



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos,
Canales y Puertos

Análisis de inundabilidad y propuesta de medidas
correctoras del barranco de la Saleta en el polígono
industrial de Quart de Poblet (Valencia)

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería de Obras Públicas

AUTOR/A: El Hadi, Samira

Tutor/a: Eguíbar Galán, Miguel Ángel

CURSO ACADÉMICO: 2024/2025



Agradecimientos

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento, en primer lugar, a mis padres, por ser un pilar fundamental que me sostiene y me guía en cada paso de mi vida. Asimismo, a mis hermanos, por su apoyo incondicional y por recordarme día a día, con su interés y sus palabras, la importancia de seguir adelante. Y también a mi pareja, por estar a mi lado en todo momento, dándome ánimo y compañía constante.

Finalmente, no puedo dejar de agradecerme a mí misma por no haberme rendido, por haber mantenido la constancia y la determinación necesarias para poder superar las dificultades. Gracias a ello, hoy puedo decir que he encontrado la luz al final del túnel, culminando con orgullo este camino lleno de esfuerzo y trabajo.



Resumen en castellano

Actualmente, el polígono industrial de Quart de Poblet (municipio de Valencia), ubicado cerca del barranco de la Saleta (en Valencia), se enfrenta a problemas significativos relacionados con la inundabilidad. Tras el paso de la DANA en octubre de 2024 (Depresión Aislada en Niveles Altos) se han producido multitud de daños en el interior del polígono, destruyendo parte de las naves y de muchos de los muros que supuestamente las protegían. Esto, a su vez, ha evidenciado las carencias y fallos de las cartografías oficiales de inundabilidad. Este estudio tiene como objetivo analizar la fiabilidad de dichas cartografías de riesgo. Para ello se desarrollará un modelo hidráulico que permita analizar el comportamiento hidráulico de la DANA con un elevado grado de detalle en el entorno del polígono, que permitirá simular las condiciones del flujo en el área afectada. Se trabajará con una cartografía MDT (Modelo Digital del Terreno) de detalle y la modelación hidráulica se llevará a cabo con el software HEC-RAS (Hydrologic Engineering Centers – River Analysis System). Los resultados de las simulaciones posibilitarán identificar discrepancias con las cartografías de riesgo oficiales (Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables y PATRICOVA), para evaluar la fiabilidad de estas en este entorno industrial, especialmente en periodos de retorno elevados. Asimismo, se calculará el caudal asociado al evento de la DANA (Depresión Aislada en Niveles Altos) que impactó la zona. Por ejemplo, algunos de los muros del polígono, que teóricamente deberían suponer una barrera al flujo, fallaron. Su destrucción plantea dudas sobre si el alcance de las inundaciones prevista en las cartografías de riesgo oficiales o en los modelos, son representativas de la realidad. Como propuesta de mejora, se plantearán alternativas para reducir el riesgo de inundabilidad en el polígono, seleccionando una de las soluciones mediante una evaluación multicriterio, y valorándola. En conclusión, los resultados de este estudio pretenden analizar las causas que produjeron los daños generados desde el barranco de la Saleta al polígono. Se buscará reflexionar si los parámetros de diseño inicial, incluyendo los periodos de retorno considerados, fueron adecuados para resistir fenómenos extremos como la DANA. Además, el análisis comparativo entre los datos del MDT y las simulaciones realizadas en HEC-RAS (Hydrologic Engineering Centers – River Analysis System) permitirán determinar si las protecciones previstas en el polígono resultaron adecuadas para las barreras de protección en el polígono, como, por ejemplo, los muros perimetrales.



Este enfoque pretende aportar una visión crítica sobre la planificación y mantenimiento de infraestructuras similares, con el objetivo de prevenir daños futuros en escenarios de eventos meteorológicos extremos.

Palabras clave

Inundabilidad; DANA; cartografías oficiales de riesgo; modelo hidráulico; simulación hidráulica, modelo Digital del Terreno (MDT); HEC-RAS; sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables; caudal del evento DANA; períodos de retorno.



Resumen en inglés

Currently, the industrial park of Quart de Poblet (municipality of Valencia), located near the Saleta ravine (in Valencia), faces significant problems related to flooding. After the passage of DANA in October 2024 (Isolated Depression at High Levels) there has been a lot of damage inside the site, destroying part of the ships and many of the walls that supposedly protected them. This, in turn, has highlighted the shortcomings and failures of official flood maps. This study aims to analyse the reliability of these risk maps. To this end, a hydraulic model will be developed which allows the hydraulic behaviour of the DANA to be analysed with a high degree of detail in the environment of the polygon, which will allow the flow conditions in the affected area to be simulated. Work will be done with a detailed MDT (Digital Terrain Model) mapping and hydraulic modelling will be carried out using the HEC-RAS software (Hydrologic Engineering Centers - River Analysis System). The results of the simulations will make it possible to identify discrepancies with the official risk maps (National Flood Mapping System and PATRICOVA), in order to assess their reliability in this industrial environment, especially in high return periods. The flow associated with the DANA event (Isolated Depression at High Levels) that impacts the area will also be calculated. For example, some of the walls in the polygon, which should theoretically be a barrier to flow, failed. Their destruction raises doubts as to whether the extent of flooding predicted in official risk mapping or models is representative of reality. As an improvement proposal, alternatives will be considered to reduce the risk of flooding in the site, selecting one of the solutions through a multi-criteria evaluation and evaluating it. In conclusion, the results of this study are intended to analyse the causes of the damage generated from the Saleta ravine to the site. We will consider whether the initial design parameters, including the return periods considered, were adequate to withstand extreme phenomena such as DANA. In addition, the comparative analysis between MDT data and simulations performed at HEC-RAS (Hydrologic Engineering Centers - River Analysis System) shall determine whether the protection provided for in the range was appropriate for the protective barriers in the range, such as perimeter walls. This approach aims to provide a critical view on the planning and maintenance of similar infrastructures, with the aim of preventing future damage in extreme weather event scenarios.



Palabras clave

Flooding; DANA; official risk maps; hydraulic model; hydraulic simulation, Digital Terrain Model (MDT); HEC-RAS; National Flood Mapping System; DANA event flow rate; return periods.



Índice de imágenes

Imagen 1: Vista aérea más amplia del municipio de Quart de Poblet.....	23
Imagen 2: Vista aérea general de la zona de estudio en la Calle Pinadeta, Quart de Poblet.	24
Imagen 3: Vista aérea de la zona de estudio en la Calle Pinadeta (Quart de Poblet).	24
Imagen 4: Imagen del polígono industrial tras la DANA.	27
Imagen 5: Imagen del polígono industrial tras la DANA	27
Imagen 6: Imagen del polígono industrial tras la DANA.	28
Imagen 7: Imagen del polígono industrial tras la DANA.	28
Imagen 8: Peligrosidad de inundación a 10 años en el polígono industrial de Quart de Poblet.	30
Imagen 9: Peligrosidad por inundación con periodo de retorno de 10 años en el polígono industrial de Quart de Poblet.....	31
Imagen 10: Peligrosidad por inundación con periodo de retorno de 100 años en el polígono industrial de Quart de Poblet.	32
Imagen 11: Peligrosidad por inundación con periodo de retorno de 100 años en el entorno del polígono industrial de Quart de Poblet	33
Imagen 12: Peligrosidad por inundación con periodo de retorno de 500 años en el entorno del polígono industrial de Quart de Poblet	34
Imagen 13: Peligrosidad por inundación con periodo de retorno de 500 años en el entorno del polígono industrial de Quart de Poblet	34
Imagen 14: Plano nº 0 del PGOU de Quart de Poblet.....	38
Imagen 15: Perfil longitudinal del cauce del barranco de la Saleta.....	39
Imagen 16 : Vista en perspectiva de la traza del barranco de la Saleta desde su nacimiento en las montañas de Buñol hasta su desembocadura en el río Turia.	40
Imagen 17: Recorrido y perfil del barranco de la Saleta desde Buñol (nacimiento del barranco) hasta el río Turia.....	41
Imagen 18 : Perfil altimétrico del barranco de la Saleta desde su inicio hasta la empresa Servalesa, con variaciones de elevación y pendiente media.....	43
Imagen 19 : Trazado del barranco de la Saleta desde su nacimiento hasta la empresa Servalesa en el polígono de Quart de Poblet.....	44
Imagen 20 : Área inundada el 29 de octubre de 2024 en l'Horta Sud.	47
Imagen 21: Modelo Digital del Terreno (MDT) del barranco Pozolet–La Saleta	51



Imagen 22 : Perfil topográfico – Barranco Pozolet–La Saleta hasta el río Turia.....	52
Imagen 23 : Imagen sombreada del MDT del barranco Pozolet-La Saleta.....	53
Imagen 24 : Ubicación de los puntos de control definidos en el entorno del polígono industrial de Quart de Poblet.....	55
Imagen 25 : Representación de calados máximos esperables en el entorno	58
Imagen 26 : Vista del exterior del polígono industrial de Quart de Poblet.....	58
Imagen 27 : Punto del muro por el que supuestamente el agua penetraría libremente en el polígono. Vista desde el oeste.	60
Imagen 28 : Puerta de acceso prácticamente estanca integrada en el muro perimetral no considerado por la cartografía del SNCZI. Vista desde el este.....	60
Imagen 29 : Imagen de la zona.....	61
Imagen 30 : Proceso de captura de datos LIDAR desde aeronave, mediante pulsos láser dirigidos al terreno.	63
Imagen 31 : Esquema de las actuaciones previstas en el Pla de Quart	66
Imagen 32 : Representación esquemática de caudales máximos y zona inundable en el barranco de la Saleta.....	67
Imagen 33 : Representación hipsométrica del Modelo Digital del Terreno (MDT) del sistema fluvial Pozolet–La Saleta.....	70
Imagen 34 : Ampliación del T10 sobre MDT1, visualización de profundidad con geometría visible.....	72
Imagen 35 : Resultado del T10 sobre MDT1 con mancha de inundación y perímetro 2D.	73
Imagen 36 : Mancha de inundación del T10 sobre MDT1, sin geometría visible	73
Imagen 37 : Velocidad del flujo para el período de retorno T10 simulado con el MDT1, con visualización del perímetro 2D	74
Imagen 38 : Velocidad del flujo para el período de retorno T10 simulada con el MDT1, sin visualización de geometría	74
Imagen 39 : Elevación máxima de la lámina de agua (WSE máx.) para el T10 con MDT1 y perímetro 2D visible	75
Imagen 40 : Elevación máxima de la lámina de agua (WSE máx.) para el T10 simulada con MDT1, sin visualización de geometría.....	75



Imagen 41 : Ampliación del T25 sobre MDT1, visualización de profundidad con geometría visible.....	76
Imagen 42 : Resultado del T25 sobre MDT1 con mancha de inundación y perímetro 2D.	76
Imagen 43 : Mancha de inundación del T25 sobre MDT1, sin geometría visible.	77
Imagen 44 : Velocidad del flujo para el período de retorno 25 simulado con el MDT1, con visualización del perímetro 2D	78
Imagen 45 : Velocidad del flujo para el período de retorno 25 simulada con el MDT1, sin visualización de geometría.	78
Imagen 46 : Elevación máxima de la lámina de agua (WSE máx.) para el período de retorno 25 simulada con el MDT1, con visualización del perímetro 2D. Se incluye la leyenda de valores en metros	79
Imagen 47 : Elevación máxima de la lámina de agua (WSE máx.) para el período de retorno 25 simulada con el MDT1, con visualización del perímetro 2D.	80
Imagen 48 : Elevación máxima de la lámina de agua (WSE máx.) para el período de retorno 25 simulada con el MDT1, sin visualización del perímetro 2D.	80
Imagen 49 : Ampliación del T100 sobre MDT1, visualización de profundidad con geometría visible.....	81
Imagen 50 : Resultado del T100 sobre MDT1 con mancha de inundación y perímetro 2D.	82
Imagen 51 : Mancha de inundación del T100 sobre MDT1, sin geometría visible.	82
Imagen 52 : Velocidad del flujo superficial para el período de retorno 100 simulada con el MDT1, con visualización del perímetro 2D	83
Imagen 53 : Velocidad del flujo superficial para el período de retorno 100 simulada con el MDT1, sin visualización del perímetro 2D.	84
Imagen 54 : Elevación máxima de la lámina de agua (WSE máx.) para el período de retorno de 100 años, simulada con el MDT1 y visualización del perímetro 2D.....	85
Imagen 55 : Elevación máxima de la lámina de agua (WSE máx.) para el período de retorno 100 años simulada con el MDT1, sin visualización del perímetro 2D.....	85
Imagen 56 : Ampliación del T500 sobre MDT1, visualización de profundidad con geometría visible.....	86
Imagen 57 : Resultado del T500 sobre MDT1 con mancha de inundación y perímetro 2D	87
Imagen 58 : Mancha de inundación del T500 sobre MDT1, sin geometría visible	87



Imagen 59 : Velocidad del flujo superficial para el período de retorno 500 simulada con el MDT1, con visualización del perímetro 2D	88
Imagen 60 : Velocidad del flujo superficial para el período de retorno 500 simulada con el MDT1, sin visualización del perímetro 2D.	88
Imagen 61 : Elevación máxima de la lámina de agua (WSE máx.) para el período de retorno de 500 años, simulada con el MDT1 y visualización del perímetro 2D.....	89
Imagen 62 : Elevación máxima de la lámina de agua (WSE máx.) para el período de retorno 500 años simulada con el MDT1, sin visualización del perímetro 2D.....	90
Imagen 63 : Ampliación del T10 sobre MDT2, visualización de profundidad con geometría visible.....	90
Imagen 64 : Resultado del T10 sobre MDT2 con mancha de inundación y perímetro 2D.	91
Imagen 65 : Mancha de inundación del T10 sobre MDT2, sin geometría visible.	91
Imagen 66 : Velocidad del flujo para el período de retorno T10 simulado con el MDT2, con visualización del perímetro 2D.	92
Imagen 67 : Velocidad del flujo para el período de retorno T10 simulada con el MDT2, sin visualización de geometría	92
Imagen 68 : Elevación máxima de la lámina de agua (WSE máx.) para el T10 con MDT2 y perímetro 2D visible	93
Imagen 69 : Elevación máxima de la lámina de agua (WSE máx.) para el T10 simulada con MDT2, sin visualización de geometría.....	94
Imagen 70 : Ampliación del T25 sobre MDT2, visualización de profundidad con geometría visible.....	94
Imagen 71 : Resultado del T25 sobre MDT2 con mancha de inundación y perímetro 2D.	95
Imagen 72 : Mancha de inundación del T25 sobre MDT2, sin geometría visible.	95
Imagen 73 : Velocidad del flujo para el período de retorno 25 simulado con el MDT2, con visualización del perímetro 2D	96
Imagen 74 : Velocidad del flujo para el período de retorno 25 simulada con el MDT2, sin visualización de geometría.....	96
Imagen 75 : Elevación máxima de la lámina de agua (WSE máx.) para el período de retorno 25 simulada con el MDT2, con visualización del perímetro 2D	97
Imagen 76 : Elevación máxima de la lámina de agua (WSE máx.) para el período de retorno 25 simulada con el MDT2, sin visualización del perímetro 2D	97



Imagen 77 : Ampliaci3n del T100 sobre MDT2, visualizaci3n de profundidad con geometría visible.....	98
Imagen 78 : Resultado del T100 sobre MDT2 con mancha de inundaci3n y perímetro 2D	98
Imagen 79 : Mancha de inundaci3n del T100 sobre MDT2, sin geometría visible.....	99
Imagen 80 : Velocidad del flujo superficial para el período de retorno 100 simulada con el MDT2, con visualizaci3n del perímetro 2D	99
Imagen 81 : Velocidad del flujo superficial para el período de retorno 100 simulada con el MDT2, sin visualizaci3n del perímetro 2D.	100
Imagen 82 : Elevaci3n máxima de la lámina de agua (WSE máx.) para el período de retorno de 100 años, simulada con el MDT2 y visualizaci3n del perímetro 2D.	100
Imagen 83 : Elevaci3n máxima de la lámina de agua (WSE máx.) para el período de retorno 100 años simulada con el MDT2, sin visualizaci3n del perímetro 2D.	101
Imagen 84 : Ampliaci3n del T500 sobre MDT2, visualizaci3n de profundidad con geometría visible.....	101
Imagen 85 : Resultado del T500 sobre MDT2 con mancha de inundaci3n y perímetro 2D	102
Imagen 86 : Mancha de inundaci3n del T500 sobre MDT2, sin geometría visible	102
Imagen 87 : Velocidad del flujo superficial para el período de retorno 500 simulada con el MDT2, con visualizaci3n del perímetro 2D	103
Imagen 88 : Velocidad del flujo superficial para el período de retorno 500 simulada con el MDT2, sin visualizaci3n del perímetro 2D.	103
Imagen 89 : Elevaci3n máxima de la lámina de agua (WSE máx.) para el período de retorno de 500 años, simulada con el MDT2 y visualizaci3n del perímetro 2D.....	104
Imagen 90 : Elevaci3n máxima de la lámina de agua (WSE máx.) para el período de retorno 500 años simulada con el MDT2, sin visualizaci3n del perímetro 2D.....	104
Imagen 91 : Daños en edificio industrial tras la DANA, con marcas visibles del nivel del agua y erosi3n en la base.....	121
Imagen 92 : Daños en planta baja y exteriores tras la DANA, visibles en ventanas, vehículos y estructuras	121
Imagen 93 : Marca visible del nivel máximo alcanzado por el agua en la facha.....	122
Imagen 94 : Resultado de la simulaci3n sobre ortofoto con malla de cálculo, basado en el MDT1	123



Imagen 95 : Extensión de la inundación simulada sobre imagen satélite en el entorno del polígono industrial de Quart de Poblet.	125
Imagen 96 : Resultado de la simulación de la inundación utilizando MDT1, superpuesto sobre imagen satélite.	127
Imagen 97 : Resultado de la simulación de la inundación utilizando MDT2, superpuesto sobre imagen satélite.....	128
Imagen 98 : Trazado del posible canal a realizar	131



Índice de tablas

Tabla 1: Clasificación del riesgo de inundación según el PATRICOVA.....	35
Tabla 2: Calados máximos en puntos de control para T10, T100 y T500.....	56
Tabla 3: Caudales pico (Q) estimados en función del periodo de retorno	64
Tabla 4: Resumen de los resultados obtenidos en el periodo de retorno 10	107
Tabla 5: Resumen de los resultados obtenidos en el periodo de retorno 25	110
Tabla 6: Resumen de los resultados obtenidos en el periodo de retorno 100	114
Tabla 7: Resumen de los resultados obtenidos en el periodo de retorno 500	117
Tabla 8: Resumen de los resultados obtenidos.....	126
Tabla 9: Resumen de los resultados obtenidos.....	130



1. Introducción

En los últimos años, el aumento de fenómenos meteorológicos extremos ha puesto de manifiesto la vulnerabilidad de las infraestructuras urbanas e industriales, especialmente en zonas con clima mediterráneo. En este contexto, el polígono industrial de Quart de Poblet, situado junto al barranco de la Saleta (Valencia), se identifica como un área especialmente sensible debido a su localización en una zona inundable y a su elevado grado de urbanización. Las deficiencias en materia de prevención y planificación se hicieron evidentes durante la DANA (Depresión Aislada en Niveles Altos) de octubre de 2024, que ocasionó importantes daños materiales y superó las previsiones de las cartografías oficiales de riesgo.

Este episodio puso de relieve las limitaciones de los mapas de peligros existentes, como los elaborados por el Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI) y el Plan de Actuación Territorial frente al Riesgo de Inundación en la Comunidad Valenciana (PATRICOVA), que no lograron anticipar adecuadamente las zonas afectadas ni la magnitud de los caudales. De ahí la necesidad de revisar la fiabilidad de estos instrumentos e incorporar tecnologías geoespaciales innovadoras que permitan comprender mejor la amenaza.

En este sentido, el uso de Modelos Digitales del Terreno (MDT) de alta resolución y Sistemas de Información Geográfica (SIG) constituye una herramienta fundamental, ya que posibilita una representación más precisa del relieve, la simulación de escenarios hidráulicos complejos y la visualización en tres dimensiones del flujo. No obstante, su eficacia en entornos urbanos depende en gran medida de la calidad de los datos disponibles y de la adecuada configuración del modelo.

El objetivo fundamental de este trabajo es evaluar la precisión de los mapas de riesgo de inundación en la zona industrial de Quart de Poblet y proponer mejoras a través del diseño de modelos hidráulicos en HEC-RAS. Para ello se emplearán caudales de diseño obtenidos del SNCZI y del PATRICOVA, aplicados en simulaciones bidimensionales (2D) con un MDT de alta resolución. Asimismo, se analizará el papel de las infraestructuras existentes en la propagación del flujo y se plantearán medidas correctoras basadas en principios de ingeniería hidráulica y análisis geoespacial.



Asimismo, cabe destacar que el trabajo se estructura en un total de diez capítulos. El documento se estructura en diez capítulos que avanzan de lo general a lo específico. Luego de la introducción, se detallan los objetivos, el marco legal y los problemas del área de estudio. A continuación, se lleva a cabo el análisis hidráulico y la estimación de profundidades, junto con una evaluación crítica de los mapas oficiales y las estructuras existentes. Posteriormente, se exponen las acciones planificadas y el análisis comparativo de simulaciones hidráulicas realizadas con HEC-RAS, que incluye la metodología, los resultados y la comparación entre diferentes modelos digitales del terreno. En los capítulos finales se presentan las propuestas de intervención y las medidas correctivas, así como las conclusiones y el listado de las fuentes consultadas.

A continuación, se detallan los objetivos específicos y el marco normativo que guían esta investigación.



2. Objetivos y marco normativo

2.1 Objetivos

Considerando los antecedentes expuestos y con el fin de profundizar en el análisis hidráulico del área objeto de estudio, se establece un planteamiento global que guiará el desarrollo técnico del trabajo. Así, el objetivo general consiste en analizar y mejorar la precisión de las cartografías oficiales de riesgo de inundación, elaboradas por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) y el Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI), mediante la integración de datos geoespaciales de alta resolución y el desarrollo de un modelo hidráulico detallado con el software HEC-RAS. Esta aproximación se fundamenta en un Modelo Digital del Terreno (MDT) específico del área de estudio, con el fin último de aumentar la fiabilidad de estas herramientas en contextos reales de riesgo y proponer soluciones de mitigación técnicamente viables.

En consonancia con este enfoque, se plantean los siguientes objetivos específicos, agrupados según su ámbito de aplicación:

Análisis hidrológico e hidráulico:

- Estimar caudales de diseño para distintos periodos de retorno (10, 25, 100 y 500 años), utilizando como referencia el SNCZI y el PATRICOVA, con especial atención a eventos extremos como la DANA.
- Simular hidráulicamente el comportamiento del flujo de agua en el polígono industrial de Quart de Poblet mediante el software HEC-RAS, analizando diferentes escenarios de precipitación según frecuencia de recurrencia.

Evaluación comparativa y validación:

- Comparar los resultados del modelo hidráulico con las cartografías oficiales (SNCZI y PATRICOVA), con el fin de identificar posibles discrepancias y evaluar su precisión.
- Validar el modelo propuesto a partir de los impactos observados durante la DANA de octubre de 2024, contrastando los resultados con los daños reales registrados.

Infraestructura y propuestas de mejora:



- Analizar el efecto de las infraestructuras existentes sobre la propagación del flujo e identificar elementos críticos susceptibles de mejora o rediseño.
- Formular propuestas de actuación orientadas a la reducción del riesgo, fundamentadas en criterios técnicos y evaluadas mediante un enfoque multicriterio.

Estos objetivos estructuran el trabajo de forma clara y orientada a resultados, garantizando su aplicabilidad en la mejora de la gestión del riesgo de inundación en entornos urbanos e industriales.

2.2. Enfoque principal

El presente trabajo de fin de grado se enmarca en el ámbito de la hidrología aplicada y la gestión del riesgo de inundaciones. La estrategia principal implica la combinación de diferentes fuentes de datos geoespaciales para mejorar la precisión y el detalle de los modelos hidráulicos, que son cruciales para crear mapas de riesgo detallados.

En particular, se propone la combinación del Modelo Digital del Terreno (MDT) de alta resolución proporcionado por el Instituto Geográfico Nacional (IGN), con datos obtenidos directamente en campo mediante tecnologías de georreferenciación, como levantamientos topográficos y sensores LIDAR. Este método para combinar datos ayuda a mostrar con mayor precisión la forma y las características de la tierra, recogiendo detalles que a menudo faltan en los mapas oficiales. Esto afecta en gran medida los resultados de las simulaciones de flujo de agua. Gracias a esta integración de datos, es posible representar el terreno con mucho más detalle, capturando elementos que a menudo pasan desapercibidos en las cartografías oficiales.

El objetivo final de este enfoque es aprovechar esa información mejorada para construir un modelo hidrológico e hidráulico más realista, aplicándolo a un caso real mediante herramientas como HEC-RAS. Así, se pretende simular cómo se comportaría el flujo del agua ante lluvias intensas y eventos extremos, como una DANA, y entender mejor los riesgos que pueden surgir en zonas especialmente vulnerables.



2.2.1 Integración de MDT y LIDAR en la modelización hidráulica

La fusión de MDT y LIDAR (Light Detection and Ranging) se ha consolidado como una estrategia clave para perfeccionar la precisión de los análisis de inundabilidad en entornos urbanos y de baja pendiente. Así, la fusión del Modelo Digital del Terreno (MDT) con información recabada a través de la tecnología LIDAR se presenta como un importante progreso en los modelos hidrológicos e hidráulicos. El MDT, que se produce gracias a los vuelos del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) y que es proporcionado por el Instituto Geográfico Nacional (IGN), constituye la base inicial sobre la que se construyen los modelos hidráulicos. Sin embargo, al complementarse con datos LIDAR, esta información alcanza un nivel de precisión mucho mayor, lo que permite capturar detalles críticos para el análisis de inundaciones. Por otro lado, la información que se obtienen mediante pulsos láser desde aviones produce una nube de puntos tridimensional de altísima resolución. Después de un proceso de clasificación, los objetos que no forman parte del relieve se eliminan, generando un MDT aún más detallado. Esta mejora es especialmente importante en localidades urbanas o áreas con poca pendiente, donde pequeños cambios en la altitud pueden afectar críticamente la forma en que el agua se escapa. Según Sanchis (TYPASA, 2024), la fusión entre el MDT y LIDAR no solo aumenta la precisión del terreno, sino que también ayuda a crear modelos hidráulicos que reflejan más fielmente el comportamiento del agua. En una presentación técnica, destacó que esta combinación es fundamental para representar de manera realista las zonas propensas a desbordamientos, ajustar las condiciones de frontera y estudiar fenómenos extremos como la DANA, que generan corrientes rápidas y de gran energía, especialmente en la costa mediterránea. Asimismo, el valor adicional del LIDAR no se limita a la altura: permite modelar propiedades hidráulicas como la rugosidad del terreno. Casas, Lane, Yu y Benito (2010) demostraron que esta información puede servir para parametrizar la rugosidad efectiva en modelos 2D, adaptando los coeficientes de fricción según la variabilidad del terreno.

Esto incrementa notablemente la precisión en las simulaciones de profundidad, velocidad y extensión de inundaciones. Estas capacidades se integran directamente en programas como HEC-RAS, donde el uso de datos topográficos de alta resolución permite representar de una manera más exacta los escenarios de inundación.



Asimismo, esta cartografía avanzada no solo mejora los resultados técnicos, sino que también permite una toma de decisiones más efectiva en la planificación del territorio, diseño de infraestructuras y gestión de protección civil.

Según Lewis (2024), el empleo de tecnología LIDAR en el ámbito de la hidrología ha permitido generar modelos digitales del terreno con resoluciones significativamente superiores a las obtenidas mediante métodos tradicionales, lo cual repercute directamente en una mayor precisión en el análisis de cuencas y en la modelación de fenómenos de inundación. Esta afirmación refuerza la importancia de disponer de bases topográficas detalladas como punto de partida para cualquier análisis hidráulico riguroso.

En esta línea, la integración de Modelos Digitales del Terreno (MDT) con datos LIDAR supone un avance notable en la fiabilidad y calidad de las simulaciones hidráulicas. El LIDAR, al generar nubes de puntos tridimensionales de alta densidad, posibilita la creación de MDT con elevada resolución espacial y precisión altimétrica, lo que se traduce en una representación más fiel del relieve del terreno. Este nivel de detalle es especialmente relevante en áreas de baja pendiente o en entornos urbanos, donde pequeñas diferencias altimétricas pueden condicionar de forma crítica el comportamiento del flujo superficial.

Desde un enfoque técnico, la combinación MDT-LIDAR permite una delineación más precisa de cuencas hidrográficas, una mejora en la extracción de redes de drenaje y una estimación más realista tanto de la extensión como de la profundidad de las zonas inundables. Asimismo, la información derivada de LIDAR permite caracterizar con mayor precisión la rugosidad superficial del terreno, lo que posibilita una parametrización más ajustada de los coeficientes de fricción hidráulica (por ejemplo, Manning) empleados en los modelos hidrodinámicos.

Además, estudios recientes han demostrado que la utilización conjunta de datos LIDAR y herramientas de modelación hidráulica mejora significativamente la precisión de las simulaciones en zonas propensas a inundaciones. Según Mihu-Pintilie et al. (2019), el uso de Modelos Digitales del Terreno de alta resolución derivados de LIDAR permite



una mejor representación de elementos topográficos clave como taludes, diques naturales y depresiones locales. Esta precisión resulta esencial para modelar con realismo el comportamiento del flujo en eventos extremos y para generar cartografías de peligrosidad más ajustadas a la realidad física del terreno.

Cabe añadir que la capacidad de capturar microvariaciones topográficas también permite optimizar el diseño de secciones transversales y condiciones de contorno en software como HEC-RAS. Así, se facilita una mejor definición de zonas de riesgo, contribuyendo a la implementación de políticas de mitigación más eficaces y sostenibles.

2.3 Marco normativo

En España, la gestión del riesgo de inundación cuenta con un marco normativo sólido a nivel nacional y autonómico. Su finalidad esencial es minimizar la vulnerabilidad del territorio frente a los fenómenos hidrometeorológicos más extremos, como las precipitaciones torrenciales, y, asimismo, asegurar un desarrollo territorial seguro y sostenible.

En el presente estudio se consideran dos referencias clave: el Plan de Acción Territorial sobre Prevención del Riesgo de Inundación en la Comunitat Valenciana (PATRICOVA), de ámbito autonómico, y el Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI), de ámbito estatal.

En el ámbito autonómico, como se ha mencionado anteriormente tenemos el Plan de Acción Territorial sobre Prevención del Riesgo de Inundación en la Comunitat Valenciana (PATRICOVA), aprobado en el 2015. Este plan tiene como finalidad reducir los daños derivados de las inundaciones mediante la integración del riesgo hídrico en la planificación urbanística. Se basa en una evaluación detallada de la peligrosidad y vulnerabilidad del territorio, y clasifica el suelo en diferentes niveles de riesgo, condicionando así los usos del suelo y la viabilidad de nuevos desarrollos urbanísticos.

Asimismo, los objetivos del PATRICOVA son:

- Obtener un conocimiento y valoración adecuados de los riesgos de inundaciones en la Comunidad Valenciana.



- Establecer procedimientos administrativos flexibles y rigurosos para incorporar la variable inundación en los planes, programas y proyectos que se proyecten en el sitio.
- Realización de acciones coordinadas de todas las administraciones estatales y agentes sociales para reducir las consecuencias negativas de las inundaciones para la salud y la propiedad de las personas, el medio ambiente, el patrimonio cultural, el paisaje, la actividad económica, las instalaciones y las infraestructuras.
- Orientación del desarrollo urbano y territorial hacia áreas no inundables o, en su caso, áreas con menor riesgo de inundación, si permiten el asentamiento, favoreciendo los modelos urbanísticos y territoriales más eficientes.
- Manejo de llanuras inundables en el sistema territorial de infraestructura verde, contribuyendo a la prestación de servicios ambientales, así como a la conservación y mejora de los paisajes naturales y culturales alrededor del agua.

En el ámbito estatal, encontramos el Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI), una iniciativa del Gobierno de España. Se encuentra coordinada por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, que proporciona información oficial y actualizada sobre la peligrosidad y el riesgo de inundación a nivel nacional.

Este sistema responde a lo establecido en la Directiva 2007/60/CE sobre la evaluación y gestión de los riesgos de inundación, y permite a las distintas administraciones, empresas y ciudadanía acceder a mapas y datos que ayudan a entender y gestionar este riesgo.

Entre la información que ofrece se incluyen:

- Mapas de peligrosidad por inundación para distintos periodos de retorno (10, 50, 100 y 500 años).
- Mapas de riesgo que reflejan los posibles impactos sobre personas, infraestructuras, actividades económicas y medio ambiente.
- Caudales de diseño y características hidrológicas de cuencas fluviales.



En el marco del presente estudio, el SNCZI es fundamental para extraer caudales oficiales, comparar la cartografía generada mediante modelización hidráulica y validar los resultados con las proyecciones estatales disponibles. Su uso garantiza que el análisis se alinee con los estándares técnicos reconocidos a nivel nacional.

2.4. Marco de sostenibilidad y relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) forman parte de la Agenda 2030, que fue aprobada por la ONU en 2015 como una iniciativa global para impulsar el desarrollo humano, cuidar el planeta y lograr una prosperidad económica equilibrada. Estos se estructuran en 17 objetivos interconectados que abordan temas como la eliminación de la pobreza, la igualdad social, la sostenibilidad ambiental y la acción frente al cambio climático. Estos objetivos constituyen un marco de referencias común para gobiernos, empresas, instituciones, organizaciones y la población, con el objetivo de construir sociedades más resilientes y sostenibles.

En este contexto, el presente trabajo presenta una relación directa con varios de los ODS, dado que se centra en el análisis de la inundabilidad en un entorno urbano-industrial y en la propuesta de medidas para mitigar sus impactos. Los ODS más relevantes en relación con este trabajo son:

- ODS 6. Agua limpia y saneamiento → Este trabajo contribuye a una gestión más eficiente de los recursos hídricos, al mejorar la precisión en la identificación de zonas inundables y proponer medidas correctoras que reducen los riesgos asociados a fenómenos extremos. De este modo, mejora la seguridad de la población y el uso eficiente y seguro del agua en entornos urbanos e industriales.
- ODS 9. Industria, innovación e infraestructuras → El análisis realizado permite mejorar la resiliencia de las infraestructuras industriales frente a eventos climáticos severos, mediante soluciones técnicas basadas en la modelación hidráulica y el análisis territorial.



- ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles → El enfoque desarrollado aborda la reducción de la vulnerabilidad de zonas urbanas e industriales frente a inundaciones, promoviendo comunidades más seguras y resilientes.
- ODS 13. Acción por el clima → Se plantean acciones orientadas a la adaptación frente al cambio climático y a la gestión de episodios meteorológicos intensos, como la DANA.
- ODS 8. Trabajo decente y crecimiento económico → Se aborda la importancia de proteger los polígonos industriales como los puestos de trabajo vinculados, reduciendo su exposición los riesgos de inundación.

Estos ODS evidencian la manera en la que el proyecto aporta a un desarrollo sostenible, mejorando la movilidad, elevando la calidad de vida y minimizando los efectos sobre el medio ambiente.

En definitiva, la vinculación de este trabajo con los ODS demuestra su aportación a un desarrollo urbano e industrial más seguro y sostenible coherente con las problemáticas comunes a nivel global derivadas del cambio climático y la necesidad de proteger el entorno.



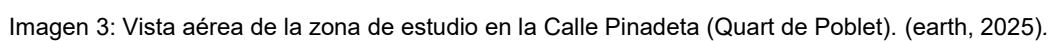
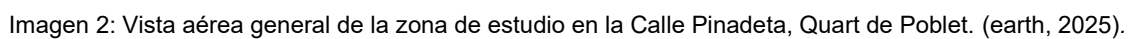
3. Problemática y descripción de la zona de estudio

3.1 Introducción a la problemática

El área objeto de este estudio se sitúa en el término municipal de Quart de Poblet, dentro del área metropolitana de Valencia y perteneciente a la comarca de l'Horta Oest. Con una población aproximada de 25.000 habitantes (INE, 2023), este municipio presenta una elevada densidad urbana e industrial. En particular, el polígono industrial de Quart de Poblet constituye un nodo relevante de actividad económica, albergando numerosas empresas y centros logísticos.



Imagen 1: Vista aérea más amplia del municipio de Quart de Poblet. (earth, 2025).





Desde el punto de vista geomorfológico, Quart de Poblet se ubica en el sector oriental del Pla de Quart, una llanura aluvial que históricamente ha servido de vía natural de esorrentía para la cuenca del barranco del Pozalet. Esta cuenca, con una extensión de aproximadamente 50 km², comprende también otros municipios como Riba-roja del Turia, Vilamarxant y Loriguilla. En su tramo final, y tras atravesar infraestructuras como la autovía A-7, el cauce se conecta con el barranco de La Saleta, aunque su continuidad ha quedado interrumpida por la acción antrópica. El subtramo comprendido hasta dicha infraestructura cubre unos 34 km².

Este entorno presenta un cauce intermitente o incluso desaparecido en ciertos sectores, lo que incrementa significativamente su susceptibilidad a las inundaciones, especialmente durante episodios de precipitación intensa. A esta situación se suma la urbanización de zonas tradicionalmente inundables, lo que ha reducido la capacidad de drenaje natural y ha intensificado los efectos adversos de las lluvias torrenciales.

La red de drenaje se estructura en torno al cauce principal del barranco del Pozalet y una serie de afluentes secundarios, entre los que destacan las cañadas Fría, de la Peñaroya, de Mingobela y de la Anguila. Estas recogen la esorrentía del sector norte de la cuenca y vierten sus aguas al Pozalet antes de su cruce con la A-7, contribuyendo al volumen total que debe ser gestionado en situaciones de precipitaciones extremas.

Las evidencias históricas de avenidas en la cuenca se remontan al menos a 1651, con nuevos episodios documentados en el siglo XVIII. No obstante, fue a partir del siglo XX, con la urbanización progresiva del entorno, cuando el impacto de estos eventos comenzó a ser especialmente significativo. Destacan, por ejemplo, la riada de octubre de 1957, que dejó 241 mm de precipitación en Manises, y otros eventos recientes como las inundaciones de octubre de 2000, mayo de 2002 y noviembre de 2022. Este último episodio obligó incluso a evacuar trabajadores en helicóptero debido a la rápida acumulación de agua.

Estas situaciones se han visto agravadas por la desaparición progresiva del cauce natural, debida al crecimiento urbano e industrial sin una planificación hidráulica adecuada. Como resultado, el riesgo de inundación ha aumentado significativamente, especialmente en zonas urbanizadas de forma intensiva como el polígono industrial.



Desde el punto de vista climático, Quart de Poblet presenta un clima mediterráneo, caracterizado por veranos secos e inviernos con precipitaciones irregulares. Las temperaturas anuales oscilan entre los 6 y los 30 °C, aunque pueden registrarse valores

extremos por debajo de 1 °C o por encima de 33 °C. Esta estacionalidad, unida a la creciente impermeabilización del terreno, propicia la aparición de episodios de escorrentía superficial y acumulación de agua en superficie.

En este contexto, destacan eventos como los de octubre de 2000, mayo de 2002, noviembre de 2022 y la DANA de octubre de 2024, donde se registraron calados superiores a los 2 metros en diversas zonas del polígono. La frecuencia de estos episodios sugiere un periodo de retorno superior a los 25 años, lo que pone de manifiesto una elevada peligrosidad.

En particular, durante la DANA de 2024 se detectaron contribuciones adicionales procedentes de la Rambla del Poyo, a través de su margen derecha, lo que agravó el evento. Esta circunstancia evidencia la necesidad de abordar el problema desde una perspectiva de cuenca completa, integrando todos los elementos que intervienen en la dinámica del flujo.

A continuación, se adjuntar una imagen de la Saleta situada hacia aguas arriba del polígono.



Imagen 4: Imagen del polígono industrial tras la DANA. (Eguibar, 2024).



Imagen 5: Imagen del polígono industrial tras la DANA. (Eguibar, 2024).



Imagen 6: Imagen del polígono industrial tras la DANA. (Eguibar, 2024).



Imagen 7: Imagen del polígono industrial tras la DANA. (Eguibar, 2024).



Por otro lado, la elevada industrialización del área, con presencia de naves, almacenes y centros logísticos, incrementa la exposición de bienes y personas a los efectos de las inundaciones. Además, dificulta la implantación de soluciones naturales de drenaje, lo que limita las estrategias de mitigación.

En cuanto al papel del barranco de La Saleta, este actúa como receptor del flujo aguas abajo del Pla de Quart. Ha sido modificado mediante intervenciones como el cunetón de La Saleta, paralelo a la CV-33, que deriva parte del caudal hacia la Rambla del Poyo. Sin embargo, los recientes eventos han demostrado que estas actuaciones no son suficientes para contener el volumen de agua generado durante tormentas extremas.

