



Universidad
Politécnica
de Cartagena

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos,
Canales y Puertos y de Ingeniería de Minas

Estudio de inundabilidad de una cuenca drenante al Sur del Mar Menor

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Máster Universitario en Ingeniería de Caminos,
Canales y Puertos

Autor: Antonio Carlos García Sánchez

Director: José María Carrillo Sánchez

Codirector: Bartolomé Morote Sánchez

Cartagena, 2024

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quería agradecer a mis tutores José María Carrillo y Bartolomé Morote por su apoyo y guía en la elaboración de este trabajo. Especialmente, me gustaría agradecer a Bartolomé por ayudarme como compañero, profesor y, en esta última etapa, director de este trabajo.

Seguidamente, quería agradecer a mi familia, especialmente a mis padres, Mari y Antonio, por su apoyo económico y moral sin el cual no habría podido llegar al punto al que he llegado. Agradecer también a mis hermanos, Vanesa, Marta y José Javier, su apoyo y compañía en todo este camino.

Por otro lado, me gustaría agradecer a mis compañeros de la UPCT, tanto aquellos con los que cursé el grado como con los que terminé el máster, hacer especial atención a Isa, Clara, Bartolo, Martín, Noel, Joseada, y Laura. Gracias por hacer más amenos los días de estudio y por echarme una mano siempre que la he necesitado.

Así mismo, me gustaría expresa mi agradecimiento a mis amigos “de toda la vida”, aquellos que me acompañaron desde el colegio o que se unieron en el instituto. Aquellos que, a pesar de escuchar por mi parte un “tengo que estudiar, no puedo quedar” una y otra vez, siguen ahí.

Me gustaría agradecer a mi pareja, Carlos, que me ha acompañado durante estos años de máster y ha estado a mi lado en mis primeros pasos profesional. Espero que podamos seguir cumpliendo objetivos y metas juntos.

Por último, y no por ello menos importante, me gustaría agradecer al Ministerio de Educación, Formación Profesional y Deportes del Gobierno de España por su sistema de educación pública y sus servicios de becas y ayudas al estudio sin las cuales no podría haber cursado mis estudios.

ÍNDICE

1.	Introducción.....	1
1.1.	Objetivos del estudio.....	1
2.	Bases teóricas de la modelización hidrológica e hidráulica.....	4
2.1.	Modelos unidimensionales (1D)	4
2.2.	Modelos bidimensionales (2D)	6
3.	Caracterización de la cuenca	8
3.1.	Información de partida	8
3.2.	Características físicas de las cuencas de estudio.....	8
4.	Estudio hidrológico.....	10
4.1.	Método racional	12
4.1.1.	Intensidad de precipitación - $I(T, t_c)$	13
4.1.1.1.	Intensidad media diaria de precipitación corregida - I_d	13
4.1.1.2.	Factor de intensidad - F_{int}	15
4.1.1.3.	Intensidad de precipitación - $I(T, t)$	16
4.1.2.	Coeficiente de escorrentía - C	17
4.1.2.1.	Umbral de escorrentía - P_0	17
4.1.2.2.	Coeficiente de escorrentía - C	22
4.1.3.	Área de la cuenca - A	22
4.1.4.	Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación - K_t	23
4.1.5.	Caudal de diseño - Q_T	23
4.2.	Método de cálculo para las cuencas pequeñas de Levante y Sureste peninsular	24
4.3.	Modelo hidrológico HEC-HMS.....	25
4.3.1.	Definición del esquema del modelo.	27
4.3.2.	Número de curva SCS	28
4.3.3.	Hidrograma unitario SCS	32
4.3.4.	Precipitación.....	32
4.3.5.	Resultados del modelo hidrológico HMS.....	33
4.4.	Resultados	35
5.	Estudio hidráulico.....	37
5.1.	Características modelo hidráulico	37
5.2.	Escenario 0: situación previa.	43
5.3.	Escenario 1: situación actual.....	45
5.4.	Escenario 2: situación futura.....	46
6.	Análisis de los resultados.....	48

6.1.	Comparación <i>Escenario 0</i> y <i>Escenario 1</i>	49
6.2.	Comparación <i>Escenario 0</i> y <i>Escenario 2</i>	52
7.	Conclusiones.....	55
8.	Bibliografía.....	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Delimitación de la cuenca del Barranco de Ponce.....	9
Figura 2 – Subcuencas consideradas en la cuenca del Barranco de Ponce.	12
Figura 3 – Mapa del índice de torrencialidad (Fuente: Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la norma 5.2 - IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras, Figura 2.4).....	16
Figura 4 – Grupo hidrológico del suelo.....	19
Figura 5 – Pendiente del terreno.....	19
Figura 6 – Usos del suelo con tipología según Corine Land Cover.	20
Figura 7 – -Coeficiente corrector del umbral de escorrentía (Fuente: Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la norma 5.2 - IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras, Tabla 2.5).....	21
Figura 8 – -Parámetros para el cálculo en cuencas pequeñas el levante y sureste peninsular ($T > 25$ años) (Fuente: Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la norma 5.2 - IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras, Tabla 2.6).	24
Figura 9 – Esquema del modelo HEC-HMS de la subcuenca 1 - Derecha.	27
Figura 10 – Esquema del modelo HEC-HMS de la subcuenca 2 - Izquierda.	27
Figura 11 – Esquema del modelo HEC-HMS de la subcuenca 3 - Final.	28
Figura 12 – Mapa digital Corine Land Cover (2018) aplicado a la cuenca del Barranco de Ponce.....	31
Figura 13 – Representación de los tipos de tormentas de 24 h obtenidos por el SCS. Fuente: US Army Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center.....	32
Figura 14 – Hidrograma de salida la subcuenca 1 (Derecha) del Barranco de Ponce. T500 años.	33
Figura 15 – Hidrograma de salida de la subcuenca 2 (Izquierda) del Barranco de Ponce. T500 años.....	34
Figura 16 – Hidrograma de salida de la subcuenca 3 (Final) del Barranco de Ponce. T500 años.	34
Figura 17 – Malla bidimensional del modelo hidráulico.....	37
Figura 18 – Malla bidimensional refinada en la zona del cauce del modelo hidráulico.....	38
Figura 19 – Equivalencia del uso del suelo con el coeficiente de rugosidad (Fuente: Guía metodológica para el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de zonas Inundables – Ministerio de Medio ambiente y medio rural y Marino, Gobierno de España, 2011).	39
Figura 20 – Continuación. Equivalencia del uso del suelo con el coeficiente de rugosidad (Fuente: Guía metodológica para el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de zonas Inundables – Ministerio de Medio ambiente y medio rural y Marino, Gobierno de España, 2011).	40
Figura 21 – Continuación. Equivalencia del uso del suelo con el coeficiente de rugosidad (Fuente: Guía metodológica para el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de zonas Inundables – Ministerio de Medio ambiente y medio rural y Marino, Gobierno de España, 2011).	41
Figura 22 – Continuación. Equivalencia del uso del suelo con el coeficiente de rugosidad (Fuente: Guía metodológica para el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de zonas Inundables – Ministerio de Medio ambiente y medio rural y Marino, Gobierno de España, 2011).	42
Figura 23 – Hidrogramas de entrada para los distintos periodos de retorno.	42
Figura 24 – Condiciones de contorno del modelo hidráulico.....	43

Figura 25 – Escenario 0. Periodo de retorno 500 años. Calados (m).	44
Figura 26 – Escenario 0. Geometría.	44
Figura 27 – Escenario 0. Geometría.	45
Figura 28 – Escenario 1. Periodo de retorno 500 años. Calados (m).	46
Figura 29 – Áreas de laminación contempladas en la Fase II del Proyecto de restauración Hidrológico- Forestal (Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico –Gobierno de España).	47
Figura 30 – Escenario 2. Periodo de retorno 500 años. Calados (m).	47
Figura 31 – Zona Inundable con Probabilidad Baja o Excepcional – T = 500 años (Fuente: SNCZI - MITERD).	48
Figura 32 – Comparación llanura de inundación del SNCZI y del Escenario 0 asociada al periodo de retorno de 500 años	49
Figura 33 – Diferencia de los calados producidos en el Escenario 1 y en el Escenario 0 para T10 años. .	50
Figura 34 – Punto crítico en torno al Dique 10. T10 años.....	50
Figura 35 – Diferencia de los calados producidos en el Escenario 1 y en el Escenario 0 para T100 años.	51
Figura 36 – Diferencia de los calados producidos en el Escenario 1 y en el Escenario 0 para T500 años.	51
Figura 37 – Diferencia de los calados producidos en el Escenario 2 y en el Escenario 0 para T10 años. .	52
Figura 38 – Áreas de laminación de avenidas. T500 años.	53
Figura 39 – Diferencia de los calados producidos en el Escenario 2 y en el Escenario 0 para T100 años.	53
Figura 40 – Diferencia de los calados producidos en el Escenario 2 y en el Escenario 0 para T500 años.	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 – Ventajas y limitaciones del empleo de modelos 1D.....	5
Tabla 2 – Ventajas y limitaciones del empleo de modelos 2D.....	7
Tabla 3 – Características geométricas del Barranco de Ponce.	8
Tabla 4 – Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca.	14
Tabla 5 – Precipitación diaria para los diferentes periodos de retorno.	14
Tabla 6 – Intensidad media diaria de precipitación corregida.....	15
Tabla 7 – Factor de intensidad para el Barranco de Ponce.....	16
Tabla 8 – Intensidad de precipitación para el Barranco de Ponce.....	17
Tabla 9 – Valor inicial del umbral de escorrentía	20
Tabla 10 – Umbral de escorrentía	22
Tabla 11 – Coeficiente de escorrentía de las subcuencas consideradas en la cuenca del Barranco de Ponce	22
Tabla 12– Área de las subcuencas consideradas en la cuenca del Barranco de Ponce	22
Tabla 13– Coeficiente de uniformidad de las subcuencas consideradas en la cuenca del Barranco de Ponce	23
Tabla 14 – Caudal obtenido mediante el método racional para los T10, T100 y T500 años.	23
Tabla 15 – Caudal para T10, T100 y T500 años para las subcuencas del Barranco de Ponce según el método de cálculo para las cuencas pequeñas del Levante y Sureste peninsular.	25
Tabla 16 – Grupo hidrológico del suelo	28
Tabla 17 – Leyenda del mapa digital Corine Land Cover, 2018.....	29
Tabla 18 – Continuación leyenda del mapa digital Corine Land Cover, 2018.....	30
Tabla 19 – Número de curva asociada a cada subcuenca del Barranco de Ponce.....	31
Tabla 20 – Tiempo de desfase para el cálculo del hidrograma unitario de las subcuencas del Barranco de Ponce.	32
Tabla 21 – Precipitación de diseño de las subcuencas del Barranco de Ponce.	33
Tabla 22 – Caudal máximo de las subcuencas del Barranco de Ponce.	33
Tabla 23 – Caudal máximo de las subcuencas del Barranco de Ponce obtenido por los diferentes métodos.	35
Tabla 24 – Caudal máximo de las subcuencas del Barranco de Ponce.	36
Tabla 25 – Características de los diques de la Fase II del Proyecto de Restauración Hidrológico-Forestal (Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico –Gobierno de España).	46
Tabla 26 – Caudales asociados a cada periodo de retorno (Fuente: SNCZI - MITERD).	48

1. Introducción

A lo largo de los tiempos, las inundaciones han desempeñado un papel crucial en el desarrollo y crecimiento de las civilizaciones. Desde las primeras sociedades agrícolas, las crecidas de ríos como el Nilo, el Tigris y el Éufrates proporcionaron suelos fértiles gracias a los sedimentos depositados durante las inundaciones, lo que permitió la expansión de la agricultura y el surgimiento de grandes imperios. Estas aguas enriquecían la tierra, facilitando el cultivo de alimentos y permitiendo el crecimiento demográfico y urbano.

Sin embargo, las inundaciones también han representado un gran desafío y un grave peligro. En China, las repetidas inundaciones del río Amarillo, conocido como el "Dolor de China", han causado inmensas destrucciones a lo largo de la historia, obligando a las sociedades a desarrollar sofisticados sistemas de control de aguas y diques para protegerse. A modo de ejemplo, cabe mencionar las inundaciones de los ríos Yangtsé, Huai y Amarillo en 1931 que resultaron en uno de los mayores desastres naturales registrados. Se estima que las inundaciones causaron la muerte de entre 1 y 4 millones de personas debido al desbordamiento masivo de los ríos, la falta de alimentos y el brote de enfermedades posteriores (Li, 2010).

A medida que las civilizaciones han crecido y se han expandido, la interacción con el agua ha continuado siendo un factor determinante en su desarrollo. La necesidad de gestionar las inundaciones ha impulsado avances en ingeniería, arquitectura y planificación urbana, tal y como se puede ver en los Países Bajos tras la inundación del Mar del Norte de 1953. Este evento, que afectó gravemente a los Países Bajos y al Reino Unido, fue uno de los desastres más devastadores del siglo XX en Europa. Un ciclón provocó marejadas ciclónicas que rompieron diques y barreras, inundando amplias áreas de tierra baja. Como consecuencia de este grave acontecimiento, en los Países Bajos, este evento llevó al desarrollo de las extensas obras de ingeniería del Plan Delta, destinadas a proteger el país de futuras inundaciones (Gerritsen, 2005).

Hoy en día, las inundaciones representan un grave riesgo tanto para las áreas urbanas como rurales, causando pérdidas económicas, desplazamientos poblacionales, daños en infraestructuras y pérdidas humanas. Según la Organización Meteorológica Mundial (OMM), más del 50% de las víctimas por desastres naturales en las últimas dos décadas han sido causadas por eventos relacionados con inundaciones (WMO, 2017). Además, los impactos de las inundaciones son amplificados por factores como el cambio climático, el crecimiento urbano descontrolado y la deforestación, que modifican la capacidad natural de las cuencas para retener y drenar el agua. En este sentido, el cambio climático está intensificando el riesgo de inundaciones a nivel mundial. Las proyecciones indican que el aumento en la frecuencia e intensidad de fenómenos meteorológicos extremos, como tormentas y precipitaciones intensas, incrementará la probabilidad de eventos de inundación severos (IPCC, 2021).

No obstante, el creciente conocimiento sobre el ciclo hidrológico, así como el desarrollo de modelos hidrológicos como el HEC-HMS y otras herramientas de simulación, ha mejorado nuestra capacidad para predecir y mitigar inundaciones.

1.1. Objetivos del estudio

Las inundaciones en el sureste peninsular son un fenómeno recurrente que ha afectado a esta región históricamente, causando significativos daños materiales, medioambientales y, en algunos casos, pérdida de vidas humanas. Esta zona es particularmente vulnerable debido a una combinación de factores geográficos, climáticos y humanos.

El sureste español se caracteriza por un clima semiárido, con precipitaciones irregulares y concentradas en cortos periodos, lo que puede provocar fuertes lluvias torrenciales debido a fenómenos como la gota fría o DANA (Depresión Aislada en Niveles Altos). Además, la topografía de la región, con numerosas cuencas

y ramblas, también contribuye a la rápida acumulación de agua y la formación de avenidas que inundan áreas urbanas y agrícolas.

Así mismo, las lluvias intensas en el Campo de Cartagena, particularmente cuando ocurren en el entorno de las Sierras Mineras, tienen un impacto significativo en el ecosistema del Mar Menor, así como en la propia cuenca hidrográfica. Estas montañas, ricas en minerales y con un largo historial de explotación minera, tienen suelos erosionados y desnudos que, tras décadas de actividad minera, son incapaces de absorber adecuadamente las precipitaciones.

Cuando se producen episodios de lluvias torrenciales, no solo se producen inundaciones en áreas urbanas y agrícolas, sino que también el agua arrastra grandes cantidades de sedimentos, metales pesados y otros contaminantes desde las Sierras Mineras hacia el Campo de Cartagena y, finalmente, al Mar Menor. A este hecho, se suma que muchas de las infraestructuras hidráulicas existentes en el Campo de Cartagena no están preparadas para manejar el volumen de agua y sedimentos producido durante estos episodios y permiten que el agua cargada de metales pesados y nutrientes excesivos llegue al Mar Menor, acelerando los problemas ambientales.

Por tanto, el resultado de esta situación es doblemente devastador: por un lado, las inundaciones causan daños materiales significativos y afectan a las actividades económicas en el Campo de Cartagena y, por otro lado, la llegada masiva de sedimentos y contaminantes al Mar Menor deteriora aún más su frágil equilibrio ecológico, afectando la biodiversidad y la calidad del agua. Este problema pone de relieve la necesidad de una gestión integral de las cuencas hidrográficas, la restauración ambiental de las Sierras Mineras y la implementación de infraestructuras que puedan mitigar tanto las inundaciones como la contaminación de la laguna.

Para poder llevar a cabo una actuación coordinada de todas las Administraciones Públicas para reducir las consecuencias negativas de las inundaciones fue aprobado el Plan de Gestión del Riesgo de Inundación de la Demarcación Hidrográfica del Segura (en adelante, PGRI)

La herramienta clave de la Directiva 2007/60/CE, de evaluación y gestión de los riesgos de inundación (Directiva de Inundaciones), es la elaboración, aprobación e implantación de los Planes de Gestión del Riesgo de Inundación (PGRI), regulados a su vez por los capítulos IV y V del Real Decreto 903/2010, de 9 de julio, de evaluación y gestión de riesgos de inundación, que transpone al ordenamiento jurídico español la Directiva de Inundaciones. La mayor parte de los Planes de Gestión del Riesgo de Inundación (16 Demarcaciones Hidrográficas), fueron aprobados por el Gobierno, en reunión del Consejo de Ministros del 15 de enero de 2016 y publicados en el BOE nº 19, de 22 de enero de 2016.

En el marco del PGRI se ha redactado el Proyecto de Restauración Hidrológico-forestal para reducción de riesgo de inundación y mejora ambiental en el Barranco de Ponce y Rambla de Carrasquilla (T.M. d Cartagena) en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR), en adelante Proyecto de Restauración Hidrológico-Forestal.

El mencionado Proyecto de Restauración Hidrológico-Forestal se ha planteado en dos fases, Fase I (ya ejecutada) y Fase II (en proceso de redacción). La primera de las fases incluía la construcción de 10 infraestructuras de laminación, sedimentación y retención de agua mientras que la Fase II plantea la ejecución de 14 de estas infraestructuras.

Si bien el objeto principal del Proyecto de Restauración Hidrológico-Forestal es la disminución de los aportes al Mar Menor de caudales sólidos contaminados con metales pesados, fertilizantes y pesticidas, consecuentemente se producirá una reducción del caudal circulante por las ramblas objeto de estudio, disminuyéndose, por tanto, los posibles efectos adversos de las inundaciones.

Por tanto, el presente Trabajo de Fin de Máster supone un análisis de la inundabilidad asociada al Barranco de Ponce, siguiendo el procedimiento y la metodología empleados en el Sistema Nacional de Cartografía

de Zonas inundables (SNCZI) desarrollado por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Para ello, se seguirá el siguiente procedimiento:

- Realización de modelos hidrológicos para la obtención de los caudales drenados por el Barranco del Ponce.
- Modelización hidráulica de la situación previa y comparación con las manchas de inundación incluidas en el SNCZI.
- Modelización hidráulica de la situación actual en la que se tienen en cuenta las medidas incluidas en la Fase I del Proyecto de Restauración Hidrológico y comparación con la situación previa.
- Modelización hidráulica de la situación futura introduciendo las medidas incluidas en la Fase II del Proyecto de Restauración Hidrológico y comparación con las situación previa y actual.

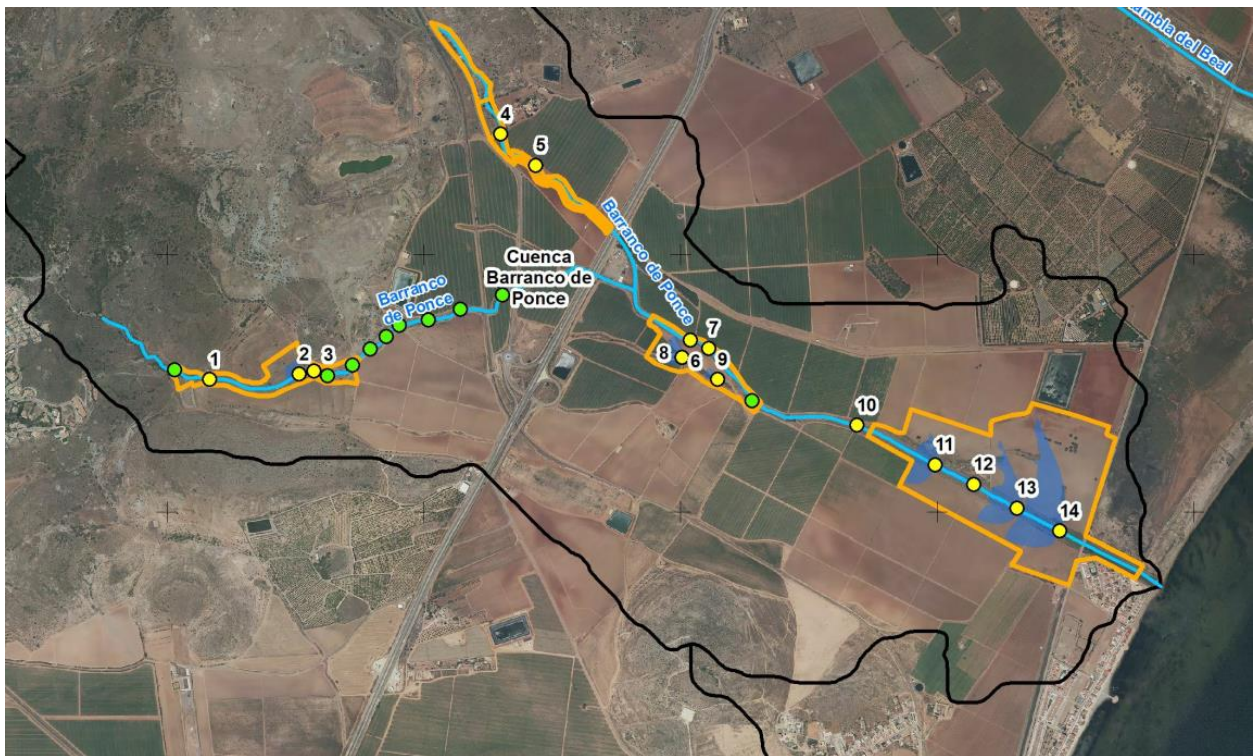


Figura 1 – Ámbito del Proyecto de Restauración Hidrológico-Forestal (Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico –Gobierno de España).

2. Bases teóricas de la modelización hidrológica e hidráulica

Los modelos hidrodinámicos son herramientas matemáticas utilizadas para simular y predecir el comportamiento del agua en sistemas naturales y construidos, como ríos, lagos, estuarios y zonas costeras. Estos modelos se basan en las ecuaciones de conservación de masa, cantidad de movimiento y energía, que describen cómo fluye el agua, cómo interactúa con el terreno y cómo responde a diversos factores, como la topografía, el clima y las estructuras humanas. En el contexto del estudio de inundaciones, los modelos hidrodinámicos permiten analizar y predecir cómo se desplazará el agua durante eventos de lluvia intensa, deshielos o rotura de presas, entre otros escenarios.

El objetivo principal de estos modelos es prever la extensión, profundidad, duración y velocidad de las inundaciones, lo que es crucial para la gestión de riesgos, la planificación de medidas de mitigación y la protección de infraestructuras y poblaciones. Los modelos hidrodinámicos pueden ser unidimensionales (1D), bidimensionales (2D) o incluso tridimensionales (3D), dependiendo de la complejidad del flujo a modelar y los datos disponibles.

Los modelos hidrodinámicos unidimensionales (1D) y bidimensionales (2D) son dos de los enfoques más utilizados para simular el comportamiento del agua en el estudio de inundaciones. Aunque ambos tipos de modelos sirven para predecir cómo el agua se desplaza a través del paisaje, difieren en su capacidad para representar la complejidad del flujo y el tipo de situaciones en las que son más adecuados.

2.1. Modelos unidimensionales (1D)

Los modelos 1D son los más sencillos y se utilizan principalmente en sistemas fluviales o canales, donde el flujo de agua puede representarse a lo largo de una única dirección, es decir, siguiendo el eje principal del río o canal. Estos modelos asumen que las variaciones en la dirección perpendicular al flujo son insignificantes, por lo que se centran únicamente en la evolución del flujo a lo largo de la longitud del curso de agua.

Respecto al cálculo matemático de los modelos unidimensionales, éstos resuelven las ecuaciones de Saint-Venant, que derivan de las leyes de conservación de masa (E1) y cantidad de movimiento (E2). A continuación, se muestran las formas unidimensionales de las ecuaciones de conservación de masa y de cantidad de movimiento:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = 0 \quad (E1)$$

Donde:

Q es el caudal, definido a su vez como el producto de la velocidad media entre secciones transversales y el área de dichas secciones transversales.

A es el área de las secciones transversales.

t es el tiempo.

x es el espacio.

$$\frac{\partial v}{\partial t} + g \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{v^2}{2g} + h \right) = g(S_0 - S_f) \quad (E2)$$

Donde:

v es la velocidad media del flujo

h es el calado.

g es la aceleración de la gravedad.

S_f es la pendiente de fricción.

S_0 es la pendiente del lecho del cauce.

t es el tiempo.

x es el espacio.

En relación a las aplicaciones típicas de los modelos unidimensionales se destacan las siguientes:

- Ríos y canales largos donde el agua se desplaza predominantemente en una sola dirección.
- Evaluación del impacto de crecidas en cauces estrechos o sistemas de drenaje.
- Diseño y evaluación de obras hidráulicas, como presas y diques, ya que permiten modelar cómo afectarán estas estructuras al nivel y caudal del agua.
- Análisis de la propagación de ondas de inundación causadas por rotura de presas o crecidas fluviales.

Así mismo, el empleo de modelos unidimensionales representa una serie de ventajas y limitaciones, destacando:

Ventajas	Limitaciones
Menor complejidad computacional y requerimientos de datos, lo que los hace más rápidos y fáciles de ejecutar.	No capturan adecuadamente flujos en áreas donde el agua puede moverse en múltiples direcciones, como llanuras de inundación o áreas urbanas.
Adecuados para tramos largos de ríos o canales con un perfil bien definido.	La precisión disminuye en zonas con geometrías complejas o donde el flujo no sigue claramente una única dirección.

Tabla 1 – Ventajas y limitaciones del empleo de modelos 1D.

2.2. Modelos bidimensionales (2D)

Los modelos 2D permiten simular el flujo del agua en dos direcciones horizontales, representando mejor los escenarios en los que el agua puede desplazarse libremente sobre una superficie más extensa. Estos modelos son especialmente útiles para simular inundaciones en llanuras, deltas, costas o áreas urbanas, donde el agua se mueve en múltiples direcciones de manera compleja. En estos casos, el uso de ecuaciones de aguas someras (Shallow Water Equations) permite modelar con precisión tanto la altura del agua como su velocidad y dirección a lo largo de la superficie.

Las ecuaciones bidimensionales de aguas someras representan la conservación de la masa (E3) y la cantidad de movimiento (E4 y E5) en el plano.

Respecto a la ecuación de continuidad o conservación de la masa, se tiene:

$$\frac{\partial H}{\partial t} + \frac{\partial(hu)}{\partial x} + \frac{\partial(hv)}{\partial y} + q = 0 \quad (E3)$$

Donde:

H es la energía específica.

h es el calado.

u es la velocidad media en dirección x .

v es la velocidad media en dirección y .

q es la entrada de fuentes externas tales como la precipitación.

t es el tiempo.

x es el espacio en dirección x .

y es el espacio en dirección y .

Por otro lado, las ecuaciones de cantidad de movimiento se descomponen en dos ecuaciones, una para cada dirección espacial, quedando las ecuaciones E4 y E5 para las direcciones x e y , respectivamente:

$$\frac{\partial(hu)}{\partial t} + \frac{\partial(hu^2)}{\partial x} + \frac{\partial(huv)}{\partial y} = -gh \frac{\partial z}{\partial x} - \frac{\tau_{bx}}{\rho} + [\dots] \quad (E4)$$

Donde:

g es la aceleración de la gravedad.

z es la elevación del fondo.

τ_{bx} es la fuerza de fricción del lecho en la dirección x .

ρ es la densidad del agua.

$$\frac{\partial(hu)}{\partial t} + \frac{\partial(hu^2)}{\partial y} + \frac{\partial(huv)}{\partial x} = -gh \frac{\partial z}{\partial y} - \frac{\tau_{by}}{\rho} + [\dots] \quad (E5)$$

Donde:

g es la aceleración de la gravedad.

z es la elevación del fondo.

τ_{bx} es la fuerza de fricción del lecho en la dirección y .

ρ es la densidad del agua.

Respecto a las principales aplicaciones de los modelos bidimensionales cabe resaltar:

- Llanuras de inundación donde el agua puede expandirse y moverse lateralmente sobre grandes superficies, como en el caso de grandes ríos que desbordan.
- Zonas urbanas: Para modelar cómo las calles, edificaciones y sistemas de drenaje afectan el comportamiento de las aguas en áreas con infraestructura compleja.
- Costas y estuarios: Para simular cómo las inundaciones se propagan en áreas costeras debido a marejadas ciclónicas, tsunamis o la subida del nivel del mar.
- Análisis de riesgo y gestión de emergencias: Los modelos 2D permiten desarrollar mapas de riesgo más detallados y precisos, proporcionando una mejor base para la toma de decisiones.

Ventajas	Limitaciones
Mayor precisión en la representación de flujos complejos en áreas donde el agua puede desplazarse en distintas direcciones.	Mayor demanda computacional
Capturan mejor la interacción del agua con el terreno en áreas planas o con múltiples obstáculos, como ciudades o zonas con diques.	Mayor necesidad de datos detallados sobre la topografía y el terreno, lo que puede aumentar el tiempo de simulación.
Adecuados para simular escenarios de inundaciones rápidas y la propagación de agua en eventos extremos, como crecidas repentinas.	Su complejidad puede hacerlos innecesarios en casos donde el flujo sigue principalmente una única dirección.

Tabla 2 – Ventajas y limitaciones del empleo de modelos 2D.

3. Caracterización de la cuenca

3.1. Información de partida

La información cartográfica utilizada en el estudio hidrológico proviene del PNOA (Plan Nacional de Ortofotografía Aérea) y del IGN (Instituto Geográfico Nacional). En concreto, las hojas descargadas del IGN son las siguientes:

- Ortofotografía de máxima actualidad, hoja 978 [Fecha de descarga: 29 de julio de 2024].
- Modelo Digital del Terreno 2º cobertura (2015 – Actualidad) con paso de malla de 2 metros. Hoja 978 [Fecha de descarga: 29 de julio de 2024].
- Modelo Digital del Terreno 2º cobertura (2015 – Actualidad) con paso de malla de 5 metros. Hoja 978 [Fecha de descarga: 29 de julio de 2024].
- Modelo Digital del Terreno – MDT25 (2009 – 2014). Hoja 978 [Fecha de descarga: 29 de julio de 2024].
- Capas de uso del suelo: SIOSE Y Corine Land Cover [Fecha de descarga: 29 de julio de 2024].

No obstante, en dichos modelos de elevación se han detectado ciertas anomalías consistentes en una mala consideración de la cota del lecho del cauce, suponiéndose esta como la cota superior de la obra de paso en cuestión. De este modo, mediante la modificación de las cotas de esos elementos clave mediante herramientas de Sistema de Información Geográfica (GIS), se ha podido adaptar el Modelo de Elevación del Terreno a la realidad existente.

Adicionalmente, en la parte geométrica del modelo se ha considerado información sobre elementos como obras de drenaje transversales y obras de paso obtenida de las visitas a campo. De este modo, ha sido posible realizar un inventario de todas aquellas obras de drenaje, tal y como se muestra en el *Anexo II*.

3.2. Características físicas de las cuencas de estudio

El Barranco de Ponce nace en la Sierra Minera de Cartagena, drenando parte del Campo de Cartagena hasta su desembocadura en el Mar Menor, próximo al núcleo urbano de Los Nietos. Mediante el tratamiento de los datos del terreno descritos anteriormente en un sistema de información geográfica (GIS) se ha definido la cuenca hidrográfica del Barranco del Ponce, tal y como se muestra en la *Figura 2* Así mismo, en la *Tabla 3* se han recogido las principales características geométricas de la rambla objeto de estudio, destacando la el área, las cotas máxima y mínima (medidas sobre el nivel medio del mar en Alicante), la longitud del cauce principal y la pendiente media del tramo de estudio.

Área (km ²)	Cota máxima (m.s.n.m.)	Cota mínima (m.s.n.m.)	Longitud máxima (m)	Pendiente media (m/m)
6.25	121.07	0.31	5001.5	0.024

Tabla 3 – Características geométricas del Barranco de Ponce.



Figura 2 – Delimitación de la cuenca del Barranco de Ponce.

4. Estudio hidrológico

De acuerdo con la Norma 5.2 – IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras, el caudal máximo anual correspondiente a un determinado período de retorno QT, se debe determinar a partir de la información sobre caudales máximos que proporcione la Administración Hidráulica competente. En caso de no disponer de dicha información, se debe calcular a través de los siguientes métodos de cálculo de caudales:

- **Racional:** Supone la generación de escorrentía en una determinada cuenca a partir de una intensidad de precipitación uniforme en el tiempo, sobre toda su superficie.

No tiene en cuenta: aportación de caudales procedentes de otras cuencas o trasvases a ellas, existencia de sumideros, aportaciones o vertidos puntuales, singulares o accidentales de cualquier clase, presencia de lagos, embalses o planas inundables que puedan producir efecto laminador o desviar caudales hacia otras cuencas, aportaciones procedentes del deshielo de la nieve u otros meteoros, caudales que afloren en puntos interiores de la cuenca derivados de su régimen hidrogeológico.

Cuando se aplique el método racional se debe comprobar que ninguno de estos factores pueda resultar relevante. Este método se desarrolla en el apartado 2.2. de la Norma 5.2 – IC.

- **Estadístico:** Se basa en el análisis de series de datos de caudal medidos en estaciones de aforo u otros puntos. Dichas series se pueden complementar con datos sobre avenidas históricas.
- **Otros métodos hidrológicos:** que deben ser adecuados a las características de cada cuenca.

La elección del método de cálculo más adecuado a cada caso concreto debe seguir el siguiente procedimiento:

- En cuencas de área inferior a cincuenta kilómetros cuadrados ($A < 50 \text{ km}^2$):
 - Utilización de datos sobre caudales máximos proporcionados por la Administración Hidráulica.
 - Si la Administración Hidráulica no dispone de datos sobre caudales máximos se debe aplicar el método racional, con las particularidades del apartado 2.3 cuando las obras se ubiquen en el Levante y Sureste peninsular.
- En cuencas de área superior o igual a cincuenta kilómetros cuadrados ($A \geq 50 \text{ km}^2$):
 - Utilización de datos sobre caudales máximos proporcionados por la Administración Hidráulica.
 - Si la Administración Hidráulica no dispone de datos sobre caudales máximos:
 - Cuando existan estaciones de aforo próximas, que se consideren suficientemente representativas, se utilizará el método estadístico.
 - Cuando los caudales no puedan estimarse a partir de estaciones de aforo, se deben aplicar métodos hidrológicos adecuados a las características de la cuenca, que se deben contrastar con la información de que se disponga sobre caudales de avenida. En la realización de estos estudios se tendrá en cuenta la información disponible sobre avenidas históricas o grandes eventos de precipitación.

No obstante lo anterior, puesto que el área de estudio se encuentra en el Levante y Sureste peninsular (regiones 72, 821 y 822 de la figura 2.9 de la presente norma), se debe aplicar el siguiente método:

- Si el período de retorno es inferior a o igual a veinticinco años ($T \leq 25$ años) el caudal máximo anual correspondiente QT, se debe determinar según el método racional (apartado 2.2 de la Norma).
- Si el período de retorno es superior a veinticinco años ($T > 25$ años) el caudal máximo anual correspondiente QT, se debe determinar del siguiente modo:
 - A partir de un estudio específico, mediante métodos estadísticos o modelos hidrológicos, que tenga en cuenta la información sobre avenidas históricas o grandes eventos de precipitación, en la zona de estudio o en zonas próximas similares suficientemente representativas, bien para determinar directamente los caudales o bien para calibrar el modelo hidrológico.
 - A partir de un modelo regional que proporciona valores aproximados y generalmente conservadores mediante el empleo de los parámetros incluidos en la Tabla 2.6 de la Norma.

Ahora bien, para que pueda ser posible la aplicación de la Tabla 2.6 de la Norma deben cumplirse simultáneamente las dos siguientes condiciones:

- El área de la cuenca debe ser inferior a cinco kilómetros cuadrados ($A < 5 \text{ km}^2$).
- El valor obtenido para el caudal correspondiente al periodo de retorno de cien años ha de ser inferior a cincuenta metros cúbicos por segundo ($Q_{\text{dif}100} < 50 \text{ m}^3/\text{s}$).

La superación de cualquiera de los dos valores inmediatamente anteriores implica la necesidad de realizar el estudio específico mediante métodos estadístico o modelos hidrológicos, requerido con carácter general en este mismo apartado, cuando el periodo de retorno supere los veinticinco años ($T > 25$ años).

En este sentido, teniendo en cuenta las condiciones de la cuenca del Barranco del Ponce y las prescripciones dadas en la Normativa vigente, no sería posible aplicar el método racional con las consideraciones correspondientes al Levante y Sureste Peninsular ya que el área de la cuenca es superior a 5 km^2 .

El Barranco de Ponce puede distinguirse en dos tramos diferenciados. Por un lado, aguas arriba de la carretera RM-12, se recoge el agua procedente de las Sierras Mineras a través de diversas de drenaje que se encauzan en dos tramos (tramo 1 – derecha y tramo 2 – izquierda). Por otro lado, aguas abajo de la carretera RM-12, los mencionados tramos se unen discurrendo en uno único que cuenta con motas de tierra a ambos lados. En este sentido la cuenca drenada por este último tramo es muy inferior a las drenadas por los tramos previos.

De este modo, de cara a un análisis hidrológico de la cuenca del Barranco de Ponce, ésta se va a dividir en tres subcuencas: cuenca 1 – derecha, cuenca 2 – izquierda y cuenca 3 – final. Al hacer la mencionada subdivisión, el cálculo de los caudales correspondientes a las cuencas 1, 2 y 3 se realizará mediante el método racional (aplicando método de cálculo para las cuencas pequeñas del levante y sureste peninsular dispuesto en el apartado 2.3. de la Instrucción).

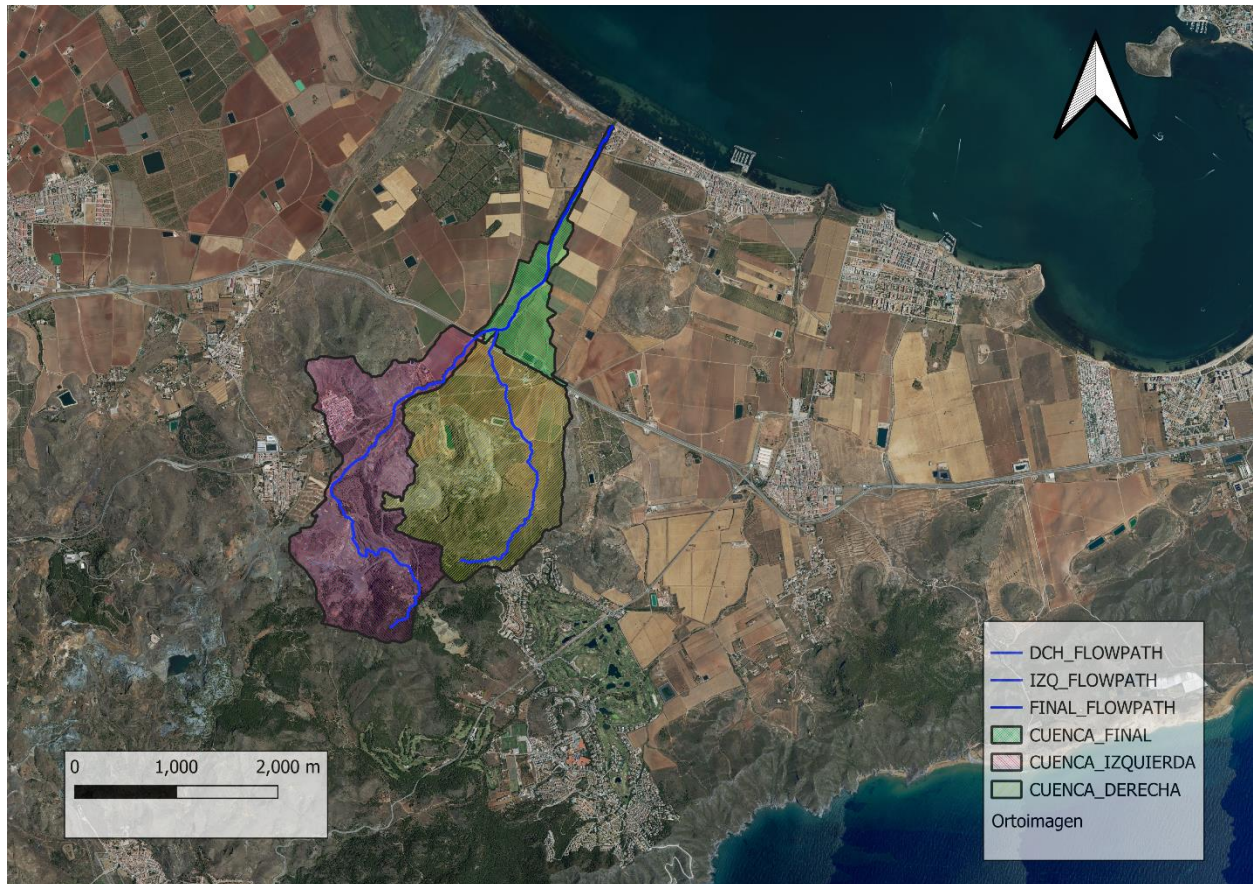


Figura 3 – Subcuencas consideradas en la cuenca del Barranco de Ponce.

4.1. Método racional

El método racional es uno de los métodos más empleados en el cálculo del caudal máximo vinculado a una lluvia de diseño determinada. Siguiendo el método racional, la expresión empleada para la determinación del caudal es:

$$Q_T = \frac{I(T, t_c) \cdot C \cdot A \cdot K_t}{3,6}$$

Donde:

Q_T (m³/s) es el caudal máximo anual correspondiente al período de retorno T en el punto de desagüe de la cuenca.

$I(T, t_c)$ (mm/h) es la intensidad de precipitación correspondiente al período de retorno considerado T , para una duración del aguacero igual al tiempo de concentración t_c de la cuenca.

C (adimensional) es el coeficiente medio de escorrentía de la cuenca o superficie considerada.

A (km²) es el área de la cuenca o superficie considerada.

K_t (adimensional) es el coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación.

En los siguientes epígrafes se expondrá el cálculo de los parámetros definidos anteriormente para cada una de las tres subcuencas consideradas (cuenca 1 – derecha, cuenca 2 – izquierda, cuenca 3 – final).

Tal y como se ha indicado anteriormente, será de aplicación el método de cálculo para las cuencas pequeñas del levante y sureste peninsular. Por tanto, se calcularán los caudales por ambos métodos para, finalmente, asumir como caudal de diseño el mayor de los calculados por ambos métodos.

4.1.1. Intensidad de precipitación - $I(T, t_c)$.

La intensidad de precipitación $I(T, t)$ correspondiente a un período de retorno T , y a una duración del aguacero t , a emplear en la estimación de caudales por el método racional, se obtiene por medio de la siguiente fórmula:

$$I(T, t) = I_d \cdot F_{int}$$

Donde:

$I(T, t)$ (mm/h) es la intensidad de precipitación correspondiente a un período de retorno T y a una duración del aguacero t .

I_d (mm/h) es la intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al período de retorno T .

F_{int} (adimensional) es el factor de intensidad

4.1.1.1. Intensidad media diaria de precipitación corregida - I_d

La intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al período de retorno T , se obtiene mediante la fórmula:

$$I_d = \frac{P_d \cdot K_A}{24}$$

Donde:

I_d (mm/h) es la intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente a período de retorno T .

K_A (adimensional) es el factor reductor de la precipitación por área de la cuenca.

P_d (mm) es la precipitación diaria correspondiente al período de retorno T .

El factor reductor de la precipitación por área de la cuenca representa la no simultaneidad en toda su superficie y su fórmula de cálculo varía en función de si la cuenca tiene un área superior o inferior a 1 km². Si bien para el caso de la subcuenca 3 – final el área es inferior a 1 km² y el factor reductor tomaría un valor de 1, para las subcuencas 1 y 2 (derecha e izquierda, respectivamente), su área es superior a 1 km² y, por tanto, el factor reductor se calcularía mediante la siguiente expresión:

$$K_A = 1 - \frac{\log_{10} A}{15}$$

Donde:

K_A (adimensional) es el factor reductor de la precipitación por área de la cuenca.

A (km²) es el área de la cuenca

Subcuenca	Área (km ²)	K_A
Derecha	2.87	0.9695
Izquierda	2.77	0.9705
Final	0.66	1.0000

Tabla 4 – Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca.

Por otro lado, la precipitación diría se obtiene a partir de los datos pluviométricos procedentes de las estaciones meteorológicas pertenecientes a la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET, 2024). En el Anejo III se recoge el procesamiento de los datos pluviométricos en los que se ha seguido el siguiente proceso:

- Selección de estaciones meteorológicas cercanas a la cuenca.
- Validación de estaciones.
- Ajuste de datos pluviométricos mediante ajustando la distribución de frecuencias por el método Gumbel.
- Ajuste de datos pluviométricos mediante ajustando la distribución de frecuencias por el método SQRT-ETmáx.
- Comparación de datos pluviométricos ajustados con la precipitación máxima diaria disponible en la publicación *Máximas lluvias diarias en la España Peninsular del Ministerio de Fomento (1999)*.
- Determinación de precipitación media mediante el método aritmético de los Polígonos de Thiessen.

Una vez se ha seguido el proceso descrito, se obtiene la siguiente precipitación de cálculo para los tramos objeto de estudio y los siguientes periodos de retorno:

Subcuenca	Periodo de retorno	Pd (mm)
Derecha	T10	169.09
	T100	297.16
	T500	385.11
Izquierda	T10	169.09
	T100	297.16
	T500	385.11
Final	T10	169.09
	T100	297.16
	T500	385.11

Tabla 5 – Precipitación diaria para los diferentes periodos de retorno.

De este modo, se obtiene intensidad media diaria de precipitación corregida:

Subcuenca	Periodo de retorno	Pd (mm)	K _A	I _d (mm/h)
Derecha	T10	169.09	0.97	6.83
	T100	297.16	0.97	12.00
	T500	385.11	0.97	15.56
Izquierda	T10	169.09	0.97	6.84
	T100	297.16	0.97	12.02
	T500	385.11	0.97	15.57
Final	T10	169.09	1.00	7.05
	T100	297.16	1.00	12.38
	T500	385.11	1.00	16.05

Tabla 6 – Intensidad media diaria de precipitación corregida.

4.1.1.2. Factor de intensidad - F_{int}

El factor de intensidad introduce la torrencialidad de la lluvia en el área de estudio y depende de:

- La duración del aguacero t .
- El periodo de retorno T , si se dispone de curvas intensidad – duración – frecuencia (IDF) aceptadas por la Dirección General de Carreteras en un pluviógrafo situado en el entorno de la zona de estudio cuyo comportamiento pueda considerarse representativo

$$F_{int} = \max (F_a, F_b)$$

Donde:

F_{int} (adimensional) es el factor de intensidad

F_A (adimensional) es el factor obtenido a partir del índice de torrencialidad (I_1/I_d)

F_A (adimensional) es el factor obtenido a partir de las curvas IDF de un pluviógrafo próximo.

Debido a que no se cuentan con series representativas de los pluviógrafos próximos a la zona de estudio se va a considerar como factor de intensidad el factor obtenido a partir del índice de torrencialidad. Por tanto:

$$F_{int} = F_a = \frac{I_1^{3,5287-2,5287 \cdot t^{0,1}}}{I_d}$$

Donde:

F_{int} (adimensional) es el factor de intensidad

F_A (adimensional) es el factor obtenido a partir del índice de torrencialidad (I_1/I_d)

I_1/I_d (adimensional) es el índice de torrencialidad que expresa la relación entre la intensidad de precipitación horaria y la media diaria corregida. Su valor se determina en función de la zona geográfica a partir del mapa dispuesto en la figura 2.4 de la Norma 5.2 – IC.

t (horas) es la duración del aguacero. Para la obtención del factor F_a se debe particularizar la expresión para un tiempo de duración del aguacero igual al tiempo de concentración.

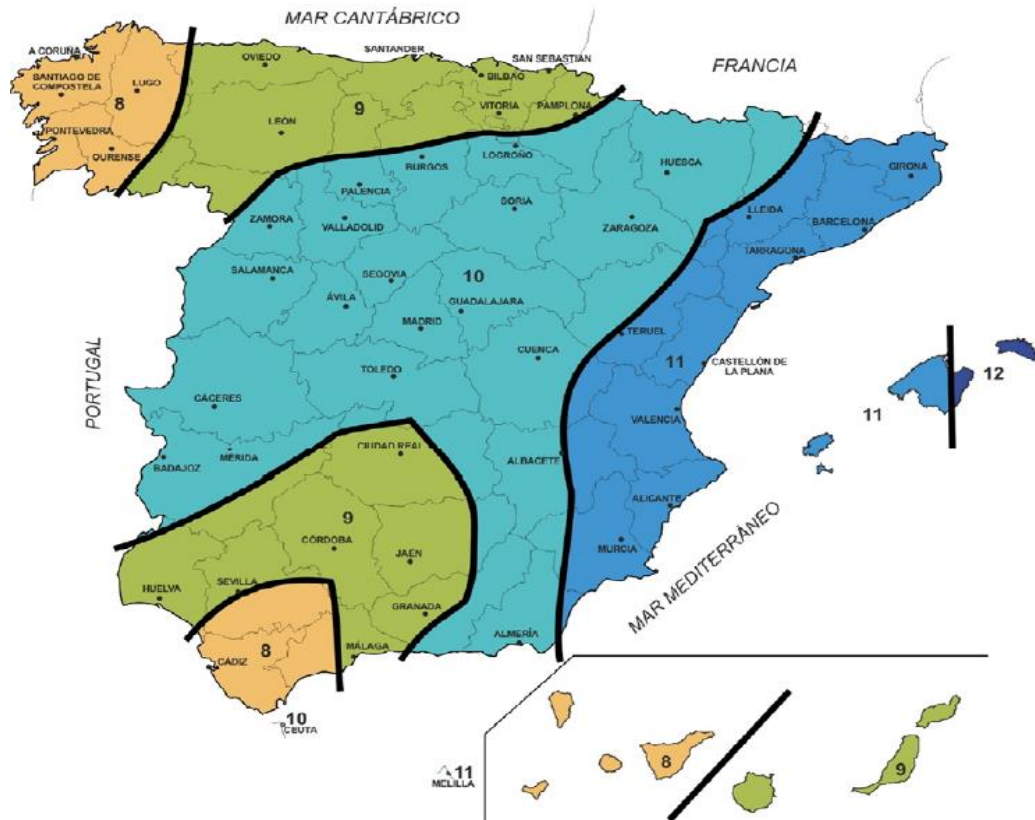


Figura 4 – Mapa del índice de torrencialidad (Fuente: Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la norma 5.2 - IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras, Figura 2.4).

Por tanto, el factor de intensidad resultaría:

Subcuenca	Fint
Derecha	9.37
Izquierda	7.55
Final	8.91

Tabla 7 – Factor de intensidad para el Barranco de Ponce.

4.1.1.3. Intensidad de precipitación – $I(T,t)$

Una vez obtenidos los diferentes parámetros involucrados en el cálculo de la intensidad de precipitación, en la *Tabla 8* se presentan los diferentes resultados para los periodos de retorno considerados:

Subcuenca	Periodo de retorno	I_d (mm/h)	F_{int}	$I(T,t)$ (mm/h)
Derecha	T10	6.83	9.369	64.00
	T100	12.00	9.369	112.47
	T500	15.56	9.369	145.75
Izquierda	T10	6.84	7.553	51.64
	T100	12.02	7.553	90.76
	T500	15.57	7.553	117.62
Final	T10	7.05	8.906	62.75
	T100	12.38	8.906	110.27
	T500	16.05	8.906	142.91

Tabla 8 – Intensidad de precipitación para el Barranco de Ponce.

4.1.2. Coeficiente de escorrentía - C.

El coeficiente de escorrentía sirve para definir la parte de la precipitación de intensidad $I(T,t)$ que genera el caudal de avenida en el punto de desagüe. Se calcula a través de la siguiente expresión:

$$C = \frac{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} - 1\right) \cdot \left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} + 23\right)}{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} + 11\right)^2}$$

Donde:

C (adimensional) es el coeficiente medio de escorrentía de la cuenca o superficie considerada.

P_d (mm) es la precipitación diaria correspondiente al período de retorno T considerado.

K_A (adimensional) es el factor reductor de la precipitación por área de la cuenca

P_0 (mm) es el umbral de escorrentía.

4.1.2.1. Umbral de escorrentía – P_0

El umbral de escorrentía permite caracterizar a la cuenca de forma que mide la cantidad de precipitación a partir de la cual ésta fluye debido a que el terreno no es capaz de infiltrar más agua. A su vez, el umbral de escorrentía depende de los dos parámetros siguientes:

$$P_0 = P_0^i \cdot \beta$$

Donde:

P_0 (mm) es el umbral de escorrentía.

P_0^i (mm) es el valor inicial del umbral de escorrentía.

β (adimensional) es el coeficiente corrector del umbral de escorrentía.

- Valor inicial del umbral de escorrentía – P_{i0}

Para la obtención del valor inicial del umbral de escorrentía se ha realizado una comparación entre dos valores. Por un lado, se ha calculado de forma actualizada teniendo en cuenta el grupo hidrológico del suelo, la pendiente del terreno y el uso del suelo. Por otro lado, se dispone de un mapa digital del umbral de escorrentía obtenido a partir de los usos del suelo del Corine Land Cover 2000 y de acuerdo con la metodología expuesta en la Publicación “*Análisis de nuevas fuentes de datos para la estimación del parámetro número de curva: perfiles de suelos y teledetección*”, editado por el CEDEX, 2003.

Se ha decidido realizar esta comparación debido al tiempo transcurrido desde la mencionada publicación, considerándose que ha podido haber cambios sustanciales en el terreno.

Para la obtención del valor inicial de escorrentía se han empleado los siguientes datos:

- Grupo hidrológico del suelo. Permite conocer el potencial de escurrimiento o, en su defecto, la capacidad de infiltración del terreno. De este modo, el suelo se clasifica según su grupo hidrológico en grupos A, B, C y D.

La obtención del grupo hidrológico del suelo se ha obtenido a partir del mapa incluido en la Norma 5.2 – IC.

- Pendiente del terreno. La pendiente del terreno permite clasificar el terreno en dos grupos, según sea inferior al 3% o superior o igual al 3%.

La obtención de la pendiente del terreno se ha obtenido a partir del procesamiento con herramientas GIS del Modelo Digital del Terreno procedente del Instituto Geográfico Nacional (MDT02).

- Uso del suelo. El uso del suelo permite distinguir el modo en el que está siendo utilizado el terreno que drena la cuenca de estudio.

La obtención del uso del suelo se obtiene a partir del mapa digital correspondiente al proyecto europeo CORINE Land Cover (CLC) del año 2018.

A continuación, se puede observar el grupo hidrológico del suelo, los grupos de pendiente del terreno y el uso del suelo para la cuenca de estudio.

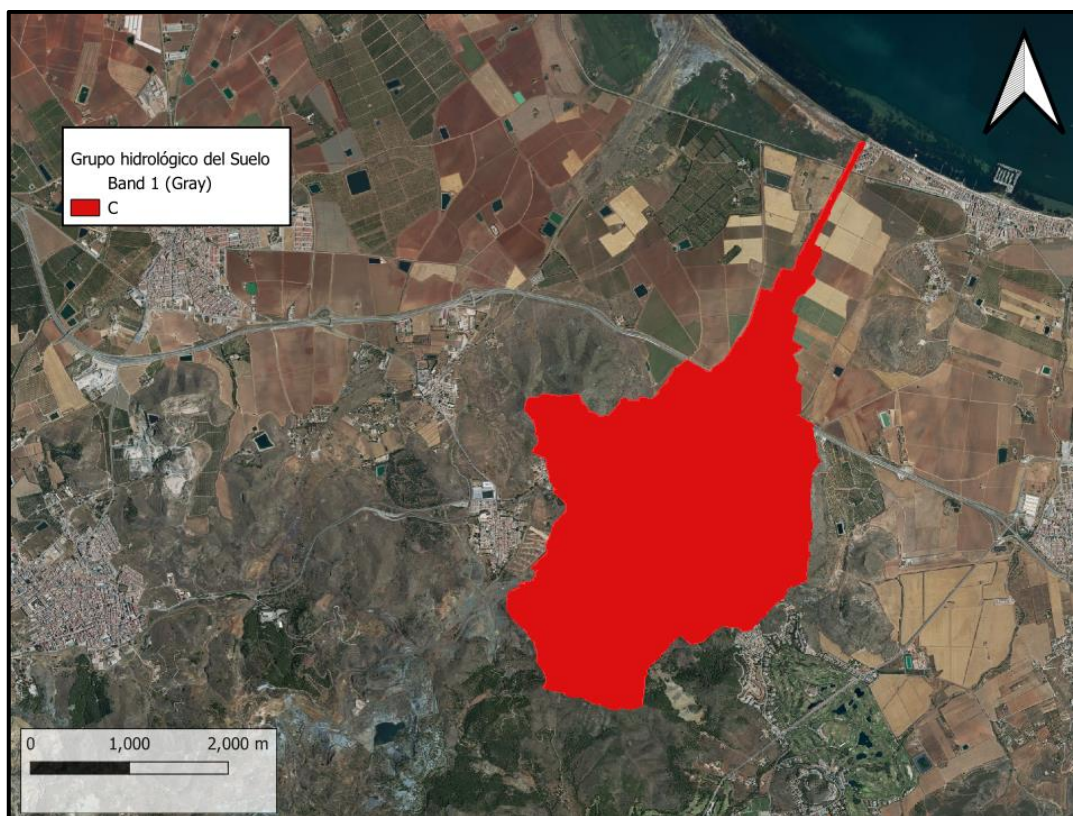


Figura 5 – Grupo hidrológico del suelo.

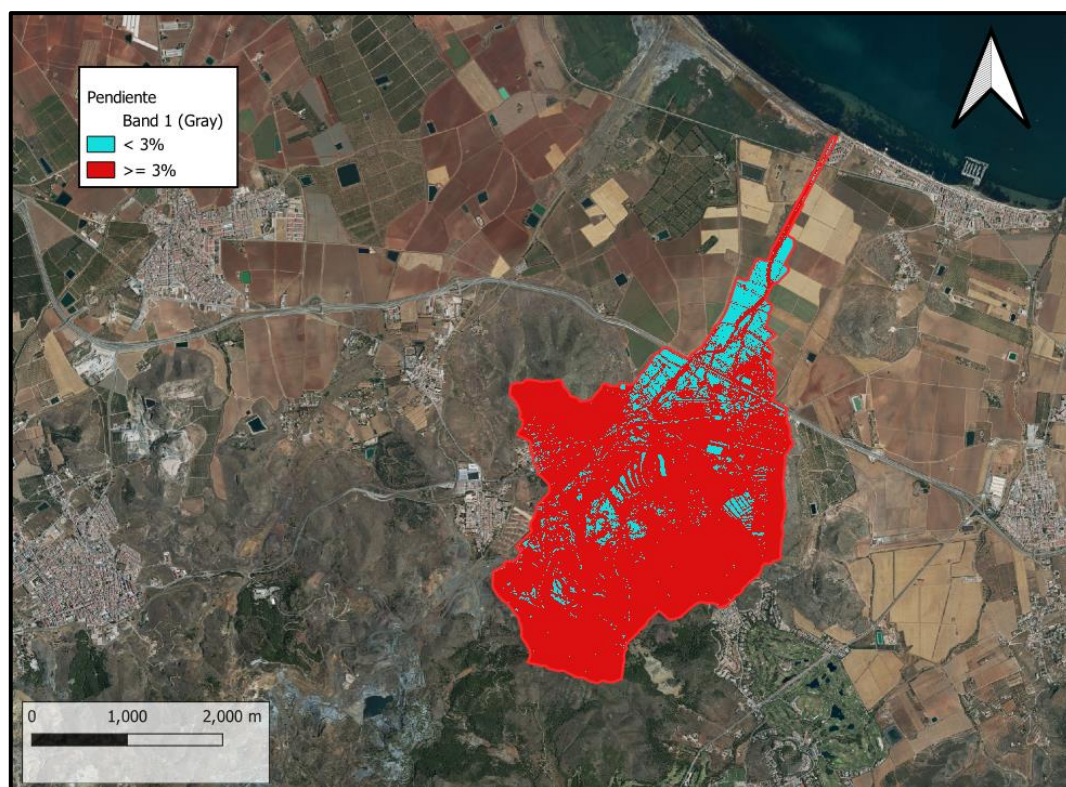


Figura 6 – Pendiente del terreno.

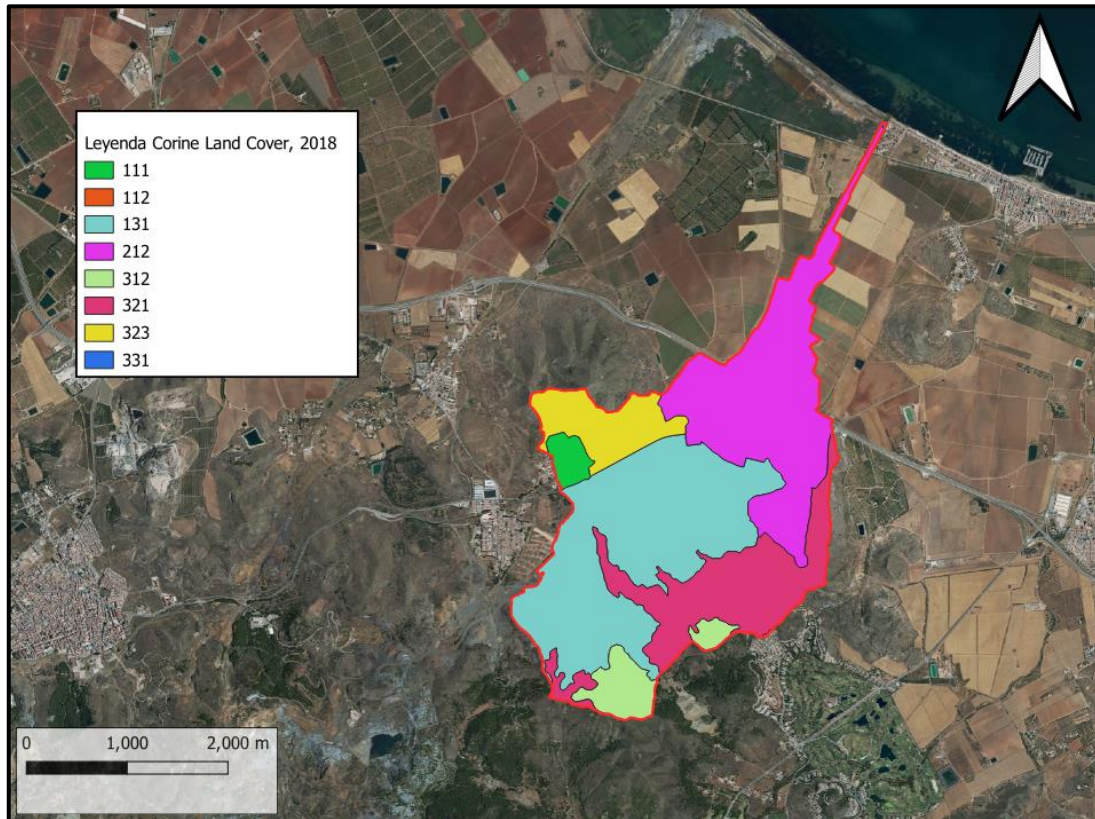


Figura 7 – Usos del suelo con tipología según Corine Land Cover.

