

Trabajo Fin de Grado
Grado en Ingeniería Civil

Estudio Hidrológico e Hidráulico del Río Corbones a
su paso por la zona urbana de La Puebla de Cazalla
(Sevilla)

Autor: Aitana Valle Garvín

Tutor: Antonio Ruíz Reina

Dep. de Ingeniería Aeroespacial y Mecánica de Fluidos
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2019



Trabajo Fin de Grado
Grado en Ingeniería Civil

Estudio Hidrológico e Hidráulico del Río Corbones a su paso por la zona urbana de La Puebla de Cazalla (Sevilla)

Autor:

Aitana Valle Garvín

Tutor:

Antonio Ruiz Reina

Profesor asociado

Dep. de Ingeniería Aeroespacial y Mecánica de Fluidos

Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Universidad de Sevilla

Sevilla, 2019

Trabajo Fin de Grado: Estudio Hidrológico e Hidráulico del Río Corbones a su paso por la zona urbana de La Puebla de Cazalla (Sevilla)

Autor: Aitana Valle Garvín

Tutor: Antonio Ruíz Reina

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 2019

El Secretario del Tribunal

A mi familia

A mis amigos

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, me gustaría dar las gracias a mis padres. A mi madre, por su disponibilidad y atención todos y cada uno de los días de mi vida. A mi padre, por su constante aprendizaje con el único fin de dar respuesta a todas mis preguntas. A los dos; por el amor, el apoyo, la calma y la motivación.

A mis hermanos, por generar en mi esa nostalgia para querer siempre volver a casa.

A Rocio, por ser mi mano derecha y a veces hasta la izquierda desde el primer día. A Alberto, Lorenzo, Kike, Rafa, Elena e Isa por cada cena, fiesta, concierto, viaje o festival. Por dejarme llenar el mapa de lugares visitados con la mejor de las compañías y por seguir en busca constante de nuevas aventuras. Para mi, sois el mayor regalo que me podría dar la escuela.

A Alejandro, por aparecer cuando no buscaba nada y acompañarme en el camino.

A Civile, por la formación, el apoyo y la confianza. Por hacerme sentir parte de la familia y brindarme la oportunidad de sumergirme en el mundo laboral.

Y, por último, a mi tutor Antonio, por saber esperar y estar disponible cuando era justo el momento.

Aitana Valle Garvín

Sevilla, 2019

RESUMEN

Las inundaciones constituyen el riesgo natural de mayor frecuencia e importancia socioeconómica en España, en general el riesgo ha aumentado en las últimas décadas debido al desarrollo urbanístico llevado a cabo en áreas urbanas. Además, se considera el fenómeno que más víctimas mortales ha provocado desde que se tiene registro de eventos catastróficos históricos.

Debido a la importancia de proteger personas y bienes frente a este riesgo y según la normativa vigente en prevención y gestión del riesgo ante inundaciones, se considera necesario el desarrollo de líneas de actuación dirigidas a medidas de protección como obras de corrección o contención, así como la aplicación de medidas de planificación en la ordenación urbana.

Las inundaciones que periódicamente afectan al municipio de La Puebla de Cazalla son el objeto de estudio de este trabajo, por lo que inicialmente se ha realizado una modelización hidrológica e hidráulica del Río Corbones, junto a la comprobación de los datos oficiales publicados respecto a esta disciplina.

En conclusión, se pretende poner término a los problemas ocasionados por las inundaciones planteando posibles alternativas entre las que se plantearán la construcción de motas de protección, el reemplazo del un puente con baja capacidad hidráulica o la construcción responsable de viviendas bajo condiciones de seguridad.

AGRADECIMIENTOS	9
RESUMEN	11
ÍNDICE	13
ÍNDICE DE TABLAS	15
ÍNDICE DE FIGURAS	17
1 INTRODUCCIÓN	1
2 OBJETO DEL TRABAJO FIN DE GRADO	3
3 ANTECEDENTES	5
3.1 <i>UBICACIÓN</i>	6
3.2 <i>INUNDACIONES HISTÓRICAS</i>	7
3.3 <i>PRESA DE LA PUEBLA DE CAZALLA</i>	7
3.3.1 <i>UBICACIÓN</i>	7
3.3.2 <i>OBJETIVO</i>	9
3.3.3 <i>BREVE CARACTERIZACIÓN</i>	9
3.4 <i>INUNDACIONES ACTUALES</i>	9
3.4.1 <i>SISTEMA NACIONAL DE CARTOGRAFÍA DE ZONAS INUNDABLES</i>	9
3.4.2 <i>ACONTECIMIENTOS ACTUALES</i>	14
4 HIDROLOGÍA	19
4.1 <i>OBJETO DEL ESTUDIO HIDROLÓGICO</i>	19
4.2 <i>ZONIFICACIÓN DEL ESPACIO FLUVIAL</i>	19
4.3 <i>LEGISLACIÓN APLICABLE</i>	21
4.4 <i>CARTOGRAFÍA EMPLEADA</i>	21
4.5 <i>DEFINICIÓN DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DE APORTACIÓN</i>	22
4.6 <i>ANÁLISIS PLUVIOMÉTRICO</i>	24
4.6.1 <i>CÁLCULO DE LA PRECIPITACIÓN DE DISEÑO</i>	24
4.6.2 <i>REDUCCIÓN AREAL DE LA PRECIPITACIÓN</i>	25
4.6.3 <i>DETERMINACIÓN DEL HIETOGRAMA DE DISEÑO</i>	25
4.7 <i>CARACTERIZACIÓN DE LA ESCORRENTÍA</i>	29
4.8 <i>CÁLCULO DE HIDROGRAMAS DE AVENIDA</i>	29
4.8.1 <i>DEFINICIÓN DEL ESQUEMA HIDROLÓGICO</i>	30
4.8.2 <i>PARÁMETROS DE LAS CUENCAS</i>	31
4.8.3 <i>PARÁMETROS DE LOS TRAMOS DE PROPAGACIÓN</i>	31
4.8.4 <i>PARÁMETROS DEL EMBALSE</i>	33
4.8.5 <i>MODELO METEOROLÓGICO</i>	34
4.8.6 <i>CONTROL DE LA SIMULACIÓN</i>	34
4.8.7 <i>RESULTADOS OBTENIDOS</i>	34
4.9 <i>CONSULTA A DATOS OFICIALES</i>	37
5 HIDRÁULICA EN SITUACIÓN ACTUAL	41
5.1 <i>INTRODUCCIÓN</i>	41
5.2 <i>MODELO HIDRÁULICO BIDIMENSIONAL MEDIANTE IBER</i>	41
5.3 <i>PARÁMETROS DE LA SIMULACIÓN</i>	42

5.3.1	DATOS GENERALES DE LA SIMULACIÓN	42
5.3.2	PARÁMETROS DE TIEMPO	42
5.3.3	MODELO TOPOGRÁFICO	43
5.3.4	CARACTERÍSTICAS DEL RTIN	43
5.3.5	RUGOSIDAD	44
5.3.6	CONDICIÓN INICIAL	44
5.3.7	CONDICIONES DE CONTORNO	44
5.3.8	OBRAS DE DRENAJE	44
5.4	ANÁLISIS DE RESULTADOS	49
6	ESTUDIO DE ALTERNATIVAS	61
6.1	<i>PROPUESTA DE MEDIDA CORRECTORA MEDIANTE MOTA DE PROTECCIÓN</i>	64
6.2	<i>PROPUESTA DE REEMPLAZO DE PUENTE EXISTENTE (SE-7203)</i>	70
6.3	<i>PROPUESTA DE MEDIDA CORRECTORA DE PROTECCIÓN DEL SUELO URBANO CONSOLIDADO Y CONSTRUCCIÓN BAJO CONDICIONES DE SEGURIDAD DE LOS NUEVOS DESARROLLOS</i>	76
7	CONCLUSIONES	83
	REFERENCIAS	85
	GLOSARIO	87
	APÉNDICE 1: HIETOGRAMAS DE PRECIPITACIÓN TOTAL	89
	APÉNDICE 2: HIDROGRAMAS OBTENIDOS MEDIANTE HEC-HMS	131
	APÉNDICE 3: MÉTODOLÓGÍA PARA EL CÁLCULO DE LA RUGOSIDAD	163
	APÉNDICE 4: HIDROGRAMA SINTÉTICO A PARTIR DE CAUDAL PUNTA DEL SNCZI	176
	APÉNDICE 5: PLANOS	177

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4-1 Características de las subcuencas definidas	23
Tabla 4-2 Valores medios de precipitación máxima diaria obtenidos para cada una de las subcuencas de estudio y los periodos de retorno considerados	24
Tabla 4-3 Valores medios de precipitación máxima diaria obtenidos en cada una de las subcuencas corregidos según el factor de reducción areal	25
Tabla 4-4 Valores medios del factor de torrencialidad en cada una de las subcuencas de estudio	26
Tabla 4-5 Valores medios del número de curva en cada una de las subcuencas de estudio	29
Tabla 4-6 Parámetros característicos de las cuencas del modelo HMS	31
Tabla 4-7 Parámetros característicos de los tramos de propagación del modelo HMS	32
Tabla 4-8 Caudal punta del hidrograma para cada periodo de retorno considerado (sin embalse)	35
Tabla 4-9 Caudal punta del hidrograma para cada periodo de retorno considerado (con embalse)	36
Tabla 4-10 Comparacion de caudales punta obtenidos mediante CAUMAX y HEC-HMS sin embalse	38
Tabla 5-1 Parámetros generales de la simulación	42
Tabla 5-2 Parámetros del RTIN	43
Tabla 5-3 Parámetros generales para el puente A-92	46
Tabla 5-4 Parámetros generales para el puente SE-7203	48
Tabla 6-1 Factor de gravedad para el cálculo de la peligrosidad [27].	61
Tabla 6-2 Factor en función de la probabilidad de ocurrencia [27].	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3-1. Ubicación del término municipal de La Puebla de Cazalla dentro de Sevilla y Andalucía.	5
Figura 3-2. Tramo del Río Corbones a su paso por el núcleo poblacional de La Puebla de Cazalla (Fuente: Servicio WMS Ortofoto Vuelo Americano 1956-1957 ofrecido por el IGN[3]).	6
Figura 3-3. Nuevas construcciones cercanas al Río Corbones dentro del término municipal de La Puebla de Cazalla (Fuente: Servicio WMS Ortofoto PNOA Máxima Actualidad ofrecido por el IGN[3]).	6
Figura 3-4. Zona de ubicación del embalse anterior a su construcción (Fuente: WMS Ortofoto Vuelo Nacional (1981-1986) – IGN[3]).	7
Figura 3-5. Ubicación del embalse y presa de La Puebla de Cazalla (Fuente: WMS PNOA 2016 – IGN[3]).	7
Figura 3-6. Ubicación del embalse y presa de La Puebla de Cazalla dentro del municipio y representación de municipios limítrofes.	8
Figura 3-7. Cuenca de aportación del Río Corbones con punto de control en la presa.	8
Figura 3-8. Imagen de la presa (Fuente: SEPREM – Sociedad Española de Presas y Embalses [6]).	9
Figura 3-9. Llanura de inundación correspondiente a 500 años (probabilidad baja) publicada por SNCZI[8].	10
Figura 3-10. Clasificación del suelo [9] ocupado por la llanura de inundación correspondiente a 500 años del SNCZI.	11
Figura 3-11. Llanura de inundación correspondiente a 100 años (probabilidad media) publicada por SNCZI.	12
Figura 3-12. Llanura de inundación correspondiente a 50 años (probabilidad alta) publicada por SNCZI.	12
Figura 3-13. Llanura de inundación correspondiente a 10 años (probabilidad muy alta) publicada por SNCZI.	13
Figura 3-14. Llanuras de inundación correspondientes a todos los periodos de retorno publicados por SNCZI.	13
Figura 3-15. Fotografías realizadas en la zona el día 30 de noviembre de 2017 tras la inundación del día anterior.	15
Figura 3-16. Fotografía histórica del puente (Fuente: Archivo municipal).	16
Figura 3-17. Croquis aproximado del puente en su construcción (Fuente: elaboración propia).	16
Figura 3-18. Fotografía actual del puente.	16
Figura 3-19. Perfil del río Corbones en el entorno de estudio y ubicación de elementos principales.	17
Figura 3-20. Registro del puente dentro del Catálogo-Inventario histórico de los puentes de Andalucía: provincia de Sevilla (Fuente: biblioteca de la Conserjería de Fomento y Vivienda, Sevilla).[11]	18
Figura 4-1. Delimitación de zona de flujo preferente.	20
Figura 4-2. Delimitación de las diferentes franjas del cauce y contiguas al mismo.	20
Figura 4-3. Cuenca de aportación del Río Corbones completa (hasta punto de control establecido).	22
Figura 4-4. Subdivisión de la cuenca de aportación del Río Corbones.	23
Figura 4-5. Factor de torrencialidad en la zona de estudio [14].	26
Figura 4-6. Hietograma de precipitación total asociado a un período de retorno de 100 años en la subcuenca PC1.	27
Figura 4-7. Hietograma de precipitación total asociado a un período de retorno de 100 años en la subcuenca PC2.	27

Figura 4-8. Hietograma de precipitación total asociado a un período de retorno de 100 años en la subcuenca PC3.	27
Figura 4-9. Hietograma de precipitación total asociado a un período de retorno de 100 años en la subcuenca PC4.	27
Figura 4-10. Hietograma de precipitación total asociado a un período de retorno de 500 años en la subcuenca PC1.	28
Figura 4-11. Hietograma de precipitación total asociado a un período de retorno de 500 años en la subcuenca PC2.	28
Figura 4-12. Hietograma de precipitación total asociado a un período de retorno de 500 años en la subcuenca PC3.	28
Figura 4-13. Hietograma de precipitación total asociado a un período de retorno de 500 años en la subcuenca PC4.	28
Figura 4-14. Estructura del modelo implementado en HMS.	30
Figura 4-15. Estructura del modelo implementado en HMS (no consideración embalse).	31
Figura 4-16. Almacenamiento en prisma y por cuña de un tramo de cauce.	32
Figura 4-17. Curva cota-volumen del embalse.	33
Figura 4-18. Curva cota-descarga del embalse.	34
Figura 4-19. Hidrograma de salida para la avenida de 100 años en el punto de control sin embalse.	35
Figura 4-20. Hidrograma de salida para la avenida de 500 años en el punto de control sin embalse.	35
Figura 4-21. Hidrograma de salida para la avenida de 100 años en el punto de control con embalse.	36
Figura 4-22. Hidrograma de salida para la avenida de 500 años en el punto de control con embalse.	36
Figura 4-23. Efecto laminador del embalse para la avenida de 100 años.	37
Figura 4-24. Efecto laminador del embalse para la avenida de 500 años.	37
Figura 4-25. Consulta de caudal punta realizada al estudio del SNCZI (T= 500 años) [8].	37
Figura 4-26. Consulta de caudal punta realizada al estudio del SNCZI (T= 100 años) [8].	38
Figura 5-1. Modelo digital del terreno utilizado para el cálculo hidráulico.	43
Figura 5-2. Usos de suelo en la zona de estudio (SIOSE) [22].	44
Figura 5-3. Localización de las obras de drenaje.	45
Figura 5-4. Recorrido A-92 en la comunidad autónoma de Andalucía [23].	45
Figura 5-5. Fotografía puente A-92 (Fuente: Elaboración propia).	45
Figura 5-6. Vista 3D del modelo del terreno en las inmediaciones del puente de la A-92.	46
Figura 5-7. Ubicación de la SE-7203 [24].	46
Figura 5-8. Fotografía puente SE-7203 (Fuente: Elaboración propia).	47
Figura 5-9. Vista 3D del modelo del terreno en las inmediaciones del puente de la SE-7203.	47
Figura 5-10. Gráfica de la geometría paramétrica introducida.	47
Figura 5-11. Mapa de calados máximos (T 500) para situación actual considerando hidrología del SNCZI.	50
Figura 5-12. Mapa de velocidades máximas (T 500) para situación actual considerando hidrología del SNCZI.	51
Figura 5-13. Comparativa de la llanura de inundación obtenida (amarillo) con la cartografía del SNCZI (verde) ambas para 500 años.	51
Figura 5-14. Análisis de afección de la llanura de inundación para 500 años al suelo urbano.	52
Figura 5-15. Mapa de calados máximos (T 500) para situación actual considerando hidrología propia.	52

