobre todo, en los meses de otoño, cuando suelen registrarse episodios de gran torrencialidad. El régimen de precipitaciones, combinado con la escasa longitud de los cauces y la fuerte pendiente del terreno, otorga a la Rambla un comportamiento hidrológico efímero y de elevada peligrosidad. A esto se suma la transformación acelerada de los usos del suelo en la cuenca durante los últimos 50 años, con cambios en la geometría de los cauces (reducción e incluso la desaparición en algunos tramos) y con numerosos municipios al sur de la ciudad de Valencia ubicados en el cono de desagüe de la Rambla, lo que ha hecho aumentar de forma significativa la vulnerabilidad de la población en esta zona.

Para llevar a cabo este estudio, se ha analizado y, en su caso, corregido la información procedente de los pluviómetros de tres fuentes de información diferentes: AEMET, la Asociación Valenciana de Meteorología (AVAMET) y la red SAIH de la CHJ. Después de este primer análisis, se validaron un total de 574 pluviómetros (171 de la red SAIH, 48 de las estaciones de AEMET y 355 de la red de AVAMET). La Figura 1 muestra la ubicación de cada uno de estos pluviómetros, diferenciados según

su fuente de información. De la misma red del SAIH se han obtenido los datos de caudal cincominutal en el punto de control de la Rambla del Poyo – NIII.

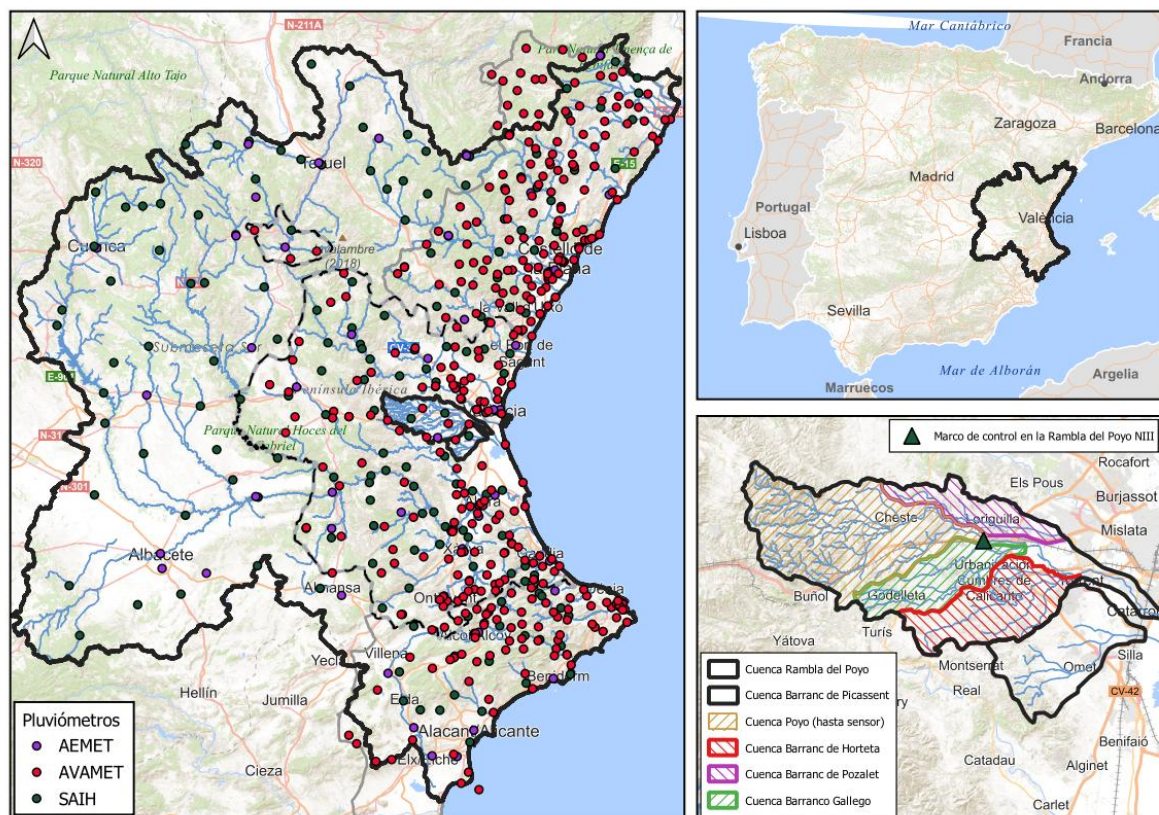


Figura 1 | Área de estudio e información hidrometeorológica.