Una vez conocidas las características de la cuenca en cuanto a su grupo hidrológico, pendiente y uso, se obtiene el valor inicial del umbral de escorrentía empleando para ello herramientas GIS.

En la *Tabla 9* se puede observar el valor inicial del umbral de escorrentía de la situación actualizada (es decir, calculado con las características actuales de la cuenca) y el procedente de la publicación del CEDEX. Se ha decidido que se empleará el valor inicial del umbral de escorrentía actual debido a las posibles transformaciones del terreno.

Subcuenca	P _{0i} - CEDEX	P _{0i} - Actual
Derecha	15.20	12.96
Izquierda	8.50	11.31
Final	11.00	14.19

Tabla 9 – Valor inicial del umbral de escorrentía

- Coeficiente corrector del umbral de escorrentía

De acuerdo con el apartado 2.3 de la Norma 5.2 – IC, el valor del coeficiente corrector del umbral de escorrentía a adoptar en el cálculo se corresponde con el valor medio β_m incluido en la Tabla 2.5 de dicha norma, sin efectuar las correcciones asociadas al nivel de confianza del ajuste estadístico utilizado:

Región	Valor medio, β_m	Desviación respecto al valor medio para el intervalo de confianza del			Periodo de retorno T (años), F_T				
		50% Δ_{50}	67% Δ_{67}	90% Δ_{90}	2	5	25	100	500
11	0,90	0,20	0,30	0,50	0,80	0,90	1,13	1,34	1,59
12	0,95	0,20	0,25	0,45	0,75	0,90	1,14	1,33	1,56
13	0,60	0,15	0,25	0,40	0,74	0,90	1,15	1,34	1,55
21	1,20	0,20	0,35	0,55	0,74	0,88	1,18	1,47	1,90
22	1,50	0,15	0,20	0,35	0,74	0,90	1,12	1,27	1,37
23	0,70	0,20	0,35	0,55	0,77	0,89	1,15	1,44	1,82
24	1,10	0,15	0,20	0,35	0,76	0,90	1,14	1,36	1,63
25	0,60	0,15	0,20	0,35	0,82	0,92	1,12	1,29	1,48
31	0,90	0,20	0,30	0,50	0,87	0,93	1,10	1,26	1,45
32	1,00	0,20	0,30	0,50	0,82	0,91	1,12	1,31	1,54
33	2,15	0,25	0,40	0,65	0,70	0,88	1,15	1,38	1,62
41	1,20	0,20	0,25	0,45	0,91	0,96	1,00	1,00	1,00
42	2,25	0,20	0,35	0,55	0,67	0,86	1,18	1,46	1,78
511	2,15	0,10	0,15	0,20	0,81	0,91	1,12	1,30	1,50
512	0,70	0,20	0,30	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
52	0,95	0,20	0,25	0,45	0,89	0,94	1,09	1,22	1,36
53	2,10	0,25	0,35	0,60	0,68	0,87	1,16	1,38	1,56
61	2,00	0,25	0,35	0,60	0,77	0,91	1,10	1,18	1,17
71	1,20	0,15	0,20	0,35	0,82	0,94	1,00	1,00	1,00
72	2,10	0,30	0,45	0,70	0,67	0,86	1,00	-	-
81	1,30	0,25	0,35	0,60	0,76	0,90	1,14	1,34	1,58
821	1,30	0,35	0,50	0,85	0,82	0,91	1,07	-	-
822	2,40	0,25	0,35	0,60	0,70	0,86	1,16	-	-
83	2,30	0,15	0,25	0,40	0,63	0,85	1,21	1,51	1,85
91	0,85	0,15	0,25	0,40	0,72	0,88	1,19	1,52	1,95
92	1,45	0,30	0,40	0,70	0,82	0,94	1,00	1,00	1,00
93	1,70	0,20	0,25	0,45	0,77	0,92	1,00	1,00	1,00
941	1,80	0,15	0,20	0,35	0,68	0,87	1,17	1,39	1,64
942	1,20	0,15	0,25	0,40	0,77	0,91	1,11	1,24	1,32
951	1,70	0,30	0,40	0,70	0,72	0,88	1,17	1,43	1,78
952	0,85	0,15	0,25	0,40	0,77	0,90	1,13	1,32	1,54
101	1,75	0,30	0,40	0,70	0,76	0,90	1,12	1,27	1,39
1021	1,45	0,15	0,25	0,40	0,79	0,93	1,00	1,00	1,00
1022	2,05	0,15	0,25	0,40	0,79	0,93	1,00	1,00	1,00
En Ceuta y Melilla se adoptarán valores similares a los de la región 61. Pueden obtenerse valores intermedios por interpolación adecuada a partir de los datos de esta tabla En todos los casos $F_{10}=1,00$									

Figura 8 – -Coeficiente corrector del umbral de escorrentía (Fuente: Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la norma 5.2 - IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras, Tabla 2.5).

Puesto que el área de estudio se encuentra en la región 72, el valor del coeficiente corrector del umbral de escorrentía será de 2,10 para los periodos de retorno objeto de estudio.

- Umbral de escorrentía

Una vez conocidos el valor inicial y el coeficiente corrector del umbral de escorrentía, se obtiene en la *Tabla 10* el valor del umbral de escorrentía para cada subcuenca considerada.

Subcuenca	P _{0i}	β	P ₀
Derecha	12.96	2.10	27.22
Izquierda	11.31	2.10	23.75
Final	14.19	2.10	29.80

Tabla 10 – Umbral de escorrentía

4.1.2.2. Coeficiente de escorrentía – C

Seguidamente, en la *Tabla 11* se resumen los parámetros calculados para cada una de las subcuencas, así como el coeficiente de escorrentía resultante.

Subcuenca	Periodo de retorno	Pd (mm)	K _A	P ₀ (mm)	C
Derecha	T10	169.09	0.97	27.22	0.50
	T100	297.16	0.97	27.22	0.69
	T500	385.11	0.97	27.22	0.76
Izquierda	T10	169.09	0.97	23.75	0.55
	T100	297.16	0.97	23.75	0.73
	T500	385.11	0.97	23.75	0.80
Final	T10	169.09	1.00	29.80	0.48
	T100	297.16	1.00	29.80	0.67
	T500	385.11	1.00	29.80	0.75

Tabla 11 – Coeficiente de escorrentía de las subcuencas consideradas en la cuenca del Barranco de Ponce

4.1.3. Área de la cuenca – A

En la *Tabla 12* se muestra el área de cada una de las subcuencas consideradas obtenida mediante procesamiento de datos espaciales con herramientas GIS.

Subcuenca	Área (km ²)
Derecha	2.87
Izquierda	2.77
Final	0.66

Tabla 12– Área de las subcuencas consideradas en la cuenca del Barranco de Ponce

4.1.4. Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación - K_t

Este coeficiente se emplea para considerar la falta de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación empleando para ello como parámetro único el tiempo de concentración de la cuenca t_c .

$$K_t = 1 + \frac{t_c^{1.25}}{t_c^{1.25} + 14}$$

Donde:

K_t (adimensional) es el coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación.

t_c (horas) es el tiempo de concentración de la cuenca.

A continuación, en la *Tabla 13*, se muestra el tiempo de concentración asociado a cada subcuenca considerada así como el coeficiente de uniformidad resultante para dichas cuencas.

Subcuenca	t_c (h)	K_t
Derecha	1.30	1.09
Izquierda	1.82	1.13
Final	1.41	1.10

Tabla 13– Coeficiente de uniformidad de las subcuencas consideradas en la cuenca del Barranco de Ponce

4.1.5. Caudal de diseño - Q_T

Finalmente, en la *Tabla 14* se resumen los parámetros calculados para cada una de las subcuencas, así como el caudal resultante para la avenidas de retorno de 10, 100 y 500 años. Cabe mencionar que para la obtención de los caudales obtenidos en este apartado no ha sido de aplicación el método de cálculo para las pequeñas cuencas del Levante y Sureste peninsular.

Subcuenca	Período de retorno	I (T,t) (mm/h)	C	Área (km ²)	K_t	Q (m ³ /s)
Derecha	T10	64.00	0.50	2.87	1.09	27.95
	T100	112.47	0.69	2.87	1.09	67.46
	T500	145.75	0.76	2.87	1.09	96.71
Izquierda	T10	51.64	0.55	2.77	1.13	24.77
	T100	90.76	0.73	2.77	1.13	57.76
	T500	117.62	0.80	2.77	1.13	81.75
Final	T10	62.75	0.48	0.66	1.10	6.05
	T100	110.27	0.67	0.66	1.10	14.83
	T500	142.91	0.75	0.66	1.10	21.39

Tabla 14 – Caudal obtenido mediante el método racional para los T10, T100 y T500 años.

4.2. Método de cálculo para las cuencas pequeñas de Levante y Sureste peninsular

Siguiendo lo dispuesto en el apartado 2.1 de la Norma 5.2 – IC, en aquellas cuencas cuya superficie sea superior a 50 km² y estén situadas en el Levante y Sureste peninsular, se deberá aplicar el método descrito a continuación:

- Si el período de retorno es inferior a o igual a veinticinco años ($T \leq 25$ años) el caudal máximo anual correspondiente Q_T , se debe determinar según el método racional descrito anteriormente.
- Si el período de retorno es superior a veinticinco años ($T > 25$ años) el caudal máximo anual correspondiente Q_T , se debe determinar cómo se indica a continuación:
 - A partir de un estudio específico, mediante métodos estadísticos o modelos hidrológicos, que tenga en cuenta la información sobre avenidas históricas o grandes eventos de precipitación, en la zona de estudio o en zonas próximas similares suficientemente representativas, bien para determinar directamente los caudales o bien para calibrar el modelo hidrológico.
 - Si no se efectúa el análisis anterior se utilizará el siguiente modelo regional que proporciona valores aproximados y generalmente conservadores:

$$Q_T = \varphi \cdot Q_{10}^\lambda$$

Donde:

Q_T (m³/s) es el caudal máximo anual correspondiente al periodo de retorno T en el punto de desagüe de la cuenca.

Q_{10} (m³/s) es caudal máximo anual correspondiente al periodo de retorno de diez años en el punto de desagüe de la cuenca calculado mediante el método racional.

φ (adimensional) es el coeficiente propio de la región y del periodo de retorno considerado

λ (adimensional) es el exponente propio de la región y del periodo de retorno considerado.

Región 72

Periodo de retorno, T (años)	50	100	200	500
φ	3,0	4,0	7,6	13,3
λ	1,08	1,18	1,13	1,08

Figura 9 – Parámetros para el cálculo en cuencas pequeñas el levante y sureste peninsular ($T > 25$ años) (Fuente: Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la norma 5.2 - IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras, Tabla 2.6).

Para que pueda aplicarse esta tabla deben cumplirse simultáneamente las dos condiciones que siguen:

- El área de la cuenca debe ser inferior a cinco kilómetros cuadrados ($A < 5$ km²).

- El valor obtenido para el caudal correspondiente al periodo de retorno de cien años ha de ser inferior a cincuenta metros cúbicos por segundo ($Q_{dif100} < 50 \text{ m}^3/\text{s}$).

La superación de cualquiera de los dos valores inmediatamente anteriores implica la necesidad de realizar el estudio específico mediante métodos estadístico o modelos hidrológicos, requerido con carácter general en este mismo apartado, cuando el periodo de retorno supere los veinticinco años ($T > 25$ años).

Si bien la subdivisión en subcuencas permite cumplir una de las condiciones necesarias para poder utilizar la Tabla 2.6 de la Norma 5.2 – IC, no es posible comprobar la segunda condición hasta la realización del propio cálculo en sí mismo.

A continuación, en la *Tabla 15*, se muestran los resultados de aplicar el método de cálculo para las cuencas pequeñas de Levante y Sureste peninsular:

Subcuenca	Periodo de retorno	ϕ	λ	Q (m ³ /s)
Derecha	T10	-	-	27.95
	T100	4.00	1.18	203.60
	T500	13.30	1.08	485.20
Izquierda	T10	-	-	24.77
	T100	4.00	1.18	176.56
	T500	13.30	1.08	425.88
Final	T10	-	-	6.05
	T100	4.00	1.18	33.46
	T500	13.30	1.08	92.92

Tabla 15 – Caudal para T10, T100 y T500 años para las subcuencas del Barranco de Ponce según el método de cálculo para las cuencas pequeñas del Levante y Sureste peninsular.

Una vez se han obtenido los resultado con el método de cálculo específico para el Levante peninsular, es posible comprobar si se cumplen las condiciones impuestas para el empleo de la Tabla 2.6 de la Norma 5.2 – IC. En este sentido, si bien para la cuenca 3 – Final se cumplen ambas condiciones, para el caso de la cuenca 1 – Derecha y de la cuenca 2 – Izquierda el caudal obtenido por esta metodología para la avenida de periodo de retorno de 100 años es superior a 50 m³/s, por lo que será necesario emplear modelos estadísticos o hidrológicos.

Por tanto, para el caso de la cuenca final 3, a pesar de que es válido el método de cálculo empleado, se calculará también mediante un modelo hidrológico y se compararán los resultados.

4.3. Modelo hidrológico HEC-HMS.

El Sistema de Modelización Hidrológica (HEC-HMS) está diseñado para representar el comportamiento del ciclo hidrológico en una cuenta. El principal objetivo es analizar cómo el agua circula y se transforma a través de los diferentes procesos naturales, desde que cae en forma de precipitación hasta que fluye por los ríos y, finalmente, sale de la cuenca. Ha sido desarrollado por el Centro de Ingeniería Hidrológica del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos.

El software HEC-HMS emplea diferentes componentes para representar los distintos procesos hidrológicos, tales como:

- Subcuencas.
- Almacenamientos.
- Cauces.
- Confluencias
- Embalses o estructuras de control

Así mismo, HEC-HMS ofrece diferentes métodos para modelar los distintos aspectos del ciclo hidrológico, adaptándose a distintas condiciones de la cuenca:

- Precipitación: puede ser introducida como eventos de tormenta, es decir, como una precipitación uniforme, o como datos históricos.
- Infiltración: para evaluar la infiltración del agua en el suelo se emplean métodos como Green-Ampt o el Número de curva del SCS. En este caso en particular, se empleará este último, tal y como se desarrolla posteriormente.
- Escorrentía directa: la transformación de la precipitación en escorrentía superficial se realiza empleando el método del hidrograma Unitario del SCS.
- Propagación del flujo en cauces: se utilizan métodos como el Método Muskingum, Onda Dinámica o Muskingum-Cunge. En este caso en particular, la propagación del flujo se calculará mediante el Método de Muskingum.
- Almacenamiento de agua: se simulan áreas de almacenamiento como lagos, embalses o áreas de retención. En el presente estudio no se han simulado ningún tipo de almacenamiento de agua.

En cuanto a la modelización hidrológica con HEC-HMS, los modelos pueden clasificarse como distribuidos, pseudodistribuidos o agregados, según el nivel de detalle con que se representa la variabilidad espacial de la cuenca y de los procesos hidrológicos.

En este sentido, un modelo agregado es aquel en el que se considera toda la cuenca como una única unidad homogénea. Así mismo, los parámetros hidrológicos (tasas de infiltración, escurrimiento y precipitación) se promedian para representar el comportamiento general de toda la cuenca, sin considerar variaciones espaciales.

Por el contrario, un modelo distribuido representa la cuenca en una malla fina de celdas donde cada una de ellas tiene sus propios parámetros, resolviéndose las ecuaciones hidrológicas para cada celda. Si bien este enfoque es más detallado, requiere un mayor número de datos, así como una gran capacidad computacional.

No obstante, existe otro tipo de modelos que se encuentra a medio camino entre los agregados y los distribuidos. Estos son los modelos pseudodistribuidos y en ellos se divide la cuenca en varias subcuencas o unidades de cálculo, permitiendo que cada una tenga sus propios parámetros; sin embargo, cada subcuenca se trata de manera agregada.

En el presente estudio se ha realizado un modelo pseudodistribuido ya que la cuenca del Barranco de Ponce se ha subdividido en tres subcuencas: 1-Derecha, 2-Izquierda y 3-Final. Una vez realizada dicha subdivisión, se han simulado cada una de forma agregada aplicándole sus propios parámetros hidrológicos.

4.3.1. Definición del esquema del modelo.

El modelo hidrológico de la cuenca del Barranco de Ponce está formado principalmente por cuencas conectadas por corrientes fluviales. Estos elementos se definen con un Sistema de Información Geográfica a partir del Modelo Digital de Elevaciones del territorio descrito anteriormente. Estos elementos se modelan en HEC-HMS. Las siguientes figuras muestran los esquemas de los modelos creados para las subcuencas estudiadas:

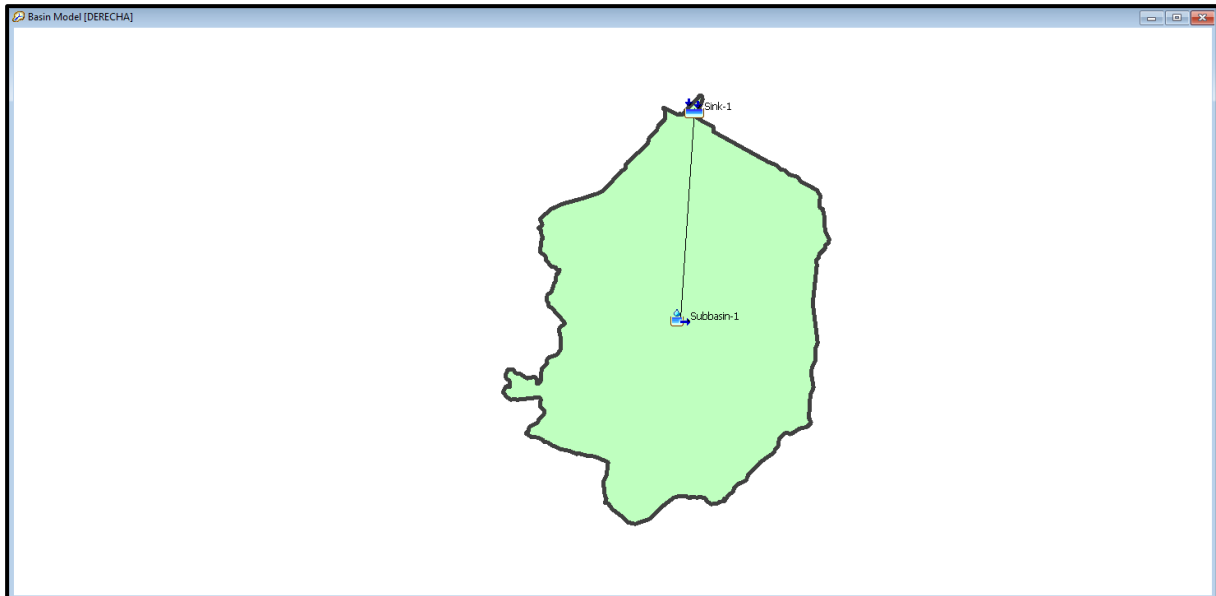


Figura 10 – Esquema del modelo HEC-HMS de la subcuenca 1 - Derecha.

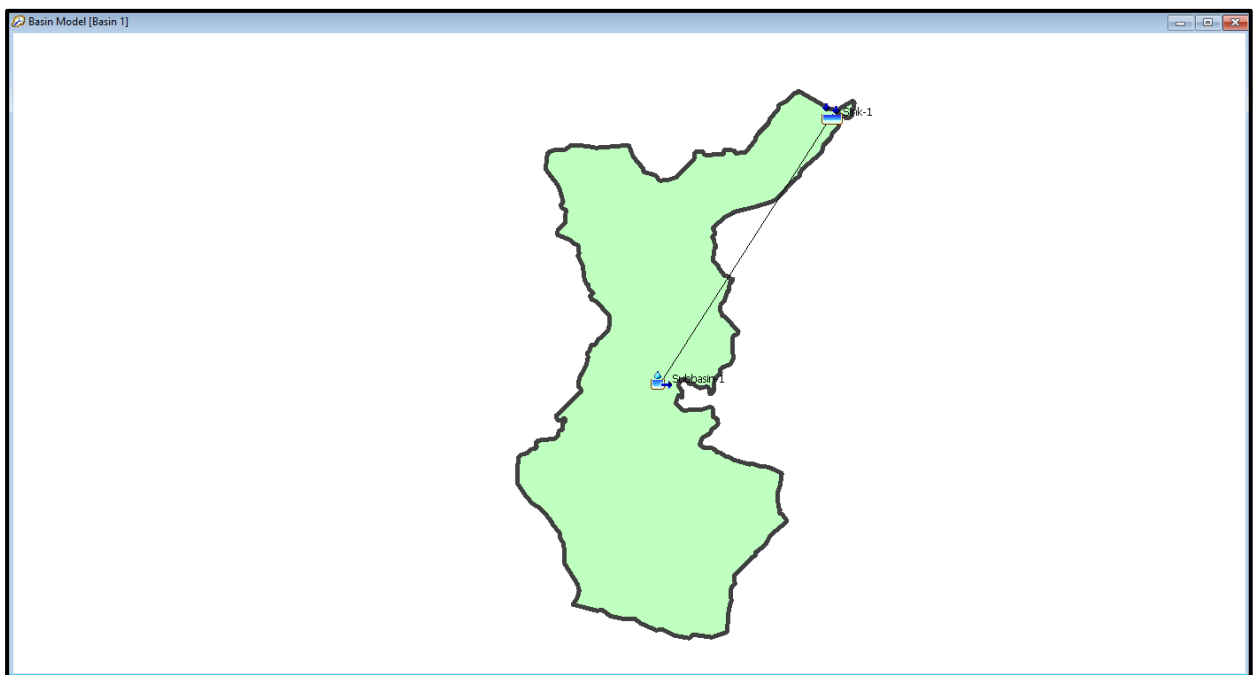


Figura 11 – Esquema del modelo HEC-HMS de la subcuenca 2 - Izquierda.

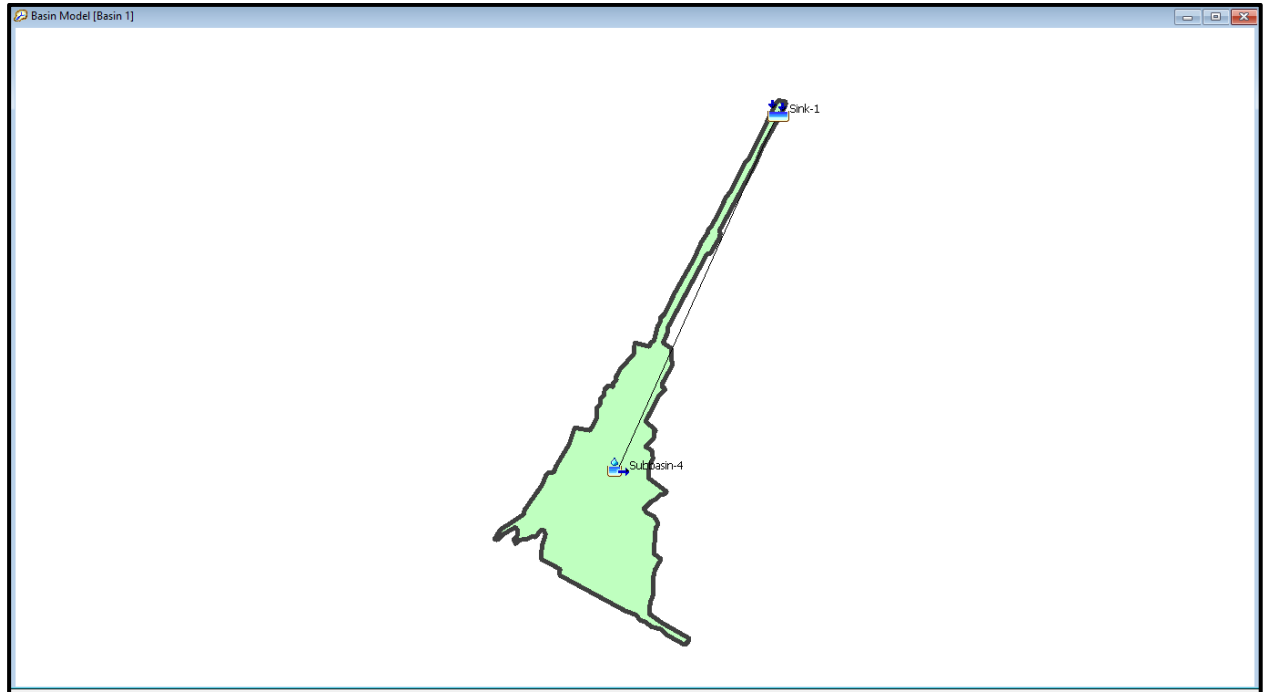


Figura 12 – Esquema del modelo HEC-HMS de la subcuenca 3 - Final.

4.3.2. Número de curva SCS

El método del número de curva SCS estima la cantidad de escorrentía de una precipitación, como se ha explicado en el capítulo anterior. Se define por el número de curva, un parámetro que depende del grupo hidrológico del suelo de la zona, el tratamiento de uso de la tierra, la condición hidrológica y la pendiente del terreno. Las fuentes de información de cada parámetro son:

- Grupo hidrológico del suelo, distinguiéndose los grupos A, B, C y D:

Subcuenca	Grupo hidrológico
Derecha	C
Izquierda	C
Final	C

Tabla 16 – Grupo hidrológico del suelo

- Tratamiento del uso del suelo: la información sobre la cubierta del suelo se obtiene del mapa digital correspondiente al proyecto europeo CORINE Land Cover (CLC) del año 2018. A continuación, se presentan los distintos usos del suelo que considera el mencionado mapa digital:

Código	Uso de suelo
111	Tejido urbano continuo
111	Tejido urbano continuo
112	Tejido urbano discontinuo
112	Tejido urbano discontinuo
121	Zonas industriales y comerciales
121	Zonas industriales y comerciales
122	Redes viarias, ferroviarias y terrenos asociados
122	Redes viarias, ferroviarias y terrenos asociados
123	Zonas portuarias
123	Zonas portuarias
124	Aeropuertos
124	Aeropuertos
131	Zonas de extracción minera
131	Zonas de extracción minera
132	Escombreras y vertederos
132	Escombreras y vertederos
133	Zonas de construcción
133	Zonas de construcción
141	Zonas verdes urbanas
141	Zonas verdes urbanas
142	Instalaciones deportivas y recreativas
142	Instalaciones deportivas y recreativas
211	Tierras de labor en secano
211	Tierras de labor en secano
212	Terrenos regados permanentemente
212	Terrenos regados permanentemente
213	Arrozales
213	Arrozales
221	Viñedos
221	Viñedos
222	Frutales
222	Frutales
223	Olivares
223	Olivares
231	Prados y praderas
231	Prados y praderas
241	Cultivos anuales asociados con cultivos perma- nentes en secano
241	Cultivos anuales asociados con cultivos perma- nentes en secano
242	Mosaico de prados o praderas con espacios significativos de vegetación natural y seminatural
242	Mosaico de prados o praderas con espacios significativos de vegetación natural y seminatural
243	Terrenos principalmente agrícolas, pero con importantes espacios de vegetación natural
243	Terrenos principalmente agrícolas, pero con importantes espacios de vegetación natural
244	Sistemas agroforestales
244	Sistemas agroforestales

Tabla 17 – Leyenda del mapa digital Corine Land Cover, 2018.

Código	Uso de suelo
311	Frondosas
311	Frondosas
312	Bosques de coníferas
312	Bosques de coníferas
313	Bosque mixto
313	Bosque mixto
321	Pastizales naturales
321	Pastizales naturales
322	Landas y matorrales mesófilas
322	Landas y matorrales mesófilas
323	Vegetación esclerófila
323	Vegetación esclerófila
324	Matorral boscoso de transición
324	Matorral boscoso de transición
331	Playas y dunas
331	Playas y dunas
332	Roquedo
332	Roquedo
333	Espacios con vegetación escasa
333	Espacios con vegetación escasa
334	Zonas quemadas
334	Zonas quemadas
335	Glaciares y nieves permanentes
335	Glaciares y nieves permanentes
411	Humedales y zonas pantanosas
411	Humedales y zonas pantanosas
412	Turberas y prados turbosos
412	Turberas y prados turbosos
421	Marismas
421	Marismas
422	Salinas
422	Salinas
423	Zonas llanas intermareales
423	Zonas llanas intermareales
511	Cursos de agua
511	Cursos de agua
512	Láminas de agua
512	Láminas de agua
521	Lagunas costeras
521	Lagunas costeras
522	Estuarios
522	Estuarios
523	Mares y océanos
523	Mares y océanos

Tabla 18 – Continuación leyenda del mapa digital Corine Land Cover, 2018.

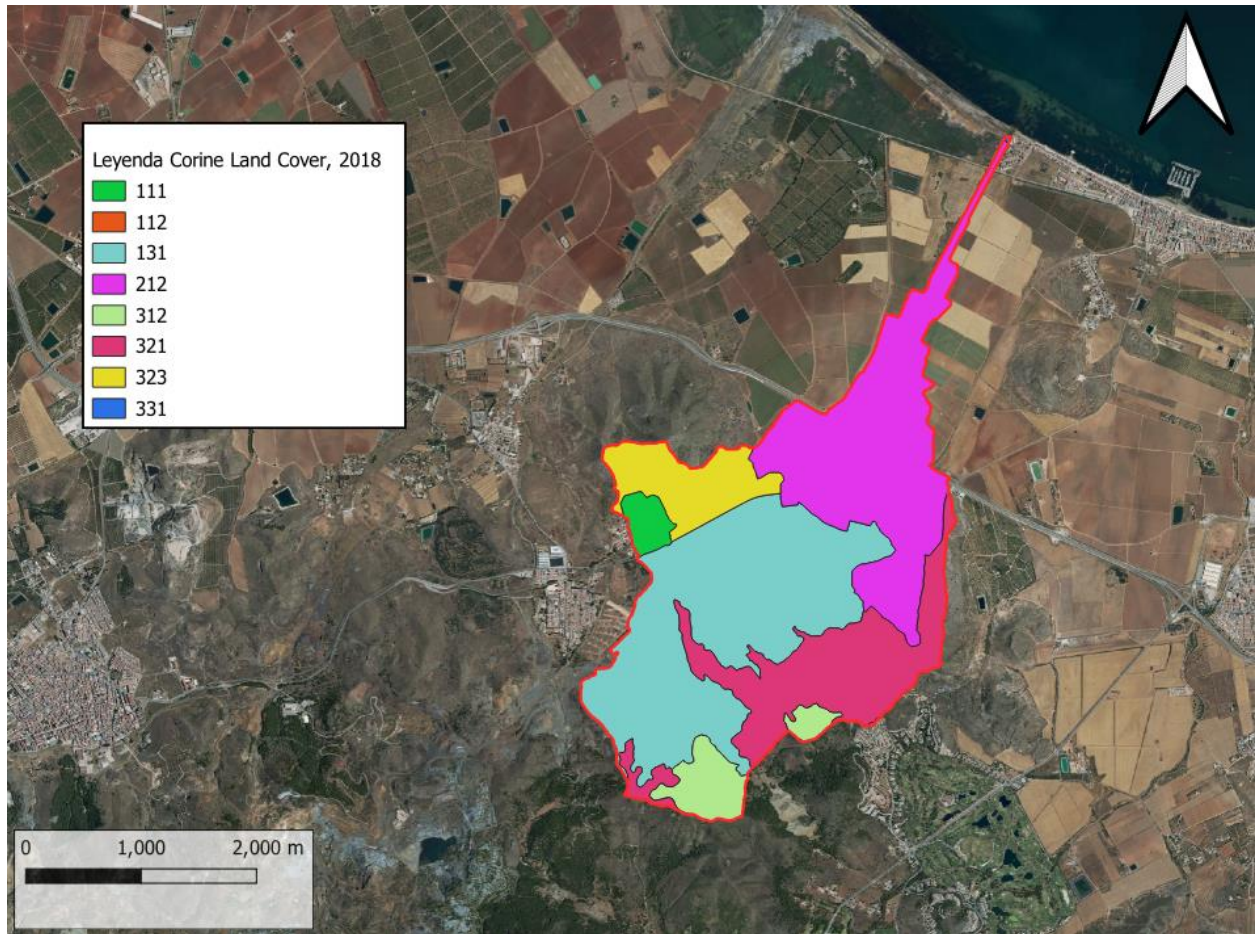


Figura 13 – Mapa digital Corine Land Cover (2018) aplicado a la cuenca del Barranco de Ponce.

- Condición hidrológica: hace referencia a la forma de cultivar la tierra, distinguiendo en dos grupos según el cultivo sigue las curvas de nivel (N) o si el cultivo sigue la línea de máxima pendiente (R). No obstante, puesto que los valores del número de curva asociados a cada tipo no se diferencian mucho y no se tienen datos específicos al respecto, se considerará que el área de estudio tiende a cultivarse de un mismo modo.
- Pendiente del terreno, clasificada en dos grupos: menor del 3%, o mayor o igual al 3%. La información sobre la pendiente del terreno se obtiene del procesamiento con herramientas GIS del Modelo de Digital del Terreno del área de estudio procedente del IGN (MDT02)

Los parámetros anteriores se cruzan con las cuencas fluviales mediante técnicas de SIG. El número de curva resultante se muestra en la siguiente tabla.

Subcuenca	NC
Derecha	80.15
Izquierda	78.52
Final	81.07

Tabla 19 – Número de curva asociada a cada subcuenca del Barranco de Ponce.

4.3.3. Hidrograma unitario SCS

El método del Hidrograma Unitario SCS (UH) se utiliza para simular el proceso de escorrentía directa del exceso de precipitación en una cuenca hidrográfica, como se ha explicado en capítulos anteriores. El modelo SCS UH es un modelo adimensional, de pico único, que expresa la descarga UH U_t como una relación con la descarga pico UH, U_p , para cualquier tiempo t , una fracción de T_p , el tiempo hasta el pico UH.

El UH del SCS se define mediante el parámetro t -lag, que es el desfase de la cuenca, definido como la diferencia de tiempo entre el centro de masa del exceso de precipitación y el pico del UH. Para las cuencas sin aforar, el SCS sugiere que el tiempo de retraso del UH puede relacionarse con el tiempo de concentración, t_c , como: $t_{lag} = 0,6 \cdot t_c$. El tiempo de concentración se calcula del mismo modo que en los capítulos anteriores. En la siguiente tabla se puede ver el desfase que se ha estimado en esta cuenca.

Subcuenca	t_c (h)	T-lag (min)
Derecha	1.30	46.80
Izquierda	1.82	65.52
Final	1.41	50.76

Tabla 20 – Tiempo de desfase para el cálculo del hidrograma unitario de las subcuencas del Barranco de Ponce.

4.3.4. Precipitación

El método SCS se basa en una tormenta de 24 horas con una distribución temporal de tipo II. La distribución temporal de tipo II es una distribución temporal «típica» que el SCS ha preparado a partir de los registros de precipitaciones. Esta distribución es aplicable al Levante y Sureste peninsular. La siguiente figura muestra esta distribución.

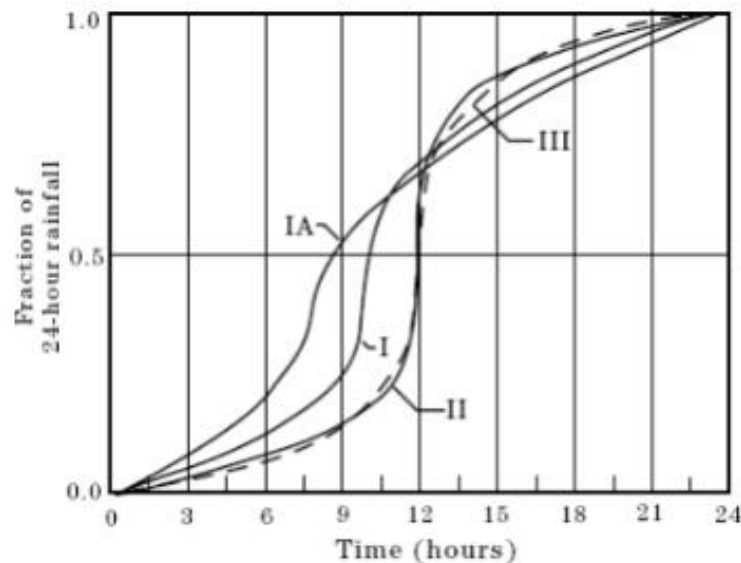


Figura 14 – Representación de los tipos de tormentas de 24 h obtenidos por el SCS. Fuente: US Army Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center.

Así mismo, la precipitación de diseño se ha obtenido a partir del tratamiento de los datos pluviométricos procedentes de las estaciones meteorológicas cercanas al ámbito de estudio. De este modo, las precipitaciones de diseño consideradas para los distintos periodos de retorno son:

Subcuenca	Pd cuenca (mm)		
	T10	T100	T500
Derecha	169.09	297.16	385.11
Izquierda	169.09	297.16	385.11
Final	169.09	297.16	385.11

Tabla 21 – Precipitación de diseño de las subcuencas del Barranco de Ponce.

4.3.5. Resultados del modelo hidrológico HMS

Los resultados calculados se muestran en la siguiente tabla:

Subcuenca	Caudal (m ³ /s)		
	T10	T100	T500
Derecha	37.50	76.80	103.70
Izquierda	30.90	61.80	82.90
Final	7.90	16.60	22.60

Tabla 22 – Caudal máximo de las subcuencas del Barranco de Ponce.

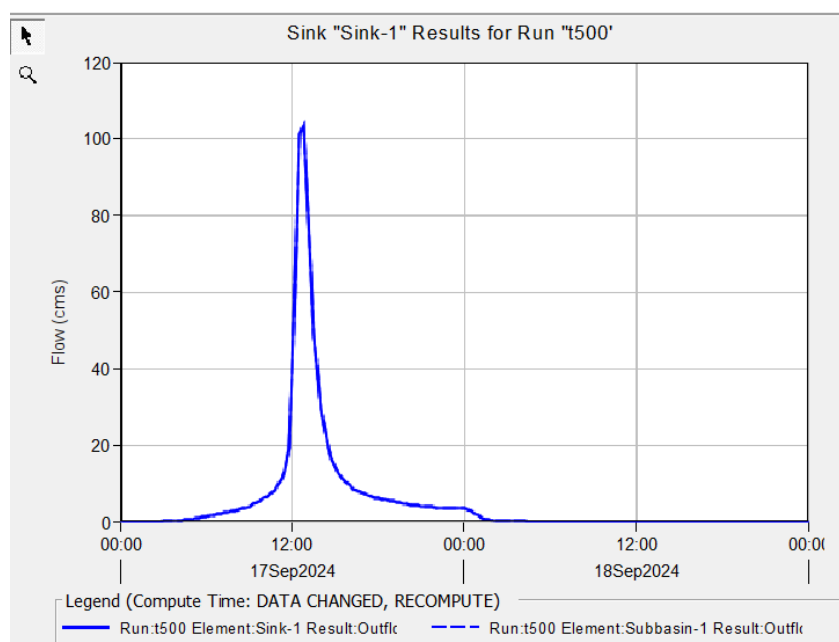


Figura 15 – Hidrograma de salida la subcuenca 1 (Derecha) del Barranco de Ponce. T500 años.

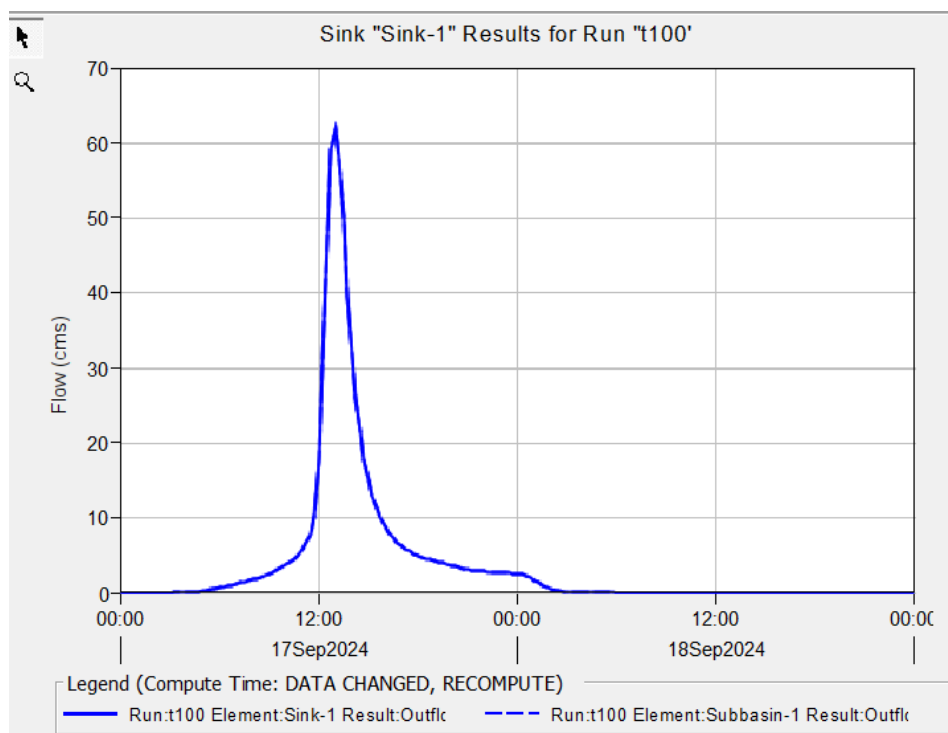


Figura 16 – Hidrograma de salida de la subcuenca 2 (Izquierda) del Barranco de Ponce. T500 años.

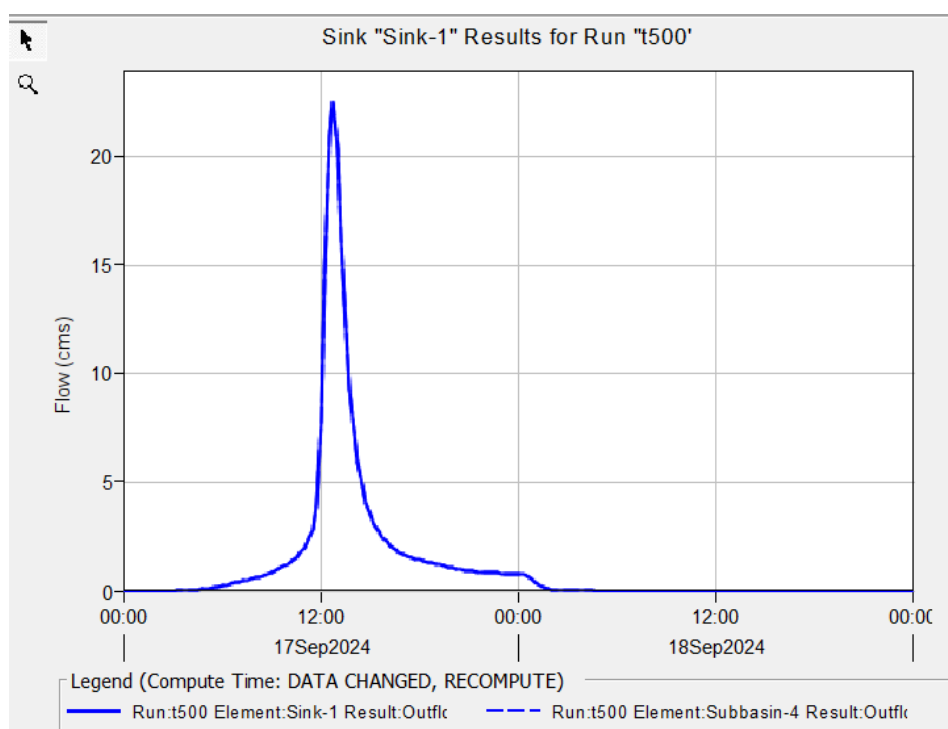


Figura 17 – Hidrograma de salida de la subcuenca 3 (Final) del Barranco de Ponce. T500 años.

Los resultados detallados de las simulaciones realizadas están incluidos en el Anexo IV.

4.4. Resultados

Para el cálculo de los caudales de avenida se han empleado tres métodos de cálculo según las indicaciones dispuestas en la Norma 5.2 – IC:

- Método racional
- Método de cálculo para las cuencas pequeñas del Levante y Sureste peninsular, en adelante, “Método del Levante”
- Modelo hidrológico HEC-HMS

En la *Tabla 23* se muestran los resultados obtenidos mediante la aplicación de los siguientes métodos de cálculo aplicados a cada subcuenca objeto de estudio.

Subcuenca	Periodo de retorno	Q Racional (m ³ /s)	Q Levante (m ³ /s)	Q HMS (m ³ /s)
Derecha	T10	27.95	27.95	37.50
	T100	67.46	203.60	76.80
	T500	96.71	485.20	103.70
Izquierda	T10	24.77	24.77	30.90
	T100	57.76	176.56	61.80
	T500	81.75	425.88	82.90
Final	T10	6.05	6.05	7.90
	T100	14.83	33.46	16.60
	T500	21.39	92.92	22.60

Tabla 23 – Caudal máximo de las subcuencas del Barranco de Ponce obtenido por los diferentes métodos.

Una vez obtenido los resultados por los diferentes métodos de estudio se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- Dada la ubicación de la cuenca del barranco de Ponce, no es posible aplicar el método racional clásico, sino que es necesario emplear el método del Levante.
- Dados los resultados obtenidos mediante el método del Levante ($Q_{100} > 50 \text{ m}^3/\text{s}$ para las subcuencas 1 y 2), es necesario es realizar un estudio específico mediante métodos estadístico o modelos hidrológicos.
- Se ha realizado un modelo hidrológico con el software HEC-HMS para todas las subcuencas del Barranco de Ponce, a pesar de que para el caso de la subcuenca 3 no sería necesario al ser de aplicación el método del Levante.
- Puesto que para las subcuencas 1 y 2 se deben tomar como caudales los resultantes del modelo hidrológico y los caudales calculados con el modelo hidrológico difieren sustancialmente para las tres subcuencas respecto a los obtenidos con el método del Levante, **se utilizarán como caudales de diseño para las subcuencas 1, 2 y 3 los calculados con el modelo hidrológico.**

A continuación, se recogen los caudales de diseño para cada periodo de retorno y subcuenca de estudio:

Subcuenca	Caudal (m ³ /s)		
	T10	T100	T500
Derecha	37.50	76.80	103.70
Izquierda	30.90	61.80	82.90
Final	7.90	16.60	22.60

Tabla 24 – Caudal máximo de las subcuencas del Barranco de Ponce.

5. Estudio hidráulico

A continuación, se analiza hidráulicamente diferentes escenarios aplicados a la cuenca del Barranco de Ponce:

- Escenario 0: situación previa.
- Escenario 1: situación actual (medidas Fase I).
- Escenario 2: situación futura (medidas Fase I y Fase II).

Así mismo, tal y como se ha analizado en el estudio hidrológico, la cuenca del Barranco de Ponce se ha dividido en tres subcuencas. Por tanto, para considerar los diferentes caudales generados en las subcuencas se utilizarán tres entradas en el modelo hidráulico.

5.1. Características modelo hidráulico

El modelo hidráulico se ha realizado mediante el software HEC-RAS v. 6.5 mediante una simulación hidráulica bidimensional en régimen transitorio.

Para los tres escenarios que se han planteado se ha generado una malla de 10 m x 10 m en todo el área de estudio. No obstante, en las zonas donde se ha querido analizar de un modo más detallado se ha refinado a una malla de 2 x 2, como es el caso del eje del cauce.

Así mismo, en los márgenes del cauce se han definido líneas de roturas para evitar que el flujo se filtre a través de las caras de las celdas que se encuentran dentro del cauce a las que se encuentran fuera del mismo, reduciendo el tamaño de la malla a 2 m en el entorno de dichas líneas de rotura.

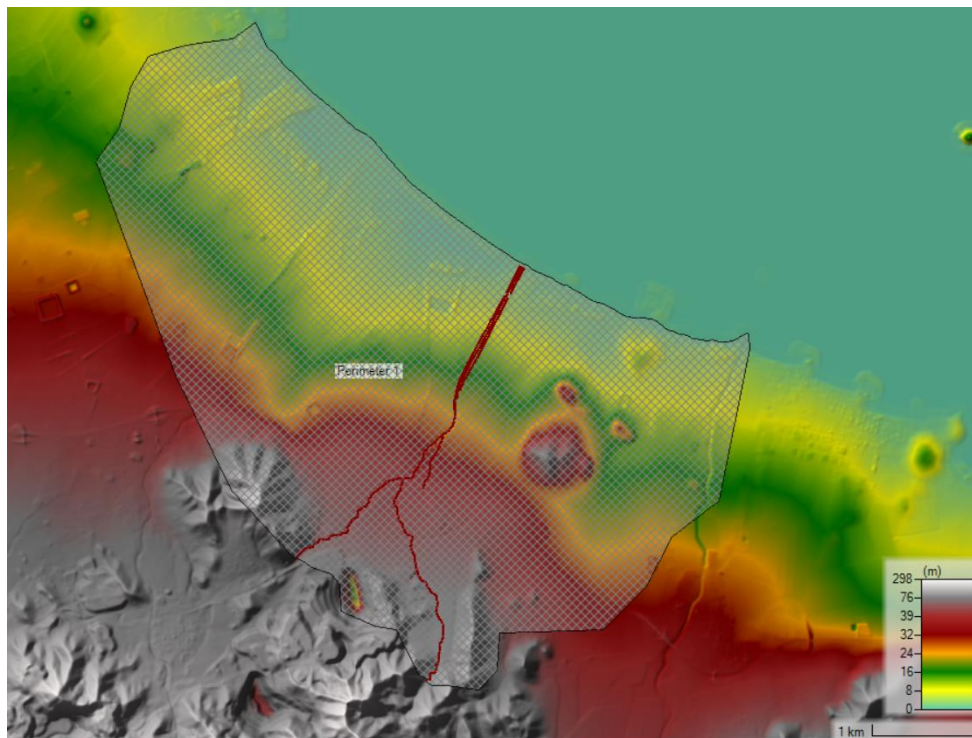


Figura 18 – Malla bidimensional del modelo hidráulico.

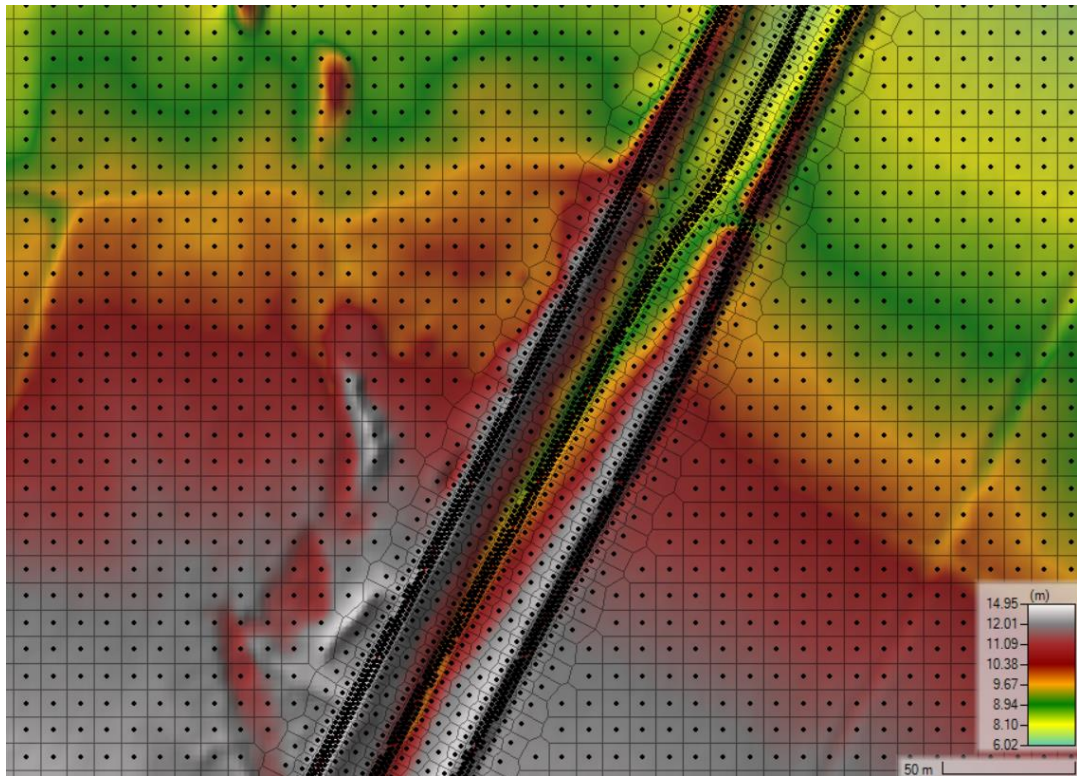


Figura 19 – Malla bidimensional refinada en la zona del cauce del modelo hidráulico.

Por otro lado, en cuanto a los coeficientes de rugosidad aplicados, se han diferenciado aplicado una capa ráster con diferentes coeficientes de rugosidad según el uso del suelo procedente del proyecto europeo CORINE Land Cover (CLC) del año 2018.

Clasificación de usos del suelo del SIOSE				n	Clasificación de usos del suelo del CORINE (2000)			
Artificial compuesto	Urbano mixto	Casco		0,1	Tejido urbano continuo		Tejido urbano	
Cobertura artificial	Edificación							
	Otras construcciones							
Artificial compuesto	Urbano mixto	Ensanche		0,09	Estructura urbana abierta	Tejido urbano discontinuo (urbanizaciones)		
		Discontinuo			Urbanizaciones exentas y/o ajardinadas			
	Industrial	Polígono industrial ordenado		0,1	Zonas industriales	Zonas industriales y comerciales (granjas agrícolas)		
		Polígono industrial sin ordenar						
		Industria aislada						
	Primario	Piscifactoría						
	Infraestructuras	Energía	Eólica					
			Solar					
			Nuclear					
			Eléctrica					
			Térmica					
			Hidroeléctrica					
			Gaseoducto/ oleoducto					
		Telecomunicaciones						
	Terciario	Suministro de agua	Depuradoras y potabilizadoras					
			Desalinizadoras					
			Comercial y oficinas					
	Equipamiento/ dotacional	Complejo hotelero						
		Parque recreativo						
		Administrativo institucional						
		Sanitario						
		Cementerio						
		Educación						
		Penitenciario						
		Religioso						
	Cultural							
	Infraestructuras	Residuos	Plantas de tratamiento					
	Cobertura artificial	Vial, aparcamiento o zona peatonal sin vegetación			Autopistas, autovías y terrenos asociados	Redes viarias, ferroviarias y terrenos asociados		
Artificial compuesto	Infraestructuras	Transporte	Red viaria					
			Red ferroviaria					
			Portuario					
			Aeroportuario					
				Complejos ferroviarios				
				Zonas portuarias				
				Aeropuertos				

Zonas artificiales

Figura 20 – Equivalencia del uso del suelo con el coeficiente de rugosidad (Fuente: Guía metodológica para el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de zonas Inundables – Ministerio de Medio ambiente y medio rural y Marino, Gobierno de España, 2011).

Clasificación de usos del suelo del SIOSE			n	Clasificación de usos del suelo del CORINE (2000)					
Asentamiento agrícola residencial			0,035-0,05	0,035	Mosaico de cultivos anuales con prados o praderas en secano	Mosaico de cultivos en secano	Mosaico de cultivos (mosaico de cultivos con casas dispersas)	Zonas agrícolas heterogéneas	
Artificial compuesto	Primario	Agrícola/ganadero		0,04	Mosaico de cultivos permanentes en secano				
					Mosaico de cultivos anuales con cultivos permanentes en secano				
				0,035	Mosaico de cultivos anuales con prados o praderas en regadío	Mosaico de cultivos en regadío			
				0,04	Mosaico de cultivos permanentes en regadío				
					Mosaico de cultivos anuales con cultivos permanentes en regadío				
					Mosaico de cultivos mixtos en secano y regadío				
Huertas familiar				0,05	Mosaico de cultivos agrícolas en secano con espacios significativos de vegetación natural y seminatural				Terrenos principalmente agrícolas con importantes espacios de vegetación natural
Mosaico de cultivos agrícolas en regadío con espacios significativos de vegetación natural y seminatural									
Mosaico de prados o praderas con espacios significativos de vegetación natural y seminatural									
Dehesa			0,06	Pastizales, prados o praderas con arbolado adehesado		Sistemas agro-forestales			
				Cultivos agrícolas con arbolado adehesado					
Arbolado forestal	Frondosas	Frondosas caducifolias	0,07	Bosque mixto			Bosques de frondosas		
				Perennifolias					
		Caducifolias y marcescentes							
		Otras frondosas de plantación							
		Mezclas de frondosas							
		Laurisilva macaronésica							
		Bosques de ribera							
	Coníferas	Bosques de coníferas de hojas aciculares		Bosques de coníferas					
		Bosques de coníferas de hojas de tipo cupresáceo							
		Pastizal			0,035	Pastizales supraforestales templado-oceánicos, pirenaicos y orocantábricos	Pastizales supraforestales	Pastizales naturales (Prados alpinos)	Matorrales y/o asociaciones de vegetación herbácea
Pastizales supraforestales mediterráneos									
Otros pastizales templado oceánicos	Otros pastizales								
Otros pastizales mediterráneos									

Figura 21 – Continuación. Equivalencia del uso del suelo con el coeficiente de rugosidad (Fuente: Guía metodológica para el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de zonas Inundables – Ministerio de Medio ambiente y medio rural y Marino, Gobierno de España, 2011).

Clasificación de usos del suelo del SIOSE			n		Clasificación de usos del suelo del CORINE (2000)			
Matorral			0,055-0,07	0,06	Landas y matorrales en climas húmedos. Vegetación mesófila		Landas y matorrales mesófilos	Matorrales y/o asociaciones de vegetación herbácea
					Fayal-breza macaronésico			
				0,065	Grandes formaciones de matorral denso o medianamente denso	Matorrales esclerófilos mediterráneos	Vegetación esclerófila	
				0,06	Matorrales xerófilos macaronésicos			
				0,07	Matorral boscoso de frondosas		Matorral boscoso de transición (claras de bosques/zonas empantanadas fijas o en transición)	
					Matorral boscoso de coníferas			
Matorral boscoso de bosque mixto								
Terrenos sin vegetación	Playas, dunas y arenales		0,025		Playas y dunas		Playas, dunas y arenales	Espacios abiertos con escasa o sin vegetación
	Ramblas		0,035		Ramblas con poca o sin vegetación			
	Roquedo	Acantilados marinos	0,025		Rocas desnudas con fuerte pendiente (acantilados, etc.)		Roquedo	
		Afloramientos rocosos y roquedas	0,025	0,025-0,035	Afloramientos rocosos y canchales			
		Canchales	0,035					
		Coladas lávicas cuaternarias	0,03		Coladas lávicas cuaternarias			
	Suelo desnudo				Xeroestepa subdesértica		Espacios con vegetación escasa	
					Cárcavas y/o zonas en proceso de erosión			
					Espacios orófilos altitudinales con vegetación escasa			
	Zonas quemadas		0,04		Zonas quemadas			
	Glaciares y nieves permanentes		0,025		Glaciares y nieves permanentes			
Coberturas húmedas	Humedales continentales	Zonas pantanosas	0,04		Humedales y zonas pantanosas (zonas pantanosas sin árboles y de transición, en ocasiones con una turbera de más de 30 cm de espesor)		Zonas húmedas continentales	
		Turberas			Turberas y prados turbosos (explotaciones turberas)			
	Humedales marinos	Marismas			Marismas		Zonas húmedas litorales	
		Salinas marinas			Zonas llanas intermareales			
	Humedales continentales	Salinas continentales			Salinas			

Figura 22 – Continuación. Equivalencia del uso del suelo con el coeficiente de rugosidad (Fuente: Guía metodológica para el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de zonas Inundables – Ministerio de Medio ambiente y medio rural y Marino, Gobierno de España, 2011).

Clasificación de usos del suelo del SIOSE				<i>n</i>	Clasificación de usos del suelo del CORINE (2000)				
Artificial compuesto	Infraestructuras	Suministro de agua	Conducciones y canales	0,015	Canales artificiales	Cursos de agua	Aguas continentales	Superficies de agua	
Coberturas de agua	Aguas continentales	Cursos de agua		0,04	Ríos y cauces naturales				
		Láminas de agua	Lagos y lagunas	0,025	Lagos y lagunas	Láminas de agua			
			Embalses		Embalses				
Cobertura artificial	Lámina de agua artificial			0,025	Lagunas costeras		Aguas marinas		
Coberturas de agua	Aguas marinas	Lagunas costeras			0,03	Estuarios			
		Estuarios				Mares y océanos			
		Mares y océanos		0,025	Mares y océanos				

Figura 23 – Continuación. Equivalencia del uso del suelo con el coeficiente de rugosidad (Fuente: Guía metodológica para el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de zonas Inundables – Ministerio de Medio ambiente y medio rural y Marino, Gobierno de España, 2011).

Respecto a las condiciones de contorno aplicadas en el modelo se distingue, por un lado, las diferentes entradas de caudal en el modelo y, por otro lado, la salida del mismo.

Las condiciones de entrada se han creado a partir de la asignación del hidrograma obtenido mediante el estudio hidrológico. En la Figura 24 se han recogido los hidrogramas de entrada para cada una de las condiciones de contorno y periodos de retorno estudiados.

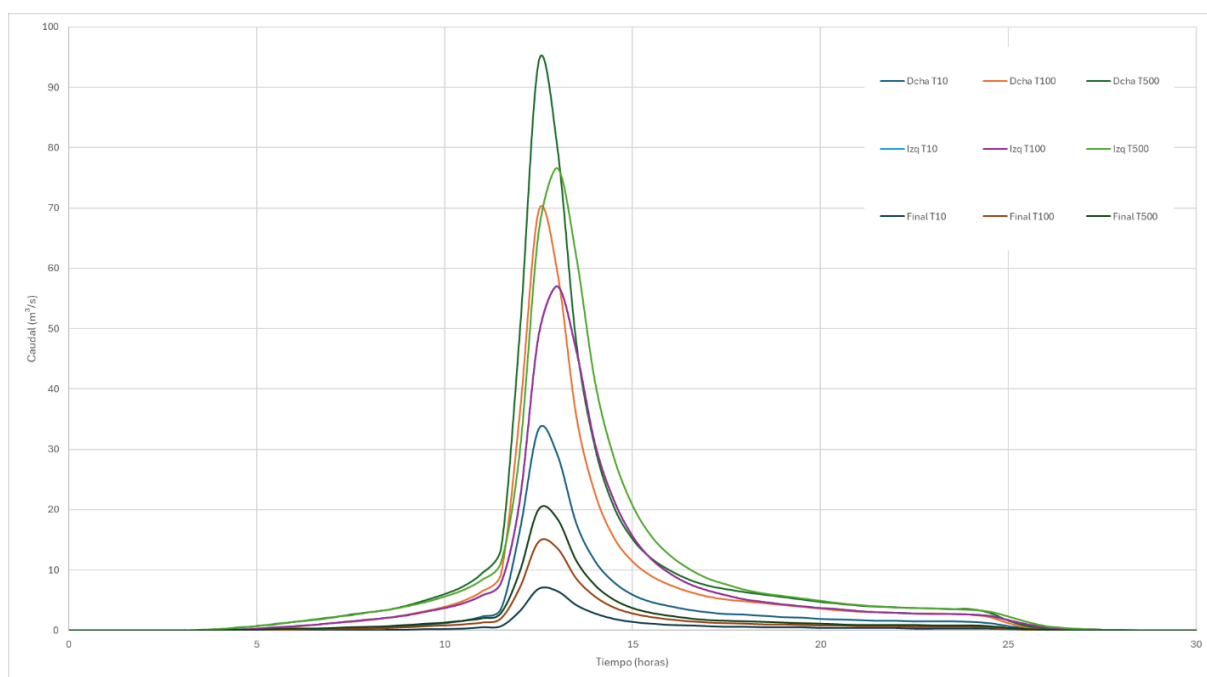


Figura 24 – Hidrogramas de entrada para los distintos periodos de retorno.