Figura 5-16. Mapa de velocidades máximas (T 500) para situación actual considerando hidrología propia.	53
Figura 5-17. Comparativa de las llanuras de inundación obtenida con las distintas hidrologías; SNCZI (perfil amarillo) y propia (perfil rojo).	53
Figura 5-18. Perfil longitudinal del río comparando terreno actual y lámina de agua para T = 500 años.	54
Figura 5-19. Mapa de calados máximos (T 100) para situación actual considerando hidrología propia.	55
Figura 5-20. Mapa de velocidades máximas (T 100) para situación actual considerando hidrología propia.	55
Figura 5-21. Perfil longitudinal del río comparando terreno actual y lámina de agua para T = 100 años.	56
Figura 5-22. Zonificación de la Zona de Flujo Preferente como Vía de Intenso Desagüe + Zona de Inundación Peligrosa [25].	57
Figura 5-23. Zona de Inundación Peligrosa.	57
Figura 5-24. Vía de Intenso Desagüe.	58
Figura 5-25. Zona de Flujo Preferente.	58
Figura 5-26. Zona de Flujo Preferente oficial [26].	59
Figura 5-27. Comparativa entre la Zona de Flujo Preferente oficial (contorno verde) y la Zona de Flujo Preferente obtenida (contorno lila).	59
Figura 6-1. Mapa de peligrosidad (T 100) para situación actual.	62
Figura 6-2. Zonas del PGOU afectadas por la inundabilidad (T=500 años) [9].	63
Figura 6-3. Propuesta mota de protección en el margen izquierdo.	64
Figura 6-4. Propuesta mota de protección a ambos márgenes.	65
Figura 6-5. Sección de posible uso público y defensivo de la mota de protección [29].	65
Figura 6-6. Sacos terreros [30].	66
Figura 6-7. Barrera de protección Hydrosack [31].	66
Figura 6-8. Barrera anti-inundación Mega Secur. [32]	66
Figura 6-9. Muro de contención NOAQ-Boxwall. [33]	67
Figura 6-10. Mapa de calados máximos (T 500) para situación futura considerando las motas de protección.	67
Figura 6-11. Mapa de velocidades máximas (T 500) para situación futura considerando las motas de protección.	68
Figura 6-12. Mapa de cota de lámina de agua máxima (T 500) para situación futura considerando las motas de protección.	68
Figura 6-13. Comparativa del terreno actual y la cota de lámina de agua máxima obtenida en la simulación.	69
Figura 6-14. Comparativa del situación actual y proyectada respecto a la cota de lámina de agua máxima.	69
Figura 6-15. Mapa de calados máximos (T 500) para situación futura considerando la demolición del puente de la SE-7203 y las motas de protección.	70
Figura 6-16. Mapa de velocidades máximas (T 500) para situación futura considerando la demolición del puente de la SE-7203 y las motas de protección.	71
Figura 6-17. Disminución de la llanura en planta al desobstaculizar el flujo con la eliminación del puente de la SE-7203.	71
Figura 6-18. Disminución de los calados máximos al desobstaculizar el flujo con la eliminación del puente de la SE-7203.	72

Figura 6-19. Aumento de las velocidades al desobstaculizar el flujo con la eliminación del puente de la SE-7203.	72
Figura 6-20. Máximas elevaciones de la cota de agua (T 500) para situación futura considerando la demolición del puente de la SE-7203 y las motas de protección.	73
Figura 6-21. Diseño conceptual del nuevo puente. (Elaboración propia con Infracore).	73
Figura 6-22. Comparativa del situación actual y proyectada respecto a la cota de lámina de agua máxima.	74
Figura 6-23. Ubicación en planta de la mota ubicada en la margen izquierda.	74
Figura 6-24. Ubicación en planta de la mota ubicada en la margen derecha.	75
Figura 6-25. Limitaciones de usos aplicables a nivel estatal (art.9 bis, 9 ter, 9 quáter y 14 bis del RDPH) Fuente: Interpretación de Zonas Inundables: Directiva de Inundaciones, Ley de Aguas y Reglamento del Dominio Público Hidráulico. [34]	77
Figura 6-26. Zonas del PGOU afectadas por la inundabilidad (T=500 años). [9]	77
Figura 6-27. Futuros desarrollos según PGOU (Urbanizaciones y subestación).	78
Figura 6-28. Mapa de calados máximos (T 500) para situación futura considerando la elevación de los futuros crecimientos.	78
Figura 6-29. Mapa de velocidades máximas (T 500) para situación futura considerando la elevación de los futuros crecimientos.	79
Figura 6-30. Máximas elevaciones de la cota de agua (T 500) para situación futura considerando la elevación de los futuros crecimientos.	79
Figura 6-31. Comparativa del terreno actual y la cota de lámina de agua máxima obtenida en la simulación.	80
Figura 6-32. Comparativa del situación actual y proyectada respecto a la cota de lámina de agua máxima.	80
Figura 6-33. Tipología vivienda con planta baja inundable. [28]	81
Figura 6-34. Tipología vivienda pilotada. [28] [35]	82

1 INTRODUCCIÓN

“Si hay magia en este planeta, está contenida en el agua”.

- Loran Eisely -

Cuando hablamos de inundaciones fluviales, lo hacemos sobre procesos naturales que se producen periódicamente, producidos por lluvias torrenciales, desborde de ríos o subidas extraordinarias de la marea.

Es en los valles de los grandes ríos donde se han asentado tradicionalmente las poblaciones y se sitúan actualmente las grandes ciudades, ya sea por la necesidad de comunicación, la existencia de agua potable o que sus tierras tengan las mejores condiciones para la agricultura. Basta con mencionar las civilizaciones egipcia en el Nilo, Mesopotámica entre el Tigris y el Éufrates, Romana en el Tíber y China en el Yangtsé.

Es también histórico la existencia de inundaciones y el intento del ser humano por hacer frente a estas; así nacen los diques, motas de protección y las primeras grandes obras hidráulicas para conducir el agua de consumo hacia asentamientos en zonas menos vulnerables.

Entre algunas de las medidas para control de inundaciones se encuentran las conocidas presas en las que su embalse se comporta como un pulmón que se llena cuando llega una onda de avenida hasta que se produce la descarga de esta bien por aliviadero o desagüe disminuyendo las consecuencias que la avenida provocaría si el embalse no existiese. Es ya desde los antiguos egipcios que se tiene conocimiento histórico de dichas construcciones siendo la primera presa la llamada Sadd el-Kafara situada al sur del Cairo; aunque se sabe que los trabajos de construcción duraron hasta 12 años, comenzando entorno al 2.770 a.c., no llegó a acabarse siendo destruida por una inundación inesperada. Posteriormente, no es hasta el año 100 d.c. que se tiene evidencia de las primeras presas de gravedad realizadas con hormigón por parte de los Romanos.

En concreto en España, los riesgos geológicos e hidrometeorológicos dan lugar a importantes pérdidas económicas y daños sociales siendo las que mayores pérdidas suponen, entorno al 0,1% del Producto Interior Bruto [1], las inundaciones. Debido a esto, aparece la necesidad de realizar estudios cuyo objeto sea la mejor ordenación territorial, de infraestructuras y de obras públicas; así como la organización y conocimiento de compañías de seguros, protección civil, etc., siendo esto cada vez más necesario debido al nivel de seguridad que exige el desarrollo de una sociedad moderna.

La prevención y mitigación de los daños por inundaciones debe incorporarse a las actividades constructivas, de planificación urbana, ordenación del territorio y al diseño de obras e infraestructuras seguras en zonas de riesgo, con la finalidad de evitar víctimas y costes sociales y económicos. Ya que, aunque las inundaciones son fenómenos naturales que no pueden evitarse es necesario que la forma en la que se desarrollan las actividades humanas no contribuya a aumentar las posibilidades de ocurrencia o sus impactos negativos asociados.

2 OBJETO DEL TRABAJO FIN DE GRADO

“El agua es un caos sensible.”

- Novalis -

Este Trabajo Fin de Grado consiste en el análisis de la inundabilidad en el entorno del municipio de La Puebla de Cazalla, en la provincia de Sevilla.

En término municipal de La Puebla de Cazalla se encuentra dividido por el curso del Río Corbones; uno de los afluentes más importantes, junto al Río Guadaíra, del Río Guadalquivir por su margen izquierda. Es también debido a su situación próxima a la desembocadura en el Río Guadalquivir que la cuenca del Río Corbones a su paso por La Puebla de Cazalla posee una gran envergadura.

La finalidad de este documento es delimitar las zonas inundables que se ven afectadas por las avenidas del Río Corbones en el entorno del núcleo poblacional de La Puebla de Cazalla. En este sentido se proponen una serie de medidas correctoras con el fin de proteger el suelo urbano que queda dentro de la citada zona inundable.

Para ello se analiza la llanura de inundación correspondiente al periodo de retorno de 100 y 500 años.

El análisis del periodo de retorno de 100 años permite delimitar la Zona de Flujo Preferente (envolvente de la Vía de Intenso Desagüe y la Zona de Inundación Peligrosa), definida en el Reglamento del Dominio Público Hidráulico[2].

Finalmente, el análisis del periodo de retorno de 500 años se encuentra motivado por la necesidad de protección del suelo urbano de La Puebla de Cazalla que se encuentra en las inmediaciones del cauce que discurre por citado núcleo, el Río Corbones.

3 ANTECEDENTES

“El río sabe que existe el mar incluso antes de alcanzar las orillas”.

- Khalil Gibran -

La historia del municipio de La Puebla de Cazalla se remonta en torno a los siglos VII y VI a.c en la zona del Castillo, ya que se piensa que fuera una de las torres construidas por los iberos turdetanos para la defensa de su territorio.

Posteriormente son varias las civilizaciones que ocupan este territorio hasta el día de hoy.

Actualmente se encuentra dentro de la provincia de Sevilla en su parte más oriental siendo limítrofe con los términos de Morón de la Frontera, Marchena, Osuna y Villanueva de San Juan.

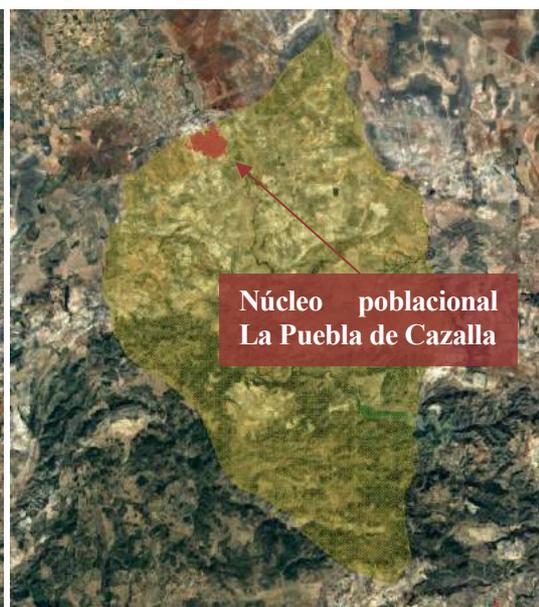
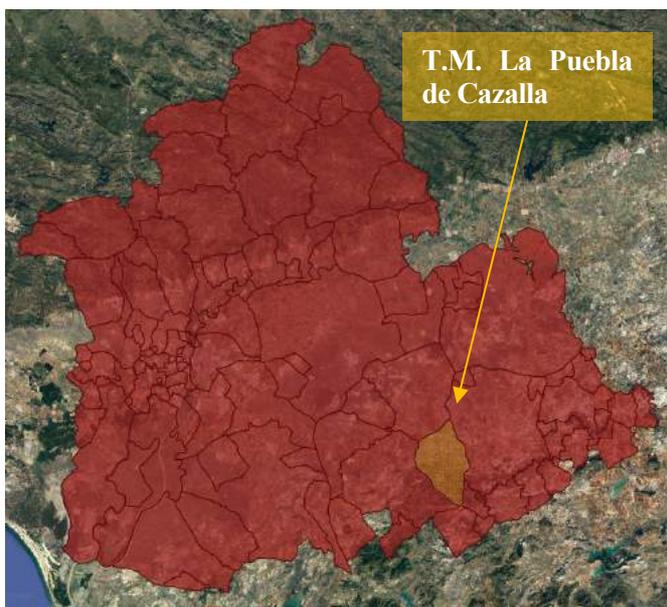


Figura 3-1. Ubicación del término municipal de La Puebla de Cazalla dentro de Sevilla y Andalucía.

3.1 UBICACIÓN

La posición de este municipio ha estado siempre ligada al curso del Río Corbones.

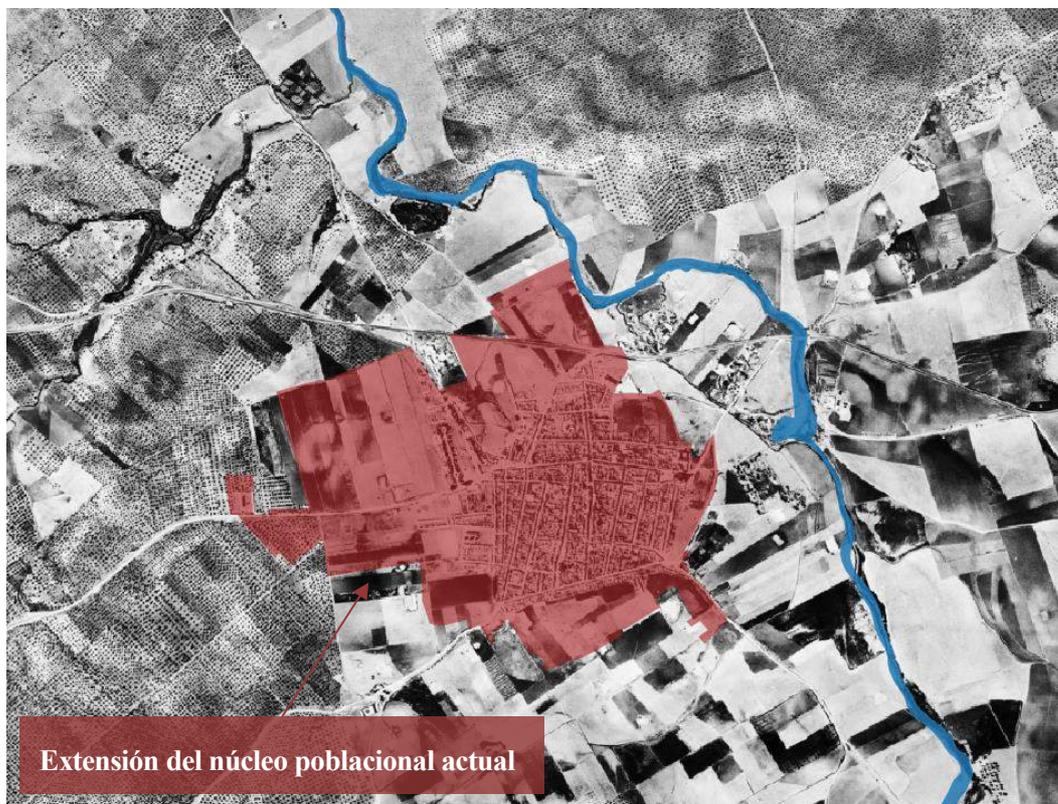


Figura 3-2. Tramo del Río Corbones a su paso por el núcleo poblacional de La Puebla de Cazalla (Fuente: Servicio WMS Ortofoto Vuelo Americano 1956-1957 ofrecido por el IGN[3]).

El crecimiento del asentamiento principal del municipio siempre ha sido en dirección oeste ya que el río limita su evolución hacia el este; aun así, se han realizado construcciones cercanas a las orillas del río.