Actualmente, tanto el Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI) como el Plan de Acción Territorial sobre Prevención del Riesgo de Inundación en la Comunitat Valenciana (PATRICOVA) clasifican esta zona como de riesgo alto. No obstante, existen discrepancias entre la cartografía oficial y la realidad topográfica, debido a la omisión de elementos como muros, taludes o barreras que afectan a la propagación del flujo superficial.

En definitiva, la combinación de factores hidrológicos, geomorfológicos, climáticos y urbanísticos hace de esta zona un enclave crítico para la gestión del riesgo de inundación. Esto justifica la necesidad de realizar estudios hidráulicos detallados que permitan ajustar la planificación territorial e implantar medidas correctoras eficaces.

3.2 Inundabilidad de la zona de estudio

Para analizar la peligrosidad por inundación en el entorno de la zona de estudio, se empleará como fuente principal la cartografía proporcionada por el Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). Este sistema fue desarrollado en el marco de la Directiva 2007/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa a la evaluación y gestión de los riesgos de inundación, y está coordinado por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

La cartografía del SNCZI constituye una herramienta fundamental para la planificación y gestión del territorio frente a riesgos hidrológicos, ya que permite identificar y representar las zonas potencialmente inundables para distintos periodos de retorno.



Durante los siguientes apartados, se indagará la peligrosidad proyectada de la zona de estudio a partir de diferentes retornos de periodificación $T=10$, $T=100$ y $T=500$ años, logrando así una comparación de su comportamiento en eventos de distintas magnitudes en relación con lo proyectado a partir de los resultados obtenidos en el modelo hidráulico propio.

Para un periodo de retorno de 10 años ($T = 10$), la cartografía del SNCZI estima la siguiente distribución de peligrosidad por inundación en el entorno de la zona de estudio:



Imagen 8: Peligrosidad de inundación a 10 años en el polígono industrial de Quart de Poblet. (propia, 2025).

Ampliando la imagen anterior en el entorno de la parcela objeto de estudio, puede apreciarse que no está previsto que la crecida no discurre por el callejón entre las naves.

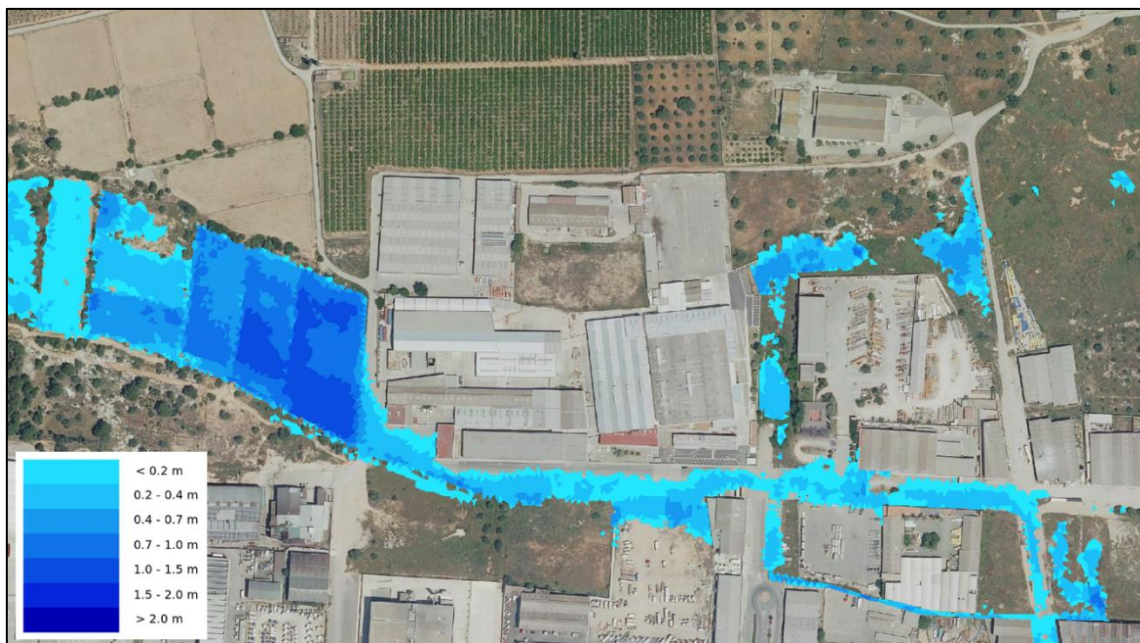


Imagen 9: Peligrosidad por inundación con periodo de retorno de 10 años en el polígono industrial de Quart de Poblet. (Eguibar, 2024).

En la imagen anterior se puede observar que el flujo circulante por el barranco de La Saleta cambia su dirección inmediatamente aguas arriba de la zona industrial urbanizada, seguramente debido a la elevación de ésta respecto a su entorno. Esto hace que el flujo sea trasegado hacia el sur, drenando a través de la Calle de la Pinadeta.

Asimismo, para un periodo de retorno de 100 años ($T = 100$), la cartografía del SNCZI muestra la siguiente distribución de peligrosidad por inundación en la zona de estudio:

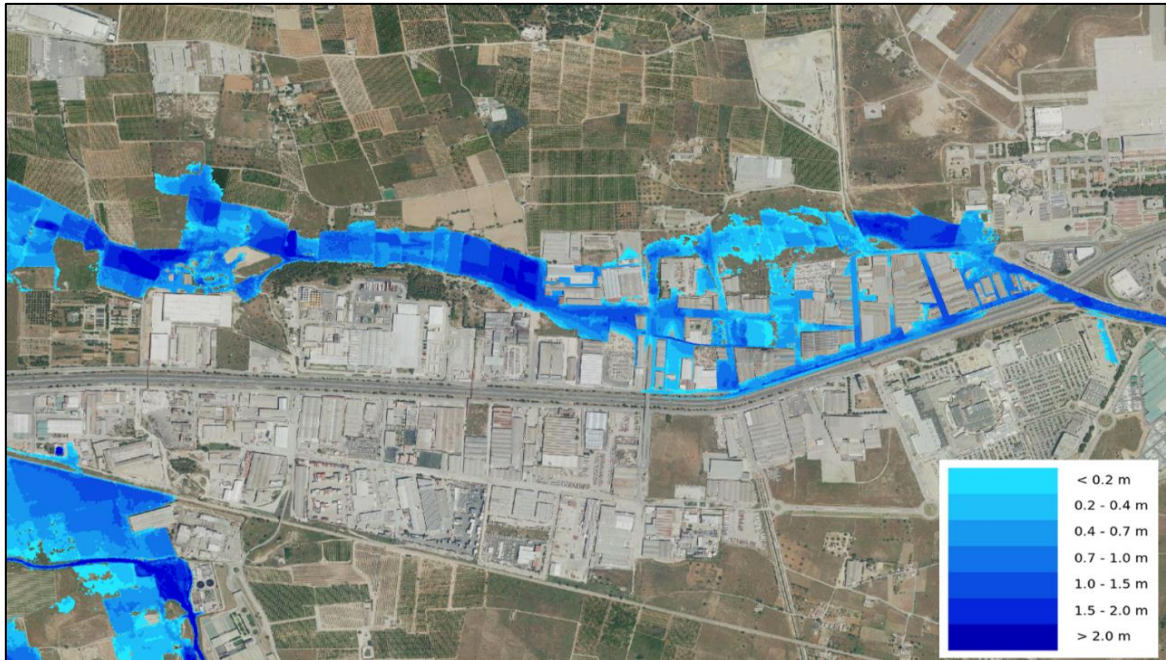


Imagen 10: Peligrosidad por inundación con periodo de retorno de 100 años en el polígono industrial de Quart de Poblet. (Eguibar, 2024).

Además, ampliando la imagen anterior en el entorno de la parcela, sí se identifica una pequeña inundación dentro del polígono, en la que se alcanzan calados máximos de en torno a medio metro.

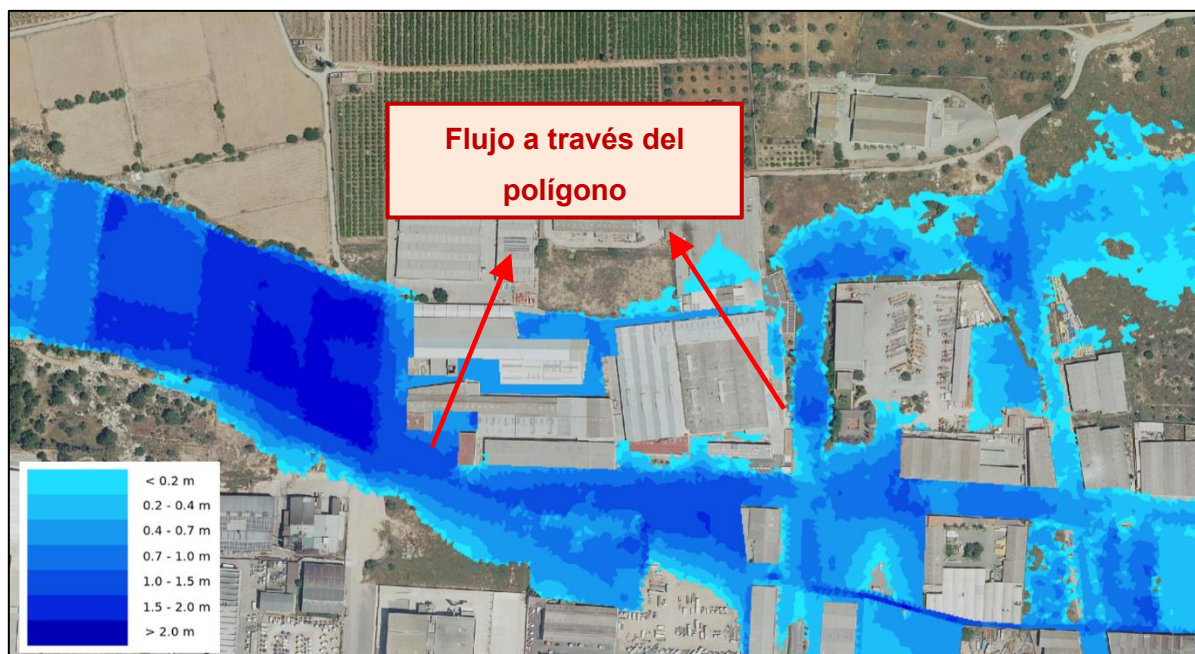


Imagen 11: Peligrosidad por inundación con periodo de retorno de 100 años en el entorno del polígono industrial de Quart de Poblet. (Eguibar, 2024).

Para este periodo de retorno de 100 años, de nuevo se identifica que la crecida del barranco de La Saleta tiende a desviarse hacia el sur, evitando en gran medida la zona norte del polígono que está ligeramente más elevada. Finalmente, para un periodo de retorno de 500 años ($T = 500$), la cartografía del SNCZI revela la siguiente distribución de peligrosidad por inundación en el área de estudio.

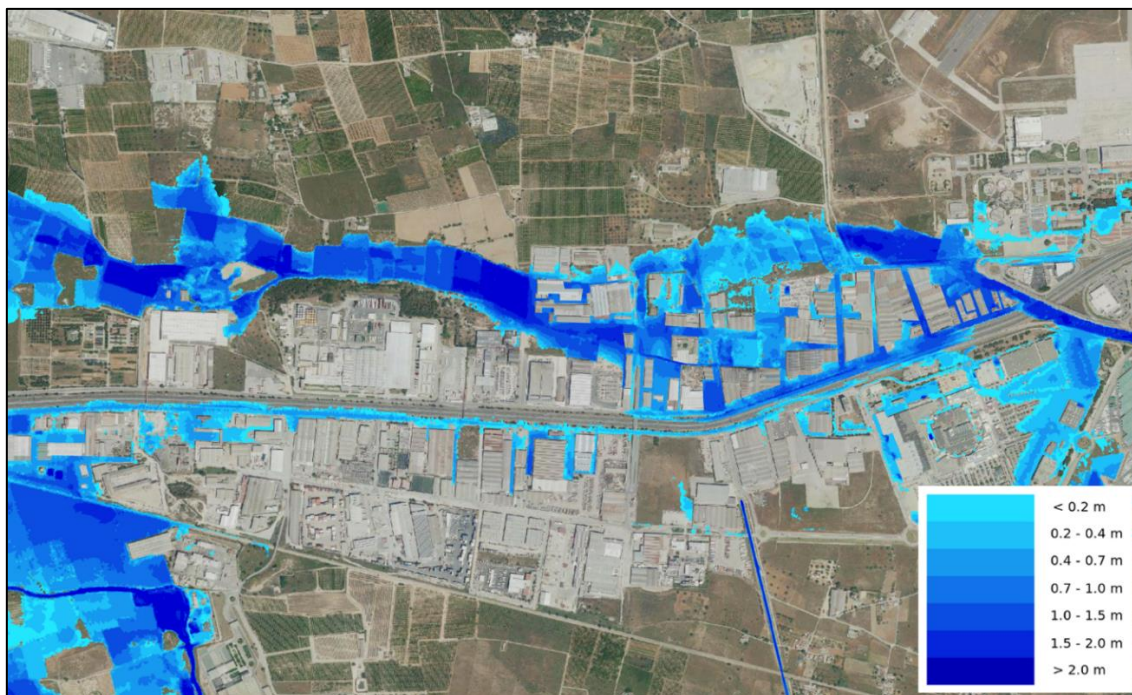


Imagen 12: Peligrosidad por inundación con periodo de retorno de 500 años en el entorno del polígono industrial de Quart de Poblet. (Eguibar, 2024).

Ampliando la imagen anterior en el entorno de la parcela objeto de estudio:

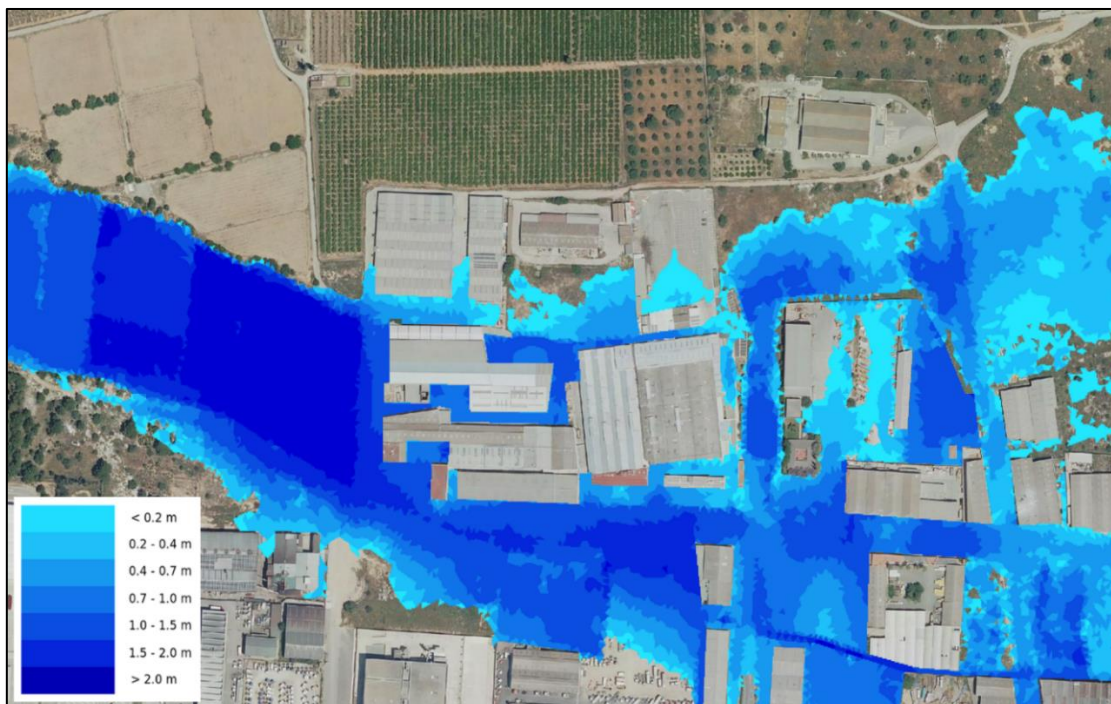


Imagen 13: Peligrosidad por inundación con periodo de retorno de 500 años en el entorno del polígono industrial de Quart de Poblet. (Eguibar, 2024).



De nuevo se identifica, para este periodo de retorno máximo, el cambio de dirección hacia el sur de la mayor concentración del flujo de la crecida, inmediatamente aguas arriba del polígono.

El riesgo de inundación se ha clasificado en función de la frecuencia del episodio (peligrosidad) y del calado estimado de la lámina de agua, siguiendo el esquema metodológico propuesto por el Plan de Acción Territorial frente al Riesgo de Inundación en la Comunitat Valenciana (PATRICOVA). Esta clasificación permite una evaluación combinada del riesgo para distintos escenarios y usos del suelo, y ha sido empleada en estudios previos desarrollados por la Confederación Hidrográfica del Júcar y el CEDEX.

A continuación, se presenta la tabla de clasificación de riesgo según los niveles definidos por el PATRICOVA:

Frecuencia de la inundación	Calado < 80 cm	Calado $\geq$ 80 cm
Alta (periodo de retorno < 25 años)	Riesgo Medio	Riesgo Muy Alto
Media (25 – 100 años)	Riesgo Medio	Riesgo Alto
Baja (> 100 años)	Riesgo Bajo	Riesgo Bajo

Tabla 1: Clasificación del riesgo de inundación según el PATRICOVA. (Valenciana, 2015).



3.3 Problemática cuencas de estudio.

En cuanto a su composición geológica, la cuenca del barranco de la Saleta se localiza al este del Pla de Quart y presenta una morfología notablemente llana, lo que incrementa su vulnerabilidad ante lluvias intensas y favorece la rápida concentración de escorrentía superficial. El subsuelo está constituido por materiales pleistocénicos, principalmente arcillas, arenas y gravas cementadas que sirven de base a una extensa superficie ocupada por terrazas agrícolas. Esta combinación de morfología plana, materiales de baja permeabilidad y uso agrícola intensivo limita considerablemente la capacidad natural de drenaje y agrava la respuesta hidrológica frente a precipitaciones torrenciales. Desde el punto de vista geomorfológico, el barranco se origina en los cerros situados al norte de la cuenca de la rambla del Poyo y se separa de la cuenca del Turia. A partir de ahí, desciende hacia el Pla de Quart y, tras atravesar la zona de Granadella y Aldaia, pierde progresivamente su traza debido a la creciente urbanización y al cruce con la autovía A-3.

La extensión de la cuenca varía según la región recorrida. En su ingreso al término municipal de Valencia, la cuenca abarca aproximadamente 9,15 km²; en su proximidad al nuevo cauce del río Turia alcanza los 11,83 km²; y en su punto de salida final se estima en torno a los 14,54 km². Este crecimiento se explica tanto por la incorporación de aportes laterales como por la expansión natural del colector principal a medida que avanza aguas abajo.

En relación con la red de drenaje, el barranco de la Saleta responde al patrón típico de las cuencas mediterráneas, con caudales efímeros que se activan únicamente durante episodios de lluvia intensa y de corta duración. Recoge escorrentías del sector oriental del Pla de Quart y también de la parte superior del barranco del Pozalet, especialmente en el punto donde ambos cauces confluyen bajo la autovía A-3.

Una característica crítica del sistema es su caudal discontinuo, que disminuye conforme atraviesa áreas urbanizadas como Aldaia y las inmediaciones del polígono industrial de Quart de Poblet. La falta de una infraestructura hidráulica continua que canalice adecuadamente el flujo contribuye a la expansión descontrolada del agua sobre la llanura, lo que genera acumulaciones en superficie durante episodios de lluvia intensa.



Este colapso del cauce natural, unido a la escasa pendiente y al fuerte proceso de urbanización, reduce considerablemente la capacidad de evacuación de aguas y aumenta el riesgo de inundaciones graves en la zona.

Además, las intervenciones humanas de las últimas décadas han modificado profundamente el comportamiento hidrológico del territorio. Proyectos de gran escala como el desvío del río Turia, la construcción del Aeropuerto de Manises, la Autovía del Mediterráneo (A-7) o la conversión de la N-III en la actual A-3 han fragmentado el cauce de los barrancos, alterado su trazado natural y disminuido la eficacia del drenaje en amplias zonas del municipio.

Ante este panorama, la Confederación Hidrográfica del Júcar ha propuesto canalizar el barranco del Pozalet en su confluencia con Riba-roja, con el fin de controlar el caudal que afecta a las áreas urbanas e industriales situadas al oeste del aeropuerto. Paralelamente, la Generalitat Valenciana contempla la derivación del barranco de la Saleta mediante un canal paralelo al Distribuidor Sur, retomando así el planteamiento original del antiguo Plan Sur. Ambas iniciativas están contempladas dentro del Plan de Acción Territorial sobre Prevención del Riesgo de Inundación en la Comunitat Valenciana (PATRICOVA), el cual establece directrices de obligado cumplimiento para adaptar la ordenación del territorio a los riesgos reales de inundación.

Por otro lado, el sistema de riego tradicional del municipio (basado en acequias derivadas del río Turia como las de Faitanar, Benàger-Quart y Mislata) también ha sufrido alteraciones debido a las nuevas infraestructuras, lo que ha afectado al equilibrio entre el drenaje agrario y urbano.

En definitiva, la combinación de factores naturales y transformaciones antrópicas subraya la necesidad urgente de redefinir la gestión del agua en la cuenca y de implementar soluciones adaptadas a las condiciones actuales del territorio.

En apoyo a este análisis territorial, se ha incorporado el Plano de Ordenación nº 0 a escala 1:10.000, en el que se representa la clasificación del suelo (urbano, urbanizable y no urbanizable), la red principal de infraestructuras y las afecciones territoriales más relevantes. Este plano resulta clave para contextualizar la relación entre la planificación urbanística y la gestión del riesgo de inundación en el ámbito municipal.

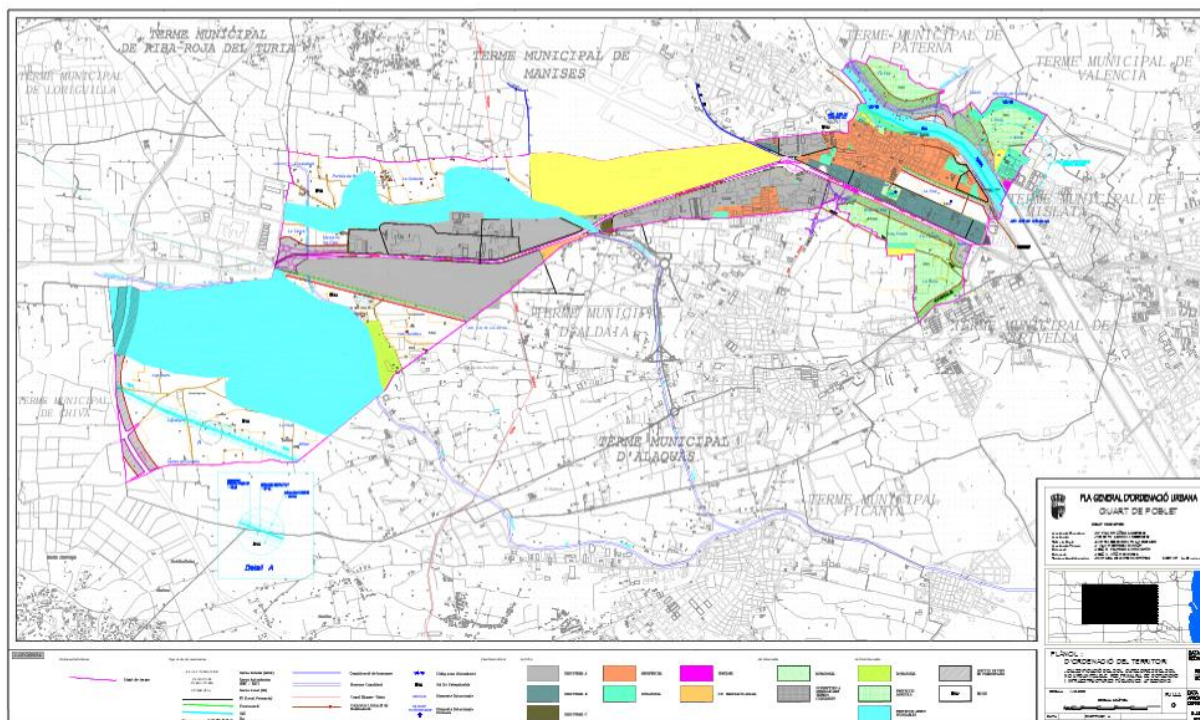


Imagen 14: Plano nº 0 del PGOU de Quart de Poblet. (Poblet).

3.4 Características físicas y territoriales del área de estudio

El área de estudio se sitúa en el Polígono Industrial de Quart de Poblet, dentro del término municipal homónimo, en la provincia de Valencia. Esta zona se encuentra en el margen izquierdo del río Turia y está atravesada por el barranco de la Saleta, un cauce de régimen intermitente que recoge aguas pluviales procedentes de una cuenca vertiente superior. A diferencia de las subcuencas generadas por el drenaje urbano, la cuenca hidrográfica del barranco de la Saleta responde a una configuración natural más amplia, cuyas características físicas se describen a continuación.

Asimismo, la delimitación de la cuenca vertiente natural del barranco de la Saleta se ha realizado mediante el uso combinado de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y análisis visual en Google Earth. Para ello, se ha trazado una ruta topográfica que va desde el nacimiento del barranco (una zona no urbanizada al oeste del término municipal) hasta su desembocadura en el río Turia. Esta línea representa la dirección predominante del flujo superficial.



Los puntos de control establecidos y sus coordenadas geográficas en formato decimal, son los siguientes:

- A – Nacimiento (zona montañosa al oeste de Buñol)
- D – Desembocadura en el río Turia (Quart de Poblet)

A través de la herramienta de generación de rutas con perfil de elevación en Google Earth, se obtuvo una gráfica altimétrica del cauce. Esta proporcionó los siguientes datos físicos relevantes:

- Longitud total del cauce: 31 km
- Elevación máxima: 425 m (nacimiento en zona montañosa de Buñol)
- Elevación mínima: 39 m (desembocadura en el río Turia)
- Desnivel total: 386 m
- Pendiente media real: 1.24%

$$\text{Pendiente} = ((425 - 39) / 31000) \times 100 = 1.24\%$$

A continuación, se adjunta una imagen del perfil de elevación:

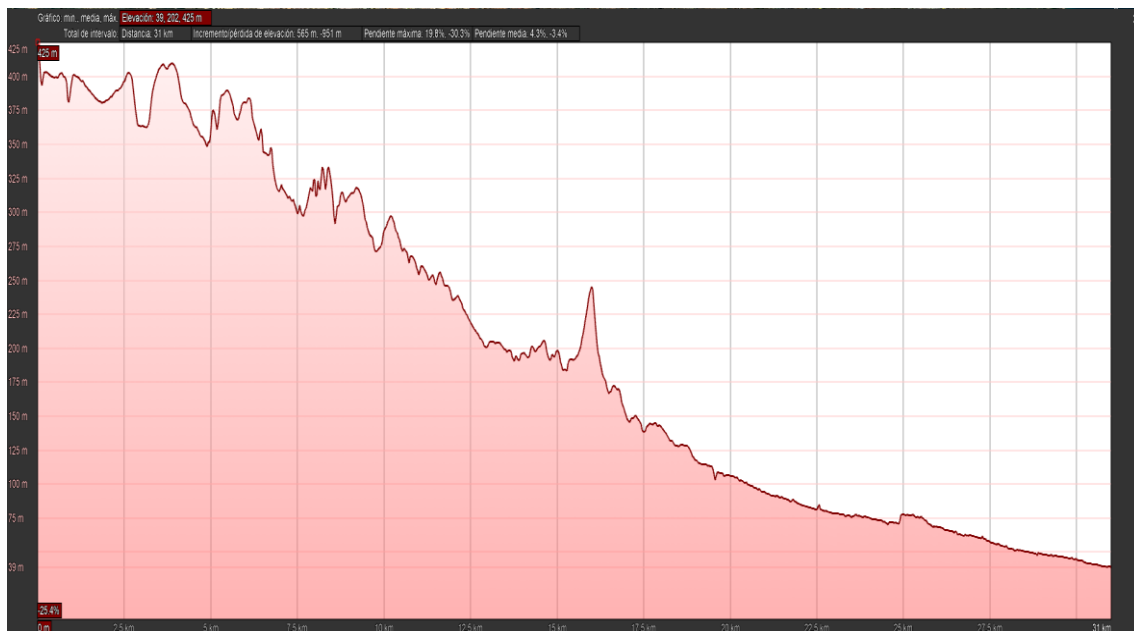
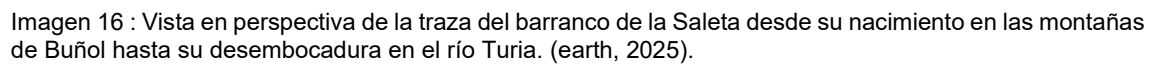


Imagen 15: Perfil longitudinal del cauce del barranco de la Saleta. (earth, 2025).



A continuación, se muestra una visualización del recorrido del barranco de la Saleta, desde su nacimiento aproximado en la zona de Buñol hasta su desembocadura en el río Turia. La imagen combina vista en planta y perfil longitudinal, generados en Google Earth, y permite apreciar tanto el trazado general como las variaciones de altitud a lo largo del cauce.

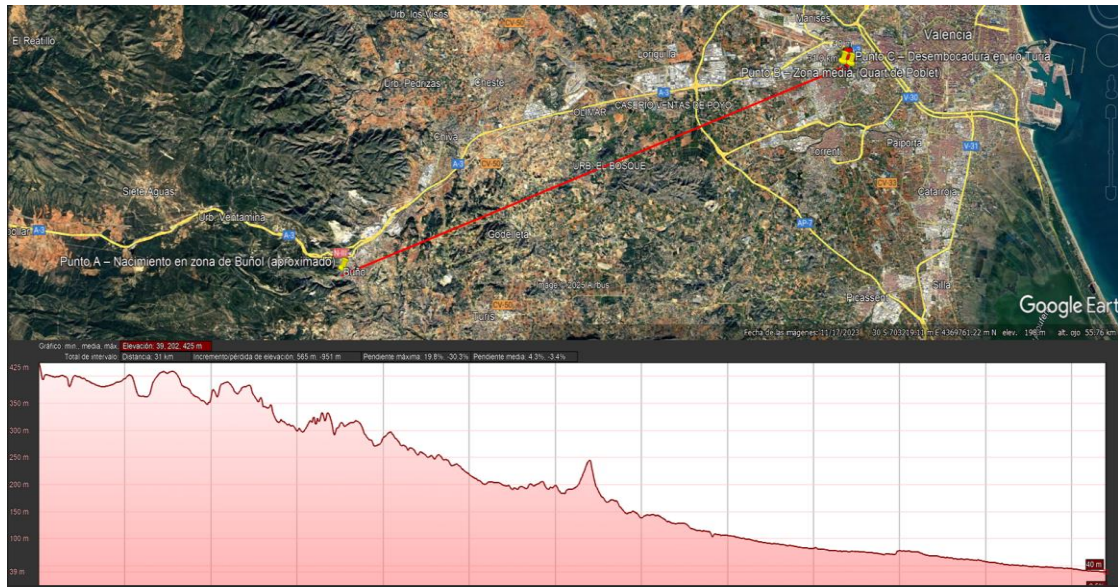


Imagen 17: Recorrido y perfil del barranco de la Saleta desde Buñol (nacimiento del barranco) hasta el río Turia. (propia, 2025).

Según el perfil generado, el barranco de la Saleta tiene alrededor de 31 kilómetros (km) desde su inicio en las montañas cerca de Buñol hasta donde desemboca en el río Turia. A lo largo de este recorrido, hay un desnivel total de 386 metros, con una pendiente media del 1,24%. Estos datos son importantes para entender cómo es el cauce y son clave para el análisis del agua más adelante.

Para estimar un parámetro que ayude en el modelado, se ha calculado el tiempo de concentración (T_c) usando una fórmula de Témez (1991), que se usa mucho en estudios de hidrología en cuencas pequeñas y medianas. Esta fórmula toma en cuenta la longitud del cauce y la pendiente promedio para calcular el tiempo que tarda el agua en llegar al final de la cuenca.

Donde:

- T_c : tiempo de concentración (en horas)
- L : longitud del cauce principal (en km)
- S : pendiente media del cauce (en m/m)

Se han considerado los siguientes valores:

- Cota máxima: 425 m
- Cota mínima: 39 m
- Longitud: 3100 m = 31 km



Pendiente media del cauce:

$S = (\text{cota máxima-cota mínima}) / \text{longitud del cauce (m)}$

$S = (425-39) / 3100 = 0.1245$

Sustituyendo en la fórmula de Témez:

$T_c = 0,3 * (31 / 0.1245^{0.25})^{0.76}$

$T_c = 6.063 \text{ horas}$

Por tanto, el tiempo de concentración estimado para esta cuenca es de aproximadamente 6.063 horas, lo que representa el tiempo que tarda el agua de escorrentía en recorrer el sistema desde el punto más alejado hasta la salida de la cuenca, una vez iniciado un episodio de precipitación significativa.

Seguidamente, tras analizar el perfil general del barranco de la Saleta, el estudio se centra ahora en su tramo final, que atraviesa el Polígono Industrial de Quart de Poblet, donde se ubica la empresa Servalesa. Esta zona es una de las que más afectadas por la escorrentía superficial generada en la cuenca. A diferencia de otros tramos, aquí el barranco atraviesa por un entorno completamente urbanizado, con muchas superficies que no dejan pasar el agua, carreteras y construcciones que cambian mucho cómo fluye el agua normalmente. Por ello, se ha generado un nuevo trazado, usando Google Earth, que muestra el tramo desde el inicio del barranco hasta la empresa Servalesa situada en la zona afectada y junto al muro objeto de estudio. Esta traza permite visualizar el perfil longitudinal en esta zona concreta, y analizar aspectos como el desnivel, la pendiente local y los posibles puntos de acumulación de agua. El análisis de este tramo es fundamental para entender la dinámica hidráulica que puede producirse en situaciones de precipitaciones intensas, y para valorar con mayor precisión los riesgos de inundación que podrían afectar directamente al polígono y sus instalaciones industriales.

A continuación, se presenta el perfil longitudinal del trazado generado en Google Earth, desde el nacimiento del barranco de la Saleta hasta su paso por la empresa Servalesa.



Esta representación ofrece la oportunidad de observar cómo cambia la altura durante el trayecto, además de señalar áreas problemáticas que podrían surgir en la parte final del río.



Imagen 18 : Perfil altimétrico del barranco de la Saleta desde su inicio hasta la empresa Servalesa, con variaciones de elevación y pendiente media. (propia, 2025).

Asimismo, los puntos de control establecidos y sus coordenadas geográficas en formato decimal, son los siguientes:

- A – Nacimiento (zona montañosa al oeste de Buñol)
- D – Empresa Servalesa (Quart de Poblet)

A través de la herramienta de generación de rutas con perfil de elevación en Google Earth, se obtuvo una gráfica altimétrica del cauce. Esta proporcionó los siguientes datos físicos relevantes:

- Longitud total del cauce: 21 km
- Elevación máxima: 303 m (nacimiento en zona montañosa de Buñol)
- Elevación mínima: 70 m (empresa Servalesa)
- Desnivel total: 233 m
- Pendiente media real: 1.12%

$$\text{Pendiente} = ((303 - 70) / 21000) \times 100 = 1.12\%$$

En la siguiente imagen se muestra el trazado general del barranco de la Saleta, desde su nacimiento en la zona montañosa de Buñol hasta su llegada al Polígono Industrial de Quart de Poblet, donde se ubica la empresa Servalesa. Este recorrido representa la dirección predominante del flujo superficial dentro de la cuenca.



Imagen 19 : Trazado del barranco de la Saleta desde su nacimiento hasta la empresa Servalesa en el polígono de Quart de Poblet. (earth, 2025).

Para comprender mejor cómo responde la cuenca del barranco de la Saleta a las lluvias fuertes, es crucial calcular el tiempo de concentración. Este valor indica cuánto tarda el agua que corre por la superficie en llegar desde el punto más lejano de la cuenca hasta su desembocadura, específicamente, el área donde se encuentra la empresa Servalesa. Para lograr esto, se aplicará la fórmula de Témez (1991), una herramienta común y confiable en estudios hidrológicos de cuencas de tamaño pequeño y mediano, gracias a su simpleza.

Donde:

- T_c : tiempo de concentración (en horas)
- L : longitud del cauce principal (en km)
- S : pendiente media del cauce (en m/m)

Se han considerado los siguientes valores:

- Cota máxima: 303 m
- Cota mínima: 70 m
- Longitud: 2100 m = 21 km



Pendiente media del cauce:

$S = (\text{cota máxima} - \text{cota mínima}) / \text{longitud del cauce (m)}$

$S = (303 - 70) / 2100 = 0.1109$

Sustituyendo en la fórmula de Témez:

$T_c = 0,3 * (21 / 0.1109^{0.25})^{0.76}$

$T_c = 4.607 \text{ horas}$

Por tanto, el tiempo de concentración estimado para esta cuenca es de aproximadamente 4.607 horas, lo que representa el tiempo que tarda el agua de escorrentía en recorrer el sistema desde el punto más alejado hasta la salida de la cuenca, una vez iniciado un episodio de precipitación significativa.



4. Anàlisis hidrològic

4.1 Comportamiento general de las cuencas mediterràneas

Las ramblas en la costa de Valencia son un ejemplo evidente de cuencas mediterràneas que son susceptibles a inundaciones repentinas debido a su clima y características físicas. Estas cuencas tienen pendientes pronunciadas, suelos que no absorben bien el agua y poca vegetación, aspectos que permiten que la escorrentía superficial se concentre muy rápidamente durante fuertes lluvias. Además, las lluvias en el Mediterràneo suelen ser breves pero intensas, con caudales que alcanzan máximos en pocas horas y poco tiempo para implementar medidas de prevención. Según Camarasa y Segura (2001), los ríos mediterràneos presentan un comportamiento hidrològico complicado influido por factores naturales y cambios recientes en el uso del suelo.

Durante las tormentas, factores como la ocupación de áreas de drenaje preferencial, la disminución de la capacidad hidráulica debido a la acumulación de sedimentos o el encajonamiento, y la existencia de infraestructuras lineales que funcionan como barreras, empeoran la evacuación del agua.

En el mismo sentido, Branger et al. (2023) enfatizan que estas cuencas muestran una reacción hidrològica particularmente sensible a la ubicación y al grado de intensidad de las lluvias, lo que provoca aumentos repentinos en el caudal y distribuciones asimétricas características de las inundaciones súbitas. Para poder representar con exactitud esta dinámica, los autores resaltan la importancia de utilizar modelos hidrològicos distribuidos basados en datos de campo de alta resolución y observaciones de radar. De igual manera, HESS (2023) menciona que la urbanización, la edificación de grandes infraestructuras y la pérdida del mosaico agrícola tradicional han disminuido la capacidad natural del territorio para mitigar estos eventos, aumentando la magnitud de los caudales generados.

Asimismo, los cambios en el uso del suelo afectan negativamente la generación de caudales. Esta pérdida de capacidad de drenaje se observa claramente en el barranco de la Saleta, donde la urbanización y la instalación de infraestructuras como la V-30 y la A-3 han fragmentado la red de escorrentía natural. El evento de DANA del 29 de octubre de 2024 ilustra este fenómeno ya que se registraron 771 milímetros de lluvia en 24 horas (un 62 % más que el promedio anual), lo que causó una crecida repentina en el sistema Poyo–Torrent–Poçalet, alcanzando caudales máximos de hasta 2.409 m³/s y afectando más de 100 km² de l'Horta Sud. En esta situación, la impermeabilización del suelo y las obras lineales tuvieron un impacto negativo considerable en los daños sufridos.

El barranco de la Saleta muestra características parecidas, ya que su cauce se ha ido angostando y su desembocadura natural hacia el río Turia se encuentra parcialmente bloqueada, lo que limita su capacidad de desagüe. Este escenario resalta la urgencia de una planificación territorial adecuada, que integre medidas estructurales para el control de caudales con estrategias de restauración de ríos y de recuperación de la funcionalidad ecológica de estos ecosistemas.

A continuación, se muestra la imagen de la zona inundada por los barrancos el 29 de octubre de 2024, generada con datos del programa Copernicus.