Para la condición de salida se ha considerado como condición de control el calado normal, calculado a partir de la pendiente del tramo de salida. En este caso de estudio, se ha empleado como pendiente del tramo de salida 0,01.

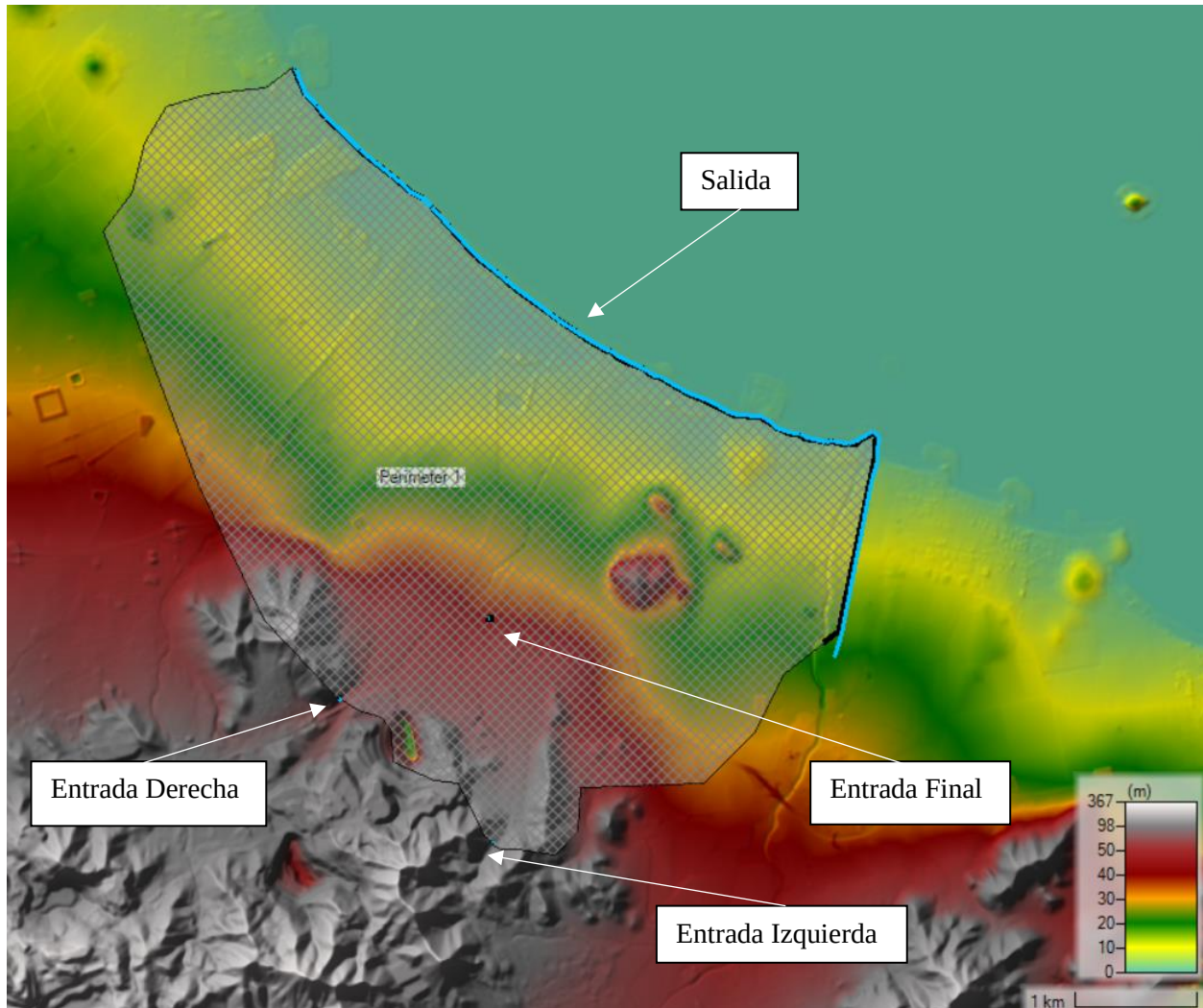


Figura 25 – Condiciones de contorno del modelo hidráulico.

5.2. Escenario 0: situación previa.

Por Escenario 0 se entiende la situación de la cuenca del Barranco de Ponce temporalmente anterior a la construcción de las actuaciones comprendidas en el Proyecto de Restauración Hidrológico-Forestal, ejecutadas en el año 2022.

En esta situación, las estructuras existentes en la cuenca del barranco de Ponce destacan por tratarse de obras de drenaje transversal que salvan el cruzamiento del cauce con algunos pequeños caminos o carreteras de mayor entidad, como es el caso de la carreta RM-12.

Las características de estas obras de drenaje pueden consultarse en el *Anexo II*.

A continuación, a modo de ejemplo, se muestran los calados obtenidos para el periodo de retorno de 500 años en el escenario 0. Así mismo, se ilustra la geometría empleada para el *Escenario 0* donde se puede ver la ubicación de las obras de drenaje consideradas.

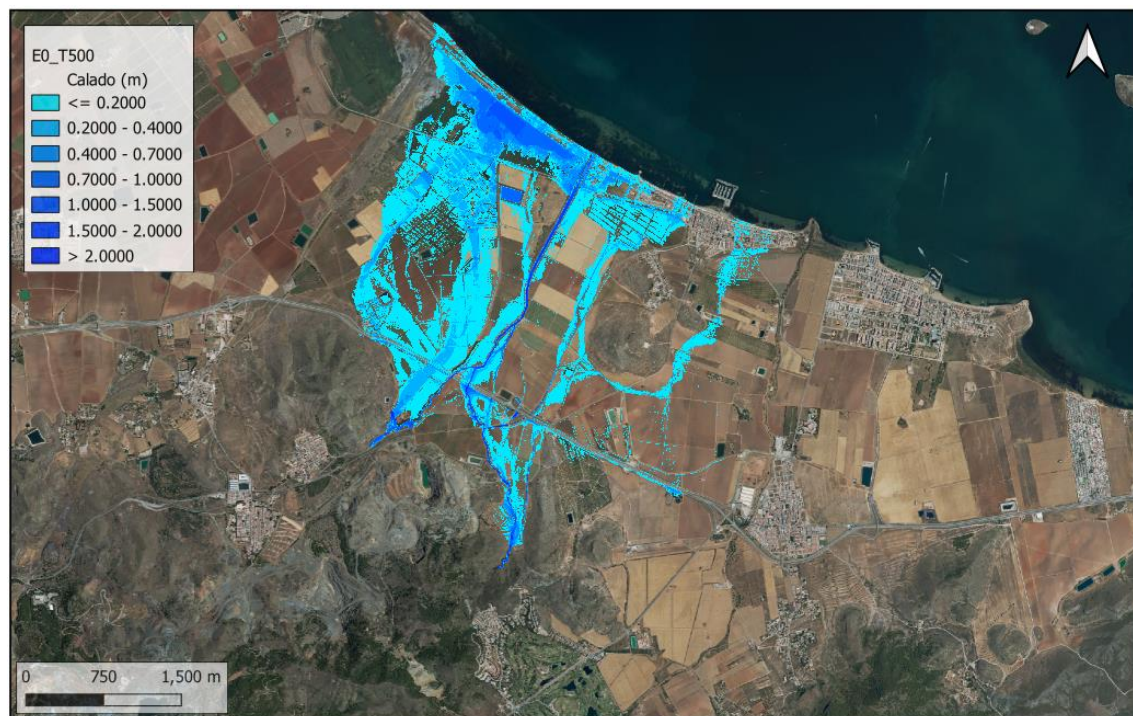


Figura 26 – Escenario 0. Periodo de retorno 500 años. Calados (m).

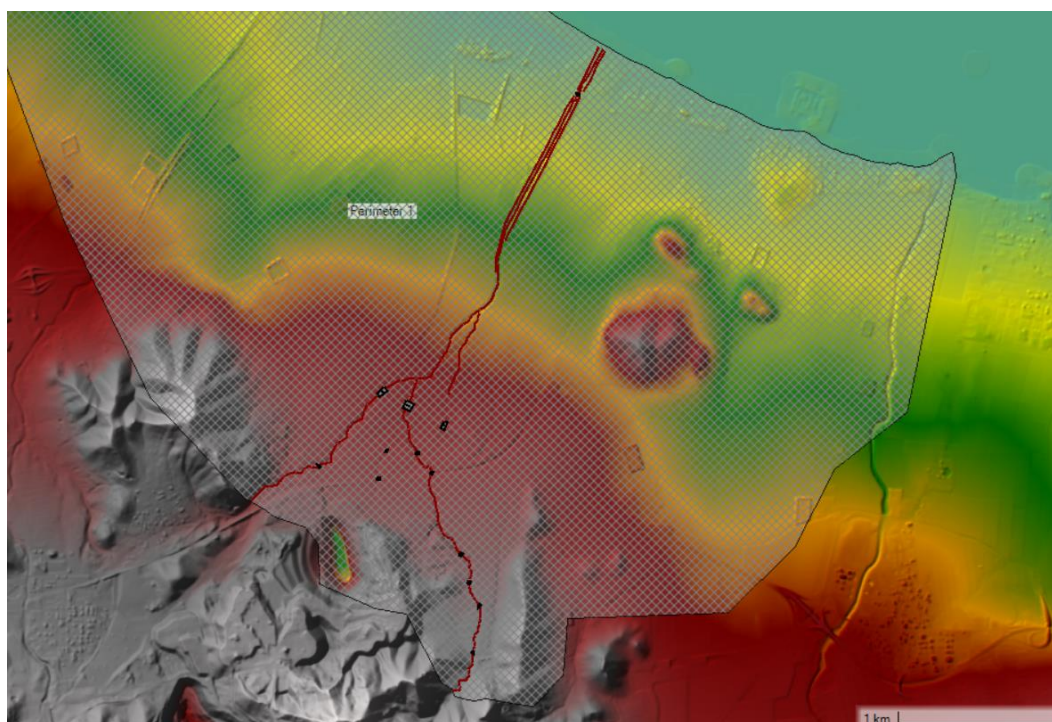


Figura 27 – Escenario 0. Geometría.

5.3. Escenario 1: situación actual.

Por Escenario 1 se entiende la situación de la cuenca del Barranco de Ponce temporalmente posterior a la construcción de las actuaciones comprendidas en la Fase I del Proyecto de Restauración Hidrológico-Forestal, ejecutadas en el año 2022.

En esta situación, el Barranco de Ponce cuenta con las estructuras consideradas en el *Escenario 0* (obras de drenaje transversal) y las ejecutadas en el marco del proyecto de Restauración Hidrológico-Forestal.

Las características de estas obras de drenaje, así como de las estructuras construidas en este *Escenario 1* pueden consultarse en el *Anexo II*. Se ilustra la geometría empleada para el *Escenario 1* donde se puede ver la ubicación de las obras de drenaje consideradas y de las estructuras del Proyecto de Restauración Hidrológico-Forestal.

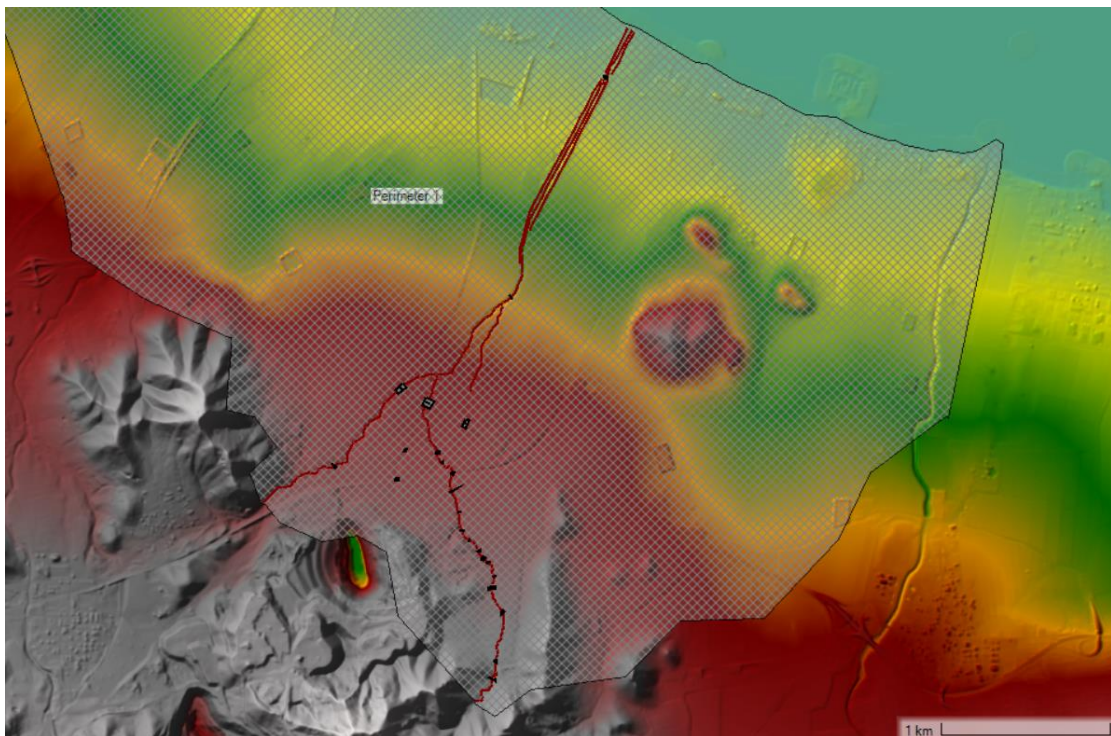


Figura 28 – Escenario 0. Geometría.

A continuación, a modo de ejemplo, se muestran los calados obtenidos para el periodo de retorno de 500 años en el escenario 1.

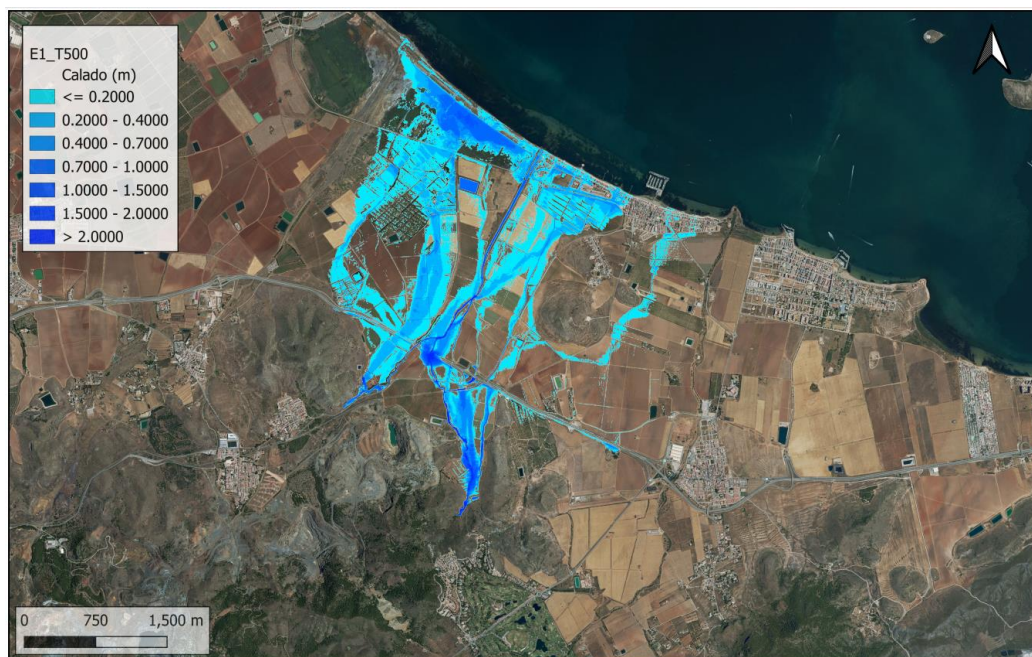


Figura 29 – Escenario 1. Periodo de retorno 500 años. Calados (m).

5.4. Escenario 2: situación futura.

Por Escenario 1 se entiende la situación futura de la cuenca del Barranco de Ponce en la que habrá concluido la construcción de las actuaciones comprendidas en las Fases I y II del Proyecto de Restauración Hidrológico-Forestal.

En esta situación, el Barranco de Ponce cuenta con las estructuras consideradas en el *Escenario 0* (obras de drenaje transversal), en el *Escenario 1* (actuaciones Fase I del Proyecto de Restauración Hidrológico-Forestal) y las actuaciones propuestas en la fase II del proyecto de Restauración Hidrológico-Forestal.

En la *Tabla 25* se recogen las principales características de las actuaciones de la Fase II contempladas en este *Escenario 2*.

Código	Coordenadas		Cota terreno (m)	H cuerpo dique (m)	Cota vertedero (m)	H hombros (m)	Cota hombros (m)
	X	Y					
1	693 480	4 166 161	99,90	1,50	101,40	1,0	36,00
2	693 464	4 166 514	81,50	4,00	85,50	1,0	86,50
3	693 480	4 166 298	78,25	1,50	79,75	1,0	80,75
4	692 529	4 167 298	54,50	5,00	58,30	-	-
5	692 661	4 167 441	51,24	2,00	52,20	1,0	53,20
6	693 332	4 168 038	29,75	1,50	31,25	1,0	32,25
7	693 364	4 168 120	27,30	1,70	29,00	1,0	30,00
8	693 399	4 168 008	31,40	2,00	33,40	1,0	34,40
9	693 484	4 168 151	27,25	1,00	28,25	0,7	28,95
10	693 662	4 168 688	15,85	1,25	17,10	1,0	18,10
11	693 819	4 168 997	10,50	2,50	13,00	14,0	27,00
12	693 897	4 169 149	8,50	2,50	11,00	1,0	12,00
13	693 990	4 169 324	6,00	2,50	8,50	1,0	9,50
14	694 074	4 169 478	4,50	2,50	7,00	1,0	8,00

Tabla 25 – Características de los diques de la Fase II del Proyecto de Restauración Hidrológico-Forestal (Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico –Gobierno de España).

Así mismo, además de la ejecución de los diques, la Fase II del Proyecto de Restauración Hidrológico-Forestal contempla el levantamiento de motas para aumentar la superficie de laminación en las proximidades a la desembocadura del cauce, tal y como se ilustra en la *Figura 30*.

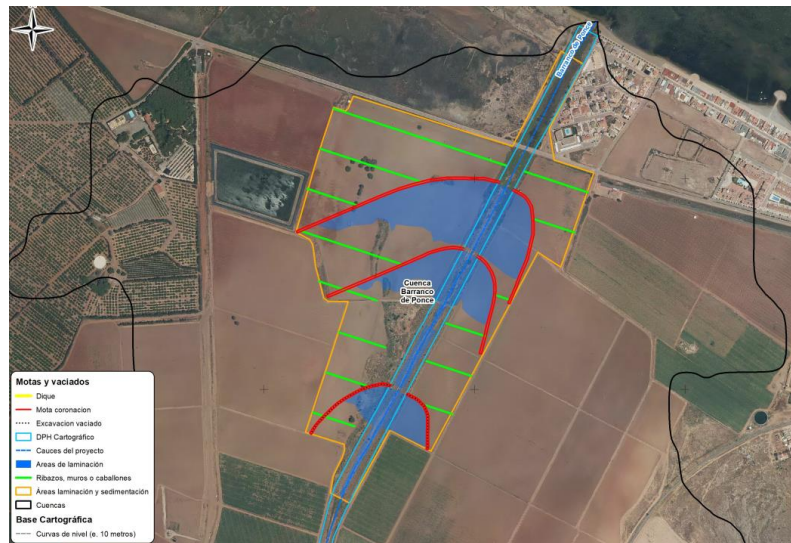


Figura 30 – Áreas de laminación contempladas en la Fase II del Proyecto de restauración Hidrológico-Forestal (Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico –Gobierno de España).

A continuación, a modo de ejemplo, se muestran los calados obtenidos para el periodo de retorno de 500 años en el escenario 2.

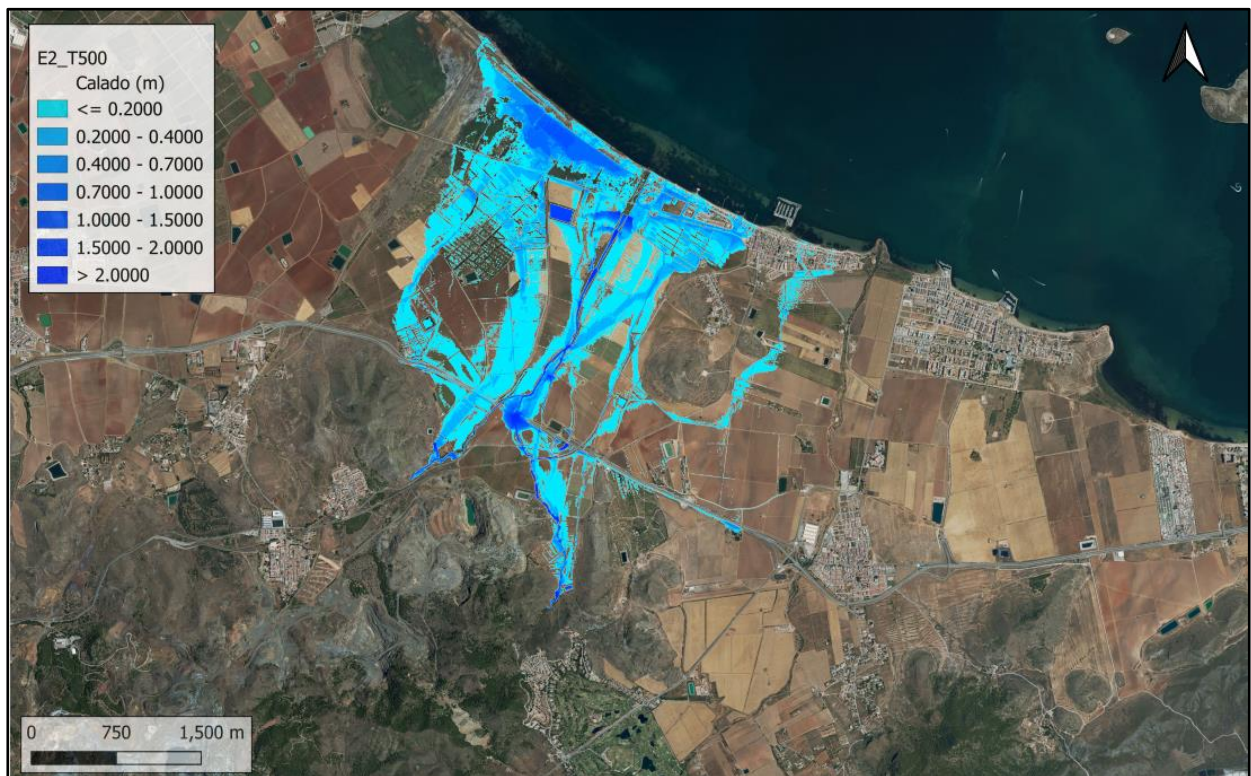


Figura 31 – Escenario 2. Periodo de retorno 500 años. Calados (m).

6. Análisis de los resultados.

El Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (en adelante, SNCZI) desarrollado por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico cuenta con estudios de inundabilidad asociados al Barranco del Ponce, los cuales datan del año 2012, por lo que se consideran ligeramente desactualizado. No obstante, dichos estudios servirán como base para comparar los resultados obtenidos en el presente estudio hidráulico.



Figura 32 – Zona Inundable con Probabilidad Baja o Excepcional – $T = 500$ años (Fuente: SNCZI - MITERD).

Tal y como se puede observar en la *Tabla 26*, los caudales empleados para el cálculo de las láminas de inundación en el visor del SNCZI son considerablemente bastante inferiores respecto a los obtenidos en el presente estudio hidrológico. Esta diferencia se debe, en gran parte, a la consideración de distintos datos de precipitación.

En este sentido, los caudales empleados por el SNCZI se obtuvieron a través de los datos pluviométricos procedentes de la publicación *Máximas lluvias diarias en la España Peninsular del Ministerio de Fomento (1999)*. De este modo, tal y como se ha estudiado en el *Anexo III*, los datos pluviométricos que se han empleado en el presente estudio difieren notablemente de los utilizados en la elaboración de la cartografía incluida en el SNCZI.

Periodo de retorno (años)	Caudal (m^3/s)
T10	7.00
T100	21.00
T500	36.00

Tabla 26 – Caudales asociados a cada periodo de retorno (Fuente: SNCZI - MITERD).

En la *Figura 33* se puede comparar la mancha de inundación asociada al periodo de retorno de 500 años procedente del SNCZI y la obtenida para el Escenario 0. En esta Figura se puede apreciar que la lámina inundable es notoriamente mayor, inundando el barrio costero de Los Nietos.

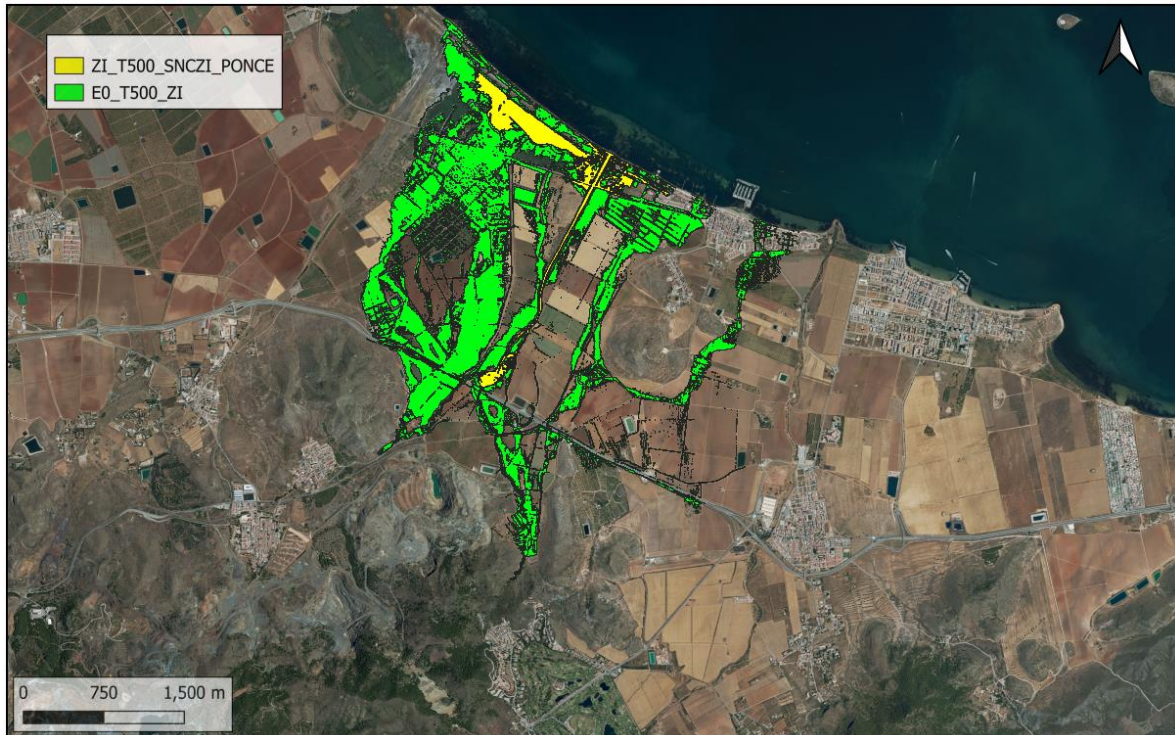


Figura 33 – Comparación llanura de inundación del SNCZI y del Escenario 0 asociada al periodo de retorno de 500 años

6.1. Comparación Escenario 0 y Escenario 1.

En primer lugar, se procede a realizar una comparación de la inundabilidad en el entorno del Barranco de Ponce una vez ejecutadas las actuaciones de la Fase I del Proyecto de Restauración Hidrológico-Forestal, tal y como se encuentra en la actualidad.

Tal y como se puede observar en las siguientes figuras recopiladas en el Anexo V, se ha producido una diferencia clara entre el *Escenario 1* y el *Escenario 0*. Si bien en la parte Noroeste del ámbito (parte final del cauce y zonas naturales) de estudio se reducen en torno a 0,20 m los calados, las actuaciones ejecutadas en la Fase I han aumentado notablemente los calados en la parte alta del cauce y en la zona Noreste del ámbito, coincidiendo con el barrio costero de Los Nietos.

Cabe mencionar que el aumento de calado en el propio cauce es lo esperado ya que al colocar un obstáculo en diferentes puntos del trazado, el agua tiene que alcanzar un calado determinado para sobrepasar dicho obstáculo.

No obstante, se ha detectado que un aumento irregular del calado a partir del dique 10. Al circular el agua hasta el dique 10, el calado aumento lo suficiente como para sobrepasar el obstáculo producido por dicho dique; sin embargo, unos metros aguas arriba del dique 10 se encuentra un camino, haciendo que el caudal desborde por el Noreste, tal y como se muestra en la *Figura 35*. Este hecho se incrementa para periodos de retorno superiores.

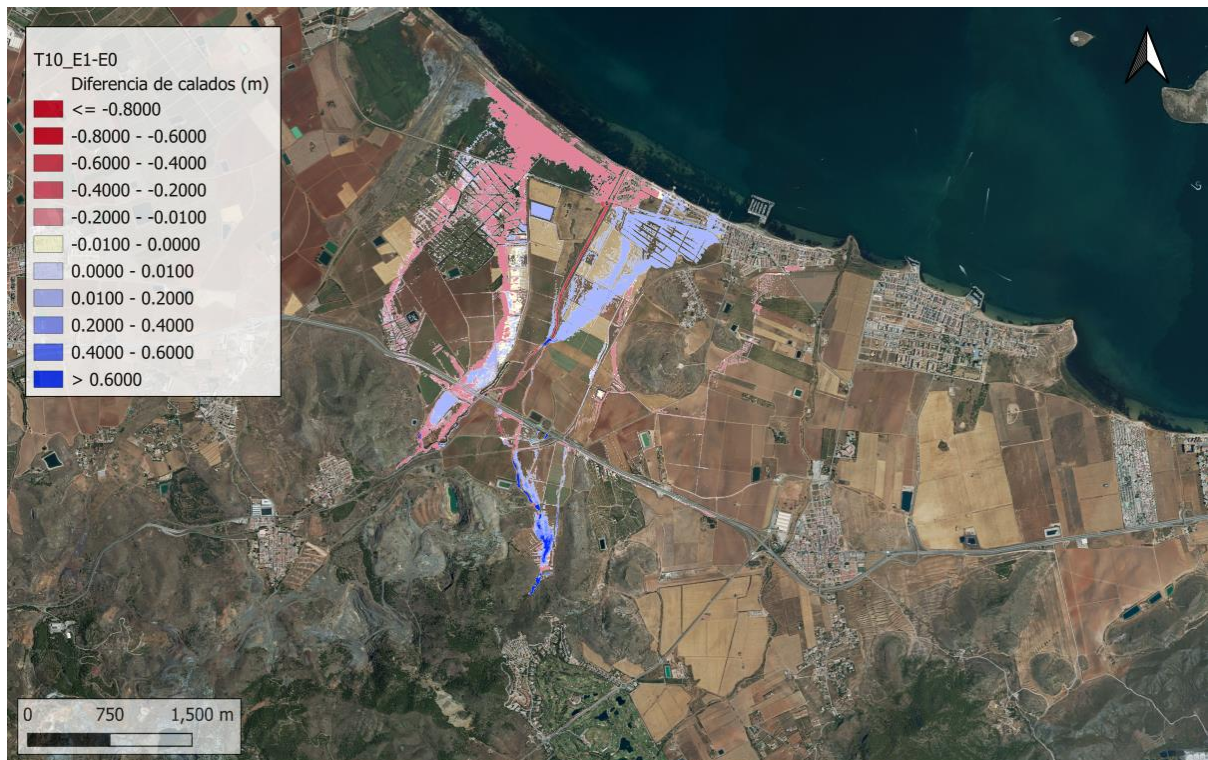


Figura 34 – Diferencia de los calados producidos en el Escenario 1 y en el Escenario 0 para T10 años.

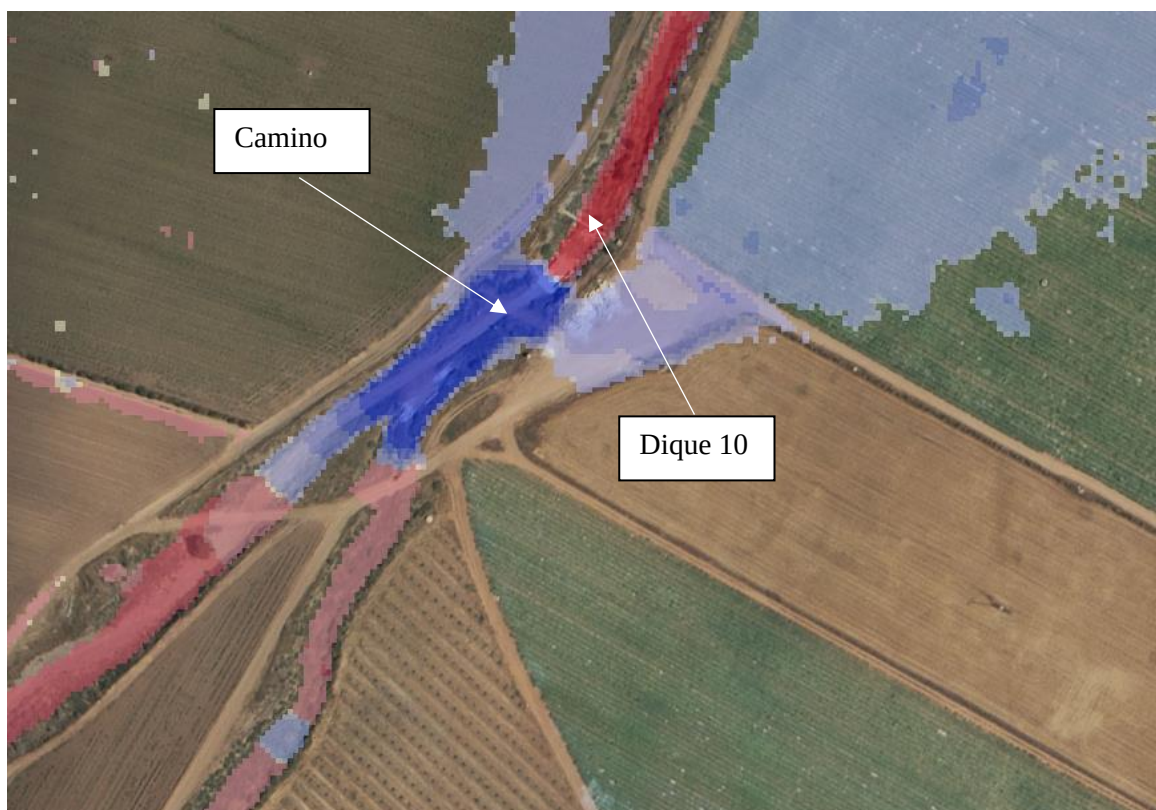


Figura 35 – Punto crítico en torno al Dique 10. T10 años.

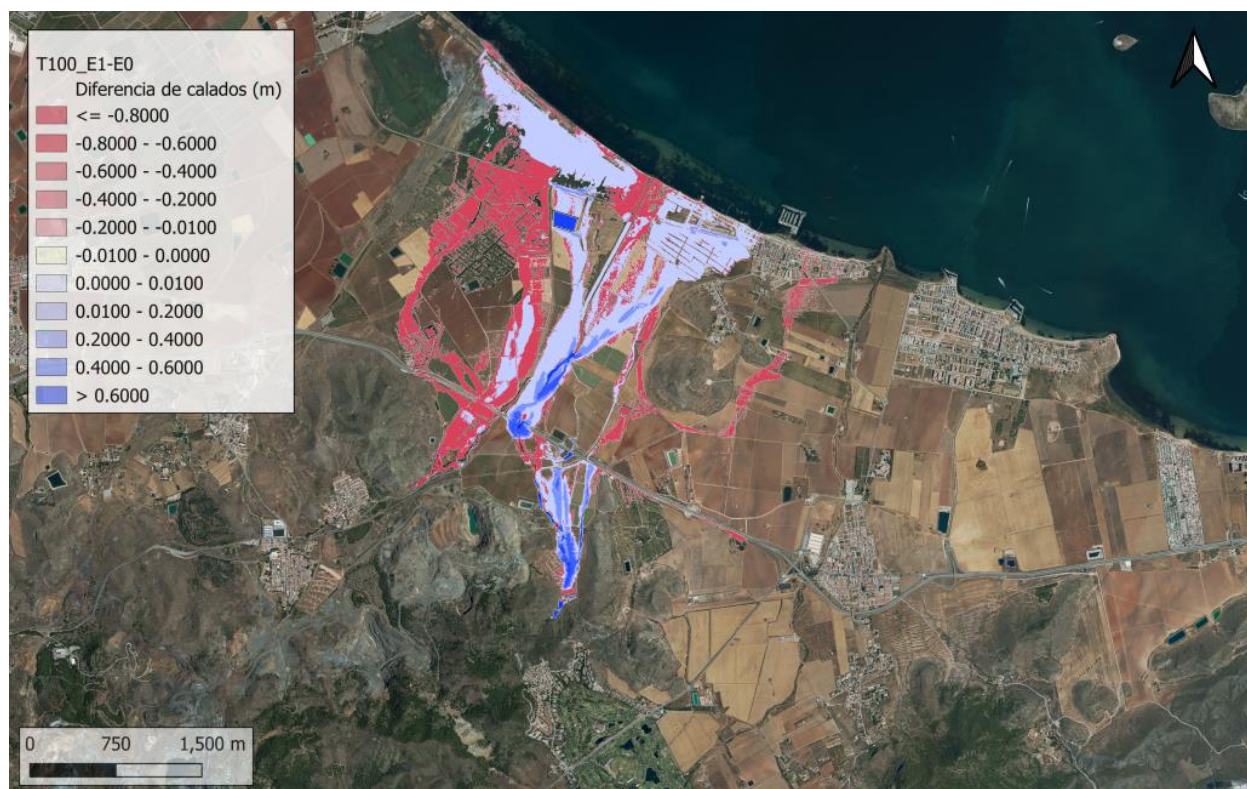


Figura 36 – Diferencia de los calados producidos en el Escenario 1 y en el Escenario 0 para T100 años.

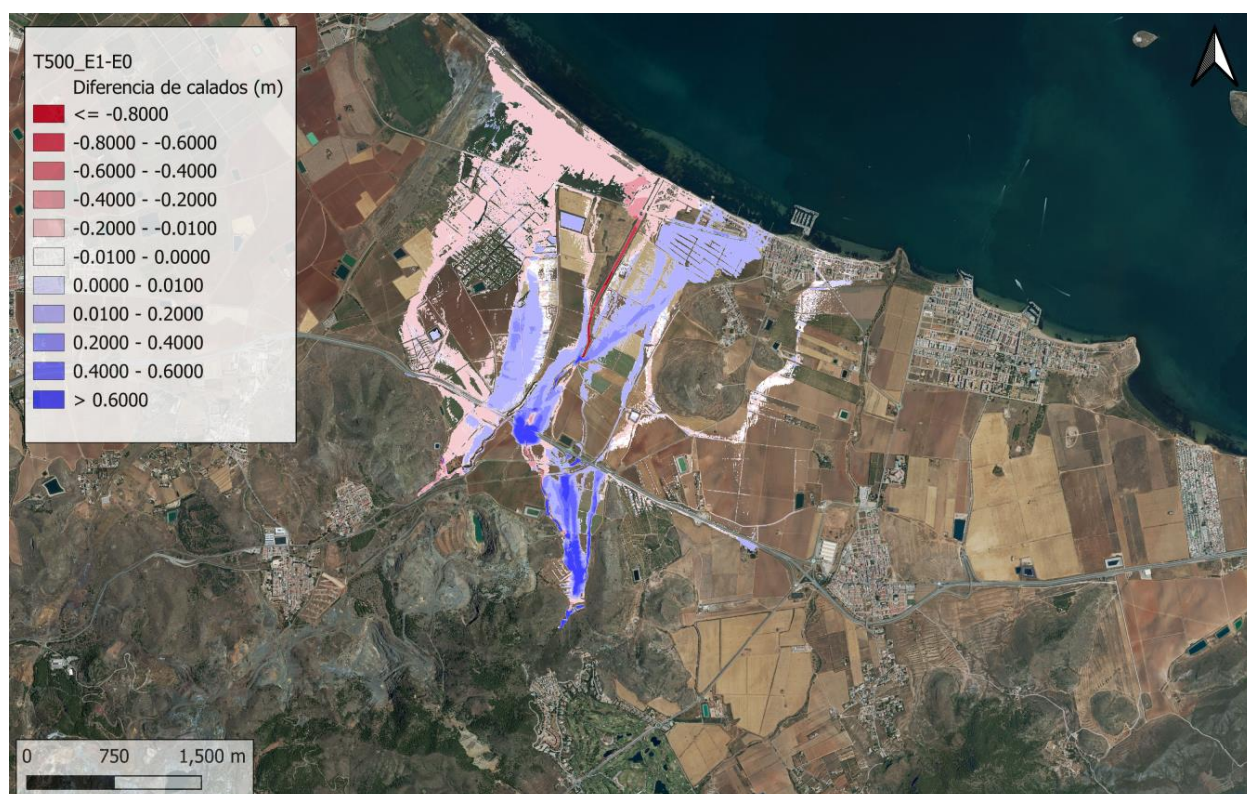


Figura 37 – Diferencia de los calados producidos en el Escenario 1 y en el Escenario 0 para T500 años.

6.2. Comparación Escenario 0 y Escenario 2.

En segundo lugar, se procede a realizar una comparación de la inundabilidad en el entorno del Barranco de Ponce una vez ejecutadas las actuaciones de las Fase I y II del Proyecto de Restauración Hidrológico-Forestal, tal y como se encuentra en la actualidad.

Tal y como se puede observar en las siguientes figuras recopiladas en el Anexo V, se ha producido una diferencia clara entre el *Escenario 1* y el *Escenario 0*. Así mismo, tal y como sucedía con el Escenario 1, los calados de la parte Noroeste del ámbito (parte final del cauce y zonas naturales) se reducen mientras que en la parte Noroeste se incrementan debido a la existencia del dique 10 (numeración Fase I).

No obstante lo anterior, tal y como se muestra en la *Figura 39*, ha quedado demostrado la eficacia de las áreas de laminación en torno a los diques 11 a 14 (numeración Fase II), reduciéndose considerablemente el calado en la parte final del cauce.



Figura 38 – Diferencia de los calados producidos en el Escenario 2 y en el Escenario 0 para T10 años.

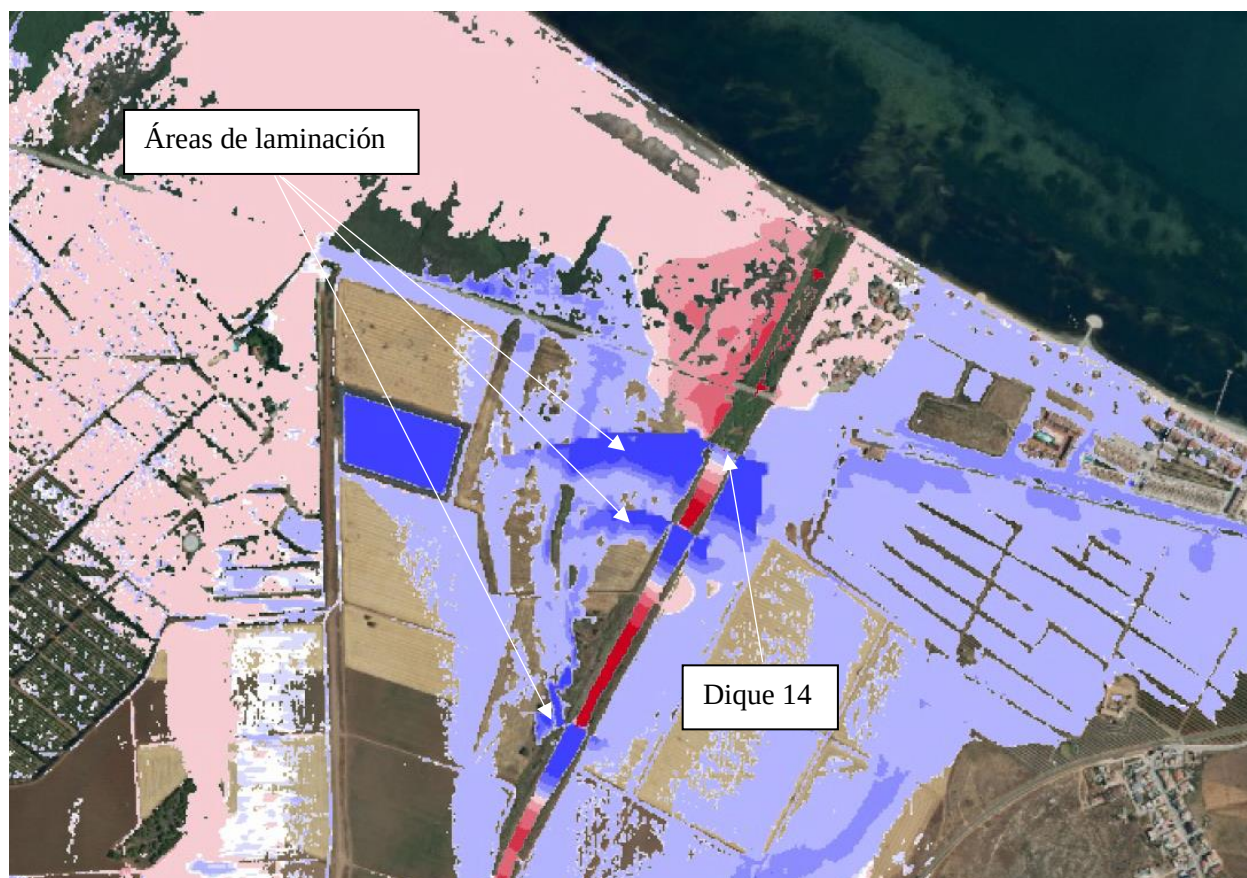


Figura 39 – Áreas de laminación de avenidas. T500 años.



Figura 40 – Diferencia de los calados producidos en el Escenario 2 y en el Escenario 0 para T100 años.



Figura 41 – Diferencia de los calados producidos en el Escenario 2 y en el Escenario 0 para T500 años.

7. Conclusiones

Tras analizar los resultados arrojados por la modelización hidrológica – hidráulica de los diferentes escenarios del Barranco de Ponce, es necesario resaltar la importancia de un estudio pluviométrico actualizado. Esto se puede apreciar al realizar la comparación entre los caudales empleados en la elaboración del SNCZI y los resultantes del modelo hidrológico ya que los primeros se han calculado a partir de series históricas de hace 25 años mientras que en el presente estudio se han empleado datos actualizados al año 2023.

En este sentido, se hace notorio la necesidad de tener en cuenta los efectos del cambio climático en el dimensionamiento de infraestructuras hidráulicas y de contención de avenidas.

Respecto a los escenarios simulados, se ha podido comprobar que, si bien en parte se mejoraba la inundabilidad aguas abajo del cauce, en determinados puntos críticos la ejecución de alguna de las actuaciones propuestas provoca el desbordamiento de la rambla y la posterior inundación del barrio costero de Los Nietos situado aguas abajo del Barranco de Ponce.

Así mismo, se ha analizado el buen funcionamiento de las áreas de laminación planteadas, reduciendo notablemente el caudal circulante por el cauce aguas abajo. De este modo, se ha podido comprobar que estas áreas de laminación tienen un mayor efecto sobre la inundabilidad que la ejecución de los propios diques ya que estos permiten laminar muy poco caudal. No obstante, cabe mencionar que para periodos de retorno altos (T500 años), debido a la magnitud del caudal del cauce, estas actuaciones para laminar avenidas no representan un gran efecto, siendo verdaderamente útiles para periodos de retorno pequeños.

En términos generales, independientemente de los resultados obtenidos, las actuaciones propuestas en el Proyecto de Restauración Hidrológico-Forestal marca el inicio de un proceso de regeneración de la Sierra Minera de Cartagena – La Unión y del Mar Menor

El estudio realizado ha proporcionado una información valiosa sobre el comportamiento hidráulico de la cuenca del Barranco de Ponce. Al analizar los resultados surge la necesidad de abordar otras cuestiones relacionadas. Por tal motivo se proponen los siguientes enfoques que permitirán ampliar el presente estudio en el futuro:

- Estudio hidrológico - hidráulico individual de las ramblas próximas en las que se han ejecutado actuaciones similares a las analizadas en este trabajo para comprobar la efectividad de las mismas.
- Estudio hidrológico - hidráulico a gran escala de todas las ramblas de la Sierra minera para considerar la influencia de unas en otras y poder arrojar unos resultados conjuntos más realistas.
- Análisis de transporte de sedimentos para verificar la diferencia de la carga de sedimentos que llega al mar Menor, de forma individual para el Barranco de Ponce y de forma conjunta para toda la Sierra Minera.
- Estudio de alternativas de medidas preventivas que reduzcan notablemente el riesgo de inundación fluvial mediante la ejecución de más áreas de laminación.

8. Bibliografía.

Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico. (2022). Proyecto de Restauración Hidrológico-forestal para reducción de riesgo de inundación y mejora ambiental en el Barranco de Ponce y rambla de Carrasquilla (TM de Cartagena) en el Marco del Plan de Recuperación, Transformación y resiliencia (PRTP).

Brunner, G.W. (2022). HEC-RAS 2D User's Manual. Version 6.2. US Army Corps of Engineers - Hydrologic Engineering Center.

Scharffenberg, W. (2016). Hydrologic Modeling System HEC-HMS User's Manual. Version 4.2. US Army Corps of Engineers – Hydrologic Engineering Center.

CEDEX (2000). Recomendaciones para el cálculo hidrometeorológico de avenidas. Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX. Acceso: <https://hispagua.cedex.es/node/92786> Fecha de consulta: 10 de septiembre de 2024.

CEDEX (2009). Mapa de caudales máximos de avenida para la red fluvial de la España peninsular. Informe Técnico para la Dirección General del Agua del MARM. Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX.

Confederación Hidrográfica del Segura (2020). Cartografía de Zonas Inundables (ZI) > Zonas inundables y gestión de riesgo > Información > Confederación Hidrográfica del Segura. <https://www.chsegura.es/chs/cuenca/gestioninundacion/cartografia.html> Fecha de consulta: 12 de septiembre de 2024.

Confederación Hidrográfica del Segura (2020). Revisión y actualización de los mapas de peligrosidad y riesgo por inundación de las áreas con riesgo potencial significativo de inundación 2º ciclo. Documento I: memoria y anexos.

Dirección General de Carreteras (1999). Máximas lluvias diarias en la España Peninsular. Ministerio de Fomento.

Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas (2003). La delimitación del dominio público hidráulico y de sus zonas inundables. El proyecto LINDE. Ministerio de Medio Ambiente. Secretaría de Estado de Aguas y Costas.

Ministerio de Fomento; Dirección General de Carreteras (2019). NORMA 5.2–IC de la Instrucción de carreteras, Drenaje superficial. NIPO: 161-18-228-0.

Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. (2011). Guía Metodológica para el desarrollo del sistema nacional de cartografía de zonas inundables. ISBN: 978-84-491-1136-5

Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico (2016). Folleto interpretación de los usos del suelo en las zonas inundables. Acceso: https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/folleto-interpretacion-rdph-zonas-inundables_tcm30-381224.PDF Fecha de consulta: 8 de agosto de 2024.

Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico. (2022). Proyecto de Restauración Hidrológico-forestal para reducción de riesgo de inundación y mejora ambiental en el Barranco de Ponce y rambla de Carrasquilla (TM de Cartagena) en el Marco del Plan de Recuperación, Transformación y resiliencia (PRTP).

Estudio de inundabilidad de una cuenca drenante al sur del Mar Menor

Anexo I - Reportaje fotográfico

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Dique 1. Identificación.....	1
Figura 2 – Dique 1. Vista general.....	1
Figura 3 – Dique 1. Cuenco aguas abajo.	2
Figura 4 – Dique 1. Vista desde aguas abajo.....	2
Figura 5 – ODT 1. Vista general.	3
Figura 6 – ODT 2. Vista general.	3
Figura 7 – ODT 2. Vista desde aguas abajo.....	4
Figura 8 – ODT 3. Vista general	4
Figura 9 – ODT 3. Vista desde aguas abajo.....	5
Figura 10 – Dique 2. Identificación.....	5
Figura 11 – Dique 2. Vista general.....	6
Figura 12 – Dique 2. Vista desde aguas abajo.	6
Figura 13 – Dique 3. Identificación.....	7
Figura 14 – Dique 3. Vista general.....	7
Figura 15 – ODT 4. Vista general.	8
Figura 16 – ODT 4. Vista desde aguas arriba.	8
Figura 17 – Dique 4. Identificación.....	9
Figura 18 – Dique 4. Vista general.....	9
Figura 19 – Dique 5. Identificación.....	10
Figura 20 – Dique 5. Vista general.....	10
Figura 21 – Dique 6. Identificación.....	11
Figura 22 – Dique 6. Vista general.....	11
Figura 23 – Dique 7. Identificación.....	12
Figura 24 – Dique 7. Vista general.....	12
Figura 25 – Dique 8. Identificación.....	13
Figura 26 – Dique 8. Vista general.....	13
Figura 27 – ODT 5. Vista general.	14
Figura 28 – Dique 9. Identificación.....	14
Figura 29 – Dique 9. Vista desde aguas arriba.	15
Figura 30 – Dique 9. Vista desde aguas abajo.	15
Figura 31 – Muro 1. Muro de gaviones.	16
Figura 32 – ODT 6. Vista general.	16
Figura 33 – ODT 7. Vista general.	17
Figura 34 – ODT 8. Vista general.	17

Figura 35 – ODT 9. Vista general.	18
Figura 36 – ODT 10. Vista general.	18
Figura 37 – ODT 11. Vista general.	19
Figura 38 – ODT 12. Vista general.	19
Figura 39 – ODT 12. Vista general.	20
Figura 40 – Dique 10. Identificación.	20
Figura 41 – Dique 10. Vista general.	21
Figura 42 – ODT 13. Vista general.	21
Figura 43 – Desembocadura een Mar Menor.	22



Figura 1 – Dique 1. Identificación.



Figura 2 – Dique 1. Vista general.



Figura 3 – Dique 1. Cuenco aguas abajo.



Figura 4 – Dique 1. Vista desde aguas abajo.



Figura 5 – ODT 1. Vista general.



Figura 6 – ODT 2. Vista general.



Figura 7 – ODT 2. Vista desde aguas abajo.



Figura 8 – ODT 3. Vista general



Figura 9 – ODT 3. Vista desde aguas abajo.



Figura 10 – Dique 2. Identificación.



Figura 11 – Dique 2. Vista general.



Figura 12 – Dique 2. Vista desde aguas abajo.



Figura 15 – ODT 4. Vista general.



Figura 16 – ODT 4. Vista desde aguas arriba.



Figura 17 – Dique 4. Identificación.



Figura 18 – Dique 4. Vista general.



Figura 19 – Dique 5. Identificación.



Figura 20 – Dique 5. Vista general.



Figura 21 – Dique 6. Identificación.



Figura 22 – Dique 6. Vista general.



Figura 23 – Dique 7. Identificación.



Figura 24 – Dique 7. Vista general.



Figura 25 – Dique 8. Identificación.



Figura 26 – Dique 8. Vista general.



Figura 27 – ODT 5. Vista general.



Figura 28 – Dique 9. Identificación.



Figura 29 – Dique 9. Vista desde aguas arriba.



Figura 30 – Dique 9. Vista desde aguas abajo.



Figura 31 – Muro 1. Muro de gaviones.



Figura 32 – ODT 6. Vista general.



Figura 33 – ODT 7. Vista general.



Figura 34 – ODT 8. Vista general.



Figura 35 – ODT 9. Vista general.



Figura 36 – ODT 10. Vista general.



Figura 37 – ODT 11. Vista general.



Figura 38 – ODT 12. Vista general.



Figura 39 – ODT 12. Vista general.



Figura 40 – Dique 10. Identificación.



Figura 41 – Dique 10. Vista general.



Figura 42 – ODT 13. Vista general.



Figura 43 – Desembocadura een Mar Menor.

Estudio de inundabilidad de una cuenca drenante al sur del Mar Menor

Anexo II – Inventario de estructuras.

ÍNDICE

1.	Introducción.....	1
2.	Estructuras anteriores a 2022.....	2
3.	Estructuras posteriores a 2022.....	16

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 – ODT_01.....	2
Tabla 2 – ODT_02.....	3
Tabla 3 – ODT_03.....	4
Tabla 4 – ODT_04.....	5
Tabla 5 – ODT_05.....	6
Tabla 6 – ODT_06.....	7
Tabla 7 – ODT_07.....	8
Tabla 8 – ODT_08.....	9
Tabla 9 – ODT_09.....	10
Tabla 10 – ODT_10.....	11
Tabla 11 – ODT_11.....	12
Tabla 12 – ODT_12.....	13
Tabla 13 – ODT_13.....	14
Tabla 14 – ODT_14.....	15
Tabla 15 – DIQUE_1.....	16
Tabla 16 – DIQUE_2.....	17
Tabla 17 – DIQUE_3.....	18
Tabla 18 – DIQUE_4.....	19
Tabla 19 – DIQUE_5.....	20
Tabla 20 – DIQUE_6.....	21
Tabla 21 – DIQUE_7.....	22
Tabla 22 – DIQUE_8.....	23
Tabla 23 – DIQUE_9.....	24
Tabla 24 – DIQUE_10.....	25

1. Introducción

A lo largo del Barranco de Ponce se ha detectado una serie de estructuras cuya incorporación a la presente modelización hidrológico – hidráulica es necesaria para un correcto análisis de la capacidad hidráulica del cauce. Para poder estudiar dichas estructuras de forma adecuada se realizó una visita a campo, a fecha 15 de agosto de 2.024.

Así mismo, las mencionadas estructuras se pueden clasificar en dos grandes grupos. Por un lado, se encuentran todas aquellas obras ejecutadas con anterioridad a 2022 que permiten la continuidad del cauce. Por otro lado, se destaca aquellas obras construidas desde 2022 bajo el marco del Proyecto de Restauración Hidrológico-Forestal.

Por tanto, a continuación, se realiza un inventario de todas las obras ejecutadas en el seno del cauce del Barranco de Ponce, tanto las que dan mera continuidad al cauce como aquellas que evitan el arrastre de los sedimentos. No obstante, no se incluye en el presente inventario las obras proyectadas y no ejecutadas.

2. Estructuras anteriores a 2022.

INVENTARIO DE ESTRUCTURAS	
DATOS DESCRIPTIVOS	
ID - ODT_01	
Coordenadas ETRS89 - X: 693.478 Y: 4.166.139	
Tipología - Tubo circular	
Nº Estructuras - 1	
Diámetro - 700 mm	
LOCALIZACIÓN	
	
FOTOGRAFÍAS	
	

Tabla 1 – ODT_01.

INVENTARIO DE ESTRUCTURAS		
DATOS DESCRIPTIVOS		
ID - ODT_02		
Coordenadas ETRS89 - X: 693.519 Y: 4.166.430		
Tipología - Tubo circular		
Nº Estructuras - 3		
Diámetro - 900 mm		
LOCALIZACIÓN		
		
FOTOGRAFÍAS		
		

Tabla 2 – ODT_02.

INVENTARIO DE ESTRUCTURAS	
DATOS DESCRIPTIVOS	
ID - ODT_03	
Coordenadas ETRS89 - X: 693.444 Y: 4.166.571	
Tipología - Tubo circular	
Nº Estructuras - 1	
Diámetro - 1500 mm	
LOCALIZACIÓN	
	
FOTOGRAFÍAS	
	

Tabla 3 – ODT_03.

INVENTARIO DE ESTRUCTURAS	
DATOS DESCRIPTIVOS	
ID - ODT_04	
Coordenadas ETRS89 - X: 693.401 Y: 4.166.747	
Tipología - Tubo circular	
Nº Estructuras - 1	
Diámetro - 2000 mm	
LOCALIZACIÓN	
	
FOTOGRAFÍAS	
	

Tabla 4 – ODT_04.

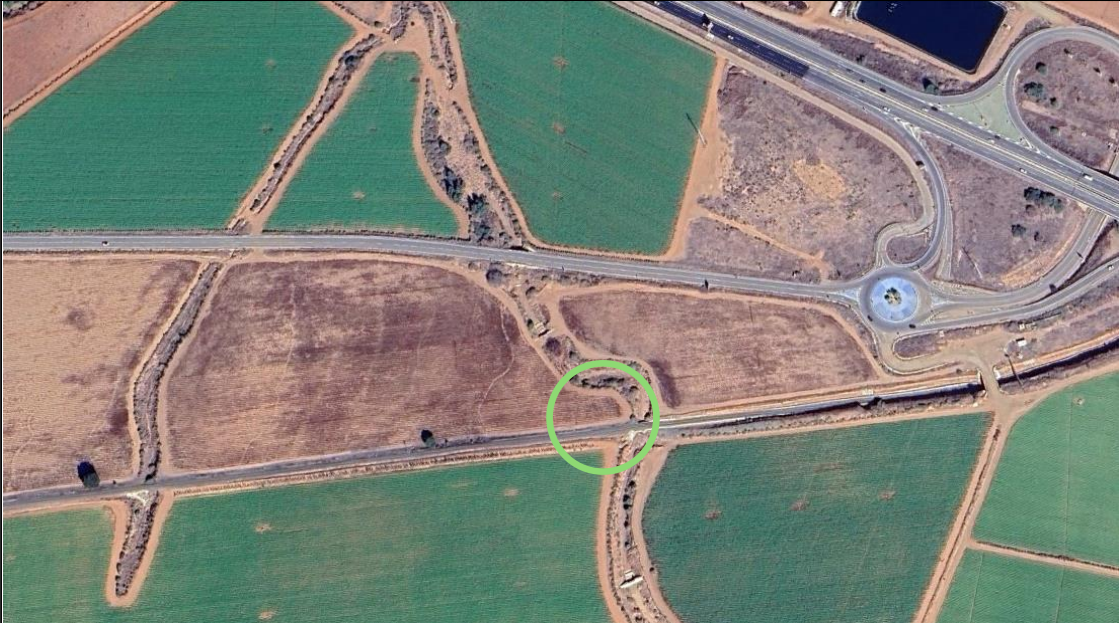
INVENTARIO DE ESTRUCTURAS		
DATOS DESCRIPTIVOS		
ID - ODT_05		
Coordenadas ETRS89 - X: 693.214 Y: 4.167.240		
Tipología - Arco		
Base - 4100 mm		
Altura - 1200 mm		
LOCALIZACIÓN		
		
FOTOGRAFÍAS		
		

Tabla 5 – ODT_05.