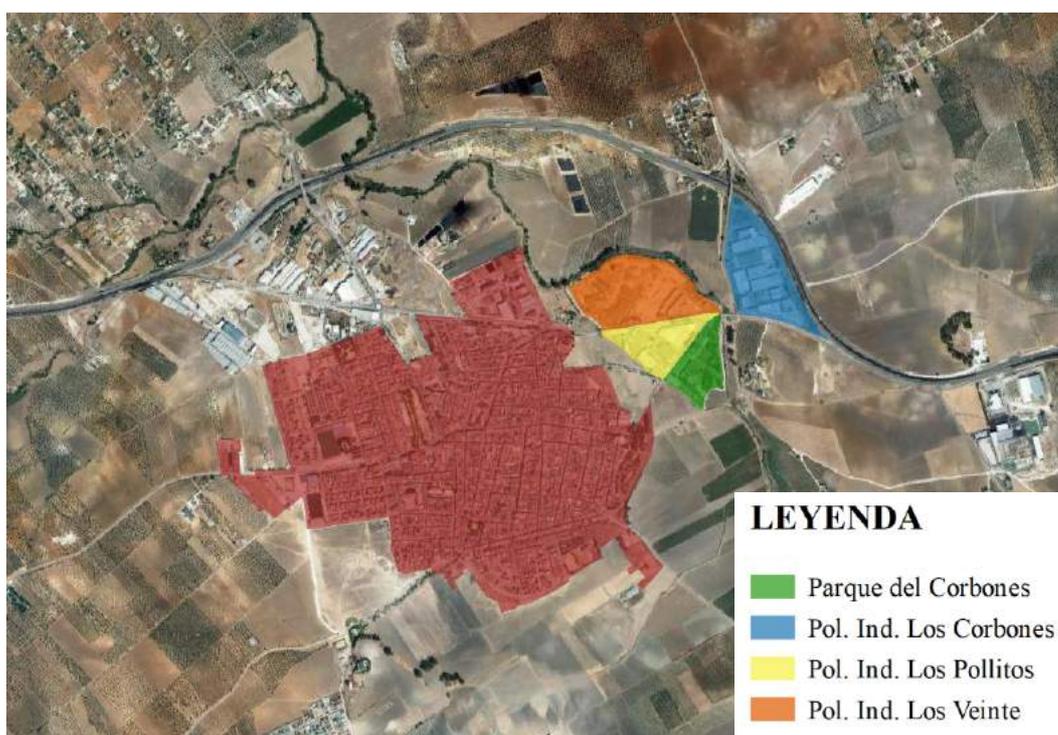


Figura 3-3. Nuevas construcciones cercanas al Río Corbones dentro del término municipal de La Puebla de Cazalla (Fuente: Servicio WMS Ortofoto PNOA Máxima Actualidad ofrecido por el IGN[3]).

3.2 INUNDACIONES HISTÓRICAS

El núcleo poblacional de La Puebla de Cazalla ha sufrido inundaciones en reiteradas ocasiones a lo largo de su historia siendo en los últimos años cada vez mayor su frecuencia debido a que las lluvias torrenciales hacen que los arroyos, que no tienen capacidad suficiente, desborden de manera en que se inundan las zonas industriales más cercanas al cauce, las carreteras quedan inutilizables al pasar el agua por encima de estas llegando incluso a alcanzar parte del núcleo urbano.

El tramo de estudio correspondiente al Río Corbones se encuentra dentro de las Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación recogidas por Confederación Hidrográfica del Guadalquivir en su Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación redactada entre 2012-2013[4], tras la cual se pretende detectar los puntos problemáticos con el fin de diseñar los correspondientes planes de gestión de riesgo de inundaciones.

Se ha consultado la documentación publicada por La Comisión Técnica de Emergencia por Inundaciones (CTEI) [5] creada por La Comisión Nacional de Protección Civil donde se realiza un análisis de inundaciones históricas hasta el año 1.985 identificándose las correspondientes al tramo de estudio a continuación:

- **Junio 1.920** Este mes se produjo una riada en el citado río que fue la más grande que se ha conocido en el Término Municipal de Puebla de Cazalla. El casco urbano de esta población no fue afectado por el desbordamiento, pero no ocurrió lo mismo con los cultivos, que se vieron fuertemente dañados.
- **Año 1.934-1.935** La inundación más grande que se recuerda. Llegó hasta el pueblo de Carmona, que está a 6 km del río. No se sabe a ciencia cierta la fecha concreta en que se registró.
- **Año 1.940** A lo largo de este año, sin que haya podido determinarse las fechas concretas, se produjeron inundaciones con daños de cierta cuantía en la población de Carmona, a raíz de la crecida del río Corbones.
- **20-24 de octubre de 1.979** En la comarca de Utrera por una fuerte tormenta que duró varias horas y que dio lugar al desbordamiento del río Corbones, una verdadera tromba de agua, lodo y leña de los montes arrasó huertas de la Sierra sur, destruyó viviendas, arrancó olivos y también se llevó por delante numerosos animales.

3.3 PRESA DE LA PUEBLA DE CAZALLA

La presa de Puebla de Cazalla, construida en 1994, está situada sobre el Río Corbones que pertenece a la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir, con una capacidad a nivel máximo normal de 73,7 hm³ y una altura desde cimientos de 71 m tiene como principal objetivo la regulación del Río Corbones [6].



Figura 3-4. Zona de ubicación del embalse anterior a su construcción (Fuente: WMS Ortofoto Vuelo Nacional (1981-1986) – IGN[3]).



Figura 3-5. Ubicación del embalse y presa de La Puebla de Cazalla (Fuente: WMS PNOA 2016 – IGN[3]).

3.3.1 UBICACIÓN

La presa se sitúa a 17 kilómetros en dirección sureste desde el núcleo poblacional de La Puebla de Cazalla,

represa las aguas del Río Corbones dentro del municipio que le cede su nombre.



Figura 3-6. Ubicación del embalse y presa de La Puebla de Cazalla dentro del municipio y representación de municipios limítrofes.

El Río Corbones nace entre las provincias de Cádiz y Málaga y desagua en el Guadalquivir en la zona norte del término municipal de Carmona, discurriendo gran parte de sus 177 km de recorrido por la provincia de Sevilla. Su cuenca total ocupa una superficie de 1.826 km², siendo la correspondiente al punto de control que supone la presa de tan solo 302 km².



Figura 3-7. Cuenca de aportación del Río Corbones con punto de control en la presa.

3.3.2 OBJETIVO

Los principales objetivos por los que se contruye la presa son:

1. Regulación del Río Corbones

La regulación de caudales mediante embalses permite gestionar eventos hidrológicos extremos reduciendo la intensidad de las avenidas o manteniendo un caudal ecológico constante en periodos de estiaje.

2. Abastecimiento a pueblos de la Sierra Sur

La regulación de caudales tiene otros conocidos usos como el abastecimiento a ciudades e industrias, producción de energía hidroeléctrica, suministro a zonas de regadío, ...

3. Riego de 3.424 ha pertenecientes a los municipios de La Puebla de Cazalla y Marchena.

Actualmente, debido a la salinidad del agua embalsada debida los yesos de keuper que atraviesan el Río Corbones hace que su único cometido sea el de la laminación de avenidas y regulación del río, existiendo un uso ocasional de regantes.[7]

3.3.3 BREVE CARACTERIZACIÓN

Se trata de una presa de hormigón con una altura sobre cimientos de 71 metros y con una cota de coronación de +278,00 metros.

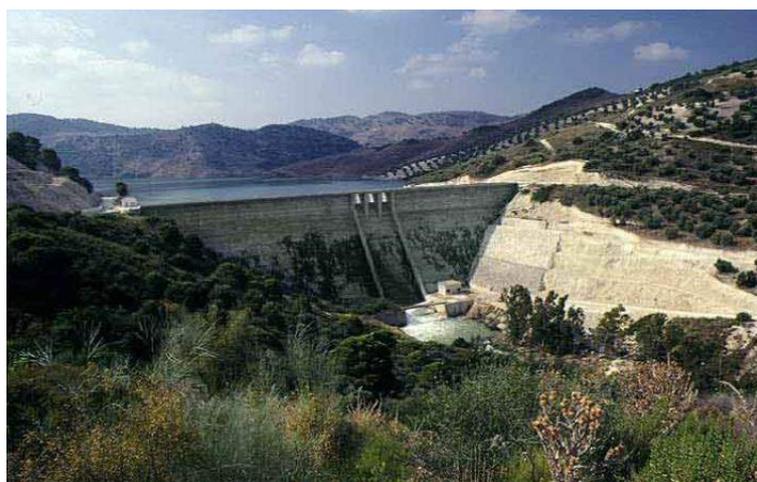


Figura 3-8. Imagen de la presa (Fuente: SEPREM – Sociedad Española de Presas y Embalses [6]).

La presa cuenta con un aliviadero cuya capacidad de alivio es de 400 m³/s y un único desagüe con una capacidad de 28,84 m³/s.

3.4 INUNDACIONES ACTUALES

A pesar de que el objetivo principal de la construcción de la presa de La Puebla de Cazalla es la regulación y el control de avenidas en el Río Corbones, su laminación de la avenida no es suficiente para controlar las inundaciones en el entorno del núcleo poblacional del municipio.

3.4.1 SISTEMA NACIONAL DE CARTOGRAFÍA DE ZONAS INUNDABLES

El MAPAMA siguiendo los principios de la Directiva 2007/60 sobre evaluación y gestión de riesgos de inundación ha desarrollado el **Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI)** [8] como instrumento de apoyo a la gestión del espacio fluvial, la prevención de riesgos, la planificación territorial y la transparencia administrativa.

El sistema tiene como base una cartografía que permite visualizar los estudios de zonas inundables elaborados por el Ministerio y las Comunidades Autónomas.



Figura 3-9. Llanura de inundación correspondiente a 500 años (probabilidad baja) publicada por SNCZI[8].

Se trata del estudio con identificador ES050-BG028-01 realizado por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente con el fin de elaborar cartografía del Dominio Público Hidráulico y los mapas de peligrosidad y riesgo de la directiva 2007/60 en el marco del SNCZI.

Para llegar a comprender las implicaciones que tiene la delimitación de esta zona inundable se va a analizar la clasificación del suelo en término municipal de La Puebla de Cazalla según el último Plan General de Ordenación Urbana (PGOU) [9].

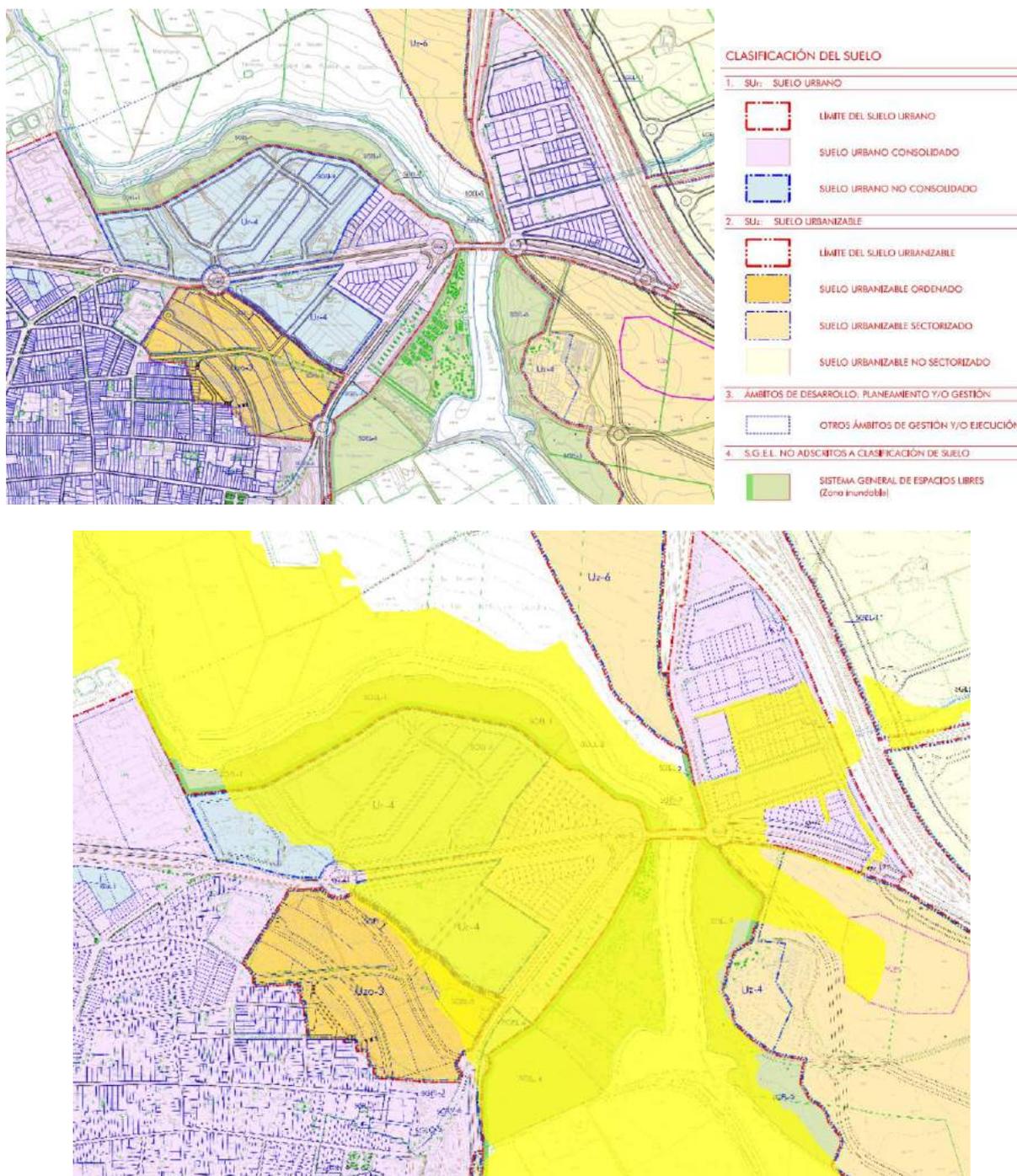


Figura 3-10. Clasificación del suelo [9] ocupado por la llanura de inundación correspondiente a 500 años del SNCZI.

Como se puede extraer de las anteriores imágenes, según dicha cartografía tanto parte del suelo urbano consolidado, como el no consolidado, así como parte del suelo urbanizable sectorizado y ordenado quedan dentro de la llanura de inundación.

De manera adicional se muestran el resto de llanuras de inundación publicadas por el SNCZI para los periodos de retorno de 100, 50 y 10 años:

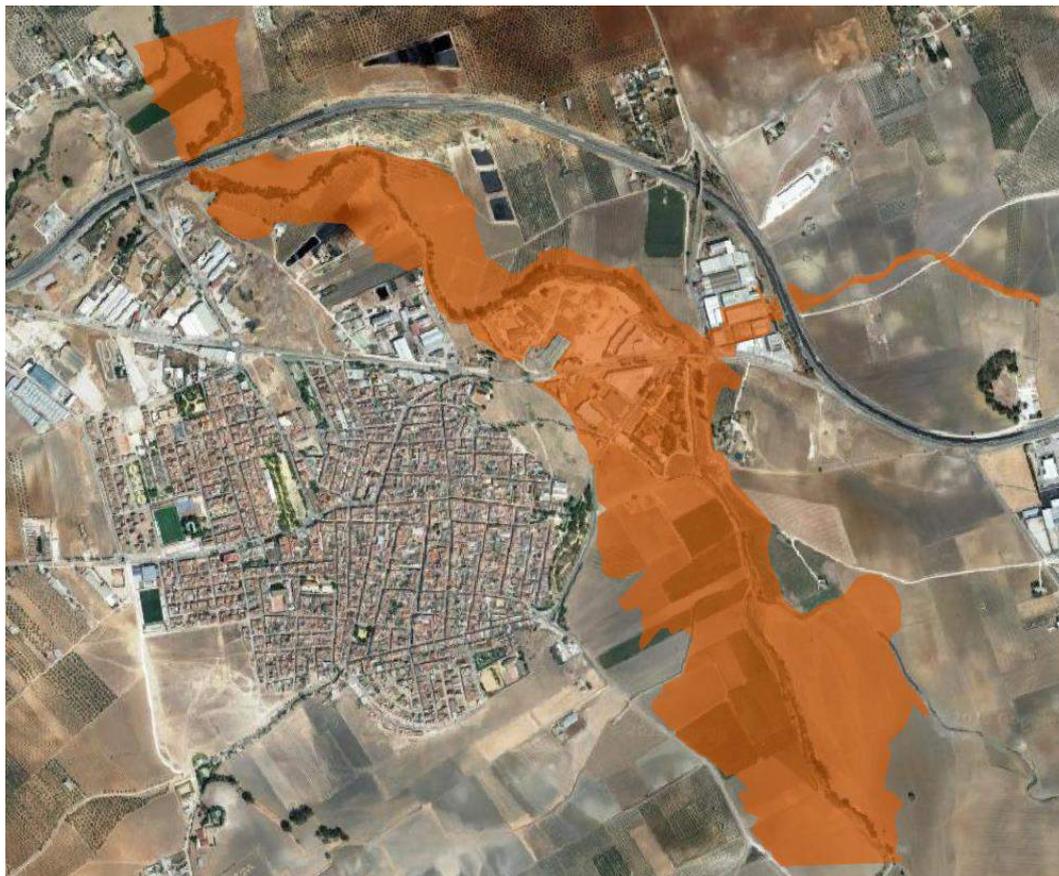


Figura 3-11. Llanura de inundación correspondiente a 100 años (probabilidad media) publicada por SNCZI.