A partir de esta información, se realizó una interpolación espacial con los 574 pluviómetros mediante kriging para cada acumulado de precipitación horaria. Para cada interpolación, se escogió el mejor ajuste del semivariograma (esférico) y se realizaron validaciones cruzadas con todos los pluviómetros. El resultado (Figura 2 – Izq.), refleja la distribución de la tormenta de aquel día, que capta perfectamente las precipitaciones excepcionalmente que se registraron, entre otros, en los pluviómetros de Turís (AEMET - 771.8 mm en 14 horas) y Chiva (SAIH - 605.8 mm). Para poder obtener estimaciones de los periodos de retorno asociados a las lluvias del día 29 de octubre, se obtuvieron las curvas Depht-Duration-Frequency (DDF) como se muestra en la Figura 2 – Der., por ejemplo, para el caso de Chiva.

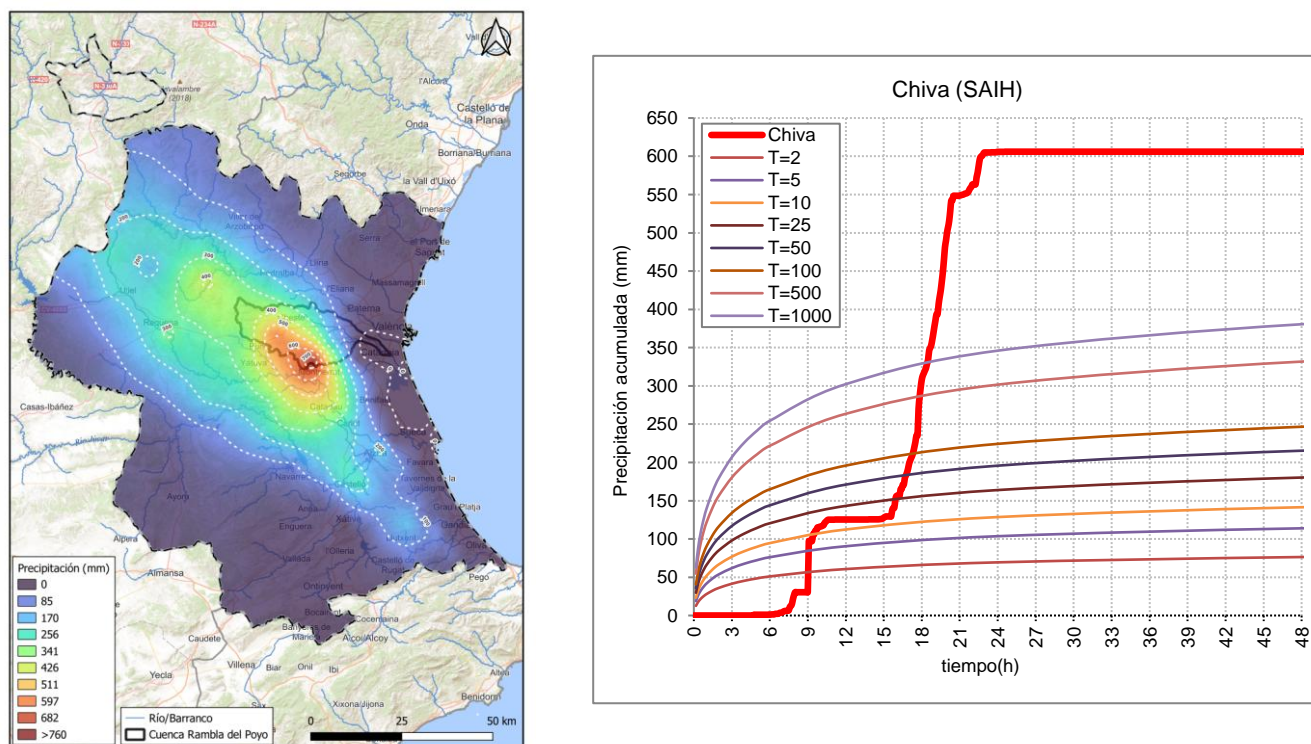


Figura 2 | Precipitación (mm) del día 29 de octubre de 2024 (00h a 24h) (Izq.) y DDF del pluviómetro de Chiva (SAIH) (Der.).