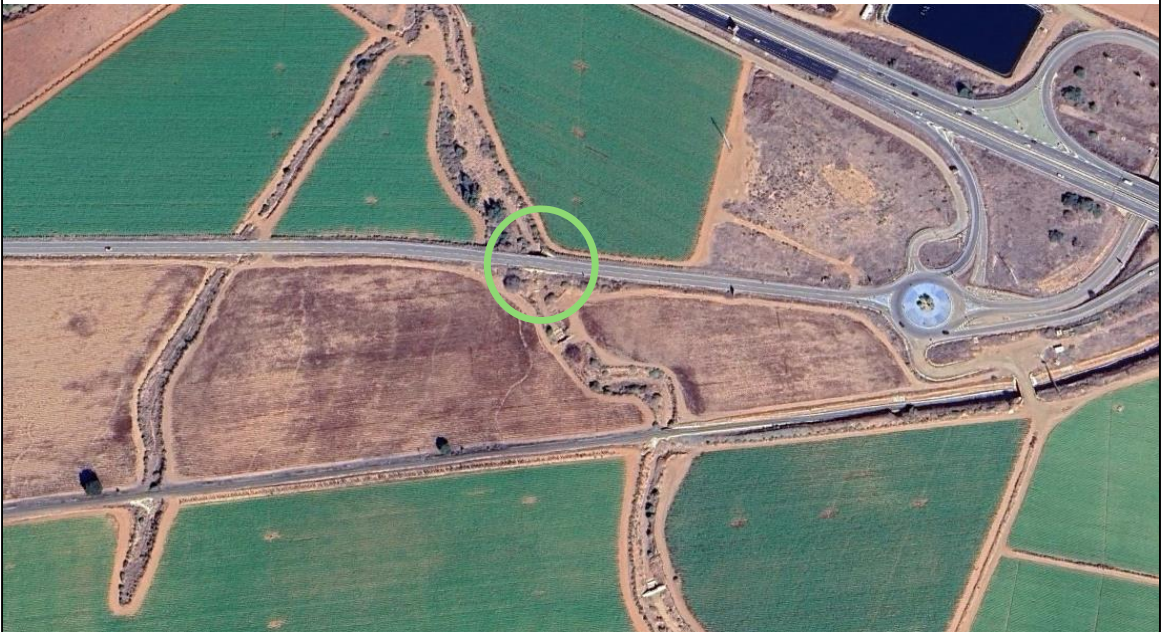
INVENTARIO DE ESTRUCTURAS		
DATOS DESCRIPTIVOS		
ID - ODT_06		
Coordenadas ETRS89 - X: 693.128 Y: 4.167.358		
Tipología - Arco		
Base - 3000 mm		
Altura - 4000 mm		
LOCALIZACIÓN		
		
FOTOGRAFÍAS		
		

Tabla 6 – ODT_06.

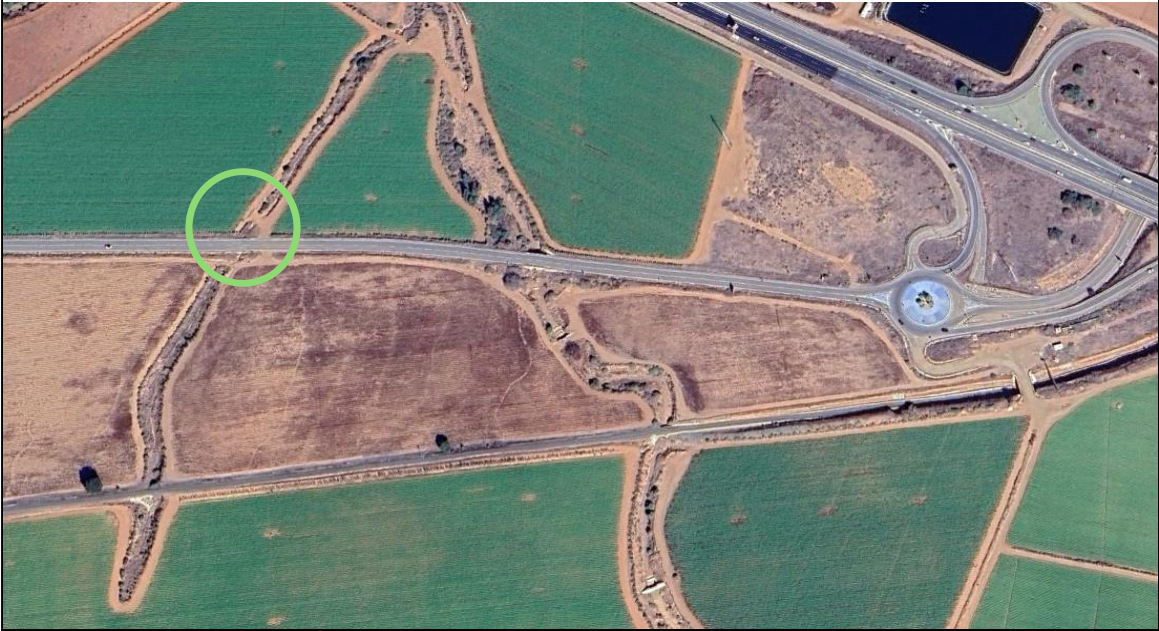
INVENTARIO DE ESTRUCTURAS		
DATOS DESCRIPTIVOS		
ID - ODT_07		
Coordenadas ETRS89 - X: 692.938 Y: 4.167.372		
Tipología - Arco		
Base - 800 mm		
Altura - 200 mm		
LOCALIZACIÓN		
		
FOTOGRAFÍAS		
		

Tabla 7 – ODT_07.

INVENTARIO DE ESTRUCTURAS		
DATOS DESCRIPTIVOS		
ID- ODT_08		
Coordenadas ETRS89 - X: 692.887 Y: 4.167.193		
Tipología- Arco		
Base- 2000 mm		
Altura- 1200 mm		
LOCALIZACIÓN		
		
FOTOGRAFÍAS		
		

Tabla 8 – ODT_08.

INVENTARIO DE ESTRUCTURAS	
DATOS DESCRIPTIVOS	
ID - ODT_09	
Coordenadas ETRS89 - X 692.105 Y: 4.167.010	
Tipología - Tubo circular	
Nº Estructuras - 7	
Diámetro - 800 mm	
LOCALIZACIÓN	
	
FOTOGRAFÍAS	
	

Tabla 9 – ODT_09.

INVENTARIO DE ESTRUCTURAS	
DATOS DESCRIPTIVOS	
ID - ODT_10	
Coordenadas ETRS89 - X: 692.525 Y: 4.167.292	
Tipología - Tubo circular	
Nº Estructuras - 3	
Diámetro - 800 mm	
LOCALIZACIÓN	
	
FOTOGRAFÍAS	
	

Tabla 10 – ODT_10.

INVENTARIO DE ESTRUCTURAS			
DATOS DESCRIPTIVOS			
ID - ODT_11			
Coordenadas ETRS89 - X: 693.323 Y: 4.167.542			
Tipología - Marco rectangular			
Nº Estructuras - 1			
Base - 1100		mm	Altura - 1100 mm
LOCALIZACIÓN			
			
FOTOGRAFÍAS			
			

Tabla 11 – ODT_11.

INVENTARIO DE ESTRUCTURAS			
DATOS DESCRIPTIVOS			
ID - ODT_12			
Coordenadas ETRS89 - X: 693.078 Y: 4.167.676			
Tipología - Marco rectangular			
Nº Estructuras - 2			
Base - 3000		mm	Altura - 2700 mm
LOCALIZACIÓN			
			
FOTOGRAFÍAS			
			

Tabla 12 – ODT_12.

INVENTARIO DE ESTRUCTURAS			
DATOS DESCRIPTIVOS			
ID - ODT_13			
Coordenadas ETRS89 - X: 692.910 Y: 4.167.745			
Tipología - Marco rectangular			
Nº Estructuras - 3			
Base - 3500		mm	Altura - 2100 mm
LOCALIZACIÓN			
			
FOTOGRAFÍAS			
			

Tabla 13 – ODT_13.

INVENTARIO DE ESTRUCTURAS	
DATOS DESCRIPTIVOS	
ID - ODT 14	
Coordenadas ETRS89 - X: 694.119 Y: 4.169.572	
Tipología - Tubo circular	
Nº Estructuras - 3	
Diámetro - 800 mm	
LOCALIZACIÓN	
	
FOTOGRAFÍAS	
	

Tabla 14 – ODT_14.

3. Estructuras posteriores a 2022.

INVENTARIO DE ESTRUCTURAS				
DATOS DESCRIPTIVOS				
ID - DIQUE_1				
Coordenadas ETRS89 - X: 693.448 Y: 4.166.042				
Nº Tubos - 3				
Diámetro tubos - 200	mm	Altura tubo desde base - 1800	mm	
Ancho apertura - 5100	mm	Altura apertura - 1100	mm	
Altura apertura desde base - 3300			mm	
LOCALIZACIÓN				
				
FOTOGRAFÍAS				
				

Tabla 15 – DIQUE_1.

INVENTARIO DE ESTRUCTURAS				
DATOS DESCRIPTIVOS				
ID - DIQUE_2				
Coordenadas ETRS89 - X: 693.466 Y: 4.166.639				
Nº Tubos - 3				
Diámetro tubos - 200	mm	Altura tubo desde base - 1200	mm	
Ancho apertura - 5400	mm	Altura apertura - 1200	mm	
Altura apertura desde base - 2600			mm	
LOCALIZACIÓN				
				
FOTOGRAFÍAS				
				

Tabla 16 – DIQUE_2.

INVENTARIO DE ESTRUCTURAS			
DATOS DESCRIPTIVOS			
ID - DIQUE 3			
Coordenadas ETRS89 - X: 693.424 Y: 4.166.722			
Nº Tubos - 3			
Diámetro tubos - 200	mm	Altura tubo desde base - 1200	mm
Ancho apertura - 5400	mm	Altura apertura - 1100	mm
		Altura apertura desde base - 2600	mm
LOCALIZACIÓN			
			
FOTOGRAFÍAS			
			

Tabla 17 – DIQUE_3.

INVENTARIO DE ESTRUCTURAS			
DATOS DESCRIPTIVOS			
ID - DIQUE 4			
Coordenadas ETRS89 - X: 693.368 Y: 4.166.788			
Nº Tubos - 3			
Diámetro tubos - 200	mm	Altura tubo desde base - 1500	mm
Nº Tubos - 3			
Diámetro tubos - 200	mm	Altura tubo desde base - 3000	mm
Ancho apertura - 4300	mm	Altura apertura - 950	mm
Altura apertura desde base - 4500			mm
LOCALIZACIÓN			
			
FOTOGRAFÍAS			
			

Tabla 18 – DIQUE_4.

INVENTARIO DE ESTRUCTURAS			
DATOS DESCRIPTIVOS			
ID - DIQUE_5			
Coordenadas ETRS89 - X: 693.314 Y: 4.166.854			
N° Tubos - 2			
Diámetro tubos - 200	mm	Altura tubo desde base - 700	mm
N° Tubos - 3			
Diámetro tubos - 200	mm	Altura tubo desde base - 2200	mm
Ancho apertura - 4200	mm	Altura apertura - 1100	mm
Altura apertura desde base - 3700			mm
LOCALIZACIÓN			
			
FOTOGRAFÍAS			
			

Tabla 19 – DIQUE_5.

INVENTARIO DE ESTRUCTURAS			
DATOS DESCRIPTIVOS			
ID - DIQUE_6			
Coordenadas ETRS89 - X: 693.270 Y: 4.166.911			
Nº Tubos - 0			
Diámetro tubos - 0			
Ancho apertura - 5100	mm	Altura apertura - 1100	mm
Altura apertura desde base - 1500			mm
LOCALIZACIÓN			
			
FOTOGRAFÍAS			
			

Tabla 20 – DIQUE_6.

INVENTARIO DE ESTRUCTURAS			
DATOS DESCRIPTIVOS			
ID - DIQUE_7			
Coordenadas ETRS89 - X: 693.277 Y: 4.166.913			
Nº Tubos - 4			
Diámetro tubos - 200	mm	Altura tubo desde base - 400	mm
Nº Tubos - 5			
Diámetro tubos - 200	mm	Altura tubo desde base - 1600	mm
Ancho apertura - 7700	mm	Altura apertura - 1100	mm
		Altura apertura desde base - 4100	mm
LOCALIZACIÓN			
			
FOTOGRAFÍAS			
			

Tabla 21 – DIQUE_7.

INVENTARIO DE ESTRUCTURAS			
DATOS DESCRIPTIVOS			
ID - DIQUE_8			
Coordenadas ETRS89 - X: 693.213 Y: 4.167.139			
Nº Tubos - 3			
Diámetro tubos - 200	mm	Altura tubo desde base - 600	mm
Ancho apertura - 4100	mm	Altura apertura - 1200	mm
		Altura apertura desde base - 2600	mm
LOCALIZACIÓN			
			
FOTOGRAFÍAS			
			

Tabla 22 – DIQUE_8.

INVENTARIO DE ESTRUCTURAS			
DATOS DESCRIPTIVOS			
ID - DIQUE_9			
Coordenadas ETRS89 - X: 693.155 Y: 4.167.309			
Nº Tubos - 0			
Diámetro tubos - 0	mm		
Ancho apertura - 3700	mm	Altura apertura - 1000	mm
Altura apertura desde base - 2400			mm
LOCALIZACIÓN			
			
FOTOGRAFÍAS			
			

Tabla 23 – DIQUE_9.

INVENTARIO DE ESTRUCTURAS				
DATOS DESCRIPTIVOS				
ID - DIQUE_10				
Coordenadas ETRS89 - X: 693.567 Y: 4.168.281				
Nº Tubos - 4				
Diámetro tubos - 200	mm	Altura tubos desde base - 1100		
Ancho apertura - 4600	mm	Altura apertura - 1100	mm	
Altura apertura desde base - 2400			mm	
LOCALIZACIÓN				
				
FOTOGRAFÍAS				
				

Tabla 24 – DIQUE_10.

Estudio de inundabilidad de una cuenca drenante al sur del Mar Menor

Anexo III – Estudio pluviométrico

ÍNDICE

1.	Datos de partida	1
1.1.	Introducción	1
1.2.	Datos pluviométricos	1
2.	Validación de estaciones.....	3
3.	Ajustes estadísticos.....	4
3.1.	Distribución de SQRT-ET _{máx}	4
3.2.	Distribución de Gumbel	5
3.3.	Resultados del ajuste estadístico	7
4.	Datos pluviométricos de estudios existentes	9
5.	Determinación de precipitaciones máximas diarias en estaciones válidas.....	10
6.	Polígonos de Thiessen	11
7.	Resultados.....	13

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 – Estaciones meteorológicas seleccionadas.	2
Tabla 2 – Estaciones meteorológicas válidas.	3
Tabla 3 – Precipitación máxima diaria en las estaciones válidas para los diferentes periodos de retorno... 8	
Tabla 4 – Precipitación máxima diaria mensual según la publicación “Máximas lluvias diarias en la España Peninsular” de la Dirección General de Carreteras del ministerio de Fomento (1999).....	9
Tabla 5 – Comparación de la precipitación máxima diaria mensual obtenida por distintos métodos.....	10
Tabla 6 – Precipitación máxima diaria mensual de las estaciones válidas.....	10
Tabla 7 – Precipitación de cálculo.	13

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Estaciones meteorológicas cercanas al ámbito de estudio. Fuente: AEMET (2024).....	1
Figura 2 – Mapa de representación del coeficiente de variación C_v y del valor medio de la precipitación diaria anual. Hoja 4 – 5 Murcia. Fuente: “Máximas lluvias diarias en la España Peninsular” de la Dirección General de Carreteras del ministerio de Fomento (1999).....	9
Figura 3 – Determinación de área de influencia por estaciones. Polígonos de Thiessen.	12

1. Datos de partida

1.1. Introducción

El cálculo de los caudales asociados a distintos períodos de retorno requiere previamente el estudio de precipitaciones máximas probables para dichos períodos. Así pues, se han determinado las precipitaciones máximas anuales en 24 horas para distintos períodos de retorno por varios procedimientos:

- A partir de los registros pluviométricos proporcionados por la AEMET de las estaciones seleccionadas y ajustando la distribución de frecuencias por el método SQRT-ETmáx.
- A partir de los registros pluviométricos proporcionados por la AEMET de las estaciones seleccionadas y ajustando la distribución de frecuencias por el método de Gumbel.
- Mediante los datos recogidos en la publicación “*Máximas lluvias diarias en la España Peninsular*” de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento (1999).

Para el estudio pluviométrico se realizará una validación previa de las estaciones meteorológicas cercanas al ámbito de estudio.

1.2. Datos pluviométricos

A continuación, en la Figura 1 se muestra la ubicación de las estaciones seleccionadas cercanas al ámbito de estudio.

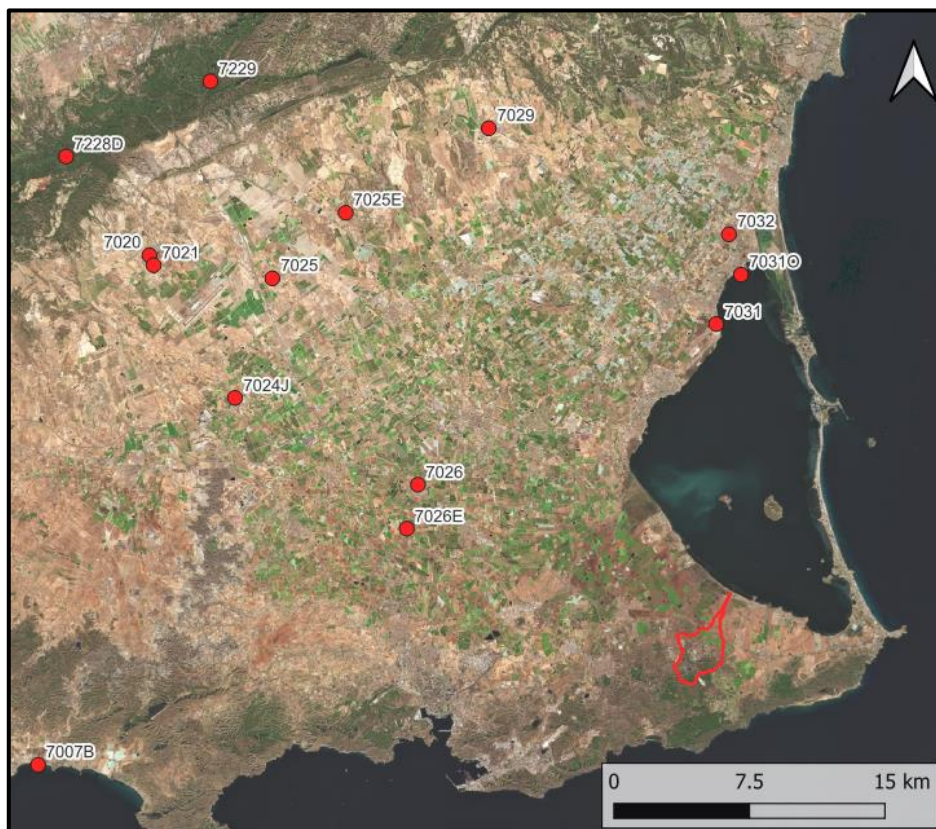


Figura 1 – Estaciones meteorológicas cercanas al ámbito de estudio. Fuente: AEMET (2024)

De todas las estaciones próximas, las más cercanas son:

ID	Nombre	Coordenadas ETRS89 UTM30N	
		X	Y
7026	Cartagena (Pozo Estrecho)	676924	4175783
7026E	Cartagena / Clause Spain	676924	4175783
7031	Murcia / San Javier	693425	4184666
7031O	San Pedro del Pinatar (I.O.E.)	694803	4187403
7032	San Pedro del Pinatar, Ayto.	694138	4189639

Tabla 1 – Estaciones meteorológicas seleccionadas.

En el Apéndice 1 del presente Anejo se adjuntan los registros pluviométricos de las estaciones seleccionadas:

2. Validación de estaciones

Las estaciones meteorológicas cuentan con series pluviométricas históricas de distinta importancia. En este sentido, será más importante y, por tanto, más válida una estación que cuente con una serie histórica más extensa frente a otra cuya serie de registros sea corta en el tiempo. Por tal motivo, no todas las estaciones meteorológicas tienen por qué tener validez en cuanto a su representatividad. De este modo, se distinguen tres conceptos: serie válida y año válido.

Una serie se considerará válida si cumple una de las siguientes condiciones:

- 10 años válidos consecutivos.
- 15 años válidos, aunque no sean consecutivos.

Un año se considerará válido si se cumplen las siguientes condiciones:

- Cuenta con los 12 valores mensuales.
- Faltando un dato, el máximo de los 11 datos existentes se encuentra dentro del cuantil del 20% de los máximos anuales de la serie completa de la estación considerada.
- Faltando dos datos, el máximo de los 10 datos existentes se encuentra dentro del cuantil del 10% de los máximos anuales de la serie completa de la estación considerada.
- Faltando tres datos, el máximo de los 9 datos existentes se encuentra dentro del cuantil del 5% de los máximos anuales de la serie completa de la estación.
- Faltando más de tres datos, el máximo existente es el máximo de la serie completa.

A continuación, se muestran las estaciones válidas. En el Apéndice 1 del presente Anexo III se adjunta la validación realizada para cada una de las estaciones meteorológicas seleccionadas.

ID	Nombre	Coordenadas ETRS89 UTM30N	
		X	Y
7026	Cartagena (Pozo Estrecho)	676924	4175783
7031	Murcia / San Javier	693425	4184666
7031O	San Pedro del Pinatar (I.O.E.)	694803	4187403
7032	San Pedro del Pinatar, Ayto.	694138	4189639

Tabla 2 – Estaciones meteorológicas válidas.

3. Ajustes estadísticos

La precipitación máxima diaria se puede obtener a partir de un ajuste estadístico de máximos a partir de los valores máximos diarios anuales de cada estación, empleando para ello la distribución SQRT-ETmáx o la distribución de Gumbel.

3.1. Distribución de SQRT-ETmáx

La ley SQRT-ETmáx, propuesta en Japón por Etoh, T. A. Murota y M. Nakamishi (1986), es uno de los escasos modelos de ley desarrollados específicamente para el análisis de máximas lluvias diarias y tiene la característica de conducir a resultados más conservadores que los obtenidos mediante la ley de Gumbel. La ley SQRT-ETmáx es considerada por el C.E.D.E.X. más adecuada para numerosas regiones españolas que la tradicional ley de Gumbel.

La ley SQRT-ETmáx es una ley con dos parámetros, basada exclusivamente en datos locales, al igual que la de Gumbel, Su formulación es:

$$F(x) = e^{-k(1+\sqrt{\alpha x})e^{-\sqrt{\alpha x}}}$$

Donde:

$F(x)$ es la probabilidad de ocurrencia de una determinada tormenta.

k y α son parámetros de escala y frecuencia respectivamente, que deben ser ajustados a los datos existentes.

Para calcular k y α , se parte de la función de máxima verosimilitud:

$$L = \sum_{i=1}^N \ln f(x_i)$$

Donde:

$$f(x_i) = \frac{\kappa}{1 - e^{-\kappa}} \cdot h(x_i) \cdot F(x_i)$$

$$h(x_i) = \frac{\alpha}{2} \cdot e^{-\sqrt{\alpha \cdot x_i}}$$

$$F(x_i) = e^{-\kappa(1+\sqrt{\alpha x_i}) \cdot e^{-\sqrt{\alpha x_i}}}$$

Siendo x_i el valor “ i ” conocido de precipitación.

La función de máxima verosimilitud L se deriva respecto de α y se iguala a cero, obteniéndose el valor de k en función de α :

$$\kappa = \frac{\sum_{i=1}^N \sqrt{\alpha \cdot x_i} - 2 N}{\sum_{i=1}^N \alpha \cdot x_i \cdot e^{-\sqrt{\alpha \cdot x_i}}}$$

Con este valor de κ se obtiene el valor de α que maximiza la función de máxima verosimilitud L . De esta manera queda definida la función de distribución $F(x)$ para una serie de valores conocidos de precipitaciones máximas.

Análogamente, para comprobar el ajuste de la distribución probabilística, se ha hecho el test de Kolmogorov.

Para admitir o rechazar esta hipótesis, el test de Kolmogorov calcula el valor máximo D_n de la diferencia entre la función de distribución de la muestra y la de la ley de probabilidad.

$$D_n = \sup_{-\infty < x < \infty} |F_n(x) - F(x)|$$

La función de distribución de Kolmogorov es asintótica (para n tendiendo a infinito), lo que exige que las muestras sean grandes; sin embargo, se han calculado las distribuciones para n finito en forma explícita, lo que ha permitido la tabulación de la función de distribución y su uso en muestras pequeñas, o la aplicación de la ley para muestras grandes y la acotación del error cometido si la muestra es pequeña.

El test se realiza de la siguiente manera (aunque hay otras):

- Se determina la función de distribución de la muestra, dando un peso $1/n$ a cada uno de sus valores.
- Se halla

$$D_n = \sup_{-\infty < x < \infty} |F_n(x) - F(x)|$$

Donde

$F_n(x)$ es la función de distribución de la muestra.

$F(x)$ es la función de distribución de la ley estadística con que estamos comparando la muestra.

- Se calcula la variable de la distribución de Kolmogorov
- Se entra en las tablas de la función de distribución de Kolmogorov $K(z)$, y se determina su valor; la probabilidad de certeza es $P(z) = 1 - K(z)$.

3.2. Distribución de Gumbel

La distribución de Gumbel es un modelo universalmente aceptado en la distribución de variables aleatorias que sean extremos (máximos o mínimos de un determinado fenómeno que se produce en el tiempo).

Si n es el número anual de valores diarios independientes de un elemento meteorológico o hidrológico y Ex el número medio anual de valores diarios que exceden el valor x , la probabilidad de que un valor diario exceda a x es Ex/n , mientras que la probabilidad de que sea menor será $1-(Ex/n)$.

La probabilidad $F(x)$, en tanto por uno, de que el máximo anual sea menor que x vendrá dada por:

$$F(x) = \frac{\left(1 - \frac{Ex}{n}\right)}{n}$$

Donde si n es lo bastante grande: $F(x) \rightarrow e^{-Ex}$.

Si se hace $y = -Ln Ex$, se tiene:

$$F(x) = e^{-e^{-y}}$$

Donde la variable reducida queda definida de la siguiente forma:

$$y = -Ln \left(\ln \left(\frac{1}{F(x)} \right) \right)$$

Expresando la probabilidad en términos del periodo de retorno $T(x)$ que para un valor particular de x es "el intervalo medio" expresado en años en que el valor extremo alcanza o supera a x una vez solamente". La relación entre la probabilidad $F(x)$ y el periodo de retorno $T(x)$ viene dada por:

$$T(x) = \frac{1}{1 - F(x)}$$

Donde la variable reducida viene dada por:

$$y = \alpha (x - \beta)$$

Donde

α y β son unos parámetros que pueden calcularse a partir de la serie de valores extremos x .

Así pues, la distribución de Gumbel es de forma doble-exponencial con dos parámetros que hay que ajustar con los datos estadísticos, y tal, que en papel de logaritmo doble de una recta (recta de Gumbel) lo que facilita su uso y extrapolación.

$$F(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\beta)}}$$

Para estimar los parámetros α y β se han utilizado tres métodos:

- Método de los momentos de Euler
- Método de la máxima verosimilitud
- Método de ajuste por mínimos cuadrados (con recta de pendiente contraria y con recta ortogonal)

Para comprobar el ajuste de la distribución probabilística, se ha hecho para cada uno de los ajustes el test de Kolmogorov, dando éste como resultado, la probabilidad de certeza al admitir los valores de la serie como pertenecientes a la distribución ajustada.

3.3. Resultados del ajuste estadístico

El ajuste de las distribuciones tanto de Gumbel como de SQRT se ha realizado para las estaciones seleccionadas y se ha realizado para períodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, 100, 250, 500 y 1000 años, calculando las precipitaciones máximas en 24 horas para cada uno de ellos.

En el apéndice 2 se recogen los cálculos de los ajustes realizados mediante la distribución SQRT-ET_{máx} y de Gumbel para la serie de datos de precipitaciones máximas en cada una de las estaciones consideradas, junto con una representación gráfica de la serie, así como de la recta de mejor ajuste.

A continuación se adjuntan los resultados de los ajustes estadísticos realizados. Así mismo, en el apéndice 3 se muestran los resultados extendidos de los ajustes estadísticos realizados.

PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24 HORAS (mm) RESUMEN DE LOS DISTINTOS AJUSTES EXTREMALES												
ESTACIÓN	MÉTODO		PERIODO DE RETORNO (años)									PROB. CERTEZA (*)
			2	5	10	25	50	100	250	500	1000	
7026	GUMBEL	MOMENTOS	54.56	87.39	109.12	136.58	156.95	177.17	203.79	223.89	243.98	0.6487
		MAX. VER.	54.50	80.76	98.16	120.13	136.43	152.62	173.92	190.01	206.09	0.9475
		MIN. CUAD. PEN. CON.	55.08	89.07	111.58	140.01	161.11	182.05	209.62	230.44	251.24	0.5186
		MIN. CUAD. ORTOG.	54.48	92.12	117.03	148.52	171.87	195.06	225.58	248.63	271.66	0.3139
	SQRT-ET máx		51.92	81.27	103.75	135.56	161.58	189.43	229.14	261.41	295.60	0.8135
	VALOR SELECC.		55.08	92.12	117.03	148.52	171.87	195.06	229.14	261.41	295.60	
ESTACIÓN	MÉTODO		PERIODO DE RETORNO (años)									PROB. CERTEZA (*)
			2	5	10	25	50	100	250	500	1000	
7031	GUMBEL	MOMENTOS	66.70	117.05	150.39	192.51	223.76	254.78	295.62	326.46	357.27	0.3049
		MAX. VER.	66.41	101.88	125.37	155.05	177.06	198.91	227.69	249.41	271.12	0.6910
		MIN. CUAD. PEN. CON.	67.96	119.79	150.39	192.51	223.76	254.78	295.62	326.46	367.05	0.2832
		MIN. CUAD. ORTOG.	66.40	128.18	169.09	220.77	259.11	297.16	347.27	385.11	422.91	0.0805
	SQRT-ET máx		62.38	101.03	130.90	173.39	208.29	245.76	299.34	310.56	342.97	0.9815
			67.96	128.18	169.09	220.77	259.11	297.16	347.27	385.11	422.91	
ESTACIÓN	MÉTODO		PERIODO DE RETORNO (años)									PROB. CERTEZA (*)
			2	5	10	25	50	100	250	500	1000	
7031O	GUMBEL	MOMENTOS	74.78	115.06	141.72	175.41	200.40	225.21	257.88	282.54	307.19	0.9993
		MAX. VER.	73.84	111.36	136.21	167.60	190.89	214.00	244.44	267.42	290.38	0.9912
		MIN. CUAD. PEN. CON.	75.77	125.22	157.96	199.33	230.02	260.48	300.59	330.87	361.14	0.9998
		MIN. CUAD. ORTOG.	75.60	126.39	160.03	202.52	234.05	265.34	306.54	337.65	368.74	0.9999
	SQRT-ET máx		69.86	110.82	142.30	186.94	223.53	262.72	318.69	364.20	412.45	0.9976
			75.77	126.39	160.03	202.52	234.05	265.34	318.69	364.20	412.45	
ESTACIÓN	MÉTODO		PERIODO DE RETORNO (años)									PROB. CERTEZA (*)
			2	5	10	25	50	100	250	500	1000	
7032	GUMBEL	MOMENTOS	67.57	119.54	153.95	197.43	229.68	261.70	303.85	335.68	367.49	0.8620
		MAX. VER.	66.11	108.71	136.92	172.55	198.99	225.23	259.79	285.88	311.95	0.8282
		MIN. CUAD. PEN. CON.	68.80	128.45	167.95	217.86	254.88	291.63	340.01	376.55	413.06	0.8242
		MIN. CUAD. ORTOG.	68.13	132.52	175.15	229.02	268.98	308.65	360.88	400.31	439.72	0.7780
	SQRT-ET máx		60.41	106.83	143.44	196.22	240.00	287.31	355.37	411.08	470.44	0.9914
			68.80	132.52	175.15	229.02	268.98	308.65	360.88	411.08	470.44	

Tabla 3 – Precipitación máxima diaria en las estaciones válidas para los diferentes periodos de retorno.

4. Datos pluviométricos de estudios existentes

Por otro lado, y con vistas a comprobar la validez del estudio pluviométrico realizado se analizan los valores obtenidos a partir de la publicación “*Máximas lluvias diarias en la España Peninsular*” de la Dirección General de Carreteras del ministerio de Fomento (1999).

Esta publicación consiste en una actualización de la publicación “*Isolneas de Precipitaciones Máximas previsibles en un día*” de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo (1978), así como del “*Mapa para el cálculo de máximas precipitaciones diarias en la España Peninsular*” del Servicio de Geotécnica de la Dirección general de Carreteras (1997).

Así mismo, la publicación mencionada está incluida en el software informático “Maxplu” del CEDEX. Mediante esta aplicación informática se puede conocer para un punto dado el valor de la precipitación máxima en 24h para los distintos periodos de retorno, siendo muy empleado en el cálculo de los caudales máximos de avenida.

A continuación se muestra el ámbito de estudio en los mapas de representación del coeficiente de variación Cv y del valor medio de la precipitación diaria anual.

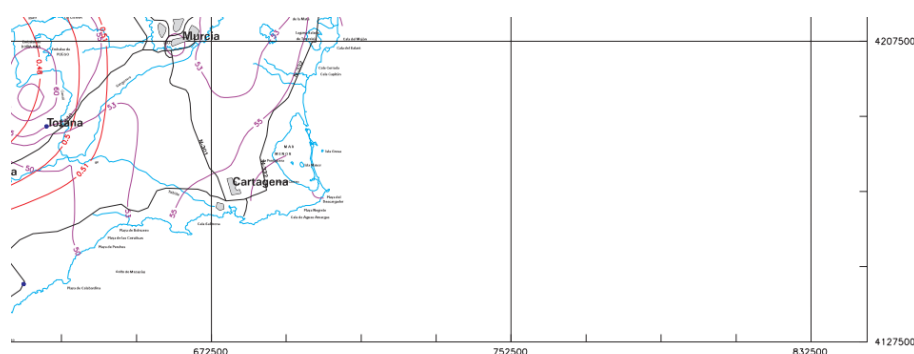


Figura 2 – Mapa de representación del coeficiente de variación Cv y del valor medio de la precipitación diaria anual. Hoja 4 – 5 Murcia. Fuente: “*Máximas lluvias diarias en la España Peninsular*” de la Dirección General de Carreteras del ministerio de Fomento (1999).

De este modo, la precipitación para los diferentes periodos de retorno considerados en las subcuencas se recogen

Subcuenca	Pd Maxplu(mm)		
	T10	T100	T500
Derecha	104	180	243
Izquierda	104	180	243
Final	104	180	243

Tabla 4 – Precipitación máxima diaria mensual según la publicación “*Máximas lluvias diarias en la España Peninsular*” de la Dirección General de Carreteras del ministerio de Fomento (1999).

5. Determinación de precipitaciones máximas diarias en estaciones válidas

Una vez se han ajustado los datos pluviométricos de las estaciones meteorológicas mediante distribuciones estadísticas y se tienen los datos procedentes de la publicación “*Máximas lluvias diarias en la España Peninsular*” de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento (1999), se procede a comparar ambos datos.

De este modo, la precipitación máxima diaria mensual de cada una de las estaciones será la mayor entre las obtenidas con los datos pluviométricos y los procedentes de la mencionada publicación. En este caso, la precipitación obtenida a partir de la publicación se ha calculado para toda la cuenca, no haciendo distinción entre estaciones. Por tanto, se comparará esta precipitación única para toda la cuenca con las precipitaciones obtenidas en las diferentes estaciones.

Estación	Pd Ajustes (mm)			Pd Maxplu (mm)		
	T10	T100	T500	T10	T100	T500
7026	117.03	195.06	261.41	104	180	243
7031	169.09	297.16	385.11	104	180	243
7031O	160.03	265.34	364.20	104	180	243
7032	175.15	308.65	411.08	104	180	243

Tabla 5 – Comparación de la precipitación máxima diaria mensual obtenida por distintos métodos.

Finalmente, la precipitación máxima diaria mensual se corresponde con la calculada con el procesamiento estadístico de los datos pluviométricos de las estaciones meteorológicas debido a que los valores de las precipitaciones obtenidos de la aplicación de la publicación “*Máximas lluvias diarias en la España Peninsular*” de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento (1999) resultan más conservadoras.

Estación	Pd escogido (mm)		
	T10	T100	T500
7026	117.03	195.06	261.41
7031	169.09	297.16	385.11
7031O	160.03	265.34	364.20
7032	175.15	308.65	411.08

Tabla 6 – Precipitación máxima diaria mensual de las estaciones válidas.

6. Polígonos de Thiessen

Según el Método Artimético, la Precipitación media se calcula aplicado la siguiente expresión:

$$\bar{P} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n}$$

Donde:

P_i (mm) es la precipitación puntual en la estación i .

n (adimensional) es el número de estaciones dentro de los límites de la cuenca de estudio.

Como se observa, se trata simplemente de un promedio de las precipitaciones registradas en las distintas estaciones consideradas dentro de la cuenca.

De este modo, el Método de los Polígonos de Thiessen asigna un peso proporcional a su área de influencia, la cual se define de la siguiente forma:

- Todas las estaciones contiguas se conectan mediante líneas rectas en tal forma que no haya líneas interceptadas, es decir conformando triángulos de Thiessen.
- En cada una de las líneas previamente dibujadas se trazarán mediatrices perpendiculares, las cuales se prolongarán hasta que se corten con otras mediatrices vecinas.
- Los puntos de cruce o intersección entre las mediatrices representan los puntos del polígono cuya superficie constituye el área de influencia de la estación que queda dentro de dicho polígono.
- Finalmente, el área de cada uno de estos polígonos debe ser calculada (A_i) para poder realizar el Cálculo de la Precipitación Media sobre la cuenca mediante la expresión:

$$\bar{P} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i A_i}{\sum A_i}$$

Donde:

P_i (mm) es la precipitación puntual en la estación i .

n (adimensional) es el número de estaciones dentro de los límites de la cuenca de estudio.

A_i (km²) es el área de la cuenca cuya influencia está en la estación i .

Siguiendo este método, se ha comprobado que la cuenca del Barranco de Ponce está influenciada íntegramente por la estación 7031.

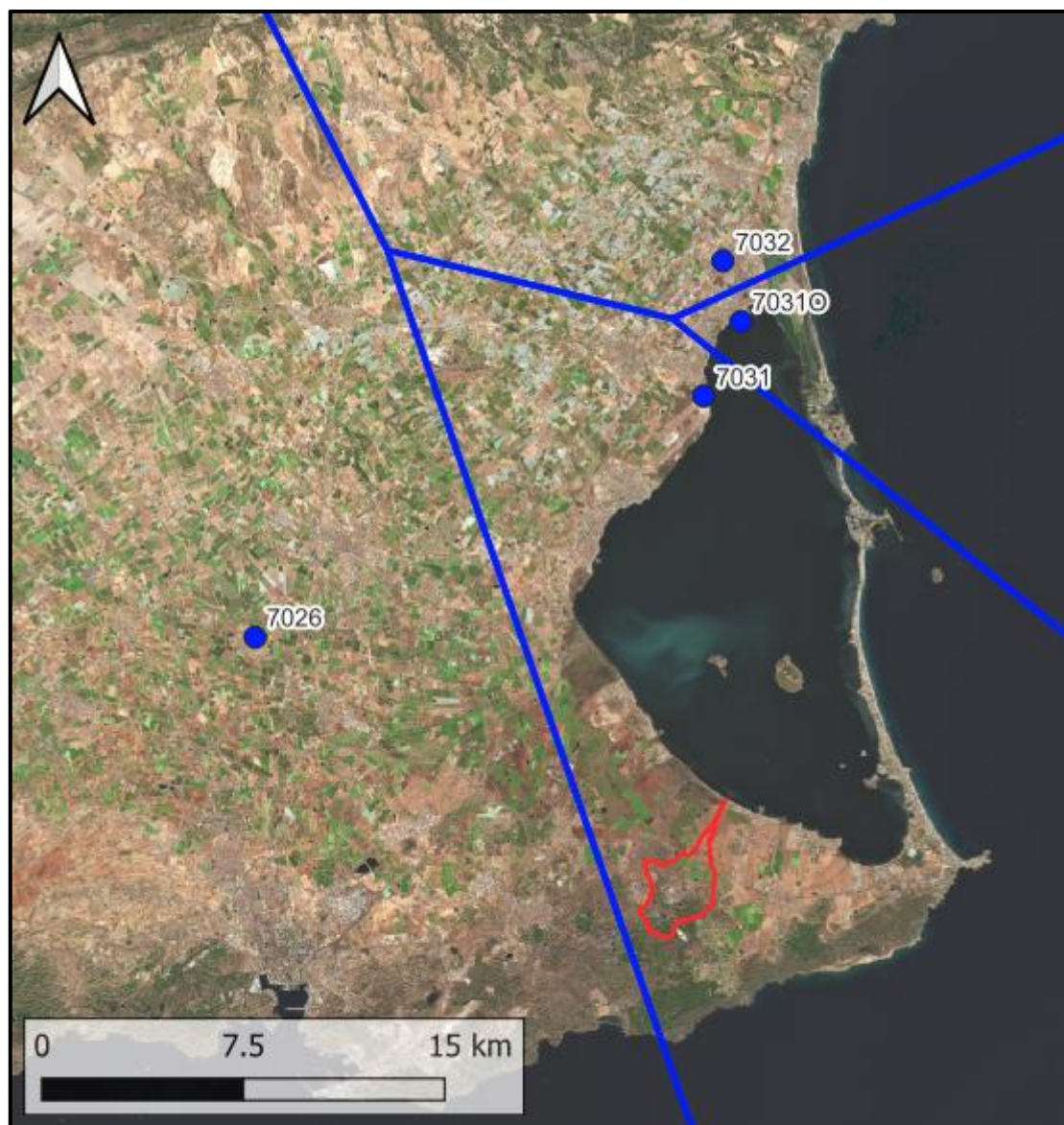


Figura 3 – Determinación de área de influencia por estaciones. Polígonos de Thiessen.

7. Resultados

Finalmente, las precipitaciones de cálculo asociadas a los diferentes períodos de retorno en las subcuencas objeto de estudio son:

Subcuenca	Pd cuenca (mm)		
	T10	T100	T500
Derecha	169.09	297.16	385.11
Izquierda	169.09	297.16	385.11
Final	169.09	297.16	385.11

Tabla 7 – Precipitación de cálculo.

Anexo III – Estudio pluviométrico

APÉNDICE 1 – VALIDACIÓN DE ESTACIONES

TRATAMIENTO DE DATOS PARA ESTUDIOS DE AVENIDAS

Estacion nº: 7026
Nº de datos: 90

SERIE DE PRECIPITACIONES (mm)														
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Maximo	Fallos
1933								0.00	5.80	9.50	26.50	18.00	26.50	7
1934	18.00	1.00	18.50	3.30	2.70	0.00	0.00	18.00	30.00	7.50	37.50	3.40	37.50	0
1935	22.50	0.00	9.30	0.00	56.00	0.00	0.00	4.20	2.50	21.00	11.00	0.00	56.00	0
1936		3.30	10.00	18.50	15.30	17.30	0.00		29.00	29.00	20.00	30.30	30.30	2
1937	0.00	0.00	0.00	12.70	0.00	0.00	0.00		8.10	18.00	18.50	0.00	18.50	1
1938	33.70	0.00	20.30	10.00	13.00	0.00	0.00	4.00	90.00	20.20	0.00	35.00	90.00	0
1939	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		49.00	45.50	0.00	10.00	49.00	1
1940	70.30	0.00	13.30	0.00	0.00	7.00	0.00		31.80	30.70	0.00	14.00	70.30	1
1941	24.70	6.10	6.70	12.20	33.20	4.60	0.00		36.70	74.00	8.50	10.40	74.00	1
1942	5.30	27.50	10.50	11.50	5.00	10.50	0.00		20.00	8.00	22.50	3.20	27.50	1
1943	0.00	12.70	9.30	0.00	0.00	0.00	0.00		25.00	65.40	5.20	22.20	65.40	1
1944	0.00	12.50	5.00	0.00	4.50	0.00	0.00		23.40	20.40	22.40	32.00	32.00	1
1945	18.40	0.00	8.20	0.00	4.00	4.20	0.00	20.20	0.00	0.00	18.20	8.20	20.20	0
1946	13.30	0.00	8.30	93.00	8.20	3.00	0.00		0.00	0.00	40.20	59.00	93.00	1
1947	14.30	10.20	5.20	0.00	23.50	0.00	0.00	22.00	11.00	56.00	7.20	10.00	56.00	0
1948	8.20	8.20	3.20	30.50	49.20	16.40	15.30	0.00	0.00	50.30	0.00	57.00	57.00	0
1949	25.00	29.00	22.00	44.50	3.20	3.20	0.00	20.00	35.00	0.00	12.70	69.00	69.00	0
1950	34.00	4.10	20.20	14.00	10.00	0.00	0.00		56.00	24.30	0.00	0.00	56.00	1
1951	8.00	5.10	20.00	33.00	15.00	0.00	0.00		32.40	16.30	15.00	24.00	33.00	1
1952	20.00	2.00	4.30	36.00	17.00	0.00	0.00	18.00	10.00	26.00	15.20	4.00	36.00	0
1953	13.00	4.00	9.20	8.20	0.00	6.50	0.00	0.00	6.50	102.00	35.00	12.30	102.00	0
1954	21.30	9.20	38.70	44.50	12.10	18.00	0.00	0.00	0.00	25.00	13.10	26.40	44.50	0
1955	5.30	3.50	19.00	0.00	0.00	14.30	0.00	0.00	0.00	17.00	120.00	12.30	120.00	0
1956	115.00	5.20	0.00	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	5.20	19.00	18.00	0.00	115.00	0
1957	78.00	0.00	0.00	26.20	14.20	0.00	0.00	0.00	16.40	30.20	56.00	16.30	78.00	0
1958	14.30	0.00	0.00	28.20	0.00	9.30	0.00	0.00	0.00	25.20	15.60	17.00	28.20	0
1959	18.00	20.70	10.00	0.00	48.00	5.20	0.00	0.00	14.30	30.20	9.30	0.00	48.00	0
1960	21.20	12.30	0.00	23.00	7.30	23.50	0.00	0.00	0.00	38.20	9.20	23.20	38.20	0
1961	0.00	8.00	4.00	0.00	31.00	11.40	0.00	0.00	0.00	15.30	9.60	12.20	31.00	0
1962	4.20	10.40	11.30	23.00	19.00	13.20	0.00	0.00	0.00	49.00	22.30	12.30	49.00	0
1963	17.20	11.20	0.00	7.20	9.30	0.00	0.00	0.00	19.00	0.00	0.00	55.30	55.30	0
1964	17.00	0.00	23.20	12.20	0.00	22.40	0.00	10.30	0.00	7.20	8.20	27.10	27.10	0
1965	9.50	15.10	5.20	26.30	21.30	0.00	0.00	0.00	0.00	26.00	5.30	62.30	62.30	0
1966	0.00	0.00	0.00	15.20	0.00	14.50	0.00	0.00	0.00	56.30	9.60	0.00	56.30	0
1967	0.00	18.20	8.90	15.70	4.20	30.60	0.00	0.00	47.00	0.00	15.30	5.40	47.00	0
1968	38.30	19.40	10.00	4.00	60.20	2.30	0.00	0.00	0.00	0.00	15.30	10.00	60.20	0
1969	5.60	8.30	9.30	15.50	2.50	3.20	0.00	0.00	35.10	66.70	36.50	17.20	66.70	0
1970	0.00	0.00	12.00	10.50	2.10	11.50	0.00	0.00	0.00	27.20	0.00	20.00	27.20	0
1971	7.10	2.30	36.50	10.90	25.20	19.60	0.00	0.00	90.00	18.40	34.60	28.30	90.00	0
1972	6.20	0.00	8.20	21.30	43.00	7.60	0.00	4.20	35.00	123.00	16.20	0.00	123.00	0
1973	5.30	4.50	15.30	0.00	1.00	19.30	0.00	0.00	38.00	34.20	34.00	45.00	45.00	0
1974	4.80	29.20	45.50	18.60	0.00	5.00	20.70	33.00	0.00	55.00	44.40	0.00	55.00	0
1975	16.20	11.00	7.20	46.70	17.30	32.40	0.00	48.00	1.00	29.00	5.80	16.00	48.00	0
1976	2.00	17.30	0.00	25.00	35.20	0.00	0.00	13.00	12.40	9.00	0.00	18.80	35.20	0
1977	26.10	0.00	11.00	26.30	27.70	3.20	20.90	15.60	1.50	17.50	23.70	8.50	27.70	0

SERIE DE PRECIPITACIONES (mm)														
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Maximo	Fallos
1978	0.00	3.00	25.00	18.30	11.50	11.00	0.00	0.00	0.00	2.60	13.70	9.30	25.00	0
1979	8.30	6.30	0.00	3.40	3.10	5.10	12.50	0.00	13.00	30.20	19.50	0.00	30.20	0
1980	36.00	46.20	31.00	23.00	25.60	0.00	12.00	5.00	0.00	0.00	3.10	29.50	46.20	0
1981	0.00	18.20	7.90	17.00	2.00	47.70	0.00	4.00	0.00	15.80	0.00	0.00	47.70	0
1982	42.00	3.40	8.10	26.00	24.30	0.00	0.00	0.00	4.30	60.00	10.80	3.00	60.00	0
1983	0.00	18.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.00	0.00	9.40	49.00	2.60	49.00	0
1984	5.50	4.60	12.00	14.00	11.00	6.20	0.00	0.00	0.00	0.00	12.00	0.00	14.00	0
1985	7.50		14.50	0.00	14.00	0.00	0.00	0.00	17.00	26.50	47.00	33.00	47.00	1
1986	4.60	0.00	10.00	8.80	6.50	5.60	8.70	0.00	84.00	36.40	9.00	4.20	84.00	0
1987	12.40	15.50	0.00	0.00	23.00	0.00	4.50	19.00	12.00	26.00	22.00	25.00	26.00	0
1988	5.50	34.00	6.00	24.50	25.00	12.50	0.00	7.70	0.00	14.00	11.00	0.00	34.00	0
1989	36.00	14.50	33.00	21.00	21.00	22.00	3.20	8.80	51.00	22.00	7.00	17.00	51.00	0
1990	24.00	0.00	24.00	19.00	15.00	0.00	14.50	4.30	6.50	46.00	0.00	27.00	46.00	0
1991	64.00	22.00	21.00	3.50	9.00	19.00	0.00	4.30	14.50	42.00	0.00	13.00	64.00	0
1992	7.00	56.00	22.00	0.00	34.20	23.00	0.00	0.00		10.00	13.00	17.00	56.00	1
1993	0.00	138.00	28.00	0.00	85.50	4.00	0.00	4.00	5.50	49.00	7.00	0.00	138.00	0
1994	15.00	7.00	12.00	42.60	0.00	0.00	0.00	0.00	66.00	18.00	3.50	5.50	66.00	0
1995	0.00	17.00	15.00	8.50	0.00	4.00	0.00	0.00	3.00	5.00	0.00	8.00	17.00	0
1996	19.00	17.00	6.20	7.50	0.00	0.00	0.00	0.00	45.00	19.00	40.00	9.50	45.00	0
1997	7.00	2.00	19.00	28.00	15.50	5.00	0.00	2.00	68.00	0.00	0.00	35.00	68.00	0
1998	35.00	3.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	14.00	0.00	22.00	58.00	58.00	1
1999	4.00	50.00	10.00	11.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.00	15.50	15.00	19.50	50.00	0
2000	60.00	0.00	4.00	0.00	29.00	0.00	0.00	0.00	5.00	160.00	0.00	5.00	160.00	0
2001	5.00	30.00	0.00	8.50	13.00	0.00	0.00	0.00	23.00	10.00	33.00	32.00	33.00	0
2002	0.00	0.00		44.00	30.00	3.00	0.00	29.00	7.00	1.50		18.00	44.00	2
2003	55.00	16.00	3.00	10.00	14.00	0.00	0.00	0.00	2.00	68.00	67.00	28.50	68.00	0
2004	0.00	8.00	27.70	72.00	12.00	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.60	54.80	72.00	0
2005	0.00	15.00	7.00	11.40	0.00	0.00	0.00	45.60	23.80	0.00	34.00	5.50	45.60	0
2006	22.00	4.50	0.00	41.00	14.80	0.00	0.00	3.30	12.00	0.00	36.00		41.00	1
2007	48.00	6.00	17.00	8.00		0.00	0.00	5.50	17.80	27.00		18.00	48.00	2
2008	5.80	11.00	8.50	0.00	35.00	1.00	6.00	0.00	42.50	40.00	32.00	3.50	42.50	0
2009	64.20	0.00	28.00	9.50	2.00	0.00	0.00	2.00		5.70	6.70	28.00	64.20	1
2010	26.80	16.00	35.00	4.40	8.20	31.20	0.00	13.00	1.80	9.00	26.50		35.00	1
2011	7.00	0.00	29.00	8.00	13.40	7.60	0.00	0.00	13.50		20.00	9.00	29.00	1
2012	8.30	8.20		2.60	0.00	1.00	0.00	2.00		19.00	24.00	0.00	24.00	2
2013	1.00		11.30	33.00	4.00	0.00	2.50	12.00	7.60	0.00		13.00	33.00	2
2014	9.00	0.00	0.00		0.00		0.00	0.00	85.50		11.00	16.00	85.50	3
2015	9.30		8.00	6.70	0.00	1.00	0.00	0.00			43.00	3.00	43.00	3
2016	11.00	3.50	14.00	14.50	2.00	0.00	0.00	0.00		25.00	18.00		25.00	2
2017	30.00	0.00		1.50	0.00	0.00	1.00	26.00	0.00	11.00		1.00	30.00	2
2018	35.00	7.50		4.50	2.00	10.50	0.00	0.00	12.00	20.00	50.00		50.00	2
2019		0.00		82.50	0.50	1.50	0.00	6.00	240.00		6.50	62.00	240.00	3
2020	39.00	1.50		18.00	17.00	18.50	1.00	1.00	4.00	0.00	3.00	0.00	39.00	1
2021		0.00		16.00	61.00	5.00	0.00	0.00	18.00	26.00	32.00	9.50	61.00	2
2022		0.00			15.00	0.00	0.00	1.00	75.50	73.00			75.50	5

TRATAMIENTO DE DATOS PARA ESTUDIOS DE AVENIDAS

Estacion nº: 7026
Nº de datos: 90

SERIE ORDENADA EN FUNCION DE LOS MAXIMOS ANUALES				
Año	Máximo	Fallos	Prob.	Vale
2019	240.00	3	1.11	Vale
2000	160.00	0	2.22	Vale
1993	138.00	0	3.33	Vale
1972	123.00	0	4.44	Vale
1955	120.00	0	5.56	Vale
1956	115.00	0	6.67	Vale
1953	102.00	0	7.78	Vale
1946	93.00	1	8.89	Vale
1971	90.00	0	10.00	Vale
1938	90.00	0	11.11	Vale
2014	85.50	3	12.22	No vale
1986	84.00	0	13.33	Vale
1957	78.00	0	14.44	Vale
2022	75.50	5	15.56	No vale
1941	74.00	1	16.67	Vale
2004	72.00	0	17.78	Vale
1940	70.30	1	18.89	Vale
1949	69.00	0	20.00	Vale
2003	68.00	0	21.11	Vale
1997	68.00	0	22.22	Vale
1969	66.70	0	23.33	Vale
1994	66.00	0	24.44	Vale
1943	65.40	1	25.56	No vale
2009	64.20	1	26.67	No vale
1991	64.00	0	27.78	Vale
1965	62.30	0	28.89	Vale
2021	61.00	2	30.00	No vale
1968	60.20	0	31.11	Vale
1982	60.00	0	32.22	Vale
1998	58.00	1	33.33	No vale
1948	57.00	0	34.44	Vale
1966	56.30	0	35.56	Vale
1992	56.00	1	36.67	No vale
1950	56.00	1	37.78	No vale
1947	56.00	0	38.89	Vale
1935	56.00	0	40.00	Vale
1963	55.30	0	41.11	Vale
1974	55.00	0	42.22	Vale
1989	51.00	0	43.33	Vale
2018	50.00	2	44.44	No vale
1999	50.00	0	45.56	Vale
1983	49.00	0	46.67	Vale
1962	49.00	0	47.78	Vale
1939	49.00	1	48.89	No vale
2007	48.00	2	50.00	No vale
1975	48.00	0	51.11	Vale

SERIE ORDENADA EN FUNCION DE LOS MAXIMOS ANUALES				
Año	Máximo	Fallos	Prob.	Vale
1959	48.00	0	52.22	Vale
1981	47.70	0	53.33	Vale
1985	47.00	1	54.44	No vale
1967	47.00	0	55.56	Vale
1980	46.20	0	56.67	Vale
1990	46.00	0	57.78	Vale
2005	45.60	0	58.89	Vale
1996	45.00	0	60.00	Vale
1973	45.00	0	61.11	Vale
1954	44.50	0	62.22	Vale
2002	44.00	2	63.33	No vale
2015	43.00	3	64.44	No vale
2008	42.50	0	65.56	Vale
2006	41.00	1	66.67	No vale
2020	39.00	1	67.78	No vale
1960	38.20	0	68.89	Vale
1934	37.50	0	70.00	Vale
1952	36.00	0	71.11	Vale
1976	35.20	0	72.22	Vale
2010	35.00	1	73.33	No vale
1988	34.00	0	74.44	Vale
2013	33.00	2	75.56	No vale
2001	33.00	0	76.67	Vale
1951	33.00	1	77.78	No vale
1944	32.00	1	78.89	No vale
1961	31.00	0	80.00	Vale
1936	30.30	2	81.11	No vale
1979	30.20	0	82.22	Vale
2017	30.00	2	83.33	No vale
2011	29.00	1	84.44	No vale
1958	28.20	0	85.56	Vale
1977	27.70	0	86.67	Vale
1942	27.50	1	87.78	No vale
1970	27.20	0	88.89	Vale
1964	27.10	0	90.00	Vale
1933	26.50	7	91.11	No vale
1987	26.00	0	92.22	Vale
2016	25.00	2	93.33	No vale
1978	25.00	0	94.44	Vale
2012	24.00	2	95.56	No vale
1945	20.20	0	96.67	Vale
1937	18.50	1	97.78	No vale
1995	17.00	0	98.89	Vale
1984	14.00	0	100.00	Vale
1969	0.00	12	98.91	No vale
1968	0.00	12	100.00	No vale

TRATAMIENTO DE DATOS PARA ESTUDIOS DE AVENIDAS

Estacion nº:7026La serie es **VALIDA**

Nº de datos:62

RESULTADOS		
Año	Maximo	Vale
1934	37.50	Vale
1935	56.00	Vale
1938	90.00	Vale
1940	70.30	Vale
1941	74.00	Vale
1945	20.20	Vale
1946	93.00	Vale
1947	56.00	Vale
1948	57.00	Vale
1949	69.00	Vale
1952	36.00	Vale
1953	102.00	Vale
1954	44.50	Vale
1955	120.00	Vale
1956	115.00	Vale
1957	78.00	Vale
1958	28.20	Vale
1959	48.00	Vale
1960	38.20	Vale
1961	31.00	Vale
1962	49.00	Vale
1963	55.30	Vale
1964	27.10	Vale
1965	62.30	Vale
1966	56.30	Vale
1967	47.00	Vale
1968	60.20	Vale
1969	66.70	Vale
1970	27.20	Vale
1971	90.00	Vale
1972	123.00	Vale
1973	45.00	Vale
1974	55.00	Vale
1975	48.00	Vale
1976	35.20	Vale
1977	27.70	Vale
1978	25.00	Vale
1979	30.20	Vale
1980	46.20	Vale
1981	47.70	Vale
1982	60.00	Vale
1983	49.00	Vale
1984	14.00	Vale
1986	84.00	Vale
1987	26.00	Vale
1988	34.00	Vale
1989	51.00	Vale
1990	46.00	Vale
1991	64.00	Vale
1993	138.00	Vale
1994	66.00	Vale
1995	17.00	Vale
1996	45.00	Vale
1997	68.00	Vale
1999	50.00	Vale
2000	160.00	Vale
2001	33.00	Vale
2003	68.00	Vale
2004	72.00	Vale
2005	45.60	Vale
2008	42.50	Vale
2019	240.00	Vale

TRATAMIENTO DE DATOS PARA ESTUDIOS DE AVENIDAS

Estacion nº: 7026E
Nº de datos: 14

SERIE DE PRECIPITACIONES (mm)														
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Maximo	Fallos
2011				12.50		3.80	0.00	0.00	2.10	4.00	12.00	8.40	12.50	4
2012	9.50	7.20	14.20	3.00	0.30	2.50	0.10	2.80	75.00	17.00	11.00	0.40	75.00	0
2013	1.00	8.40	11.30	35.00	4.80	0.40	2.00	10.00	6.50	0.10	12.30	10.80	35.00	0
2014	7.20	0.20		2.10	0.20	4.00	0.00	0.60	79.00	7.50	9.00	11.20	79.00	1
2015	9.10	6.00	6.10	6.50	0.00	1.90		0.20		11.00	29.50	1.60	29.50	2
2016	7.30	2.00	10.20	8.00	1.50	0.00		0.10	17.60	10.40	15.00	93.20	93.20	1
2017	34.60	0.20	27.70	2.00	0.00		2.00	24.50	0.00	13.50	3.90	0.50	34.60	1
2018	33.00	7.90	3.20	4.30	1.70	9.80	0.00	0.00	23.00	18.20	62.00	13.00	62.00	0
2019			9.20	72.00	0.70	1.90		7.30	180.00	21.20	5.50	60.50	180.00	3
2020	41.00	1.50	110.00	16.00	13.50	8.50	1.50	1.00	3.40	2.00	4.20	0.20	110.00	0
2021	28.30		24.60	14.60	71.00	3.50	0.00		21.40	30.20	51.70	7.00	71.00	2
2022	4.80	0.80	48.50	43.60	18.70	1.00	0.50	0.20	37.20	47.50	5.20		48.50	1
2023	6.00		2.00	0.10	44.50	5.70		0.10	20.20	2.50	0.00	2.70	44.50	2
2024	2.00	0.30	6.80	11.10	4.10								11.10	7

TRATAMIENTO DE DATOS PARA ESTUDIOS DE AVENIDAS

Estacion nº: 7026E
Nº de datos: 14

SERIE ORDENADA EN FUNCION DE LOS MAXIMOS ANUALES				
Año	Máximo	Fallos	Prob.	Vale
2019	180.00	3	7.14	No vale
2020	110.00	0	14.29	Vale
2016	93.20	1	21.43	No vale
2014	79.00	1	28.57	No vale
2012	75.00	0	35.71	Vale
2021	71.00	2	42.86	No vale
2018	62.00	0	50.00	Vale
2022	48.50	1	57.14	No vale
2023	44.50	2	64.29	No vale
2013	35.00	0	71.43	Vale
2017	34.60	1	78.57	No vale
2015	29.50	2	85.71	No vale
2011	12.50	4	92.86	No vale
2024	11.10	7	100.00	No vale

TRATAMIENTO DE DATOS PARA ESTUDIOS DE AVENIDAS

Estacion nº: 7026E

La serie es **NO VALIDA**

Nº de datos: 4

RESULTADOS		
Año	Maximo	Vale
2012	75.00	Vale
2013	35.00	Vale
2018	62.00	Vale
2020	110.00	Vale