Figura 3-12. Llanura de inundación correspondiente a 50 años (probabilidad alta) publicada por SNCZI.



Figura 3-13. Llanura de inundación correspondiente a 10 años (probabilidad muy alta) publicada por SNCZI.

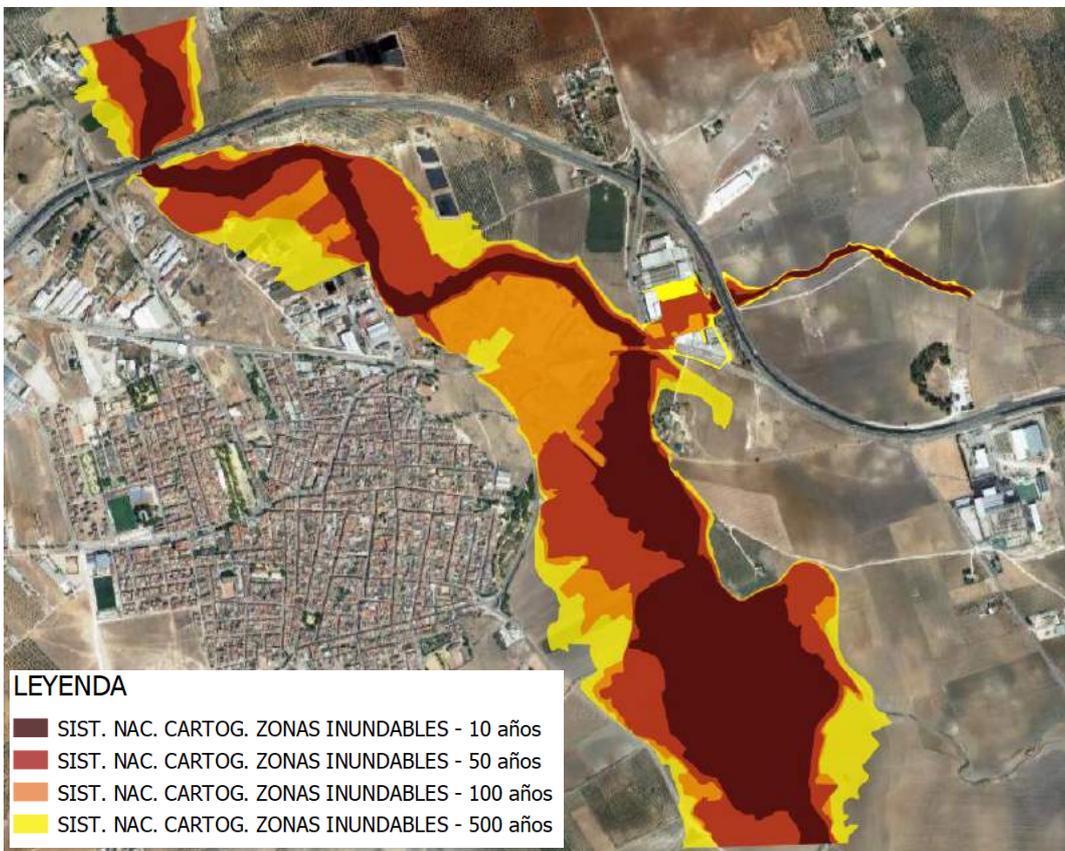
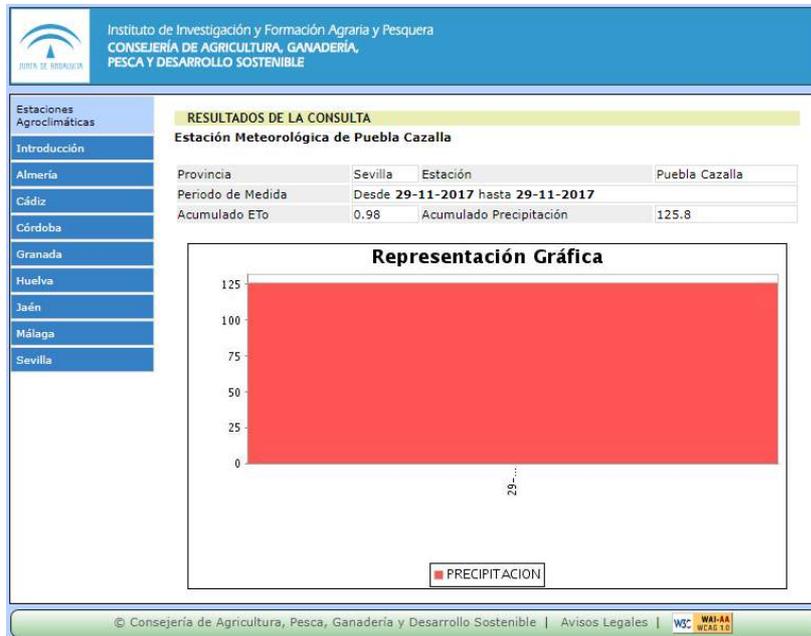


Figura 3-14. Llanuras de inundación correspondientes a todos los periodos de retorno publicados por SNCZI.

3.4.2 ACONTECIMIENTOS ACTUALES

Recientemente, a fecha de 29 de noviembre de 2017 se registró una lluvia de 125,8 mm en el municipio causando una gran inundación en el municipio.

A continuación, se exponen los datos de lluvia registrados por el Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera [10]:



Así como fotografías de la zona:





Figura 3-15. Fotografías realizadas en la zona el día 30 de noviembre de 2017 tras la inundación del día anterior.

Es destacable, que se tiene conocimiento que la avenida llegó a taponar los arcos del puente; es decir, su nivel máximo superó el presente en la fotografía anterior. Con estos datos los técnicos de Confederación Hidrográfica del Guadalquivir realizaron una estimación llegando a la conclusión de que la lluvia caída se relacionaba a una tormenta con un periodo de retorno entre 25 y 30 años.

El origen de estas grandes inundaciones puede asociarse a 3 principales componentes:

- La componente histórica de las inundaciones en la zona, así como la catalogación de la zona por parte del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables.
- El mal mantenimiento del curso del Río Corbones en el entorno del municipio lleno de vegetación y desechos arbóreos arrastrados por otras avenidas.
- La gran disminución de capacidad del puente de la carretera SE-7203 sobre el Río Corbones, debida a la colmatación de sedimentos arrastrados por el cauce. Además, se sabe que entorno al año 2006 se construyó un azud en el tramo del río Corbones aguas arriba del puente con el objetivo de remansar las aguas del río y generar una zona de ocio para la población. Este hecho, favoreció también la disminución de la capacidad del puente, ya que la sedimentación producida aguas arriba del azud con la llegada de avenidas fue junto a parte del material del azud depositándose aguas arriba del puente.
- Del análisis del proyecto “Life Corbones” con el que se llevan a cabo actuaciones entre 2003-2006 entre las que se pretende mejorar el estado medioambiental del río se extraen otras posibles causas de la degradación del perfil del río como son el vertido de las aguas residuales de La Puebla de Cazalla y Marchena; la existencia de vertederos en las orillas del río con vertidos de escombros y basuras a este, entre otros.

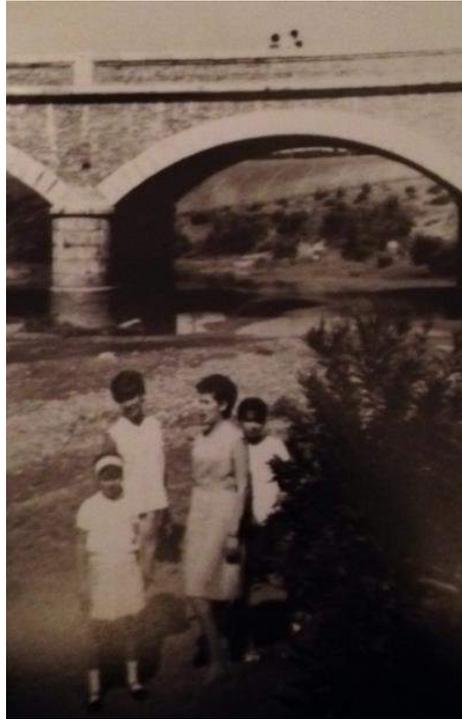


Figura 3-16. Fotografía histórica del puente (Fuente: Archivo municipal).

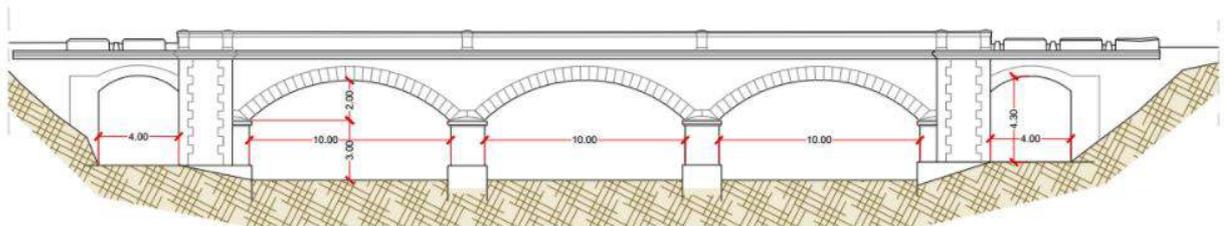


Figura 3-17. Croquis aproximado del puente en su construcción (Fuente: elaboración propia).



Figura 3-18. Fotografía actual del puente.

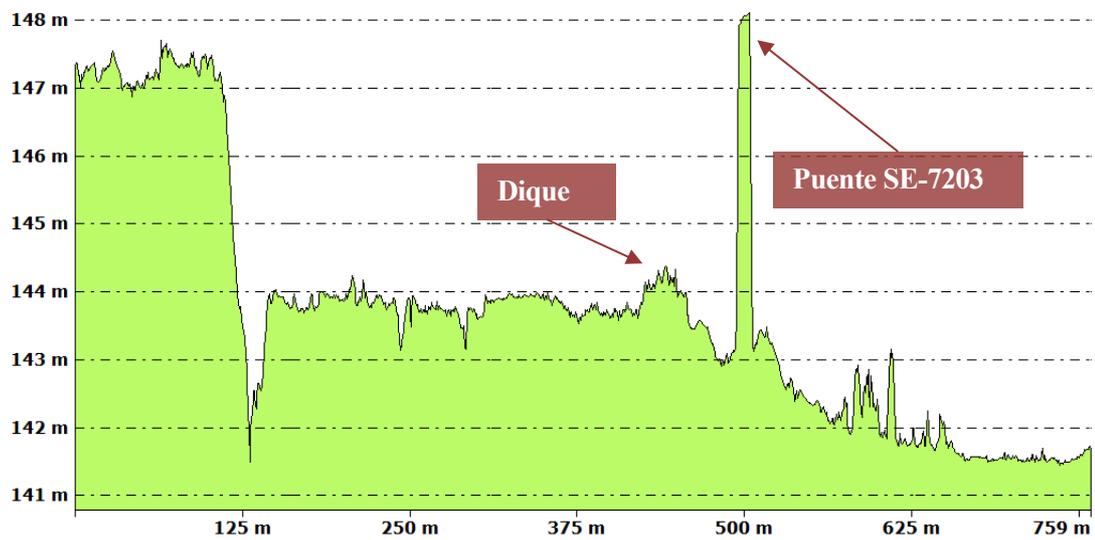
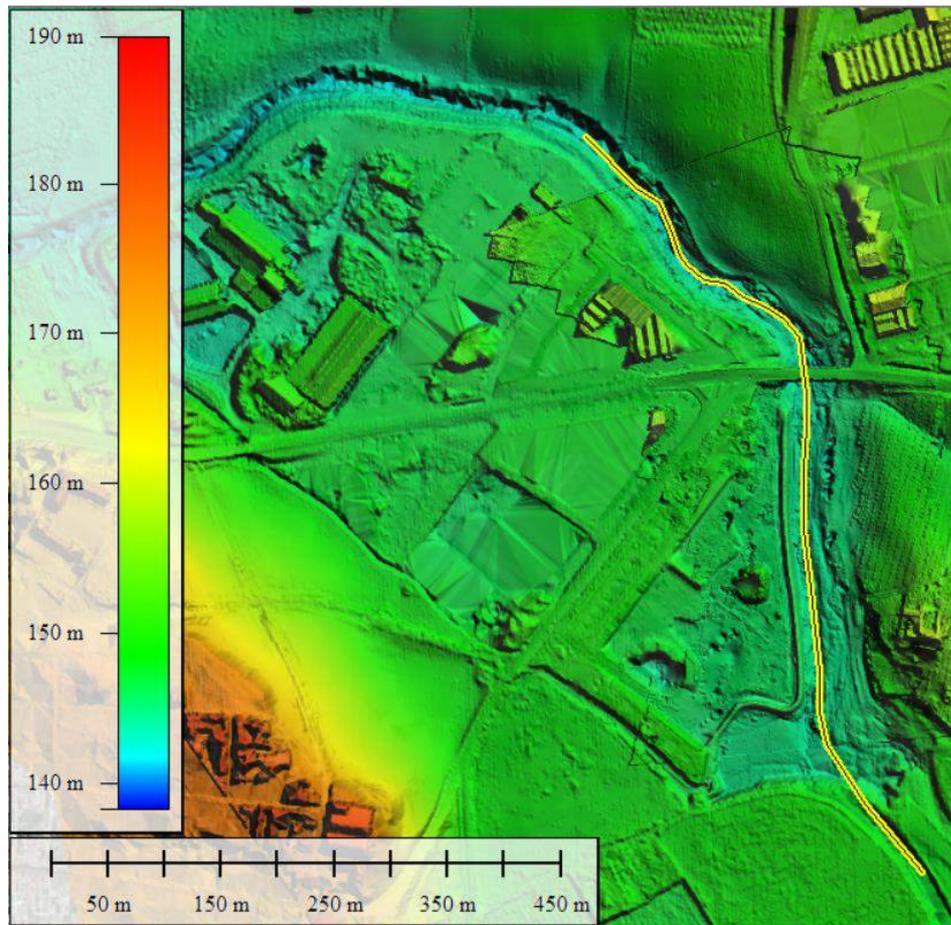


Figura 3-19. Perfil del río Corbones en el entorno de estudio y ubicación de elementos principales.