El modelo hidrológico que se utilizó para el estudio es el modelo eco-hidrológico TETIS. Éste es un modelo conceptual (estructura de tanques), distribuido en el espacio y cuyos parámetros están físicamente basados. El modelo se calibró y se validó (ambos el submodelo de hidrología y el de sedimentos) espacio-temporalmente a escala de tiempo 5-minutal, obteniendo unos resultados satisfactorios. Finalmente se lanzó la simulación del día 29/10 (incluyendo un periodo de calentamiento). La Figura 3 muestra los hidrogramas de algunos de los puntos más significativos de la cuenca. Es importante señalar que, si bien los caudales pico obtenidos proporcionan información valiosa, no representan con precisión los caudales reales que circularon por los distintos puntos. Esto se debe a que los modelos hidrológicos asumen que el flujo se mantiene siempre encauzado, sin considerar posibles desbordamientos, por lo que necesariamente hay que acudir a modelos hidráulicos capaces de representar los flujos desbordados.

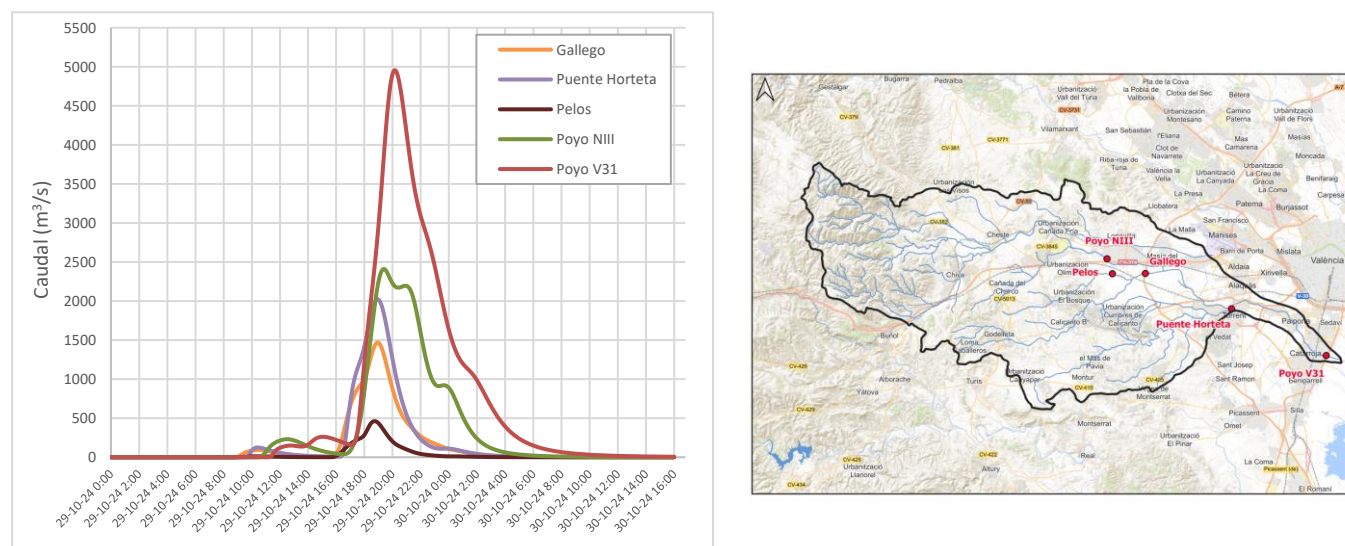


Figura 3 | Hidrogramas obtenidos en diversos puntos de la cuenca.

La modelación hidráulica de los flujos desbordados es fundamental para la elaboración de los mapas de peligrosidad de inundación (fluvial) y la evaluación de los riesgos asociados a las mismas. Esta modelación hidráulica, de tipo matemático, se basa en la resolución del sistema de ecuaciones de Saint-Venant en dos dimensiones espaciales. El último punto de la metodología plantea la modelación matemática bidimensional (HEC-RAS 6.5) en situación de avenida a partir de la resolución de las Shallow Water Equations (SWE) del Barranco de Poyo durante el evento del 29 de octubre. La extensión del modelo abarca desde el cruce del cauce del barranco con la autovía A3 al noroeste (sección donde se localiza la estación de aforos del SAIH de la CHJ) hasta la desembocadura del mismo en el lago de la Albufera junto al Tancat de la Pipa, al sureste. La malla de cálculo tiene unas 415.000 celdas y abarca una extensión de unos 166 km². La Figura 4 muestra unos de los resultados obtenidos, concretamente la mancha de inundación máxima que se produjo en aquella jornada.