TRATAMIENTO DE DATOS PARA ESTUDIOS DE AVENIDAS

Estacion nº: 7031
Nº de datos: 81

SERIE DE PRECIPITACIONES (mm)														
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Maximo	Fallos
1944									47.50	23.00	5.20	52.60	52.60	8
1945	31.70	1.90	5.40	11.00	3.30	20.00	0.00	4.40		24.60	18.60	3.10	31.70	1
1946	27.30		6.10	42.20	10.00	2.90	0.00			12.20	27.70	30.60	42.20	3
1947	15.40	10.20	7.00	1.70	16.40	1.00		20.80	13.80	54.20	1.40	8.00	54.20	1
1948	3.30	6.20	4.30	20.40	48.60	13.00	13.00	0.00		76.60		41.80	76.60	2
1949	34.60	65.40	12.00	46.00	8.00	5.50	1.00	1.70	8.00	8.10	12.70	58.90	65.40	0
1950	25.20	2.20	52.70	6.00	13.30	5.80	0.00	0.00	34.00	44.00	0.00	1.00	52.70	0
1951	10.00	4.00	13.00	34.50	9.80			9.70	39.70	14.10	21.80	31.20	39.70	2
1952	14.00	4.70	2.50	21.40	13.80			11.00	18.50	71.70	11.40	2.00	71.70	2
1953	8.30	6.10	6.90	14.70	1.50	86.60		0.00	2.80	47.50	22.00	17.30	86.60	1
1954	28.00	10.00	94.80	64.60	6.20	12.30				52.00	19.70	39.80	94.80	3
1955	3.30	3.50	4.70	1.80	2.60	20.80		7.00	32.60	4.00	72.00	22.00	72.00	1
1956	117.00	4.00	2.60	6.50	7.90	0.00	0.00	0.90	7.20	16.00	14.00	0.60	117.00	0
1957	36.20	0.00	1.50	17.00	24.00		0.00		9.00	26.40	37.20	9.70	37.20	2
1958	18.90		1.00	34.60	1.40	17.00	0.00	0.00	13.00	73.00	6.00	6.70	73.00	1
1959	8.00	21.70	6.00		70.10	1.00	0.00		14.30	42.00	2.80	6.00	70.10	2
1960	8.70	9.00	3.50	16.00	4.80	18.60		0.00		17.60	4.50	25.00	25.00	2
1961	5.00	0.60	2.20	2.00	2.90	8.50	0.00		2.80	20.30	2.50	2.20	20.30	1
1962	7.30	12.00	13.60	8.60	13.30	6.70	3.50	0.00	6.40	71.80	12.90	6.20	71.80	0
1963	3.00	2.30	0.00	2.30	4.00	4.60		6.70	33.80	1.30	3.80	25.00	33.80	1
1964	15.90	3.00	6.20	16.00		2.90		4.10		7.40	2.70	34.00	34.00	3
1965	17.90	19.20	1.30	5.00	21.60	20.80		2.00	0.60	109.40	11.80	33.00	109.40	1
1966	0.90	3.80	0.30	0.50	1.10	18.50	2.00		31.00	41.00	5.00		41.00	2
1967	5.60	12.00	9.00	17.80	4.30	57.00	0.00	0.20	37.00		24.20	10.00	57.00	1
1968	90.00	8.90	20.00	2.80	38.70	10.00		1.50	1.20		17.80	4.80	90.00	2
1969	3.60	7.10	10.00	10.30	1.00	1.00	0.00	17.00	1.40	66.50	22.00	6.00	66.50	0
1970	3.00		10.60	4.00	5.00	10.40				8.20		22.00	22.00	5
1971	3.70		52.40	13.00	13.50	2.00	1.80		16.70	32.70	23.50	25.20	52.40	2
1972	7.50	0.20	11.60	21.70	15.20	13.80		44.30	68.30	172.90	12.00	4.50	172.90	1
1973	9.60	3.20	11.30			29.20	1.00	0.00	50.00	19.50	40.30	63.20	63.20	2
1974	3.30	24.20	44.60	14.60		0.30	13.00	30.00	3.80	68.40	37.50	12.40	68.40	1
1975	8.40	6.90	5.40	50.90	42.80	10.00	0.00	14.50	2.10	29.30	9.90	41.10	50.90	0
1976	3.60	3.80	1.00	19.60	39.50	4.00		1.70	10.00	4.80	5.10	51.50	51.50	1
1977	13.80	0.40	21.00	24.30	36.00	9.70	74.30	53.40	2.00	77.50	39.10	8.70	77.50	0
1978	0.60	1.60	12.10	14.70	10.70	19.30	0.00		0.40	6.60	27.00	8.00	27.00	1
1979	6.90	4.60	1.20	0.50	10.00	7.50	9.20		25.00	28.50	22.30		28.50	2
1980	50.70	52.80	53.60	27.00	11.60		25.30	2.70			4.00	10.00	53.60	3
1981	4.30	12.70	4.00	9.80	2.10	13.80		8.00	0.60	6.70	0.00	1.00	13.80	1
1982	71.00	1.70	17.50	17.20	27.30	0.00		0.30	5.00	33.00	8.10	1.00	71.00	1
1983	0.00	16.10		1.20				1.40	1.60	4.80	20.60	3.80	20.60	4
1984	3.00	2.00	3.20	13.80	12.70	4.10	0.00	2.80	0.40	2.90	11.90	3.60	13.80	0

SERIE DE PRECIPITACIONES (mm)														
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Maximo	Fallos
1985	12.70	70.30	16.10	0.30	9.60	0.00	1.30	0.00	20.00	15.40	36.70	20.00	70.30	0
1986	4.50	5.40	12.80	8.70	4.60	1.50	11.60		32.20	72.00	18.20	2.70	72.00	1
1987	23.50	15.00		3.40	8.60		5.00	1.20	24.90	31.00	330.00	12.50	330.00	2
1988	4.10	8.60	2.40	13.70	27.00	52.00	0.00	13.70	27.30	7.40	16.40	1.90	52.00	0
1989	46.20	18.80	45.00	23.70	12.90	2.00	8.10	0.40	130.40	6.40	4.00	56.00	130.40	0
1990	23.10	0.00	20.40	37.60	15.00	0.30	3.00	0.60	5.40	30.60	6.60	14.70	37.60	0
1991	63.70	12.60	10.60	3.00	19.60	2.70		4.60	8.80	44.90	6.50	6.80	63.70	1
1992	5.30	73.10	16.70	0.80	38.90	19.40	0.00		4.50	9.80	14.00	12.30	73.10	1
1993	1.30	78.80	33.70	1.60	33.40	2.90	0.00	0.20	3.20	24.20	13.30		78.80	1
1994	6.00	5.00	7.00	37.80	10.80	0.30	0.00	0.00	73.00	31.10	1.60	11.90	73.00	0
1995	0.70	11.80	10.80	1.10	0.10	3.50	0.70	0.20	19.80	6.70	1.80	12.80	19.80	0
1996	18.90	10.20	2.70	6.00	2.60	0.60	0.00	6.30	25.80	21.30	37.30	13.10	37.30	0
1997	4.70	0.80	21.20	27.70	10.90	1.30	0.20	0.90	41.70	2.30	3.90	34.70	41.70	0
1998	45.30	2.90	15.30	1.40	25.00	1.40	0.00	0.30	11.40	0.00	25.40	26.80	45.30	0
1999	4.20	9.40	7.90	2.10	1.20	0.20		1.60	1.60	17.00	15.90	12.00	17.00	1
2000	60.60		2.90	8.10	3.60	0.10	0.00	0.80	0.90	49.00	4.70	2.00	60.60	1
2001	4.90	15.80	3.80	8.40	2.00	0.00	0.10		15.00	33.70	127.80	22.20	127.80	1
2002	1.90	0.30	16.40	47.00	24.30	3.30	0.00	8.90	4.00	1.30	6.40	5.80	47.00	0
2003	48.10	9.10	1.70	14.80	14.20	1.20	0.00	0.10	5.30	21.60	47.90	51.60	51.60	0
2004	2.10	3.80	36.70	81.90	17.00	10.10	0.30	0.00	0.70	1.50	2.80	47.30	81.90	0
2005	6.80	10.10	3.90	6.20	0.80	0.00		43.50	28.00	1.90	23.10	4.00	43.50	1
2006	21.40	14.60	0.90	16.50	16.30	0.50	0.00	3.00	3.10	0.10	37.30	27.80	37.30	0
2007	38.10	2.90	11.00	10.40	8.60	0.20	0.00	6.60	11.20	54.30	13.50	8.30	54.30	0
2008	4.90	8.10	18.50	0.70	21.50	0.20	17.60	0.00	59.50	30.00	17.10	2.30	59.50	0
2009	39.40	3.20	16.80	15.70	0.90	0.00	4.60	1.30	64.30	21.30	7.40	37.40	64.30	0
2010	17.10	8.80	26.10	2.10	6.00	19.50	0.30	47.80	4.00	5.30	18.10	10.40	47.80	0
2011	7.60	0.70	44.20	4.00	13.50	2.00		0.10	5.00	5.30	144.90	9.10	144.90	1
2012	14.40	14.00	31.30	2.10	9.40	1.80	0.00	0.80	30.50	11.10	14.60	0.10	31.30	0
2013	3.00	36.00	10.20	27.00	8.70	0.10	0.80	13.00	9.40	6.90	30.20	17.80	36.00	0
2014	8.00	0.20	0.10	5.90	1.00	2.80	0.00	0.00	33.00	2.30	11.30	49.00	49.00	0
2015	9.30	5.50	11.80	8.00		0.90		2.60	84.20	24.10	55.90	7.00	84.20	2
2016	8.40	1.70	20.50	11.10	1.50	0.10		0.70	5.80	2.90	12.40		20.50	2
2017		0.70	34.00	0.70		0.00	1.40	27.60	0.70	11.20	2.90	0.20	34.00	2
2018	23.20	11.30	3.70	4.50	1.10	6.90	0.00	0.00	38.00	36.10	36.50	6.00	38.00	0
2019	1.20		16.00	75.50	0.00	1.00	0.10	2.60	204.70	28.50	7.40	102.00	204.70	1
2020	35.00	0.90	66.00	9.70	10.10	11.10	1.10	7.30	1.60	0.70	1.30	0.20	66.00	0
2021	17.60	0.00	29.00	15.90	57.00	2.90	0.00	0.00	10.00	44.00	33.00	2.10	57.00	0
2022	4.10	0.20	31.50	43.20	8.70	0.40	0.20	1.60	43.20	38.00	12.10	25.20	43.20	0
2023	6.90	4.90	4.10	2.70	26.80	9.10	0.70		28.00	1.70	0.00	3.30	28.00	1
2024	2.40	1.20	6.90	8.20	9.00								9.00	7

TRATAMIENTO DE DATOS PARA ESTUDIOS DE AVENIDAS

Estacion nº: 7031
Nº de datos: 81

SERIE ORDENADA EN FUNCION DE LOS MAXIMOS ANUALES				
Año	Máximo	Fallos	Prob.	Vale
1987	330.00	2	1.23	Vale
2019	204.70	1	2.47	Vale
1972	172.90	1	3.70	Vale
2011	144.90	1	4.94	Vale
1989	130.40	0	6.17	Vale
2001	127.80	1	7.41	Vale
1956	117.00	0	8.64	Vale
1965	109.40	1	9.88	Vale
1954	94.80	3	11.11	No vale
1968	90.00	2	12.35	No vale
1953	86.60	1	13.58	Vale
2015	84.20	2	14.81	No vale
2004	81.90	0	16.05	Vale
1993	78.80	1	17.28	Vale
1977	77.50	0	18.52	Vale
1948	76.60	2	19.75	No vale
1992	73.10	1	20.99	No vale
1994	73.00	0	22.22	Vale
1958	73.00	1	23.46	No vale
1986	72.00	1	24.69	No vale
1955	72.00	1	25.93	No vale
1962	71.80	0	27.16	Vale
1952	71.70	2	28.40	No vale
1982	71.00	1	29.63	No vale
1985	70.30	0	30.86	Vale
1959	70.10	2	32.10	No vale
1974	68.40	1	33.33	No vale
1969	66.50	0	34.57	Vale
2020	66.00	0	35.80	Vale
1949	65.40	0	37.04	Vale
2009	64.30	0	38.27	Vale
1991	63.70	1	39.51	No vale
1973	63.20	2	40.74	No vale
2000	60.60	1	41.98	No vale
2008	59.50	0	43.21	Vale
2021	57.00	0	44.44	Vale
1967	57.00	1	45.68	No vale
2007	54.30	0	46.91	Vale
1947	54.20	1	48.15	No vale
1980	53.60	3	49.38	No vale
1950	52.70	0	50.62	Vale

SERIE ORDENADA EN FUNCION DE LOS MAXIMOS ANUALES				
Año	Máximo	Fallos	Prob.	Vale
1944	52.60	8	51.85	No vale
1971	52.40	2	53.09	No vale
1988	52.00	0	54.32	Vale
2003	51.60	0	55.56	Vale
1976	51.50	1	56.79	No vale
1975	50.90	0	58.02	Vale
2014	49.00	0	59.26	Vale
2010	47.80	0	60.49	Vale
2002	47.00	0	61.73	Vale
1998	45.30	0	62.96	Vale
2005	43.50	1	64.20	No vale
2022	43.20	0	65.43	Vale
1946	42.20	3	66.67	No vale
1997	41.70	0	67.90	Vale
1966	41.00	2	69.14	No vale
1951	39.70	2	70.37	No vale
2018	38.00	0	71.60	Vale
1990	37.60	0	72.84	Vale
2006	37.30	0	74.07	Vale
1996	37.30	0	75.31	Vale
1957	37.20	2	76.54	No vale
2013	36.00	0	77.78	Vale
2017	34.00	2	79.01	No vale
1964	34.00	3	80.25	No vale
1963	33.80	1	81.48	No vale
1945	31.70	1	82.72	No vale
2012	31.30	0	83.95	Vale
1979	28.50	2	85.19	No vale
2023	28.00	1	86.42	No vale
1978	27.00	1	87.65	No vale
1960	25.00	2	88.89	No vale
1970	22.00	5	90.12	No vale
1983	20.60	4	91.36	No vale
2016	20.50	2	92.59	No vale
1961	20.30	1	93.83	No vale
1995	19.80	0	95.06	Vale
1999	17.00	1	96.30	No vale
1984	13.80	0	97.53	Vale
1981	13.80	1	98.77	No vale
2024	9.00	7	100.00	No vale

TRATAMIENTO DE DATOS PARA ESTUDIOS DE AVENIDAS

Estacion nº:7031La serie es **VALIDA**

Nº de datos:40

RESULTADOS		
Año	Maximo	Vale
1949	65.40	Vale
1950	52.70	Vale
1953	86.60	Vale
1956	117.00	Vale
1962	71.80	Vale
1965	109.40	Vale
1969	66.50	Vale
1972	172.90	Vale
1975	50.90	Vale
1977	77.50	Vale
1984	13.80	Vale
1985	70.30	Vale
1987	330.00	Vale
1988	52.00	Vale
1989	130.40	Vale
1990	37.60	Vale
1993	78.80	Vale
1994	73.00	Vale
1995	19.80	Vale
1996	37.30	Vale
1997	41.70	Vale
1998	45.30	Vale
2001	127.80	Vale
2002	47.00	Vale
2003	51.60	Vale
2004	81.90	Vale
2006	37.30	Vale
2007	54.30	Vale
2008	59.50	Vale
2009	64.30	Vale
2010	47.80	Vale
2011	144.90	Vale
2012	31.30	Vale
2013	36.00	Vale
2014	49.00	Vale
2018	38.00	Vale
2019	204.70	Vale
2020	66.00	Vale
2021	57.00	Vale
2022	43.20	Vale

TRATAMIENTO DE DATOS PARA ESTUDIOS DE AVENIDAS

Estacion nº: 7031O
Nº de datos: 39

SERIE DE PRECIPITACIONES (mm)														
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Maximo	Fallos
1986	4.30	3.60	4.60	5.50	2.00	3.30	6.30	0.00	49.20	46.70	14.40	2.70	49.20	0
1987	8.70	14.80	0.30	6.20	11.30	0.20	17.20	0.50	18.20	21.40	141.10	4.90	141.10	0
1988	5.80	19.70	6.60	14.00	16.60	54.20	0.00		3.60	11.90	16.80	1.00	54.20	1
1989	31.40	17.10	29.70	11.80	13.90	2.10	9.50		95.00	10.50	7.00	83.10	95.00	1
1990	21.40	0.00	2.30	18.50	16.80		1.60	0.00	5.10	29.60	3.30	6.40	29.60	1
1991	42.90	6.60	9.80	2.30	20.40	3.30		4.90	9.90	36.10	6.10	12.00	42.90	1
1992	6.40	36.70	16.40	0.40		17.00	0.00	0.00	3.00	8.00	14.10		36.70	2
1993		58.50	32.00	0.70	28.00	2.80		0.00	0.50	22.20	11.10	0.00	58.50	2
1994	7.00	4.20	3.20	31.40	5.80	0.40	0.00	0.40	73.20	22.90	3.90	11.00	73.20	0
1995	2.20		9.90	0.50	0.00	13.00	0.70	0.20	8.50	9.20	1.50	2.90	13.00	1
1996	48.80	8.80	4.60	6.30	5.00			0.80	40.60	19.20	34.20	25.70	48.80	2
1997		0.20	16.30	18.80		2.70		0.20	41.90	5.40	3.40	37.50	41.90	3
1998	154.30	2.40	7.10	2.20	24.50	0.00	0.00		9.20	0.00	25.40	20.40	154.30	1
1999	3.60	6.90	9.40	6.40	1.30	0.00	2.40	1.40	2.50	17.80	26.50	7.50	26.50	0
2000	60.70	0.00	2.60	1.20	2.00	0.00	0.00	0.30	0.50	54.50	1.40	0.50	60.70	0
2001	13.60	18.80	1.80	0.80	3.30	0.00		0.00	11.20	30.00	85.10	24.20	85.10	1
2002	1.60	0.00	10.70	54.70	22.10	2.40	0.00	3.20	25.00	0.70	3.10	5.20	54.70	0
2003	48.50	7.70	0.90	12.70	12.40	4.60	0.00		2.10	17.20	28.60	49.30	49.30	1
2004	1.70	3.90	29.80	78.60	23.20	9.80		0.00		1.40	2.50		78.60	3
2005	5.90	14.20	2.70	6.80	0.60			47.20	16.00	3.00	30.80		47.20	3
2006	15.30	8.30		23.30	13.70	0.00	0.00	0.50	3.70		92.30	4.30	92.30	2
2007	25.10	2.60	8.90		20.00	0.30	0.00	3.50	19.00	71.40	12.10	24.00	71.40	1
2008	2.80	16.10	14.00	0.60	18.60		12.50	0.00	56.30	25.00	12.30	1.70	56.30	1
2009	26.00	2.50			1.20	0.00	2.00		53.00	24.60	4.30	42.30	53.00	3
2010	18.00	8.40	26.50	1.10	6.60	22.20	0.00	34.20	2.00	4.60		10.20	34.20	1
2011	7.50	0.80	68.00	15.00	12.20	1.60	0.00	1.70	6.90	3.30	88.10	12.00	88.10	0
2012	15.50	8.60	61.70	2.50	5.50	1.70		2.00	23.80	12.30	21.40	0.00	61.70	1
2013	1.30	11.20	9.20	26.80	8.20	0.20	0.30	11.30	8.00	8.80	35.50	19.70	35.50	0
2014	6.30	0.00	0.70	3.60	2.00	2.70	0.00	0.00	19.10		8.20	50.70	50.70	1
2015	8.90	6.80	10.10	7.20	0.10	0.50	0.00	0.30	76.20	14.60	48.00	5.30	76.20	0
2016	7.50	2.30	25.30	6.10	1.30	0.00	0.40	0.70	5.70	9.10	21.00	128.00	128.00	0
2017	39.40	0.70	38.90	0.60	0.00	0.00	1.00	29.10	1.50	6.00	5.10		39.40	1
2018	23.50	11.90	2.70	5.70	1.00	7.00	0.00	0.00	32.00	27.30	68.00	5.10	68.00	0
2019	1.00	0.00	13.10	59.00	0.80	0.00	0.70	6.50	186.00	32.20	7.00	88.00	186.00	0
2020	73.00	0.30	61.00		16.00	6.00	1.00	4.50	1.80	0.70	1.20	0.00	73.00	1
2021	13.70	0.00	45.00	12.80	60.00	3.30	0.00	0.00	16.50		16.50	1.10	60.00	1
2022	6.40	0.00	26.20	41.00	10.50	0.20	0.70	0.90	13.60	15.00	31.90	28.00	41.00	0
2023	9.10	4.60	9.60	2.00	38.80	6.50	0.80	0.00	24.00	0.90	0.00	5.20	38.80	0
2024	3.60	2.00	4.70	8.10	5.90								8.10	7

TRATAMIENTO DE DATOS PARA ESTUDIOS DE AVENIDAS

Estacion nº: 7031O

Nº de datos: 39

SERIE ORDENADA EN FUNCION DE LOS MAXIMOS ANUALES				
Año	Máximo	Fallos	Prob.	Vale
2019	186.00	0	2.56	Vale
1998	154.30	1	5.13	Vale
1987	141.10	0	7.69	Vale
2016	128.00	0	10.26	Vale
1989	95.00	1	12.82	Vale
2006	92.30	2	15.38	No vale
2011	88.10	0	17.95	Vale
2001	85.10	1	20.51	No vale
2004	78.60	3	23.08	No vale
2015	76.20	0	25.64	Vale
1994	73.20	0	28.21	Vale
2020	73.00	1	30.77	No vale
2007	71.40	1	33.33	No vale
2018	68.00	0	35.90	Vale
2012	61.70	1	38.46	No vale
2000	60.70	0	41.03	Vale
2021	60.00	1	43.59	No vale
1993	58.50	2	46.15	No vale
2008	56.30	1	48.72	No vale
2002	54.70	0	51.28	Vale
1988	54.20	1	53.85	No vale
2009	53.00	3	56.41	No vale
2014	50.70	1	58.97	No vale
2003	49.30	1	61.54	No vale
1986	49.20	0	64.10	Vale
1996	48.80	2	66.67	No vale
2005	47.20	3	69.23	No vale
1991	42.90	1	71.79	No vale
1997	41.90	3	74.36	No vale
2022	41.00	0	76.92	Vale
2017	39.40	1	79.49	No vale
2023	38.80	0	82.05	Vale
1992	36.70	2	84.62	No vale
2013	35.50	0	87.18	Vale
2010	34.20	1	89.74	No vale
1990	29.60	1	92.31	No vale
1999	26.50	0	94.87	Vale
1995	13.00	1	97.44	No vale
2024	8.10	7	100.00	No vale
1980	53.60	3	49.38	No vale
1950	52.70	0	50.62	Vale

SERIE ORDENADA EN FUNCION DE LOS MAXIMOS ANUALES				
Año	Máximo	Fallos	Prob.	Vale
1944	52.60	8	51.85	No vale
1971	52.40	2	53.09	No vale
1988	52.00	0	54.32	Vale
2003	51.60	0	55.56	Vale
1976	51.50	1	56.79	No vale
1975	50.90	0.0	58.02	Vale
2014	49.00	0.0	59.26	Vale
2010	47.80	0.0	60.49	Vale
2002	47.00	0.0	61.73	Vale
1998	45.30	0.0	62.96	Vale
2005	43.50	1.0	64.20	No vale
2022	43.20	0.0	65.43	Vale
1946	42.20	3	66.67	No vale
1997	41.70	0	67.90	Vale
1966	41.00	2	69.14	No vale
1951	39.70	2	70.37	No vale
2018	38.00	0	71.60	Vale
1990	37.60	0	72.84	Vale
2006	37.30	0	74.07	Vale
1996	37.30	0	75.31	Vale
1957	37.20	2	76.54	No vale
2013	36.00	0	77.78	Vale
2017	34.00	2	79.01	No vale
1964	34.00	3	80.25	No vale
1963	33.80	1	81.48	No vale
1945	31.70	1	82.72	No vale
2012	31.30	0	83.95	Vale
1979	28.50	2	85.19	No vale
2023	28.00	1	86.42	No vale
1978	27.00	1	87.65	No vale
1960	25.00	2	88.89	No vale
1970	22.00	5	90.12	No vale
1983	20.60	4	91.36	No vale
2016	20.50	2	92.59	No vale
1961	20.30	1	93.83	No vale
1995	19.80	0	95.06	Vale
1999	17.00	1	96.30	No vale
1984	13.80	0	97.53	Vale
1981	13.80	1	98.77	No vale
2024	9.00	7	100.00	No vale

TRATAMIENTO DE DATOS PARA ESTUDIOS DE AVENIDAS

Estacion nº: 70310

La serie es **VALIDA**

Nº de datos: 16

RESULTADOS		
Año	Maximo	Vale
1986	49.20	Vale
1987	141.10	Vale
1989	95.00	Vale
1994	73.20	Vale
1998	154.30	Vale
1999	26.50	Vale
2000	60.70	Vale
2002	54.70	Vale
2011	88.10	Vale
2013	35.50	Vale
2015	76.20	Vale
2016	128.00	Vale
2018	68.00	Vale
2019	186.00	Vale
2022	41.00	Vale
2023	38.80	Vale

TRATAMIENTO DE DATOS PARA ESTUDIOS DE AVENIDAS

Estacion nº: 7032
 Nº de datos: 70

SERIE DE PRECIPITACIONES (mm)														
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Maximo	Fallos
1955									10.90	2.30	84.70	4.20	84.70	8
1956	116.20	4.80	3.80	22.60	11.10	0.00	0.00	0.40	6.20	15.90	7.20		116.20	1
1957	49.30	0.00	0.00	26.60	26.10	0.00	0.00	0.00	19.00	40.10		4.50	49.30	1
1958	8.20	0.00	0.00	50.00	0.00	18.10	0.00	0.00	0.70	29.70	35.80	3.30	50.00	0
1959	12.40	20.00	3.70	0.00	41.70		0.00	0.00	25.00	66.20	4.70	26.70	66.20	1
1960	19.70	13.60	5.20	13.70	49.60	32.20	0.00	0.00	0.00	12.20	1.90	9.20	49.60	0
1961	7.40	6.00	0.00	2.50	0.00	8.40	0.00	4.70	2.80	10.60	8.40	0.00	10.60	0
1962	3.40	7.40	14.50	6.80	7.50	0.00	0.00	0.00	0.00	35.00	14.00	27.00	35.00	0
1963	9.60	3.70	0.00	4.20	6.20	8.90	0.00	0.00	64.40	0.80	6.30	26.70	64.40	0
1964	17.40	6.20		9.70	0.00	5.70	0.80	5.40	0.00	3.90	0.00	22.90	22.90	1
1965	12.10	12.40	5.30	4.20	22.20	0.00	0.00	12.60	0.00	54.70	8.90	42.00	54.70	0
1966	4.60	4.70	0.00	4.60	0.00	15.30	0.00	8.40	21.80	35.20	6.60	0.00	35.20	0
1967	6.40	17.70	7.00	19.40	12.30	15.00	0.00	0.00	37.90	1.70	17.00	2.30	37.90	0
1968	72.00	7.90		6.40	36.40	30.70	0.00	1.30	0.00	4.90	19.00	5.90	72.00	1
1969	9.50	5.80	33.40	13.90	4.70	1.90	0.00	15.00		85.40	24.90	9.00	85.40	1
1970	7.00	0.00	12.00	5.30	8.40	4.30	0.00	0.00	0.00	11.00	0.90	26.00	26.00	0
1971	5.20	0.00	65.00	13.20	13.20	1.70	0.90	0.00	3.90	11.40	13.40	25.10	65.00	0
1972	6.50		14.00	19.40	11.10	7.50	0.00	22.50	43.30	155.00	26.00	5.50	155.00	1
1973	7.00		10.50			14.00			53.50	22.00	25.00	32.90	53.50	5
1974	7.00	24.00	34.30	18.50			10.50	36.00			27.00	6.60	36.00	4
1975	4.80	7.00	9.20	20.00	38.00	9.90	0.00	4.50	1.50	29.50	24.60	41.50	41.50	0
1976	4.50	2.10	0.30	18.00	58.00	1.10		13.00	17.00	8.70	2.20	35.50	58.00	1
1977	13.00	0.70	9.10	17.50	30.50		37.40	66.40	1.50	30.50	26.50	8.20	66.40	1
1978	0.30	9.60	18.10		34.00	18.40	0.00		3.50	5.00		10.00	34.00	3
1979	4.00	6.50	0.40	2.20	11.00		48.00				22.50	0.20	48.00	4
1980	36.00	61.00	19.60	21.50	45.00		10.50	6.50		0.20	3.80	6.50	61.00	2
1981	4.60	24.60	3.20			21.50			6.60		0.00	5.30	24.60	5
1982	47.00	0.20	5.10	21.00	22.70	0.00		0.30	1.50	37.50	7.00	4.50	47.00	1
1983	0.00	9.80		1.40				14.20	8.00	5.60	18.80	1.60	18.80	4
1984	0.20	3.50	0.30	22.20		3.00	0.00	0.80	5.00	1.50	10.50	1.30	22.20	1
1985			14.20		11.20	0.00	1.00	0.00	27.60	10.70	39.10	23.20	39.10	3
1986	0.50	0.50	8.60		6.30	4.50	2.50			56.20	16.70		56.20	4
1987	26.70	9.00		0.00	2.20		21.50	0.50	23.20	28.70	210.00	9.60	210.00	2
1988	3.00	14.80	7.50	17.40	25.20	45.30	0.00	4.20	7.10	12.50	31.90	3.50	45.30	0
1989	27.70		39.50	20.50	27.90		8.40		102.30	18.90	9.10	58.90	102.30	3

SERIE DE PRECIPITACIONES (mm)														
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Maximo	Fallos
1990	21.50		18.70	12.30	11.20				1.00		7.00		21.50	6
1991	85.20	5.40	8.50	2.40	17.50	4.30		7.40				21.80	85.20	4
1992	6.90	67.10	20.50		36.80	20.70	0.00		3.50	8.90	15.00	4.80	67.10	2
1993		47.90	57.90	1.90	32.30	2.50			2.20	23.70	9.90		57.90	4
1994	5.30	8.10	2.90	39.30	5.70	0.50			65.20		0.20	16.50	65.20	3
1995	1.20	2.10	3.00			4.00		0.20	8.70	4.30	1.30	4.00	8.70	3
1996		3.90		5.80	1.50			0.80	36.40		44.90	38.00	44.90	5
1997	12.20		18.50	20.50	9.80	2.20	0.00		31.60	3.90		43.50	43.50	3
1998	99.50	4.30	9.10	6.00	26.30	0.30	0.00		10.90		33.80	35.90	99.50	2
1999	3.10			12.10			1.00	1.30	1.60	20.50		8.30	20.50	5
2000		0.00	1.80	2.40	4.50			0.00	0.30	39.40	1.30	1.10	39.40	3
2001	6.70	24.00	1.80	4.00	11.40	0.00			9.10	21.40	66.20	20.20	66.20	2
2002	2.10	0.00	12.50			3.50		4.00	10.20	4.30		7.10	12.50	4
2003	60.00			15.20	11.50	4.50	0.00	0.60	2.60	14.00	20.30	49.30	60.00	2
2004	1.70	4.10	30.80	99.10	16.90	11.70	0.10	0.00	35.00	1.20	13.60	80.30	99.10	0
2005	6.10	6.20	1.70	8.60	0.80	0.20	0.10	35.50	19.80	10.50	27.50	2.60	35.50	0
2006		7.10	0.90			4.60		0.80	8.00			12.60	12.60	6
2007	30.00	0.00	12.00			0.00	0.00	3.70		51.10	13.60		51.10	4
2008		9.40	9.10	0.10		1.40	5.10	0.00	36.50	32.90	16.00	27.00	36.50	2
2009	27.00	3.00		10.00	0.60	0.00	0.50	0.00		29.00	4.10	43.20	43.20	2
2010	17.60	9.20	25.40	1.50	4.30	25.00	0.00	28.70			17.50		28.70	3
2011	7.60	0.70		22.00	11.00	2.30	0.00	0.50			122.00	11.90	122.00	3
2012	1.20			4.30	7.50	2.30		1.80	18.50	12.60	17.60	0.20	18.50	3
2013	2.30	11.00	9.20	25.00	4.30	0.20	0.30	0.00	8.60	0.00	18.80	19.50	25.00	0
2014	7.00	0.10	0.00	3.40			0.00	0.00	45.20	2.70		34.00	45.20	3
2015		4.30	7.00	7.50			0.00	1.00	62.80	17.00	50.00		62.80	4
2016	9.30	4.00	26.70	15.20	0.50	0.00		0.40	10.10	12.20	15.50	158.70	158.70	1
2017	36.50	0.70	33.00	0.50	0.00		1.00	34.30	3.50	8.20	3.60		36.50	2
2018	23.10	9.80	6.50	5.10	1.00	10.50	0.00		19.50	16.40		5.00	23.10	2
2019	0.50	0.00	12.10	61.00				3.80	227.00	28.00	6.00	57.00	227.00	3
2020	52.00	1.80	57.00	8.50	7.30	10.00	2.20	6.80	2.30	0.40	2.40		57.00	1
2021	14.00		35.60	13.50	57.20	5.50		0.00	2.00	27.50	29.60	0.80	57.20	2
2022	10.00		19.20	36.50	11.40	1.00	0.80	0.70	27.00	55.40	25.70	26.00	55.40	1
2023	8.20	4.20			37.10	5.40	1.30		23.00	1.80		1.90	37.10	4
2024	2.80	3.00		8.80									8.80	9

TRATAMIENTO DE DATOS PARA ESTUDIOS DE AVENIDAS

Estacion nº: 7032
Nº de datos: 70

SERIE ORDENADA EN FUNCION DE LOS MAXIMOS ANUALES				
Año	Máximo	Fallos	Prob.	Vale
2019	227.00	3	1.43	Vale
1987	210.00	2	2.86	Vale
2016	158.70	1	4.29	Vale
1972	155.00	1	5.71	Vale
2011	122.00	3	7.14	No vale
1956	116.20	1	8.57	Vale
1989	102.30	3	10.00	No vale
1998	99.50	2	11.43	No vale
2004	99.10	0	12.86	Vale
1969	85.40	1	14.29	Vale
1991	85.20	4	15.71	No vale
1955	84.70	8	17.14	No vale
1968	72.00	1	18.57	Vale
1992	67.10	2	20.00	No vale
1977	66.40	1	21.43	No vale
2001	66.20	2	22.86	No vale
1959	66.20	1	24.29	No vale
1994	65.20	3	25.71	No vale
1971	65.00	0	27.14	Vale
1963	64.40	0	28.57	Vale
2015	62.80	4	30.00	No vale
1980	61.00	2	31.43	No vale
2003	60.00	2	32.86	No vale
1976	58.00	1	34.29	No vale
1993	57.90	4	35.71	No vale
2021	57.20	2	37.14	No vale
2020	57.00	1	38.57	No vale
1986	56.20	4	40.00	No vale
2022	55.40	1	41.43	No vale
1965	54.70	0	42.86	Vale
1973	53.50	5	44.29	No vale
2007	51.10	4	45.71	No vale
1958	50.00	0	47.14	Vale
1960	49.60	0	48.57	Vale
1957	49.30	1	50.00	No vale

SERIE ORDENADA EN FUNCION DE LOS MAXIMOS ANUALES				
Año	Máximo	Fallos	Prob.	Vale
1979	48.00	4	51.43	No vale
1982	47.00	1	52.86	No vale
1988	45.30	0	54.29	Vale
2014	45.20	3	55.71	No vale
1996	44.90	5	57.14	No vale
1997	43.50	3	58.57	No vale
2009	43.20	2	60.00	No vale
1975	41.50	0	61.43	Vale
2000	39.40	3	62.86	No vale
1985	39.10	3	64.29	No vale
1967	37.90	0	65.71	Vale
2023	37.10	4	67.14	No vale
2017	36.50	2	68.57	No vale
2008	36.50	2	70.00	No vale
1974	36.00	4	71.43	No vale
2005	35.50	0	72.86	Vale
1966	35.20	0	74.29	Vale
1962	35.00	0	75.71	Vale
1978	34.00	3	77.14	No vale
2010	28.70	3	78.57	No vale
1970	26.00	0	80.00	Vale
2013	25.00	0	81.43	Vale
1981	24.60	5	82.86	No vale
2018	23.10	2	84.29	No vale
1964	22.90	1	85.71	No vale
1984	22.20	1	87.14	No vale
1990	21.50	6	88.57	No vale
1999	20.50	5	90.00	No vale
1983	18.80	4	91.43	No vale
2012	18.50	3	92.86	No vale
2006	12.60	6	94.29	No vale
2002	12.50	4	95.71	No vale
1961	10.60	0	97.14	Vale
2024	8.80	9	98.57	No vale
1995	8.70	3	100.00	No vale

TRATAMIENTO DE DATOS PARA ESTUDIOS DE AVENIDAS

Estacion nº:7032

Nº de datos:22

La serie es

VALIDA

RESULTADOS		
Año	Maximo	Vale
1956	116.20	Vale
1958	50.00	Vale
1960	49.60	Vale
1961	10.60	Vale
1962	35.00	Vale
1963	64.40	Vale
1965	54.70	Vale
1966	35.20	Vale
1967	37.90	Vale
1968	72.00	Vale
1969	85.40	Vale
1970	26.00	Vale
1971	65.00	Vale
1972	155.00	Vale
1975	41.50	Vale
1987	210.00	Vale
1988	45.30	Vale
2004	99.10	Vale
2005	35.50	Vale
2013	25.00	Vale
2016	158.70	Vale
2019	227.00	Vale

Anexo III – Estudio pluviométrico

APÉNDICE 2 – AJUSTES ESTADÍSTICOS

AJUSTE A UNA DISTRIBUCION EXTREMAL TIPO SQRT- ET POR EL METODO DE LA MAXIMA VEROSIMILITUD

FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN SQRT

$$F(x) = e^{-\lambda(1+\sqrt{\beta x})} \cdot e^{-\sqrt{\beta x}}$$

$$F_n(x) = 1 - \frac{m}{n+1}$$

PRUEBA DE KOLMOGOROV

$$D_n = \max[F_n(x) - F(x)]$$

$$z = \sqrt{n} \cdot D_n$$

$P(z) = 1 - k(z)$

Estacion nº: 7026

Nº de datos (n): 62

CALCULAR

Nº de dato	Registro	Frecuencia	P. retorno	Parámetros de la serie		P. retorno	Frecuencia	Ajuste				
Serie	m	x	Fn(x)	T	Media	D. Típica	T	F(x)	x			
37.50	1	240.00	0.9841	63.00	60.66	37.14	2.00	0.5000	51.921			
56.00	2	160.00	0.9683	31.50			5.00	0.8000	81.271			
90.00	3	138.00	0.9524	21.00			10.00	0.9000	103.751			
70.30	4	123.00	0.9365	15.75			25.00	0.9600	135.557			
74.00	5	120.00	0.9206	12.60			50.00	0.9800	161.577			
20.20	6	115.00	0.9048	10.50			100.00	0.9900	189.426			
93.00	7	102.00	0.8889	9.00	Parámetros del ajuste		250.00	0.9960	229.141			
56.00	8	93.00	0.8730	7.88	Lambda	Beta	Dmax	z	P(z)	300.00	0.9967	237.441
57.00	9	90.00	0.8571	7.00	21.60833	0.53620	0.08075	0.63584	0.81349	500.00	0.9980	261.407
69.00	10	90.00	0.8413	6.30						1000.00	0.9990	295.597
36.00	11	84.00	0.8254	5.73						5000.00	0.9998	382.398
102.00	12	78.00	0.8095	5.25						10000.00	0.9999	422.965
44.50	13	74.00	0.7937	4.85								
120.00	14	72.00	0.7778	4.50								
115.00	15	70.30	0.7619	4.20								
78.00	16	69.00	0.7460	3.94								
28.20	17	68.00	0.7302	3.71								
48.00	18	68.00	0.7143	3.50								
38.20	19	66.70	0.6984	3.32								
31.00	20	66.00	0.6825	3.15								
49.00	21	64.00	0.6667	3.00								
55.30	22	62.30	0.6508	2.86								
27.10	23	60.20	0.6349	2.74								
62.30	24	60.00	0.6190	2.63								
56.30	25	57.00	0.6032	2.52								
47.00	26	56.30	0.5873	2.42								
60.20	27	56.00	0.5714	2.33								
66.70	28	56.00	0.5556	2.25								
27.20	29	55.30	0.5397	2.17								
90.00	30	55.00	0.5238	2.10								
123.00	31	51.00	0.5079	2.03								
45.00	32	50.00	0.4921	1.97								
55.00	33	49.00	0.4762	1.91								
48.00	34	49.00	0.4603	1.85								
35.20	35	48.00	0.4444	1.80								
27.70	36	48.00	0.4286	1.75								
25.00	37	47.70	0.4127	1.70								
30.20	38	47.00	0.3968	1.66								
46.20	39	46.20	0.3810	1.62								
47.70	40	46.00	0.3651	1.58								
60.00	41	45.60	0.3492	1.54								
49.00	42	45.00	0.3333	1.50								
14.00	43	45.00	0.3175	1.47								
84.00	44	44.50	0.3016	1.43								
26.00	45	42.50	0.2857	1.40								
34.00	46	38.20	0.2698	1.37								
51.00	47	37.50	0.2540	1.34								
46.00	48	36.00	0.2381	1.31								
64.00	49	35.20	0.2222	1.29								
138.00	50	34.00	0.2063	1.26								
66.00	51	33.00	0.1905	1.24								
17.00	52	31.00	0.1746	1.21								
45.00	53	30.20	0.1587	1.19								
68.00	54	28.20	0.1429	1.17								
50.00	55	27.70	0.1270	1.15								
160.00	56	27.20	0.1111	1.13								
33.00	57	27.10	0.0952	1.11								
68.00	58	26.00	0.0794	1.09								
72.00	59	25.00	0.0635	1.07								
45.60	60	20.20	0.0476	1.05								
42.50	61	17.00	0.0317	1.03								
240.00	62	14.00	0.0159	1.02								

FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN DE GUMBEL

$$F(x) = e^{-e^{(-\alpha \cdot (x - \beta))}}$$

(sólo afecta a los ajustes 3 y 4)

(sólo afecta a los ajustes 3 y 4)

Weibull
Intermedio
Gringorten

$$F_n(x) = 1 - \frac{i}{N+1}$$

$$F_n(x) = 1 - \frac{2i}{2N+1}$$

$$F_n(x) = 1 - \frac{i - 0,44}{N + 0,12}$$

Weibull
Intermedio
Gringorten

AJUSTE 1. Método de los momentos

AJUSTE 2. Método de la máxima verosimilitud

AJUSTE 3. Método de mínimos cuadrados con la distancia según una recta de pendiente contraria

AJUSTE 4. Método de mínimos cuadrados con la distancia según la normal

$$D_n = \max[F_n(x) - F(x)]$$

$$D_n = \max[F_n(x) - F(x)]$$

$$z = \sqrt{n} \cdot D_n$$

$$P(z) = 1 - k(z)$$

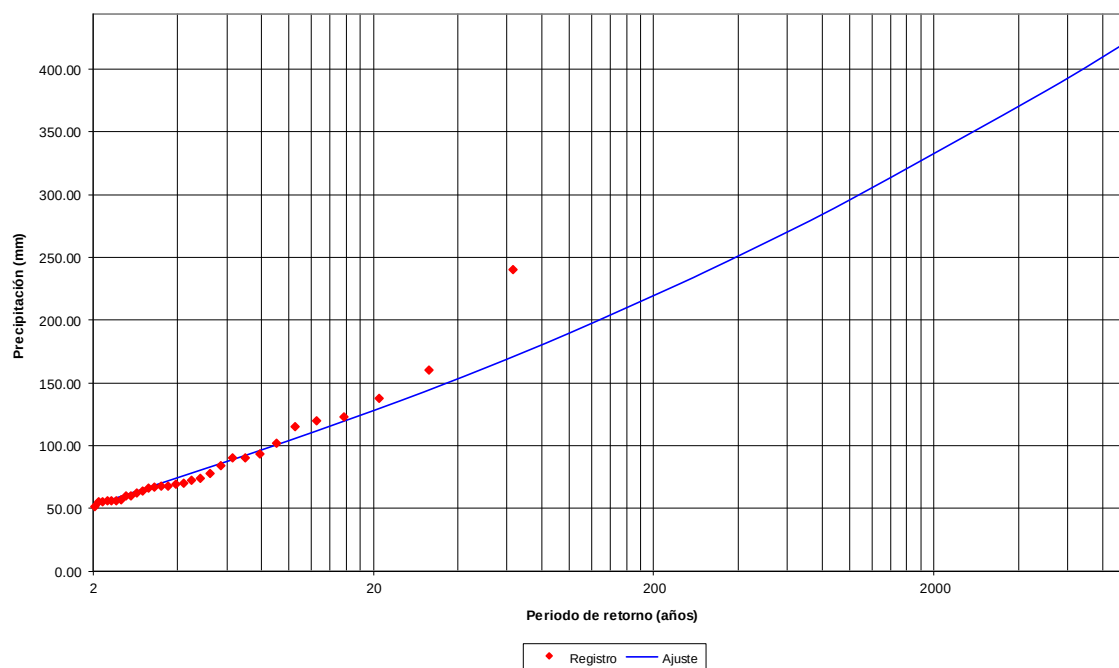
CALCULAR

Estacion nº: 7026

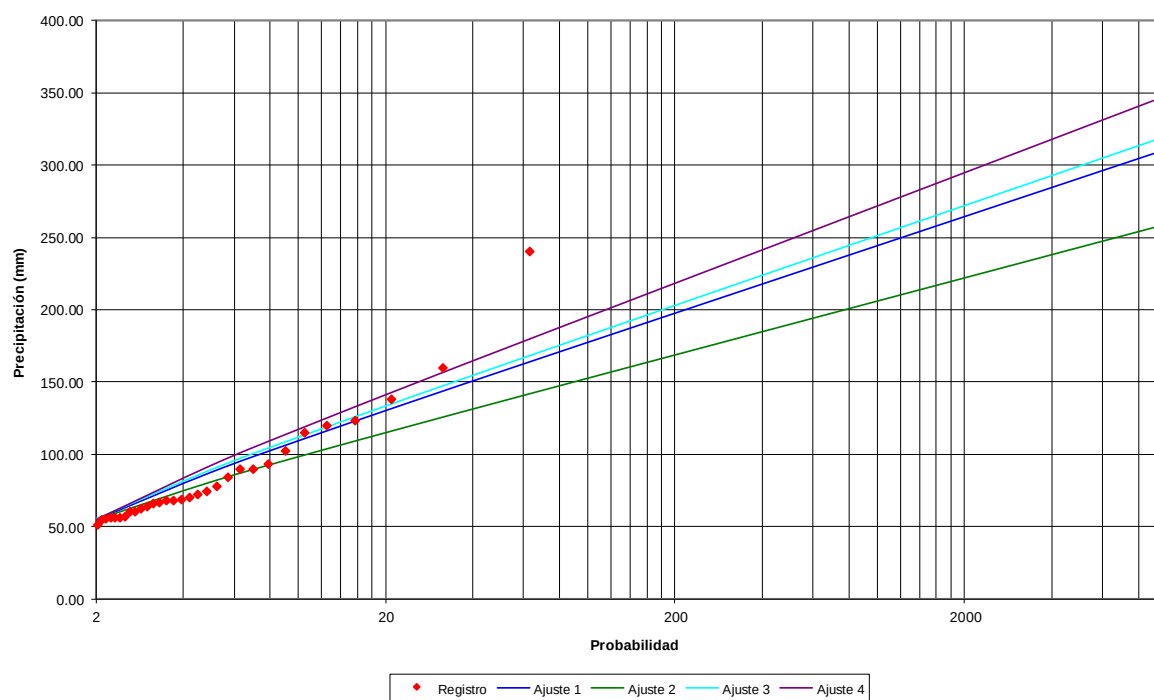
Nº de datos (n): 62 Md

Nº de dato		Registro	Frecuencia	P. retorno	Parámetros de la serie		P. retorno	Frecuencia	Ajuste 1	Ajuste 2	Ajuste 3	Ajuste 4										
Serie	m	x	Fn(x)	T	Media	D. Típica	T	F(x)	x	x	x	x										
37.50	1	240.00	0.9841	63.00	60.66	37.14	2	0.5000	54.561	54.496	55.080	54.481										
56.00	2	160.00	0.9683	31.50			5	0.8000	87.385	80.765	89.072	92.116										
90.00	3	138.00	0.9524	21.00			10	0.9000	109.117	98.157	111.578	117.034										
70.30	4	123.00	0.9365	15.75			25	0.9600	136.576	120.132	140.015	148.517										
74.00	5	120.00	0.9206	12.60	50	0.9800	156.947	136.435	161.110	171.873												
20.20	6	115.00	0.9048	10.50	100	0.9900	177.167	152.617	182.051	195.056												
93.00	7	102.00	0.8889	9.00	250	0.9960	203.790	173.923	209.621	225.581												
56.00	8	93.00	0.8730	7.88	Ajuste	Alfa	Beta	Dmax	z	P(z)	300	0.9967	209.080	178.157	215.099	231.646						
57.00	9	90.00	0.8571	7.00							1	0.03453	43.94671	0.09363	0.73724	0.65	500	0.9980	223.893	190.011	230.440	248.630
69.00	10	90.00	0.8413	6.30							2	0.04315	46.00122	0.06639	0.52274	0.95	1000	0.9990	243.981	206.088	251.243	271.662
36.00	11	84.00	0.8254	5.73							3	0.03334	44.08756	0.10361	0.81584	0.52	5000	0.9998	290.602	243.398	299.523	325.116
102.00	12	78.00	0.8095	5.25	4	0.03012	42.31161	0.12208	0.96124	0.31	10000	0.9999	310.677	259.464	320.313	348.133						
44.50	13	74.00	0.7937	4.85									P. retorno	Frecuencia	Ajuste 1	Ajuste 2	Ajuste 3	Ajuste 4				
120.00	14	72.00	0.7778	4.50									T	F(x)	x	x	x	x				
115.00	15	70.30	0.7619	4.20									10	0.9	109.1174	98.15698	111.57826	117.03353				
78.00	16	69.00	0.7460	3.94																		
28.20	17	68.00	0.7302	3.71																		
48.00	18	68.00	0.7143	3.50																		
38.20	19	66.70	0.6984	3.32																		
31.00	20	66.00	0.6825	3.15																		
49.00	21	64.00	0.6667	3.00																		
55.30	22	62.30	0.6508	2.86																		
27.10	23	60.20	0.6349	2.74																		
62.30	24	60.00	0.6190	2.63																		
56.30	25	57.00	0.6032	2.52																		
47.00	26	56.30	0.5873	2.42																		
60.20	27	56.00	0.5714	2.33																		
66.70	28	56.00	0.5556	2.25																		
27.20	29	55.30	0.5397	2.17																		
90.00	30	55.00	0.5238	2.10																		
123.00	31	51.00	0.5079	2.03																		
45.00	32	50.00	0.4921	1.97																		
55.00	33	49.00	0.4762	1.91																		
48.00	34	49.00	0.4603	1.85																		
35.20	35	48.00	0.4444	1.80																		
27.70	36	48.00	0.4286	1.75																		
25.00	37	47.70	0.4127	1.70																		
30.20	38	47.00	0.3968	1.66																		
46.20	39	46.20	0.3810	1.62																		
47.70	40	46.00	0.3651	1.58																		
60.00	41	45.60	0.3492	1.54																		
49.00	42	45.00	0.3333	1.50																		
14.00	43	45.00	0.3175	1.47																		
84.00	44	44.50	0.3016	1.43																		
26.00	45	42.50	0.2857	1.40																		
34.00	46	38.20	0.2698	1.37																		
51.00	47	37.50	0.2540	1.34																		
46.00	48	36.00	0.2381	1.31																		
64.00	49	35.20	0.2222	1.29																		
138.00	50	34.00	0.2063	1.26																		
66.00	51	33.00	0.1905	1.24																		
17.00	52	31.00	0.1746	1.21																		
45.00	53	30.20	0.1587	1.19																		
68.00	54	28.20	0.1429	1.17																		
50.00	55	27.70	0.1270	1.15																		
160.00	56	27.20	0.1111	1.13																		
33.00	57	27.10	0.0952	1.11																		
68.00	58	26.00	0.0794	1.09																		
72.00	59	25.00	0.0635	1.07																		
45.60	60	20.20	0.0476	1.05																		
42.50	61	17.00	0.0317	1.03																		
240.00	62	14.00	0.0159	1.02																		

Ajuste estadístico a la distribución SQRT
Estación 7026



Ajuste estadístico a la distribución de Gumbel
Estación 7026



AJUSTE A UNA DISTRIBUCION EXTREMAL TIPO SQRT- ET POR EL METODO DE LA MAXIMA VEROSIMILITUD

FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN SQRT

$$F(x) = e^{-\lambda(1 + \sqrt{\beta x})} \cdot e^{-\sqrt{\beta x}}$$

$$F_n(x) = 1 - \frac{m}{n+1}$$

PRUEBA DE KOLMOGOROV

$$D_n = \max[F_n(x) - F(x)]$$

$$z = \sqrt{n} \cdot D_n$$

$$P(z) = 1 - k(z)$$

Estacion nº: 7031
Nº de datos (n): 40

CALCULAR

	<u>Nº de dato</u>	<u>Registro</u>	<u>Frecuencia</u>	<u>P. retorno</u>	<u>Parámetros de la serie</u>					<u>P. retorno</u>	<u>Frecuencia</u>	<u>Ajuste</u>	
<u>Serie</u>	<u>m</u>	<u>x</u>	<u>Fn(x)</u>	<u>T</u>	<u>Media</u>	<u>D. Típica</u>				<u>T</u>	<u>F(x)</u>	<u>x</u>	
65.40	1	330.00	0.9756	41.00	<u>̄x</u>	<u>s</u>				2.00	0.5000	62.379	
52.70	2	204.70	0.9512	20.50	76.06	56.98				5.00	0.8000	101.034	
86.60	3	172.90	0.9268	13.67							10.00	0.9000	130.896
117.00	4	144.90	0.9024	10.25							25.00	0.9600	173.386
71.80	5	130.40	0.8780	8.20							50.00	0.9800	208.291
109.40	6	127.80	0.8537	6.83							100.00	0.9900	245.759
66.50	7	117.00	0.8293	5.86							250.00	0.9960	299.340
172.90	8	109.40	0.8049	5.13							300.00	0.9967	310.557
50.90	9	86.60	0.7805	4.56							500.00	0.9980	342.973
77.50	10	81.90	0.7561	4.10							1000.00	0.9990	389.287
13.80	11	78.80	0.7317	3.73							5000.00	0.9998	507.152
70.30	12	77.50	0.7073	3.42							10000.00	0.9999	562.346
330.00	13	73.00	0.6829	3.15									
52.00	14	71.80	0.6585	2.93									
130.40	15	70.30	0.6341	2.73									
37.60	16	66.50	0.6098	2.56									
78.80	17	66.00	0.5854	2.41									
73.00	18	65.40	0.5610	2.28							<u>P. retorno</u>	<u>Frecuencia</u>	<u>Ajuste 1</u>
19.80	19	64.30	0.5366	2.16							<u>T</u>	<u>F(x)</u>	<u>x</u>
37.30	20	59.50	0.5122	2.05							2.00	0.5000	62.379
41.70	21	57.00	0.4878	1.95									
45.30	22	54.30	0.4634	1.86									
127.80	23	52.70	0.4390	1.78									
47.00	24	52.00	0.4146	1.71									
51.60	25	51.60	0.3902	1.64									
81.90	26	50.90	0.3659	1.58									
37.30	27	49.00	0.3415	1.52									
54.30	28	47.80	0.3171	1.46									
59.50	29	47.00	0.2927	1.41									
64.30	30	45.30	0.2683	1.37									
47.80	31	43.20	0.2439	1.32									
144.90	32	41.70	0.2195	1.28									
31.30	33	38.00	0.1951	1.24									
36.00	34	37.60	0.1707	1.21									
49.00	35	37.30	0.1463	1.17									
38.00	36	37.30	0.1220	1.14									
204.70	37	36.00	0.0976	1.11									
66.00	38	31.30	0.0732	1.08									
57.00	39	19.80	0.0488	1.05									
43.20	40	13.80	0.0244	1.03									

AJUSTE A UNA DISTRIBUCION EXTREMAL TIPO GUMBEL POR EL METODO DE LOS MOMENTOS , POR EL DE LA MAXIMA VEROSIMILITUD Y POR MINIMOS CUADRADOS

FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN DE GUMBEL

ASIGNACIÓN DE FRECUENCIAS

(sólo afecta a los ajustes 3 y 4)

$F(x) = e^{-e^{(-\alpha \cdot (x-\beta))}}$

Weibull
Intermedio
Gringorten

Weibull
Intermedio
Gringorten

$F_n(x) = 1 - \frac{i}{N+1}$

$F_n(x) = 1 - \frac{2i}{2N+1}$

$F_n(x) = 1 - \frac{i-0,44}{N+0,12}$

PRUEBA DE KOLMOGOROV

$D_n = \max[F_n(x) - F(x)]$

$z = \sqrt{n} \cdot D_n$

$P(z) = 1 - k(z)$

CALCULAR

AJUSTE 1. Método de los momentos

AJUSTE 2. Método de la máxima verosimilitud

AJUSTE 3. Método de mínimos cuadrados con la distancia según una recta de pendiente contraria

AJUSTE 4. Método de mínimos cuadrados con la distancia según la normal

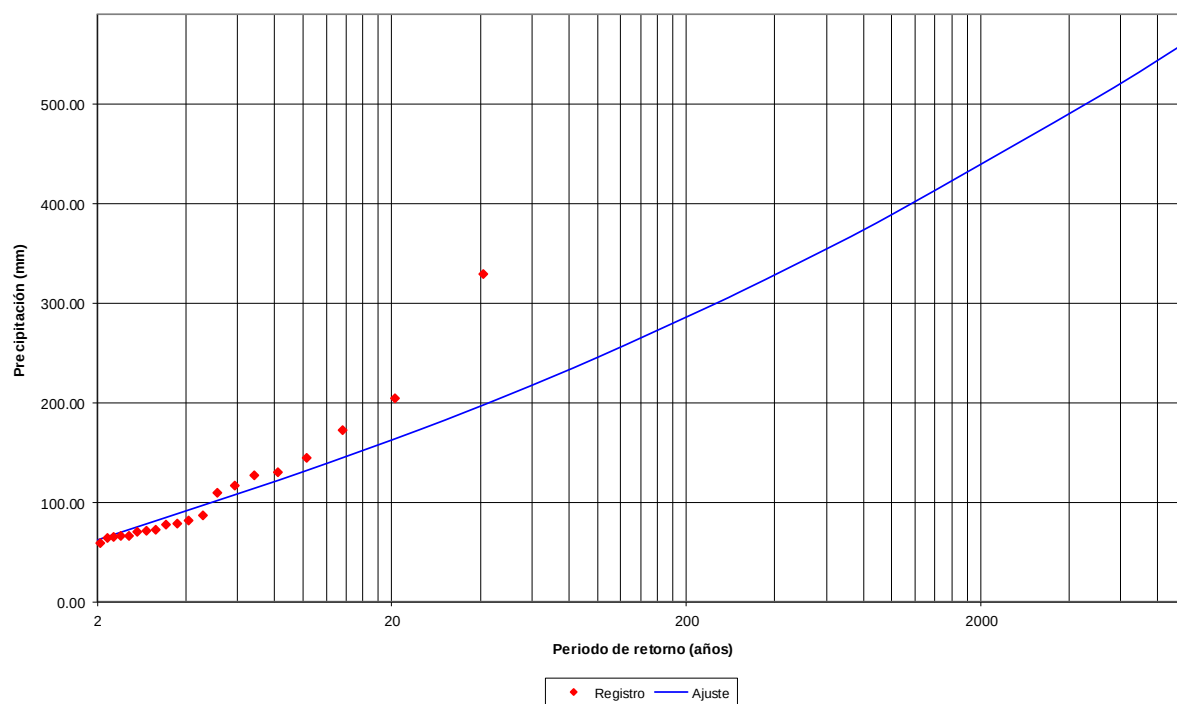
Estacion nº: 7031
Nº de datos (n): 40 Md

Nº de dato	Registro	Frecuencia	P. retorno	Parámetros de la serie		P. retorno	Frecuencia	Ajuste 1	Ajuste 2	Ajuste 3	Ajuste 4	
Serie	m	x	Fn(x)	T	Media	D. Típica	T	F(x)	x	x	x	x
65.40	1	330.00	0.9756	41.00	x	s	2	0.5000	66.697	66.409	67.959	66.404
52.70	2	204.70	0.9512	20.50	76.06	56.98	5	0.8000	117.050	101.883	119.787	128.183
86.60	3	172.90	0.9268	13.67			10	0.9000	150.388	125.370	154.102	169.085
117.00	4	144.90	0.9024	10.25			25	0.9600	192.511	155.046	197.458	220.766
71.80	5	130.40	0.8780	8.20			50	0.9800	223.760	177.061	229.623	259.106
109.40	6	127.80	0.8537	6.83			100	0.9900	254.778	198.913	261.549	297.162
66.50	7	117.00	0.8293	5.86			250	0.9960	295.619	227.686	303.586	347.270
172.90	8	109.40	0.8049	5.13			300	0.9967	303.733	233.403	311.939	357.226
50.90	9	86.60	0.7805	4.56			500	0.9980	326.457	249.411	335.328	385.105
77.50	10	81.90	0.7561	4.10			1000	0.9990	357.272	271.121	367.046	422.913
13.80	11	78.80	0.7317	3.73			5000	0.9998	428.790	321.506	440.659	510.659
70.30	12	77.50	0.7073	3.42			10000	0.9999	459.586	343.202	472.356	548.442
330.00	13	73.00	0.6829	3.15								
52.00	14	71.80	0.6585	2.93								
130.40	15	70.30	0.6341	2.73								
37.60	16	66.50	0.6098	2.56								
78.80	17	66.00	0.5854	2.41								
73.00	18	65.40	0.5610	2.28								
19.80	19	64.30	0.5366	2.16								
37.30	20	59.50	0.5122	2.05								
41.70	21	57.00	0.4878	1.95								
45.30	22	54.30	0.4634	1.86								
127.80	23	52.70	0.4390	1.78								
47.00	24	52.00	0.4146	1.71								
51.60	25	51.60	0.3902	1.64								
81.90	26	50.90	0.3659	1.58								
37.30	27	49.00	0.3415	1.52								
54.30	28	47.80	0.3171	1.46								
59.50	29	47.00	0.2927	1.41								
64.30	30	45.30	0.2683	1.37								
47.80	31	43.20	0.2439	1.32								
144.90	32	41.70	0.2195	1.28								
31.30	33	38.00	0.1951	1.24								
36.00	34	37.60	0.1707	1.21								
49.00	35	37.30	0.1463	1.17								
38.00	36	37.30	0.1220	1.14								
204.70	37	36.00	0.0976	1.11								
66.00	38	31.30	0.0732	1.08								
57.00	39	19.80	0.0488	1.05								
43.20	40	13.80	0.0244	1.03								

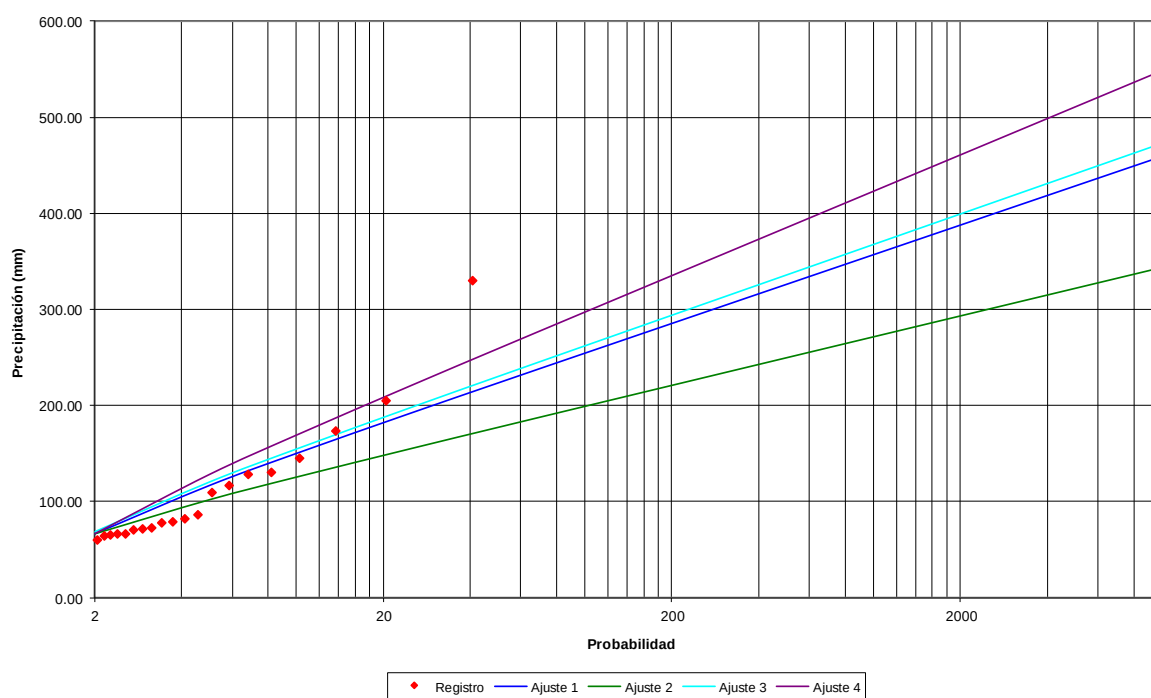
Parámetros del ajuste		Prueba de Kolmogorov			
Ajuste	Alfa	Beta	Dmax	z	P(z)
1	0.02251	50.41442	0.15319	0.96887	0.30
2	0.03195	54.93793	0.11259	0.71207	0.69
3	0.02187	51.19954	0.15620	0.98790	0.28
4	0.01835	46.42704	0.20039	1.26738	0.08