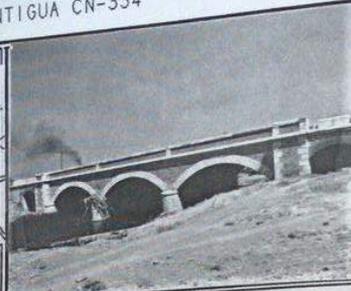
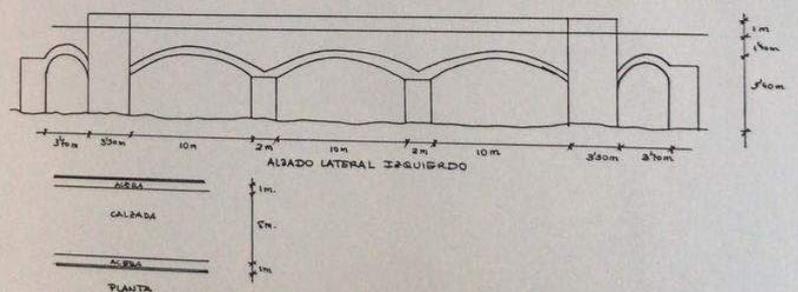
NOMBRE PUENTE S/ RIO CORBONES EN LA ANTIGUA CN-334		PROVINCIA SE-1004/1		
I. SITUACION	1.1 HOJA 1/50.000 N° 1004	CROQUIS DE ACCESO 	EPOCA Siglo XIX	
	1.2 COORDENADAS 51810 371340		TIPO Bóvedas	
	1.3 MUNICIPIO La Puebla de Cazalla		MATERIAL Fábrica	
	1.4 REFERENCIA GEOGRAFICA En el pk. 69,900 de la antigua CN-334.		CLASE Carretero	
II. HISTORIA	II.1 EPOCA, FECHA Proyecto: 1884.	II.2 PROYECTISTA		
III. TIPOLOGIA	III.1 ESTRUCTURA. III.2 MATERIALES Tres bóvedas escarzanas de ladrillo, sobre pilas y estribos de ladrillo con aris-tones de sillarejo. Tajama-res adosados a las pilas y los estribos semicilíndri-cos.	III.3 CARACTERISTICAS FISICAS		
		III.3.1 Nº VAMOS 3	III.3.3 LONGITUD TOTAL 52.00	III.3.4 ESPESOR PILAS 1.80
		III.3.2 LUZ LIBRE 10.00	III.3.5 ANCHURA TABLERO 11.00	III.3.6 ALTURA MAX. BASANTE 6.00
		III.4 SINGULARIDADES Ha sido ensanchado al doble, siendo originalmente de 5 m.		
CROQUIS DEL PUENTE				
				
IV. ESTADO ACTUAL	(FECHA DE VISITA Julio-1991) Conservación aceptable. Tráfico restringido a la carrete- ra antigua.			
	* Inventario, t. 55 a.			
V. DOCUMENTACION				

Figura 3-20. Registro del puente dentro del Catálogo-Inventario histórico de los puentes de Andalucía: provincia de Sevilla (Fuente: biblioteca de la Conserjería de Fomento y Vivienda, Sevilla).[11]

4 HIDROLOGÍA

“Nothing could be simpler than a wáter molecule, yet nothing is as complex in its behaviour”.

- John Emsley -

Con el fin último de poder analizar el comportamiento de las avenidas en el entorno del núcleo urbano del término municipal de La Puebla de Cazalla; es necesario, en primer lugar, conocer la caracterización hidrológica de la cuenca de aportación. Conceptualmente, la caracterización hidrológica se compone de dos procesos, la determinación del régimen de precipitaciones extremas y el proceso de formación de escorrentía.

El estudio de las precipitaciones extremas, a su vez, se podría subdividir de la siguiente forma: por un lado se define cuál es la cantidad máxima de precipitación en función de la probabilidad de ocurrencia, y por otro lado se estima cual va a ser su distribución temporal a lo largo de la duración del evento tormentoso. En resumen, el estudio de precipitaciones responde a cuánta lluvia cae y como se reparte en el tiempo.

El estudio de la formación de escorrentía se basa en las propiedades generadoras de escorrentía de la cuenca tales como: tipo hidrológico de suelo, uso de la tierra y su tratamiento y su condición previa de humedad.

4.1 OBJETO DEL ESTUDIO HIDROLÓGICO

El presente apartado tiene como objeto definir la hidrología del Río Corbones a su paso por el núcleo poblacional de La Puebla de Cazalla con vistas al análisis de la inundabilidad en periodos de retorno de baja frecuencia.

A tal efecto se estudian los siguientes periodos de retorno:

- 100 años para la definición de la Zona de Flujo Preferente (ZFP).
- 500 años para la definición de la máxima llanura de inundación y el posible dimensionamiento de medidas correctoras en caso de ser necesarias.

4.2 ZONIFICACIÓN DEL ESPACIO FLUVIAL

De acuerdo con la legislación de aguas, la zonificación del espacio fluvial [12] está formada por:

- **Cauce natural** de una corriente continua o discontinua es el terreno cubierto por las aguas en las máximas crecidas ordinarias.
- **Ribera** es cada una de las fajas laterales situadas dentro del cauce natural, por encima del nivel de aguas bajas.
- **Margen** es el terreno que limita con el cauce y situado por encima del mismo.
- **Zona de policía** es la constituida por una franja lateral de cien metros de anchura a cada lado, contados a partir de la línea que delimita el cauce, en las que se condiciona el uso del suelo y las actividades que en él se desarrollan. Su tamaño se puede ampliar hasta recoger la zona de flujo preferente, la cual es la zona constituida por la unión de la zona donde se concentra preferentemente el flujo durante las avenidas y la zona donde, para la avenida de 100 años de periodo de retorno, se puedan producir graves daños sobre las personas y los bienes, quedando delimitado su límite exterior mediante la envolvente de ambas zonas.

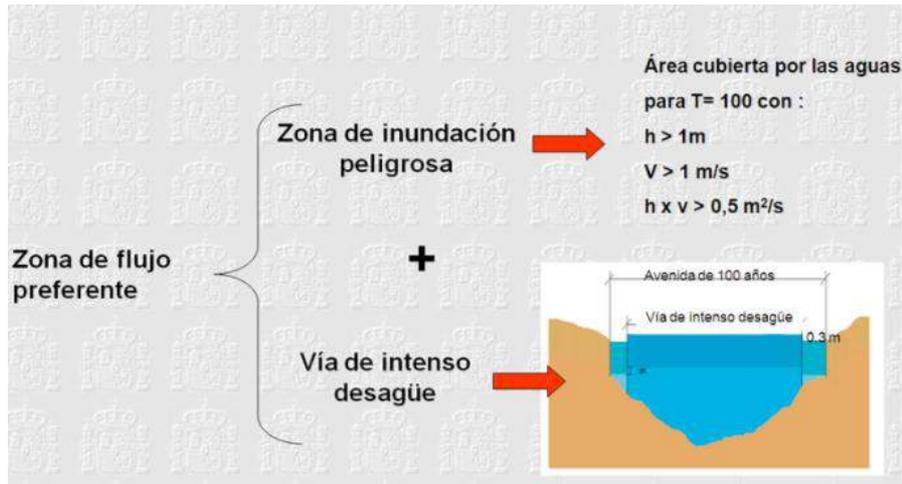


Figura 4-1. Delimitación de zona de flujo preferente.

- **Zona de servidumbre** es la franja situada lindante con el cauce, dentro de la zona de policía, con ancho de cinco metros, que se reserva para usos de vigilancia, pesca y salvamento.
- **Lecho** o fondo de los lagos y lagunas es el terreno que ocupan sus aguas, en las épocas que alcanzan su mayor nivel ordinario.
- **Zonas inundables** son las delimitadas por los niveles teóricos que alcanzarían las aguas en las avenidas, cuyo periodo estadístico de retorno sea de quinientos años.

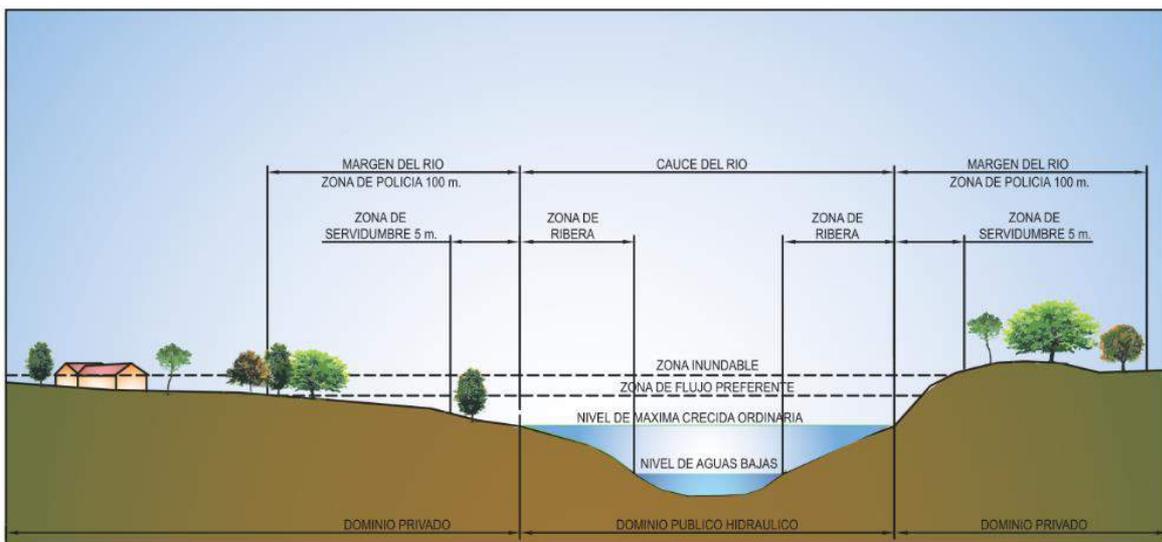


Figura 4-2. Delimitación de las diferentes franjas del cauce y contiguas al mismo.

4.3 LEGISLACIÓN APLICABLE

La normativa aplicable tanto autonómica como nacional se recoge a continuación:

- Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico.
- Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico.
- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.
- Directiva 2007/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2007, relativa a la evaluación y gestión de los riesgos de inundación.
- Plan Hidrológico Nacional (Ley 10/2001, de 5 de julio) posteriormente modificado por la Ley 11/2005, de 22 de junio.
- Instrucción de Planificación Hidrológica aprobada mediante ORDEN ARM/2656/2008, de 10 de septiembre.
- Ley 9/2010 de 30 de julio de aguas de Andalucía y el artículo 32 de la Ley 7/2002, de 17 de diciembre, de Ordenación Urbanística de Andalucía.
- Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir.

4.4 CARTOGRAFÍA EMPLEADA

La fuente de datos empleada para la obtención de la cartografía de este apartado ha sido el modelo digital del terreno disponible en el Centro de Descarga del Centro Nacional de Información Geográfica del Instituto Geográfico Nacional del Ministerio de Fomento del Gobierno de España [13].

El modelo digital del terreno disponible está compuesto por un modelo con paso de malla de 5 metros, con la misma distribución de hojas que el MTN50. El formato de archivo es ASCII matriz ESRI (.asc) y su sistema geodésico de referencia ETRS89 y proyección UTM en el huso correspondiente a cada hoja.

Según de la hoja que se trate, el MDT05 se ha obtenido de una de las dos siguientes formas: por estereocorrelación automática de vuelos fotogramétricos del Plan Nacional de Ortografía Aérea (PNOA) con resolución de 25 a 50 cm/píxel, revisada e interpolada con líneas de ruptura donde fuera viable, o bien por interpolación a partir de la clase de terreno de vuelos LiDAR del PNOA.

4.5 DEFINICIÓN DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DE APORTACIÓN

Situado el punto de control en el puente de la A-92 sobre el Río Corbones justo aguas abajo del núcleo poblacional de La Puebla de Cazalla la cuenca tiene una superficie total de 480,38 km².

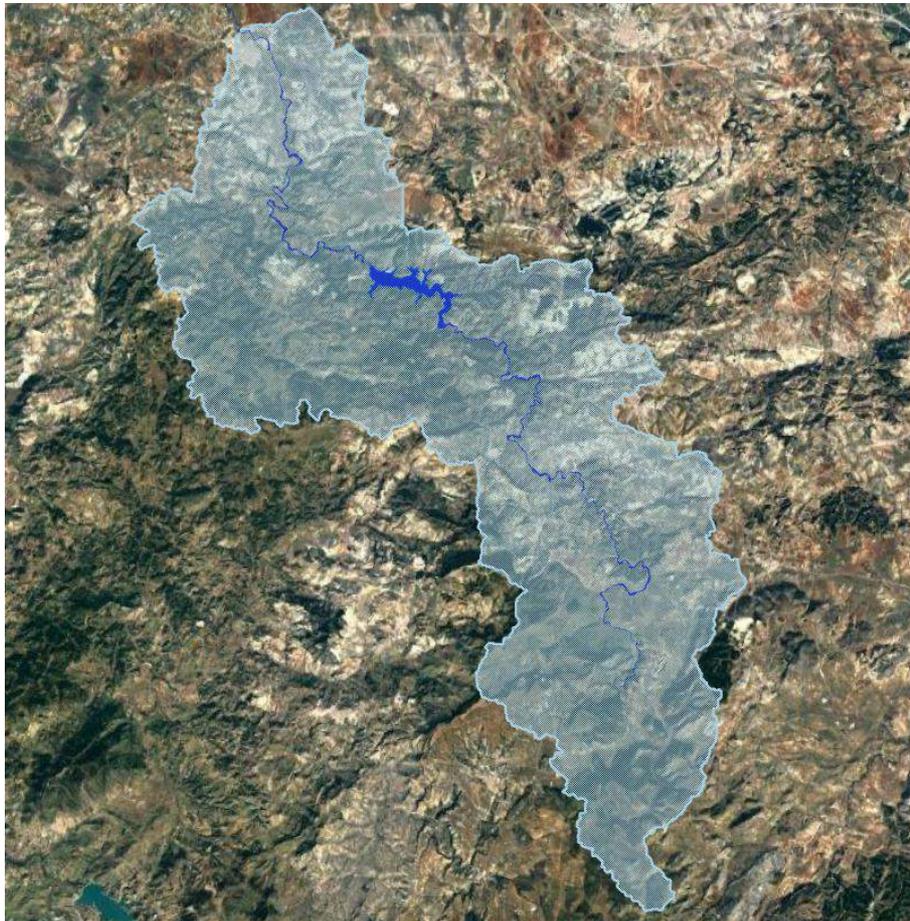


Figura 4-3. Cuenca de aportación del Río Corbones completa (hasta punto de control establecido).

El afluente principal del Río Corbones en el tramo analizado es el Río de la Peña (situado en su margen izquierda) cuya cuenca de aportación asciende a los 80 km² (superficie incluida en la cuenca total del Río Corbones).

De cara al análisis hidrológico de la cuenca en su completitud se realiza la siguiente división en subcuencas:

- PC1: Se corresponde con la cuenca de aportación del Río Corbones hasta el embalse de Puebla de Cazalla.
- PC2: Se corresponde a la cuenca de aportación del Río Corbones entre el embalse de la Puebla de Cazalla y la incorporación del Río de la Peña.
- PC3: Se corresponde a la cuenca de aportación del Río de la Peña.
- PC4: Se corresponde a la cuenca de aportación del Río Corbones entre la unión con el Río de la Peña y el punto de control final establecido para el estudio.