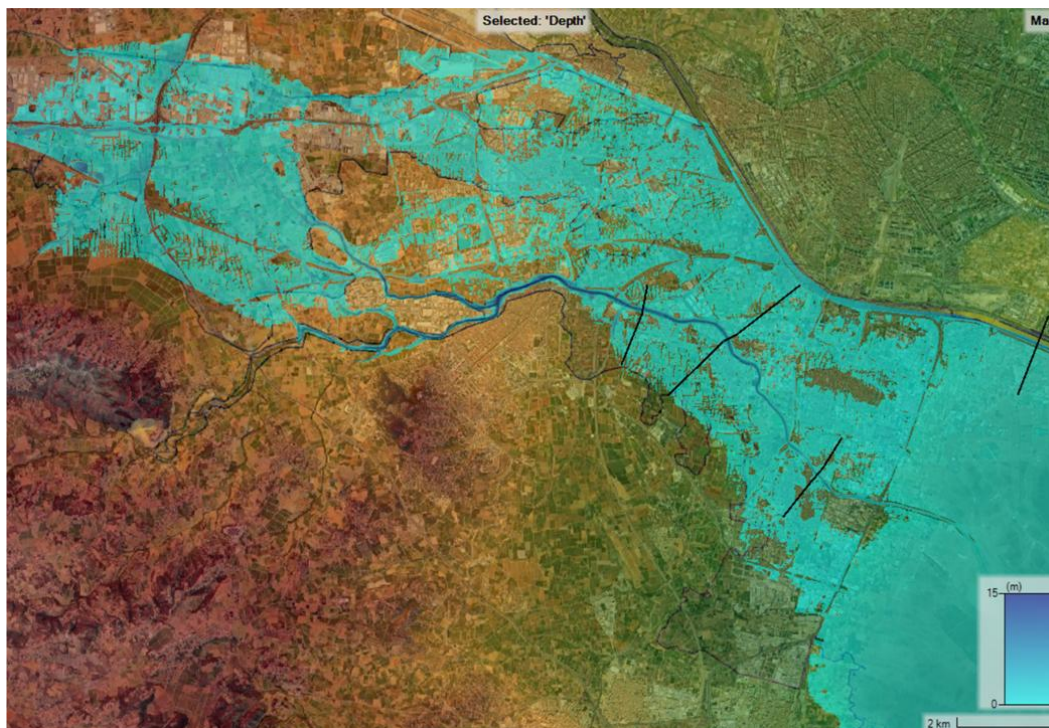


Figura 4 | Modelo hidráulico. Extensión máxima de la inundación.

Los resultados obtenidos mediante la modelización hidrológica e hidráulica del episodio del 29 de octubre permiten entender de una forma clara la evolución de los acontecimientos de aquel día, desde la primera crecida de la mañana, hasta la catastrófica avenida de la tarde, causante de 228 víctimas mortales y millones de euros en pérdidas materiales. Este estudio ha permitido conocer la impresionante altura que alcanzó el agua en algunos lugares, lo que ha sido contrastado con otros estudios como el del Grupo de Cartografía GeoAmbiental y Teledetección (CGAT) del Departamento de Ingeniería Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría (DICGF), junto con la Escuela Técnica Geodésica, Cartográfica y Topográfica de la UPV. Además, gracias al uso de un modelo hidrológico distribuido, el estudio ha permitido conocer la cronología de la riada y su magnitud más allá del sensor ubicado en la autovía A3. Se ha podido determinar la inmensa velocidad (hasta 8 m/s) que llegó a alcanzar el agua en algunos tramos y los flujos preferentes de desbordamiento, que se ha contrastado con información y mapas históricos del cauce y de su cono de desagüe. Por último, el estudio también ha permitido cuantificar el volumen de sedimentos acarreado durante la crecida, cuya magnitud ha sido clave en la intensificación de la magnitud de la catástrofe. Este trabajo es el primer paso de un estudio más amplio y con mayor nivel de detalle, que pretende ser una herramienta para legisladores y profesionales en el avance del conocimiento hidrológico y para una mejor planificación urbanística y diseño de infraestructuras.