P. retorno	Frecuencia	Ajuste 1	Ajuste 2	Ajuste 3	Ajuste 4
T	F(x)	x	x	x	x
10	0.9	150.38804	125.36991	154.10154	169.0853

Ajuste estadístico a la distribución SQRT
Estación 7031



Ajuste estadístico a la distribución de Gumbel
Estación 7031



AJUSTE A UNA DISTRIBUCION EXTREMAL TIPO SQRT- ET POR EL METODO DE LA MAXIMA VEROSIMILITUD

FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN SQRT

$$F(x) = e^{-\lambda(1 + \sqrt{\beta x})} \cdot e^{-\sqrt{\beta x}}$$

$$F_n(x) = 1 - \frac{m}{n+1}$$

PRUEBA DE KOLMOGOROV

$$D_n = \max[F_n(x) - F(x)]$$

$$z = \sqrt{n} \cdot D_n$$

$$P(z) = 1 - k(z)$$

Estacion nº: 70310
Nº de datos (n): 16

CALCULAR

	<u>Nº de dato</u>	<u>Registro</u>	<u>Frecuencia</u>	<u>P. retorno</u>	<u>Parámetros de la serie</u>					<u>P. retorno</u>	<u>Frecuencia</u>	<u>Ajuste</u>
<u>Serie</u>	m	x	Fn(x)	T	Media	D. Típica				T	F(x)	x
49.20	1	186.00	0.9412	17.00	⌘	s				2.00	0.5000	69.860
141.10	2	154.30	0.8824	8.50	82.27	45.57				5.00	0.8000	110.823
95.00	3	141.10	0.8235	5.67						10.00	0.9000	142.303
73.20	4	128.00	0.7647	4.25						25.00	0.9600	186.945
154.30	5	95.00	0.7059	3.40						50.00	0.9800	223.526
26.50	6	88.10	0.6471	2.83						100.00	0.9900	262.725
60.70	7	76.20	0.5882	2.43	<u>Parámetros del ajuste</u>	<u>Prueba de Kolmogorov</u>				250.00	0.9960	318.687
54.70	8	73.20	0.5294	2.13	Lambda	Beta	Dmax	z	P(z)	300.00	0.9967	330.391
88.10	9	68.00	0.4706	1.89	19.02880	0.37595	0.09886	0.39545	0.99761	500.00	0.9980	364.196
35.50	10	60.70	0.4118	1.70						1000.00	0.9990	412.452
76.20	11	54.70	0.3529	1.55						5000.00	0.9998	535.083
128.00	12	49.20	0.2941	1.42						10000.00	0.9999	592.441
68.00	13	41.00	0.2353	1.31								
186.00	14	38.80	0.1765	1.21								
41.00	15	35.50	0.1176	1.13								
38.80	16	26.50	0.0588	1.06								
										<u>P. retorno</u>	<u>Frecuencia</u>	<u>Ajuste 1</u>
										T	F(x)	x
										2.00	0.5000	69.860

AJUSTE A UNA DISTRIBUCION EXTREMAL TIPO GUMBEL POR EL METODO DE LOS MOMENTOS , POR EL DE LA MAXIMA VEROSIMILITUD Y POR MINIMOS CUADRADOS

FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN DE GUMBEL

$$F(x) = e^{-e^{(-\alpha.(x-\beta))}}$$

ASIGNACIÓN DE FRECUENCIAS

(sólo afecta a los ajustes 3 y 4)

Weibull
Intermedio
Gringorten

Weibull

Intermedio

Gringorten

$$F_n(x) = 1 - \frac{i}{N + 1}$$

$$F_n(x) = 1 - \frac{2 i}{2 N + 1}$$

$$F_n(x) = 1 - \frac{i - 0,44}{N + 0,12}$$

PRUEBA DE KOLMOGOROV

$$D_n = \max[F_n(x) - F(x)]$$

$$z = \sqrt{n}.D_n$$

$$P(z) = 1 - k(z)$$

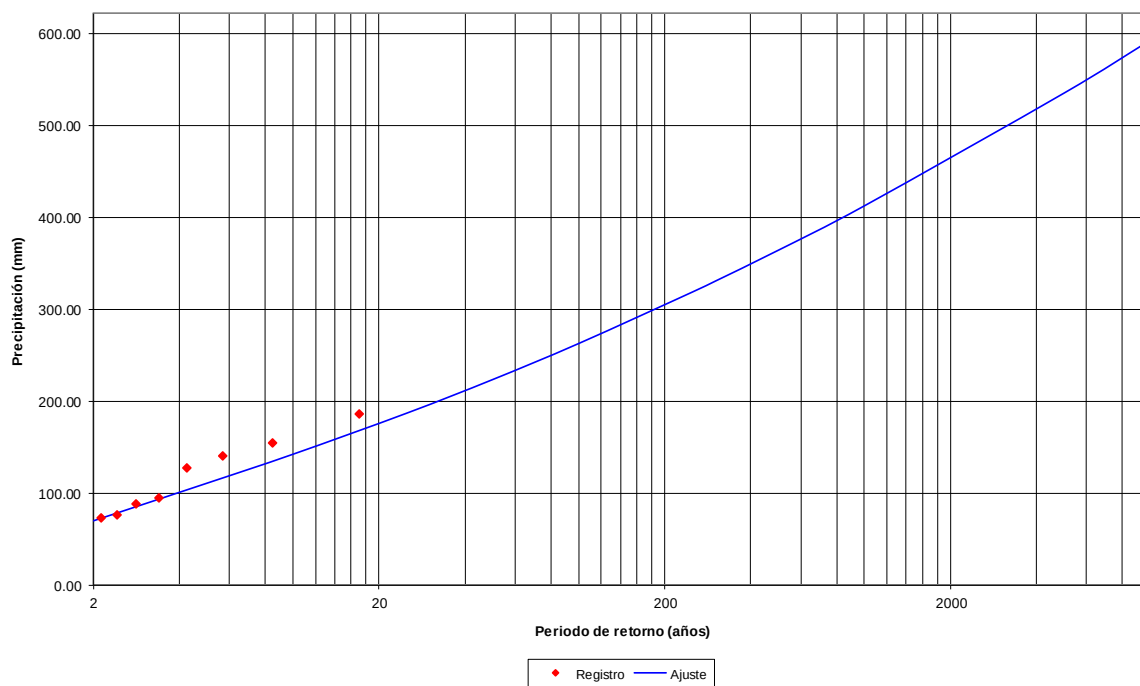
- AJUSTE 1. Método de los momentos
- AJUSTE 2. Método de la máxima verosimilitud
- AJUSTE 3. Método de mínimos cuadrados con la distancia según una recta de pendiente contraria
- AJUSTE 4. Método de mínimos cuadrados con la distancia según la normal

CALCULAR

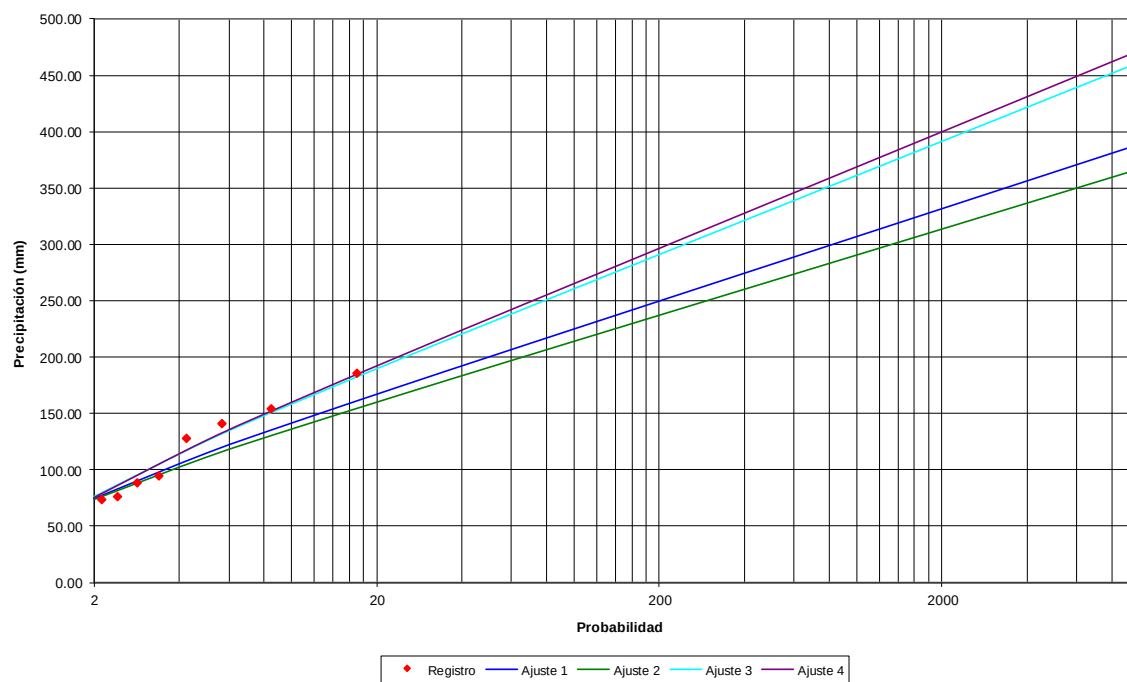
Estacion nº: 70310
Nº de datos (n): 16 Md

<u>Serie</u>	<u>Nº de dato</u>	<u>Registro</u>	<u>Frecuencia</u>	<u>P. retorno</u>	<u>Parámetros de la serie</u>		<u>P. retorno</u>	<u>Frecuencia</u>	<u>Ajuste 1</u>	<u>Ajuste 2</u>	<u>Ajuste 3</u>	<u>Ajuste 4</u>				
	m	x	Fn(x)	T	Media	D. Típica	T	F(x)	x	x	x	x				
49.20	1	186.00	0.9412	17.00	x	s	2	0.5000	74.782	73.837	75.774	75.597				
141.10	2	154.30	0.8824	8.50	82.27	45.57	5	0.8000	115.055	111.361	125.224	126.394				
95.00	3	141.10	0.8235	5.67			10	0.9000	141.720	136.206	157.964	160.027				
73.20	4	128.00	0.7647	4.25			25	0.9600	175.410	167.597	199.330	202.521				
154.30	5	95.00	0.7059	3.40			50	0.9800	200.404	190.885	230.019	234.045				
26.50	6	88.10	0.6471	2.83			100	0.9900	225.213	214.001	260.480	265.337				
60.70	7	76.20	0.5882	2.43	<u>Parámetros del ajuste</u>		250	0.9960	257.878	244.437	300.588	306.538				
54.70	8	73.20	0.5294	2.13	<u>Ajuste</u>	<u>Alfa</u>	<u>Beta</u>	<u>Dmax</u>	<u>z</u>	<u>P(z)</u>	300	0.9967	264.368	250.484	308.557	314.724
88.10	9	68.00	0.4706	1.89	1	0.02814	61.75895	0.09170	0.36679	1.00	500	0.9980	282.543	267.419	330.873	337.648
35.50	10	60.70	0.4118	1.70	2	0.03020	61.70235	0.10901	0.43605	0.99	1000	0.9990	307.189	290.384	361.135	368.735
76.20	11	54.70	0.3529	1.55	3	0.02292	59.78415	0.08486	0.33944	1.00	5000	0.9998	364.391	343.681	431.369	440.884
128.00	12	49.20	0.2941	1.42	4	0.02231	59.17136	0.08359	0.33434	1.00	10000	0.9999	389.022	366.631	461.612	471.951
68.00	13	41.00	0.2353	1.31												
186.00	14	38.80	0.1765	1.21												
41.00	15	35.50	0.1176	1.13												
38.80	16	26.50	0.0588	1.06												

Ajuste estadístico a la distribución SQRT
Estación 7031O



Ajuste estadístico a la distribución de Gumbel
Estación 7031O



AJUSTE A UNA DISTRIBUCION EXTREMAL TIPO SQRT- ET POR EL METODO DE LA MAXIMA VEROSIMILITUD

FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN SQRT

$$F(x) = e^{-\lambda(1+\sqrt{\beta x})} \cdot e^{-\sqrt{\beta x}}$$

$$F_n(x) = 1 - \frac{m}{n+1}$$

PRUEBA DE KOLMOGOROV

$$D_n = \max[F_n(x) - F(x)]$$

$$z = \sqrt{n} \cdot D_n$$

$$P(z) = 1 - k(z)$$

Estacion nº: 7032
Nº de datos (n): 22

CALCULAR

	<u>Nº de dato</u>	<u>Registro</u>	<u>Frecuencia</u>	<u>P. retorno</u>	<u>Parámetros de la serie</u>					<u>P. retorno</u>	<u>Frecuencia</u>	<u>Ajuste</u>
<u>Serie</u>	m	x	Fn(x)	T	Media	D. Típica				T	F(x)	x
116.20	1	227.00	0.9565	23.00	⌘	s				2.00	0.5000	60.413
50.00	2	210.00	0.9130	11.50	77.23	58.81				5.00	0.8000	106.826
49.60	3	158.70	0.8696	7.67						10.00	0.9000	143.440
10.60	4	155.00	0.8261	5.75						25.00	0.9600	196.222
35.00	5	116.20	0.7826	4.60						50.00	0.9800	240.003
64.40	6	99.10	0.7391	3.83						100.00	0.9900	287.305
54.70	7	85.40	0.6957	3.29	<u>Parámetros del ajuste</u>	<u>Prueba de Kolmogorov</u>				250.00	0.9960	355.369
35.20	8	72.00	0.6522	2.88	Lambda	Beta	Dmax	z	P(z)	300.00	0.9967	369.670
37.90	9	65.00	0.6087	2.56	8.55035	0.28533	0.09277	0.43514	0.99142	500.00	0.9980	411.082
72.00	10	64.40	0.5652	2.30						1000.00	0.9990	470.440
85.40	11	54.70	0.5217	2.09						5000.00	0.9998	622.289
26.00	12	50.00	0.4783	1.92						10000.00	0.9999	693.701
65.00	13	49.60	0.4348	1.77								
155.00	14	45.30	0.3913	1.64								
41.50	15	41.50	0.3478	1.53								
210.00	16	37.90	0.3043	1.44								
45.30	17	35.50	0.2609	1.35						<u>P. retorno</u>	<u>Frecuencia</u>	<u>Ajuste 1</u>
99.10	18	35.20	0.2174	1.28						T	F(x)	x
35.50	19	35.00	0.1739	1.21						2.00	0.5000	60.413
25.00	20	26.00	0.1304	1.15								
158.70	21	25.00	0.0870	1.10								
227.00	22	10.60	0.0435	1.05								

FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN DE GUMBEL

Full	$F_n(x) = 1 - \frac{1}{N+1}$
Medio	

(sólo afecta a los ajustes 3 y 4)

Weibull
Intermedio
Gringorten

$$F_n(x) = 1 - \frac{i}{N+1}$$

$$F_n(x) = 1 - \frac{2i}{2N+1}$$

$$F_n(x) = 1 - \frac{i - 0,44}{N + 0,12}$$

CALCULAR
$$D_n = \max[F_n(x) - F(x)]$$

$$z = \sqrt{n}.D_n$$

$$P(z) = 1 - k(z)$$

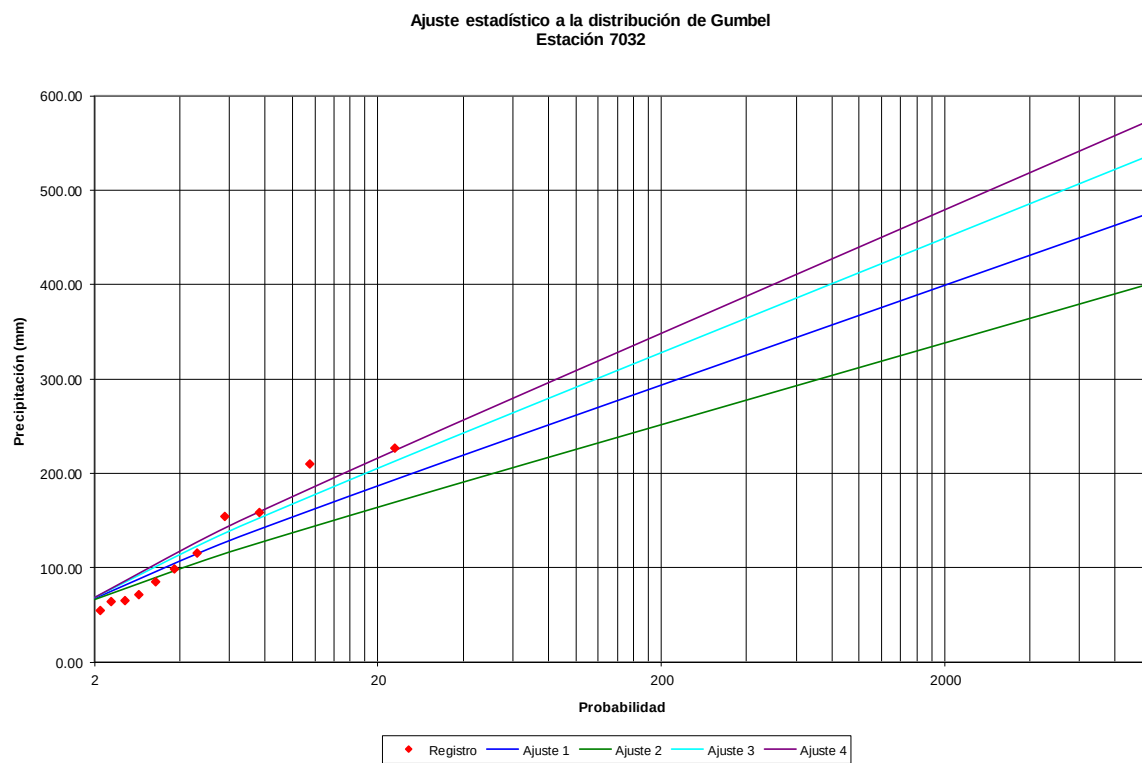
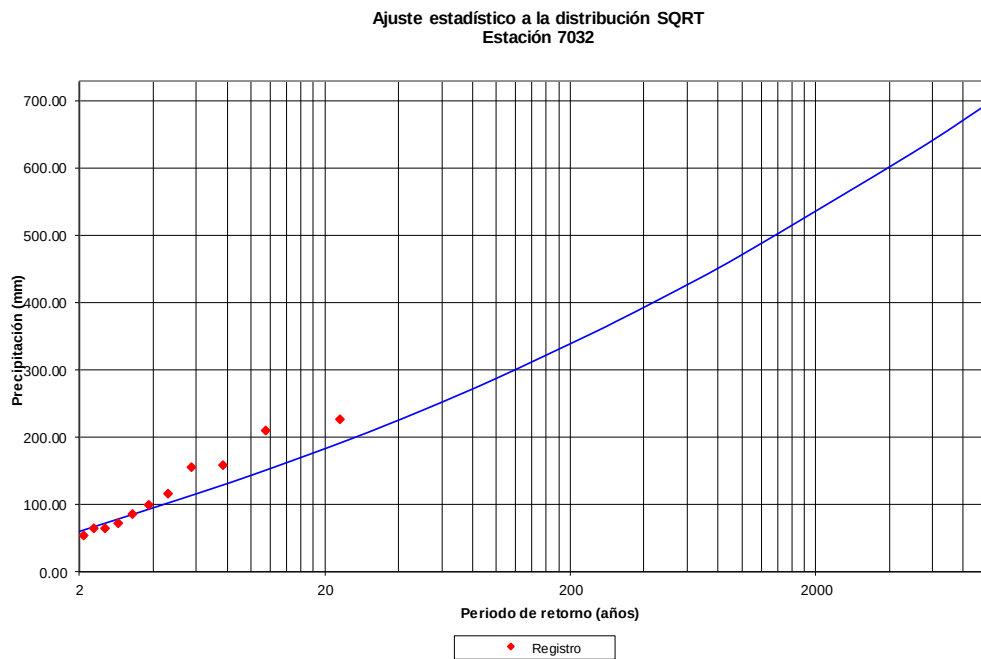
<u>Serie</u>	<u>Nº de dato</u> m	<u>Registro</u> x	<u>Frecuencia</u> Fn(x)	<u>P. retorno</u> T
116.20	1	227.00	0.9565	23.00
50.00	2	210.00	0.9130	11.50
49.60	3	158.70	0.8696	7.67
10.60	4	155.00	0.8261	5.75
35.00	5	116.20	0.7826	4.60
64.40	6	99.10	0.7391	3.83
54.70	7	85.40	0.6957	3.29
35.20	8	72.00	0.6522	2.88
37.90	9	65.00	0.6087	2.56
72.00	10	64.40	0.5652	2.30
85.40	11	54.70	0.5217	2.09
26.00	12	50.00	0.4783	1.92
65.00	13	49.60	0.4348	1.77
155.00	14	45.30	0.3913	1.64
41.50	15	41.50	0.3478	1.53
210.00	16	37.90	0.3043	1.44
45.30	17	35.50	0.2609	1.35
99.10	18	35.20	0.2174	1.28
35.50	19	35.00	0.1739	1.21
25.00	20	26.00	0.1304	1.15
158.70	21	25.00	0.0870	1.10
227.00	22	10.60	0.0435	1.05

Media	D. Típica
x	s
77.23	58.81

Ajuste	Alfa	Beta	Dmax	z	P(z)
1	0.02181	50.76435	0.12828	0.60170	0.86
2	0.02661	52.33376	0.13321	0.62480	0.83
3	0.01900	49.50570	0.13396	0.62832	0.82
4	0.01760	47.30437	0.14049	0.65897	0.78

<u>P. retorno</u>	<u>Frecuencia</u>	<u>Ajuste 1</u>	<u>Ajuste 2</u>	<u>Ajuste 3</u>	<u>Ajuste 4</u>
T	F(x)	x	x	x	x
2	0.5000	67.570	66.109	68.796	68.127
5	0.8000	119.542	108.710	128.452	132.519
10	0.9000	153.952	136.915	167.950	175.152
25	0.9600	197.429	172.553	217.855	229.020
50	0.9800	229.683	198.991	254.878	268.982
100	0.9900	261.698	225.233	291.627	308.649
250	0.9960	303.852	259.786	340.013	360.876
300	0.9967	312.227	266.652	349.627	371.253
500	0.9980	335.681	285.876	376.548	400.313
1000	0.9990	367.487	311.948	413.057	439.720
5000	0.9998	441.304	372.454	497.788	531.178
10000	0.9999	473.090	398.509	534.273	570.560

<u>P. retorno</u>	<u>Frecuencia</u>	<u>Ajuste 1</u>	<u>Ajuste 2</u>	<u>Ajuste 3</u>	<u>Ajuste 4</u>
T	F(x)	x	x	x	x
10	0.9	153.95193	136.91532	167.94991	175.1525



Estudio de inundabilidad de una cuenca drenante al sur del Mar Menor

Anexo IV – Resultados modelo hidrológico

ÍNDICE

1.	Subcuenca 1 – Derecha.....	6
1.1.	Periodo de retorno T10 años.	6
1.2.	Periodo de retorno T100 años.	9
1.3.	Periodo de retorno T500 años.	12
2.	Subcuenca 2 – Izquierda.....	15
2.1.	Periodo de retorno T10 años.	15
2.2.	Periodo de retorno T100 años.	18
2.3.	Periodo de retorno T500 años.	21
3.	Subcuenca 3 – Final.....	24
3.1.	Periodo de retorno T10 años.	24
3.2.	Periodo de retorno T100 años.	27
3.3.	Periodo de retorno T500 años.	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Resumen de resultados. Subcuenca 1. T10 años.....	6
Figura 2 – Resumen de resultados subcuenca. Subcuenca 1. T10 años.	7
Figura 3 – Gráfico de resultados subcuenca. Subcuenca 1. T10 años.....	7
Figura 4 – Resumen de resultados desagüe. Subcuenca 1. T10 años.....	8
Figura 5 – Gráfico de resultados desagüe. Subcuenca 1. T10 años.....	8
Figura 6 – Resumen de resultados. Subcuenca 1. T100 años.....	9
Figura 7 – Resumen de resultados subcuenca. Subcuenca 1. T100 años.	10
Figura 8 – Gráfico de resultados subcuenca. Subcuenca 1. T100 años.....	10
Figura 9 – Resumen de resultados desagüe. Subcuenca 1. T100 años.....	11
Figura 10 – Gráfico de resultados desagüe. Subcuenca 1. T100 años.....	11
Figura 11 – Resumen de resultados. Subcuenca 1. T500 años.....	12
Figura 12 – Resumen de resultados subcuenca. Subcuenca 1. T500 años.	13
Figura 13 – Gráfico de resultados subcuenca. Subcuenca 1. T500 años.....	13
Figura 14 – Resumen de resultados desagüe. Subcuenca 1. T500 años.....	14
Figura 15 – Gráfico de resultados desagüe. Subcuenca 1. T500 años.....	14
Figura 16 – Resumen de resultados. Subcuenca 2. T10 años.....	15
Figura 17 – Resumen de resultados subcuenca. Subcuenca 2. T10 años.	16
Figura 18 – Gráfico de resultados subcuenca. Subcuenca 2. T10 años.....	16
Figura 19 – Resumen de resultados desagüe. Subcuenca 2. T10 años.....	17
Figura 20 – Gráfico de resultados desagüe. Subcuenca 2. T10 años.....	17
Figura 21 – Resumen de resultados. Subcuenca 2. T100 años.....	18
Figura 22 – Resumen de resultados subcuenca. Subcuenca 2. T100 años.	19
Figura 23 – Gráfico de resultados subcuenca. Subcuenca 2. T100 años.....	19
Figura 24 – Resumen de resultados desagüe. Subcuenca 2. T100 años.....	20
Figura 25 – Gráfico de resultados desagüe. Subcuenca 2. T100 años.....	20
Figura 26 – Resumen de resultados. Subcuenca 2. T500 años.....	21
Figura 27 – Resumen de resultados subcuenca. Subcuenca 2. T500 años.	22
Figura 28 – Gráfico de resultados subcuenca. Subcuenca 2. T500 años.....	22
Figura 29 – Resumen de resultados desagüe. Subcuenca 2. T500 años.....	23
Figura 30 – Gráfico de resultados desagüe. Subcuenca 2. T500 años.....	23
Figura 31 – Resumen de resultados. Subcuenca 3. T10 años.....	24
Figura 32 – Resumen de resultados subcuenca. Subcuenca 3. T10 años.	25
Figura 33 – Gráfico de resultados subcuenca. Subcuenca 3. T10 años.....	25
Figura 34 – Resumen de resultados desagüe. Subcuenca 3. T10 años.....	26

Figura 35 – Gráfico de resultados desagüe. Subcuenca 3. T10 años.....	26
Figura 36 – Resumen de resultados. Subcuenca 3. T100 años.....	27
Figura 37 – Resumen de resultados subcuenca. Subcuenca 3. T100 años.	28
Figura 38 – Gráfico de resultados subcuenca. Subcuenca 3. T100 años.....	28
Figura 39 – Resumen de resultados desagüe. Subcuenca 3. T100 años.....	29
Figura 40 – Gráfico de resultados desagüe. Subcuenca 3. T100 años.....	29
Figura 41 – Resumen de resultados. Subcuenca 3. T500 años.....	30
Figura 42 – Resumen de resultados subcuenca. Subcuenca 3. T500 años.	31
Figura 43 – Gráfico de resultados subcuenca. Subcuenca 3. T500 años.....	31
Figura 44 – Resumen de resultados desagüe. Subcuenca 3. T500 años.....	32
Figura 45 – Gráfico de resultados desagüe. Subcuenca 3. T500 años.....	32

1. Subcuenca 1 – Derecha

1.1. Periodo de retorno T10 años.

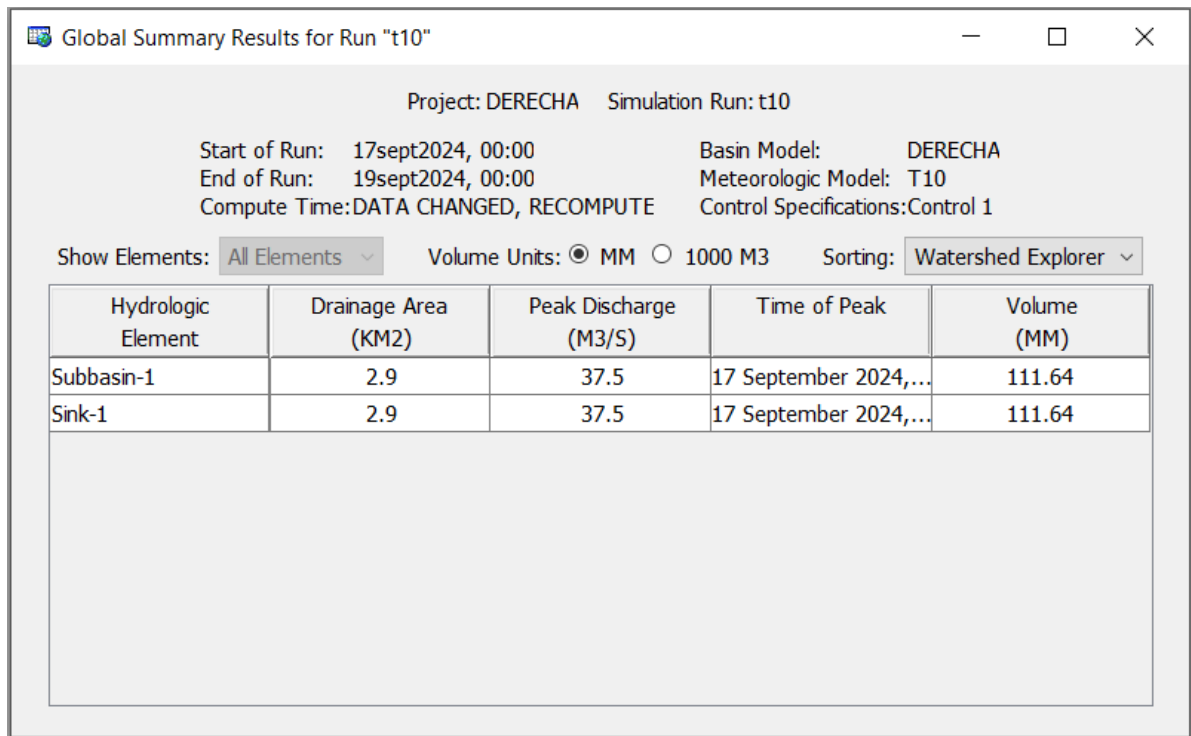


Figura 1 – Resumen de resultados. Subcuenca 1. T10 años.

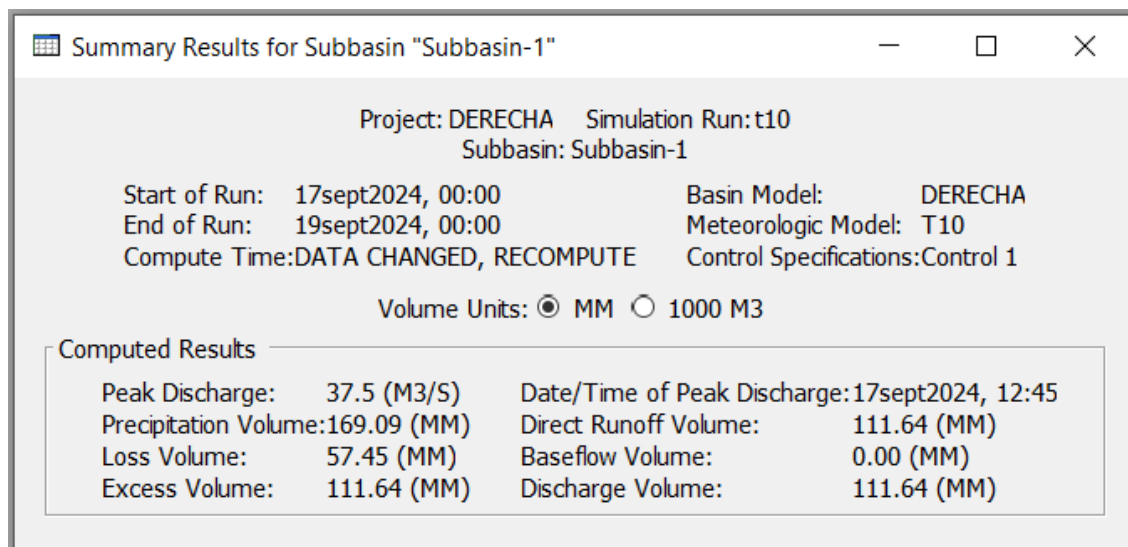


Figura 2 – Resumen de resultados subcuenca. Subcuenca 1. T10 años.

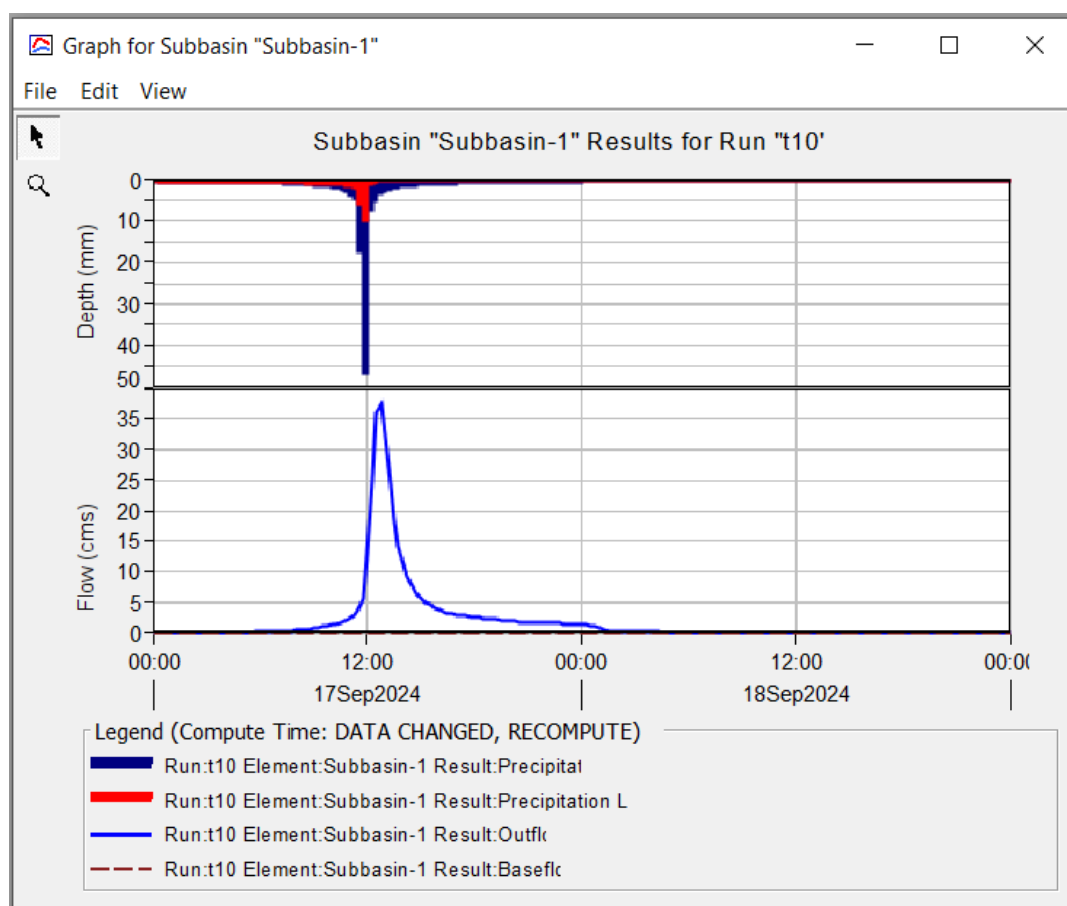


Figura 3 – Gráfico de resultados subcuenca. Subcuenca 1. T10 años.

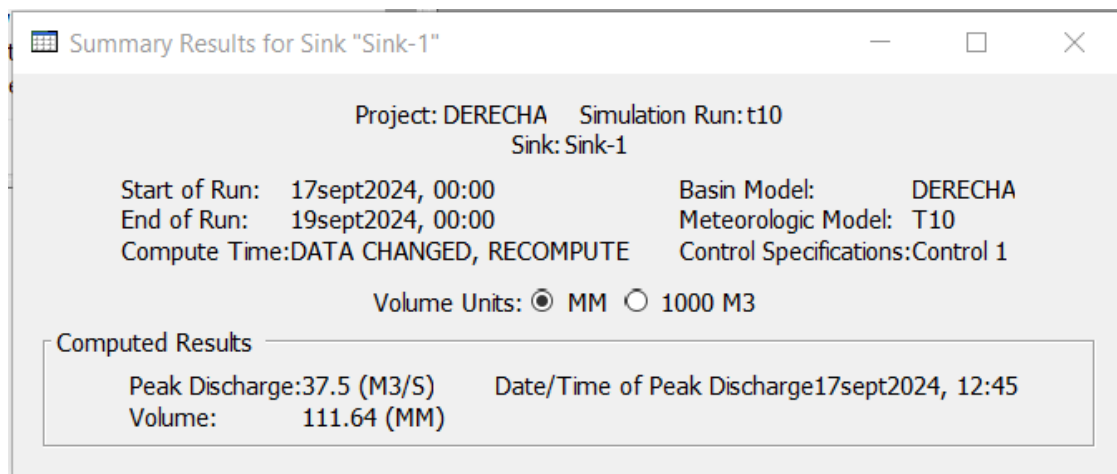


Figura 4 – Resumen de resultados desagüe. Subcuenca 1. T10 años.

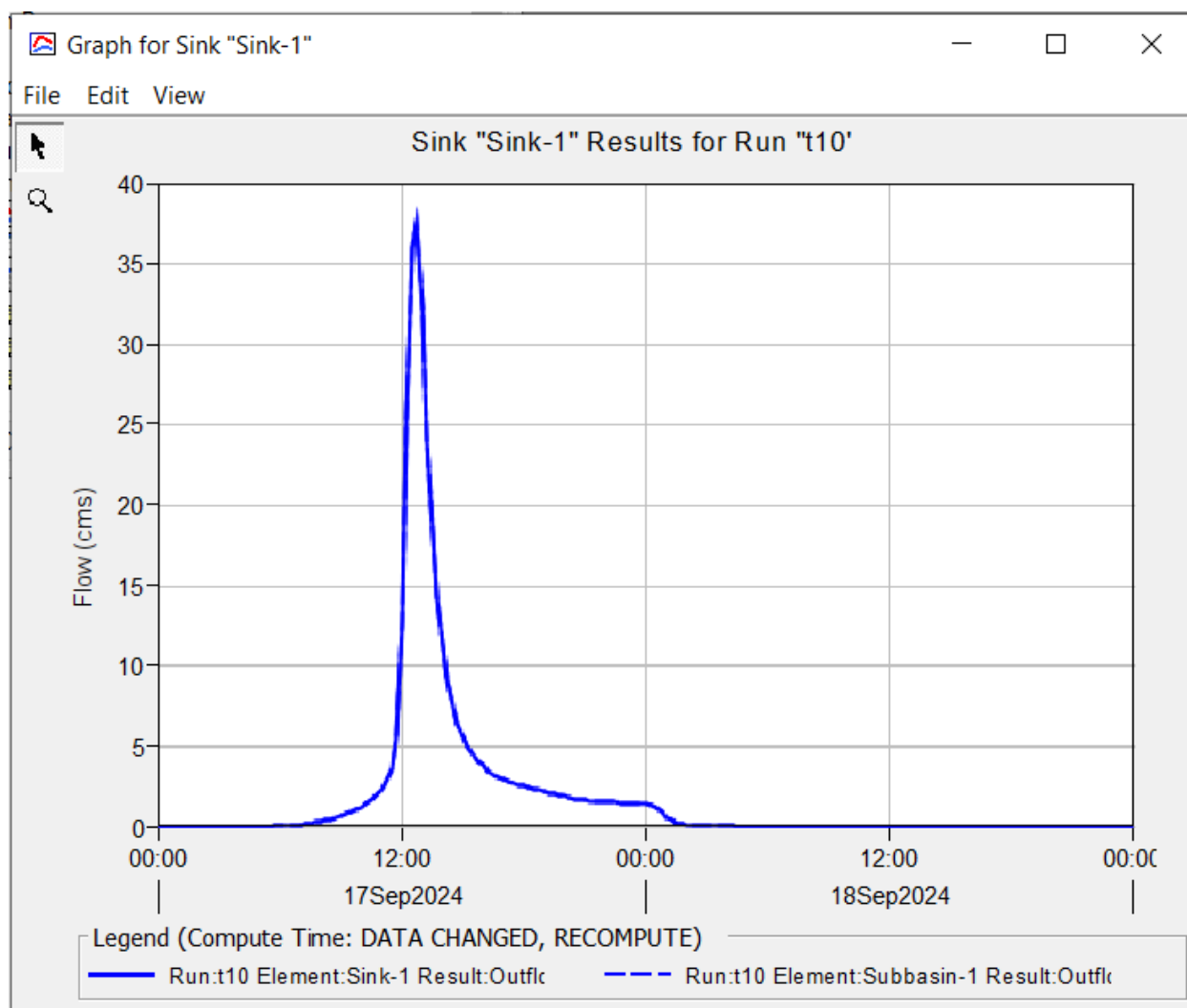


Figura 5 – Gráfico de resultados desagüe. Subcuenca 1. T10 años.

1.2. Periodo de retorno T100 años.

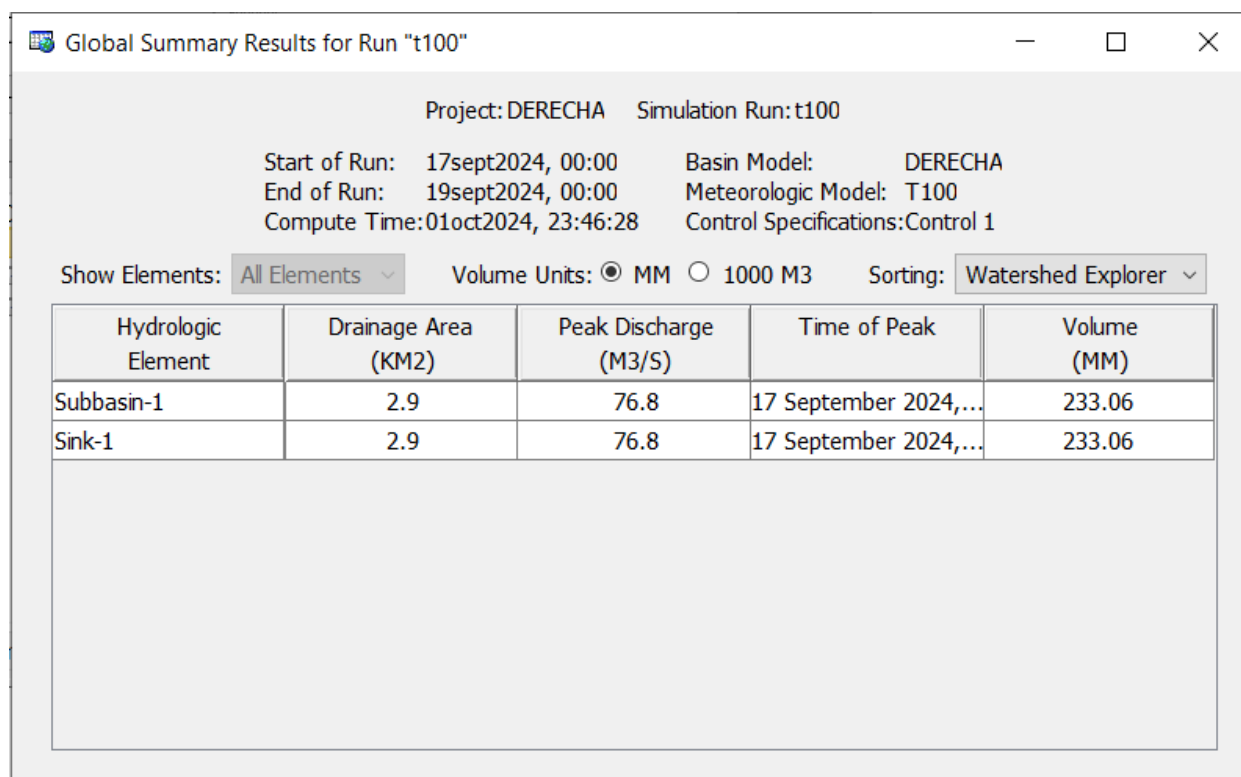


Figura 6 – Resumen de resultados. Subcuenca 1. T100 años.

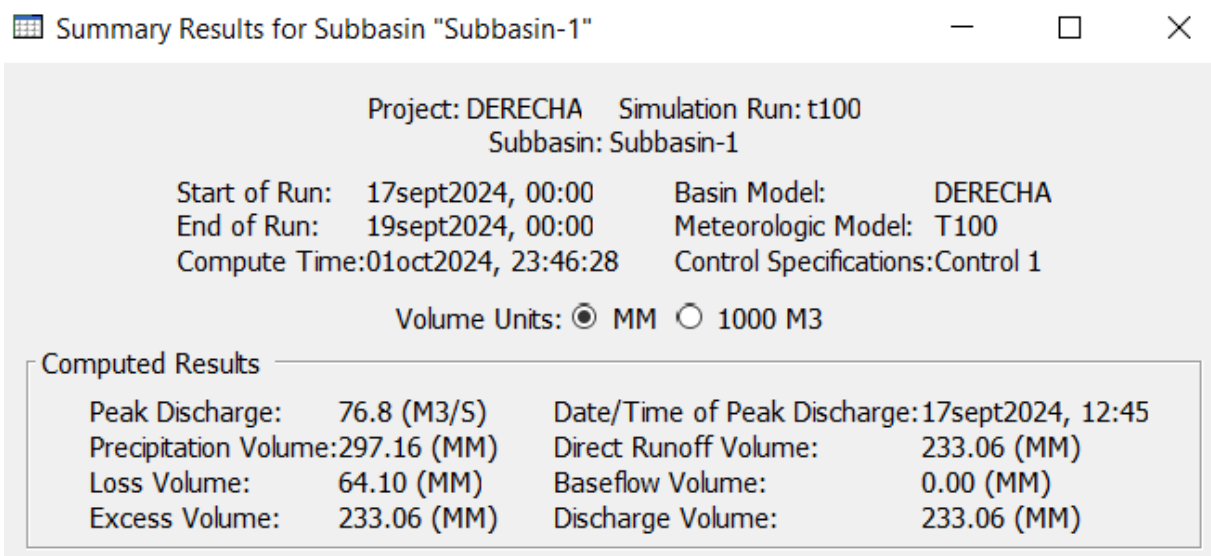


Figura 7 – Resumen de resultados subcuena. Subcuena 1. T100 años.

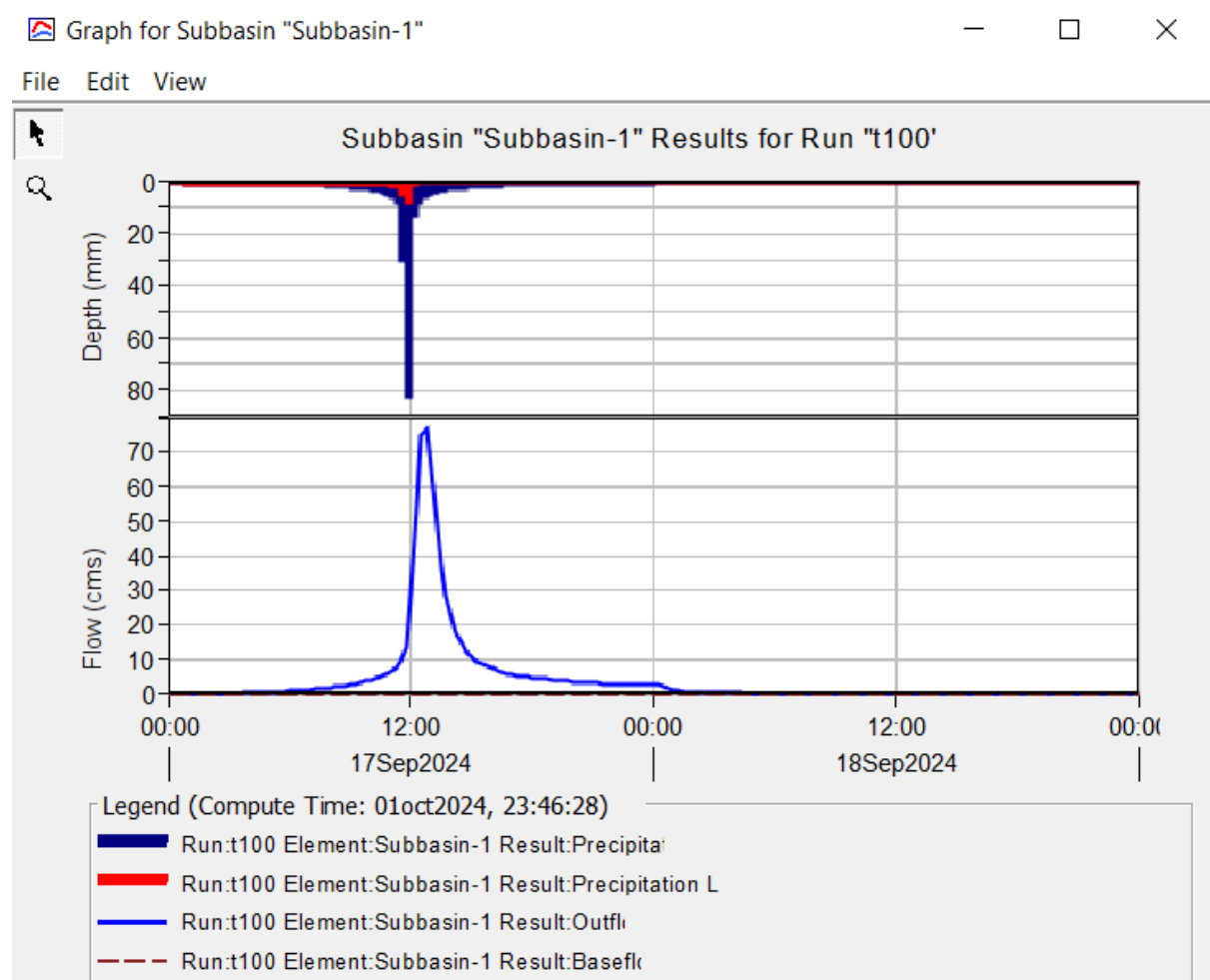


Figura 8 – Gráfico de resultados subcuena. Subcuena 1. T100 años.

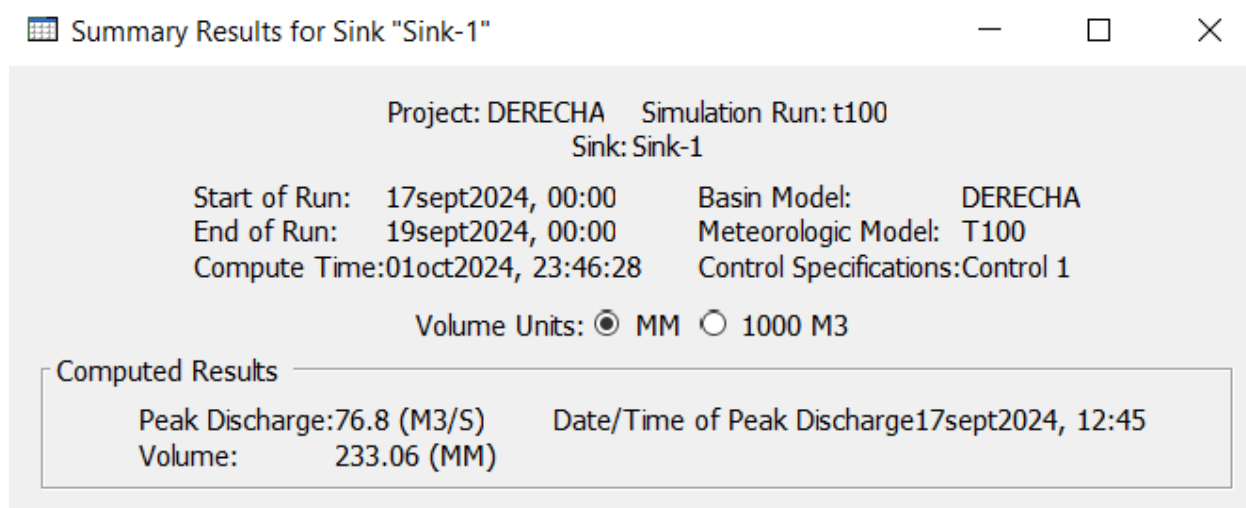


Figura 9 – Resumen de resultados desagüe. Subcuenca 1. T100 años.

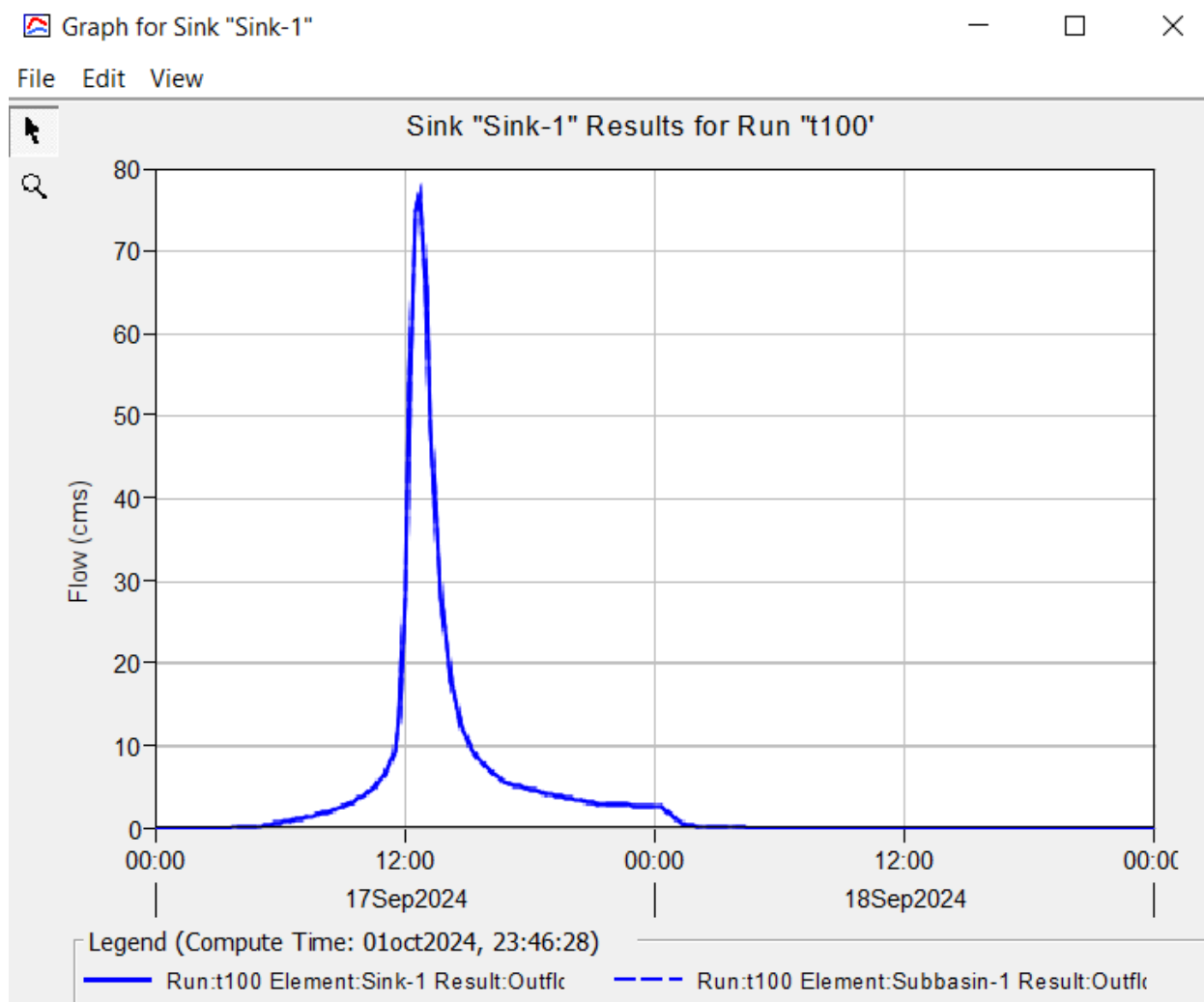


Figura 10 – Gráfico de resultados desagüe. Subcuenca 1. T100 años.

1.3. Periodo de retorno T500 años.

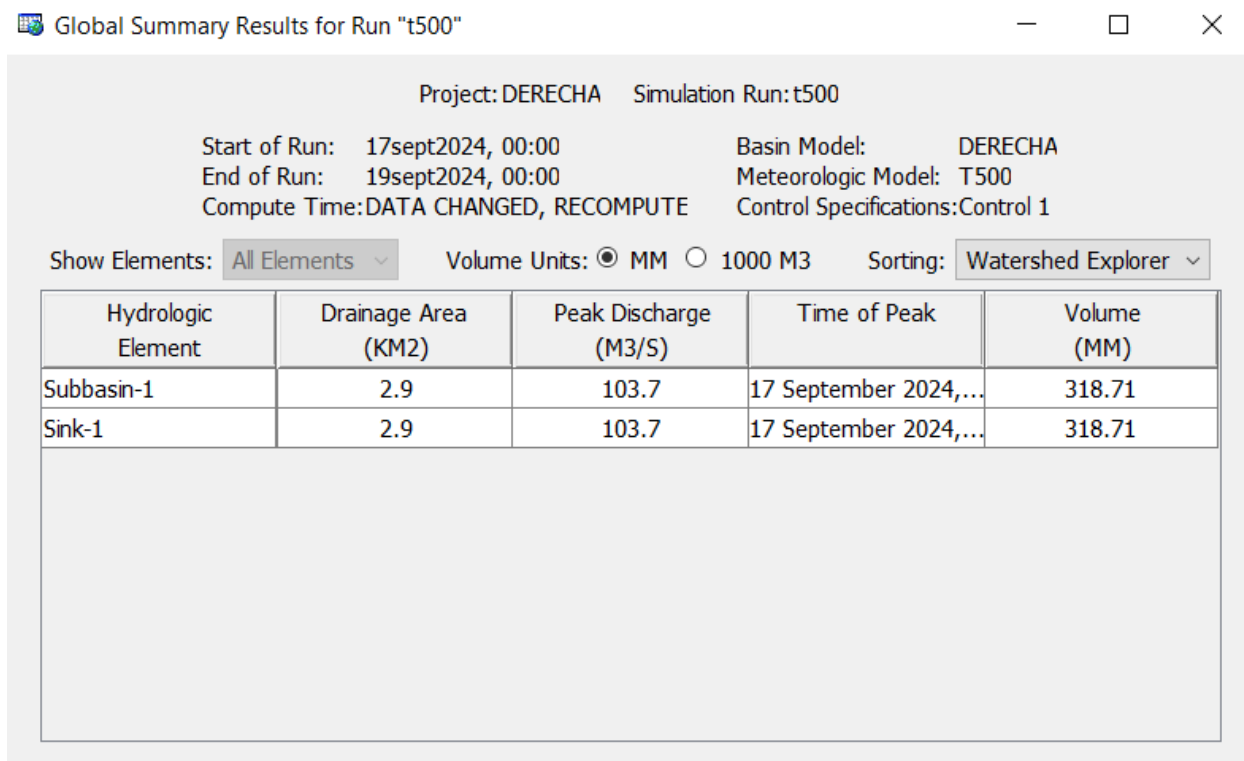


Figura 11 – Resumen de resultados. Subcuenca 1. T500 años.

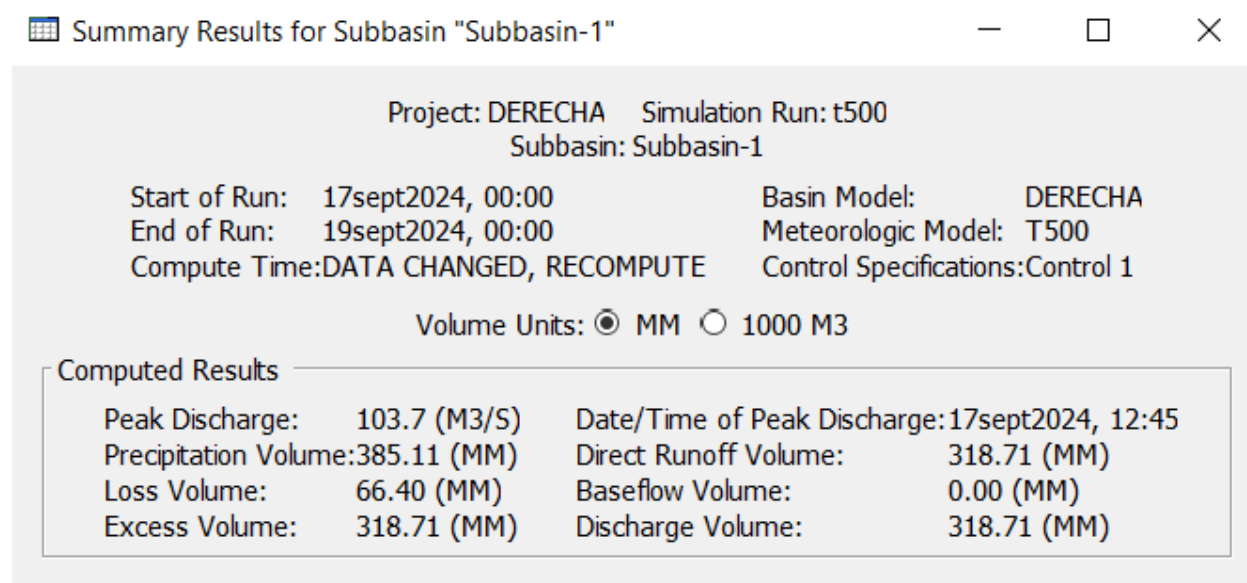


Figura 12 – Resumen de resultados subcuenca. Subcuenca 1. T500 años.

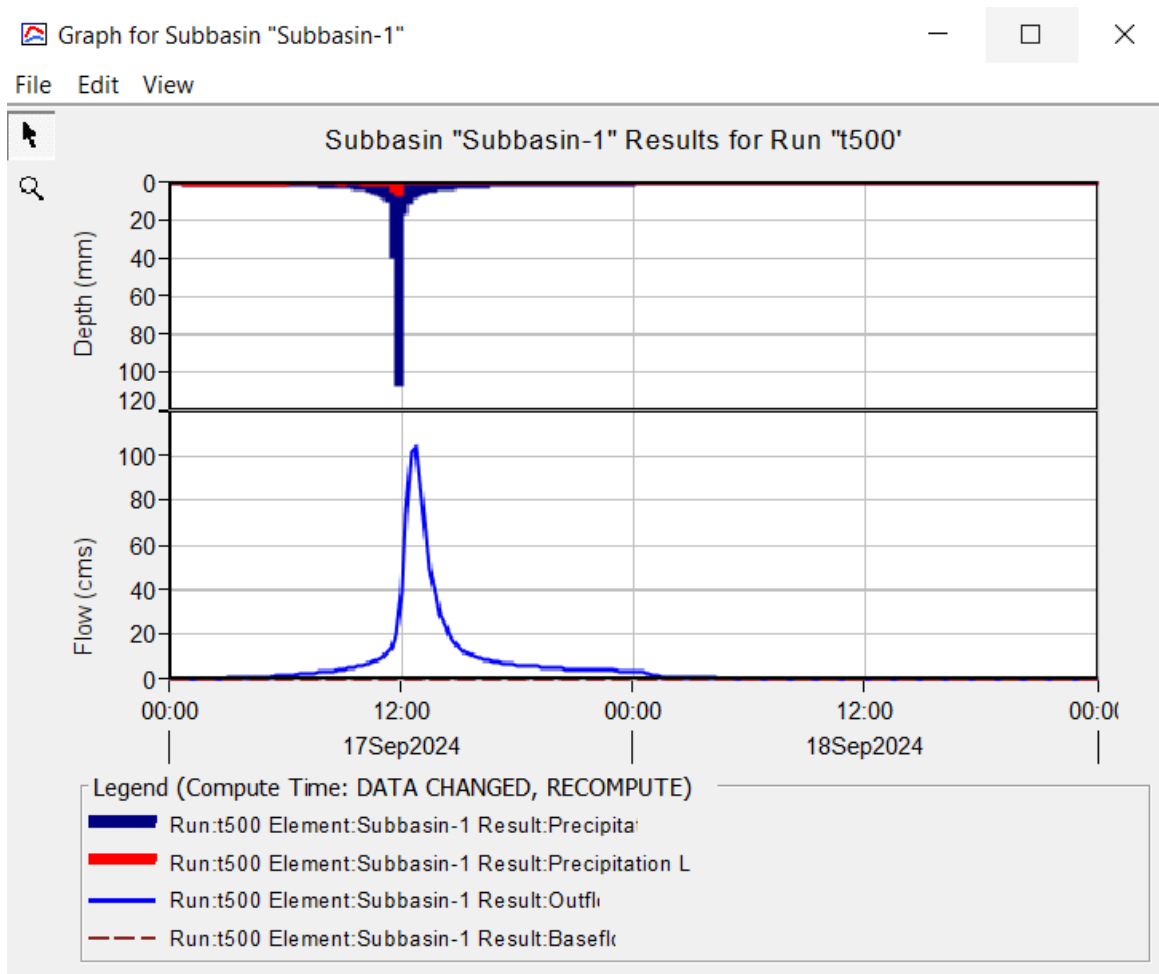


Figura 13 – Gráfico de resultados subcuenca. Subcuenca 1. T500 años.