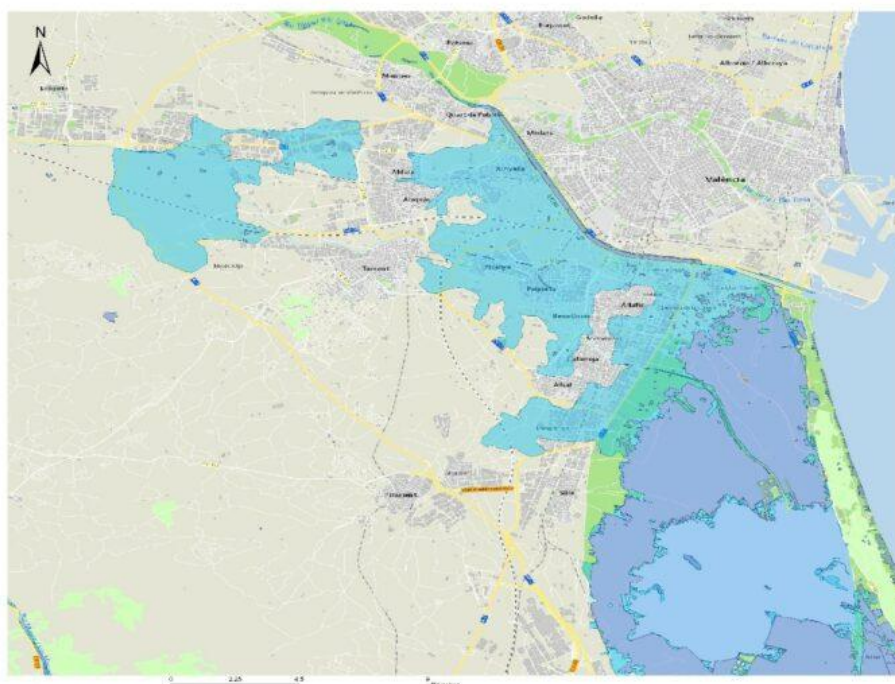


Imagen 20 : Área inundada el 29 de octubre de 2024 en l'Horta Sud. (Valencià D. d., 2024).



4.2 Caracterización de la cuenca de estudio

La cuenca del sistema hidrológico Pozalet–La Saleta se inserta en el complejo territorio del área metropolitana de Valencia, delimitada entre los ríos Turia y Júcar, y marcada por una fuerte transformación urbana, agrícola e industrial. Esta cuenca abarca un área de aproximadamente 450 km² y comprende municipios como Quart de Poblet, Aldaia, Xirivella, Torrent y Valencia, cuya morfología alargada y orientación oeste-este responde a la disposición estructural del relieve. Según la Confederación hidrográfica del Júcar (2025), la cuenca presenta características geológicas, litológicas, edáficas e hidrológicas que condicionan su funcionamiento hidrológico y ambiental. A continuación, se detallan cada una de ellas:

Desde el punto de vista geológico, la cuenca se sitúa sobre la Depresión Central Valenciana, una amplia llanura sedimentaria generada por subsidencia tectónica desde el Plioceno y colmatada durante el Cuaternario con materiales aluviales y marinos. En el subsuelo es frecuente encontrar una alternancia irregular de gravas, limos, arenas y arcillas, consecuencia de fases torrenciales intercaladas con periodos de estabilidad hidráulica. La antigua existencia de meandros y canales fluviales secundarios ha generado una estratigrafía altamente errática, tanto horizontal como verticalmente

Esta configuración geológica se refleja en la litología del área de estudio. En el municipio de Quart de Poblet y sus alrededores, se identifican depósitos de origen cuaternario: aluviales recientes cerca de los cauces, costras calizas y depósitos de arroyada en zonas intermedias, y sedimentos marinos antiguos en el sector oriental. Esta heterogeneidad se traduce en una distribución también variada de suelos, como fluvisoles calcáreos en áreas de llanura, luvisoles y calcisoles en los glaciares cuaternarios, y antrosoles en suelos modificados para el cultivo intensivo.

En cuanto al medio edáfico, la cuenca refleja el contraste entre la tradición agrícola y la presión antrópica. Asimismo, predominan los suelos Entisoles, muy jóvenes, poco evolucionados y de escasa capacidad de infiltración, especialmente en los tramos ocupados por huerta. En las zonas con mayor historia de cultivo y mayor presencia de materia orgánica se desarrollan Inceptisoles, más estables, localizados principalmente en tramos restaurables del barranco de la Saleta.



En lo que respecta al régimen hidrológico, el sistema responde al patrón mediterráneo mediante episodios breves pero muy intensos de lluvia, alternando con largos periodos secos. El barranco de la Saleta, un cauce efímero, sólo transporta caudal en momentos puntuales de precipitaciones intensas. Durante el resto del año permanece seco, actuando como receptor ocasional del retorno agrícola o del drenaje urbano.

En los últimos decenios, el avance urbano ha provocado la interrupción y desaparición del trazado fluvial en múltiples tramos, sobre todo en el polígono industrial de Aldaia. Esta pérdida de continuidad ha transformado el barranco en una conducción subterránea, perdiendo así sus funciones de laminación y retención de aguas. El trazado actual, en gran medida soterrado, ha sido incapaz de absorber los caudales generados por lluvias torrenciales, provocando inundaciones casi anuales, especialmente en puntos críticos como el entorno de la CV-33 (Confederación Hidrográfica del Júcar, 2022). Ante esta situación, y con el fin de recuperar la funcionalidad hidráulica y ambiental del barranco, se ha diseñado un proyecto de acondicionamiento que incluye varias intervenciones estratégicas.

La cuenca hidrográfica del sistema Pozalet–La Saleta presenta una elevada capacidad de respuesta ante eventos pluviométricos intensos, atribuible a su marcada configuración morfológica. Está configuración, junto con el clima mediterráneo, provoca que los caudales se concentren rápidamente tras lluvias intensas, lo que, sumado a la creciente impermeabilización del suelo urbano e industrial, agrava el riesgo de avenidas.

El proyecto de acondicionamiento del barranco de La Saleta propone un conjunto de intervenciones estratégicas con el objetivo de recuperar parcialmente la funcionalidad hidráulica y ambiental de la cuenca. En primer lugar, se realizará a ambiental de un tramo de 770 m, mediante eliminación de especies invasoras y revegetación con tamarix, adelfas, chopos y aladiernos.

En segundo lugar, se ejecutará una conducción cerrada de derivación de más de 3.400 m de longitud para caudales de hasta 130 m³/s (Confederación Hidrográfica del Júcar, 2022).



Finalmente, se construirá una vía verde en sección trapezoidal, de 3.000 m de longitud, adaptada a la estructura parcelaria de la huerta, que se integra paisajísticamente y permite derivar el caudal hacia el nuevo lecho del Turia.

Estas soluciones se ajustan al Plan de Gestión del Riesgo de Inundación (PGRI) de la Demarcación Hidrográfica del Júcar y al Plan de Acción Territorial de la Huerta de València, en cuyos catálogos y zonificaciones se recoge la necesidad urgente de restaurar los cauces y la red tradicional de regadío, así como de evitar la fragmentación del paisaje agrícola.

Todas estas intervenciones están recogidas tanto en el Estudio de Integración Paisajística elaborado por la Confederación Hidrográfica del Júcar (2025) como en la Descripción de las actuaciones publicada por la Confederación Hidrográfica del Júcar (2022).

4.3 Topografía de la cuenca

La cuenca del sistema Pozalet–La Saleta se ubica en la llanura litoral valenciana, una planicie aluvial conformada por procesos de colmatación fluvio-marina desde el Pleistoceno. Esta unidad morfológica presenta un relieve generalmente suave en dirección este, lo que condiciona de forma directa el comportamiento hidrológico del sistema. En los tramos más bajos, cercanos al río Turia, las cotas descienden hasta los 30 metros sobre el nivel del mar, mientras que, en los sectores medios de la cuenca, como Aldaia o las zonas superiores del barranco Pozalet–La Saleta, se alcanzan altitudes superiores a los 80 metros, según los datos obtenidos del Modelo Digital del Terreno (MDT) generado específicamente para este trabajo.

Este relieve moderadamente variable, con una diferencia de cota de más de 50 metros en el ámbito de estudio, se traduce en una dinámica hidrológica activa, donde la escorrentía superficial es significativa, especialmente en episodios de lluvia intensa. En las zonas altas, el terreno inclinado favorece una evacuación rápida del agua. Mientras que, en las zonas más bajas, donde predominan suelos agrícolas, infraestructuras y áreas urbanizadas, la pendiente es inferior al 1%, lo que dificulta el drenaje natural y favorece la acumulación de escorrentía superficial (Confederación Hidrográfica del Júcar, 2025).



Para representar esta evolución del relieve de forma detallada, se ha elaborado un perfil topográfico longitudinal siguiendo el eje del barranco de Pozalet–La Saleta, desde su tramo alto en el término de Aldaia hasta su desembocadura en el río Turia, a su paso por Quart de Poblet. La línea del perfil se ha definido entre las siguientes coordenadas aproximadas:

- Inicio: sector medio del barranco Pozalet–La Saleta (longitud -0.4985, latitud 39.4660).
- Final: punto de confluencia con el Turia (longitud -0.4370, latitud 39.4760).

A continuación, se adjunta una representación en planta del Modelo Digital del Terreno (MDT) correspondiente al ámbito de estudio, en la que se ha superpuesto el trazado del perfil longitudinal analizado, siguiendo el eje del barranco Pozalet–La Saleta hasta su confluencia con el río Turia.

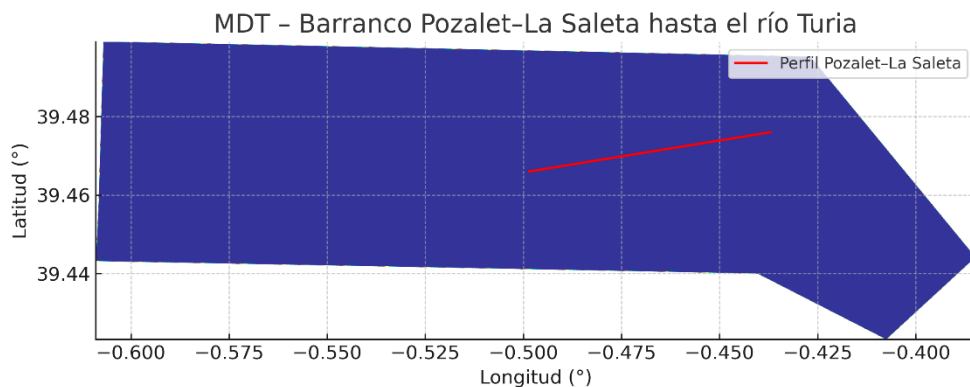


Imagen 21: Modelo Digital del Terreno (MDT) del barranco Pozalet–La Saleta. (propia, 2025)

Asimismo, a lo largo de esa línea se interpolaron 300 puntos equidistantes, y se extrajo su altitud directamente del MDT. A partir de estos datos, se generaron dos representaciones gráficas: una imagen en planta del modelo del terreno con el trazado del perfil superpuesto, y una gráfica del perfil altitudinal, que permite visualizar la evolución longitudinal del relieve.



Cabe añadir que el perfil topográfico obtenido se presenta a continuación, como apoyo visual a la descripción altimétrica de la cuenca.



Imagen 22 : Perfil topográfico – Barranco Pozolet–La Saleta hasta el río Turia. (propia, 2025)

El perfil obtenido muestra un descenso continuo y progresivo de altitud, sin escalones abruptos ni zonas de acumulación morfológica. El desnivel total se aproxima a los 70 metros en una distancia de unos 6,5 kilómetros, lo que corresponde a una pendiente media suave pero suficiente para canalizar escorrentías de forma eficaz en condiciones naturales. Sin embargo, el proceso de urbanización ha modificado drásticamente este equilibrio.

Asimismo, con el objetivo de representar gráficamente las variaciones morfológicas del terreno, se ha generado una imagen sombreada a partir del Modelo Digital del Terreno (MDT), aplicando un renderizado tipo *hillshade*. Esta técnica permite visualizar el relieve mediante un efecto de luces y sombras que simula la iluminación solar sobre la superficie. La imagen resultante se presenta a continuación.

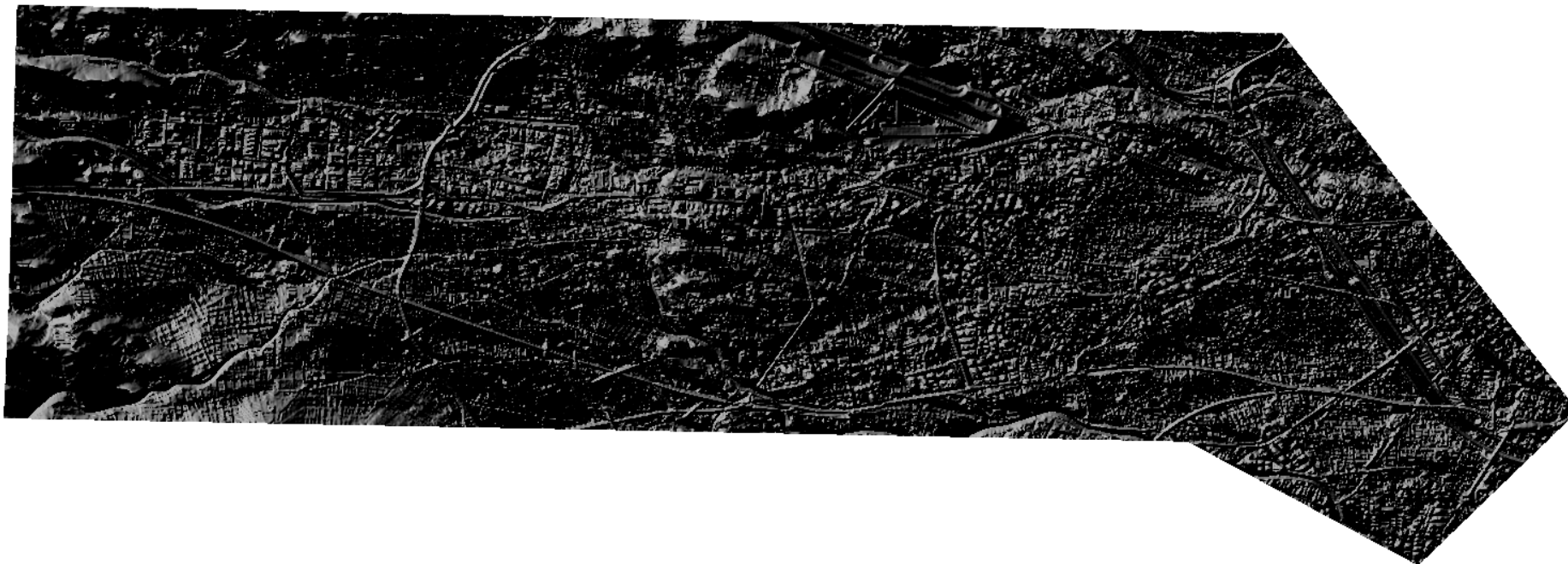


Imagen 23 : Imagen sombreada del MDT del barranco Pozalet-La Saleta. (propia, 2025).



Por otro lado, la progresiva impermeabilización del suelo, debida a la construcción de polígonos industriales, urbanizaciones, infraestructuras viarias y obras hidráulicas, ha reducido notablemente la capacidad de infiltración. Este cambio ha intensificado la acumulación de caudal en superficie y la necesidad de estructuras de encauzamiento y control hidráulico, como canales de derivación, aliviaderos, pasos subterráneos o encauzamientos con sección trapezoidal (Confederación Hidrográfica del Júcar, 2022).

En este contexto, el diseño del nuevo sistema de encauzamiento y, en particular, de la vía verde de conexión con el Turia se ha adaptado a la pendiente natural del terreno y al parcelario agrícola existente, con el fin de minimizar el impacto paisajístico. La pendiente proyectada, de aproximadamente 0,5 %, permite un drenaje efectivo, integrando la actuación en la red tradicional de acequias y caminos de la huerta valenciana (Confederación Hidrográfica del Júcar ,2025).

5. Estimación de calados y evaluación crítica del SNCZI

Con el fin de comprender el comportamiento del medio urbano ante eventos de inundación, se procede al cálculo de los calados esperables durante las crecidas del barranco de La Saleta. Para ello, se emplean como base los datos proporcionados por el Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI).

Se han seleccionado once puntos de control distribuidos dentro y en las proximidades del área de estudio. La ubicación precisa de dichos puntos se puede observar en la imagen de abajo. A partir de la cartografía del SNCZI, se examinan las profundidades estimadas del agua bajo distintos escenarios pluviométricos (periodos de retorno de 10, 100 y 500 años), lo que permite evaluar el grado de afectación potencial sobre la zona industrial.

Asimismo, se realiza una revisión crítica de los resultados aportados por el SNCZI con el objetivo de detectar posibles inexactitudes o limitaciones metodológicas que puedan comprometer la fiabilidad de las estimaciones para un entorno urbano tan específico como el de Quart de Poblet.



Imagen 24 : Ubicación de los puntos de control definidos en el entorno del polígono industrial de Quart de Poblet. (Valencià I. C.).



A continuación, se presenta la tabla con los valores de calado estimados para cada punto:

Calados (m)			
Punto	T=10 años	T=100 años	T=500 años
1	0.96	2.04	2.55
2	1.21	2.16	2.75
3	0	1.03	1.14
4	0	0	0.45
5	0	0	0.11
6	0	0.78	1.11
7	0	0.54	0.72
8	0	0	0
9	0.30	1.24	1.68
10	0.26	1.48	1.81
11	0.24	0.86	1.09

Tabla 2: Calados máximos en puntos de control para T10, T100 y T500. (Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables).

Durante el presente análisis se ha identificado una incongruencia significativa en la cartografía oficial del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI), la cual afecta de forma directa a la estimación del riesgo de inundación en el entorno inmediato de la nave industrial objeto de estudio.

En concreto, los resultados ofrecidos por el SNCZI para distintos periodos de retorno muestran que el flujo de agua penetra libremente en el polígono industrial a través del espacio de separación existente entre dos naves, alcanzando supuestamente el interior de las instalaciones. Sin embargo, esta representación no se ajusta a la realidad física del terreno, ya que omite elementos constructivos que actúan como barreras efectivas al paso del agua.



Tal como se observa en la imagen adjunta, la parcela está protegida en su límite oeste por un muro perimetral continuo. Esta estructura, que bordea completamente la propiedad, constituye un obstáculo físico que impide el avance del flujo superficial procedente del barranco de La Saleta o de cualquier otro punto de acumulación colindante.

Al no haberse considerado este elemento en la modelización del SNCZI, se produce una sobreestimación tanto de la extensión como de la profundidad de la zona inundable. Esta omisión pone de manifiesto una de las principales limitaciones de los modelos generalistas empleados en la elaboración de cartografía de riesgo: aunque se basan en información topográfica precisa obtenida mediante tecnología LIDAR, en muchos casos no incorporan detalles urbanos relevantes, como cerramientos, muros, vallas, rampas o desniveles generados por edificaciones recientes. Esta carencia puede comprometer la fiabilidad del modelo, especialmente en entornos urbanos o industriales donde el terreno ha sido profundamente alterado respecto a su configuración natural.

Por ello, se considera imprescindible que cualquier análisis de inundabilidad en zonas urbanizadas sea contrastado con observaciones de campo y cartografía a escala adecuada. Asimismo, se recomienda la utilización de modelos hidráulicos específicos que incluyan los elementos físicos presentes en el entorno construido, con el fin de obtener una representación más ajustada a la realidad.

Esta discrepancia se evidencia de forma gráfica en la Figura X, donde se representa la distribución espacial de los calados esperables según el SNCZI en el entorno del polígono industrial. Tal como se aprecia en la imagen, el modelo asume una entrada libre del flujo entre las naves, sin contemplar la existencia de barreras físicas como el muro perimetral, lo cual distorsiona la interpretación del riesgo real y podría derivar en decisiones técnicas o administrativas inadecuadas.



Imagen 25 : Representación de calados máximos esperables en el entorno. (Eguibar, 2024).

En la imagen siguiente se muestra este muro perimetral no considerado por la cartografía de riesgo del SNCZI, visto desde el noroeste.



Imagen 26 : Vista del exterior del polígono industrial de Quart de Poblet. (Eguibar, 2024).

Dicho cerramiento se compone de una base de hormigón armado de más de un metro de altura, sobre la cual se levantan aproximadamente ocho hileras de bloques del mismo material, alcanzando así una altura total cercana a los tres metros.



Esta estructura, de carácter claramente permanente y resistente, funciona como una barrera física continua frente al flujo superficial procedente del oeste, especialmente ante aportes derivados del barranco de La Saleta durante episodios de crecida.

Tal y como se ha señalado previamente, para un tiempo de retorno de quinientos años, la profundidad máxima estimada en el área apenas supera el metro de altura, según los mapas oficiales del SNCZI. Por tanto, la existencia de este muro impide que el agua penetre libremente en el interior del polígono, en contradicción con lo que refleja el modelo hidráulico presente en dicha cartografía.

Además, el efecto de contención de esta infraestructura no solo bloquea el avance directo del agua, sino que también modifica potencialmente la trayectoria del flujo en el entorno inmediato. Esto puede dar lugar a acumulaciones en zonas no previstas por el modelo, al no considerarse adecuadamente la interacción entre el flujo y las estructuras urbanas. Esta simplificación, inherente a muchos modelos generalistas como el del SNCZI, conduce a una sobreestimación del riesgo dentro del recinto industrial y, al mismo tiempo, subestima la influencia de ciertas construcciones sobre la dinámica hidráulica real.

En consecuencia, este análisis evidencia la necesidad de validar los resultados del SNCZI mediante inspecciones de campo, y refuerza la importancia de incorporar elementos constructivos relevantes en futuras modelizaciones hidráulicas. Ello resulta especialmente crucial en entornos urbanos complejos, donde las infraestructuras existentes modifican sustancialmente la circulación natural del agua.

En la siguiente imagen se presenta una vista desde el oeste del punto exacto del muro por el que, según la cartografía del SNCZI, el flujo de agua penetraría libremente en el polígono industrial. La fotografía permite comprobar la presencia de elementos constructivos que contradicen dicha hipótesis de paso libre del agua.

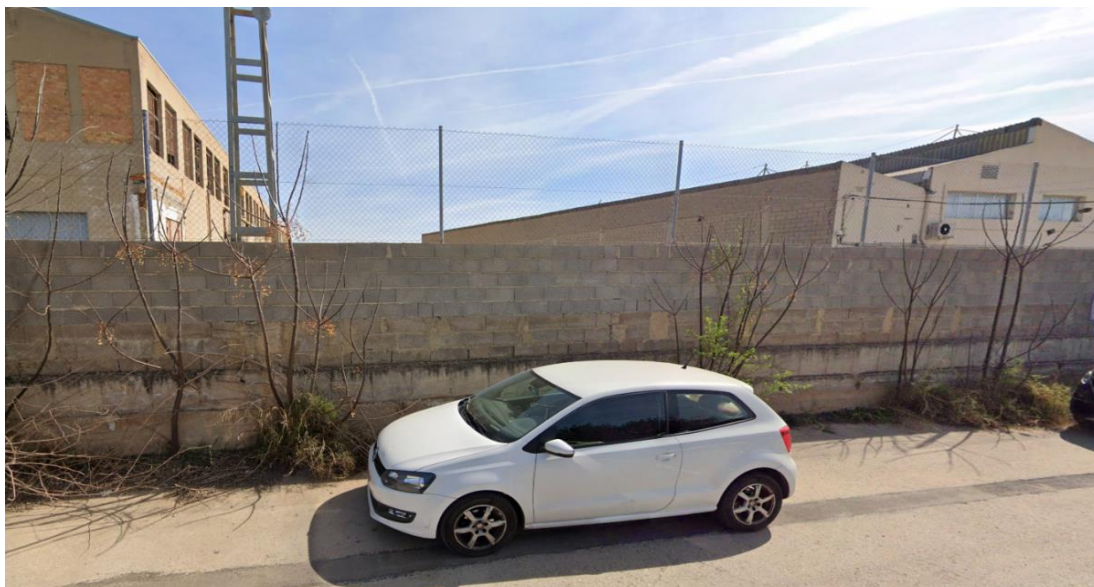


Imagen 27 : Punto del muro por el que supuestamente el agua penetraría libremente en el polígono. Vista desde el oeste. (Eguibar, 2024).

En la figura siguiente se muestra el portón de acceso, orientada al este, que se ubica junto a la esquina sureste del cerramiento. Como puede apreciarse, aunque seguramente sí pueda filtrarse algo de agua a través de dicha puerta, en ningún paso se producirá una libre circulación del agua como se prevé en el SNCZI.



Imagen 28 : Puerta de acceso prácticamente estanca integrada en el muro perimetral no considerado por la cartografía del SNCZI. Vista desde el este. (Eguibar, 2024).



Imagen 29 : Imagen de la zona. (Eguibar, 2024).

Antes de profundizar en el análisis detallado de los calados en el entorno industrial de Quart de Poblet, resulta necesario contextualizar el alcance y las limitaciones inherentes a los productos generados por el Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI).

Según se expone en la Guía del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2021), los mapas elaborados en el marco del SNCZI tienen un carácter eminentemente orientativo y “no sustituyen ni excluyen la necesidad de realizar estudios específicos de detalle para el diseño y dimensionamiento de infraestructuras”. En consecuencia, su utilidad reside principalmente en proporcionar una primera aproximación al riesgo de inundación a escala regional o municipal, no siendo adecuados para representar con precisión el riesgo en entornos urbanos complejos o muy transformados.

La guía advierte que los Modelos Digitales del Terreno (MDT) generados con tecnología LIDAR pueden presentar inexactitudes, especialmente en áreas urbanizadas, ya que ni siempre capturan elemento constructivo como muros, vallas o edificaciones recientes. Esta limitación puede dar lugar a estimaciones erróneas tanto por exceso como por defecto del riesgo real de inundación.



Por tanto, tal y como recomienda el propio Ministerio, estos productos deben ser validados y complementados con trabajos de campo, cartografía detallada de gran escala y modelizaciones hidráulicas adaptadas a las condiciones reales del emplazamiento.

En coherencia con lo anterior, cabe destacar que la elaboración de la cartografía del SNCZI incorpora tecnologías avanzadas de detección remota como la topografía LIDAR y ortofotografías aéreas de alta resolución. Estas herramientas permiten generar modelos tridimensionales de la superficie terrestre. Sin embargo, como se indica en la Guía para la consulta y utilización de la cartografía del SNCZI (MITECO, 2017), su precisión se ve comprometida en espacios urbanos densos, donde es habitual que no se representen ciertos elementos físicos esenciales para el comportamiento hidráulico. Esta carencia se vuelve especialmente crítica en áreas como el polígono industrial de Quart de Poblet, donde la disposición constructiva y la presencia de cerramientos, como muros o plataformas logísticas, alteran de forma significativa las trayectorias del flujo superficial.

En este contexto, resulta plenamente justificada la necesidad de realizar una evaluación crítica de los resultados ofrecidos por el SNCZI en la zona de estudio, contrastando sus predicciones con la realidad física del entorno y considerando aquellos elementos omitidos que inciden directamente sobre la dinámica de las avenidas en eventos de lluvia intensa.

A continuación, se incluye una representación esquemática del proceso de adquisición de datos mediante tecnología LIDAR, empleado habitualmente en la elaboración del modelo digital del terreno por parte del SNCZI.



Imagen 30 : Proceso de captura de datos LIDAR desde aeronave, mediante pulsos láser dirigidos al terreno. (MITECO, 2021).

5.1. Medidas estructurales propuestas y antecedentes institucionales

Tras el análisis hidrológico y geomorfológico efectuado, así como la revisión crítica de los resultados proporcionados por el SNCZI, resulta pertinente incorporar una visión más amplia sobre las estrategias de planificación territorial desarrolladas para mitigar el riesgo de inundación en la cuenca del sistema Pozalet–La Saleta.

En este sentido, cabe destacar que, con el objetivo de estimar las avenidas máximas en el entorno del polígono industrial de Quart de Poblet, se han realizado diversos estudios centrados en el comportamiento hidráulico de los barrancos mencionados. Entre ellos, sobresale el análisis hidrológico incluido dentro del propio SNCZI, elaborado en 2019 por el Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente (IIAMA-UPV).

Este trabajo emplea una metodología combinada basada en un generador de tormentas sintéticas y el modelo distribuido TETIS (modelo de simulación hidrológica y del ciclo de sedimentos distribuido en el espacio), calibrado específicamente para cuencas mediterráneas.

Dicho análisis fue validado con datos reales de la estación de aforos de la Rambla del Poyo y permitió obtener cuantiles de caudales instantáneos máximos en diversos puntos de la cuenca. En el tramo del barranco próximo al cruce con la autovía A-7, los valores calculados fueron los siguientes:



Período de retorno en años	T=10	T=25	T=100	T=500
Q en m ³ /s	18	28	79	170

Tabla 3: Caudales pico (Q) estimados en función del periodo de retorno. (propia, 2025).

Como respuesta a esta situación, se han planteado diferentes medidas estructurales, tanto físicas como ambientales, dirigidas a reducir la peligrosidad del sistema y mejorar la resiliencia del entorno urbano. Entre las soluciones propuestas destacan la construcción de canalizaciones cerradas, zonas verdes inundables, y otras actuaciones de integración paisajística, que permiten compatibilizar la funcionalidad hidráulica del barranco con su incorporación al entramado urbano.

De forma complementaria, es relevante considerar los antecedentes técnicos y administrativos que han sustentado estas iniciativas. A finales de los años noventa y principios de los 2000, distintas entidades como la Confederación Hidrográfica del Júcar (CHJ) y la Generalitat Valenciana impulsaron una serie de proyectos orientados a corregir las deficiencias estructurales del sistema Pozalet–La Saleta. Uno de los más destacados fue el “Proyecto de Urbanización del Área de Suelo Dotacional Público (1.^a Fase del Parque Logístico de Riba-roja)”, impulsado en 2002, que preveía la construcción de estanques de laminación y un colector de vertido hacia la Rambla del Poyo. Esta intervención tenía como finalidad reducir el riesgo de inundación en el Polígono Industrial del Oliveral, adoptando un diseño con un periodo de retorno de 15 años.

Simultáneamente, se propusieron actuaciones para restituir y canalizar los cauces discontinuos del Barranco del Pozalet. En este sentido, destaca el proyecto de la CHJ “Restitución y adaptación de los cauces naturales de los barrancos del Poyo, Torrent, Chiva y Pozalet” (1999), que planteaba la canalización integral del Pozalet y su desvío hacia la Rambla del Poyo, al sur de la A-3. Esta intervención fue considerada prioritaria en el PATRICOVA (2003), siendo delegada su ejecución a la CHJ como organismo competente.

Asimismo, el documento técnico “Defensa integral contra avenidas de la cuenca de la Rambla del Poyo” (CHJ, 2004) amplía estas propuestas con actuaciones escalonadas como:



- Construcción de una presa de laminación en Cheste.
- Dos lagunas-parque (aguas arriba y abajo de la A-7) para amortiguar crecidas.
- Tubería de desagüe controlado hacia el barranco de La Saleta.
- Creación de una vía verde que integre el barranco con el entorno urbano.

En conjunto, estos antecedentes reflejan un esfuerzo técnico y administrativo sostenido durante más de dos décadas. No obstante, muchas de las medidas planteadas aún no se han materializado o requieren actualización, especialmente ante las nuevas dinámicas territoriales actuales y el impacto del cambio climático.

6. Actuaciones previstas actualmente

En 2006, la Confederación Hidrográfica del Júcar (CHJ) concluyó el Proyecto Informativo de Adecuación Ambiental y Drenaje de la Cuenca del Poyo, vertiente a la Albufera. El objetivo era reducir el riesgo de inundaciones en el Pla de Quart, incluyendo las generadas por los barrancos Pozolet y La Saleta.

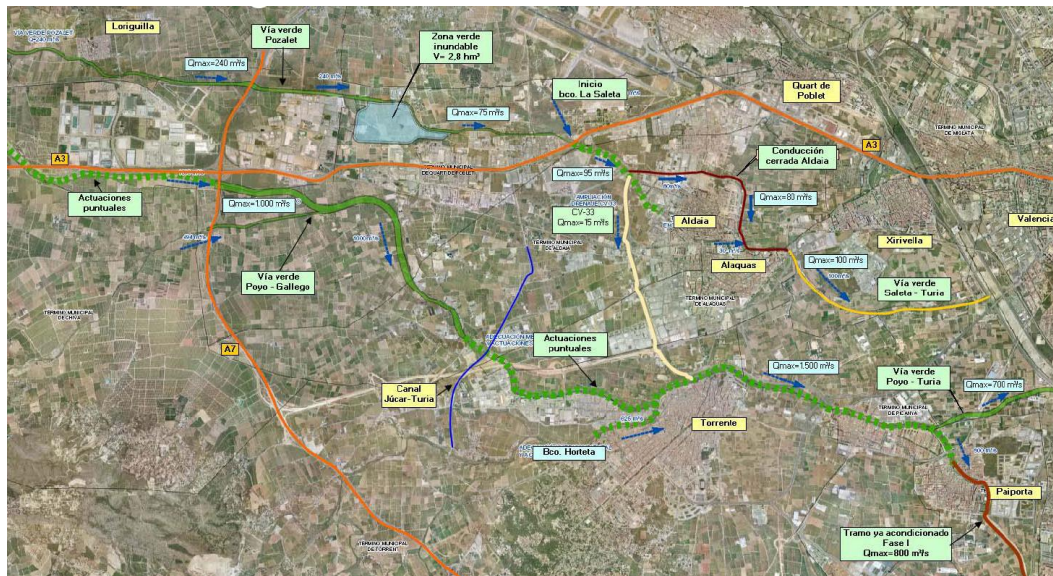


Imagen 31 : Esquema de las actuaciones previstas en el Pla de Quart. (Júcar, 2006).

Dentro de esta propuesta, se descartó la construcción de una presa en la parte alta del cauce, una opción que había sido considerada en 2004, así como la desviación del PATRICOVA hacia la Rambla del Poyo aguas arriba de la autopista A7. En su lugar, se apostó por balsas de la laminación y corredores verdes como medidas principales para mejorar la gestión del agua.

En concreto, en el entorno de la parcela analizada, se propone la creación de una gran balsa de laminación aguas arriba y la instalación de un corredor verde que rodea la parcela por el norte, como medidas clave para el control y mitigación de los riesgos hídricos.

La modelización hidráulica proyectada para el barranco de La Saleta muestra caudales pico de hasta $95 \text{ m}^3/\text{s}$ en su comienzo y $75 \text{ m}^3/\text{s}$ al final del área verde inundable. Esta franja funciona como una zona de la laminación natural, con una capacidad de almacenamiento cercano a los $2,8 \text{ hm}^3$, fundamental para amortiguar las crecidas aguas abajo. El esquema incluye además el trazado aproximado del encauzamiento previsto en Quart de Poble y su entorno.



Imagen 32 : Representación esquemática de caudales máximos y zona inundable en el barranco de la Saleta. (Júcar, Estudio del comportamiento hidráulico e inundabilidad del barranco de la Saleta. Universitat Politècnica de València).



7. Anàlisis comparativo de simulaciones hidráulicas con HEC-RAS

Con el objetivo de validar y complementar la evaluación del riesgo de inundación en el entorno industrial de Quart de Poblet, se han desarrollado varias simulaciones hidráulicas utilizando el software HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center's River Analysis System), desarrollado por el U.S. Army Corps of Engineers). Estas simulaciones se han realizado individualmente para distintos periodos de retorno (10, 25, 100 y 500 años), utilizando los caudales máximos previamente establecidos en el apartado 5.

Para el análisis, se han empleado dos Modelos Digitales del Terreno (MDT) diferenciados: un modelo amplio, que abarca toda la cuenca del sistema Pozolet–La Saleta, y otro más específico, centrado en la zona delimitada del polígono industrial. Esta dualidad ha permitido comparar la respuesta hidráulica en distintos niveles de detalle y evaluar las diferencias de resultados en función de la extensión del dominio modelado.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en cada simulación, comparando perfiles de calado, zonas anegadas y trayectorias de flujo. El análisis permite identificar áreas críticas, contrastar con la cartografía oficial del SNCZI, y valorar la eficacia de los elementos constructivos en la contención del flujo superficial.

7.1. Metodología de simulación

En este contexto, para contratar y ampliar la evaluación el riesgo de inundaciones el polígono industrial de Quart de Poblet, se llevaron a cabo una serie de simulaciones hidráulicas mediante el software HEC-RAS. Esta herramienta permite modelar el comportamiento del flujo superficial en canales y cauces, tanto naturales como artificiales, en régimen permanente o no permanente.

Esta metodología ha permitido observar la evolución de la lámina de agua y las zonas inundables bajo distintas condiciones de intensidad y recurrencia.

Para el análisis del terreno se han empleado dos Modelos Digitales del Terreno (MDT):

- Un MDT extenso, que abarca toda la cuenca Pozolet–La Saleta, utilizado para el estudio general del sistema.



- Un MDT recortado, centrado exclusivamente en el entorno del polígono industrial, que ofrece mayor precisión en la representación del relieve urbano y facilita un modelado más detallado en las zonas más vulnerables.

A partir de estos datos, se ha construido la geometría del modelo mediante secciones transversales definidas manualmente a lo largo del cauce, delimitando correctamente las zonas edificadas, obstáculos y bordes del flujo. Las condiciones de contorno fueron configuradas con caudales constantes a la entrada y nivel normal a la salida.

Finalmente, se presentan y analizan los resultados de cada simulación. En ellos se comparan perfiles de calado, trayectorias de flujo y extensión de las zonas anegadas. Estos datos permiten identificar áreas críticas de acumulación y evaluar la influencia de las características geométricas del terreno. Asimismo, facilitan la comparación con la cartografía oficial del SNCZI, lo que ayuda a detectar posibles desviaciones ocasionadas por la omisión de elementos constructivos en los modelos oficiales.

A continuación, se presenta dicha imagen, que ilustra la distribución altimétrica del sistema Pozalet–La Saleta:

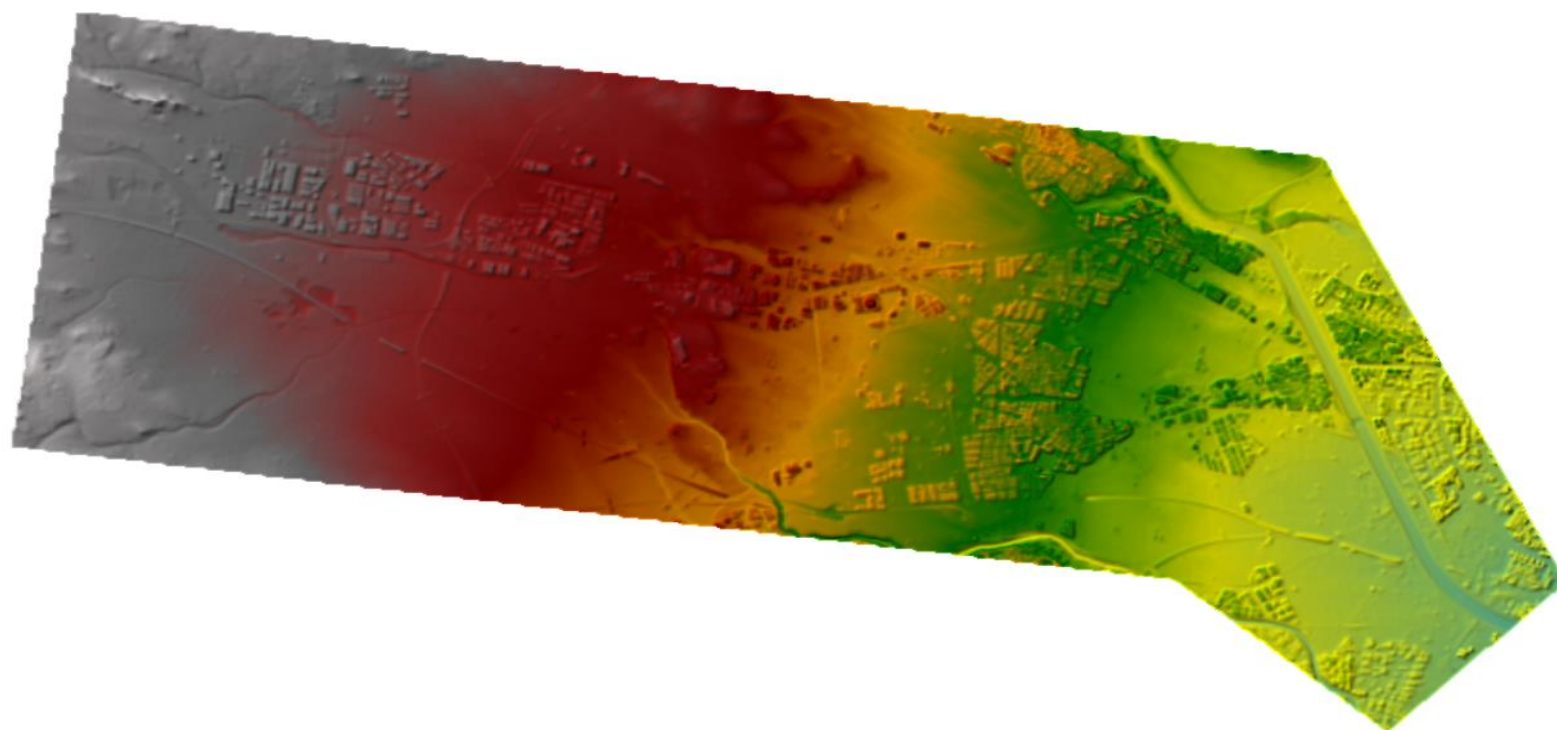


Imagen 33 : Representación hipsométrica del Modelo Digital del Terreno (MDT) del sistema fluvial Pozolet–La Saleta. (QGIS, 2025).