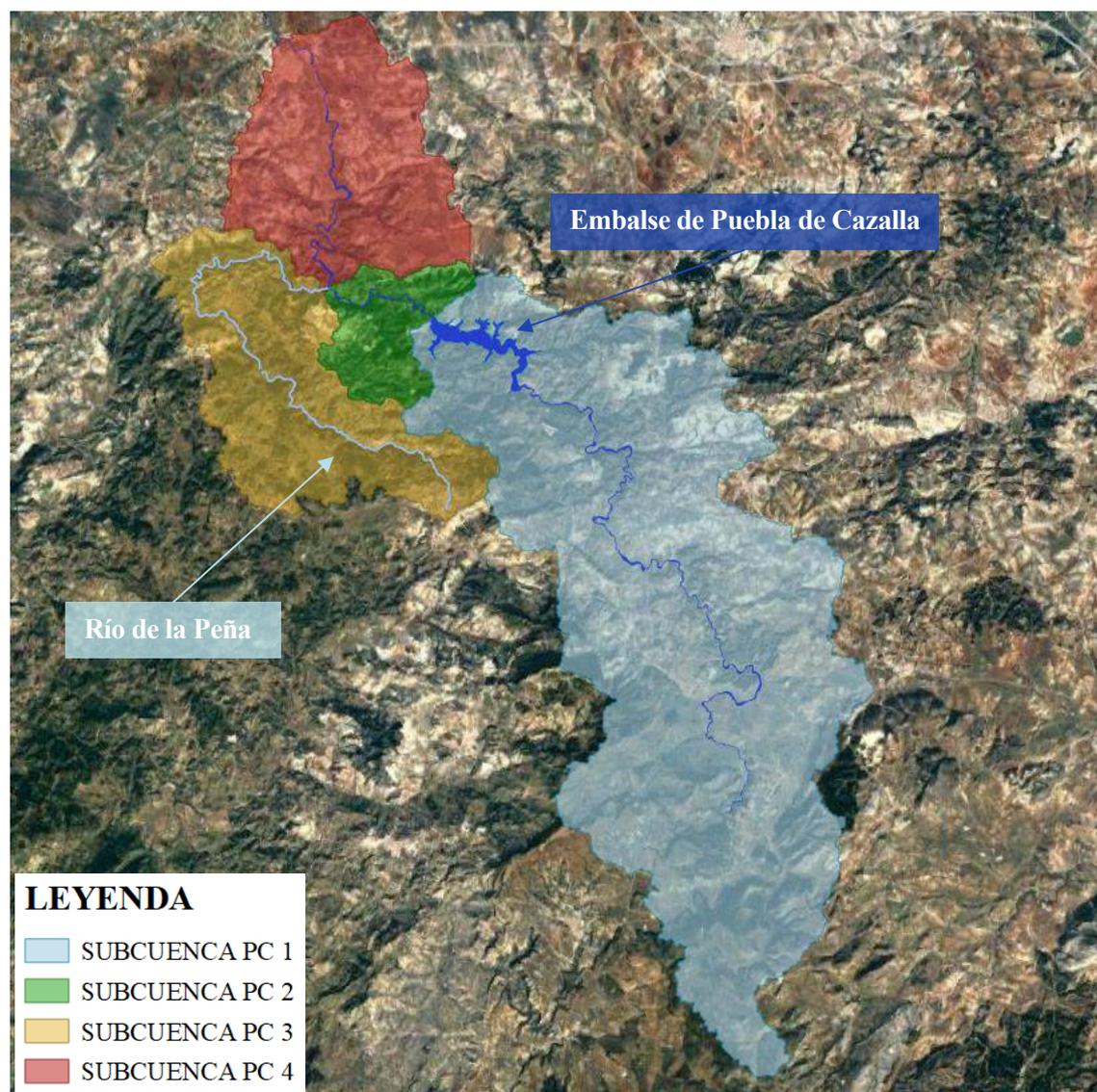


Figura 4-4. Subdivisión de la cuenca de aportación del Río Corbones.

En la siguiente table se exponen las características más importantes de las subcuencas anteriormente expuestas:

Tabla 4-1 Características de las subcuencas definidas

Subcuenca	Superficie de la cuenca (km ²)	Longitud del cauce (km)	Cota máxima (msnm)	Cota mínima (msnm)	Pendiente (m/m)	Tiempo de concentración (h)
PC 1	301,28	54,152	919,85	217,85	0,0130	14,23
PC 2	22,96	7,650	217,85	185,55	0,0042	3,98
PC 3	80,00	25,158	583,30	185,55	0,0158	7,65
PC 4	76,15	16,843	185,55	140,83	0,0027	7,92

Para el cálculo del tiempo de concentración [14] se ha empleado la siguiente expresión:

$$T_c = 0,3 \left(\frac{L}{J^{0,25}} \right)^{0,76} \quad (4-1)$$

Donde L es la longitud en km del cauce principal de la cuenca y J es la pendiente del mismo, en tanto por uno.

Como se ha mencionado anteriormente, sobre el Río Corbones se encuentra situado el embalse de Puebla de

Cazalla, cuya capacidad es de 73,7 hm³ a nivel máximo normal, establecido a la cota 271,62 msnm. El aliviadero del embalse, situado a la cota de nivel máximo normal, tiene una anchura total de 18 metros con una capacidad de alivio máximo de 400 m³/s de acuerdo con la *Sociedad Española de Presas y Embalses (SEPPRAEM)* [6]. También posee un desagüe de fondo situado a la cota 224 msnm. Además, de acuerdo con la información ofrecida por la mencionada sociedad, dicho embalse tiene las funciones tanto de riego como de defensa frente a avenidas su inclusión en el modelo hidrológico es fundamental para analizar la hidrología del Río Corbones.

4.6 ANÁLISIS PLUVIOMÉTRICO

La precipitación es uno de los procesos meteorológico que más importancia tienen para la hidrología. El objetivo que se persigue analizando la pluviometría, estudio y tratamiento de los datos de precipitación, es cuantificar la capacidad de producción de escorrentía de cada subcuenca.

4.6.1 CÁLCULO DE LA PRECIPITACIÓN DE DISEÑO

El cálculo de la precipitación de diseño se ha realizado mediante la consulta de capas rasterizadas con información de precipitación máxima diaria para diferentes períodos de retorno. En concreto, se ha utilizado la cobertura ráster de precipitación máxima diaria de la REDIAM [15], realizada en 2006 por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía; se han consultado las capas correspondientes a los períodos de 100 y 500 años de período de retorno, correspondientes a los períodos de retorno objeto de estudio.

La metodología seguida para obtener el valor medio en la cuenca hidrográfica de estudio ha sido la siguiente:

- Recorte de la capa ráster completa dentro de los límites de cada una de las subcuencas que forman la cuenca hidrográfica del río Corbones que drena a través de la zona de estudio.
- Tratamiento estadístico del recorte resultante para la obtención de un valor medio en toda la superficie de la cuenca.

De esta forma se han obtenido los siguientes resultados para cada subcuenca:

Tabla 4-2 Valores medios de precipitación máxima diaria obtenidos para cada una de las subcuencas de estudio y los períodos de retorno considerados

Subcuenca	T (años)	Pd (mm)
PC 1	100	147,93
	500	198,11
PC 2	100	141,80
	500	188,33
PC 3	100	142,44
	500	188,95
PC 4	100	140,65
	500	186,35

Se han contrastado los datos obtenidos con los obtenidos mediante la aplicación de la publicación de Máximas Lluvias Diarias en la España Peninsular (1999) obteniéndose para la zona los siguientes parámetros:

- Coeficiente de variación de valor 0,39.
- Máxima precipitación diaria anual de 56 mm.

Obteniéndose de forma media un valor para la precipitación correspondiente a 100 años de período de retorno de 132 mm y el asociado a 500 años de período de retorno de valor 172 mm; ambos inferiores a los obtenidos mediante los mapas de precipitación ofrecidos por la REDIAM.

4.6.2 REDUCCIÓN AREAL DE LA PRECIPITACIÓN

La mayor parte de los trabajos hidrológicos requieren la estimación de la lluvia sobre una determinada área, que evidentemente será igual o menor que el correspondiente valor puntual calculado, debido al efecto de la no simultaneidad.

La obtención de valores areales suele efectuarse mediante el uso de un factor reductor por el que se multiplican los valores puntuales previamente estimados. En España se emplea la expresión propuesta por Témex [14], en la que el factor reductor K_A es igual a:

$$K_A = 1 - \frac{\log(A)}{15} \quad \text{si } A > 1 \text{ km}^2 \quad (4-2)$$

$$K_A = 1 \quad \text{si } A < 1 \text{ km}^2 \quad (4-3)$$

Siendo A el área de la cuenca en km^2 .

En la siguiente tabla se muestran los valores de precipitación corregidos para cada subcuenca:

Tabla 4-3 Valores medios de precipitación máxima diaria obtenidos en cada una de las subcuencas corregidos según el factor de reducción areal

Subcuenca	T (años)	Pd (mm)	K_A	Pdc (mm)
PC 1	100	147,93	0,83	123,48
	500	198,11		165,37
PC 2	100	141,80	0,91	128,93
	500	188,33		171,24
PC 3	100	142,44	0,87	124,37
	500	188,95		164,98
PC 4	100	140,65	0,87	123,01
	500	186,35		162,97

4.6.3 DETERMINACIÓN DEL HIETOGRAMA DE DISEÑO

La determinación del hietograma de diseño comprende dos pasos:

- Un primer paso destinado a la definición de la distribución temporal de la precipitación.
- Un segundo paso en el que establecer el modelo de pérdidas de precipitación con el que se caracteriza el proceso de formación de escorrentía.

Con el valor obtenido de la precipitación máxima diaria corregido arealmente (para cada período de retorno) se ha realizado un diagrama sintético de bloques alternos, suponiendo una duración de la tormenta de 16 horas e incrementos de tiempo de 5 minutos. Se ha tomado esta duración de la tormenta ya que el volumen acumulado durante la misma es igual al valor de precipitación máximo calculado.

En primer lugar, se ha obtenido la intensidad para cada duración a partir de la curva Intensidad-Duración-Frecuencia de Témex [14], cuya expresión es la siguiente:

$$I_t = I_{24} \left(\frac{I_1}{I_{24}} \right)^{\frac{28^{0,1} - t^{0,1}}{28^{0,1} - 1^{0,1}}} \quad (4-4)$$

Donde:

- I_t : Intensidad media máxima asociada la tormenta en mm/h.
- t : duración de la lluvia en horas.

- I_{24} : Intensidad media diaria en mm/h calculada como:

$$I_{24} = \frac{P_{24}}{24} = \frac{P_{dc}}{24} \quad (4-5)$$

- $\frac{I_1}{I_{24}}$: Factor de torrencialidad, que en la zona de estudio adopta los siguientes valores para cada subcuenca:

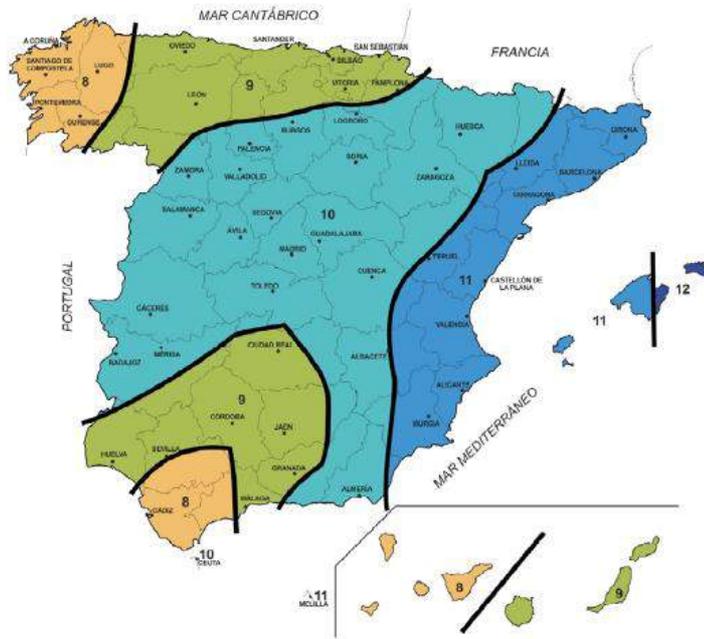


Figura 4-5. Factor de torrencialidad en la zona de estudio [14].

Tabla 4-4 Valores medios del factor de torrencialidad en cada una de las subcuencas de estudio

Subcuenca	Factor de torrencialidad
PC 1	8,3
PC 2	8,3
PC 3	8,2
PC 4	8,3

En segundo lugar, se ha obtenido el volumen de precipitación acumulado, multiplicando para ello la intensidad obtenida en cada duración por el valor de ésta última.

Finalmente, se ha calculado el volumen incremental en cada bloque a partir de los valores de precipitación acumulados, obteniendo así el hietograma de bloques alternos.

El hietograma de precipitación total calculado para cada uno de los períodos de retorno considerados se muestra en las siguientes imágenes para las distintas subcuencas del estudio y en el Apéndice 1 se muestran los resultados obtenidos en forma tabular.

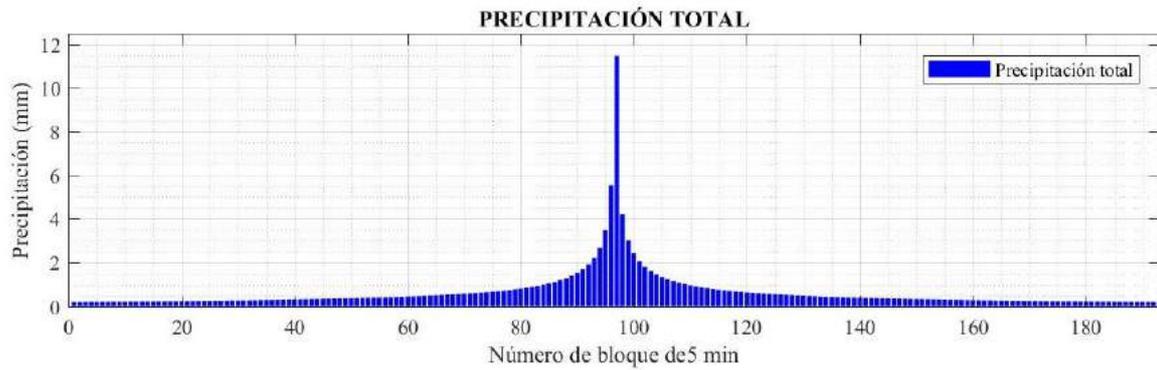


Figura 4-6. Hietograma de precipitación total asociado a un período de retorno de 100 años en la subcuenca PC1.

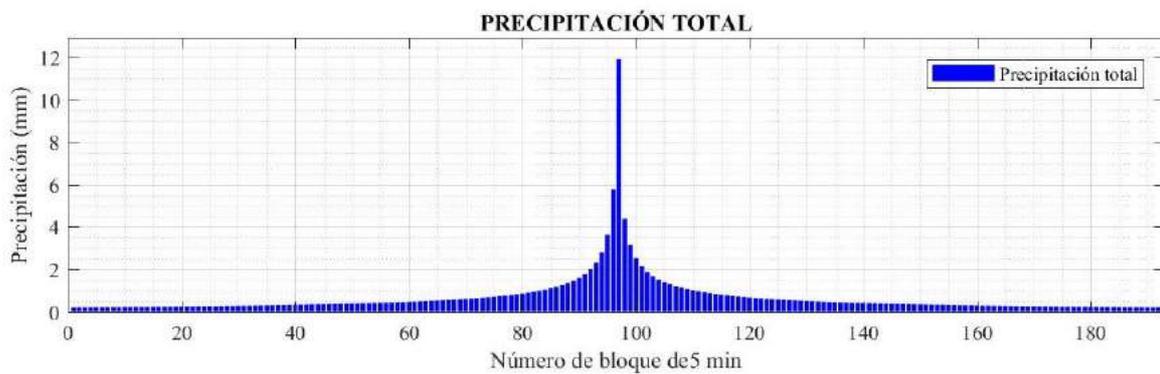


Figura 4-7. Hietograma de precipitación total asociado a un período de retorno de 100 años en la subcuenca PC2.

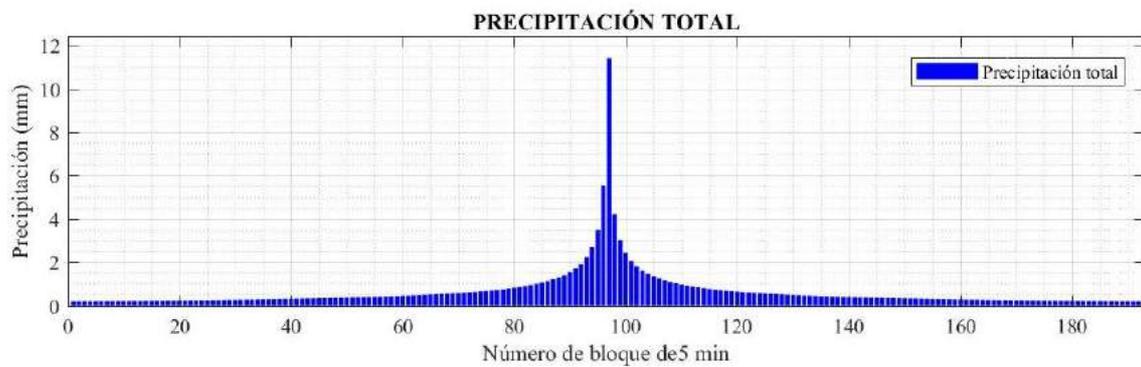


Figura 4-8. Hietograma de precipitación total asociado a un período de retorno de 100 años en la subcuenca PC3.