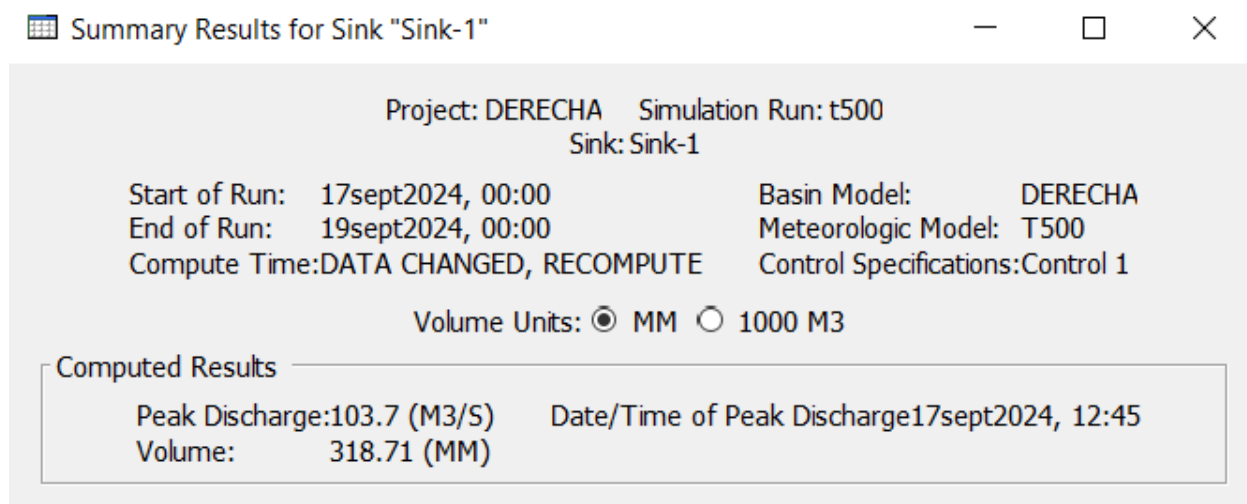


Figura 14 – Resumen de resultados desagüe. Subcuenca 1. T500 años.

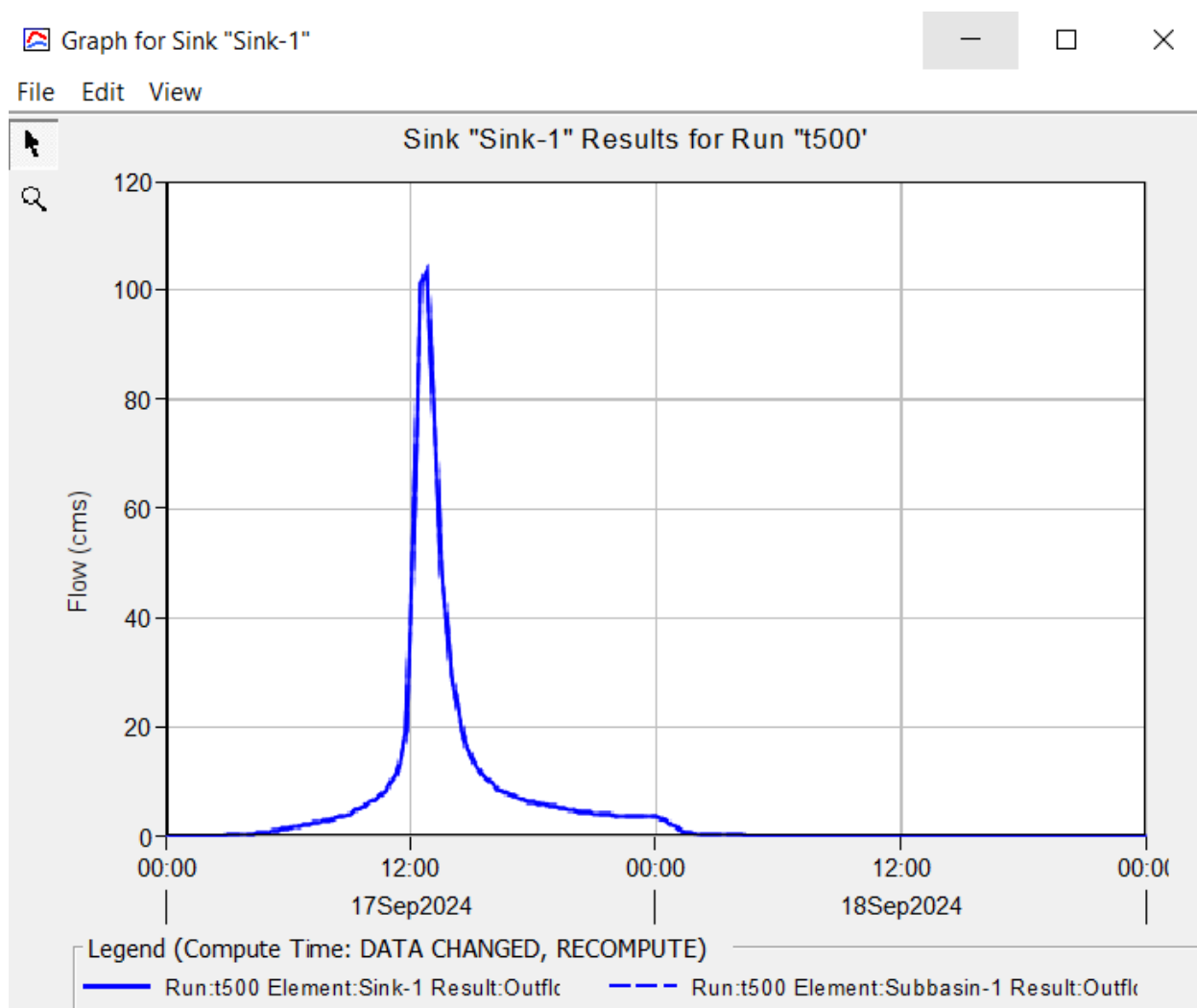


Figura 15 – Gráfico de resultados desagüe. Subcuenca 1. T500 años.

2. Subcuenca 2 – Izquierda

2.1. Período de retorno T10 años.

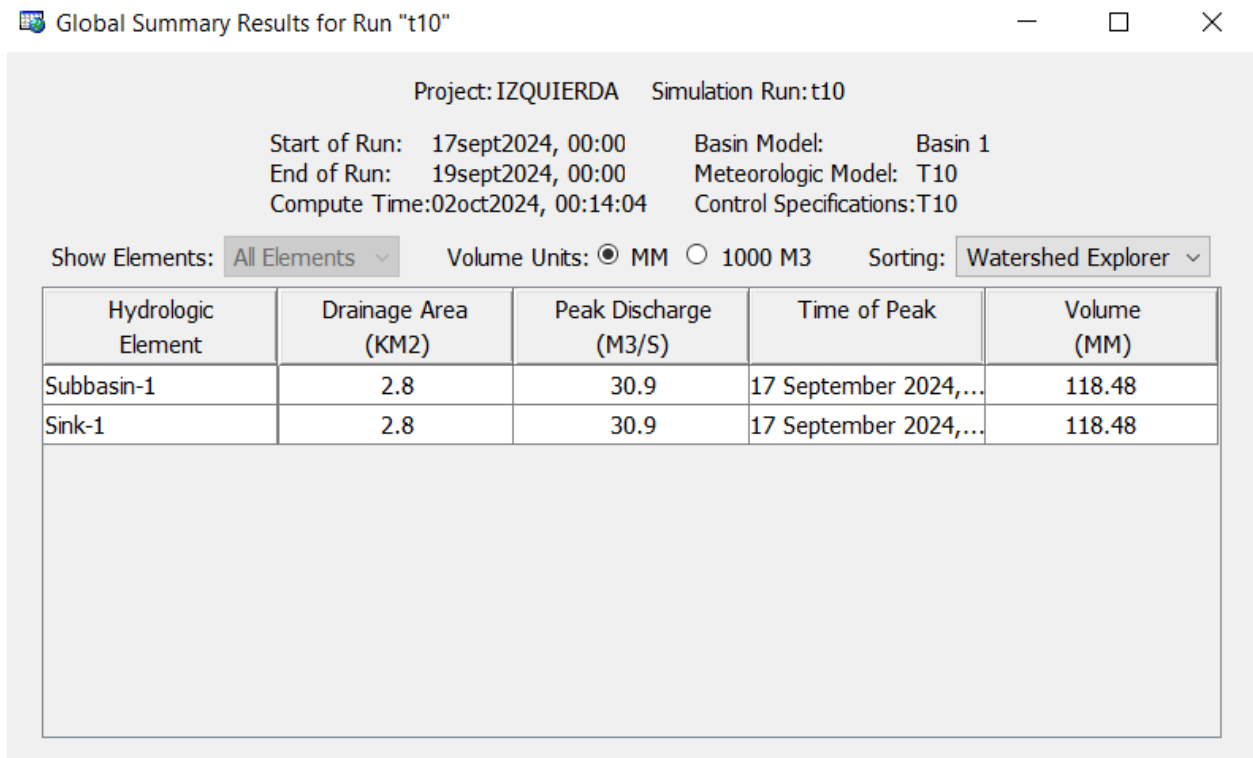


Figura 16 – Resumen de resultados. Subcuenca 2. T10 años.

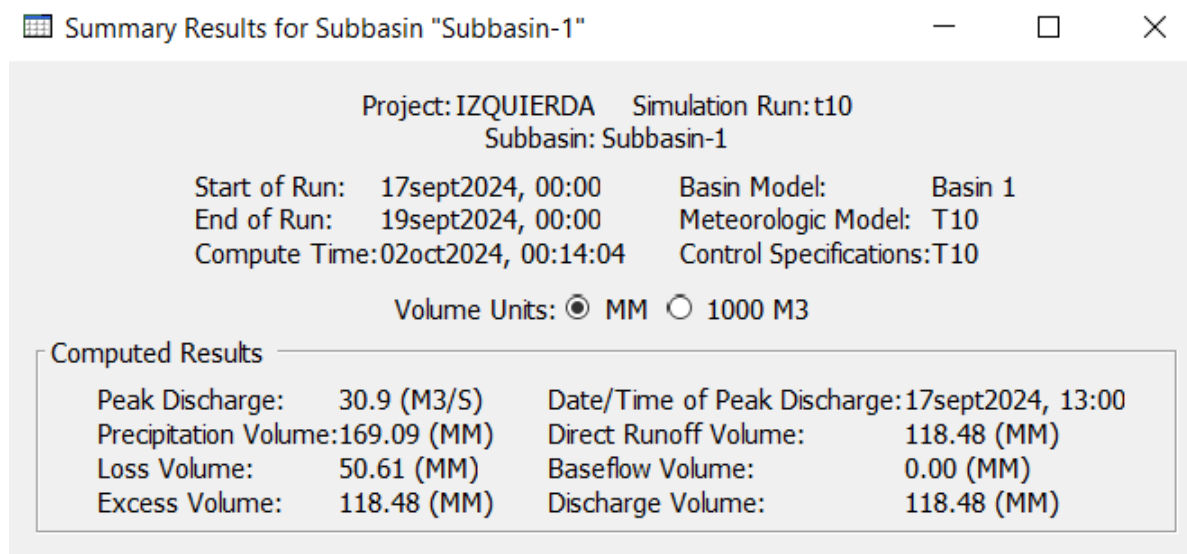


Figura 17 – Resumen de resultados subcuenca. Subcuenca 2. T10 años.

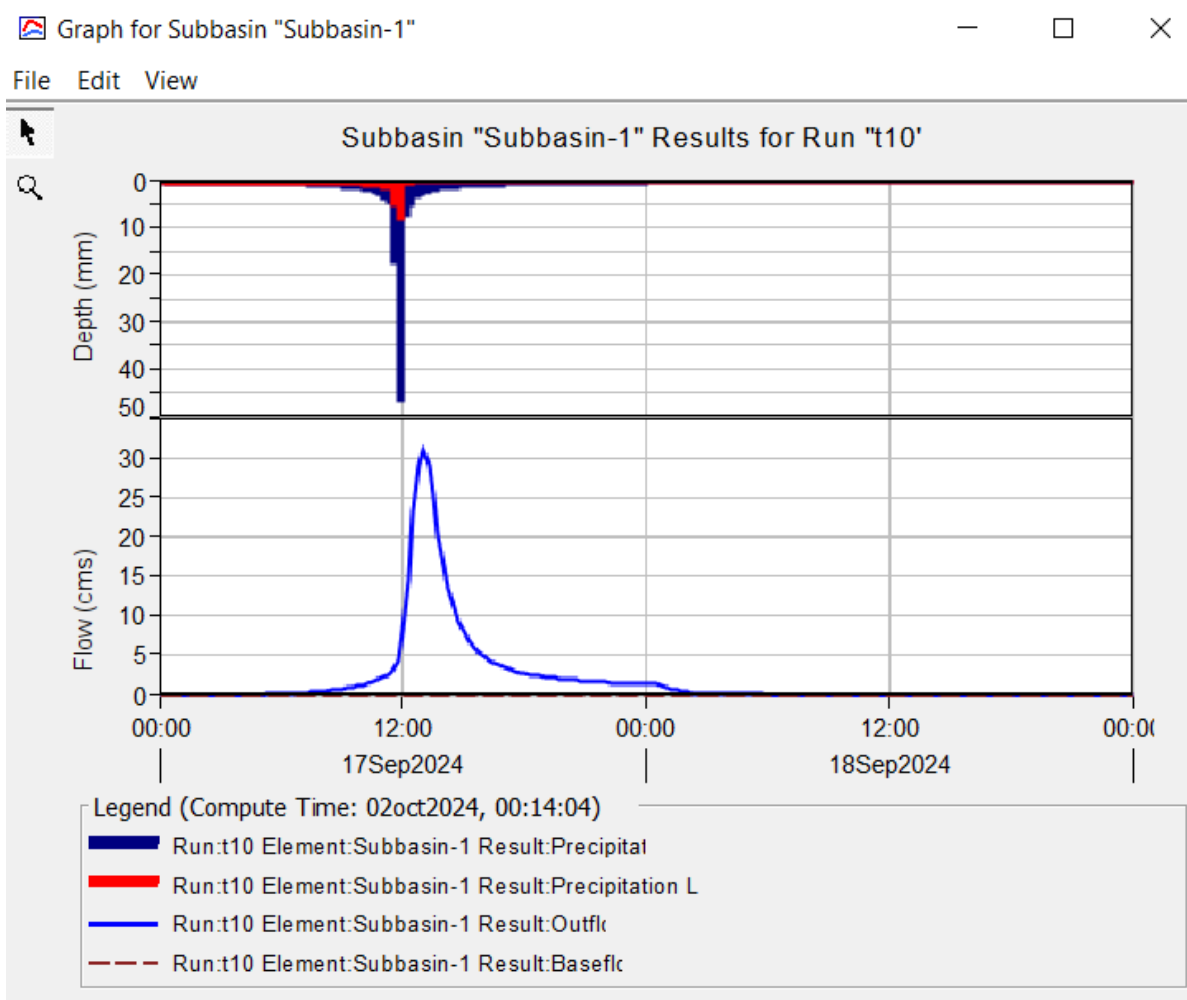


Figura 18 – Gráfico de resultados subcuenca. Subcuenca 2. T10 años.

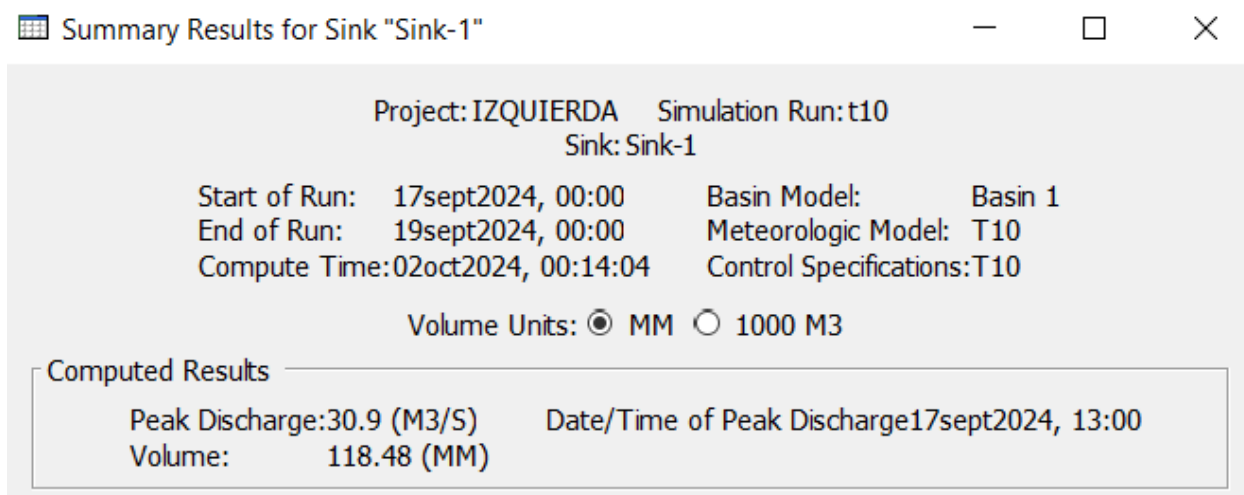


Figura 19 – Resumen de resultados desagüe. Subcuenca 2. T10 años.

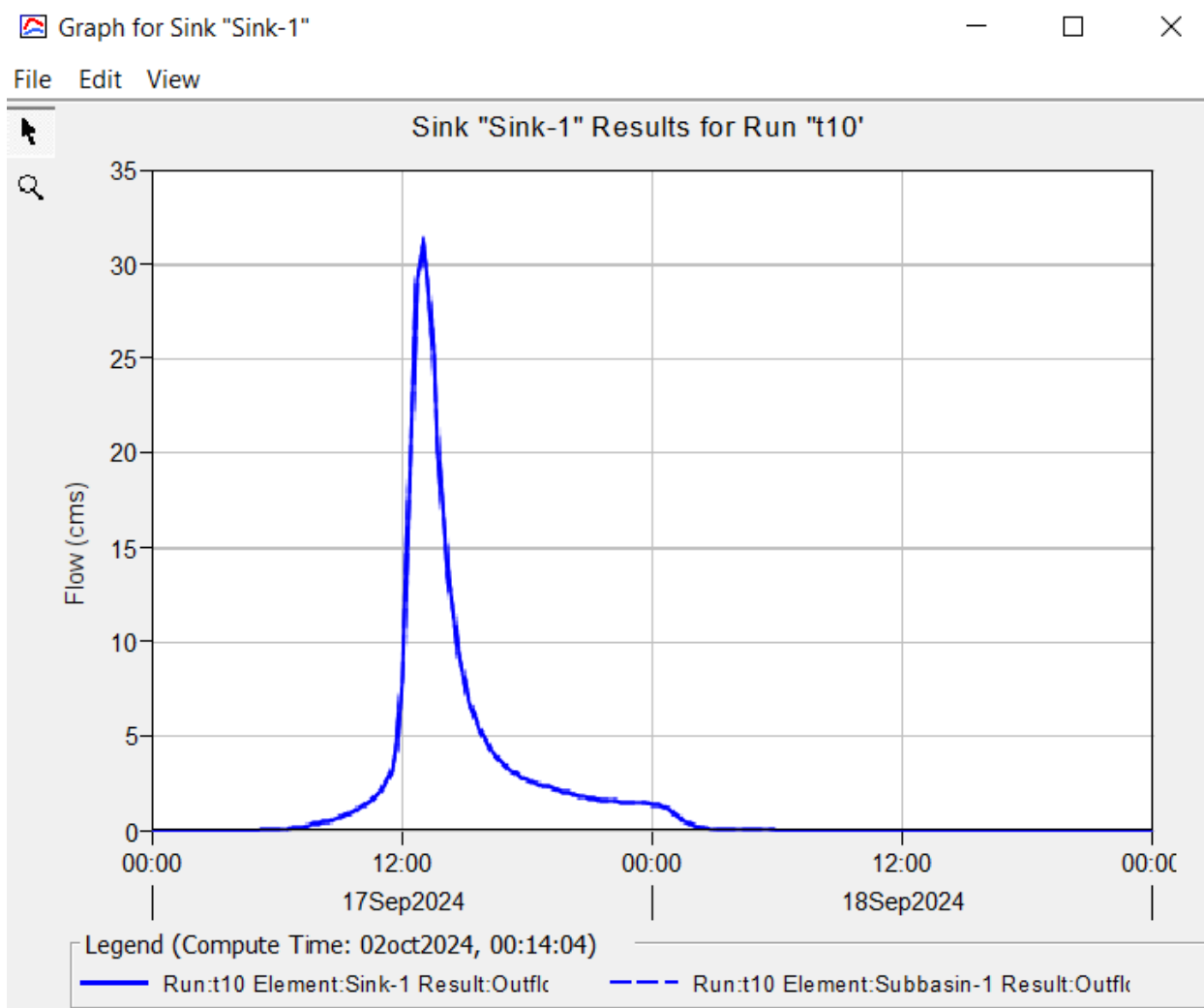


Figura 20 – Gráfico de resultados desagüe. Subcuenca 2. T10 años.

2.2. Periodo de retorno T100 años.

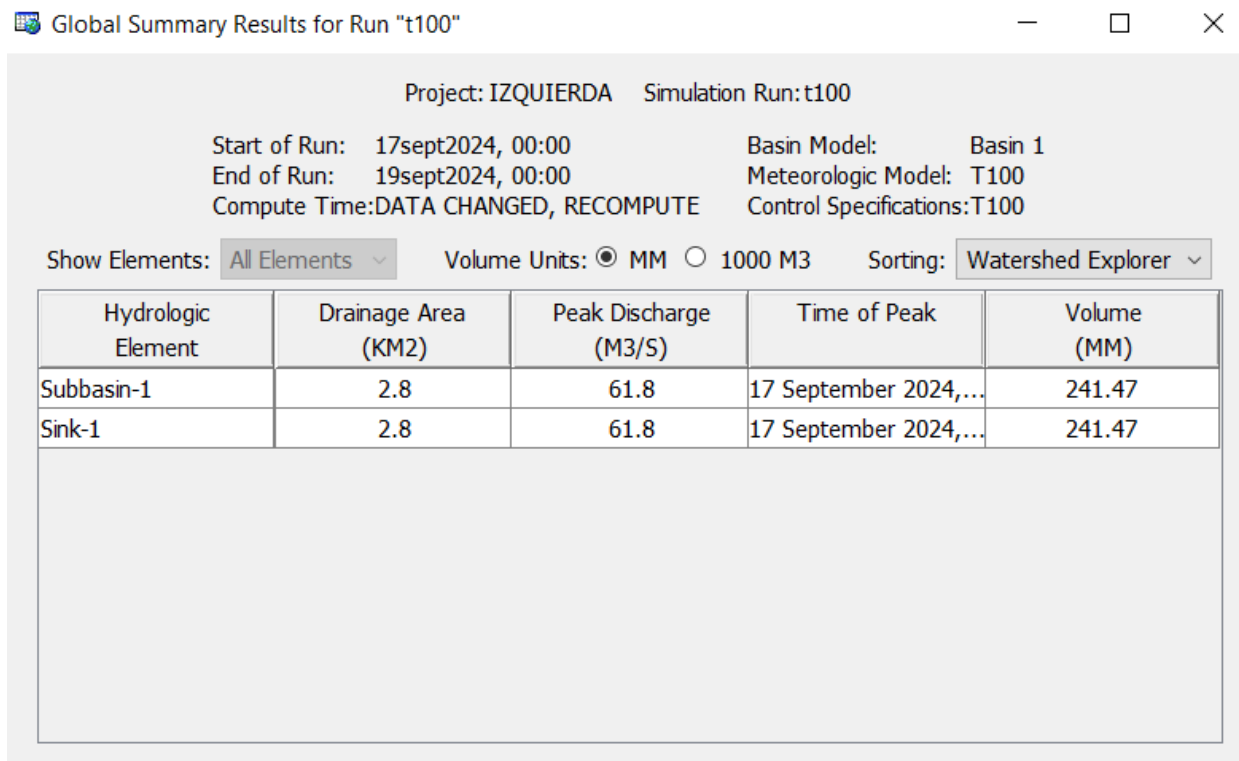


Figura 21 – Resumen de resultados. Subcuenca 2. T100 años.

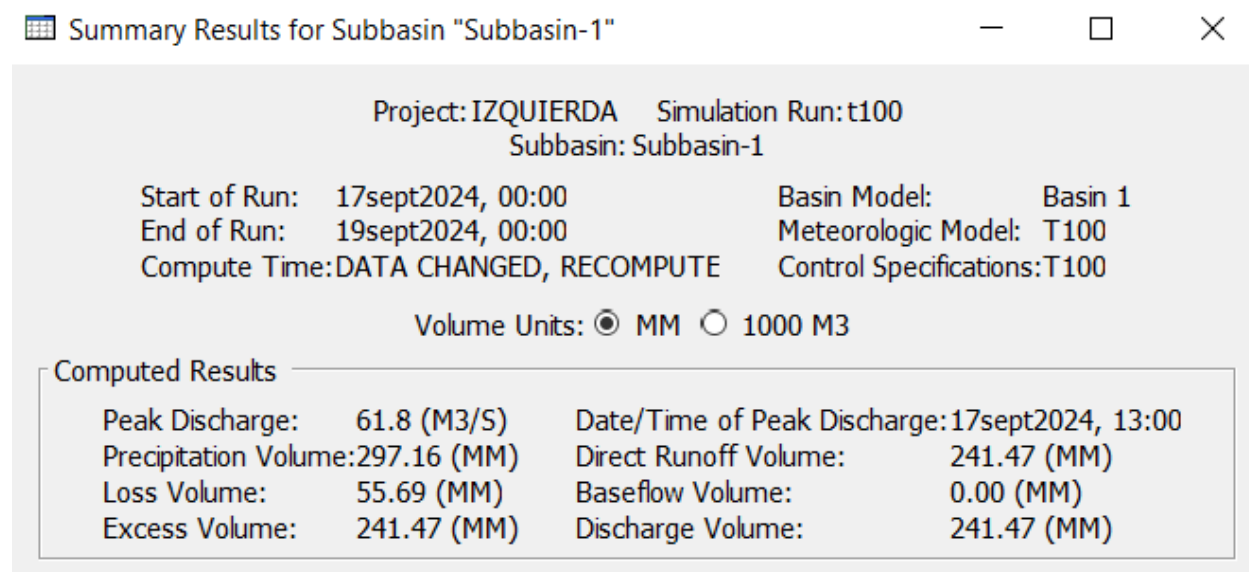


Figura 22 – Resumen de resultados subcuena. Subcuena 2. T100 años.

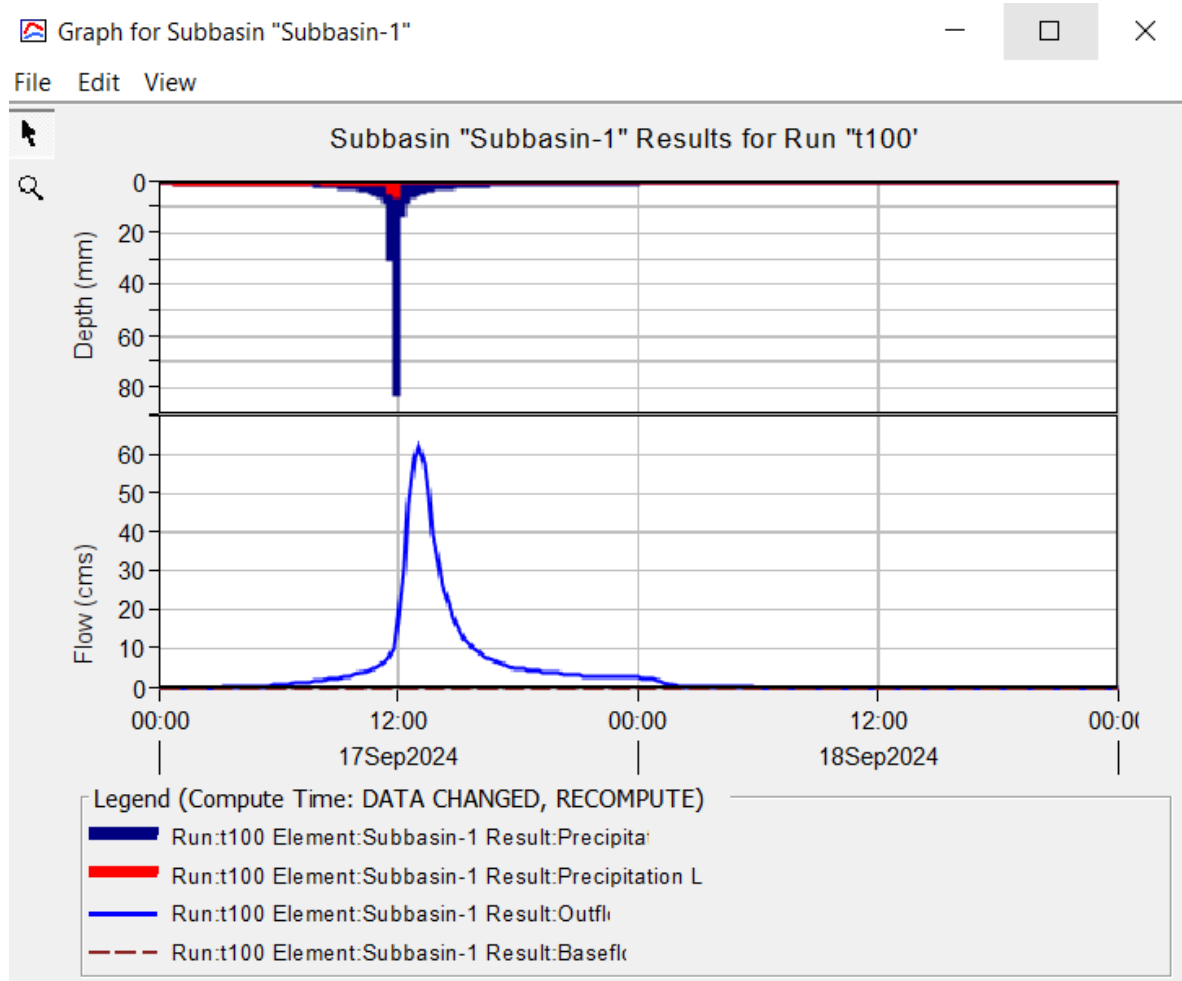


Figura 23 – Gráfico de resultados subcuena. Subcuena 2. T100 años.

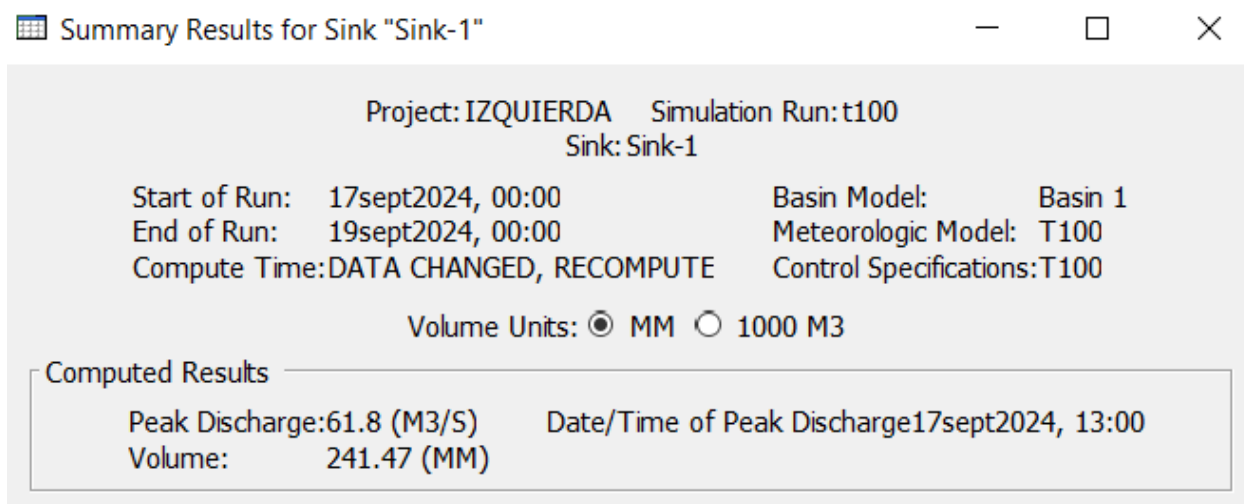


Figura 24 – Resumen de resultados desagüe. Subcuenca 2. T100 años.

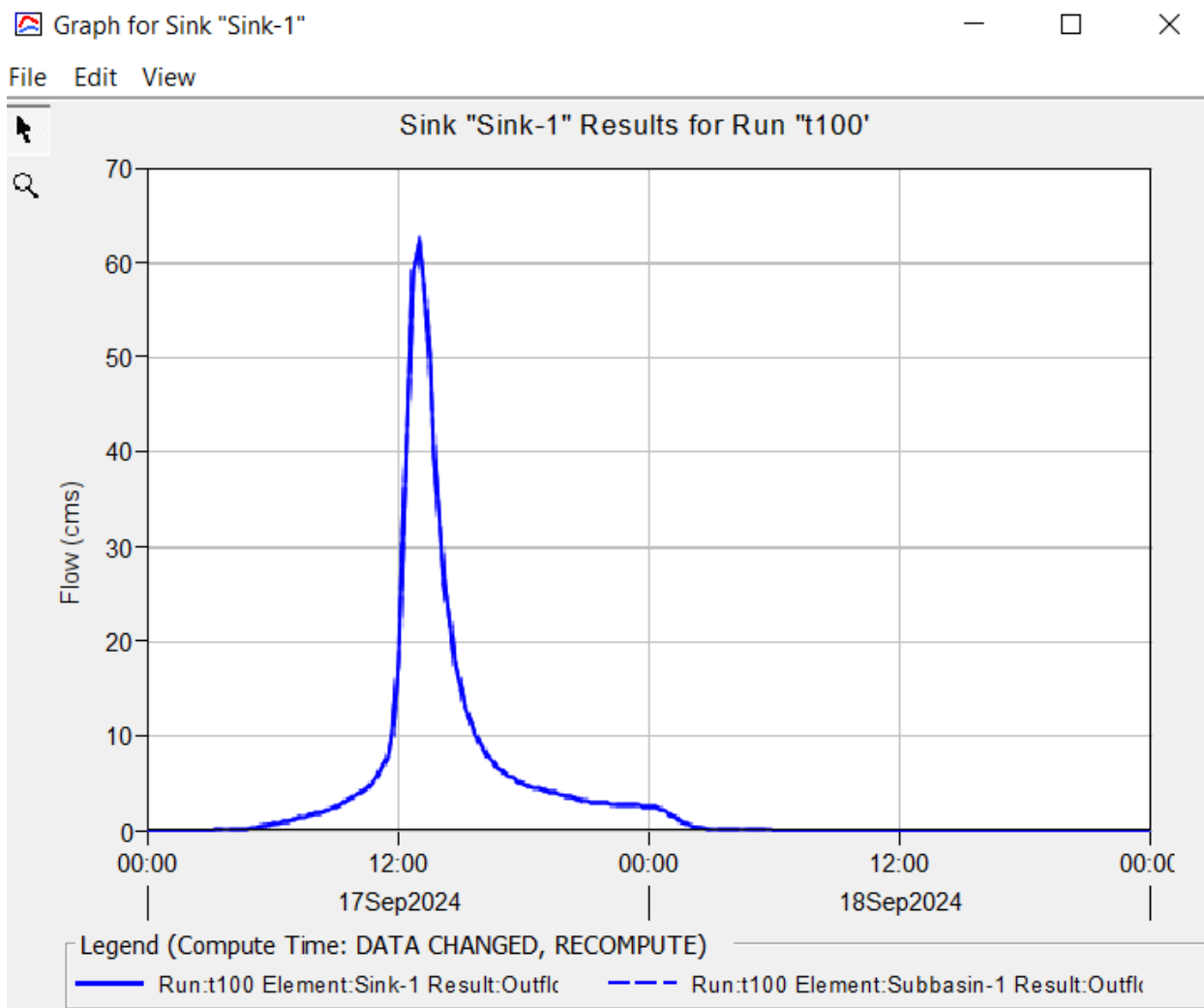


Figura 25 – Gráfico de resultados desagüe. Subcuenca 2. T100 años.

2.3. Periodo de retorno T500 años.

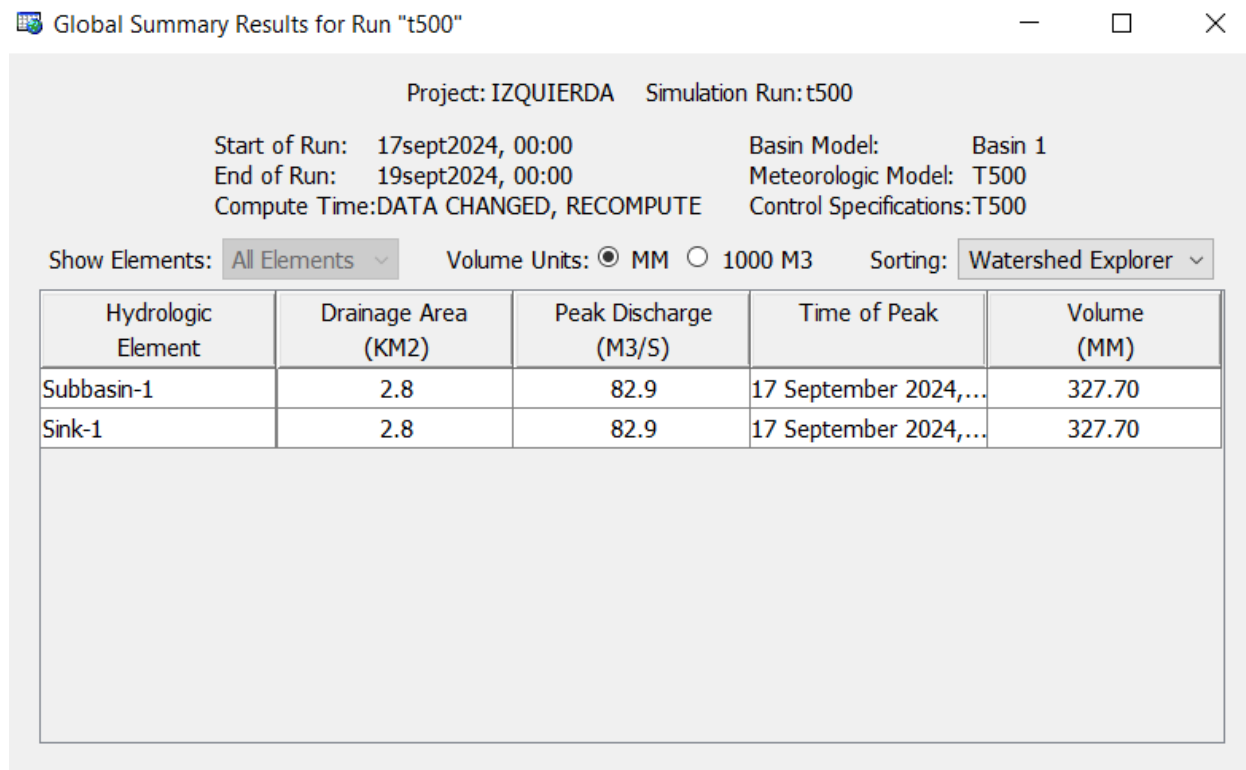


Figura 26 – Resumen de resultados. Subcuenca 2. T500 años.

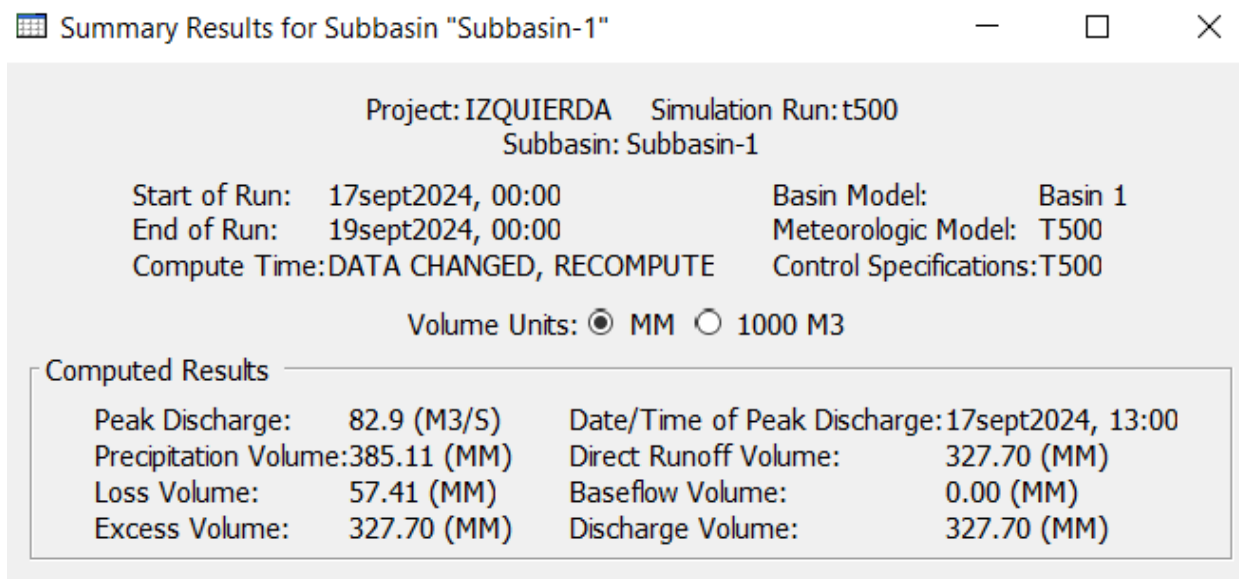


Figura 27 – Resumen de resultados subcuenca. Subcuenca 2. T500 años.

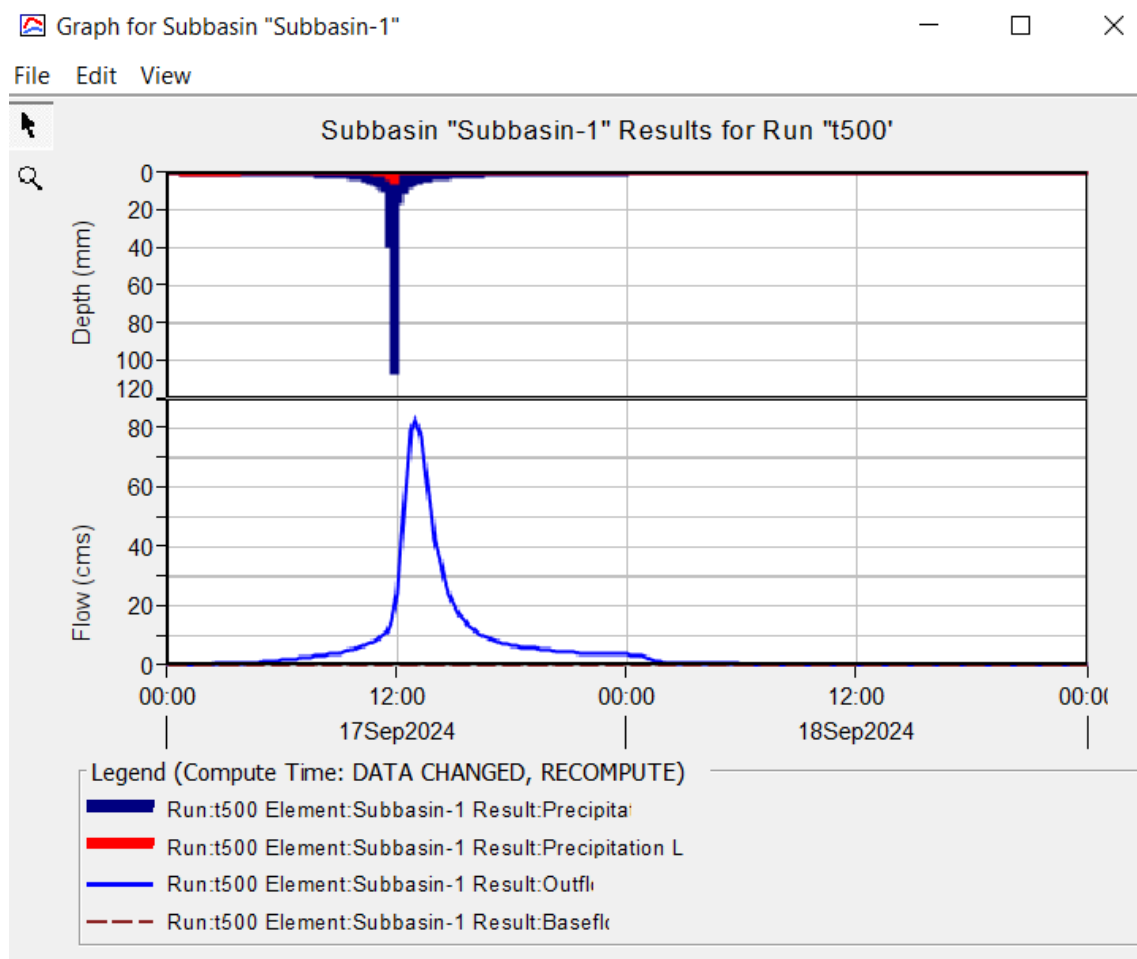


Figura 28 – Gráfico de resultados subcuenca. Subcuenca 2. T500 años.

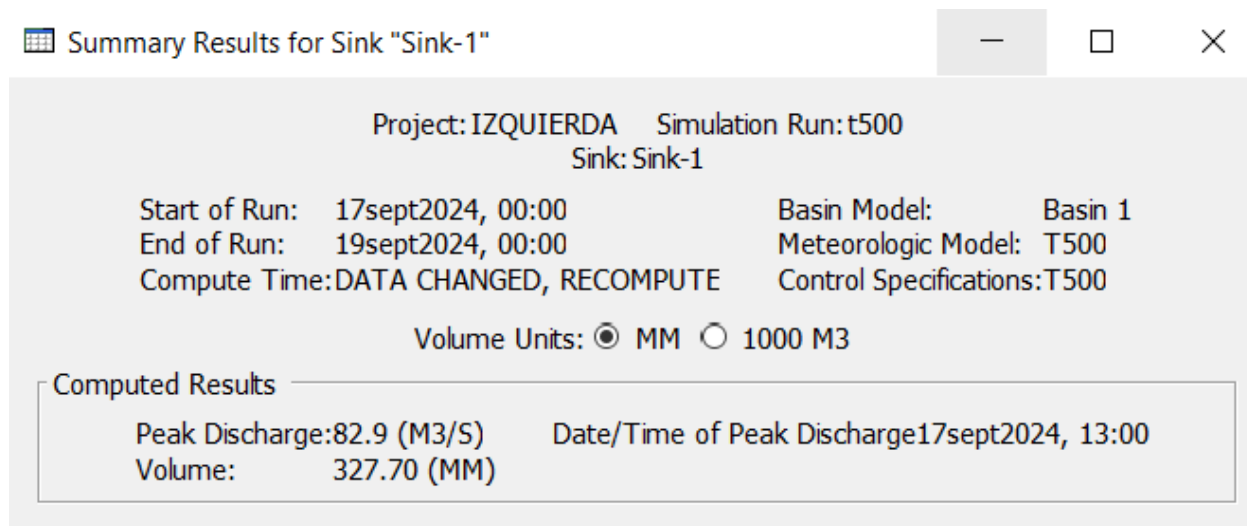


Figura 29 – Resumen de resultados desagüe. Subcuenca 2. T500 años.

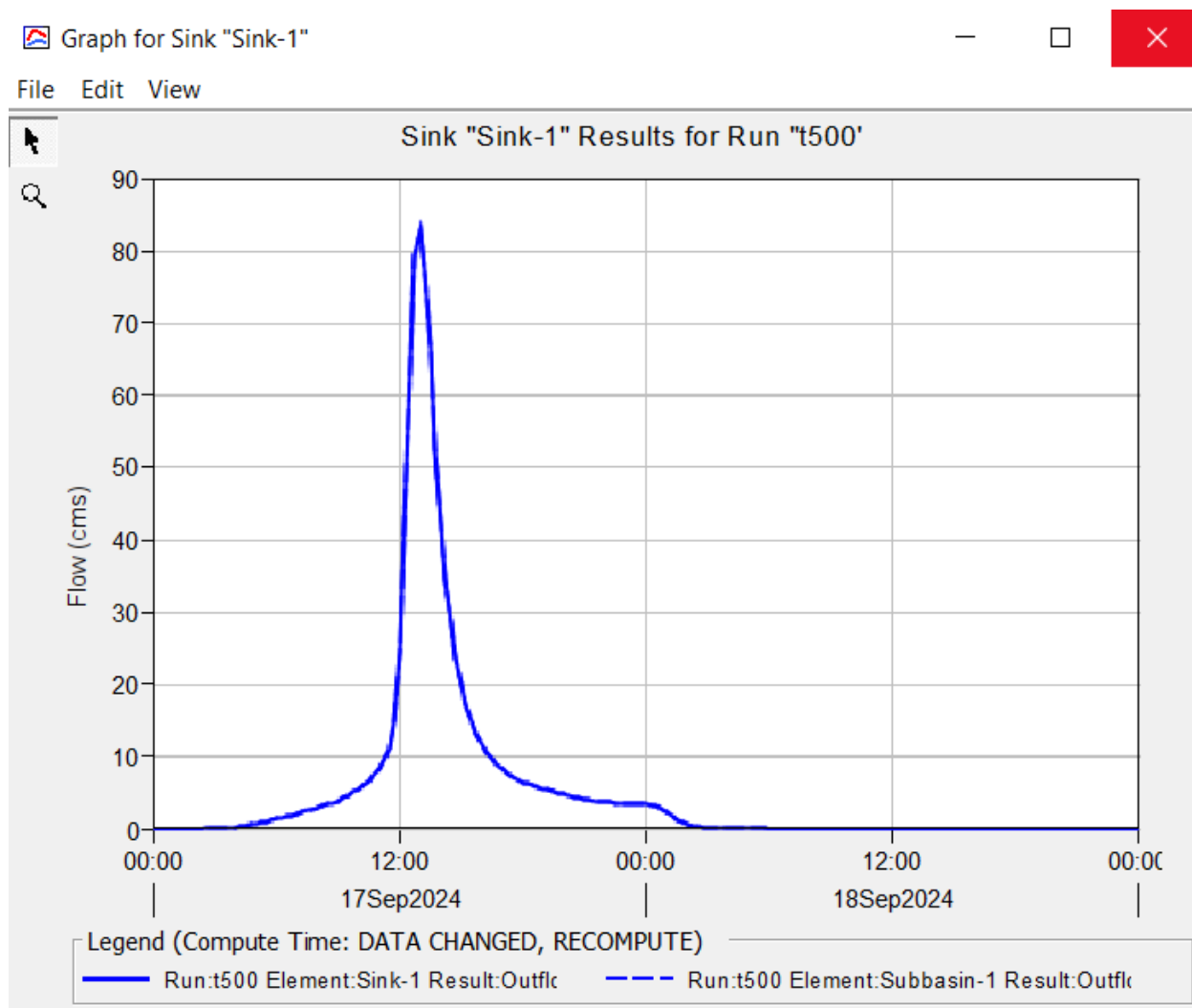


Figura 30 – Gráfico de resultados desagüe. Subcuenca 2. T500 años.

3. Subcuenca 3 – Final

3.1. Período de retorno T10 años.

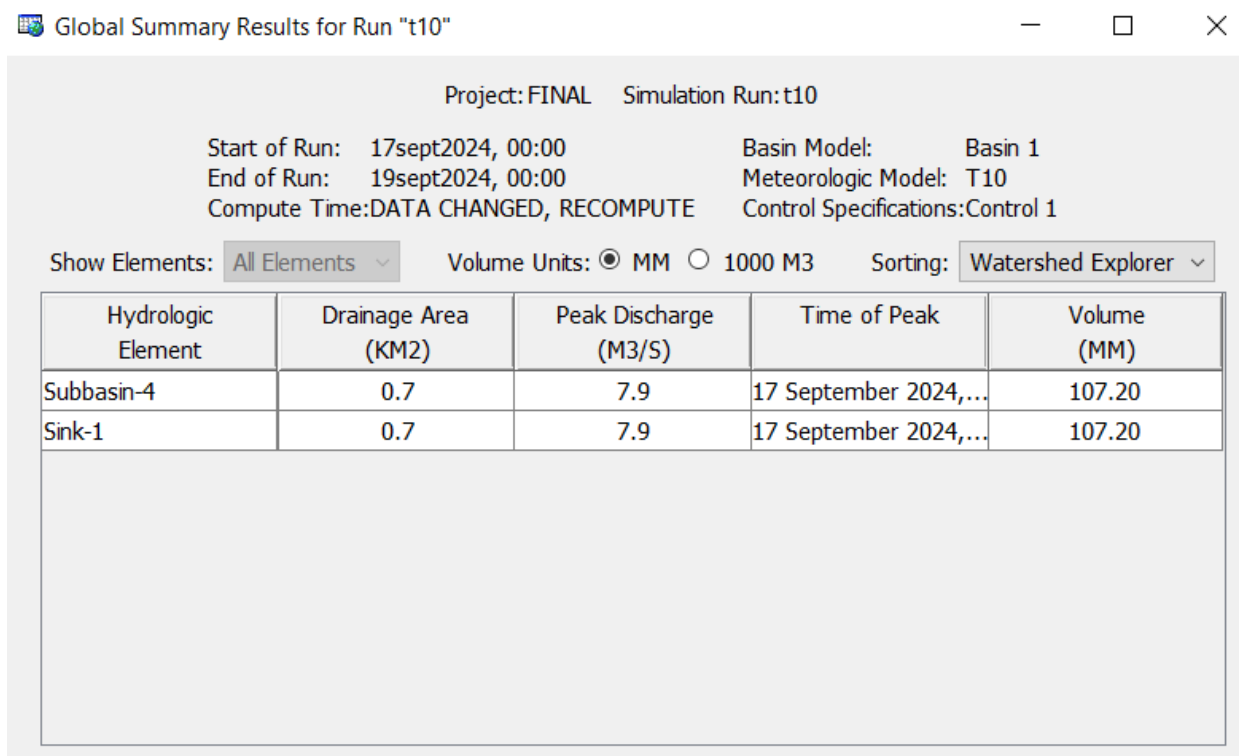


Figura 31 – Resumen de resultados. Subcuenca 3. T10 años.

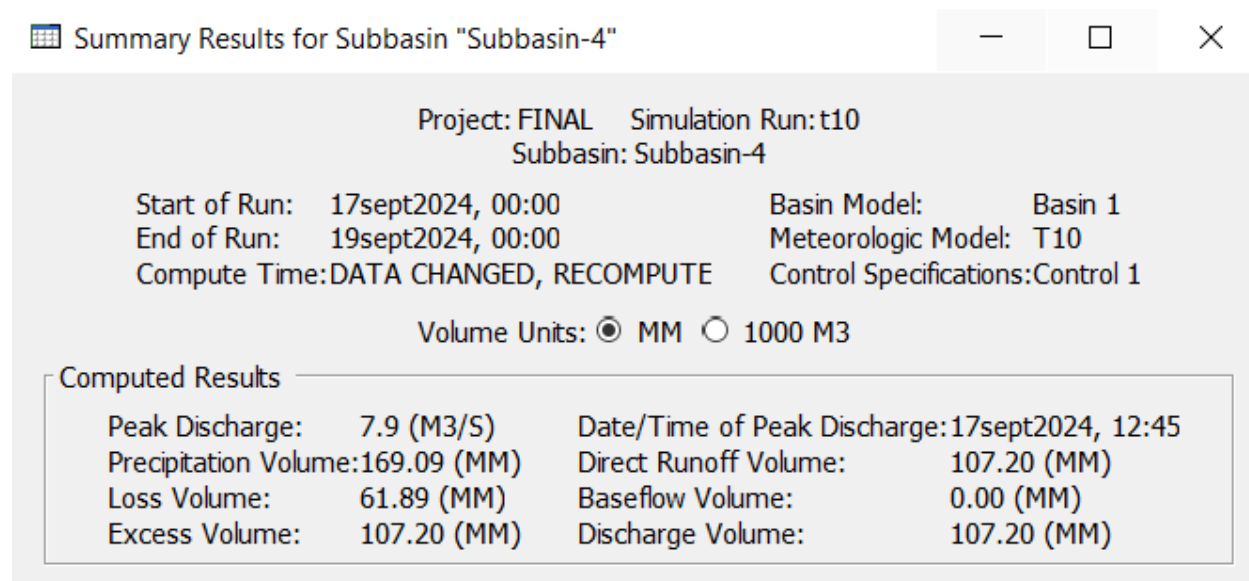


Figura 32 – Resumen de resultados subcuenca. Subcuenca 3. T10 años.

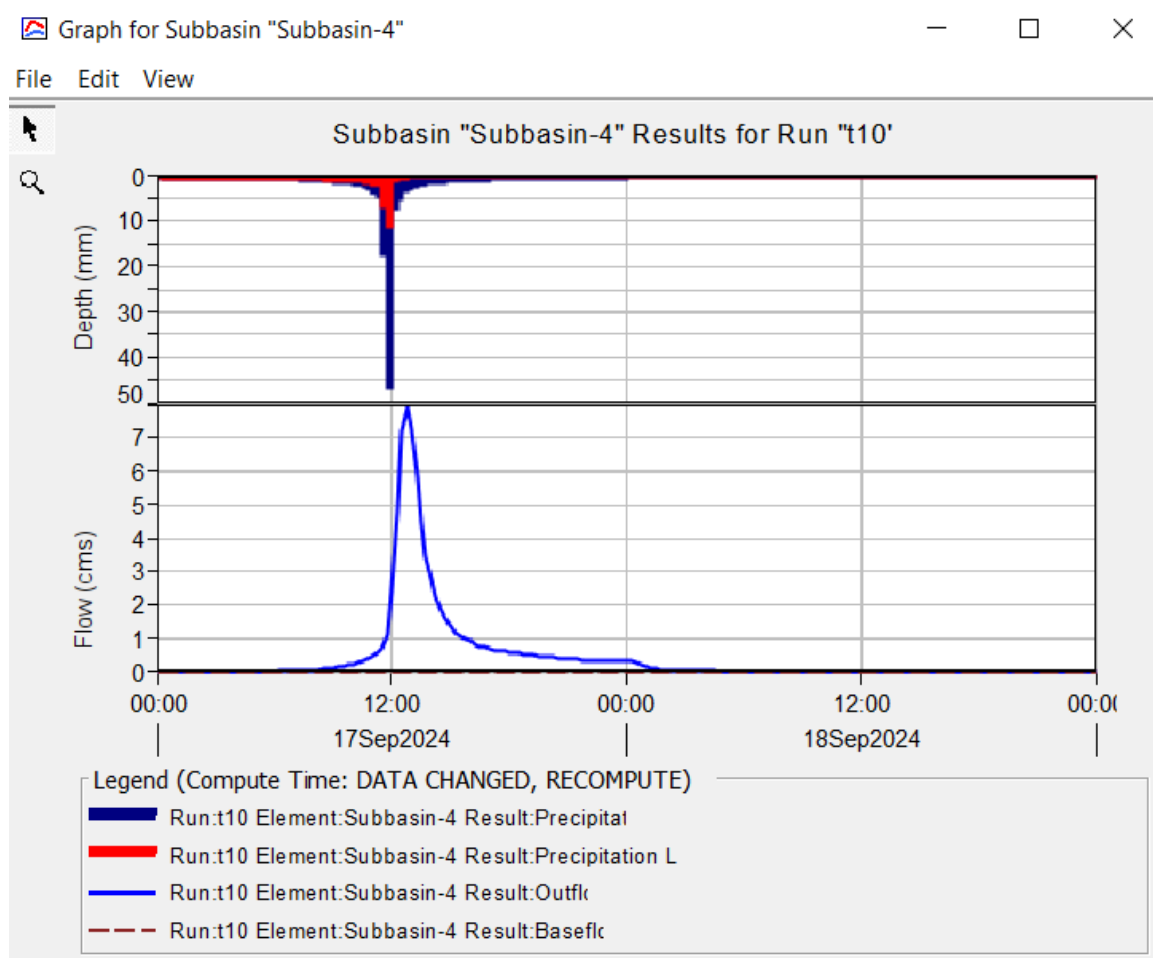


Figura 33 – Gráfico de resultados subcuenca. Subcuenca 3. T10 años.

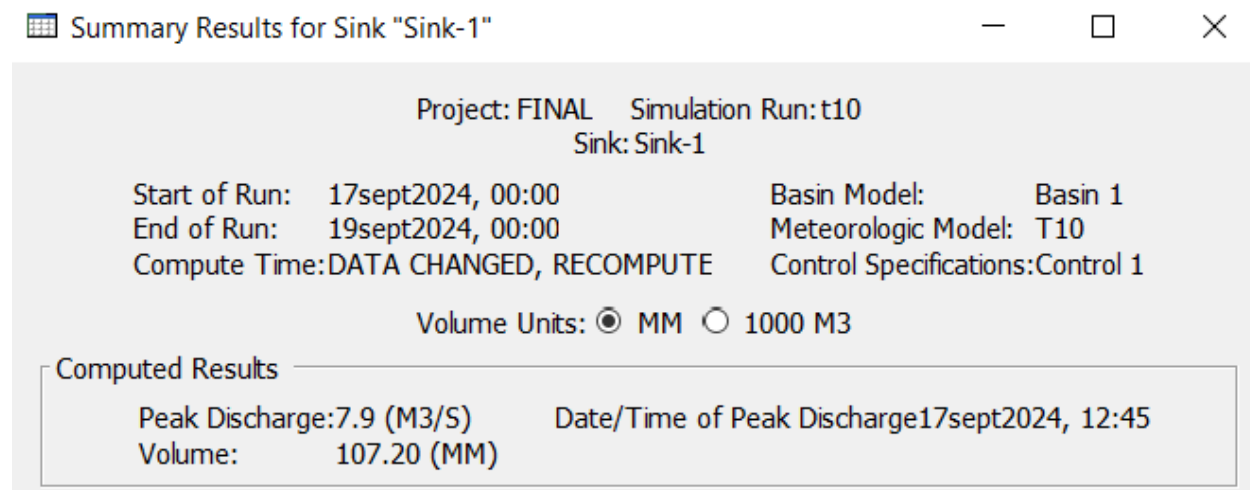


Figura 34 – Resumen de resultados desagüe. Subcuenca 3. T10 años.