7.2. Resultados por periodo de retorno

Con el objetivo de analizar el comportamiento hidráulico del área de estudio frente a distintos escenarios de caudales extremos, se efectuaron simulaciones hidrodinámicas empleando HEC-RAS. En particular, se han modelado eventos de diseño asociados a diferentes escenarios de recurrencia hidrológica (T10, T25, T100 y T500), representando crecidas con distinta probabilidad de ocurrencia.

Las simulaciones se han realizado usando un caudal constante con un periodo de análisis comprendido entre las 00:00 y las 19:00 horas del 29 de octubre del 2024.

Cabe añadir que los resultados obtenidos se centran en tres variables en concreto, que son la profundidad del agua (depth), la velocidad del flujo (velocity) y la elevación de la lámina de agua (WSE) que se da en algunos casos.

Para mejorar la exactitud del modelo y representar adecuadamente el impacto de elementos físicos como paredes o límites estructurales, se han utilizado breaklines, que restringen el flujo basándose en la topografía y las barreras existentes. Esto posibilita una representación más realista de la mancha de inundación, particularmente en áreas con discontinuidades o construcciones que influyen en la conducta del agua.

Para evaluar la influencia de la topografía en los resultados, se ha realizado una comparativa entre dos Modelos Digitales del Terreno (MDT1 y MDT2) bajo el mismo caudal. Esto permite analizar como las diferencias en la representación del relieve afectan la magnitud de la inundación y los valores máximos de las variables hidráulicas.

Es importante resaltar que tanto la velocidad como la elevación de la superficie del agua se representan mediante escalas de colores que permiten interpretar visualmente la magnitud de los valores que se simulan. En el caso de la velocidad, los tonos azul oscuro (0–2 m/s) señalan flujos lentos o estancados, mientras que los tonos intermedios desde azul claro hasta verde (2–6 m/s) corresponden a velocidades moderadas, típicas de zonas con pendiente suave. Las velocidades altas, representadas en amarillo y naranja (6–10 m/s), se asocian a tramos con mayor pendiente, y el color rojo (10–15 m/s) indica zonas de velocidad muy elevadas, generalmente ubicadas en cauces



principales o corredores de esorrentía definidos. En cuanto a la paleta de colores del WSE, esta señala la cota máxima de lámina de agua. Los colores magenta y rosa (desde 116,4 m hasta 129,3 m) representan áreas más elevadas o con acumulación significativa de agua. Por otra parte, los colores rojo y naranja (entre 90,6 m y 116,4 m) señalan zonas inundadas con cotas intermedias de agua, posiblemente correspondiente a cauces o áreas de acumulación. Por último, los tonos más fríos, como amarillo y verde (entre 51,9 m y 90,6 m), indican niveles bajos de agua, típicas de áreas planas o lugares donde el agua se acumula menos. Estas indicaciones serán muy importantes para entender bien los mapas de resultados que veremos más adelante.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para el período de retorno de 10 años (T10), comparando los valores de profundidad, velocidad y WSE entre los modelos MDT1 y MDT2.

Resultados del modelo digital del terreno 1

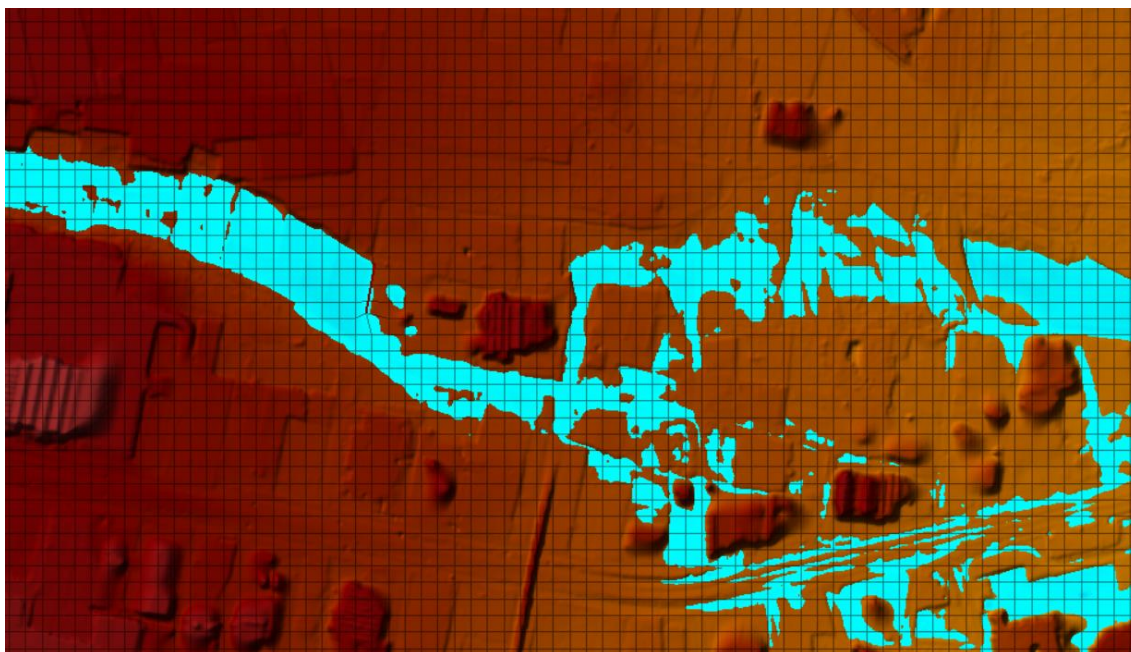


Imagen 34 : Ampliación del T10 sobre MDT1, visualización de profundidad con geometría visible. (propia, 2025).

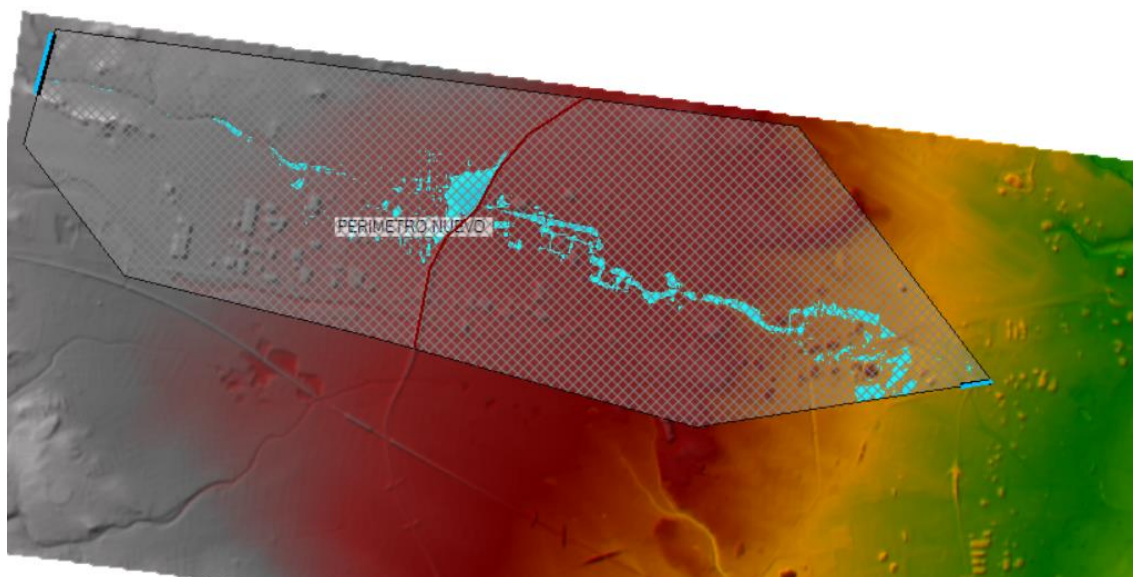


Imagen 35 : Resultado del T10 sobre MDT1 con mancha de inundación y perímetro 2D. (propia, 2025).

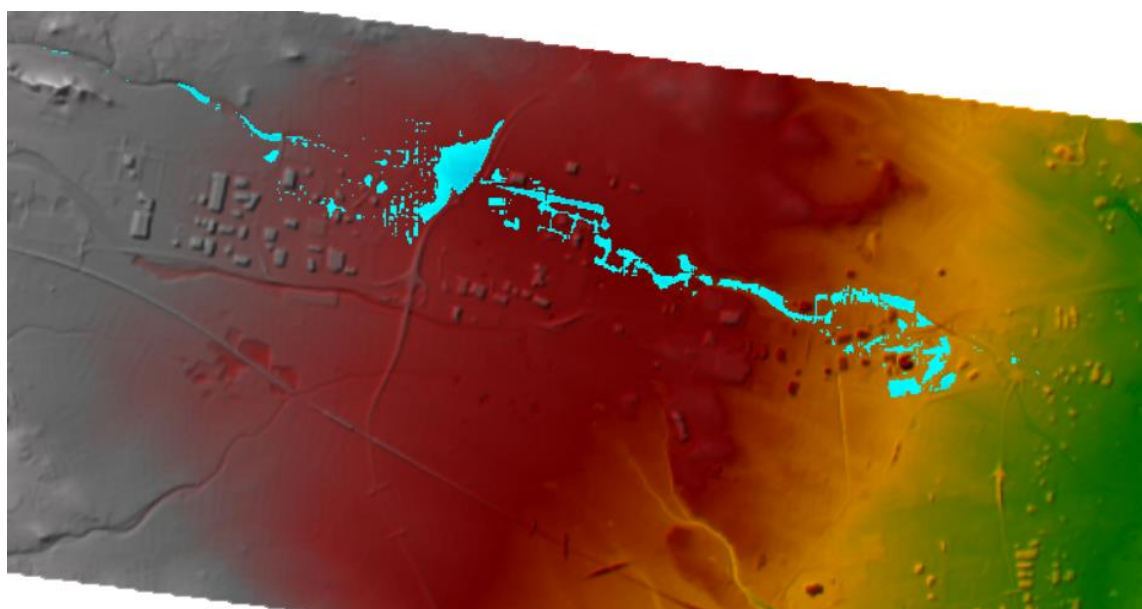


Imagen 36 : Mancha de inundación del T10 sobre MDT1, sin geometría visible. (propia, 2025).

A continuación, se muestran los resultados de velocidad del flujo para el período de retorno T10, con el objetivo de identificar zonas de mayor intensidad hidráulica.

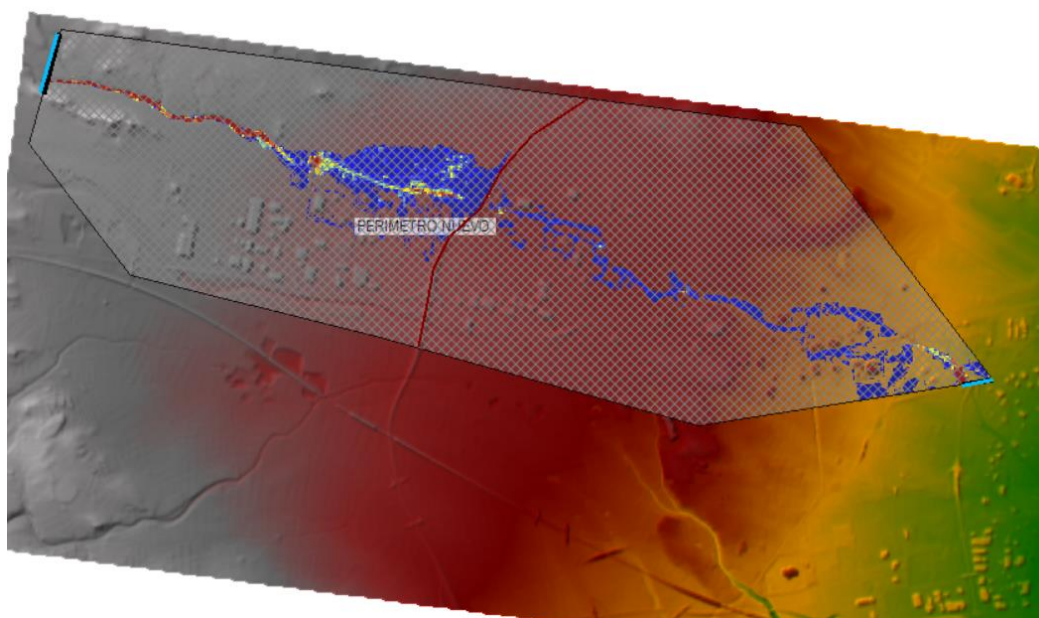


Imagen 37 : Velocidad del flujo para el período de retorno T10 simulado con el MDT1, con visualización del perímetro 2D. (propia, 2025).

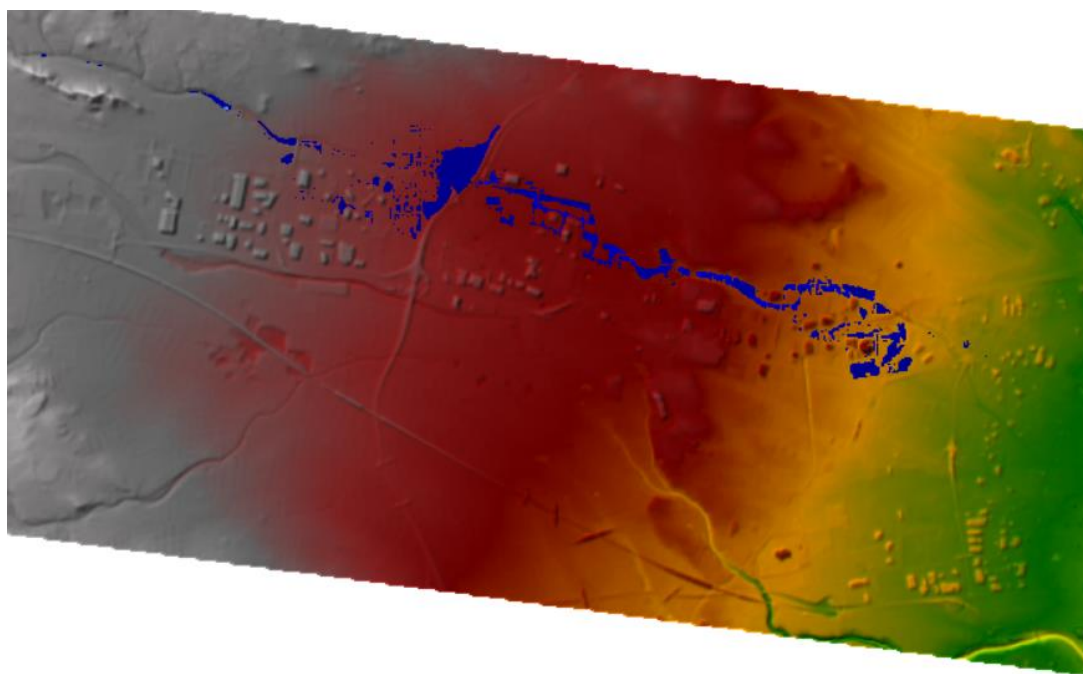


Imagen 38 : Velocidad del flujo para el período de retorno T10 simulada con el MDT1, sin visualización de geometría. (propia, 2025).



A continuació, se presenta el análisis del WSE máximo para el período de retorno T10, con el objetivo de identificar las cotas máximas alcanzadas por la lámina de agua durante la simulación y evaluar su distribución espacial según el modelo digital del terreno empleado (MDT1).

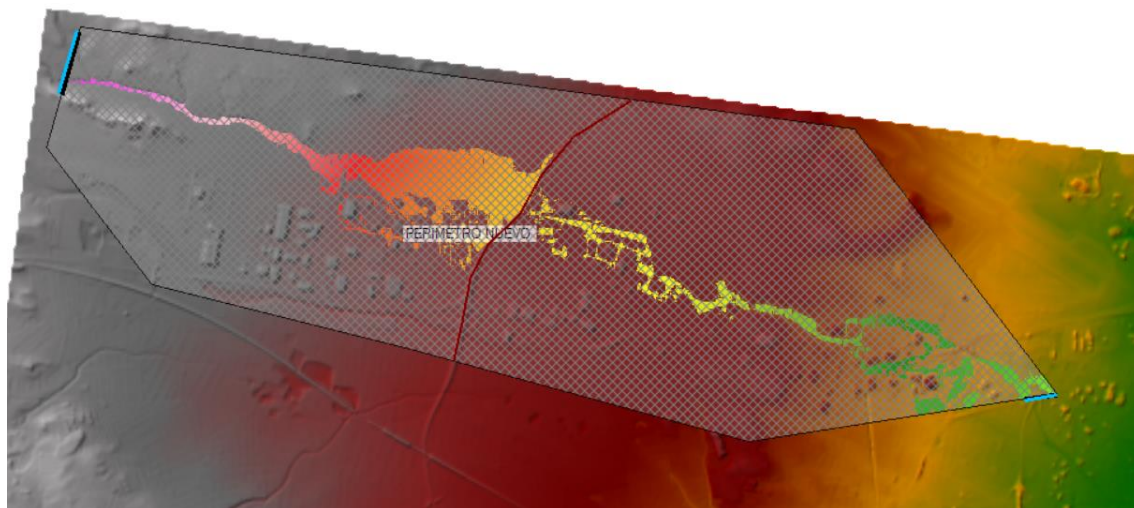


Imagen 39 : Elevación máxima de la lámina de agua (WSE máx.) para el T10 con MDT1 y perímetro 2D visible. (propia, 2025).

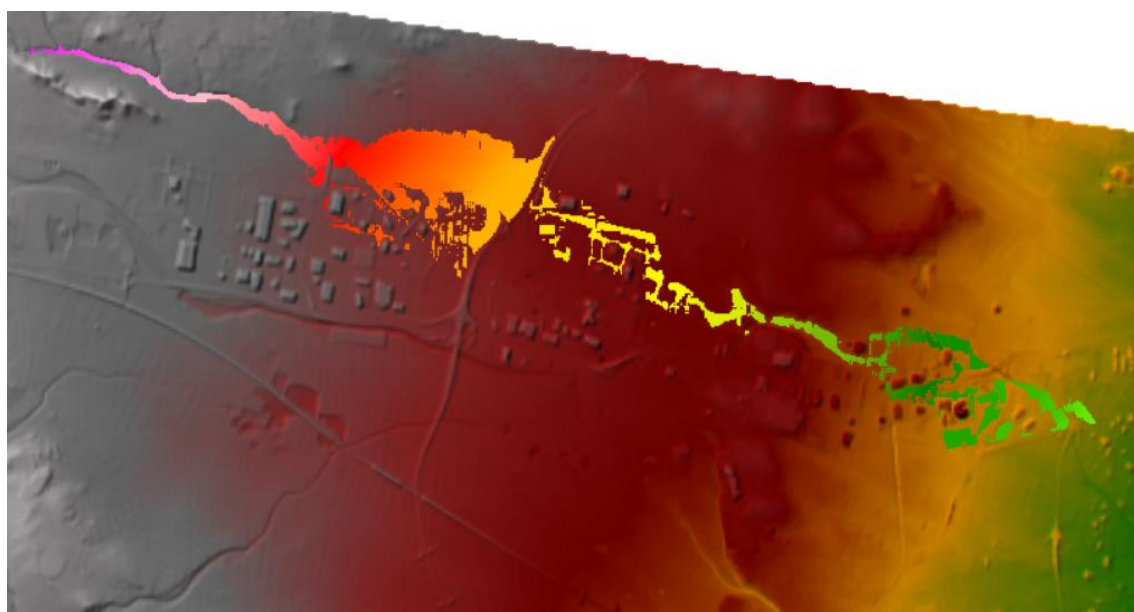


Imagen 40 : Elevación máxima de la lámina de agua (WSE máx.) para el T10 simulada con MDT1, sin visualización de geometría. (propia, 2025).



Tras analizar los resultados del WSE máximo para el período de retorno 10, a continuación, se presentan las simulaciones correspondientes al período de retorno T25 del MDT1.

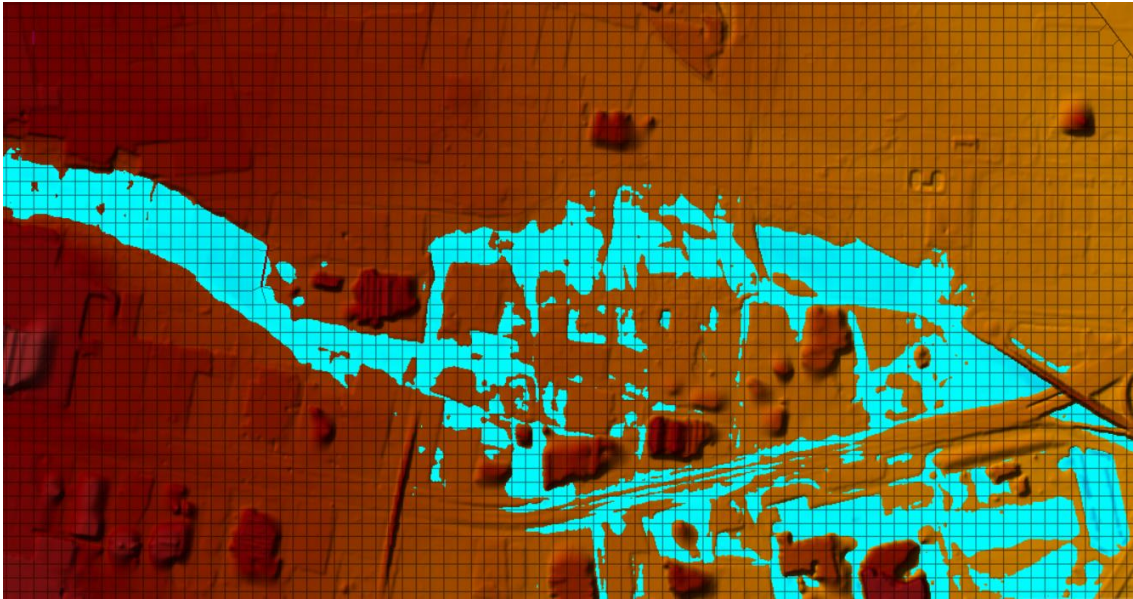


Imagen 41 : Ampliación del T25 sobre MDT1, visualización de profundidad con geometría visible. (propia, 2025).

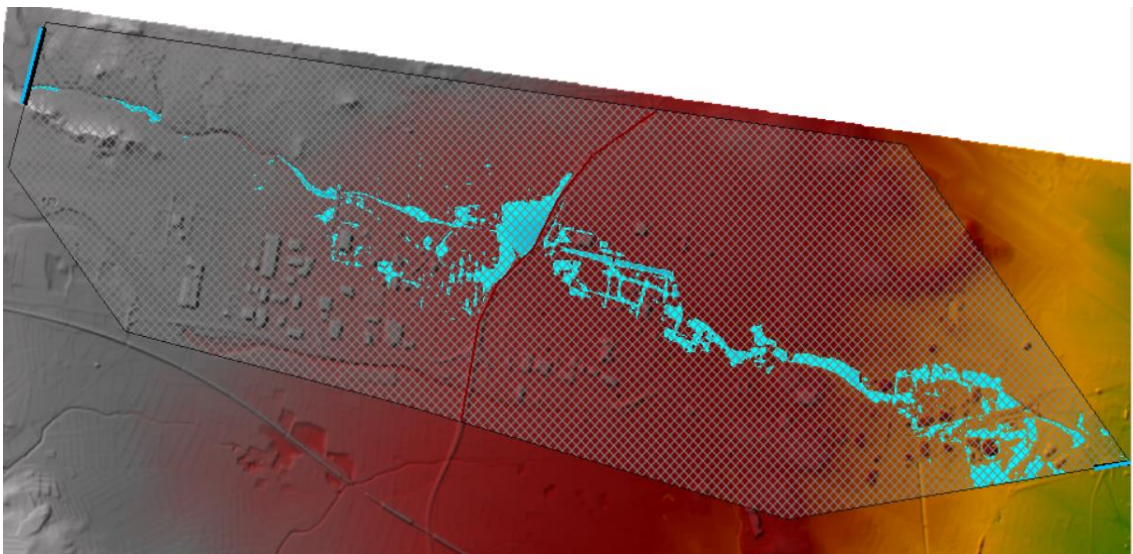


Imagen 42 : Resultado del T25 sobre MDT1 con mancha de inundación y perímetro 2D. (propia, 2025).

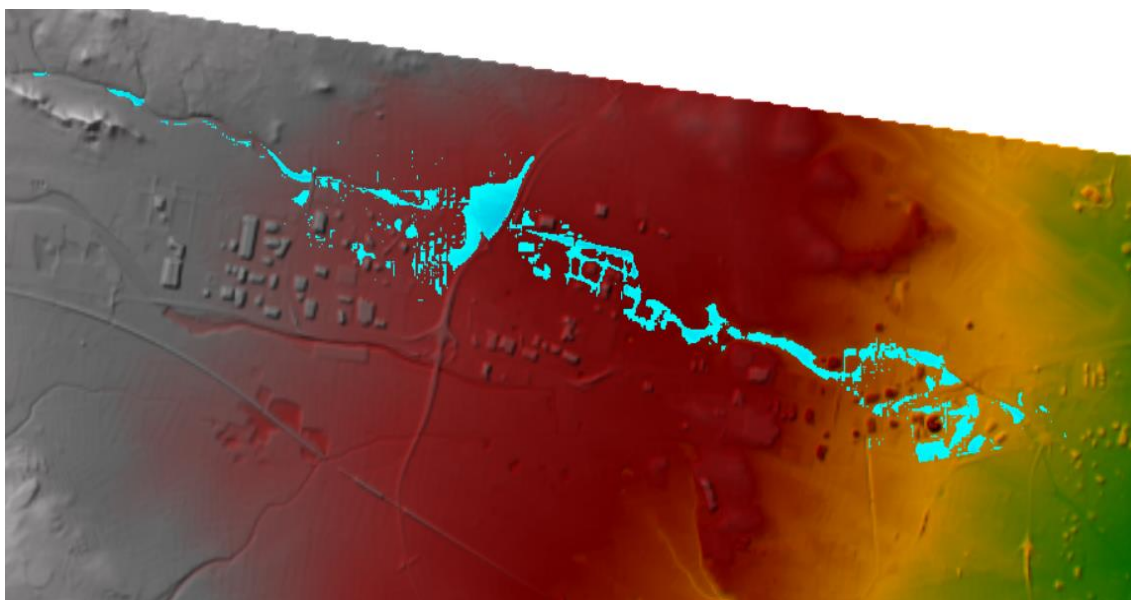


Imagen 43 : Mancha de inundación del T25 sobre MDT1, sin geometría visible. (propia, 2025).

Antes de mostrar los resultados, cabe señalar que la graduación utilizada en las cifras de velocidad llega hasta los 15 m /s. De este modo, se permite identificar con claridad las diferencias entre zonas con distintas intensidades hidráulicas. Sin embargo, casi siempre, las velocidades reales del agua son mucho menores. Esta forma de representar los datos, mediante una escala amplia, facilita la diferenciación de zonas e identificar los puntos con mayor concentración de energía del flujo, especialmente en áreas con elevada pendiente.

A continuación, se presentan los resultados de velocidad del flujo correspondientes al período de retorno T25, comenzando con el modelo generado con MDT1.

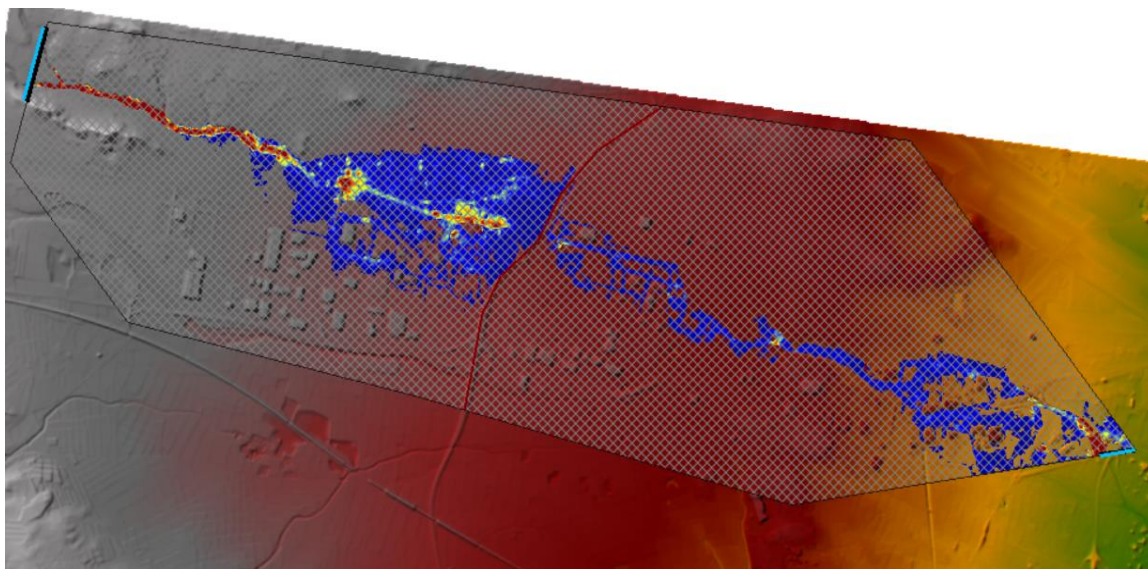


Imagen 44 : Velocidad del flujo para el período de retorno 25 simulado con el MDT1, con visualización del perímetro 2D. (propia, 2025).

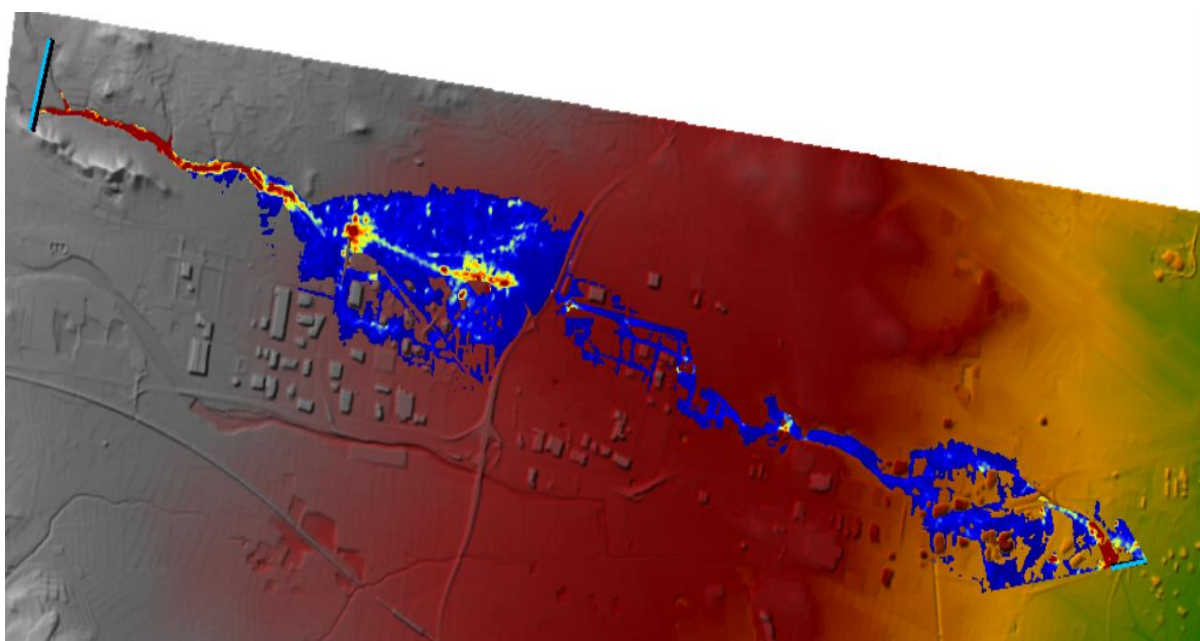


Imagen 45 : Velocidad del flujo para el período de retorno 25 simulada con el MDT1, sin visualización de geometría. (propia, 2025).

A continuació, se aborda el anàlisis de la elevació màxima de la làmina de agua (WSE máx.) para el período de retorno considerado, con el fin de evaluar la distribución espacial de las cotas máximas alcanzadas y analizar cómo influye el modelo digital del terreno (MDT1) en dichos resultados.

Para poder interpretar y analizar correctamente los resultados de la elevación máxima de la lámina de agua (WSE máx.), es esencial prestar atención a la leyenda de colores utilizada en la imagen. Esta representa las distintas cotas alcanzadas por el agua durante la simulación, expresadas en metros. Los valores oscilan aproximadamente entre los 52 m y los 125 m, donde los colores más cálidos indican zonas de mayor elevación y los tonos más fríos corresponden a cotas más bajas. Esta información es clave para comprender cómo varía la acumulación del agua a lo largo del dominio y detectar fácilmente las áreas con mayor afectación hidráulica.

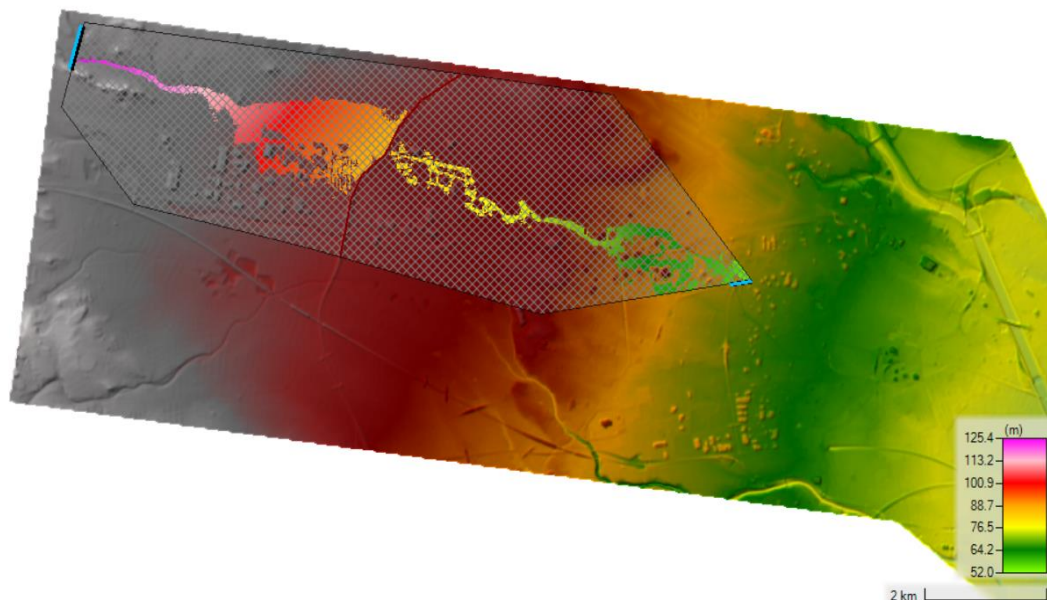


Imagen 46 : Elevación máxima de la lámina de agua (WSE máx.) para el período de retorno 25 simulada con el MDT1, con visualización del perímetro 2D. Se incluye la leyenda de valores en metros. (propia, 2025).

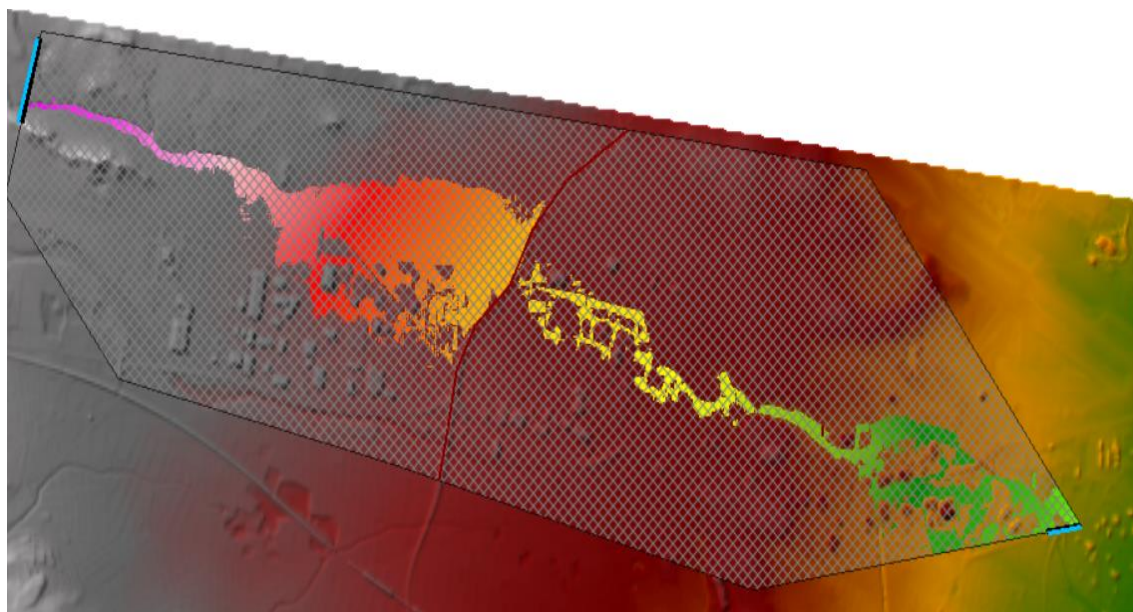


Imagen 47 : Elevación máxima de la lámina de agua (WSE máx.) para el período de retorno 25 simulada con el MDT1, con visualización del perímetro 2D. (propia, 2025).

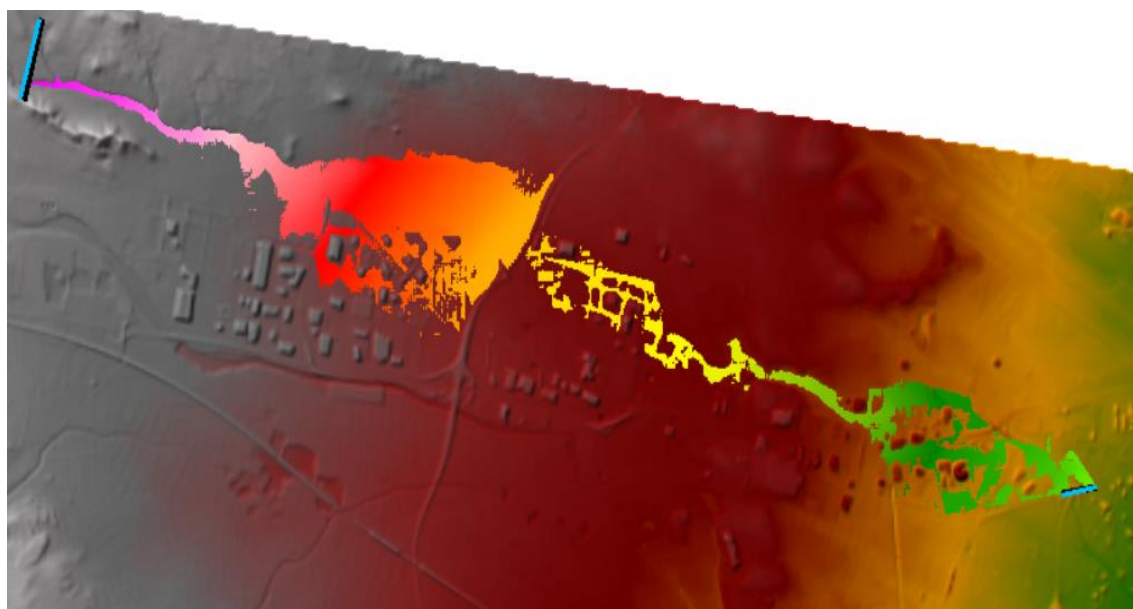


Imagen 48 : Elevación máxima de la lámina de agua (WSE máx.) para el período de retorno 25 simulada con el MDT1, sin visualización del perímetro 2D. (propia, 2025).



Una vez revisados los resultados correspondientes al periodo de retorno de 25 años, se procede a examinar el comportamiento del flujo superficial asociado al periodo de 100 años. En este apartado, se muestran los mapas que reflejan la altura del agua (depth), con el objetivo de identificar aquellas zonas donde se produce una acumulación significativa, lo que podría generar riesgos por inundación. A través de este análisis, se observa como varían la extensión y magnitud de las zonas inundadas en función del caudal aplicado y de la topografía representada por el modelo digital del terreno MDT1, aportando información clave para valorar el riesgo en el área estudiada.