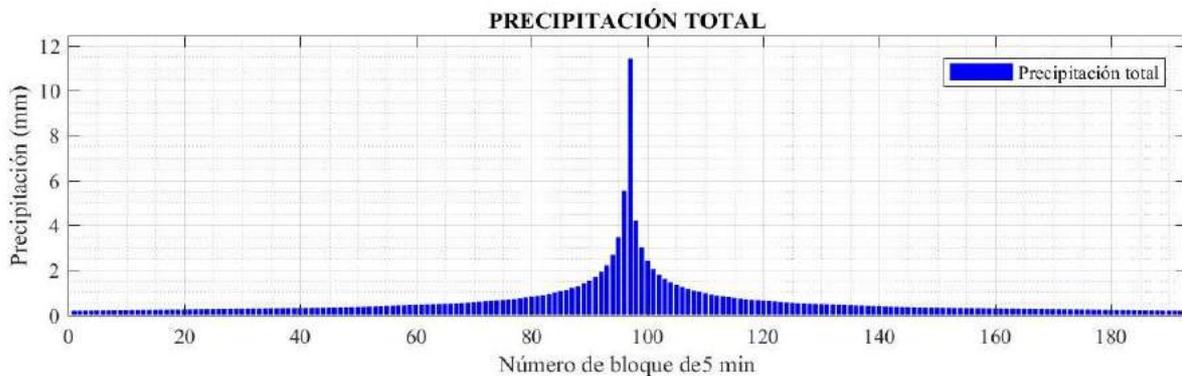


Figura 4-9. Hietograma de precipitación total asociado a un período de retorno de 100 años en la subcuenca PC4.

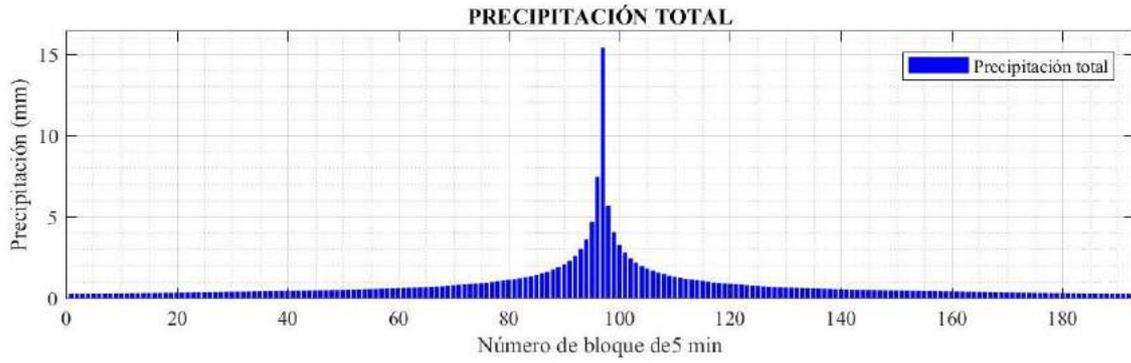


Figura 4-10. Hietograma de precipitación total asociado a un período de retorno de 500 años en la subcuenca PC1.

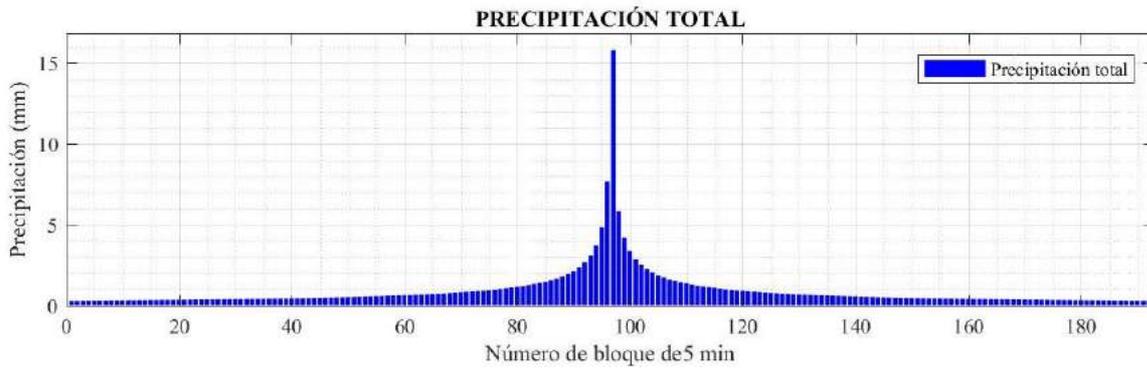


Figura 4-11. Hietograma de precipitación total asociado a un período de retorno de 500 años en la subcuenca PC2.

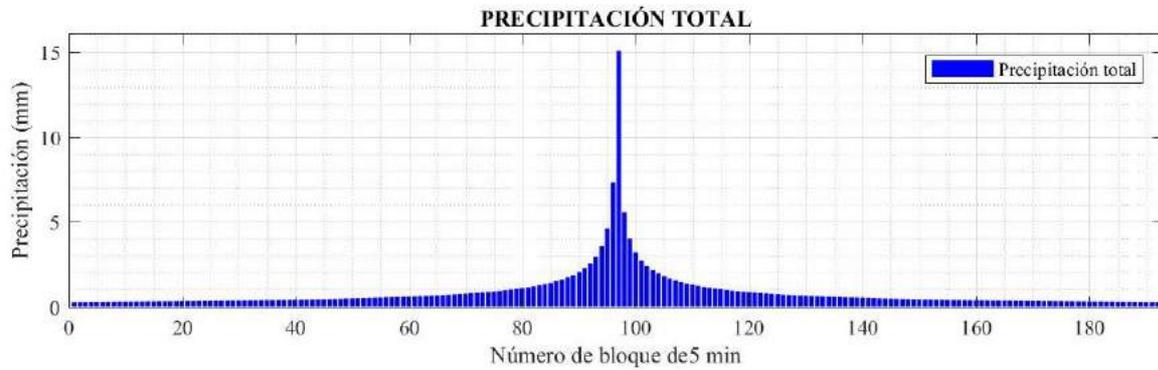


Figura 4-12. Hietograma de precipitación total asociado a un período de retorno de 500 años en la subcuenca PC3.

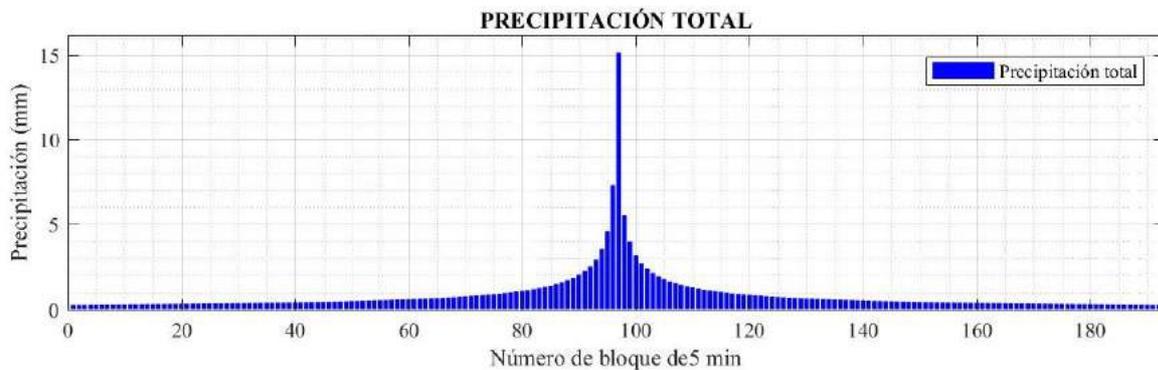


Figura 4-13. Hietograma de precipitación total asociado a un período de retorno de 500 años en la subcuenca PC4.

4.7 CARACTERIZACIÓN DE LA ESCORRENTÍA

La escorrentía de un determinado terreno se puede caracterizar a partir del número de curva (CN) del mismo de esta forma se plantea el modelo empírico desarrollado por el Servicio de Conservación de Suelos de Estados Unidos [16] donde el número de curva toma un valor de 0 a 100 según sea su capacidad de generar escorrentía superficial, de esta forma valores cercanos a 0 simbolizarán condiciones de permeabilidad muy alta y valores cercanos a 100 representarán condiciones de impermeabilidad.

El número de curva depende de las siguientes propiedades generadoras de escorrentía de la cuenca:

- Tipo hidrológico de suelo
- Uso de la tierra y tratamientos
- Condición previa de humedad

El cálculo del número de curva se ha realizado mediante la consulta de capas rasterizadas con información de número de curva en condiciones medias de humedad. En concreto, se ha utilizado la cobertura ráster de número de curva de la REDIAM [15], realizada en 2006 por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía.

La metodología seguida para obtener el valor medio en la cuenca hidrográfica de estudio ha sido la siguiente:

- Recorte de la capa ráster completa dentro de los límites de cada una de las subcuencas que forman la cuenca hidrográfica del río Corbones que drena a través de la zona de estudio.
- Tratamiento estadístico del recorte resultante para la obtención de un valor medio en toda la superficie de la cuenca.

De esta forma, se han obtenido los valores que se muestran a continuación:

Tabla 4-5 Valores medios del número de curva en cada una de las subcuencas de estudio

Subcuenca	CN
PC 1	80,55
PC 2	84,32
PC 3	80,14
PC 4	82,47

4.8 CÁLCULO DE HIDROGRAMAS DE AVENIDA

La precipitación calculada anteriormente dará lugar a un caudal de escorrentía que se corresponderá con la salida de la cuenca. En este apartado se muestra el cálculo realizado a tal efecto, exponiendo en primer lugar el modelo de hidrograma unitario considerado y posteriormente el hidrograma de salida de la cuenca.

Para el cálculo del hidrograma de salida de la cuenca del río Corbones se ha utilizado el Método de la Circulación del Hidrograma Unitario, desarrollando un modelo en HEC-HMS [17] para la realización de los cálculos. HEC-HMS permite la utilización de tres hidrogramas unitarios: el hidrograma de Clark, el de Snyder o el hidrograma adimensional del SCS.

El hidrograma sintético recomendado es el Hidrograma Unitario del SCS, que depende únicamente de un parámetro: T_{lag} o tiempo de retardo, que es la diferencia de tiempo entre el centroide del hietograma efectivo y el pico del hidrograma unitario. Las relaciones entre las diferentes magnitudes que definen el hidrograma se presentan a continuación:

$$T_p = \frac{D}{2} + T_{dp} \quad (4-6)$$

$$Q_p = \frac{A}{4,8 \cdot T_p} = \frac{A}{4,8 \cdot \left(\frac{D}{2} + T_{dp}\right)} \quad (4-7)$$

Siendo:

- A : área de la cuenca en km^2 .
- T_p : tiempo de punta en horas.
- T_{dp} : tiempo de desfase de punta en horas.
- D : intervalo de discretización del hietograma en horas.

No se han incluido los caudales de avenida correspondientes al flujo base del río.

Como entrada del modelo, se han utilizado las precipitaciones definidas según los hietogramas de diseño de precipitación total expuestos anteriormente para las diferentes subcuencas del río Corbones.

De esta forma, se generará un hidrograma propio en cada una de las subcuencas incluidas en el modelo, que circulará hacia aguas abajo por los diferentes tramos de propagación definidos, superponiéndose al resto, hasta llegar al punto de desagüe establecido. Las particularidades del modelo se definen en los siguientes epígrafes.

4.8.1 DEFINICIÓN DEL ESQUEMA HIDROLÓGICO

Desde un primer momento, en la simulación hidrológica, se ha generado una dualidad entre la consideración o no del embalse de La Puebla de Cazalla de manera en que se pueda comparar el comportamiento de la cuenca antes de su construcción y el comportamiento actual.

Para el desarrollo del método del hidrograma unitario se han considerado diferentes subcuencas dentro de la cuenca principal, y distintos tramos de propagación (reaches), así como el elemento tipo “reservoir” que supone el Embalse de Puebla de Cazalla [18]. La forma del modelo implementado en HMS se muestra a continuación:

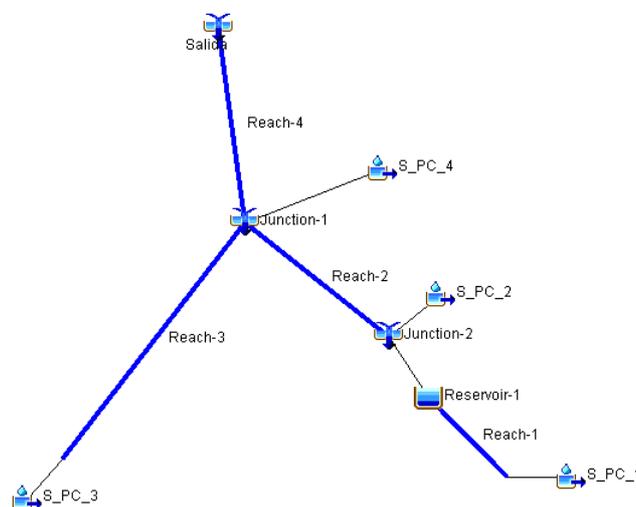


Figura 4-14. Estructura del modelo implementado en HMS.

Para el caso de la no consideración del embalse de La Puebla de Cazalla la estructura del modelo es el siguiente:

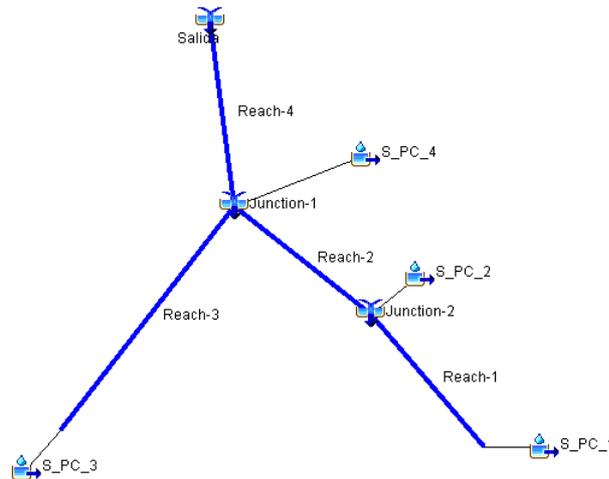


Figura 4-15. Estructura del modelo implementado en HMS (no consideración embalse).

4.8.2 PARÁMETROS DE LAS CUENCAS

Los parámetros introducidos para definir cada una de las subcuencas hidrológicas en las que se ha dividido el estudio son:

- Superficie (A) de cada subcuenca, en km².
- Número de curva (CN) para el cálculo de las pérdidas.
- Tiempo de retardo (Tlag) en minutos, cuyo valor se ha estimado mediante la expresión empírica propuesta por Temez J.R. (1987) en la publicación “Cálculo hidrometeorológico de pequeñas cuencas naturales”.

$$T_{lag} = T_{dp} = 0,35 \cdot T_c \quad (4-8)$$

Dónde T_c es el tiempo de concentración de la cuenca.

Los datos mencionados que definen la hidrología de las subcuencas se muestran a continuación:

Tabla 4-6 Parámetros característicos de las cuencas del modelo HMS

Subcuenca	A (km ²)	CN	Tlag (min)
PC 1	301,28	80,55	299
PC 2	22,96	84,32	84
PC 3	80,00	80,14	161
PC 4	76,15	82,47	166

4.8.3 PARÁMETROS DE LOS TRAMOS DE PROPAGACIÓN

Entre las diferentes subcuencas se han considerado una serie de tramos de propagación. Para la simulación de estos tramos se ha utilizado el método de propagación en cauces de Muskingum, modelo que tiene en cuenta el almacenamiento en un cauce mediante dos tipos de almacenamientos:

- Un almacenamiento prismático, formado por un volumen de sección transversal constante a lo largo del cauce prismático.
- Un almacenamiento en cuña, formado por la diferencia entre los caudales de entrada y salida, o bien, por la pendiente de la lámina de agua en el tramo considerado.

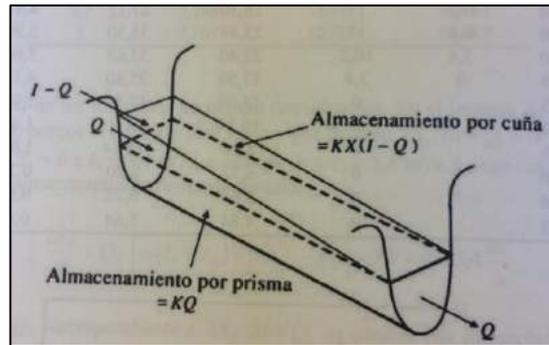


Figura 4-16. Almacenamiento en prisma y por cuña de un tramo de cauce.