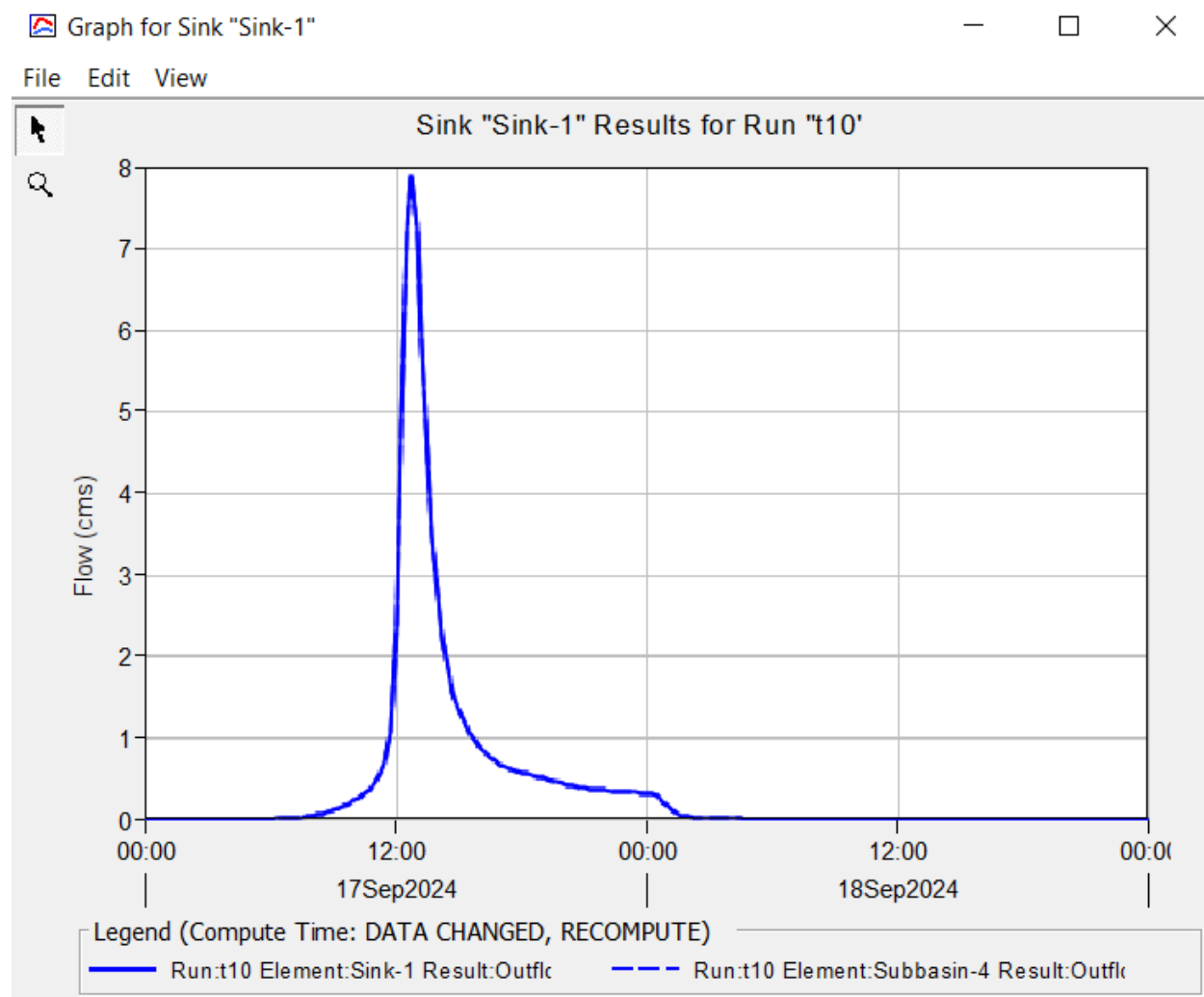


Figura 35 – Gráfico de resultados desagüe. Subcuenca 3. T10 años.

3.2. Periodo de retorno T100 años.

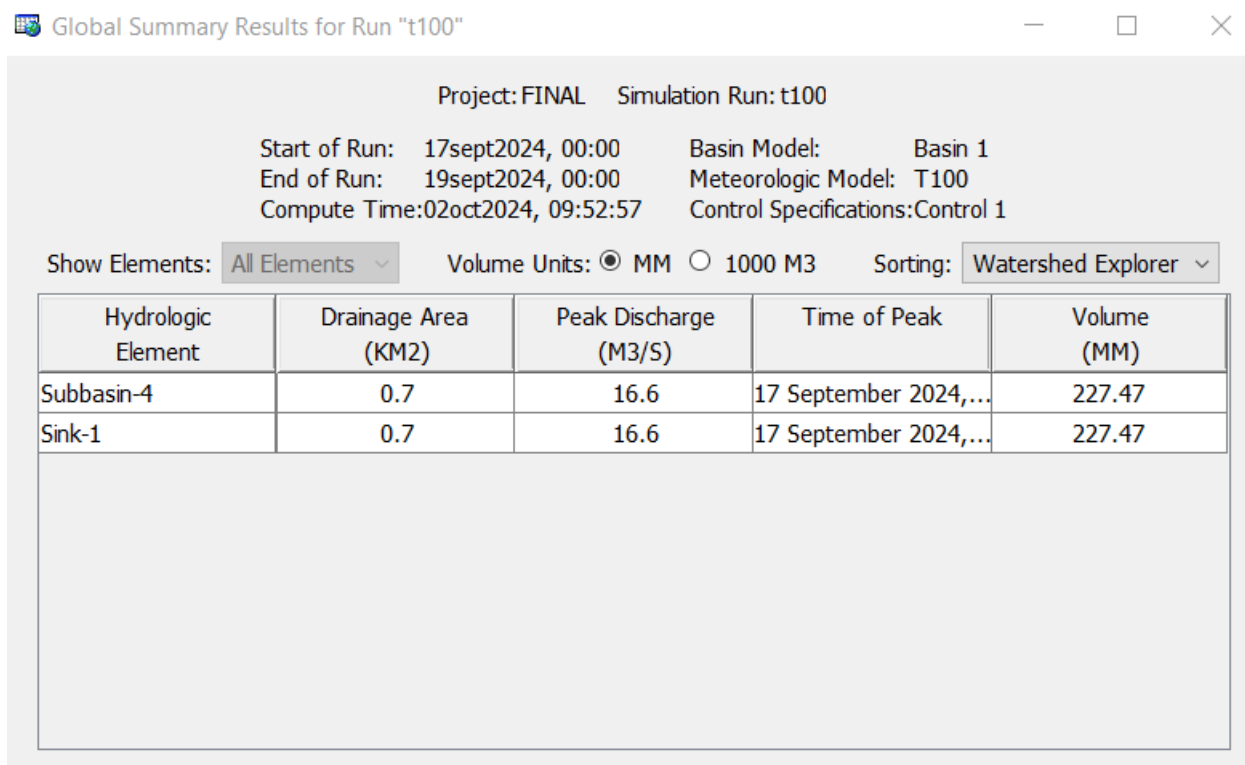


Figura 36 – Resumen de resultados. Subcuenca 3. T100 años.

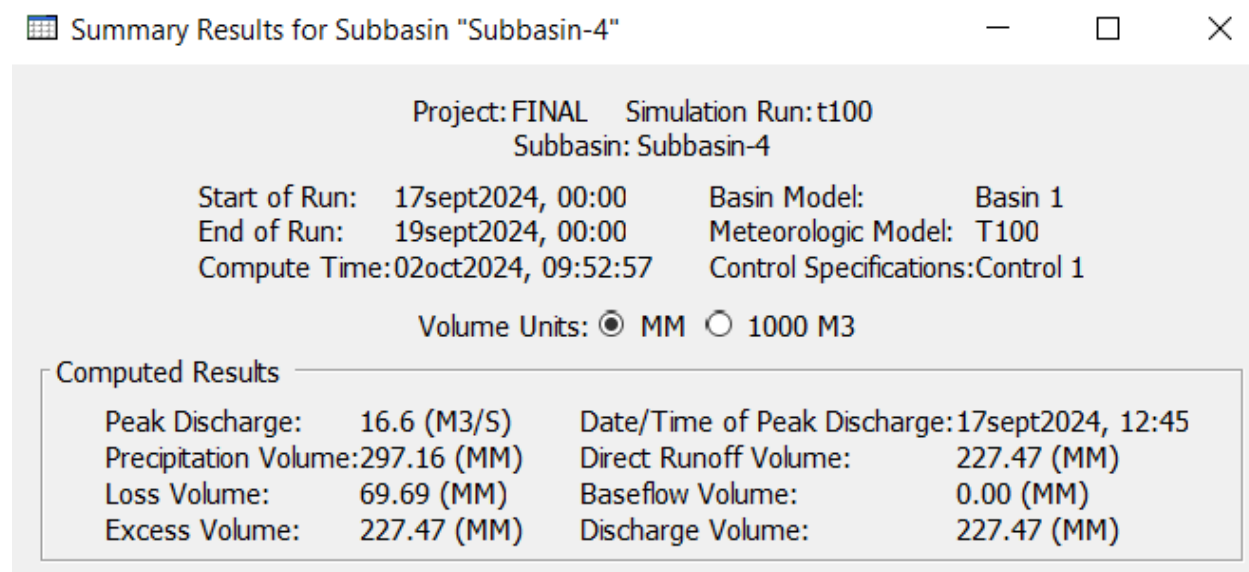


Figura 37 – Resumen de resultados subcuenca. Subcuenca 3. T100 años.

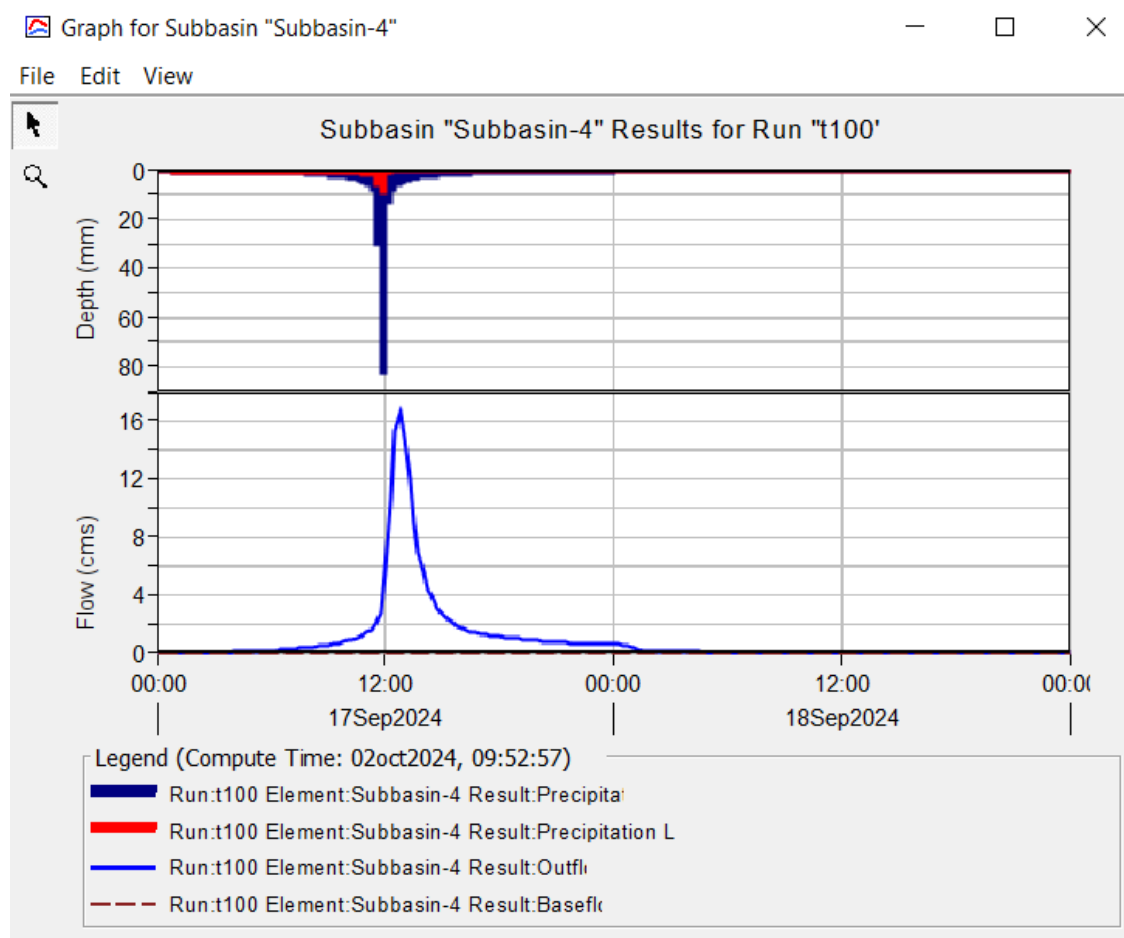


Figura 38 – Gráfico de resultados subcuenca. Subcuenca 3. T100 años.

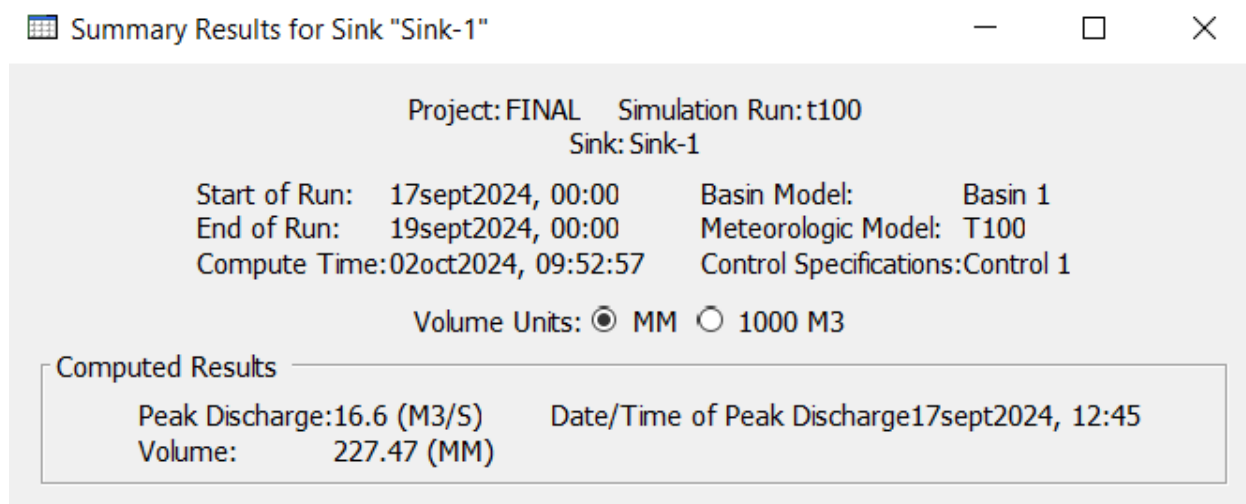


Figura 39 – Resumen de resultados desagüe. Subcuenca 3. T100 años.

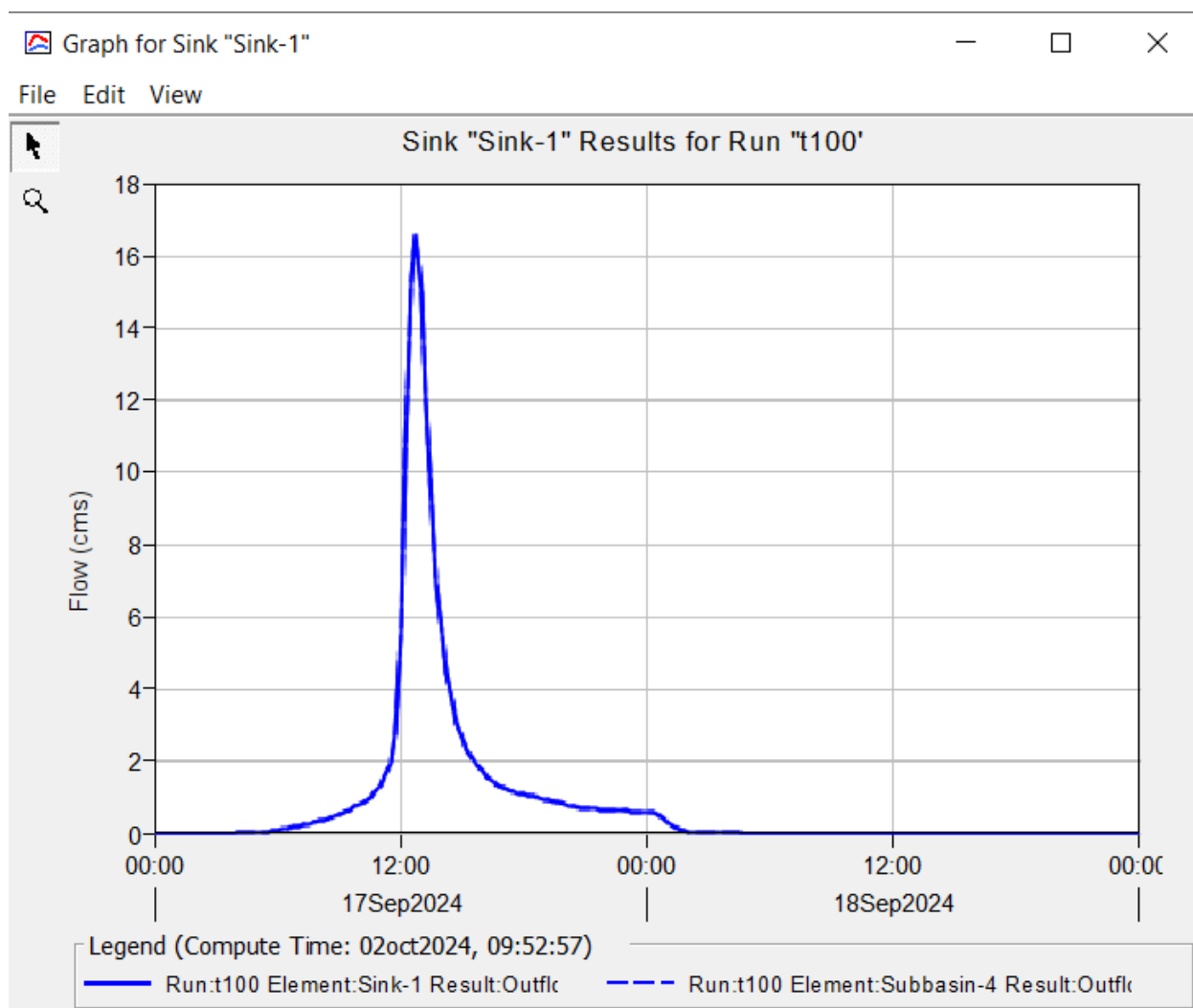


Figura 40 – Gráfico de resultados desagüe. Subcuenca 3. T100 años.

3.3. Periodo de retorno T500 años.

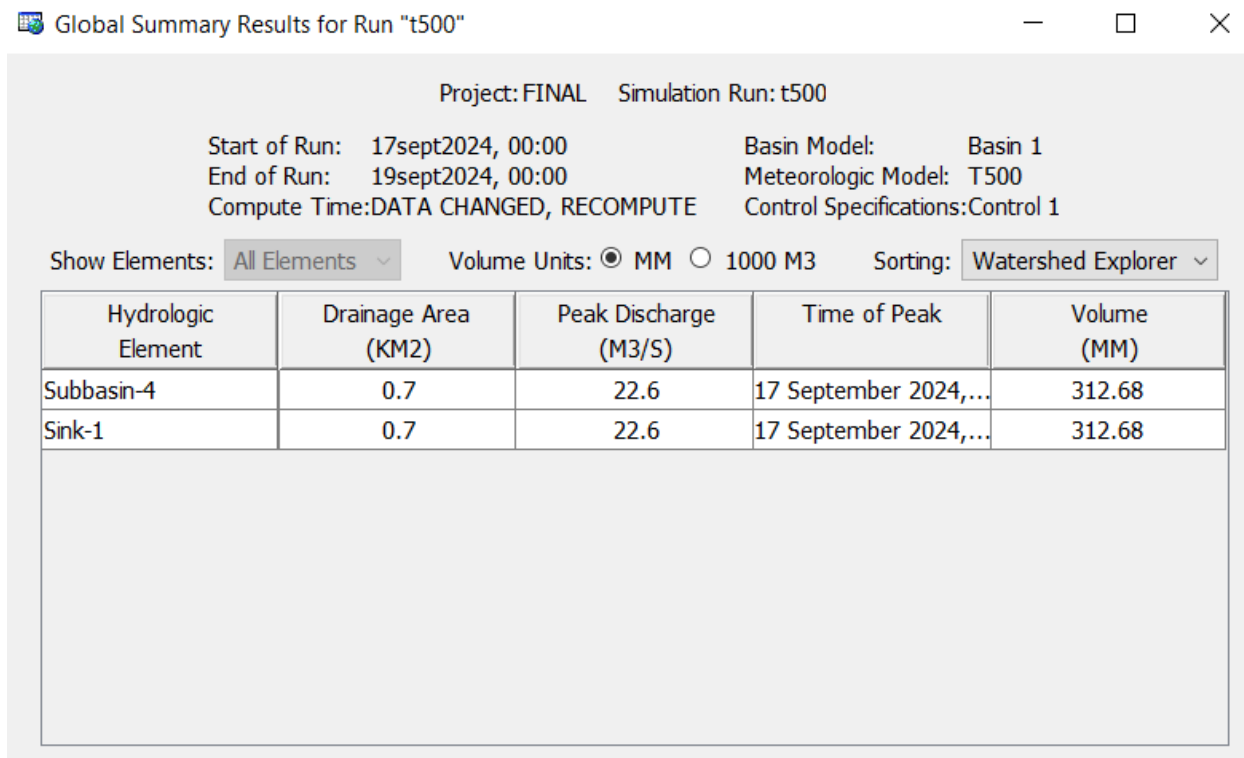


Figura 41 – Resumen de resultados. Subcuenca 3. T500 años.

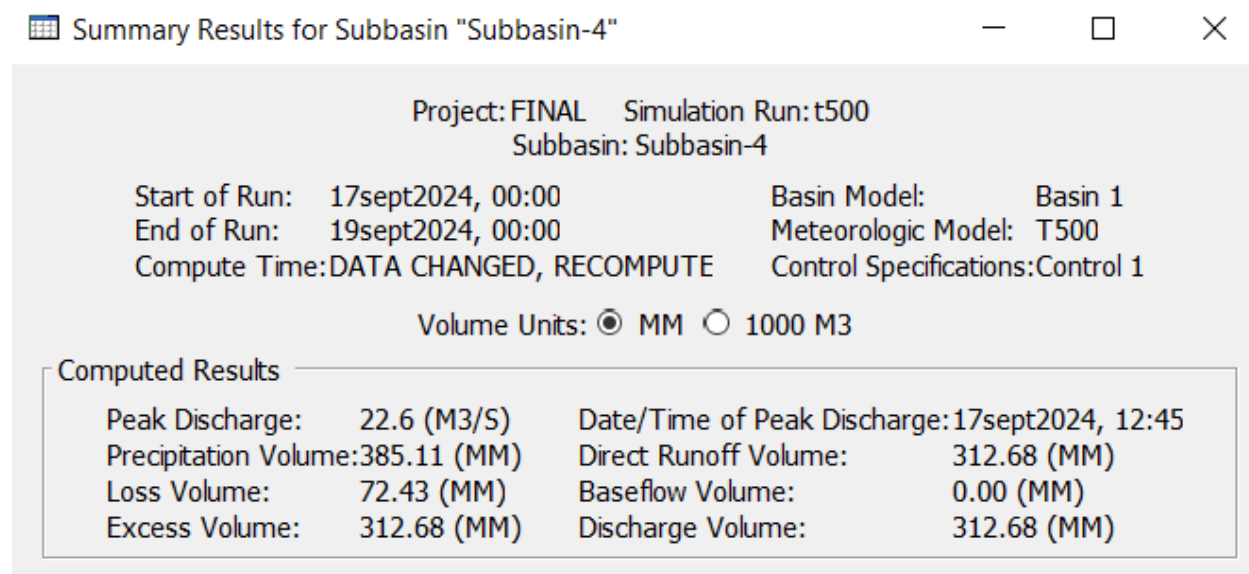


Figura 42 – Resumen de resultados subcuenca. Subcuenca 3. T500 años.

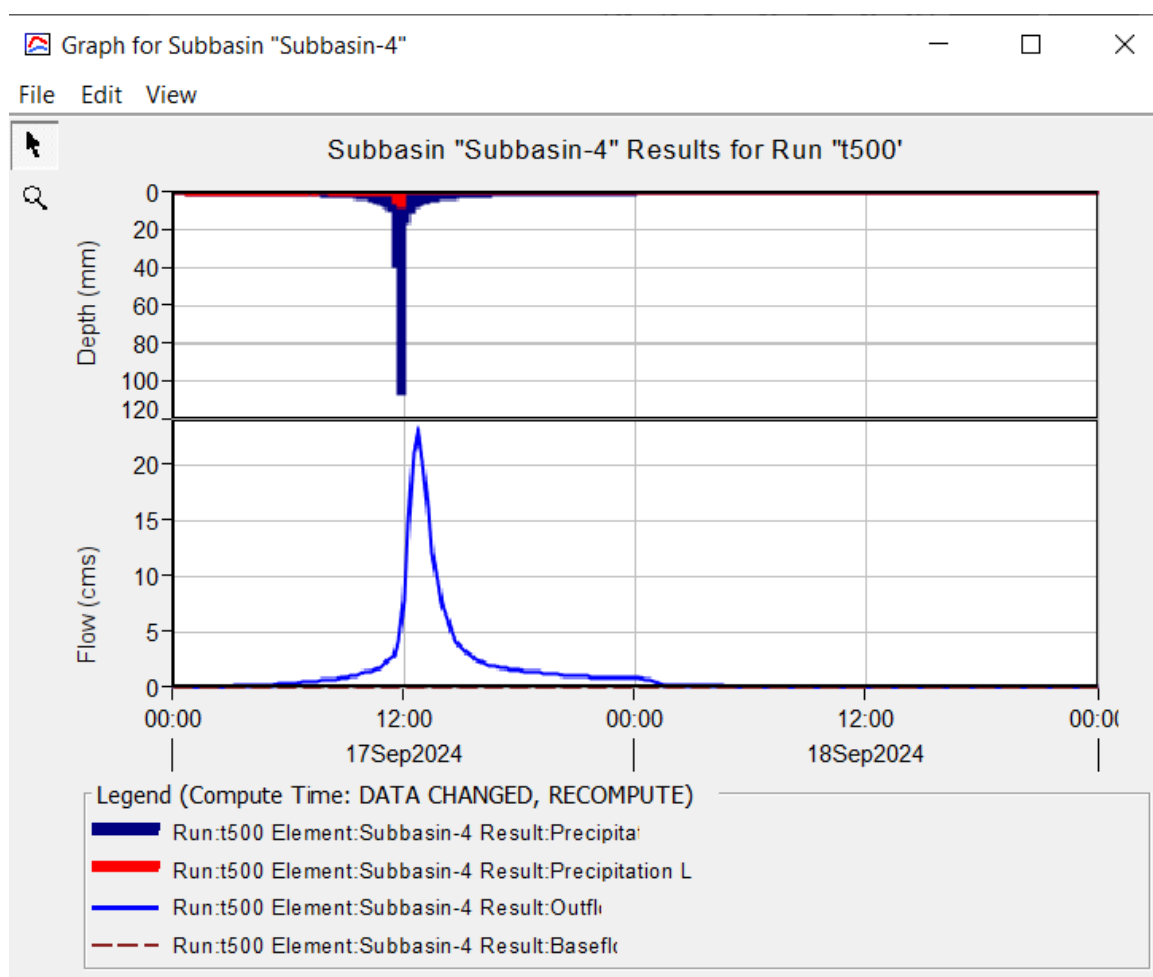


Figura 43 – Gráfico de resultados subcuenca. Subcuenca 3. T500 años.

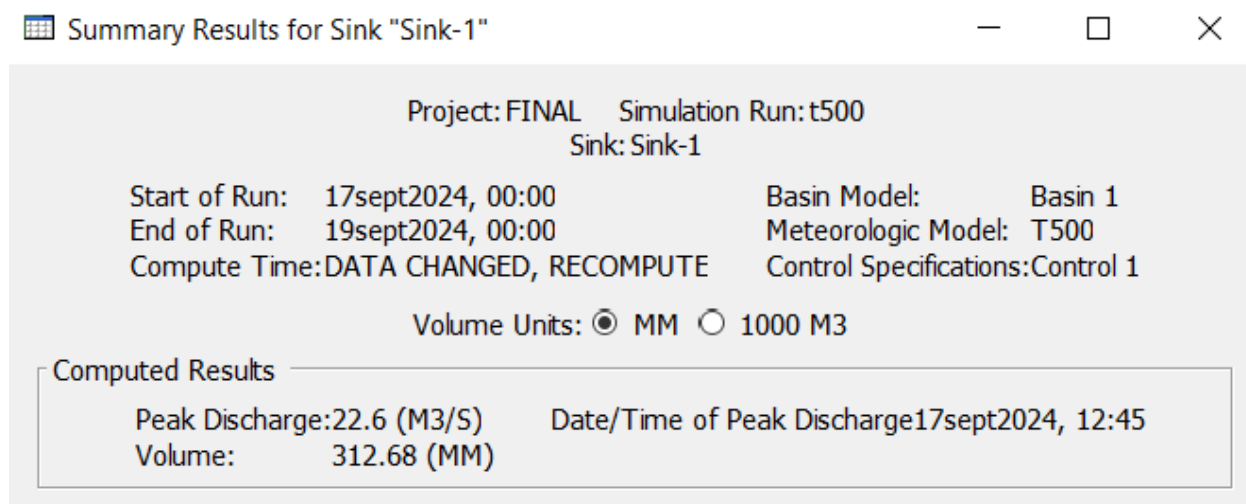


Figura 44 – Resumen de resultados desagüe. Subcuenca 3. T500 años.

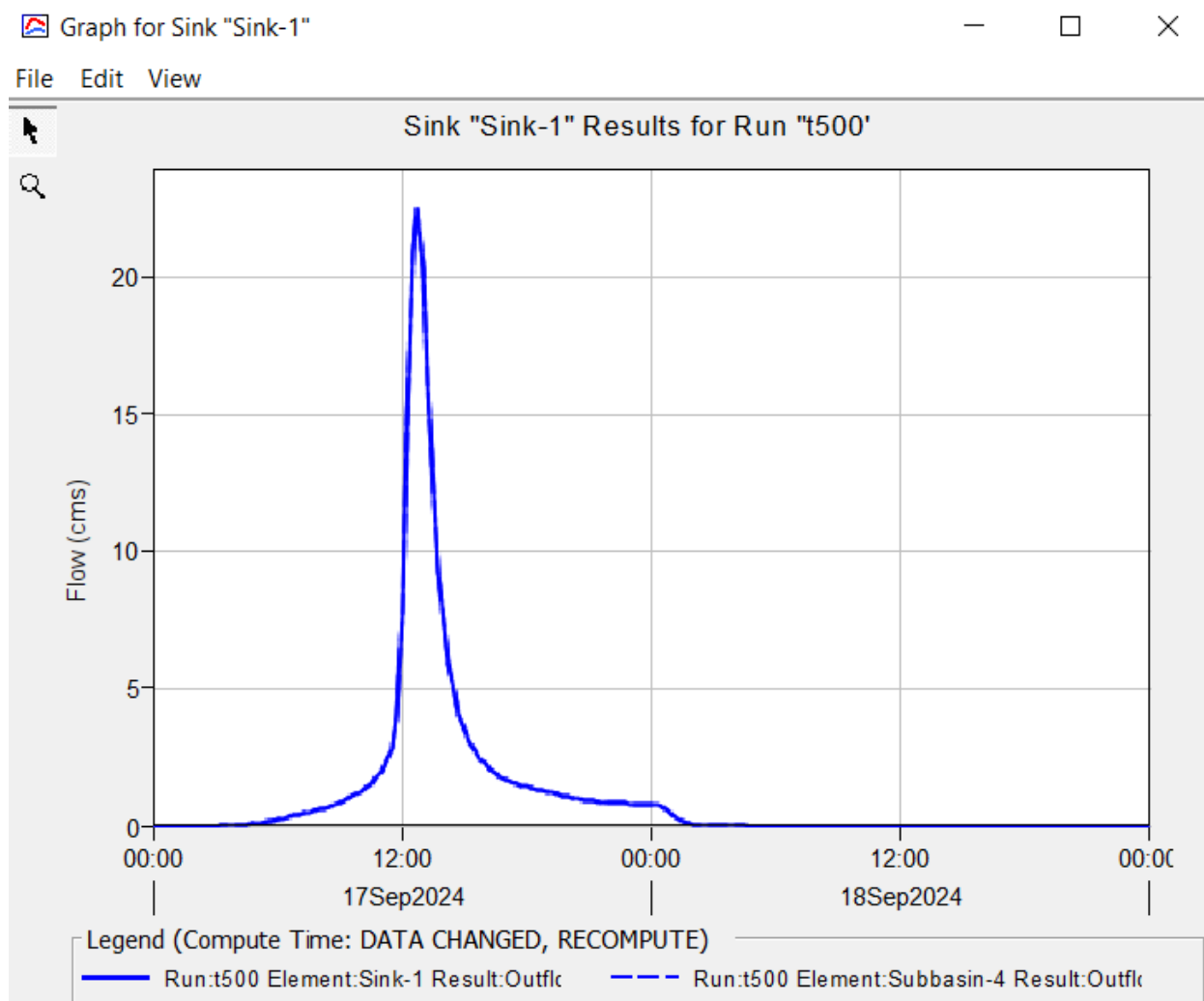


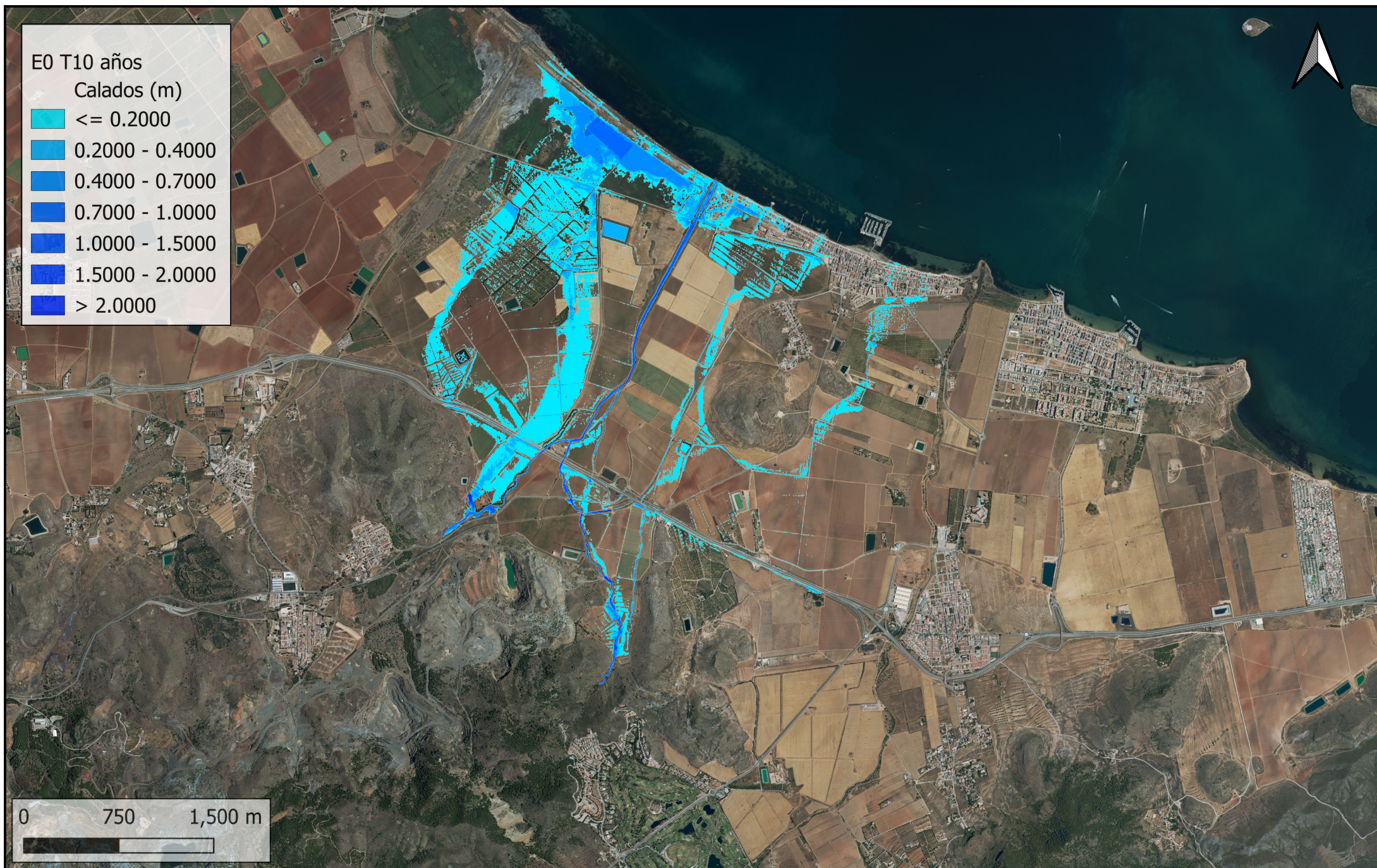
Figura 45 – Gráfico de resultados desagüe. Subcuenca 3. T500 años.

Estudio de inundabilidad de una cuenca drenante al sur del Mar Menor

Anexo V – Planos

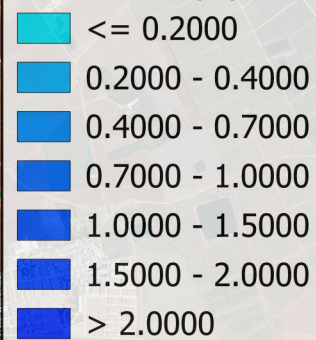






E0_T100

Calado (m)



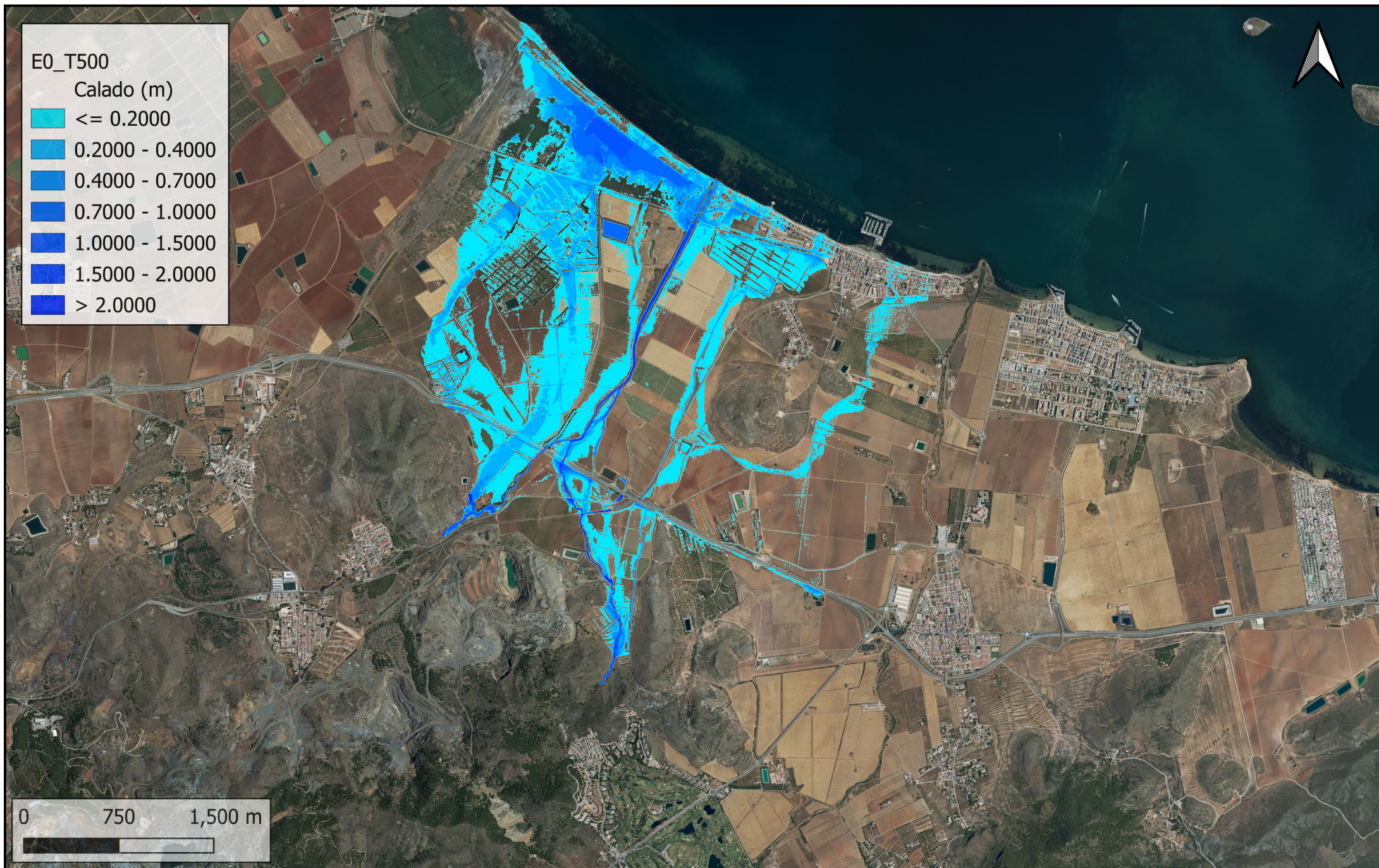
Universidad
Politécnica
de Cartagena

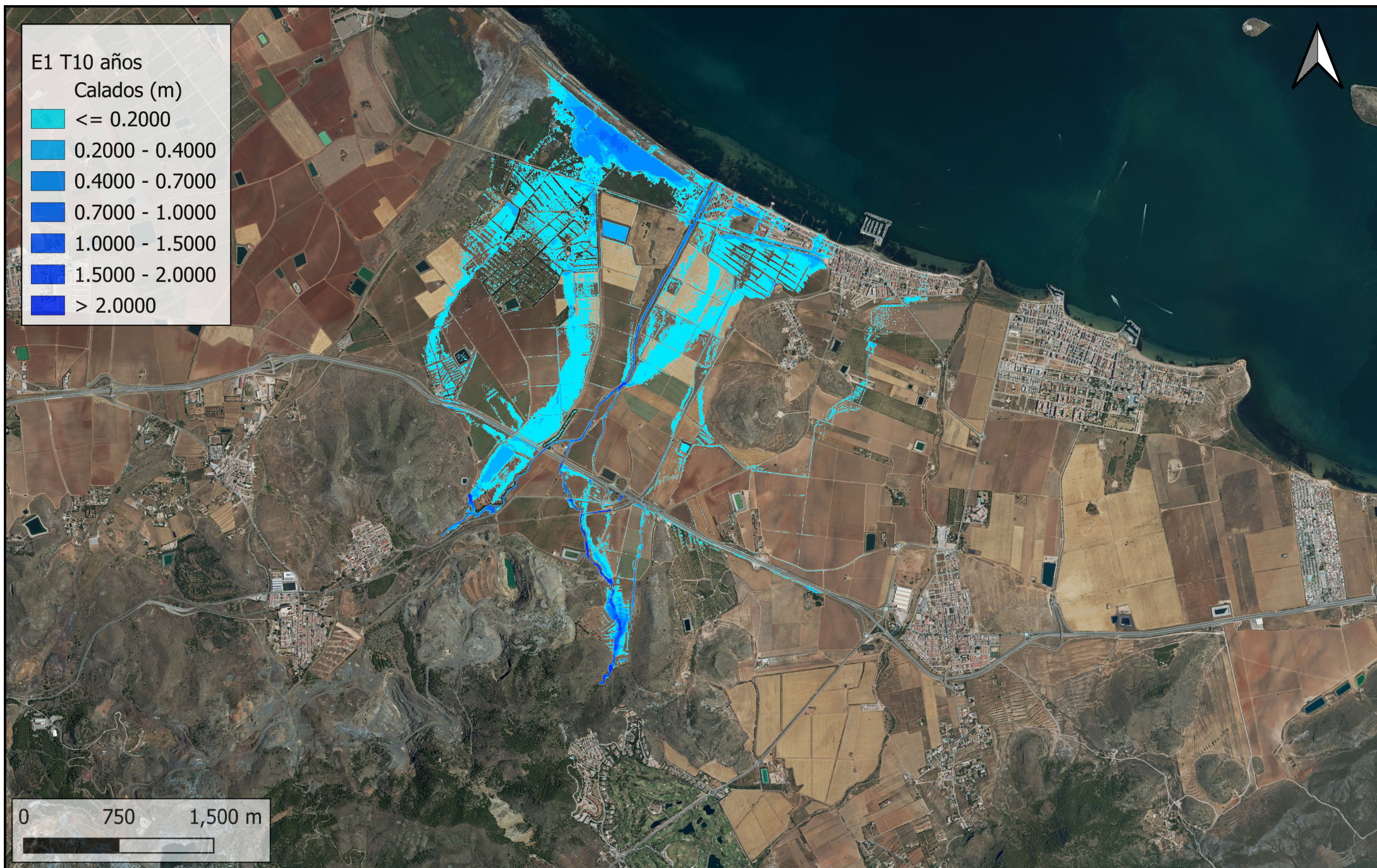
Autor del proyecto

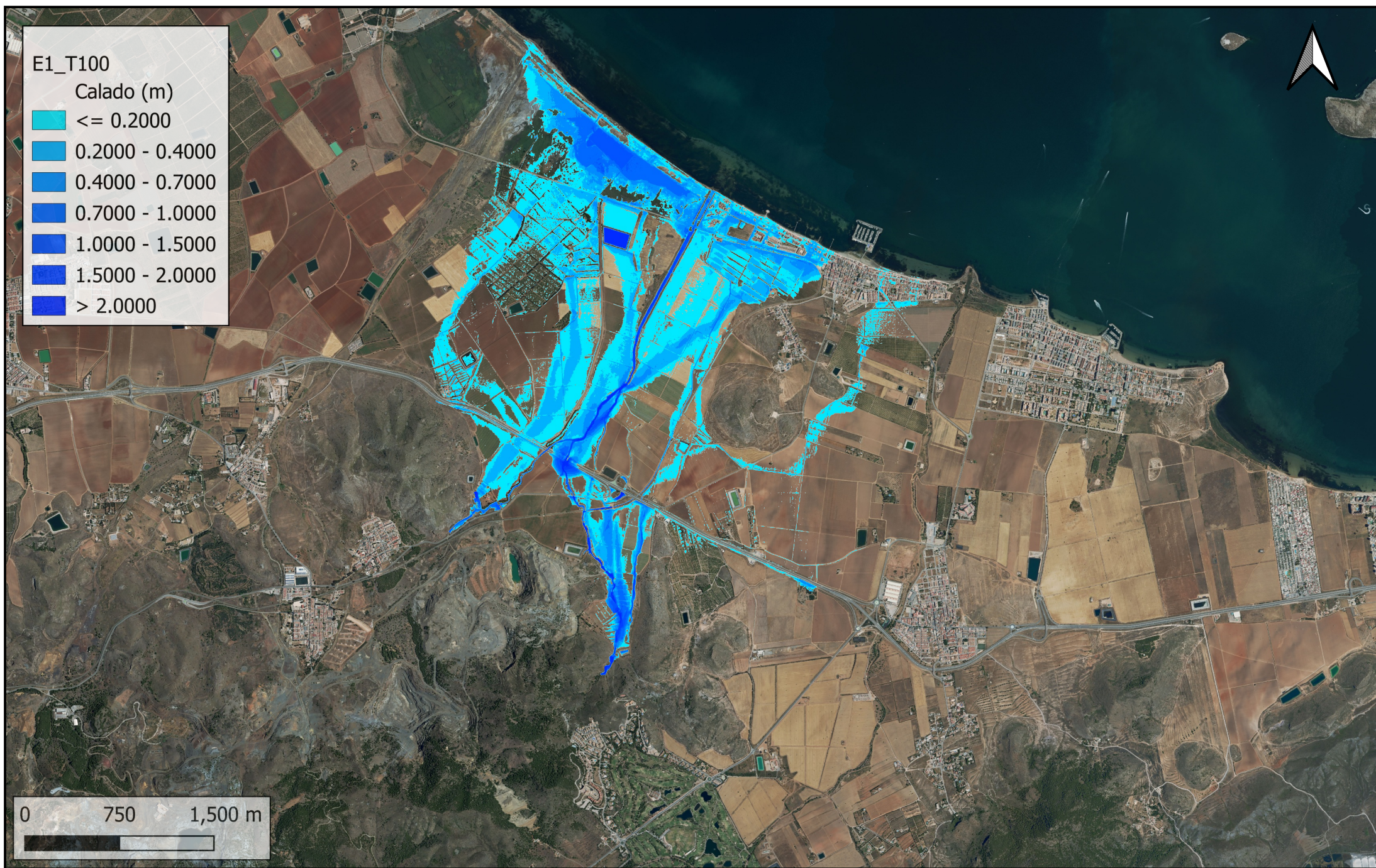
Antonio Carlos García Sánchez

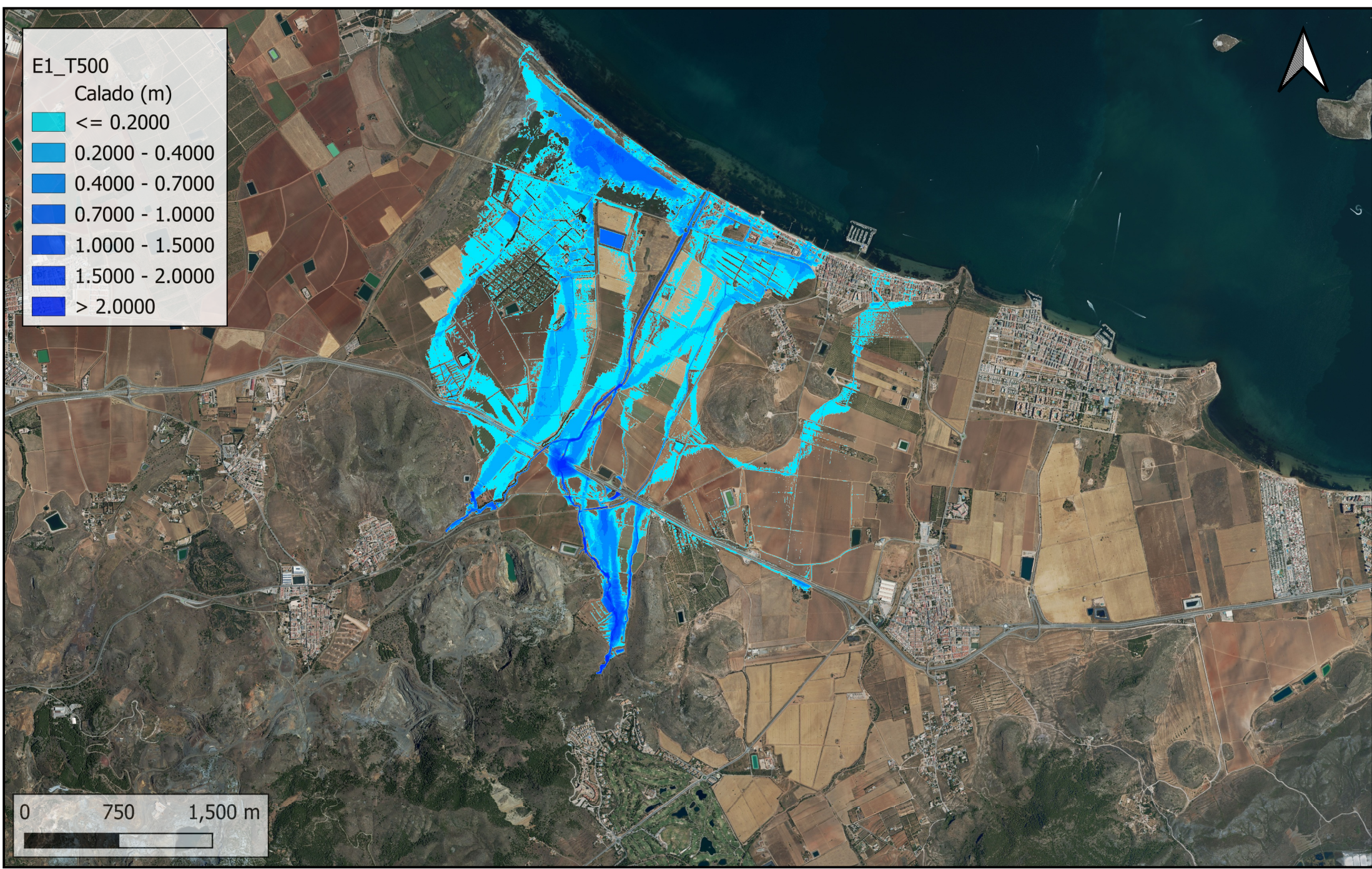
Plano 04. Escenario 0. Peligrosidad por inundación fluvial para T100 años.

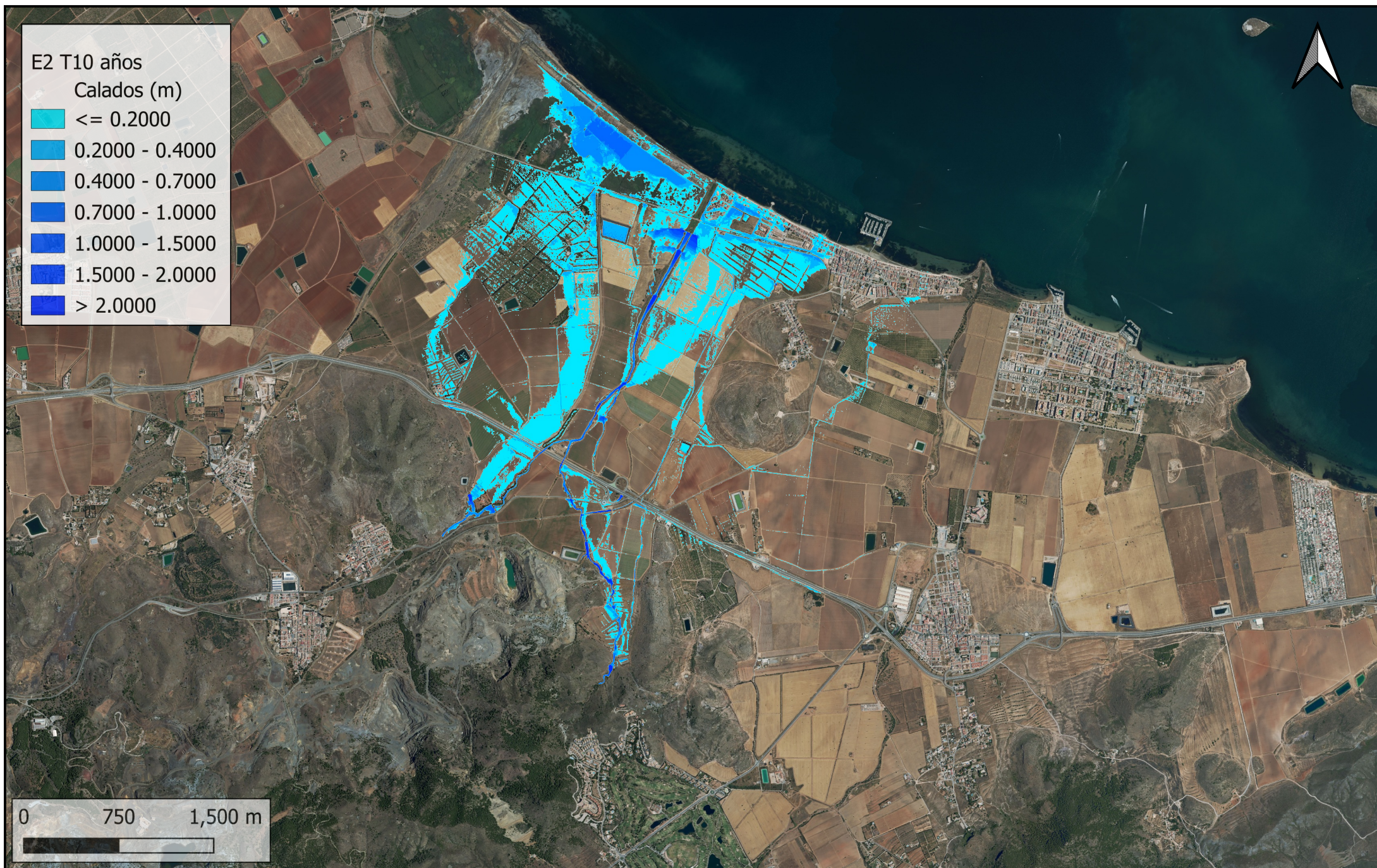
Estudio de inundabilidad de una cuenca drenante al Sur del Mar Menor

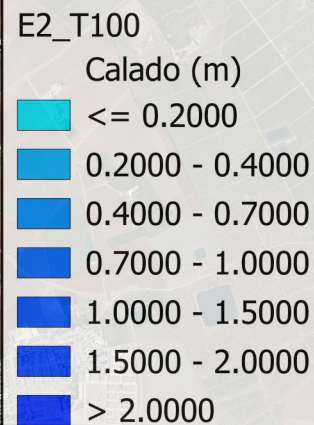








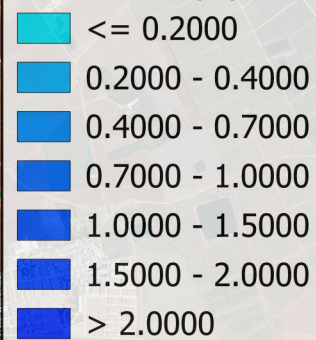




0 750 1,500 m

E2_T500

Calado (m)



0 750 1,500 m



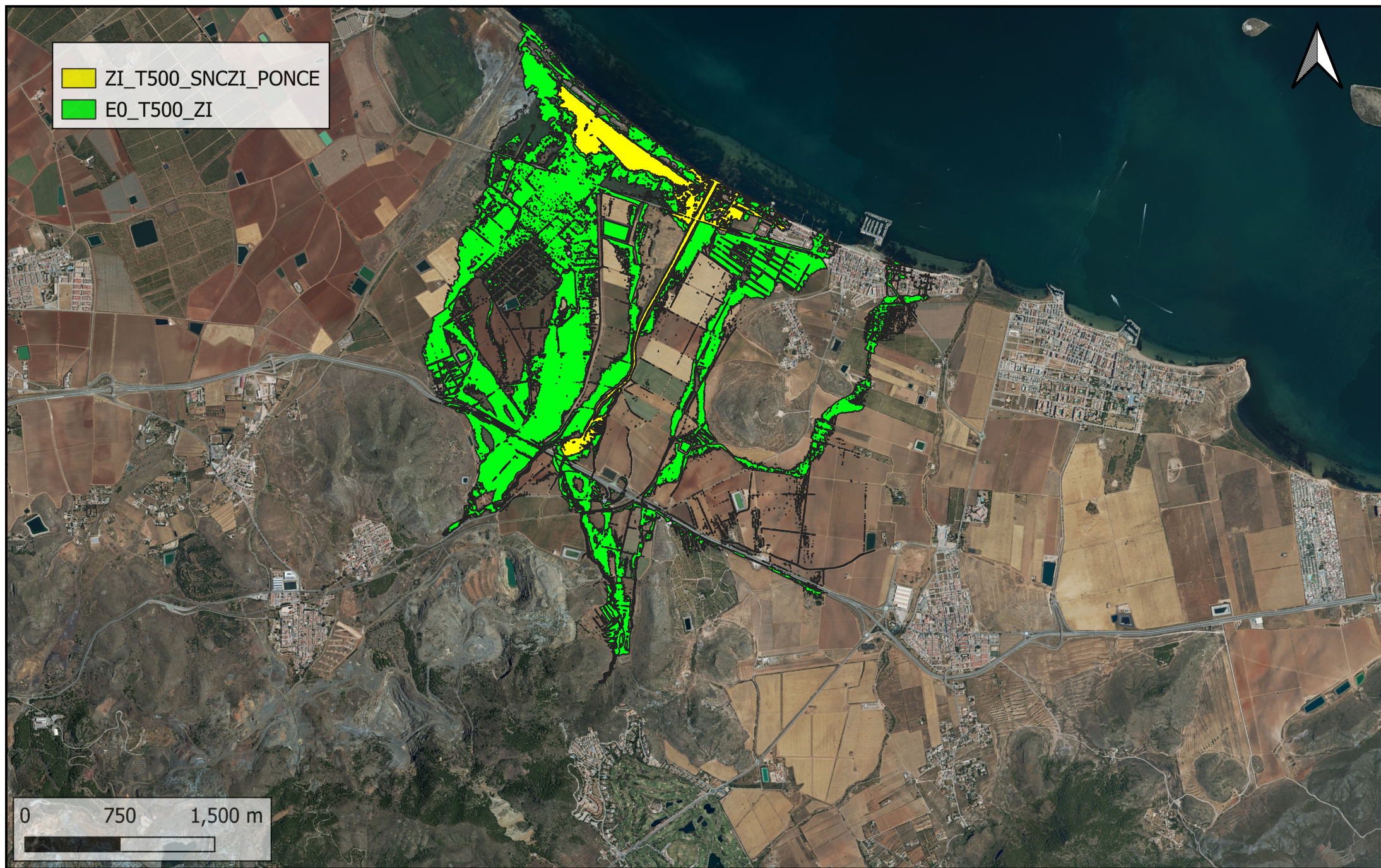
Universidad
Politécnica
de Cartagena

Autor del proyecto

Antonio Carlos García Sánchez

Plano 11. Escenario 2. Peligrosidad por inundación fluvial para T500 años.

Estudio de inundabilidad de una cuenca drenante al Sur del Mar Menor



T10_E1-E0

Diferencia de calados (m)



0 750 1,500 m



Universidad
Politécnica
de Cartagena

Autor del proyecto

Antonio Carlos García Sánchez

Plano 13. Diferencia de calados Escenario 1 - Escenario 0 (T10 años)

Estudio de inundabilidad de una cuenca drenante al Sur del Mar Menor

T100_E1-E0

Diferencia de calados (m)



0 750 1,500 m



Universidad
Politécnica
de Cartagena

Autor del proyecto

Antonio Carlos García Sánchez

Plano 14. Diferencia de calados Escenario 1 - Escenario 0 (T100 años)

Estudio de inundabilidad de una cuenca drenante al Sur del Mar Menor

T500_E1-E0

Diferencia de calados (m)



0 750 1,500 m



Universidad
Politécnica
de Cartagena

Autor del proyecto

Antonio Carlos García Sánchez

Plano 15. Diferencia de calados Escenario 1 - Escenario 0 (T500 años)

Estudio de inundabilidad de una cuenca drenante al Sur del Mar Menor

T10_E2-E0

Diferencia de calados (m)



0 750 1,500 m



Universidad
Politécnica
de Cartagena

Autor del proyecto

Antonio Carlos García Sánchez

Plano 16. Diferencia de calados Escenario 2 - Escenario 0 (T10 años)

Estudio de inundabilidad de una cuenca drenante al Sur del Mar Menor

T100_E2-E0

Diferencia de calados (m)



0 750 1,500 m



Universidad
Politécnica
de Cartagena

Autor del proyecto

Antonio Carlos García Sánchez

Plano 17. Diferencia de calados Escenario 2 - Escenario 0 (T100 años)

Estudio de inundabilidad de una cuenca drenante al Sur del Mar Menor

T500_E2-E0

Diferencia de calados (m)



0 750 1,500 m



Universidad
Politécnica
de Cartagena

Autor del proyecto

Antonio Carlos García Sánchez

Plano 18. Diferencia de calados Escenario 2 - Escenario 0 (T500 años)

Estudio de inundabilidad de una cuenca drenante al Sur del Mar Menor