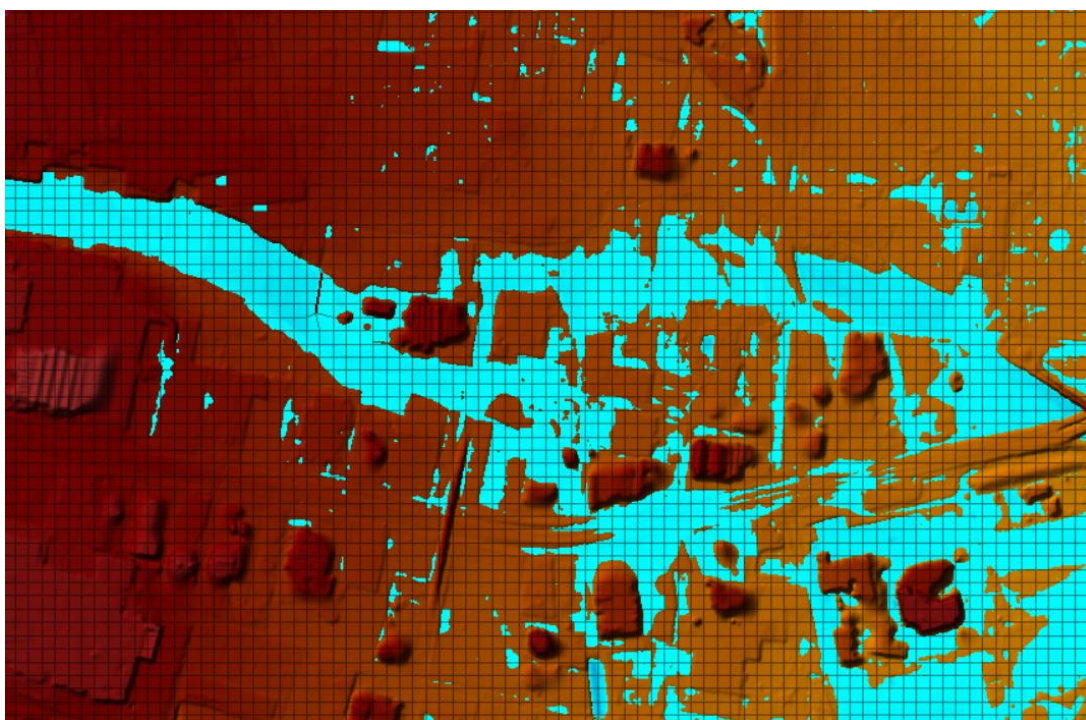


Imagen 49 : Ampliación del T100 sobre MDT1, visualización de profundidad con geometría visible. (propia, 2025).

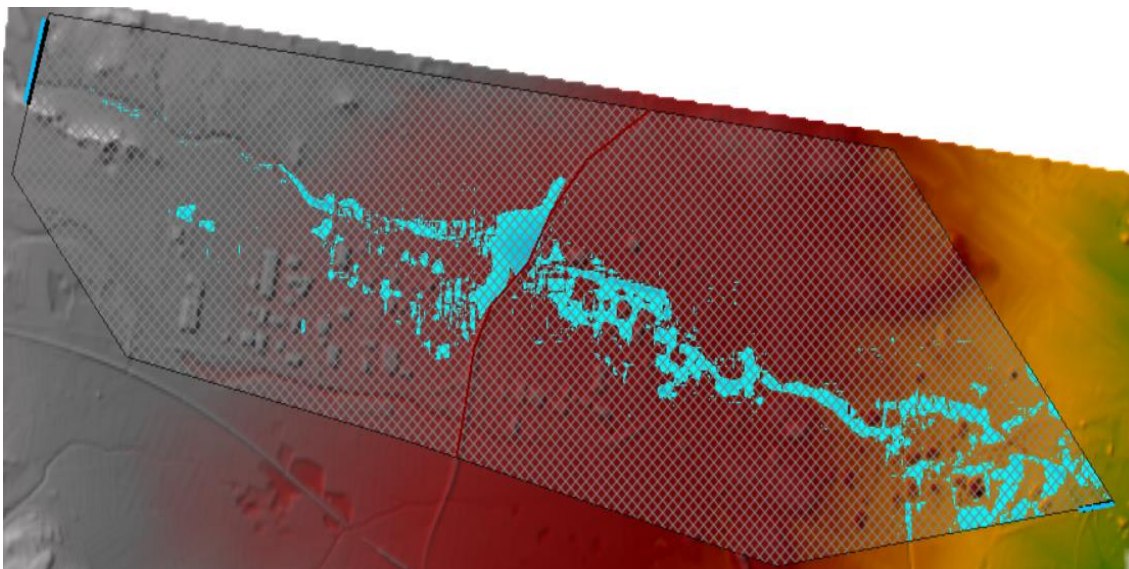


Imagen 50 : Resultado del T100 sobre MDT1 con mancha de inundación y perímetro 2D. (propia, 2025).

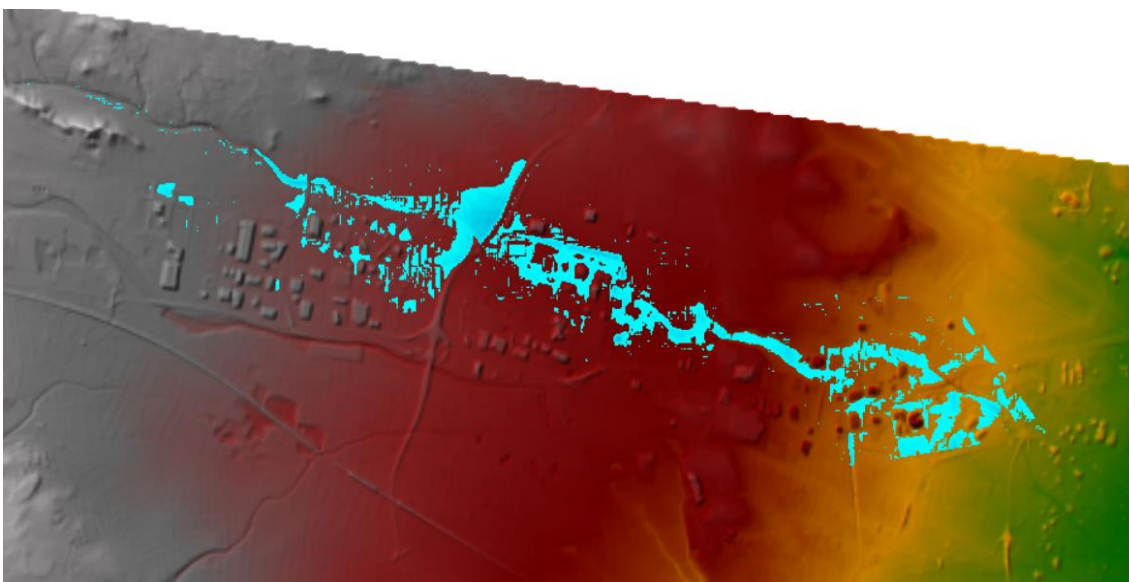


Imagen 51 : Mancha de inundación del T100 sobre MDT1, sin geometría visible. (propia, 2025).

Tras evaluar la magnitud de las zonas afectadas por las crecidas mediante el modelo digital del terreno, se considera fundamental analizar la distribución de la velocidad del agua sobre la superficie.



Este aspecto permite identificar las zonas donde el flujo adquiere mayor intensidad y aporta información relevante sobre el nivel de peligro asociado al evento, especialmente en entornos urbanos o con topografía irregular.

A continuación, se presenta el análisis de la velocidad del flujo correspondiente al periodo de retorno considerado, con base en los resultados obtenidos a partir del modelo MDT1.

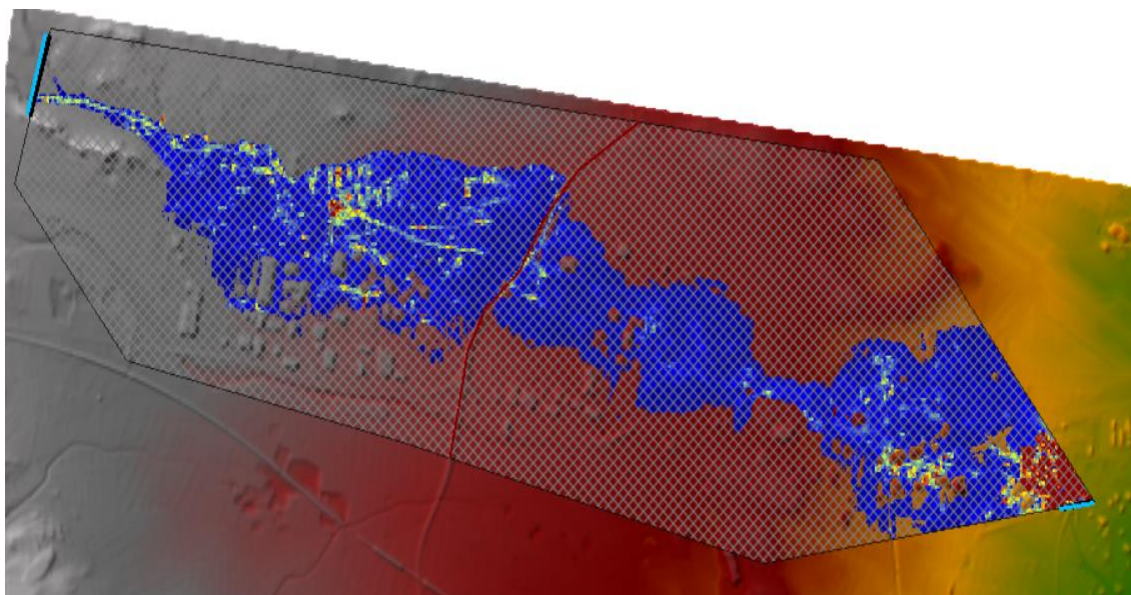


Imagen 52 : Velocidad del flujo superficial para el período de retorno 100 simulada con el MDT1, con visualización del perímetro 2D. (propia, 2025).

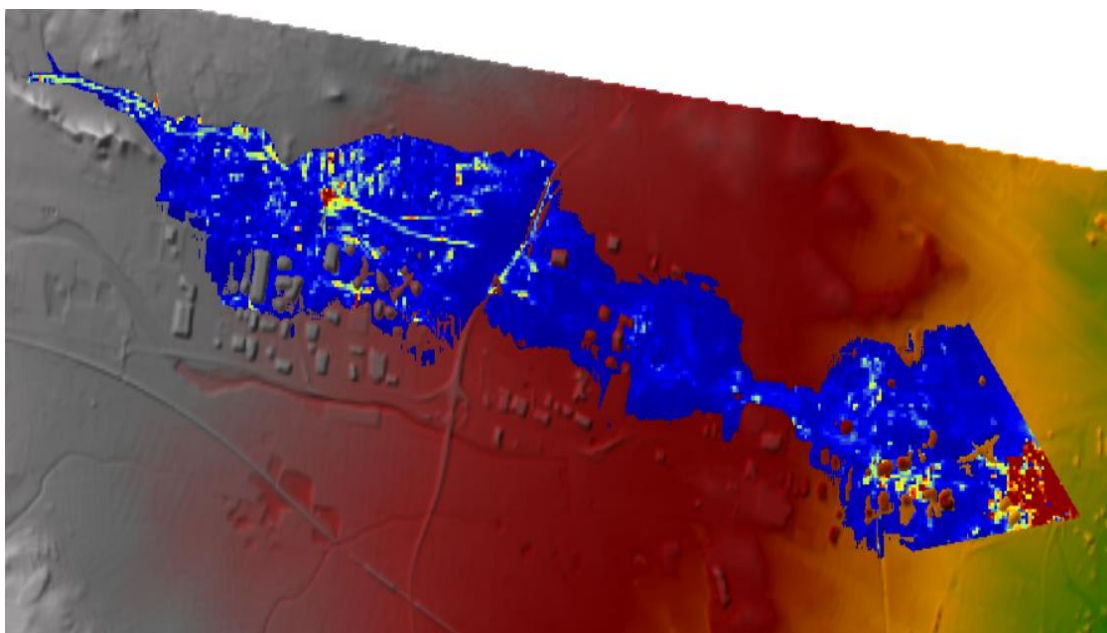


Imagen 53 : Velocidad del flujo superficial para el período de retorno 100 simulada con el MDT1, sin visualización del perímetro 2D. (propia, 2025).

Para analizar con mayor profundidad el comportamiento de las inundaciones, a continuación, se analizan los resultados del WSE máximo (elevación máxima de la lámina de agua) correspondientes al período de retorno de 100 años. Este análisis se lleva a cabo utilizando el modelo digital del terreno (MDT1), lo que permite observar cómo se representa la distribución y magnitud de la lámina de agua bajo condiciones de mayor exigencia hidráulica.

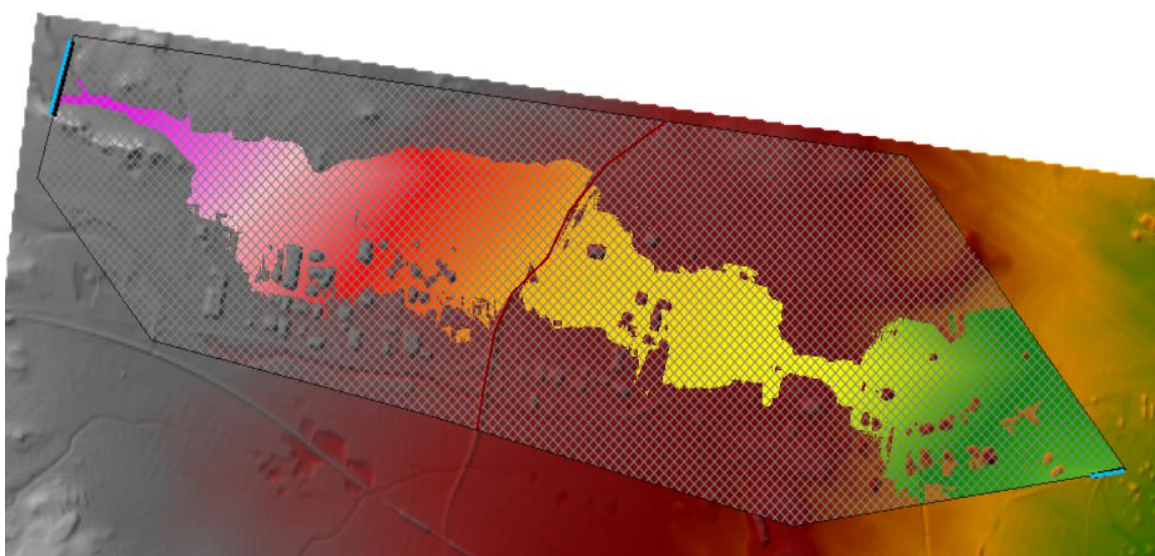


Imagen 54 : Elevación máxima de la lámina de agua (WSE máx.) para el período de retorno de 100 años, simulada con el MDT1 y visualización del perímetro 2D. (propia, 2025).

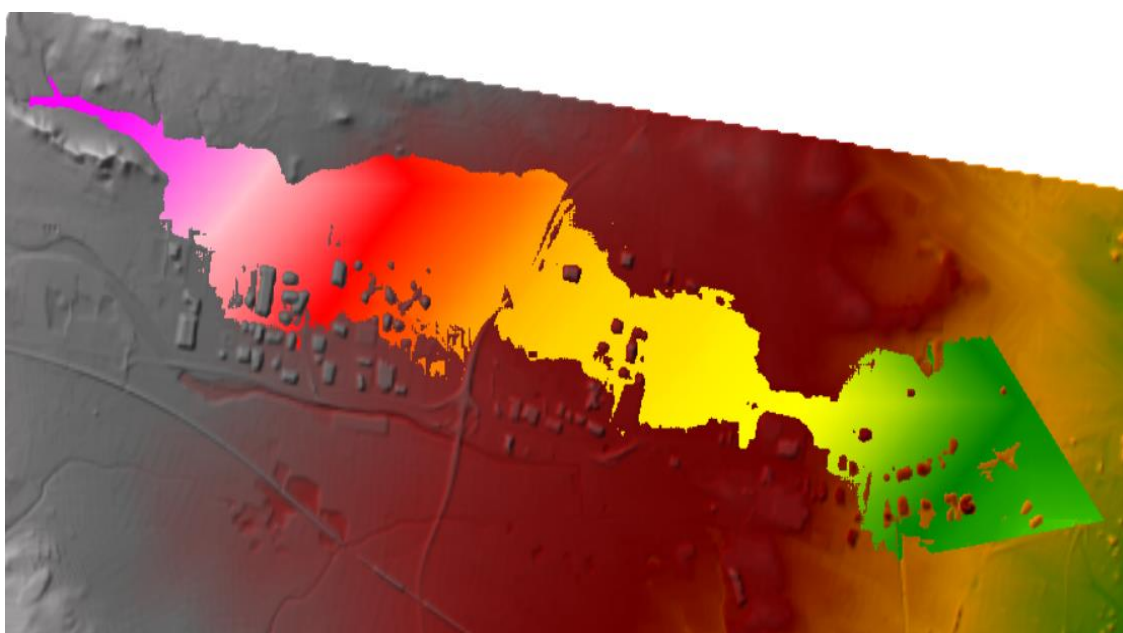


Imagen 55 : Elevación máxima de la lámina de agua (WSE máx.) para el período de retorno 100 años simulada con el MDT1, sin visualización del perímetro 2D. (propia, 2025).



Finalmente, con el objetivo de analizar escenarios de mayor severidad, se exponen a continuación los resultados obtenidos para un período de retorno de 500 años.

Este caso representa una situación de recurrencia poco frecuente, pero de gran impacto potencial, por lo que su análisis resulta clave para identificar zonas críticas y evaluar el grado máximo de afectación que podría alcanzarse ante un evento extremo.

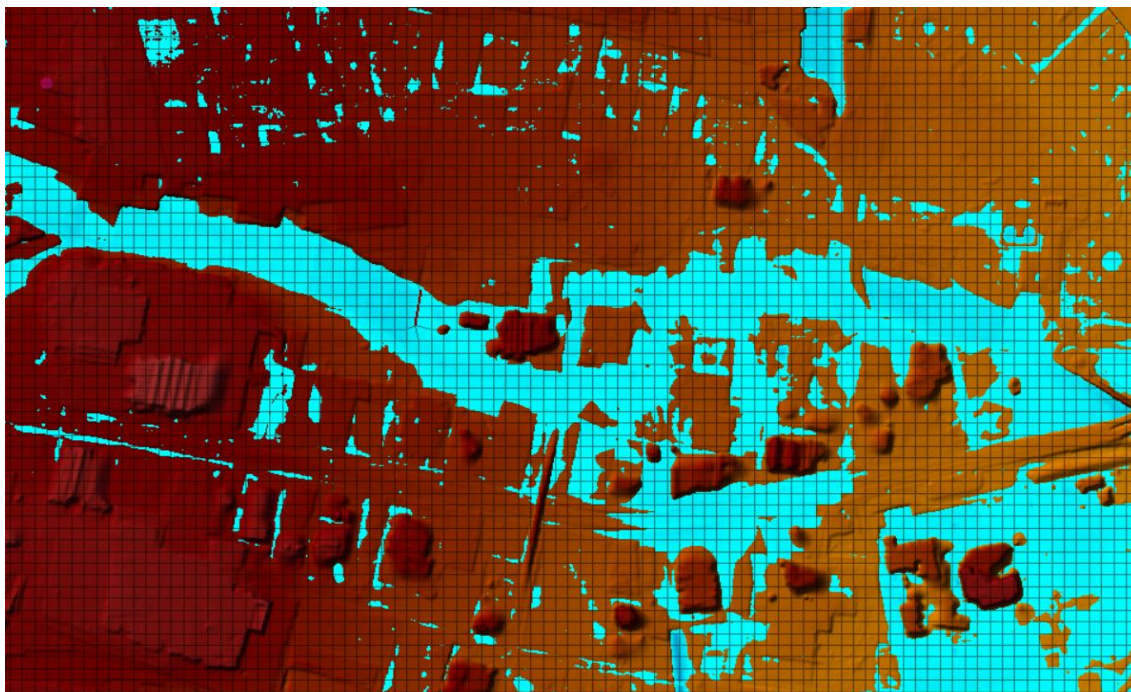


Imagen 56 : Ampliación del T500 sobre MDT1, visualización de profundidad con geometría visible. (propia, 2025).

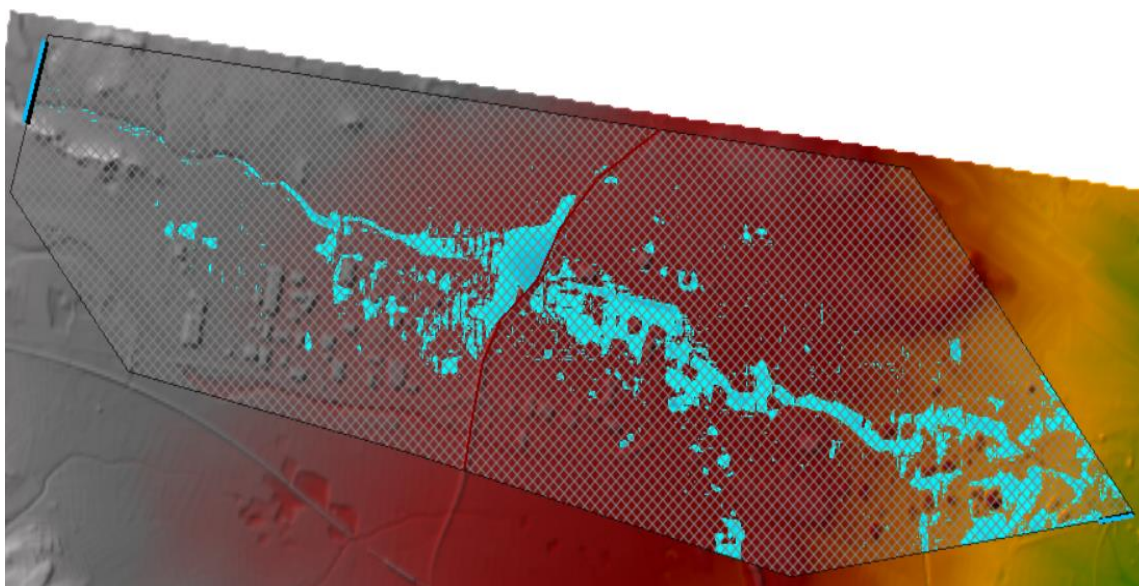


Imagen 57 : Resultado del T500 sobre MDT1 con mancha de inundación y perímetro 2D. (propia, 2025).

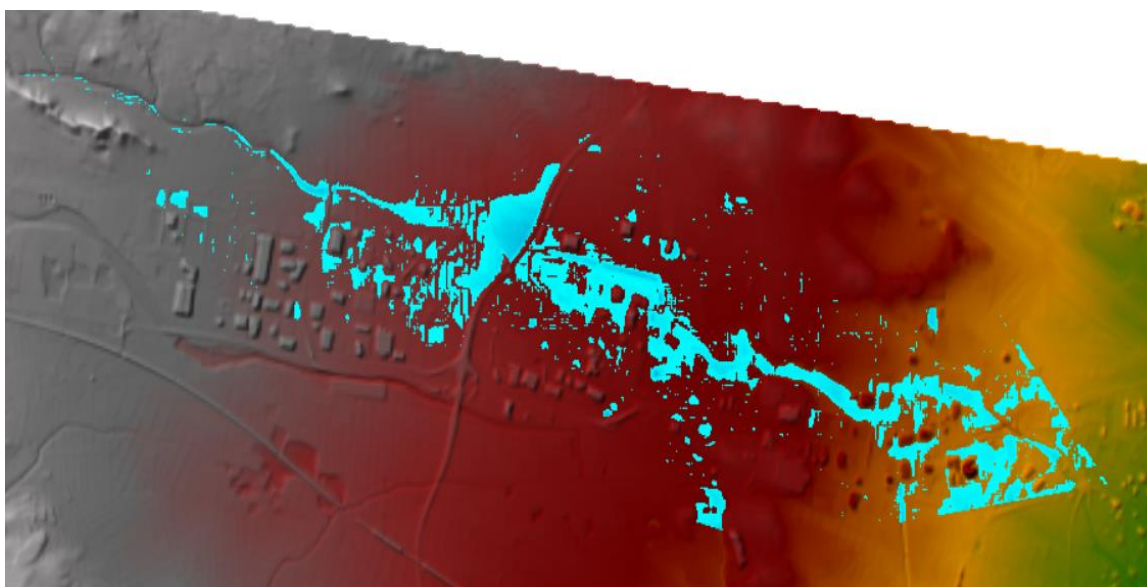
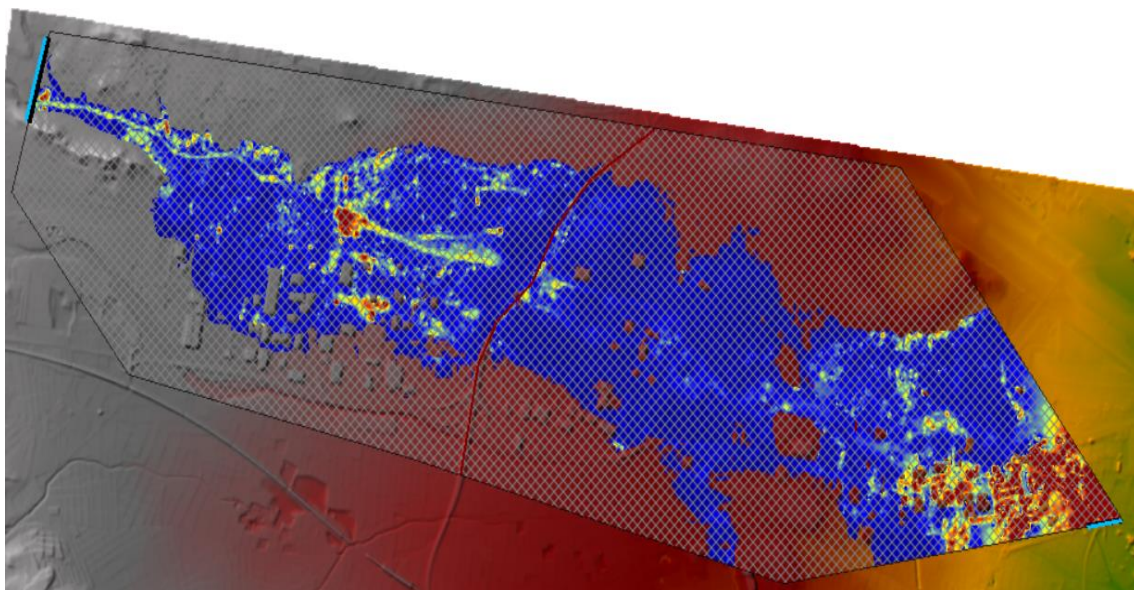


Imagen 58 : Mancha de inundación del T500 sobre MDT1, sin geometría visible. (propia, 2025).

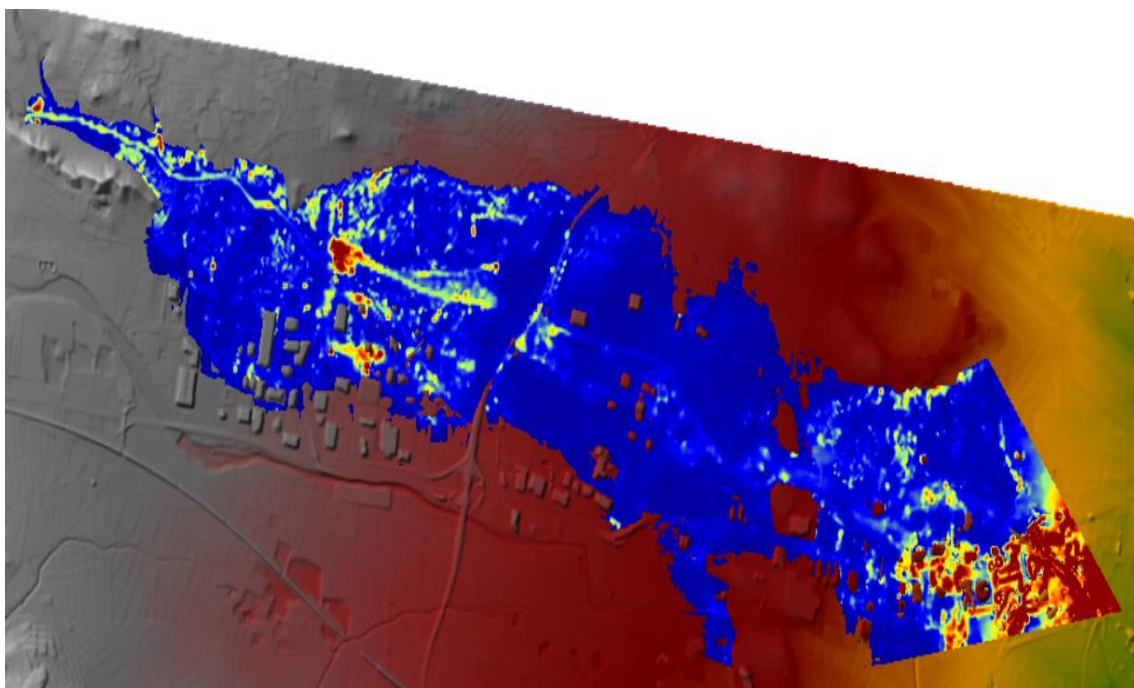
Una vez analizada la distribución de la lámina de agua, se procede a examinar la velocidad del flujo, dado que se trata de un parámetro clave para evaluar la peligrosidad de una inundación. La velocidad influye directamente en el impacto que puede generar el agua en las estructuras, especialmente en entornos urbanos o zonas con pendientes marcadas.



A continuació, se adjuntan els resultats corresponents a la velocitat del flux, amb l'objectiu de identificar les àrees on l'aigua presenta major energia i, per tant, major potencial de dany.



Imatge 59 : Velocitat del flux superficial per al període de retorn 500 simulada amb el MDT1, amb visualització del perímetre 2D. (propia, 2025).



Imatge 60 : Velocitat del flux superficial per al període de retorn 500 simulada amb el MDT1, sense visualització del perímetre 2D. (propia, 2025).



A continuació, tras haber analizado la distribución y magnitud de las velocidades del flujo superficial, se procede a evaluar la elevación máxima de la lámina de agua (WSE máx.) correspondiente al mismo período de retorno. Este parámetro resulta esencial para caracterizar el alcance vertical de la inundación y complementar la interpretación espacial previamente abordada, aportando una visión más completa y amplia del comportamiento hidráulico bajo una serie de condiciones extremas.



Imagen 61 : Elevación máxima de la lámina de agua (WSE máx.) para el período de retorno de 500 años, simulada con el MDT1 y visualización del perímetro 2D. (propia, 2025).

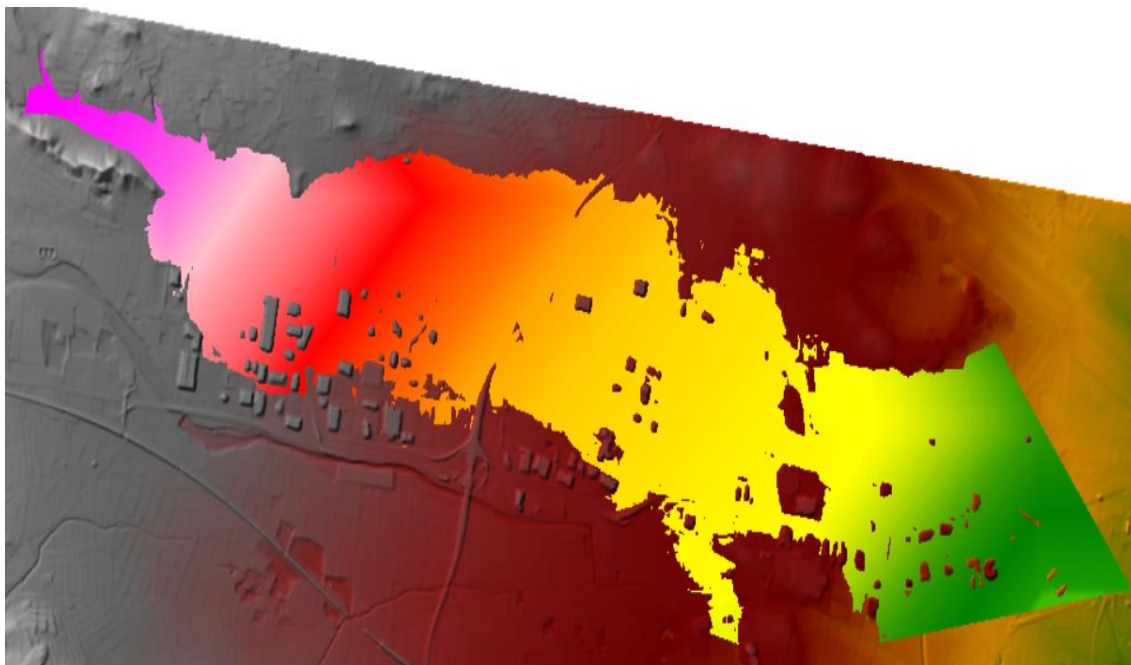


Imagen 62 : Elevación máxima de la lámina de agua (WSE máx.) para el período de retorno 500 años simulada con el MDT1, sin visualización del perímetro 2D. (propia, 2025).

Resultados del modelo digital del terreno 2

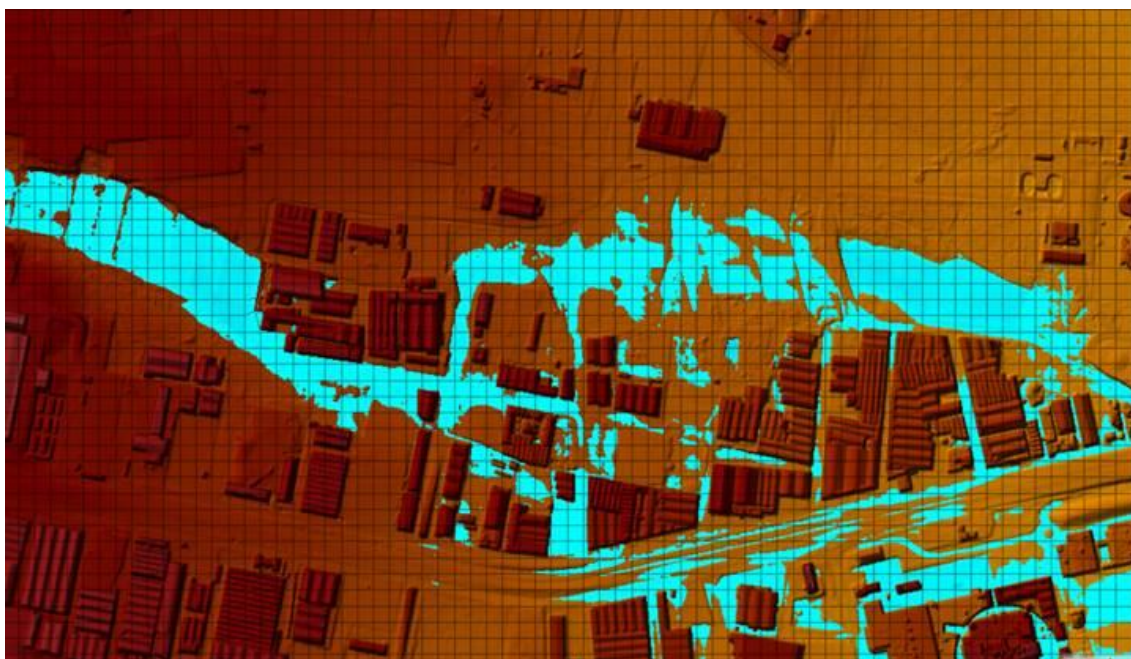


Imagen 63 : Ampliación del T10 sobre MDT2, visualización de profundidad con geometría visible. (propia, 2025).

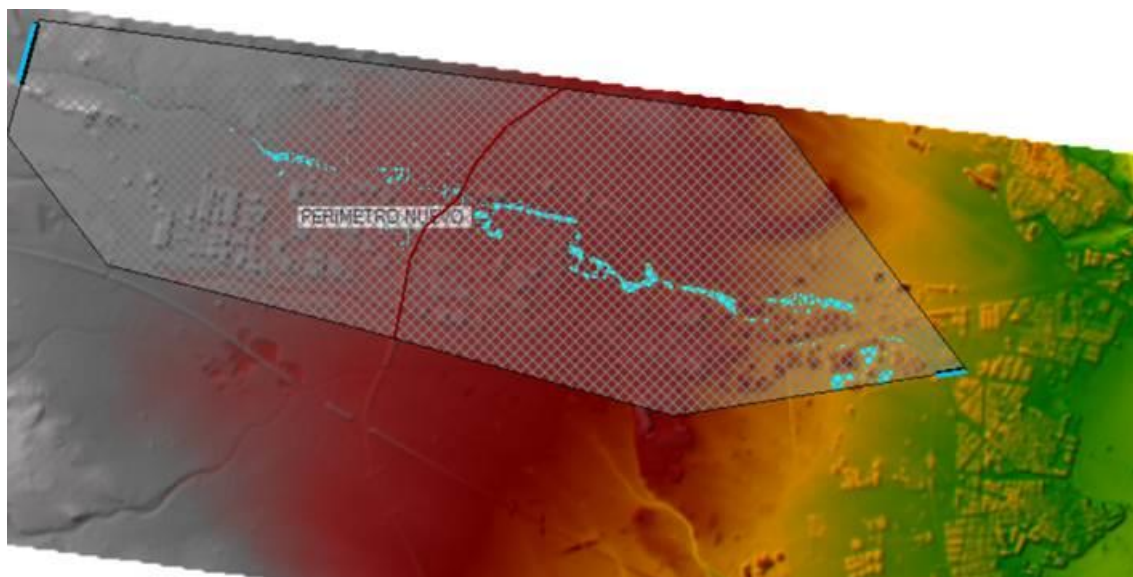


Imagen 64 : Resultado del T10 sobre MDT2 con mancha de inundación y perímetro 2D. (propia, 2025).

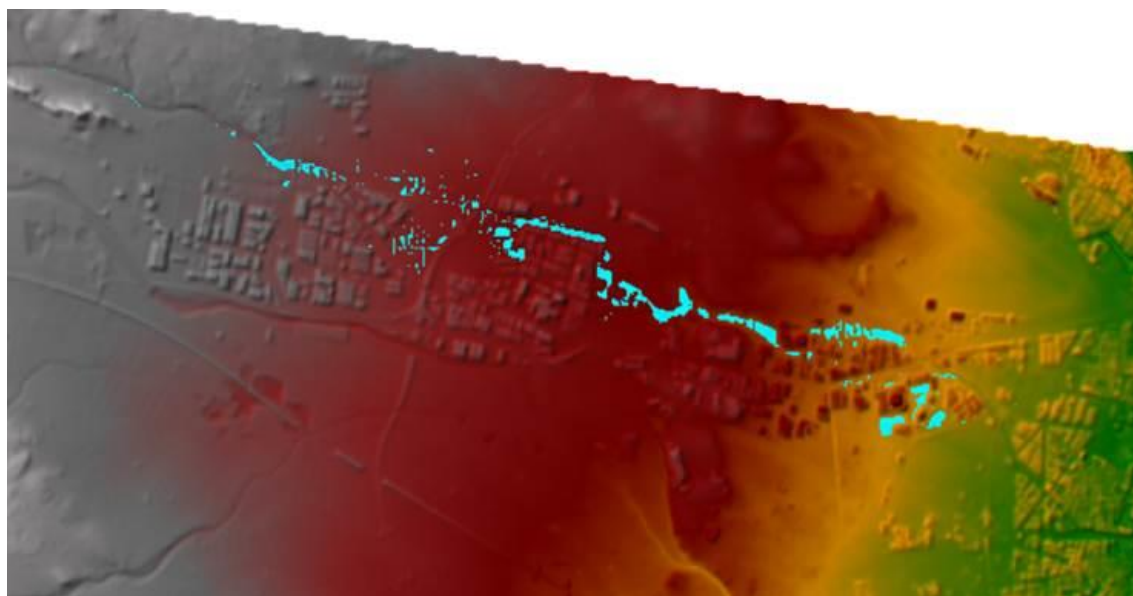


Imagen 65 : Mancha de inundación del T10 sobre MDT2, sin geometría visible. (propia, 2025).

A continuación, se presentan los resultados de velocidad del flujo correspondientes al periodo de retorno T10, con el fin de identificar las zonas de mayor intensidad hidráulica. Previamente, conviene señalar que la escala empleada en los gráficos alcanza valores de hasta 15 m/s, lo cual permite diferenciar con claridad las variaciones entre zonas con distinta dinámica del flujo.

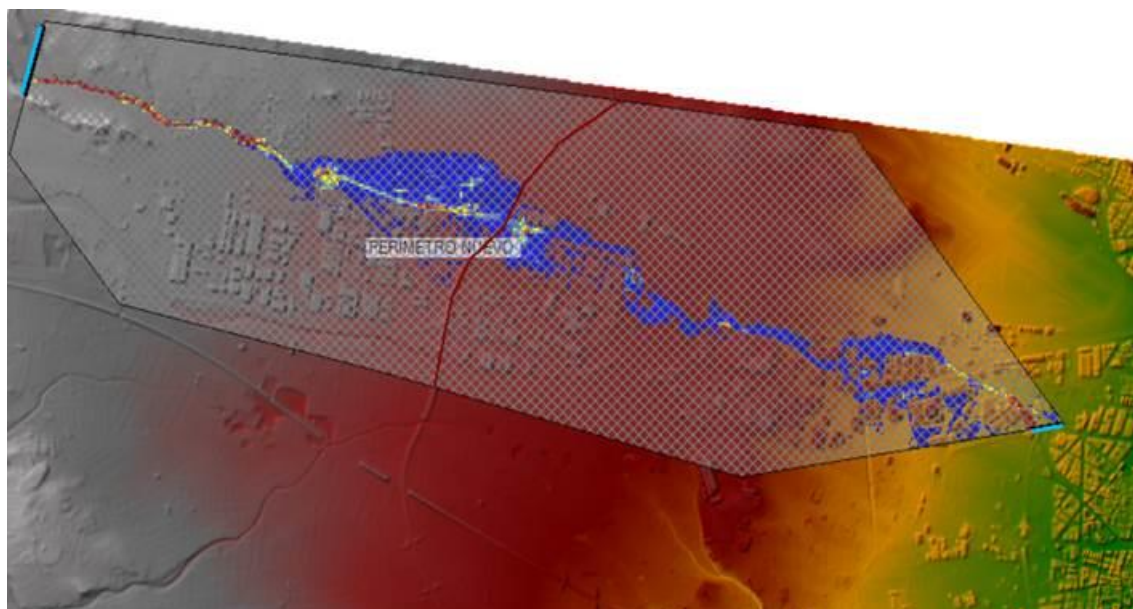


Imagen 66 : Velocidad del flujo para el período de retorno T10 simulado con el MDT2, con visualización del perímetro 2D. (propia, 2025).

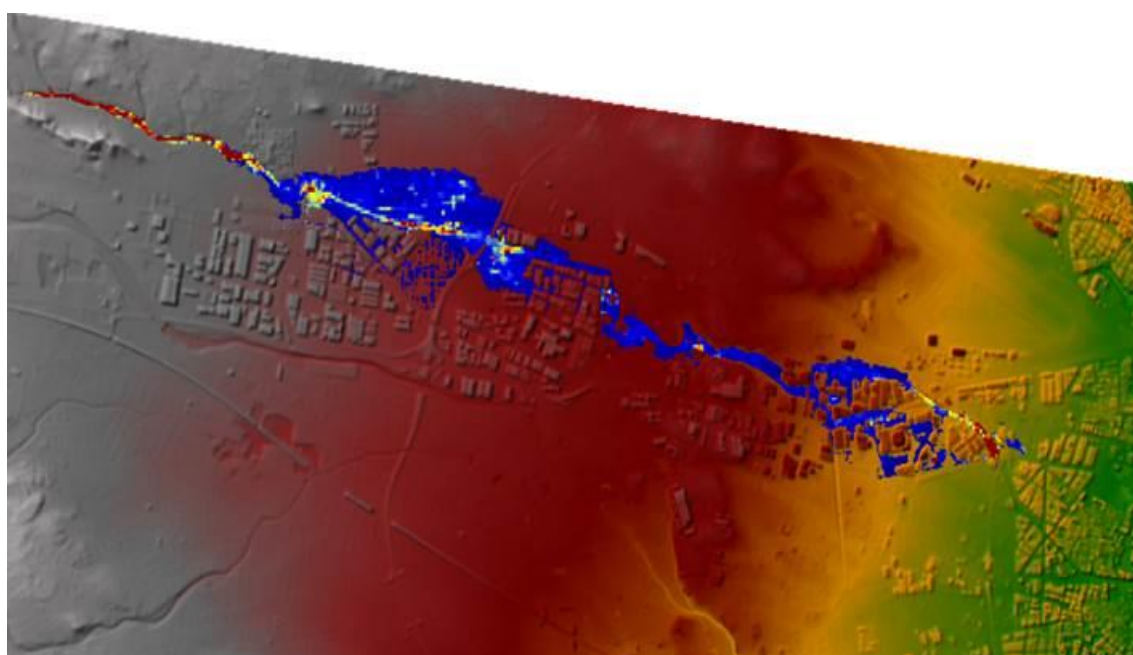


Imagen 67 : Velocidad del flujo para el período de retorno T10 simulada con el MDT2, sin visualización de geometría. (propia, 2025).



A continuación, se presentan los resultados obtenidos para la elevación de la superficie del agua (Water Surface Elevation, WSE). Estos resultados permiten identificar los niveles alcanzados por el agua en diferentes sectores, facilitando el análisis del comportamiento hidráulico del sistema ante determinados escenarios.

Para su interpretación se emplea una leyenda de colores que representa los rangos de elevación expresados en metros. Las zonas más bajas se muestran en tonos verdes, mientras que las más elevadas se representan con colores cálidos, que van desde el naranja hasta el fucsia. Asimismo, este gradiente cromático permite una visualización intuitiva de las variaciones altimétricas, siendo una herramienta fundamental para la identificación de las áreas más inundables y la evaluación del riesgo asociado.

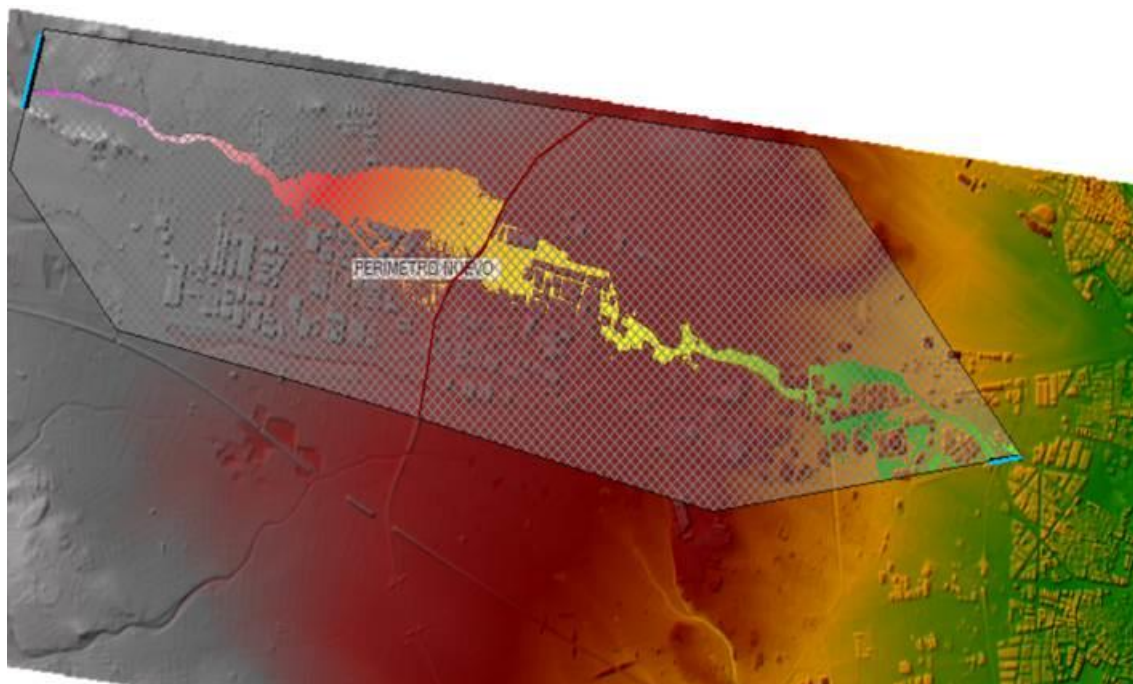


Imagen 68 : Elevación máxima de la lámina de agua (WSE máx.) para el T10 con MDT2 y perímetro 2D visible. (propia, 2025).

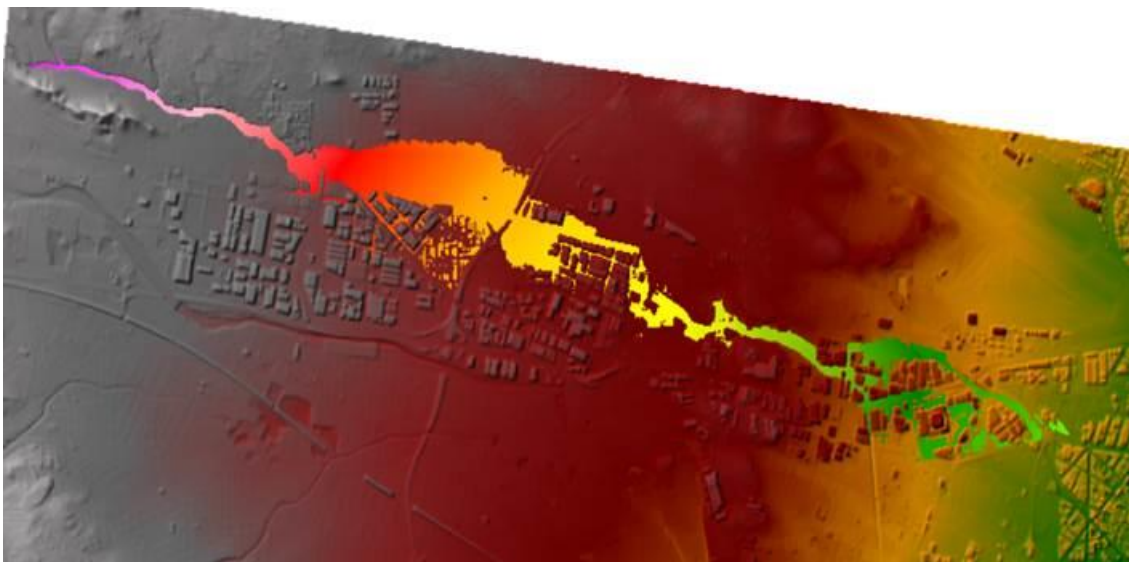


Imagen 69 : Elevación máxima de la lámina de agua (WSE máx.) para el T10 simulada con MDT2, sin visualización de geometría. (propia, 2025).

Seguidamente, se presentan las simulaciones correspondientes al período de retorno T25.

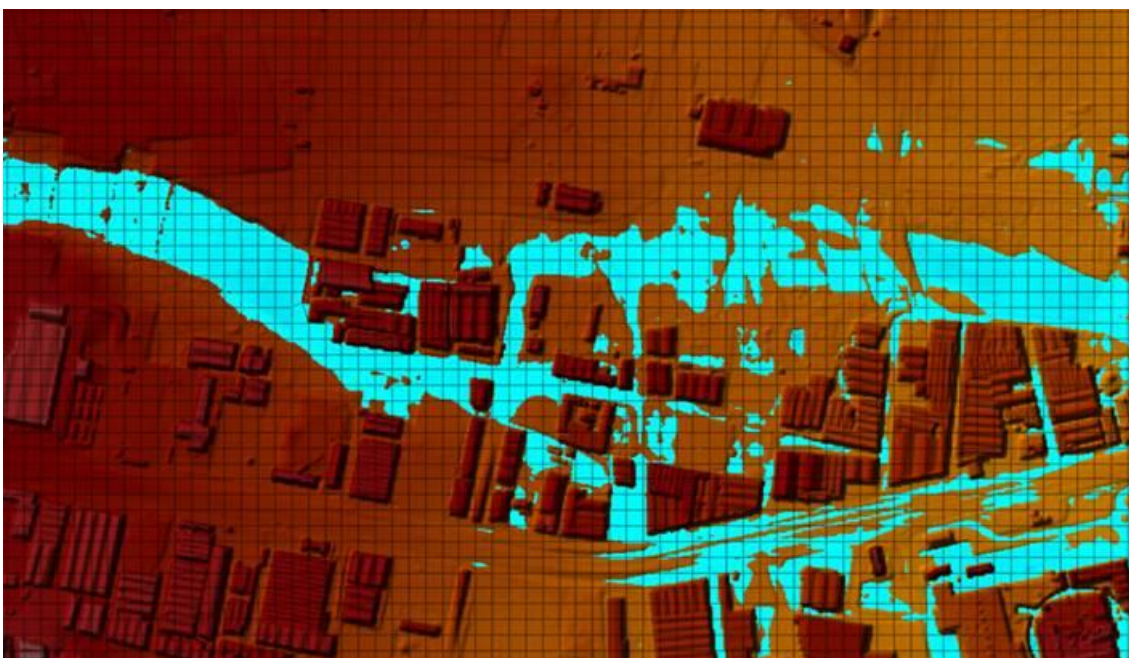


Imagen 70 : Ampliación del T25 sobre MDT2, visualización de profundidad con geometría visible. (propia, 2025).

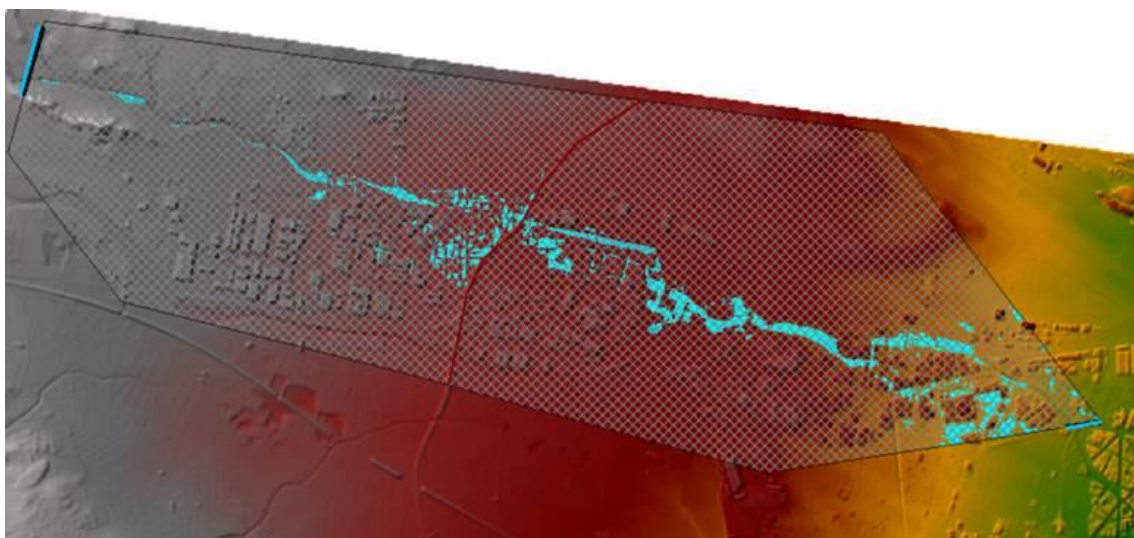


Imagen 71 : Resultado del T25 sobre MDT2 con mancha de inundación y perímetro 2D. (propia, 2025).

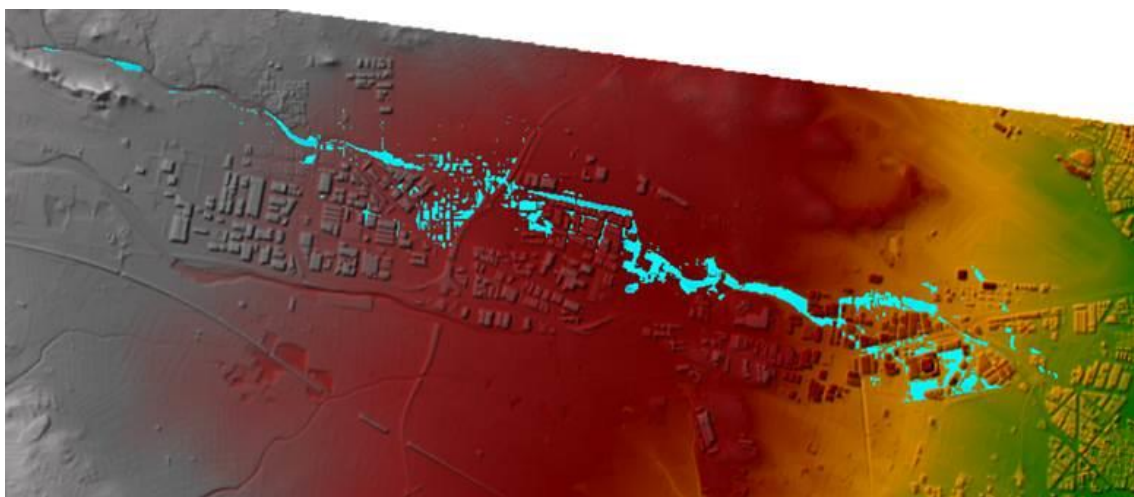


Imagen 72 : Mancha de inundación del T25 sobre MDT2, sin geometría visible. (propia, 2025).

Se presentan a continuación los resultados de velocidad del flujo correspondientes al período de retorno T25.

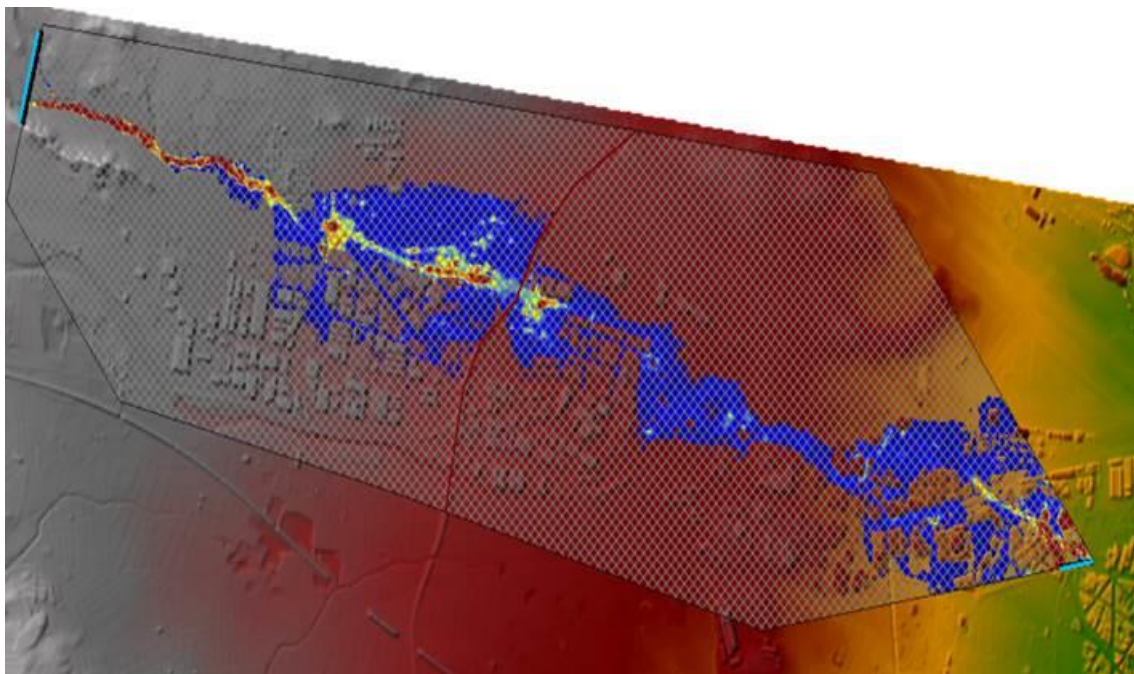


Imagen 73 : Velocidad del flujo para el período de retorno 25 simulado con el MDT2, con visualización del perímetro 2D. (propia, 2025).

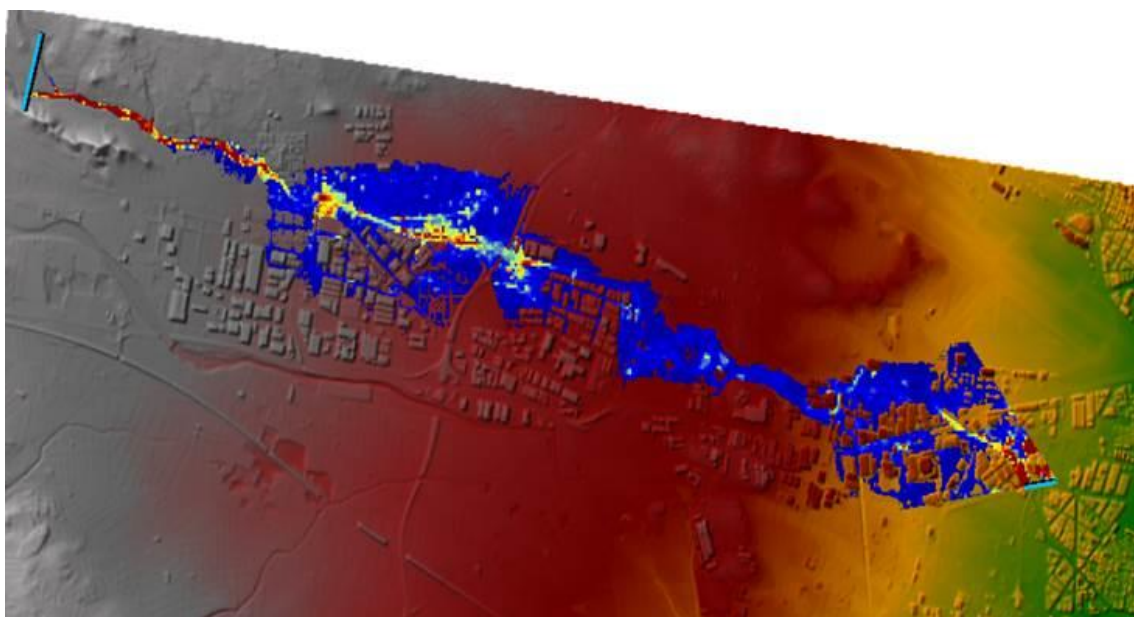


Imagen 74 : Velocidad del flujo para el período de retorno 25 simulada con el MDT2, sin visualización de geometría. (propia, 2025).



Posteriormente, se aborda el análisis de la elevación máxima de la lámina de agua (WSE máx.) para el período de retorno considerado.



Imagen 75 : Elevación máxima de la lámina de agua (WSE máx.) para el período de retorno 25 simulada con el MDT2, con visualización del perímetro 2D. (propia, 2025).

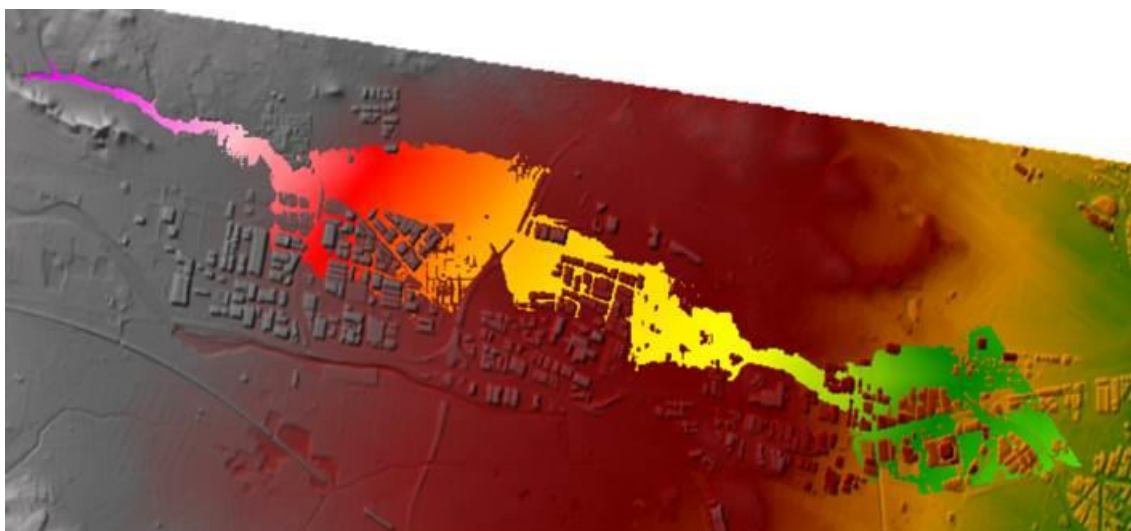


Imagen 76 : Elevación máxima de la lámina de agua (WSE máx.) para el período de retorno 25 simulada con el MDT2, sin visualización del perímetro 2D. (propia, 2025).

Tras la exposición de los resultados del período de retorno de 25 años, se presentan a continuación los correspondientes al período de retorno de 100 años.

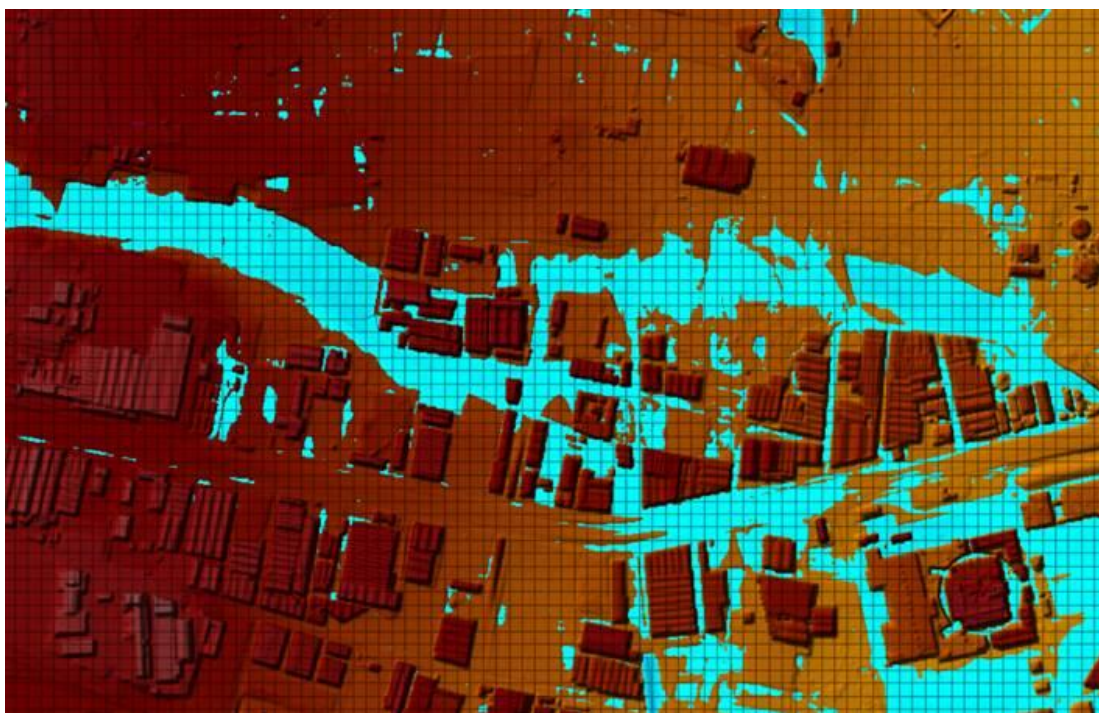


Imagen 77 : Ampliación del T100 sobre MDT2, visualización de profundidad con geometría visible. (propia, 2025).

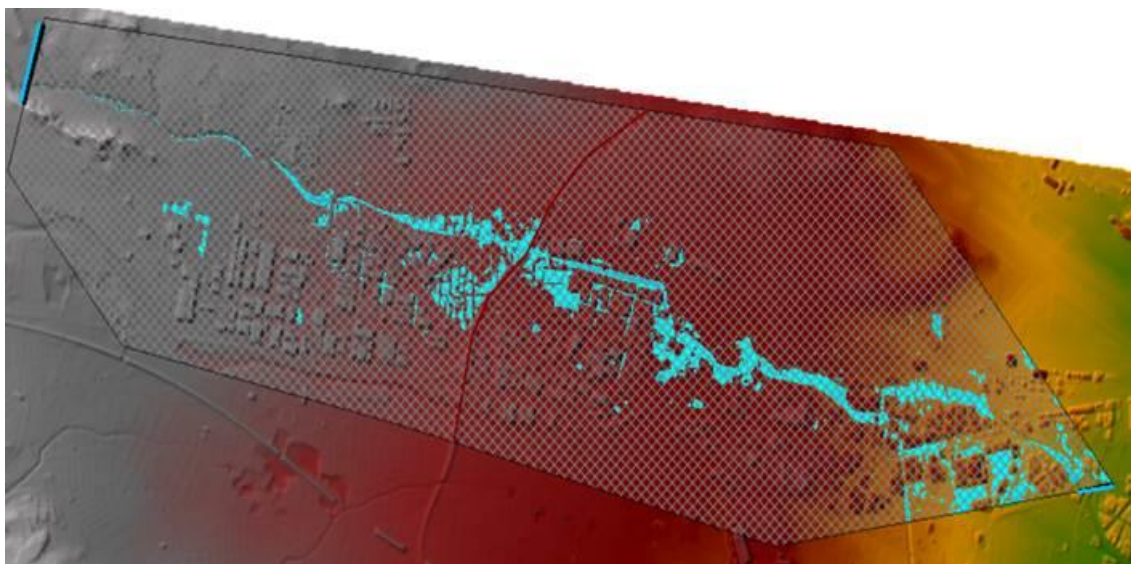


Imagen 78 : Resultado del T100 sobre MDT2 con mancha de inundación y perímetro 2D. (propia, 2025).

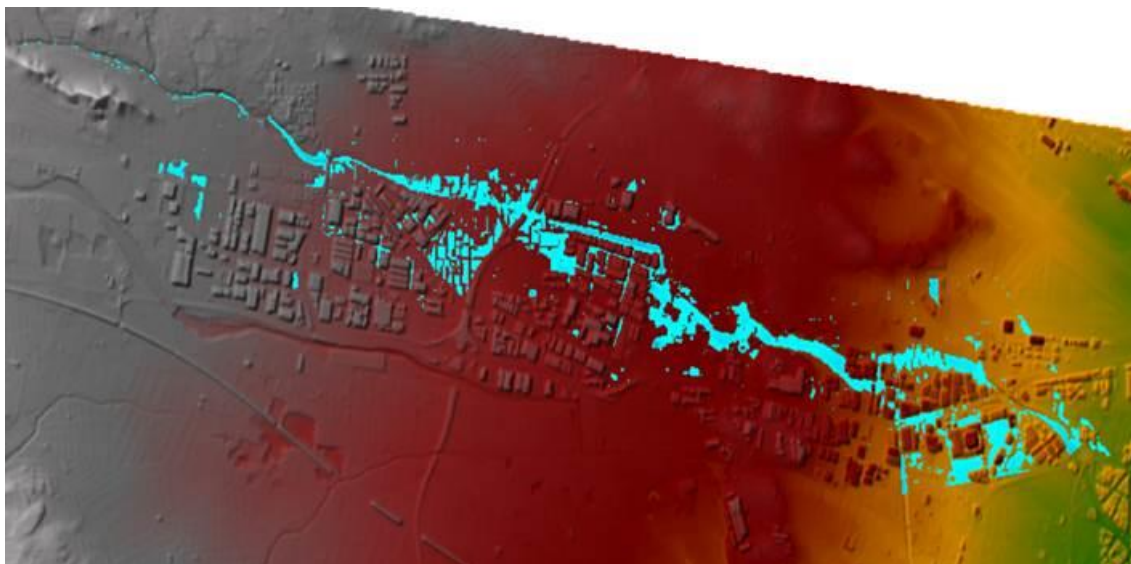


Imagen 79 : Mancha de inundación del T100 sobre MDT2, sin geometría visible. (propia, 2025).

Seguidamente, se muestra el análisis de la rapidez del flujo para el período de retorno indicado.

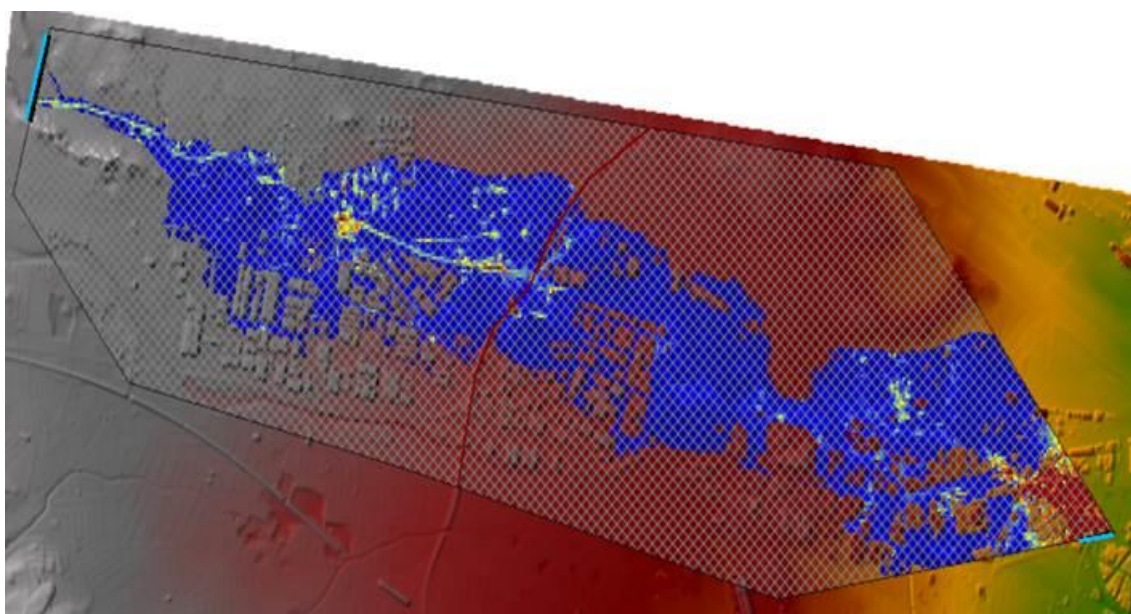


Imagen 80 : Velocidad del flujo superficial para el período de retorno 100 simulada con el MDT2, con visualización del perímetro 2D. (propia, 2025).

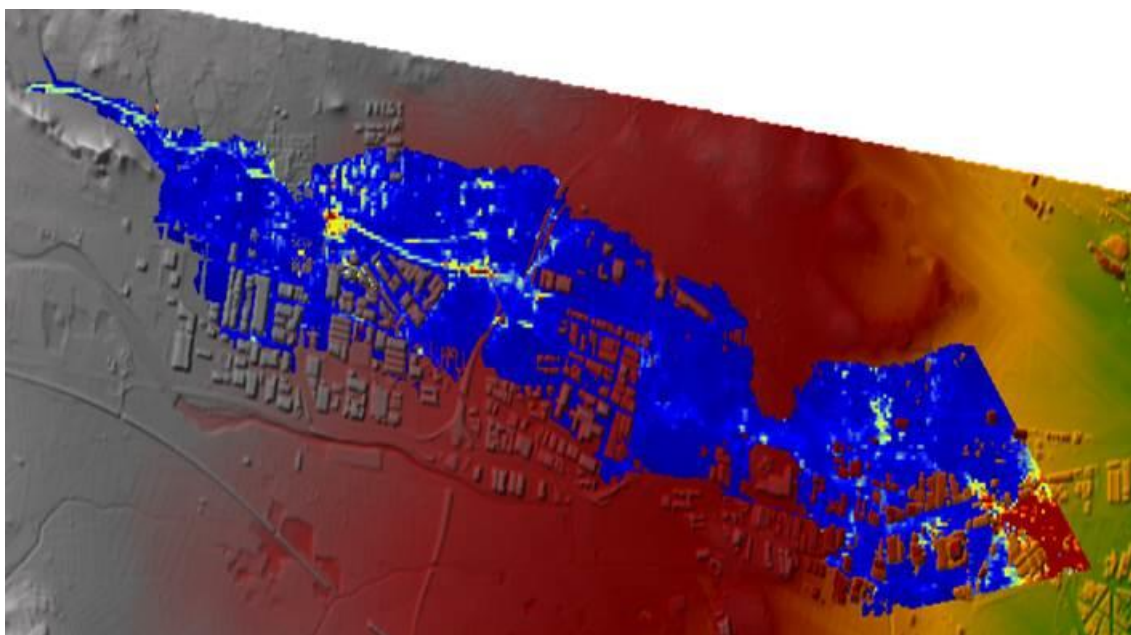


Imagen 81 : Velocidad del flujo superficial para el período de retorno 100 simulada con el MDT2, sin visualización del perímetro 2D. (propia, 2025).

Para analizar con mayor profundidad el comportamiento de las inundaciones, a continuación, se muestran los resultados del WSE máximo (elevación máxima de la lámina de agua) correspondientes al período de retorno de 100 años.

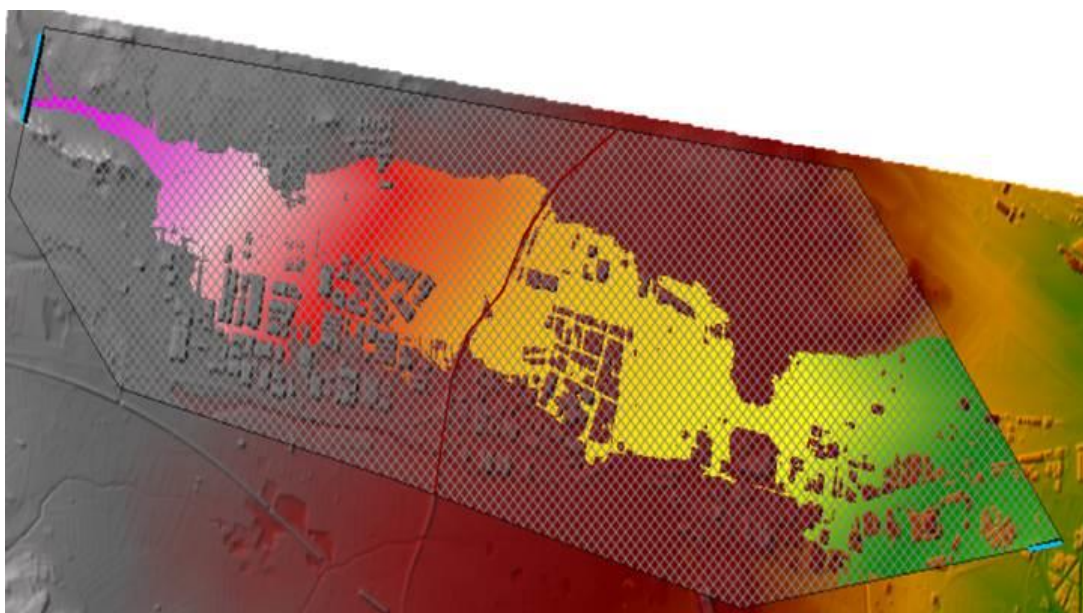


Imagen 82 : Elevación máxima de la lámina de agua (WSE máx.) para el período de retorno de 100 años, simulada con el MDT2 y visualización del perímetro 2D. (propia, 2025).

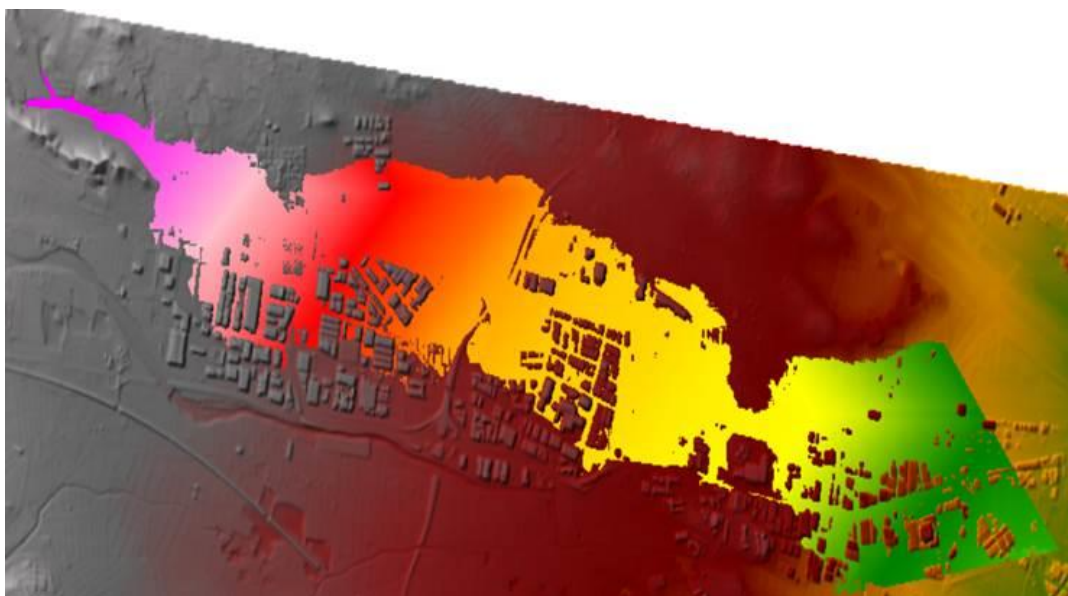


Imagen 83 : Elevación máxima de la lámina de agua (WSE máx.) para el período de retorno 100 años simulada con el MDT2, sin visualización del perímetro 2D. (propia, 2025).

Finalmente, se exponen los resultados asociados al período de retorno de 500 años.

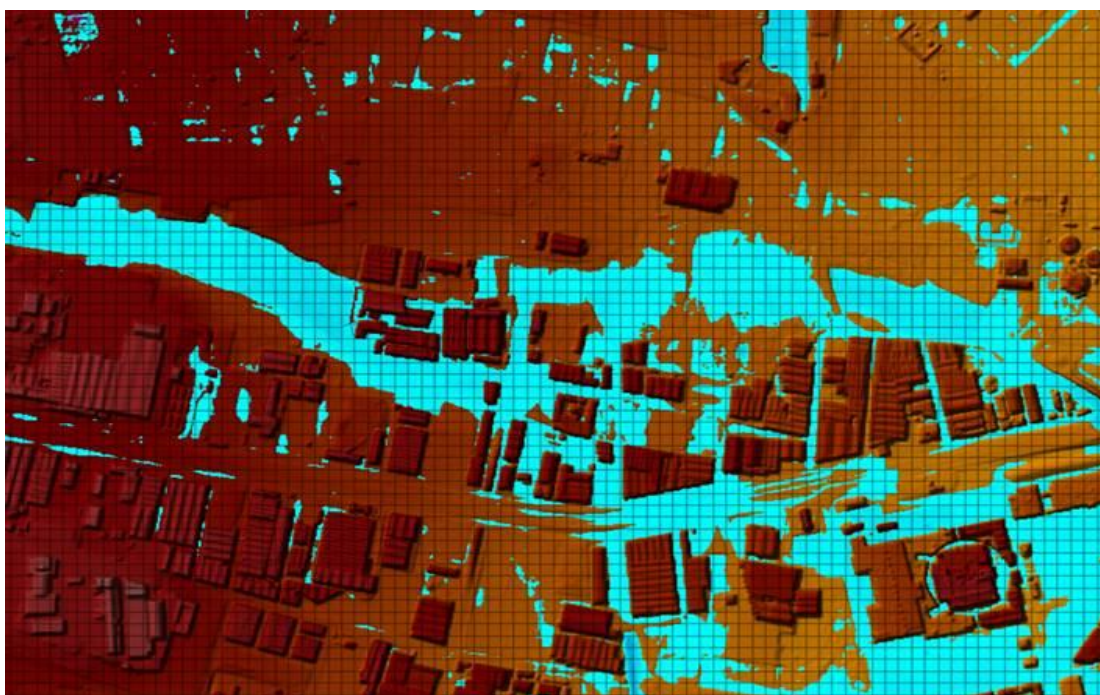


Imagen 84 : Ampliación del T500 sobre MDT2, visualización de profundidad con geometría visible. (propia, 2025).

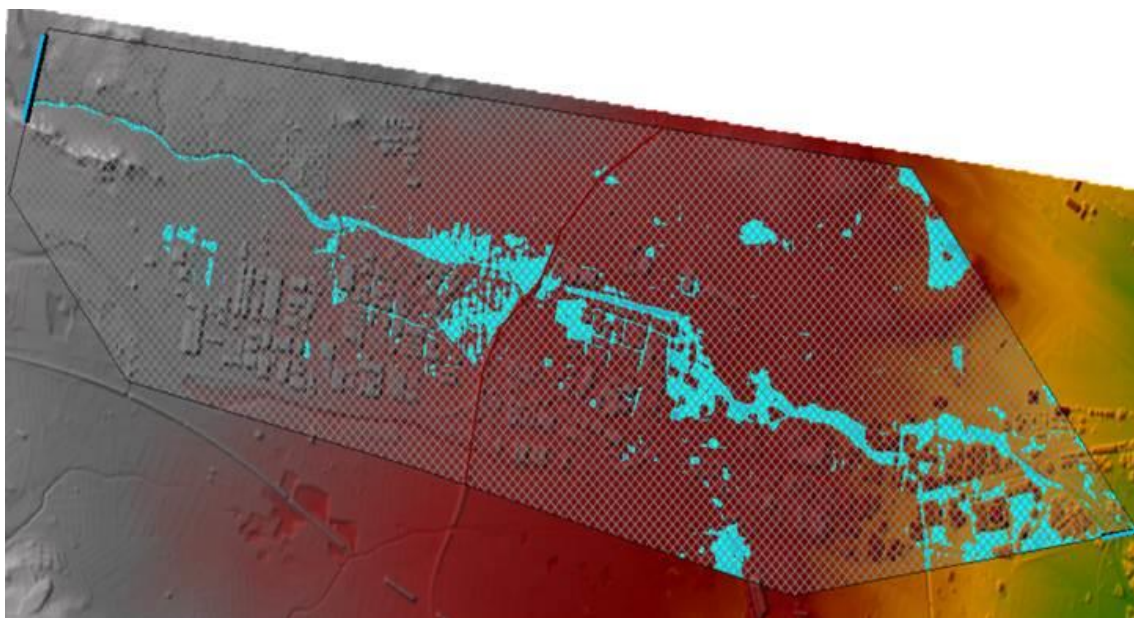


Imagen 85 : Resultado del T500 sobre MDT2 con mancha de inundación y perímetro 2D. (propia, 2025).

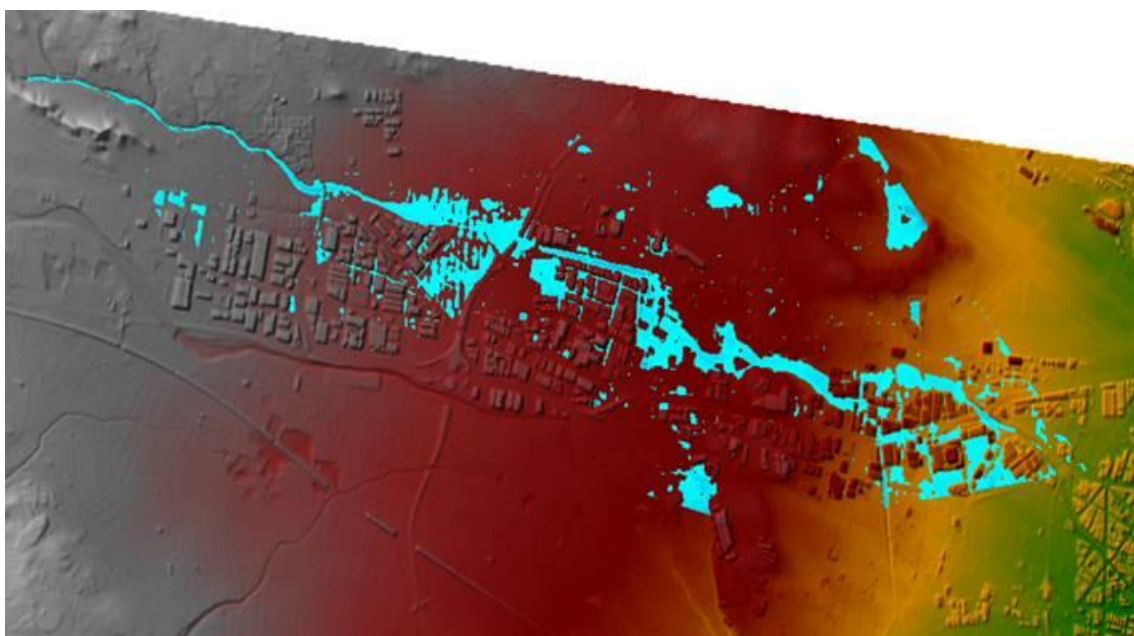


Imagen 86 : Mancha de inundación del T500 sobre MDT2, sin geometría visible. (propia, 2025).

A continuación, se presentan los resultados correspondientes a la velocidad del flujo superficial para el período de retorno de 500 años.

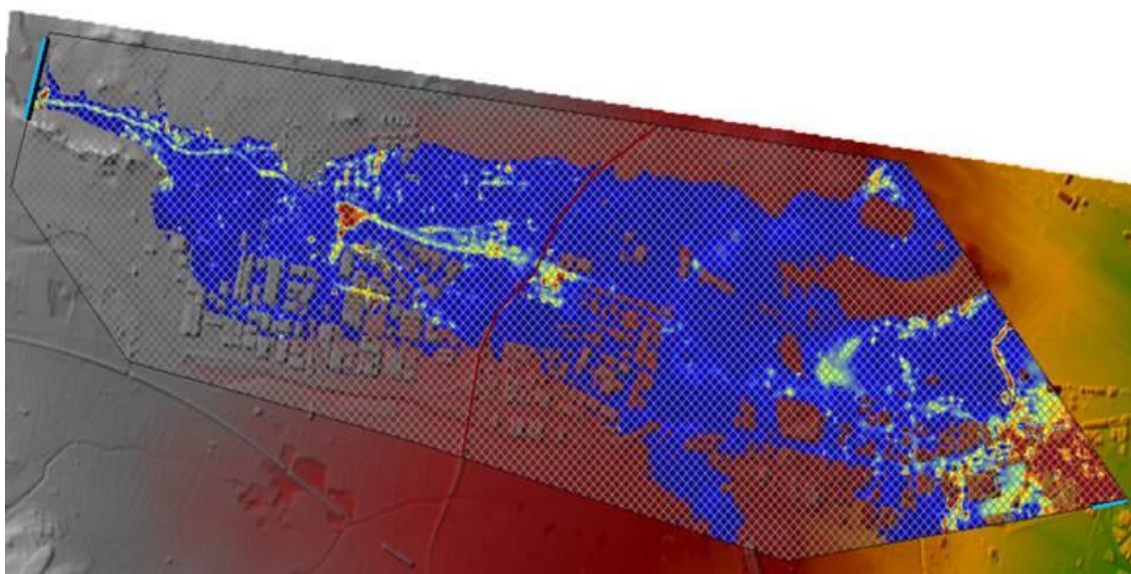


Imagen 87 : Velocidad del flujo superficial para el período de retorno 500 simulada con el MDT2, con visualización del perímetro 2D. (propia, 2025).

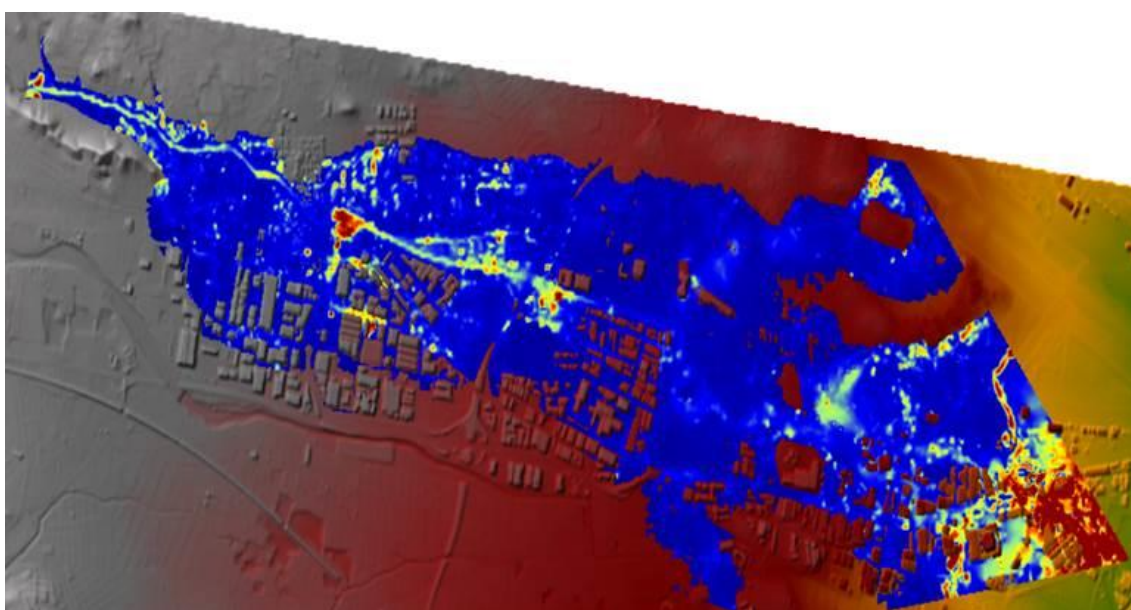


Imagen 88 : Velocidad del flujo superficial para el período de retorno 500 simulada con el MDT2, sin visualización del perímetro 2D. (propia, 2025).



A continuació, tras haber analizado la distribución y magnitud de las velocidades del flujo superficial, se procede a evaluar la elevación máxima de la lámina de agua (WSE máx.) correspondiente al mismo período de retorno.

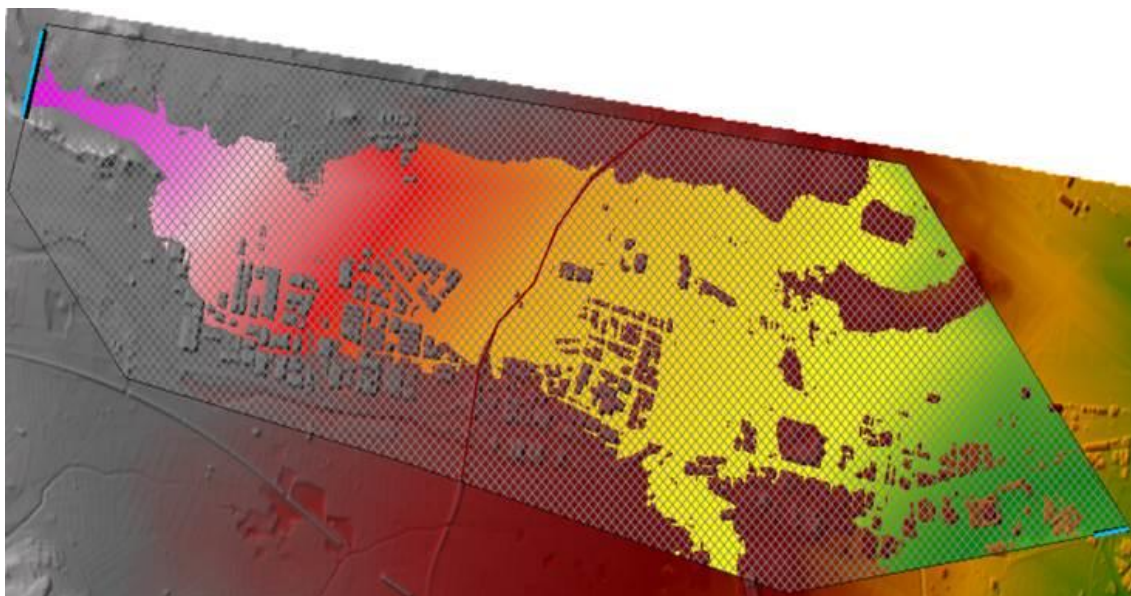


Imagen 89 : Elevación máxima de la lámina de agua (WSE máx.) para el período de retorno de 500 años, simulada con el MDT2 y visualización del perímetro 2D. (propia, 2025).

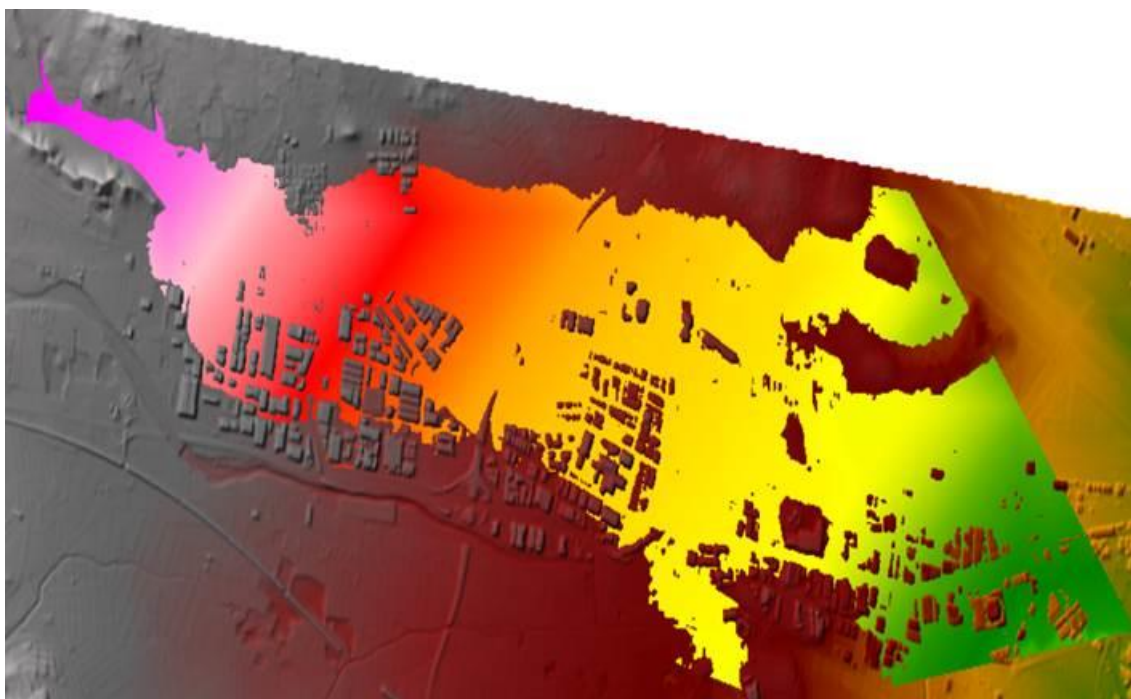


Imagen 90 : Elevación máxima de la lámina de agua (WSE máx.) para el período de retorno 500 años simulada con el MDT2, sin visualización del perímetro 2D. (propia, 2025).



7.2.1. Comparación de resultados por período de retorno

-Período de retorno 10

Al comparar los resultados obtenidos para el período de retorno 10 con los modelos digitales del terreno MDT1 y MDT2, se observan ciertas diferencias en la extensión y en la forma de la mancha de inundación. Concretamente en el MDT2 la mancha de inundación es más continua y extensa, especialmente en la parte central y sureste del área modelada. También se puede apreciar que el agua se propaga más fácilmente por zonas urbanizadas y parece alcanzar áreas ligeramente más alejadas del cauce.

Asimismo, en el caso de MDT1, la mancha es algo más fragmentada y contenida, con zonas donde el flujo parece quedar más limitado. Esto puede ser a causa de una menor resolución, que afecta la conectividad hidráulica de depresiones o vaguadas.

Al revisar los resultados obtenidos para un intervalo de retorno de 10 años en comparación con los modelos digitales del terreno MDT1 y MDT2, se pueden notar variaciones no solo en la forma y el tamaño de la zona inundada, sino también en el comportamiento del flujo, especialmente en relación con la rapidez del agua.

En el caso del MDT2, el área inundada es más amplia y continua, particularmente en la región central y sureste de la zona estudiada. Esta mayor conectividad hidráulica no solo promueve una dispersión más amplia del agua, sino que también parece estar vinculada a velocidades de flujo un poco más elevadas, lo que facilita que el agua se desplace hacia áreas urbanas y llegue a lugares más distantes del cauce principal.

Por otro lado, al utilizar el MDT1, la zona inundada aparece más fragmentada y restringida, y se identifican áreas donde el flujo parece disminuir su velocidad o incluso estancarse en parte. Esto se debe a una resolución inferior del modelo que limita la continuidad de las depresiones y valles, impidiendo una propagación más eficaz del agua.



Asimismo, Al comparar los resultados de WSE máx. (elevación máxima de la lámina de agua) para el período de retorno 10, se observa que la simulación con MDT2 presenta una mayor continuidad y extensión longitudinal de la lámina de agua, especialmente hacia el este del dominio. En cambio, MDT1 muestra una lámina más fragmentada, con menor conectividad en ciertas zonas. Estas diferencias reflejan cómo la calidad y resolución del modelo del terreno influye en la distribución altimétrica del flujo simulado.

Además del incremento en la longitud de la lámina de agua en MDT2, en este modelo se nota que la altura del agua es más limitada y específica detrás del muro representado por una línea de corte. Esto indica que la geometría del terreno, sumada a esa restricción estructural, está ejerciendo una influencia apropiada en el comportamiento del agua. Por otro lado, en MDT1 la difusión en esa región es un poco más dispersa, posiblemente debido a una representación del terreno menos exacta o suavizada.

Esto tiene como objetivo evidenciar la relevancia de una correcta determinación tanto del modelo digital del terreno como de las condiciones geométricas establecidas (breaklines) para alcanzar resultados realistas.

A continuación, se adjunta una tabla resumen con los resultados.



Aspecto Analizado (T10)	MDT1	MDT2
Extensión de la mancha de inundación (T10)	Más contenida, fragmentada y dispersa lateralmente.	Más extensa, continua, especialmente en la zona central y sureste.
Forma de la mancha (T10)	Irregular y menos conectada.	Alargada y conectada, con mayor direccionalidad.
Propagación en zonas urbanas (T10)	Menor penetración en áreas urbanizadas.	El agua se canaliza más fácilmente; alcanza zonas más alejadas.
Velocidad del flujo (T10)	Generalmente baja; en algunas zonas se ralentiza o estanca.	Levemente más elevada; flujo continuo y sin interrupciones marcadas.
Representación de depresiones/vaguadas (T10)	Limitada; resolución baja dificulta conectividad hidráulica.	Mejor representadas; favorecen el desplazamiento del agua.
WSE máx. – Elevación lámina de agua (T10)	Lámina más fragmentada y desconectada.	Mayor continuidad y longitud de la lámina, especialmente hacia el este.
Efecto del muro (breakline) (T10)	Difusión de agua más dispersa detrás del muro; contención poco definida.	Altura del agua más contenida detrás del muro; efecto estructural claro.
Influencia de la geometría del modelo (T10)	Geometría suavizada o menos precisa.	Mayor precisión geométrica; respuesta hidráulica más realista.
Relevancia del MDT en resultados (T10)	Limitado para estudios detallados.	Adecuado para simulaciones realistas y detalladas.

Tabla 4: Resumen de los resultados obtenidos en el periodo de retorno 10. (propia, 2025).

-Periodo de retorno 25

Al analizar los resultados del período de retorno T25 con los modelos MDT1 y MDT2, se evidencian diferencias relevantes en la distribución y comportamiento de la mancha de inundación. La simulación con MDT2 presenta una mayor extensión y continuidad del flujo, especialmente en zonas urbanizadas, donde el agua se canaliza de forma más realista gracias a una representación más precisa del relieve. En cambio, con MDT1, la mancha aparece más contenida y dispersa lateralmente, lo que sugiere una menor definición de los elementos topográficos que guían el flujo.

En la zona de Servalesa, donde se ha incorporado un muro mediante una breakline, se observa en el MDT2 un efecto de contención más claro, con acumulación de agua aguas arriba del obstáculo.



Esta respuesta es menos evidente en MDT1, probablemente por una geometría suavizada que no refleja con claridad la barrera física.

Además, en el caso del periodo de retorno 25, comienzan a inundarse nuevas zonas que no aparecían en el periodo de retorno 10, especialmente en sectores bajos o con menor pendiente, lo que pone de manifiesto el incremento del riesgo en eventos de menor probabilidad. También se aprecia que la forma de la mancha es más alargada y direccional en MDT2, mientras que en MDT1 tiende a ser más difusa, lo que refuerza la importancia de utilizar modelos del terreno detallados en estudios de este tipo.

Para proseguir con el estudio de los resultados hidrodinámicos, se contrastan las velocidades de flujo obtenidas a partir de los modelos digitales del terreno MDT1 y MDT2 para el período de retorno T25, poniendo especial énfasis en la región de Servalesa, donde se ha ilustrado un muro a través de una linealidad de corte.

En primer lugar, con el uso del MDT1, se observan velocidades bastante bajas en la mayor parte del dominio, con ciertas concentraciones de agua de mayor intensidad arriba del muro. Estas áreas de mayor velocidad se presentan de manera algo dispersa, probablemente debido a la resolución reducida del modelo, lo que restringe la exactitud en la representación de los componentes urbanos y del propio obstáculo. Como consecuencia, se obtiene una imagen del flujo más generalizada y con un nivel de detalle limitado.

Por otro lado, el modelo MDT2, al tener una resolución superior y una definición del terreno más precisa, presenta un patrón de velocidad más constante y acorde a la geometría real. En particular, dentro del área de Servalesa, las velocidades suelen ser bajas en el área del muro lo que demuestra su efecto de contención, aunque se reconocen áreas canalizadas entre construcciones donde el flujo se intensifica. Esta precisión incrementada facilita una interpretación más efectiva del comportamiento hidráulico en zonas urbanas complicadas.



En conjunto, estos resultados ponen de manifiesto que el MDT2 ofrece una capacidad superior para representar con mayor fidelidad el impacto del muro y las particularidades del relieve urbano. En cambio, el MDT1 proporciona una visión más global pero menos detallada del fenómeno, lo cual puede ser adecuado en ciertos contextos exploratorios, aunque limitando en estudios donde se requiere alta resolución.

Tras analizar el comportamiento de las velocidades de flujo, se procede ahora a examinar la elevación máxima de la lámina de agua (WSE) para el período de retorno de T25, comparando nuevamente los resultados obtenidos con los modelos digitales del terreno MDT1 y MDT2. Esta variable permite complementar la interpretación hidráulica del evento, ya que refleja cómo se distribuye el nivel del agua sobre el terreno en condiciones extremas.

En este sentido, se observan diferencias significativas entre ambos modelos, tanto en el comportamiento del flujo como en la forma en que se representa sobre la topografía.

En el caso del MDT2, el avance de la lámina de agua es más uniforme, especialmente en las zonas centrales y hacia el este del dominio modelado. Esta mayor homogeneidad puede estar relacionada con la capacidad del modelo para representar con mayor precisión las depresiones y conexiones entre puntos bajos, facilitando así un desplazamiento del flujo continuo y sin interrupciones marcadas.

Por el contrario, el MDT1 muestra un patrón de inundación más fragmentado e inconsistente. Es probable que esto se deba a una menor resolución y exactitud en la representación del terreno, lo que repercute negativamente en la conectividad hidráulica y en la correcta simulación del avance del agua. Como resultado, se identifican valores de elevación del agua más bajos en varias zonas, lo que puede inducir a una subestimación del riesgo potencial. En conjunto, estos hallazgos apuntan a que el MDT2 ofrece una representación más fiel y coherente del comportamiento de la lámina de agua, especialmente en entornos complejos.



Una vez revisados los resultados correspondientes al período de retorno de 25 años, se procede a examinar el comportamiento del flujo superficial para el período de retorno de 100 años. En esta etapa del análisis, se presentan los mapas de altura de agua (depth), con el objetivo de identificar aquellas áreas susceptibles de sufrir una mayor acumulación de agua y, por tanto, un mayor impacto. Este estudio permite observar cómo varían tanto la extensión geográfica como la magnitud de las inundaciones en función del modelo digital del terreno utilizado (MDT1 y MDT2), y proporciona información clave para la evaluación del riesgo en la zona analizada.

A continuación, se adjunta una tabla resumen con los resultados.

Aspecto Analizado (T25)	MDT1	MDT2
Extensión de la mancha de inundación (T25)	Más contenida, fragmentada y dispersa lateralmente.	Más extensa, continua y realista, especialmente en zonas urbanizadas.
Forma de la mancha (T25)	Difusa, irregular y menos direccional.	Alargada, coherente y direccional, alineada con el relieve.
Propagación en zonas urbanas (T25)	Penetración limitada; menos capacidad para simular canalizaciones.	Se canaliza de forma más precisa entre edificaciones.
Velocidad del flujo (T25)	Generalmente baja; zonas de mayor velocidad aparecen de forma dispersa.	Patrón constante; velocidades más altas en zonas canalizadas.
Representación de depresiones/vaguadas (T25)	Limitada; baja resolución impide continuidad del flujo.	Precisa; permite conexión entre puntos bajos, facilitando propagación.
WSE máx. – Elevación lámina de agua (T25)	Valores más bajos y desconexión en varias zonas.	Mayor uniformidad en el nivel del agua y distribución más realista.
Efecto del muro (breakline) (T25)	Contención poco clara; acumulación de agua menos evidente.	Contención efectiva; acumulación aguas arriba claramente representada.
Influencia de la geometría del modelo (T25)	Geometría suavizada; menor precisión en detalles del terreno.	Alta precisión; mayor fidelidad topográfica y estructural.
Relevancia del MDT en resultados (T25)	Útil para un enfoque general, pero limitado para estudios de detalle.	Adecuado para análisis realistas y evaluación detallada del riesgo.

Tabla 5: Resumen de los resultados obtenidos en el periodo de retorno 25. (propia, 2025).



-Periodo de retorno 100

El análisis de los resultados del calado del agua para el período de retorno de 100 años, utilizando los modelos digitales del terreno MDT1 y MDT2, revela diferencias significativas tanto en la magnitud como en la distribución espacial de la inundación.

El modelo MDT2 presenta una mayor área inundada, especialmente en la zona este, donde el flujo es más continuo y constante. Además, las regiones central y sureste presentan una acumulación más profunda, lo que sugiere que este modelo representa mejor las depresiones topográficas y los canales secundarios.

A pesar de ser una zona de gran altitud, la parte norte del dominio aún presenta pequeñas zonas encharcadas que el MDT1 probablemente no pueda detectar debido a su menor resolución.

En contraste, el modelo MDT1 muestra una inundación que no abarca tanto territorio, extendiéndose menos hacia el noreste y presentando un flujo interrumpido en la parte central. Se notan cortes en el avance continuo del agua, con áreas aisladas donde el movimiento se detiene. Además, la profundidad del agua es, en general, más baja, lo cual podría deberse a una topografía más uniforme que impide simular la acumulación en zonas bajas. Esto se ve sobre todo en el oeste, donde el agua se esparce antes de llegar a las zonas de mayor pendiente, algo que también ocurre en el MDT2, aunque no tan marcadamente.

Tras valorar la magnitud y distribución del calado, resulta fundamental examinar la velocidad superficial del flujo, ya que esta variable permite identificar las áreas donde el agua circula con mayor energía, lo cual es clave para estimar el riesgo hidráulico, especialmente en entornos urbanos o con geometrías complejas. Los resultados correspondientes a la velocidad del flujo superficial también muestran diferencias notables entre ambos modelos. En el caso del MDT2, las zonas de alta velocidad se extienden principalmente en el centro y este del área modelada, destacándose tonalidades amarillas y rojas en la escala (0–15 m/s), que indican valores superiores a 8 m/s.



Esta distribución refleja una mejor conectividad hidráulica del terreno, lo que permite que el agua se desplace con mayor libertad y concentración en áreas deprimidas.

Por el contrario, el modelo MDT1 muestra una distribución de velocidad más fragmentada, con zonas más pequeñas y aisladas de flujo rápido. Los tonos azules predominantes, asociados a velocidades inferiores a 4 m/s, demuestran la reducida capacidad del modelo para replicar las rutas de escorrentía reales.

Posteriormente, se evaluaron los resultados del WSE máximo (Water Surface Elevation), es decir, la elevación máxima alcanzada por la lámina de agua durante el evento. Este análisis proporciona una visión complementaria de la distribución altimétrica del flujo y ayuda a estimar su permanencia y profundidad en distintos puntos del territorio.

En este caso, la distribución de la lámina de agua es más consistente espacialmente en el modelo MDT2, especialmente a lo largo del canal principal, donde el flujo se mueve uniformemente hacia el este. Esta tendencia se refleja en la persistencia de colores como el magenta y el blanco, que, según la leyenda, representan altitudes superiores a los 113 metros, lo que implica que es más probable que el agua se quede y se acumule en ciertas zonas.

El modelo MDT1, en cambio, muestra un desplazamiento más pronunciado entre zonas altas y bajas, con variaciones erráticas en la elevación del agua que dificultan mantener la continuidad espacial del fenómeno. Este comportamiento restringe la expansión de regiones con elevaciones superiores a los 100 metros, posiblemente porque la geometría del terreno carece del detalle necesario para representar depresiones, pasajes estrechos u otras características importantes.

El MDT1 también parece canalizar el flujo de forma más estrecha, lo que limita la propagación lateral, especialmente en áreas metropolitanas. Por el contrario, el MDT2 replica el comportamiento del agua en terrenos difíciles con mayor precisión al permitir una dispersión más realista.



Los hallazgos para el período de retorno de 100 años demuestran que el modelo MDT2 produce una simulación más precisa y consistente de la extensión y profundidad de la inundación, así como de la velocidad del flujo y la altura de la lámina de agua. La razón principal es que tienen una mayor resolución y pueden representar la topografía con mayor detalle, lo que conduce a una mejor aproximación de las zonas de deposición, las vías de flujo y los niveles máximos.

Por el contrario, el modelo MDT1, si bien resulta útil durante las fases exploratorias, presenta limitaciones significativas que podrían llevar a subestimar el riesgo en ubicaciones clave, especialmente en zonas urbanas o con topografía compleja. Por lo tanto, es aún más importante elegir el modelo digital del terreno adecuado al realizar estudios hidrodinámicos para evaluar el riesgo de inundación.

A continuación, se adjunta una tabla resumen con los resultados.



Aspecto Analizado (T100)	MDT1	MDT2
Extensión de la mancha de inundación (T100)	Menor área inundada, especialmente hacia el noreste; flujo más fragmentado.	Mayor superficie cubierta, especialmente al este; flujo continuo y conectado.
Forma de la mancha (T100)	Interrumpida, con zonas desconectadas y flujo discontinuo.	Más coherente y uniforme; continuidad espacial evidente.
Propagación en zonas urbanas (T100)	Limitada propagación lateral, especialmente en zonas urbanas.	Mayor dispersión del agua en áreas urbanas; flujo más realista.
Velocidad del flujo (T100)	Velocidades bajas (< 4 m/s); distribución fragmentada y poco realista.	Velocidades altas (> 8 m/s) bien representadas; continuidad hidráulica.
Representación de depresiones/vaguadas (T100)	Menor capacidad para captar detalles; no identifica bien zonas bajas.	Captura mejor zonas deprimidas y canales; mayor precisión topográfica.
WSE máx. – Elevación lámina de agua (T100)	Distribución altimétrica discontinua; menor acumulación en zonas elevadas.	Distribución coherente con mayores alturas acumuladas en zonas clave.
Efecto del muro (breakline) (T100)	Canalización estrecha; contención poco visible.	Contención bien definida; acumulación aguas arriba visible.
Influencia de la geometría del modelo (T100)	Geometría suavizada; menor representación del relieve.	Alta resolución y detalle geométrico; mayor fidelidad hidráulica.
Relevancia del MDT en resultados (T100)	Adecuado para análisis exploratorios, pero limitado en estudios detallados.	Recomendado para estudios de riesgo y planificación urbana.

Tabla 6: Resumen de los resultados obtenidos en el periodo de retorno 100. (propia, 2025).



-Periodo de retorno 500

El análisis de la profundidad de la lámina de agua (depth) correspondiente al período de retorno de 500 años revela diferencias significativas entre los modelos digitales del terreno MDT1 y MDT2. Estas discrepancias se reflejan tanto en la configuración espacial de las zonas anegadas como en la distribución de los valores de profundidad máxima, lo que pone de manifiesto contrastes sustanciales en la respuesta hidrodinámica generada por cada modelo.

En primer lugar, el modelo MDT2 muestra una cobertura más amplia y consistente del área inundada a lo largo del eje del dominio, con especial énfasis en la sección oriental de la cuenca. Debido a su mayor precisión topográfica, las tierras bajas y depresiones se representan con mayor exactitud, lo que favorece una expansión del flujo más realista. Esto da como resultado profundidades más consistentes y distribuidas de manera uniforme, así como mejores conexiones hidrológicas entre las distintas partes del paisaje. Como resultado, el agua tiende a acumularse con mayor facilidad en áreas críticas, lo que aumenta los valores de calado en las secciones intermedias y de salida. Por el contrario, el modelo MDT1 presenta una imagen más fragmentada del flujo superficial. Son evidentes las discontinuidades en la extensión de la lámina de agua, así como los puntos aislados, particularmente en el noreste, lo que indica una menor capacidad para capturar con precisión las características topográficas locales y vincular las depresiones del terreno. Los valores de profundidad más bajos en comparación con el MDT2 se deben a esta restricción, que minimiza la acumulación de agua en regiones importantes.

A continuación, también se ven diferencias significativas entre los dos modelos al comparar los hallazgos relacionados con el ritmo del flujo superficial. El MDT1 muestra una distribución más amplia de altas velocidades, con los colores predominantes del mapa siendo amarillo, naranja y rojo, lo que sugiere valores superiores a 6 m/s. La mayoría de estas áreas se encuentran en las partes central y sur del dominio y siguen rutas rectas conectadas a canales bien definidos o depresiones distintas. La facilidad del terreno moldeado, que carece de características menores que impidan el flujo de agua, contribuye a esta concentración.



El modelo MDT2, por el contrario, exhibe una distribución de flujo más consistente y equilibrada. Las velocidades se mantienen en el rango bajo a medio (colores azul y verde), y solo hay unos pocos lugares donde superan los 6 m/s. Las áreas con la intensidad hidráulica más alta se encuentran en ciertos lugares, a menudo vinculados a pendientes pronunciadas o geometrías que promueven la aceleración localizada del flujo.

Esta dinámica indica una reacción más sutil, en la que la rugosidad del terreno y la topografía única disipan parte de la energía, lo que genera un patrón de circulación más realista.

Posteriormente, al evaluar la altura máxima de la lámina de agua (WSE máx.), se vuelven a evidenciar las discrepancias en la magnitud y la distribución espacial de los resultados de cada modelo. El MDT1 simula una propagación de flujo más amplia, especialmente en el sureste, donde el agua se distribuye uniformemente. Esta disposición implica una representación más uniforme del terreno, excluyendo pequeñas barreras o estructuras urbanas, lo que facilita el flujo del agua. Como resultado, en altitudes entre 77 y 116 metros, representadas por tonos cálidos en el espectro cromático, se registran grandes altitudes en muchas zonas del dominio.

A continuación, se adjunta una tabla resumen con los resultados.



Aspecto Analizado (T500)	MDT1	MDT2
Extensión de la mancha de inundación (T500)	Menor cobertura, con zonas desconectadas y dispersas, especialmente en el noreste del dominio.	Mayor extensión y continuidad espacial, particularmente hacia el este del área modelada.
Forma de la mancha (T500)	Fragmentada, con puntos aislados; menor coherencia hidrológica.	Uniforme y conectada; mejor cohesión entre zonas inundadas.
Propagación en zonas urbanas (T500)	Limitada y más simplificada; escasa representación de obstáculos.	Flujo más realista y canalizado; mayor detalle en la representación urbana.
Velocidad del flujo (T500)	Velocidades elevadas predominantes (>6 m/s); distribución amplia en zonas centrales y meridionales.	Velocidades bajas a medias (colores azul y verde); distribución más contenida y localizada.
Representación de depresiones/vaguadas (T500)	Capacidad reducida para captarlas; conectividad interrumpida.	Mejor definición de canales y zonas bajas; conectividad hidrológica más eficiente.
WSE máx. – Elevación lámina de agua (T500)	Alturas entre 77–116 m ampliamente distribuidas; mayor dispersión lateral del flujo.	Menor extensión, pero alturas más extremas (>129 m) localizadas en zonas clave.
Efecto del terreno sobre el flujo (T500)	Representación más homogénea del relieve; favorece expansión libre del agua.	Topografía detallada; flujo canalizado y acumulación en puntos estratégicos.
Influencia de la geometría del modelo (T500)	Geometría más general; menor capacidad para reflejar rasgos topográficos menores.	Alta resolución; mejor definición de pendientes, depresiones y obstáculos naturales o urbanos.
Relevancia del MDT en resultados (T500)	Útil para escenarios generales, pero puede subestimar riesgos en zonas críticas.	Recomendado para estudios detallados y evaluación de riesgo hidrológico severo.

Tabla 7: Resumen de los resultados obtenidos en el periodo de retorno 500. (propia, 2025).



7.3. Comparación entre MDT amplio y MDT detallado

La representación precisa del terreno es un factor determinante en la calidad de los resultados obtenidos mediante simulaciones hidrodinámicas. En este estudio, se han usado dos Modelos Digitales del Terreno (MDT) con resoluciones distintas: un MDT extenso (MDT1), que posee un nivel de detalle inferior, y un MDT minucioso (MDT2), que ofrece un mayor detalle topográfico. El propósito de esta comparación reside en examinar de qué manera la resolución del modelo base afecta la distribución espacial de variables hidráulicas importantes como la profundidad del agua (profundidad), la rapidez del flujo (velocidad) y la elevación tope de la lámina de agua (WSE máx.). Los resultados obtenidos evidencian diferencias significativas entre ambos modelos.

Asimismo, el MDT2 permite un detalle topográfico más fino, facilitando la identificación de elementos topográficos menores como depresiones, discontinuidades, pasos angostos o desniveles locales. En el caso del MDT1, estos elementos tienden a simplificarse o incluso a omitirse, afectando así a la fiabilidad de la simulación hidráulica. Esta mayor exactitud favorece una distribución del flujo más adaptada a la realidad, concentrando el movimiento del agua en corredores concretos y generando acumulaciones en áreas de riesgo. Por consiguiente, se observan valores más altos en los parámetros simulados, sobre todo en zonas como Servalesa o las cercanías del muro perimetral, donde la influencia de la topografía detallada resulta crucial. Por el contrario, el MDT1 exhibe una representación más suavizada del relieve, lo cual provoca una mancha de inundación más extensa, aunque menos precisa. La menor definición de los detalles topográficos conlleva una menor capacidad del modelo para registrar fenómenos hidráulicos localizados, como áreas de escorrentía concentrada, puntos de sobrecarga o retenciones causadas por obstáculos. Esto origina una distribución más uniforme y generalizada de los parámetros hidráulicos, que, si bien puede ser útil para análisis preliminares, puede no ser suficiente para una valoración rigurosa del riesgo en entornos urbanos o industriales. Además, el análisis comparativo entre los dos modelos ha revelado la sensibilidad del comportamiento hidráulico simulado ante la calidad del modelo del terreno. El uso de líneas de ruptura (breaklines), junto con un MDT detallado, ha demostrado ser especialmente eficaz para representar barreras físicas como muros o taludes, que modifican de forma importante la trayectoria del flujo.



En el caso del MDT1, estas estructuras pueden quedar difuminadas por la interpolación general del relieve, reduciendo la confiabilidad de los resultados en zonas donde las infraestructuras son determinantes. Para concluir, la elección del MDT repercute directamente en la validez del modelo hidráulico. Mientras que el MDT amplio puede servir como referencia general, el MDT detallado se manifiesta claramente superior para identificar zonas vulnerables y simular con mayor exactitud escenarios de riesgo real. Esta diferencia es especialmente relevante cuando se trata de evaluar infraestructuras críticas o diseñar medidas de mitigación adaptadas a eventos extremos como la DANA de octubre de 2024.

7.4 Validación y discusión

Para comprobar la fiabilidad del modelo hidráulico implementado, se ha llevado a cabo una validación cualitativa basada en la comparación entre los resultados obtenidos en las simulaciones y la información empírica disponible tras el evento real de la DANA ocurrido en octubre de 2024. Este análisis se ha centrado sobre todo en el polígono industrial de Quart de Poblet, área afectada por la inundación.

Las simulaciones hidrodinámicas reflejan de manera bastante congruente la distribución espacial de las zonas inundadas. Particularmente, los mapas de profundidad (depth) y la elevación máxima del agua (WSE máx.) que han manifestado esquemas de concentración hídrica parecidos a las pruebas visuales de lo sucedido, apoyando así la solidez global del esquema.

Un punto que sobresale en esta evaluación es la reacción del muro que rodea la zona industrial. Este elemento, que teóricamente debía actuar como barrera frente al flujo superficial, resultó seriamente dañado durante el episodio, permitiendo la entrada descontrolada de agua al interior de las naves industriales. El modelo creado incluye el muro usando líneas de ruptura (breaklines), mostrando cómo actúa como un obstáculo físico. En las simulaciones con el modelo detallado, se ve cómo el muro influye en la trayectoria del flujo, amontonándola en la parte de arriba y creando áreas de alta presión que coinciden con los derrumbes vistos después de él en el lugar.



En cambio, al usar modelos digitales del terreno con menor resolución, la forma del muro no se reproduce fielmente, lo que conduce a un desplazamiento más libre y uniforme del agua, disminuyendo la importancia del muro como barrera.

Esta situación resalta lo crucial que es tener mapas topográficos exactos y al día, especialmente para representar estructuras cuya solidez es vital para la seguridad ante crecidas.

Respecto a los mapas oficiales, tales como el Sistema Nacional de Mapas de Áreas Inundables y el PATRICOVA, los resultados del modelo desarrollado muestran diferencias importantes en cuanto a la extensión y profundidad de las zonas inundables. Estas herramientas, aunque son útiles como guía general, no muestran con suficiente precisión el comportamiento del agua en áreas urbanas complejas como un polígono industrial, donde la existencia de construcciones, diferencias de altura y barreras exigen una exactitud más elevada.

En resumen, la validación de los resultados sugiere que el modelo hidráulico, especialmente cuando se basa en un MDT detallado y considera adecuadamente los elementos estructurales existentes, es capaz de reproducir con mayor exactitud la dinámica del flujo en eventos extremos. Cabe añadir que esta capacidad es esencial para diagnosticar zonas críticas.

7.5. Estimación del caudal de la DANA y coherencia entre los MDT

La evaluación del flujo asociado con la depresión aislada en niveles altos (DANA) debe incluirse como un evento de consulta genuino, después del examen de la simulación hidráulica y la comparación de datos de varios modelos MDT. Este análisis permite evaluar la precisión de ambos MDT frente a un caso extremo reciente y, al mismo tiempo, verificar la consistencia interna del modelo hidrodinámico. Se calculó el caudal máximo asociado a la DANA a partir de la información de campo y análisis posteriores al evento. Además, se comprobó si los resultados de cada MDT replican adecuadamente este valor.

La fiabilidad de los resultados hidráulicos simulados se ve reforzada por la validación con evidencias físicas recogidas en el entorno afectado. En la siguiente imagen se observa la infraestructura dañada por el episodio, donde la línea de nivel alcanzado por



el agua es claramente visible, lo que ayuda a verificar la magnitud del caudal estimado en el modelo.



Imagen 91 : Daños en edificio industrial tras la DANA, con marcas visibles del nivel del agua y erosión en la base. (Eguibar, 2024).



Imagen 92 : Daños en planta baja y exteriores tras la DANA, visibles en ventanas, vehículos y estructuras. (Eguibar, 2024).

Asimismo, a partir del análisis visual de los daños observados en las infraestructuras, se ha estimado de manera aproximada la altura máxima alcanzada por el nivel del agua durante el fenómeno meteorológico severo. Para ello se ha tomado como referencia una imagen que se adjuntara a continuación, en la que se aprecia claramente la marca dejada por el nivel máximo del agua en la fachada del edificio.



Imagen 93 : Marca visible del nivel máximo alcanzado por el agua en la facha. (Eguibar, 2024).

Cabe añadir que esta evidencia ha sido clave para estimar el nivel máximo alcanzado por el agua, además, se han empleado como escala elementos constructivos reconocibles, como la puerta metálica, el bordillo y la franja adicional visible por encima del marco. A partir de esta referencia, se ha calculado una altura aproximada de 2.6 metros, que ha servido como base de ajuste en el modelo hidráulico, probando distintos caudales hasta reproducir una aproximación a la lámina de agua sobre la superficie. A continuación, se presenta el análisis realizado con el MDT1. Tras varias pruebas introduciendo distintos caudales en el modelo hidráulico y observando el comportamiento del flujo en el programa HEC-RAS, se ha logrado ajustar la simulación hasta alcanzar aproximadamente la cota estimada de 2.6 metros.



Este valor ha permitido determinar el caudal más representativo del evento dentro de este modelo digital del terreno. En la ilustración siguiente se puede apreciar que, a lo largo del evento simulado. Este desarrollo demuestra cómo la fuerte lluvia impacta en la acumulación de agua en la superficie durante un período extremo.

En la imagen siguiente se presenta una vista geoespacial con la superposición de resultados simulados, donde se puede observar la extensión y la profundidad de la zona impactada (mostrada con un gradiente de color azul), junto con una red de análisis y las estructuras urbanas o edificaciones existentes.

Esta imagen permite reconocer visualmente las zonas más problemáticas, así como la relación entre la infraestructura existente y el comportamiento del modelo empleado.

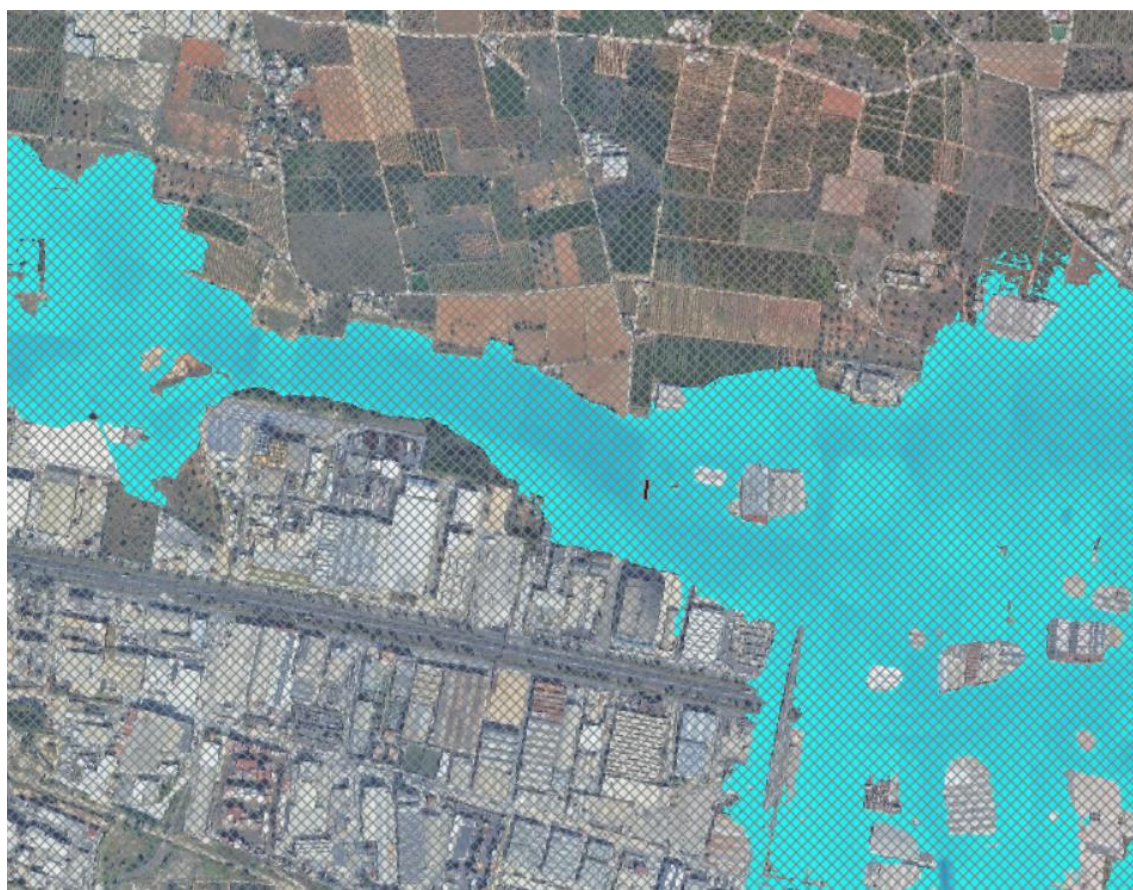


Imagen 94 : Resultado de la simulación sobre ortofoto con malla de cálculo, basado en el MDT1. (propia, 2025).



Esta representación gráfica facilita la comprensión de los hallazgos y ofrece una vista directa de cómo se desarrollaría el evento en el terreno. La forma en que se muestra la magnitud y la profundidad del agua posibilita una visualización más clara del efecto, facilitando la identificación exacta de las zonas, construcciones e instalaciones que podrían resultar perjudicadas. Para alcanzar este objetivo, se llevó a cabo una reproducción con un caudal creciente, partiendo de 50 m³/s y aumentando gradualmente en tramos de 50 m³/s hasta lograr un caudal máximo de 1050 m³/s. Esta estrategia buscaba recrear de forma más precisa el desarrollo de una riada con el paso del tiempo, haciendo posible la observación de los efectos a distintas intensidades del flujo. En el transcurso del análisis, se presta especial atención al instante en que el flujo alcanzó una elevación máxima de 2,6 metros, dado que esta cifra concordaba con datos recabados de estructuras existentes en el área. Esta concordancia se aprecia sin dificultad en la imagen, donde se constata cómo el agua anega áreas industriales y agrícolas, lo que evidencia la fragilidad de ciertos sectores ante situaciones de esta índole. Seguidamente, se reiteró la reproducción usando el MDT2, un modelo digital del terreno con una nitidez y exactitud topográfica distinta. El propósito de esta segunda prueba consistió en indicar cómo la calidad del modelo de elevaciones influye en los resultados obtenidos. La comparación entre ambos modelos permite valorar la susceptibilidad del sistema ante variaciones en los datos iniciales y brinda una base sólida para adoptar decisiones más fundamentadas en futuras planificaciones o evaluaciones de riesgos.

A continuación, se representa la mancha de inundación generada para el evento simulado, superpuesta sobre imagen satélite del entorno del polígono industrial de Quart de Poblet. Esta visualización permite apreciar con mayor detalle la distribución del agua en superficie y su interacción con el entorno construido, lo que facilita la identificación de zonas concretas, construcciones y viviendas que podrían verse afectadas.

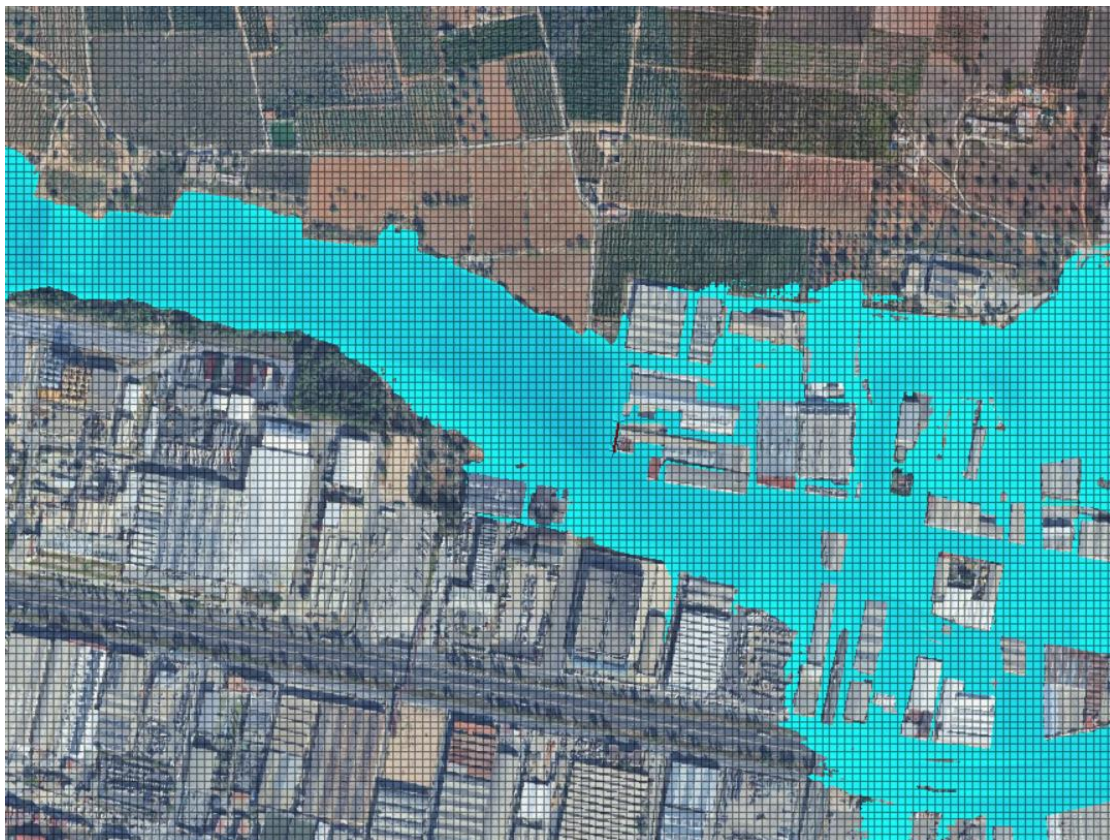


Imagen 95 : Extensión de la inundación simulada sobre imagen satélite en el entorno del polígono industrial de Quart de Poblet. (propia, 2025).

Al realizar la simulación hidráulica, se observó que el caudal máximo alcanzado fue de $1050 \text{ m}^3/\text{s}$, incrementándose de forma progresiva desde $50 \text{ m}^3/\text{s}$ en intervalos horarios de $50 \text{ m}^3/\text{s}$. A diferencia de la simulación anterior en la que se consideraba un caudal constante de $168 \text{ m}^3/\text{s}$, este nuevo enfoque permite evaluar cómo evoluciona el comportamiento del flujo en el tiempo, logrando una representación más realista del fenómeno.

Tanto con el MDT1 como con el MDT2, se mantuvo una altura máxima registrada de 2,6 metros, pero las diferencias más relevantes se observaron en la distribución espacial de los calados, especialmente en áreas urbanas. La imagen actual, correspondiente al modelo generado con MDT2, muestra una malla más detallada, lo que permite una representación más precisa del relieve urbano e industrial. Esta precisión tiene un impacto notable en la forma en que se expande y distribuye el agua, especialmente en zonas con estructuras complejas o desniveles leves.



Aunque el caudal está determinado por los parámetros hidrológicos definidos al inicio de la simulación, la elección del modelo digital del terreno influye directamente en la configuración, ubicación y extensión de las áreas susceptibles a inundación. En zonas urbanizadas, pequeñas diferencias en la topografía pueden modificar significativamente el comportamiento del flujo, redirigiendo el agua o generando acumulaciones inesperadas.

A continuación, se adjunta una tabla resumen de los resultados:

Parámetro / Resultado	Valor / Observación
Caudal inicial	50 m³/s
Incremento de caudal	50 m³/s cada hora
Caudal máximo alcanzado	1050 m³/s
Caudal constante en simulación anterior	168 m³/s
Altura máxima del agua	2,6 metros (idéntica con MDT1 y MDT2)
Punto crítico observado	Coincidencia de 2,6 m con datos reales de estructuras existentes
Diferencias clave MDT1 vs MDT2	Distribución espacial del calado, especialmente en zonas urbanas
Precisión del MDT2	Mayor detalle topográfico: malla más fina y realista del entorno urbano e industrial
Impacto de MDT2 en simulación	Expansión del agua más precisa, identificando zonas vulnerables (industria/agricultura)
Visualización empleada	Imagen satélite con superposición de mancha de inundación (zona Quart de Poblet)
Objetivo del caudal creciente	Simular evolución realista del evento y sus efectos a distintas intensidades de flujo
Influencia del MDT	Afecta configuración, ubicación y extensión de zonas inundadas
Importancia en zonas urbanas	Pequeñas diferencias topográficas alteran el flujo significativamente

Tabla 8: Resumen de los resultados obtenidos. (propia, 2025).



Para ilustrar de forma clara estas diferencias, a continuación, se presenta un ejemplo comparativo superponiendo los resultados de la inundación sobre una imagen satelital. Esto facilita la observación precisa de cómo el alivio influye en el comportamiento del agua.

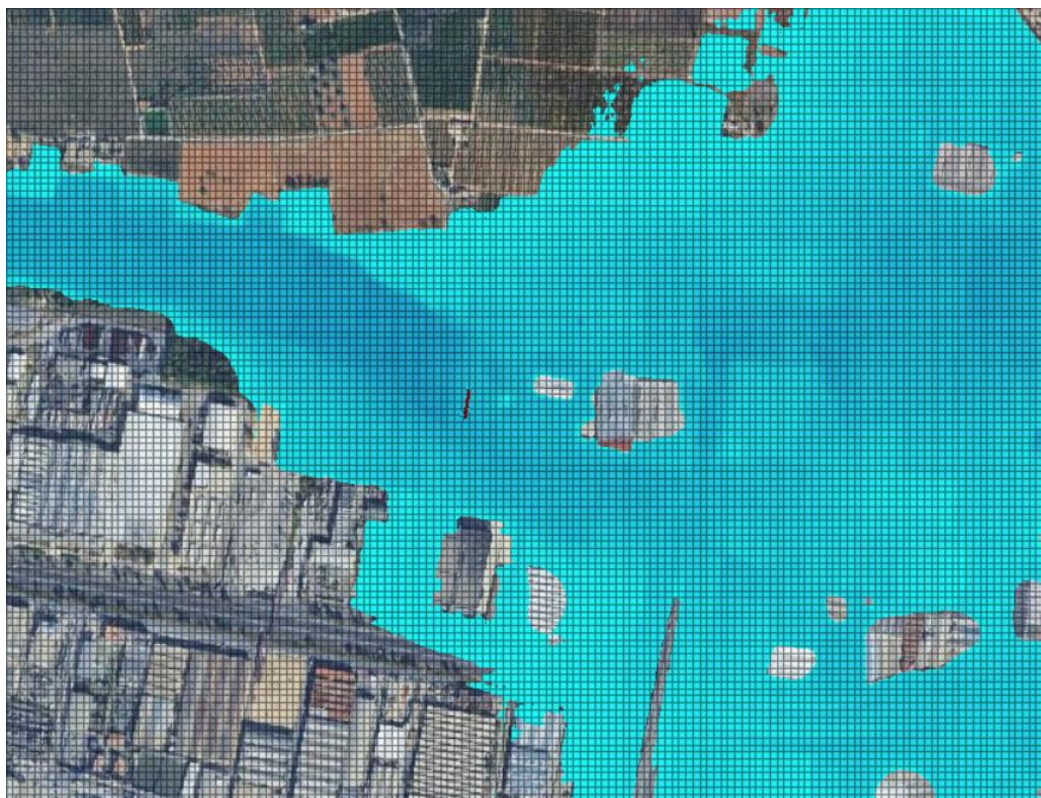


Imagen 96 : Resultado de la simulación de la inundación utilizando MDT1, superpuesto sobre imagen satélite. (propia, 2025).

En esta simulación se ha empleado el modelo digital del terreno MDT1, con el objetivo de analizar la respuesta hidráulica del entorno urbano ante un evento de gran intensidad. Para ello, se aplicó un caudal creciente, partiendo de $100 \text{ m}^3/\text{s}$ e incrementándose en intervalos de $100 \text{ m}^3/\text{s}$ hasta alcanzar un valor máximo de $2000 \text{ m}^3/\text{s}$. Esta metodología permite observar cómo evoluciona la extensión de la inundación y su comportamiento conforme aumenta el volumen de agua a lo largo del tiempo.

En la imagen se puede apreciar la distribución de la lámina de agua sobre el terreno, así como su interacción con las infraestructuras urbanas. Uno de los puntos más significativos se encuentra en la zona del muro de contención, donde el modelo indica una altura máxima del agua de 4.10 metros.



Este resultado refleja un claro efecto de acumulación producido por la presencia de dicho obstáculo, que restringe el paso del flujo y provoca un represamiento local del agua.

Además, la expansión del flujo hacia otras áreas urbanizadas se presenta de forma más contenida o canalizada, lo que pone de manifiesto la influencia de la topografía detallada por el MDT1 en la distribución del fenómeno. La representación del relieve urbano permite identificar patrones de comportamiento hidráulico ligados a pequeñas variaciones de elevación o a la presencia de estructuras físicas.

A continuación, se muestra la misma simulación utilizando el MDT2, lo que permitirá hacer una comparación sobre las variaciones en la distribución y comportamiento de la inundación de acuerdo con el modelo digital del terreno empleado.

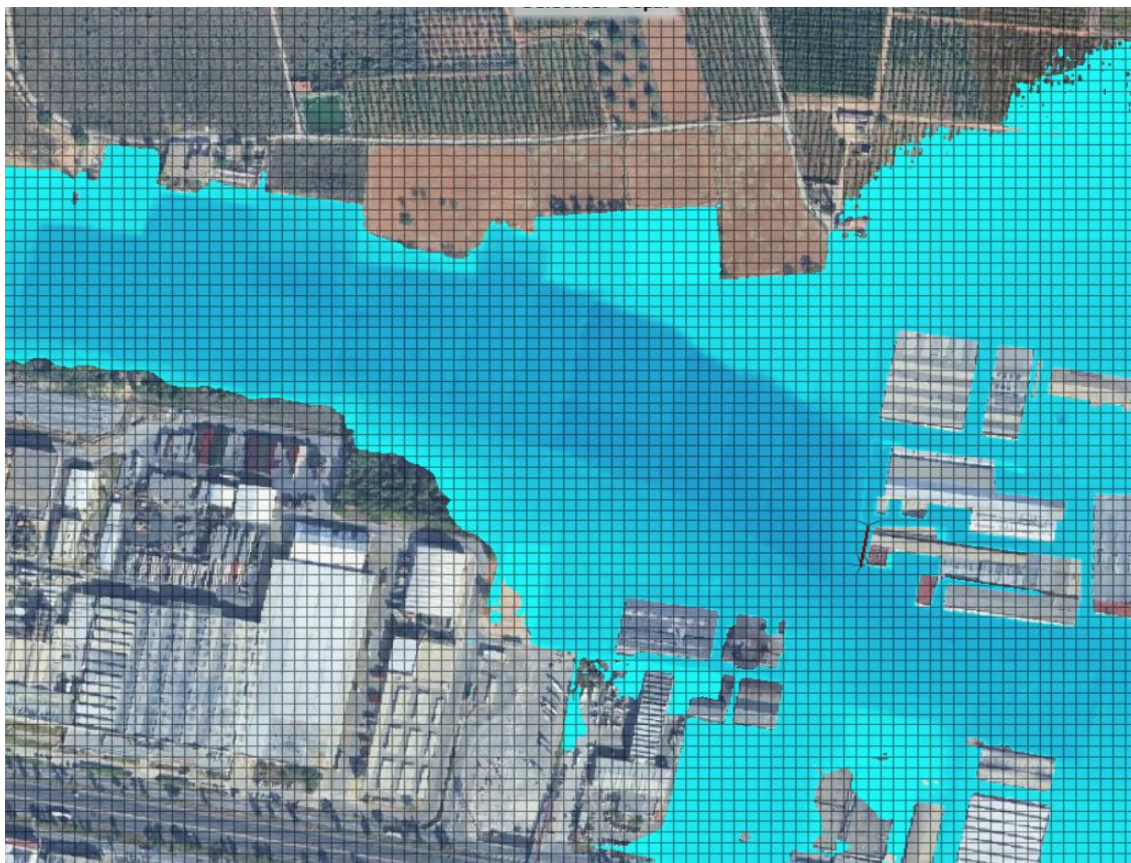


Imagen 97 : Resultado de la simulación de la inundación utilizando MDT2, superpuesto sobre imagen satélite. (propia, 2025).



En esta segunda simulación se ha empleado el modelo digital del terreno MDT2, aplicando un caudal creciente, comenzando desde 100 m³/s e incrementándose en intervalos de 100 m³/s hasta alcanzar un caudal máximo de 2000 m³/s.

Este enfoque permite evaluar con mayor realismo cómo se comporta el flujo ante un evento de gran intensidad, así como identificar las diferencias respecto al modelo anterior.

En la imagen se observa una expansión más contenida de la lámina de agua en ciertas zonas industriales y urbanas, en comparación con la simulación realizada con el MDT1. A pesar de emplear un caudal mucho mayor, la propagación lateral del flujo es más controlada en algunos sectores, lo que sugiere que el mayor detalle topográfico del MDT2 ajusta mejor la simulación a las condiciones reales del terreno.

En la zona del muro de contención, el nivel máximo del agua alcanzado en esta simulación ha sido de 4.70 metros, un valor superior a los 4.10 metros registrados con el MDT1.

Esta diferencia refleja cómo una representación más precisa del relieve puede captar con mayor fidelidad los puntos donde el agua tiende a acumularse, revelando zonas de riesgo que podrían pasar desapercibidas en modelos menos detallados.

Además, se han detectado variaciones en la configuración del flujo, con diferencias notables en la forma en que el agua se distribuye y alcanza ciertas áreas, especialmente en aquellas con pendiente suave o alteraciones topográficas. También se identifican nuevas zonas afectadas que no resultaban inundadas en la simulación con el MDT1, lo que resalta la importancia de un modelo digital preciso para la correcta evaluación del riesgo.

En conclusión, la simulación realizada con el modelo digital del terreno MDT2, aplicando un caudal creciente hasta 2000 m³/s, ha permitido obtener una representación más precisa y detallada de la dinámica hidráulica en el entorno urbano. La mayor altura alcanzada en el muro de contención, junto con la aparición de zonas adicionales inundadas, evidencia el papel clave que juega la resolución del terreno en los resultados del modelo, especialmente cuando se trata de proteger infraestructuras críticas y áreas vulnerables. Los resultados de MDT1 y MDT2 presentan diferencias notables en la distribución y profundidad del flujo, debidas al distinto nivel de detalle topográfico.



En el muro de contención, la altura máxima pasó de 4,10 m (MDT1) a 4,70 m (MDT2), un incremento del 14,6%, lo que evidencia la mayor precisión del MDT2 para identificar zonas de riesgo.

Asimismo, en distintos puntos del entorno urbano se observaron variaciones en los calados que oscilaron entre el 15% y el 40%, en función de la configuración del terreno. En zonas de baja pendiente, el MDT2 arrojó valores hasta un 18,9% superiores, mientras que en áreas donde el drenaje natural está mejor representado, los calados disminuyeron en torno al 17% respecto al MDT1. En casos puntuales, como intersecciones urbanas o zonas con microdepresiones, los calados llegaron a ser hasta un 42% mayores con el MDT2. Estas diferencias confirman que el uso de un modelo digital del terreno más preciso tiene un impacto directo en la fiabilidad del análisis hidráulico, especialmente en la detección de zonas críticas. Por tanto, la elección del MDT influye no solo en la extensión de la inundación, sino también en la evaluación exacta de profundidades y, en consecuencia, en el diseño de medidas de protección más eficaces y mejor adaptadas a la realidad del terreno.

A continuación, se adjunta una tabla resumen de los resultados:

Aspecto Evaluado	Diferencia (%) con MDT2 respecto a MDT1	Interpretación
Altura máxima del agua (muro de contención)	+14,63%	Mayor acumulación detectada con MDT2
Calado en zonas de baja pendiente	+18,9%	Aumento del nivel de agua debido a mayor precisión del relieve
Calado en zonas con buen drenaje natural	-17%	Menor acumulación gracias a mejor representación de pendientes y evacuación
Nivel de agua en zonas deprimidas del entorno urbano	+42%	MDT2 identifica pequeñas depresiones no visibles en MDT1
Variación general en calados (entorno urbano)	+15% a +40%	Rango de diferencias en función del tipo de terreno y detalle topográfico

Tabla 9: Resumen de los resultados obtenidos. (propia, 2025).



8. Propuestas de actuación y medidas correctoras para la inundación

A partir de los resultados obtenidos en la modelización hidráulica del entorno del polígono industrial de Quart de Poblet, se ha podido identificar un riesgo significativo de inundación ante eventos de precipitaciones extremas. En este contexto, se propone como medida prioritaria y más eficaz la construcción de un canal de desvío hacia el norte, diseñado para desviar los caudales fuera del área industrial.

Esta solución estructural permitiría reducir drásticamente la peligrosidad del sector, ya que el agua procedente de las zonas altas sería conducida por un trazado alternativo que evitaría el paso por el polígono. El canal aprovecharía la topografía descendente del terreno y dirigiría el flujo hacia la glorieta visible en la imagen incluida más adelante, funcionando como vía natural de desagüe. Según los resultados del modelo hidráulico, con esta alternativa se conseguiría evitar por completo la inundación del polígono, incluso en escenarios de caudales extremos. Los caudales podrían alcanzar hasta los $1050 \text{ m}^3/\text{s}$ sin que se produzca acumulación dentro del área industrial.



Imagen 98 : Trazado del posible canal a realizar. (earth, 2025).



Esta propuesta aumenta de manera notable la capacidad de desagüe del sistema, evitando que el agua llegue al polígono industrial. A diferencia de otras medidas que mitigan los efectos una vez que el agua ya ha alcanzado el entorno urbano, este canal permite desviar el riesgo antes de que se materialice, lo que lo convierte en una actuación altamente eficiente y estratégica.

En primer lugar, se plantea la mejora del cauce del barranco de la Saleta, especialmente en los tramos próximos al polígono, donde la sección hidráulica actual resulta insuficiente para evacuar grandes volúmenes de agua con rapidez. La adaptación y ampliación de este cauce permitiría reducir los calados en caso de desbordamiento y facilitaría el paso del flujo durante eventos intensos.

Asimismo, se recomienda la implantación de zonas de laminación o balsas de retención en puntos estratégicos de la cuenca, especialmente en terrenos no urbanizados aguas arriba. Estas estructuras podrían absorber parte del caudal punta generado por la escorrentía, disminuyendo así la carga que llega al entorno urbano.

Por otra parte, se ha detectado que el sistema de drenaje del propio polígono industrial presenta limitaciones frente a eventos de alta intensidad. Por ello, sería necesario mejorar la red de colectores, ampliar la capacidad de conducción, optimizar las conexiones con el cauce natural y aumentar el número de entradas de agua en superficie para permitir una evacuación más rápida y eficiente.

Además, se considera relevante incorporar soluciones estructurales localizadas, tales como muros de contención, compuertas antirreflujo, bordillos elevados o rampas de retención, particularmente en edificaciones críticas o zonas con alta exposición. Estas medidas contribuirían a evitar daños materiales puntuales en situaciones de acumulación extrema.

Desde un enfoque más amplio, se destaca la importancia de integrar la gestión del riesgo de inundación en la planificación territorial. Preservar las rutas naturales de escorrentía como espacios no edificables y mantener el equilibrio hidráulico del entorno son claves para garantizar la seguridad a medio y largo plazo.



Finalmente, se plantea como recomendación transversal la implementación de un sistema de alerta temprana, basado en sensores de nivel, estaciones meteorológicas y protocolos de actuación específicos para el entorno industrial. Este tipo de herramientas permitiría activar respuestas preventivas con antelación, minimizando el impacto de los eventos extremos sobre la población y las actividades económicas.

En resumen, si bien se han considerado diversas opciones para reducir el riesgo de inundación en Quart de Poblet, la construcción del canal de desvío hacia el norte se presenta como la alternativa más eficaz y determinante. Combinada con otras medidas complementarias, esta actuación permitiría avanzar hacia un entorno más seguro, resiliente y preparado frente a fenómenos cada vez más frecuentes y severos.



9.Conclusiones

Este Trabajo Fin de Grado ha permitido analizar cómo la exactitud de un Modelo Digital del Terreno (MDT) influye en la simulación de crecidas en entornos urbanizados, tomando como caso de estudio la zona industrial de Quart de Poblet. La comparación entre dos modelos con distinto nivel de detalle y precisión topográfica (MDT1 y MDT2), a través de simulaciones bidimensionales con HEC-RAS, evidenció que la calidad del MDT condiciona de manera decisiva los resultados. El modelo de mayor calidad (MDT2) generó una representación más fiel del entorno urbano, lo que permitió identificar zonas de riesgo no detectadas con MDT1 y mostro diferencias significativas en la distribución del agua, alcanzando hasta un 42% más de profundidad en determinados puntos.

Estos resultados confirman que una topografía incompleta o poco precisa puede afectar de manera importante a la simulación de los flujos hidráulicos, especialmente en áreas urbanas donde incluso pequeñas variaciones del terreno resultan determinantes.

Durante el desarrollo del proyecto también salieron a la luz algunas complicaciones. Los caudales iniciales fijados no fueron suficientes para reproducir una situación de DANA, por lo que fue preciso generar un escenario gradual de entre 50 y 1050 m³/s, lo que hizo posible observar la evolución del evento y la reacción del modelo en diferentes etapas. Asimismo, la carencia de datos concretos sobre algunos elementos urbanos como muros o protecciones, que no se vieron reflejados en los datos LIDAR, restringieron la representación exacta del entorno. La dificultad para contrastar los resultados con datos reales también supuso una limitación añadida para verificar el modelo.

Pese a estas limitaciones, el trabajo ha constituido una experiencia enriquecedora desde el punto de vista técnico y formativo. Ha permitido profundizar en el uso de herramientas especializadas como HEC-RAS 2D y QGIS, así como en el manejo de datos geoespaciales y la interpretación de resultados hidráulicos. Además, de favorecer el desarrollo de competencias personales vinculadas a la autonomía, la organización del tiempo y la resolución de problemas técnicos.

De cara a investigaciones futuras y propuestas de gestión, se sugiere enriquecer los modelos digitales del terreno con datos precisos sobre infraestructuras urbanas y sistemas de drenaje, llevar a cabo simulaciones a escala de cuenca e incorporar escenarios relacionados con el cambio climático.



Igualmente, desde un enfoque de planificación, son esenciales acciones como la creación de un canal de desvío al norte del polígono y la mejora del cauce del barranco de la Saleta, especialmente en los tramos cercanos, donde la sección hidráulica actual resulta insuficiente para evacuar grandes volúmenes de agua.

Para finalizar, este análisis demuestra que la calidad del modelo digital del terreno tiene un efecto directo y significativo en los resultados de la modelización hidráulica. Más allá de cumplir con el objetivo establecido, proporciona evidencias técnicas importantes y recomendaciones prácticas para la gestión del riesgo de inundaciones en zonas urbanas, siendo un recurso valioso tanto para el ámbito académico como para la planificación del territorio. En futuros trabajos sería conveniente incorporar modelos digitales del terreno de mayor resolución y metodologías hidráulicas complementarias que permitan reforzar la validez de los resultados. Asimismo, la comparación con datos de campo y la aplicación de este enfoque en otros polígonos industriales aportarían una visión más amplia y completa del riesgo de inundación.



10. Referencias bibliográficas

Ayuntamiento de Quart de Poblet. (s.f.). *Pla General d'Ordenació Urbana de Quart de Poblet*. <https://cdn.digitalvalue.es/quartdepoblet/assets2/64798d96c91b390378625add>

Bodí, M. B., et al. (2022). *Estudio de Integración Paisajística del entorno del barranco de la Saleta*. Ayuntamiento de Quart de Poblet.

Branger, F., Andréassian, V., Braud, I., Gaume, E., Ramos, M. H., & Renard, B. (2023). Hydrological behaviour of Mediterranean catchments: from data to models. *Hydrology and Earth System Sciences*, 27(13), 2973–2989. <https://doi.org/10.5194/hess-27-2973-2023>

Camarasa Belmonte, A. M., & Segura Beltrán, F. S. (2001). *Las crecidas en ramblas valencianas mediterráneas*. *Estudios Geográficos*, 62(245), 649–674. <https://doi.org/10.3989/estgeogr.2001.i245.349>

Camarasa, A. M., & Segura, F. (2001). *Crecidas e inundaciones en las ramblas mediterráneas. Comportamiento hidrológico y efectos territoriales*. Valencia: Universitat de València.

Casas, A., Lane, S. N., Yu, D., & Benito, G. (2010). A method for parametrising roughness and topographic sub-grid scale effects in hydraulic modelling from LiDAR data. *Hydrology and Earth System Sciences*, 14(8), 1567–1579. <https://doi.org/10.5194/hess-14-1567-2010>

Confederación Hidrográfica del Júcar. (s.f.). *Adecuación ambiental y drenaje de la cuenca del Poyo vertiente a la Albufera* [Documento técnico]. Dirección General del Agua. Recuperado de <https://www.chj.es/es-es/medioambiente/proyectos/Documents/Proyectos%20DT/08412117%20Poyo.pdf>



Confederación Hidrográfica del Júcar, O.A. (2025). Estudio de integración paisajística del Proyecto de acondicionamiento del barranco de la Saleta. Tramo Aldaia – nuevo cauce del Turia.

Confederación Hidrográfica del Júcar, O.A. (2022). Proyecto de acondicionamiento del barranco de la Saleta, tramo Aldaia – nuevo cauce del Turia (Valencia)

Confederación Hidrográfica del Júcar (CHJ). (s.f.). *Proyecto de adecuación ambiental y drenaje de la cuenca del Poyo* [PDF]. CHJ. <https://www.chj.es/eses/medioambiente/proyectos/Documents/Proyectos%20DT/08412117%20Poyo.pdf>

Facultat de Geografia i Història de la Universitat de València & Ajuntament de Quart de Poblet. (2012). *Quart de Poblet: Historia, arte i geografia*. <https://www.sanchosanmartin.es/quart%20historia%20arte%20i%20geografia.pdf>

Generalitat Valenciana (2015). *PATRICOVA – Plan de Acción Territorial frente al Riesgo de Inundación en la Comunitat Valenciana. Documento 02: Normativa*. Conselleria de Infraestructuras, Territorio y Medio Ambiente. Recuperado de <https://mediambient.gva.es/documents/20551069/162377494/02%2BNormativa.pdf>

iAgua. (2025, marzo). *Cartografía digital y modelado hidráulico: claves para la gestión del riesgo de inundación*. Recuperado de <https://www.iagua.es/noticias/typsa/cartografia-digital-y-modelado-hidraulico-claves-gestion-riesgo-inundacion> DUDA

Levante-EMV. (2025, 10 marzo). *El barranco del Pozalet, cuyo cauce desemboca en La Saleta, genera riesgo de inundaciones*. <https://www.levante-emv.com/comunitat-valenciana/camp-de-turia/2025/03/10/barranco-pozalet-cuyo-cauce-desemboca-115016065.html>

Lewis, T. (2024, 4 de agosto). *What is LiDAR and how are we using it for hydrological analysis?* Medium. <https://lewis-thehydrologist.medium.com/what-is-lidar-and-how-are-we-using-it-for-hydrological-analysis-92e2dad43bf7>



Marco Segura, J. B. (2013, 31 de octubre). *Memoria*. Universitat Politècnica de València.
<https://www.upv.es/contenidos/CAMUNISO/info/U0687841.pdf>

Ministerio de Ciencia, Investigación y Universidades (MICIU) & Generalitat Valenciana. (2024). *Las crecidas del 29 de octubre de 2024 en l'Horta Sud (València): claves para entender una inundación relámpago*. Proyecto PID23-150567OB-100 y CIACO/2023/081. Recuperado de <https://icv.gva.es/va/emergencias>

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2021). *Guía del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables*. Dirección General del Agua. Disponible en: https://www.miteco.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/agua/guia_snczi_baja_optimizada_tcm30-422920.pdf

Mihu-Pintilie, A., Catinas, I., & Zaharia, L. (2019). Hydraulic Modelling and LiDAR Data for Flood Risk Management: Case Study from the Moldova River Basin (Romania). *Water*, 11(9), 1832. <https://doi.org/10.3390/w11091832>

Periódico de Aquí. (2024, 21 noviembre). *Compromís Quart de Poblet reclama una balsa de laminación en el barranco del Pozalet para evitar inundaciones*. <https://valencia.elperiodicodeaqui.com/epda-noticias/compromis-quart-de-poblet-reclama-una-balsa-de-laminacion-en-el-barranco-del-pozalet-para-evitar-inundaciones/367146>

Weather Spark. (s.f.). *Clima promedio en Quart de Poblet, España durante todo el año*. Recuperado el 25 de mayo de 2025, de <https://es.weatherspark.com/y/42716/Clima-promedio-en-Quart-de-Poblet-Espa%C3%B1a-durante-todo-el-a%C3%B1o>