Durante el avance de la avenida el caudal de entrada es mayor que el de salida y se forma lo que se denomina cuña positiva, y durante la recesión el caudal de entrada es menor al caudal de salida, formándose una cuña negativa.

El modelo de Muskingum queda definido por dos parámetros:

- **K**: tiempo de tránsito de la onda de avenida a través del tramo, estimado como el 60% del tiempo de concentración de dicho tramo.

En España, se acostumbra a estimar K según la fórmula de Téméz; de esta forma el parámetro K puede estimarse como:

$$K = 0,18 \left(\frac{\Delta x}{S_0^{0,25}} \right)^{0,76} \quad [19]$$

Donde:

Δx en km, S_0 en m/m y K quedaría expresado en horas.

Teniendo en cuenta que la fórmula de Téméz para el tiempo de concentración es la siguiente:

$$T_c = 0,3 \left(\frac{\Delta x}{S_0^{0,25}} \right)^{0,76} \quad [14]$$

De esta forma se obtiene:

$$K = 0,6 T_c$$

- **X**: factor de ponderación adimensional, que toma su valor en función de la forma del almacenamiento en cuña. Cuando X es igual a 0, no existe cuña, no hay curva de remanso y el almacenamiento en el cauce será tipo embalse; cuando X = 0,5 se dice que la cuña está completamente desarrollada y no existiría atenuación alguna del pico. En cauces caudalosos y de poca pendiente X suele ser próximo a 0, y será más cercano a 0,5 cuanto más pendiente y menos caudal tenga el cauce. En el caso de estudio se han tomado como valores límite los correspondientes a 0,20 y 0,30 (valores típicos para ríos en España). De esta forma, al tramo con mayor pendiente se le ha asignado el valor de 0,30, y al tramo de menor pendiente el de 0,20, realizando una ponderación lineal en el resto de tramos.

Los valores de cada parámetro asignados en el modelo de HMS a cada tramo de río se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4-7 Parámetros característicos de los tramos de propagación del modelo HMS

Subcuenca	K (horas)	X (-)
PC 1	8,54	0,28
PC 2	2,39	0,22
PC 3	4,59	0,30
PC 4	4,75	0,20

4.8.4 PARÁMETROS DEL EMBALSE

El embalse se ha modelizado como un elemento “reservoir” de HMS, considerando que, en el momento de la avenida, el nivel de agua en el embalse se corresponde con el nivel máximo normal (271,60 msnm); es decir, el embalse estaría completamente lleno, pero sin producirse vertidos por el aliviadero del mismo.

Además, para la modelización del elemento son necesarios dos parámetros adicionales:

- La curva de almacenamiento.
- La curva de desagüe.

En los siguientes apartados se explican los mismos.

4.8.4.1 Curva característica de almacenamiento

La curva característica de almacenamiento se ha modelizado mediante pares de datos correspondientes a la cota de agua en el embalse y al volumen almacenado en el mismo. Los datos se han obtenido del SAIH (Sistema Automático de Información Hidrológica) de la cuenca del Guadalquivir.

La serie de datos histórica obtenida (entre noviembre del año 2000 y octubre del año 2018) se ha completado mediante un proceso de interpolación siguiendo los siguientes criterios:

- Entre 0 y la cota mínima de la serie, se ha interpolado linealmente.
- A partir de la cota máxima de la serie, se ha interpolado siguiendo la tendencia de la curva, y adoptando como valor máximo el correspondiente a la cota de coronación de la presa (278 msnm).

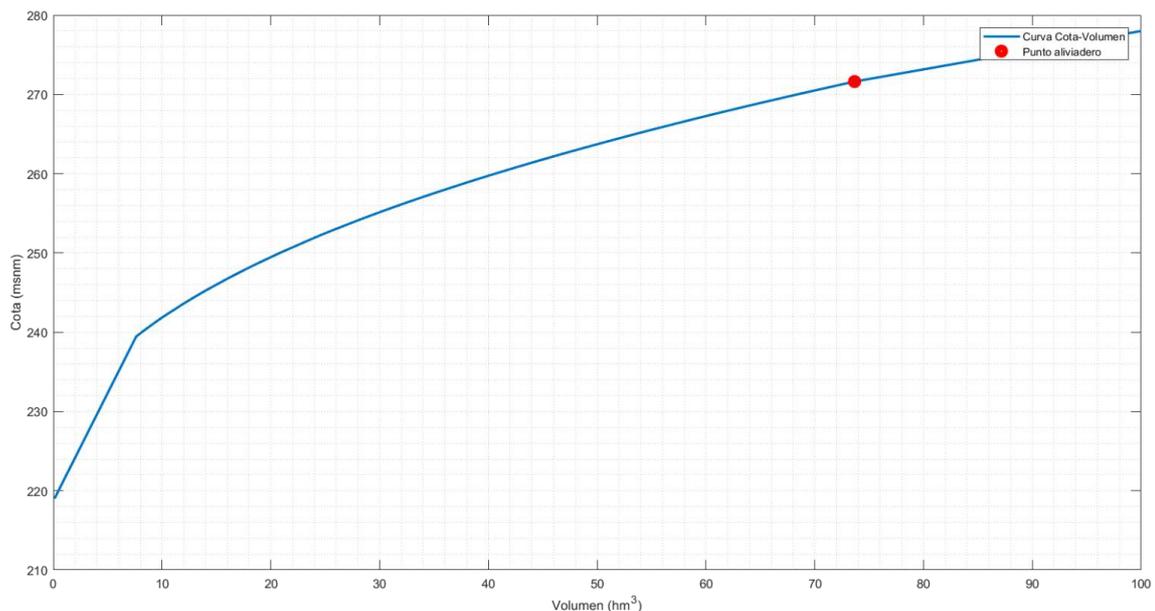


Figura 4-17. Curva cota-volumen del embalse.

4.8.4.2 Curva característica de descarga

Como se expuso anteriormente, la presa posee dos elementos fundamentales de desagüe: el desagüe de fondo y el aliviadero en superficie. De modo conservador, únicamente se ha considerado la descarga debida al aliviadero superficial, cuyo valor, en función de la cota sobre aliviadero, se ha estimado según la siguiente expresión:

$$Q = C_D \cdot L \cdot h^{3/2} \quad (4-9)$$

Donde:

- C_D : coeficiente de descarga, estimado en 2,1.
- L : longitud del aliviadero (18 m)

- h : altura del agua sobre el labio del mismo.

Así, el volumen vertido será nulo hasta que se alcance la cota de alivio y tendrá un valor positivo a medida que suba el nivel del agua sobre el labio del aliviadero.

De esta forma se han obtenido pares de datos cota-descarga, y en la siguiente imagen se muestra la curva obtenida.

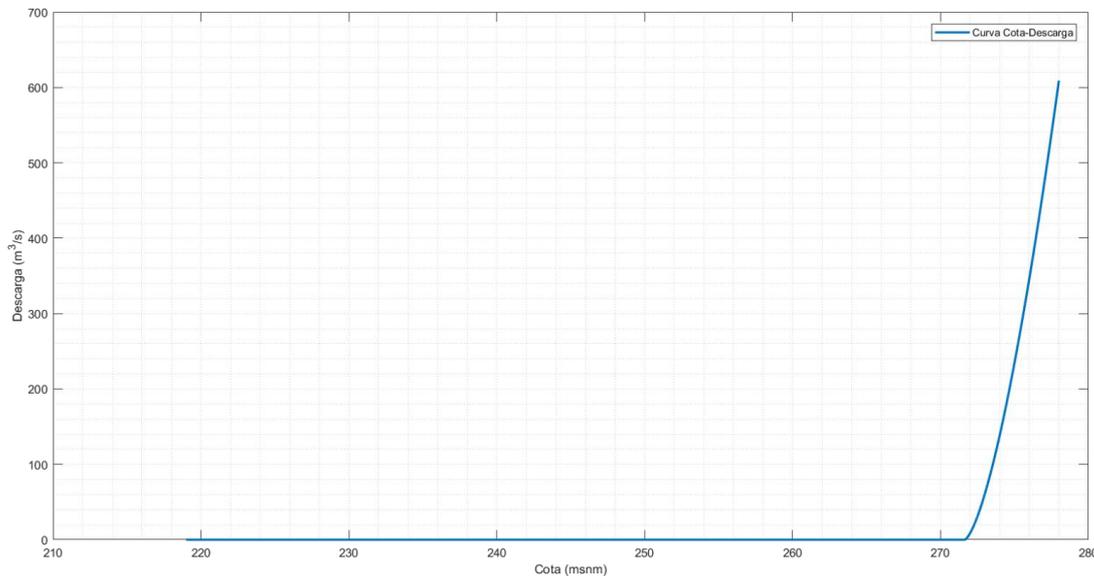


Figura 4-18. Curva cota-descarga del embalse.

No obstante, en el modelo HMS la curva introducida es de volumen-descarga, cuyo significado es equivalente (únicamente se realiza un cambio de cota por volumen almacenado en función de la curva características cota-volumen).

4.8.5 MODELO METEOROLÓGICO

El modelo meteorológico viene definido por el hietograma sintético de bloques alternos definido a partir de la curva IDF publicada en la Instrucción 5.2-IC Drenaje Superficial [14]. Este método y los resultados obtenidos ya se expusieron anteriormente, por lo que no se vuelve a exponer aquí. Como resumen, los datos que definen el hietograma son:

- Duración máxima de 16 horas, momento en el cual se iguala la precipitación máxima diaria calculada con la precipitación acumulada del hietograma.
- Incremento de tiempo, o duración de cada bloque, de 5 minutos.

4.8.6 CONTROL DE LA SIMULACIÓN

Los parámetros de control de la simulación son los que a continuación se exponen:

- El intervalo de tiempo empleado ha sido de 5 minutos, con objeto de permitir que en las cuencas más pequeñas se consiga recoger con suficiente precisión los picos de los hidrogramas que se generan.
- La duración de la simulación se ha extendido hasta 96 horas, con objeto de garantizar que se complete el hidrograma.

4.8.7 RESULTADOS OBTENIDOS

4.8.7.1 Sin la consideración del embalse

A continuación, se muestran las imágenes correspondientes a los hidrogramas obtenidos en el punto de salida de la cuenca para los periodos de retorno estudiados de 100 y 500 años. En ambos, se observan dos primeros

picos correspondientes a las subcuencas más próximas al punto de control y el tercer pico (más alto) correspondiente a la cuenca de mayor aporte donde se ubicará posteriormente el embalse. De forma tabular se encuentran ubicados en el Apéndice 2 que acompaña a este documento.

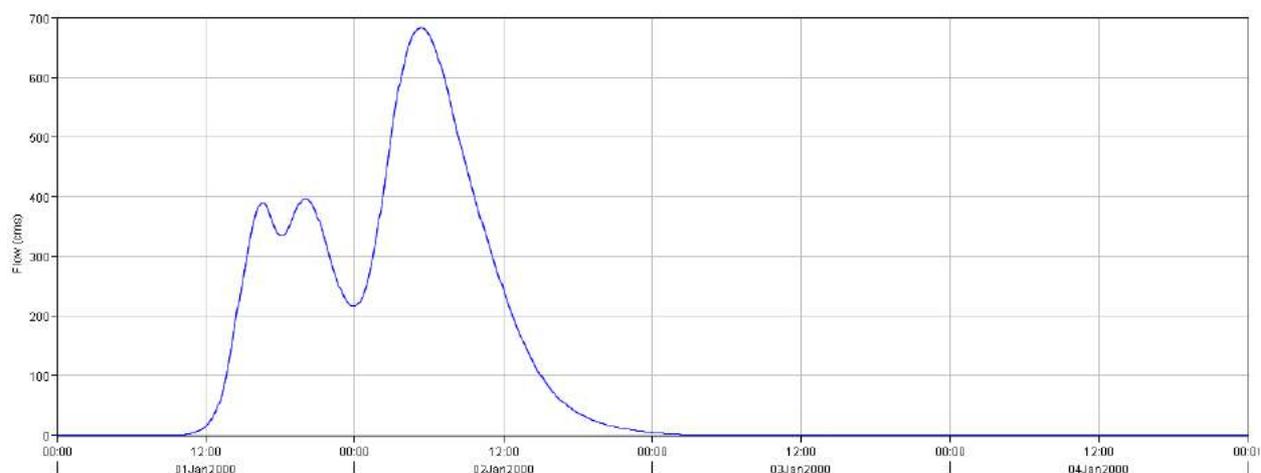


Figura 4-19. Hidrograma de salida para la avenida de 100 años en el punto de control sin embalse.

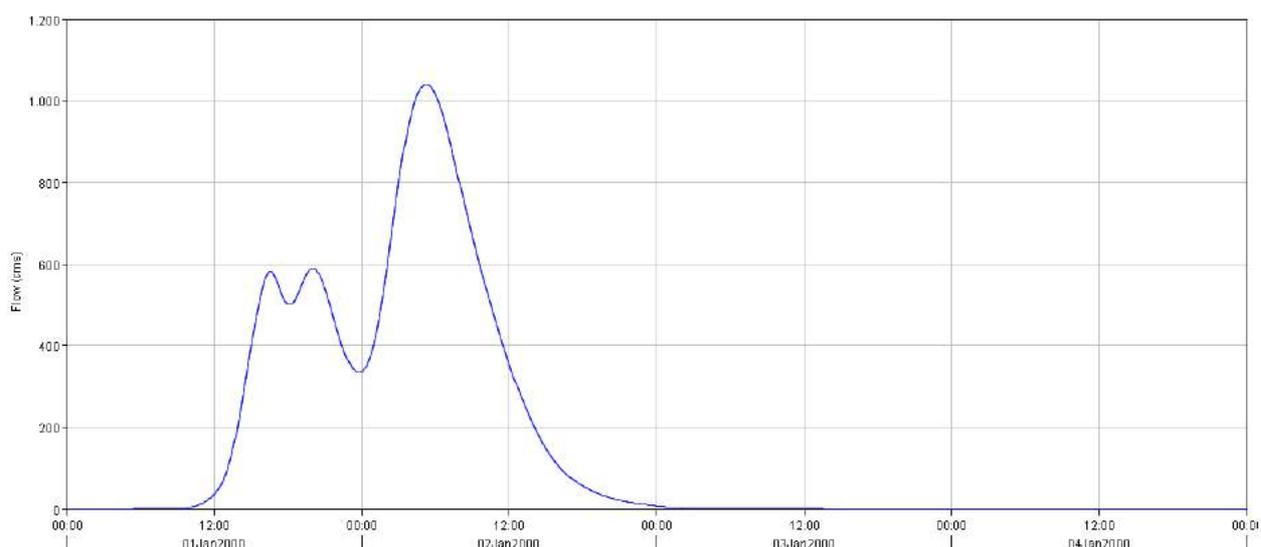


Figura 4-20. Hidrograma de salida para la avenida de 500 años en el punto de control sin embalse.

A continuación, se expone una tabla resumen con los caudales punta obtenidos para cada periodo de retorno analizado:

Tabla 4-8 Caudal punta del hidrograma para cada periodo de retorno considerado (sin embalse)

Cuenca	T(años)	Qp (m ³ /s)	Tp (horas)
Río Corbones (Punto de control)	100	682,2	29
	500	1.040,1	29

4.8.7.2 Con la consideración del embalse

A continuación, se muestran las imágenes correspondientes a los hidrogramas obtenidos en el punto de salida de la cuenca para los periodos de retorno de 100 y 500 años. En ambos, se observa un primer pico doble en el hidrograma, correspondiente al desagüe de las subcuencas situadas aguas abajo del embalse de Puebla de Cazalla, y un segundo pico correspondiente al caudal de la parte de la cuenca que queda regulada y, por tanto, laminada. Este segundo pico, como se verá posteriormente, se ve reducido con respecto al que entra en el embalse y, al mismo tiempo, retrasado lo suficiente como para no coincidir con el de las subcuencas situadas aguas abajo. Este hecho reduce notablemente el caudal de avenida que llega al núcleo poblacional de La Puebla

de Cazalla comprobándose así que el embalse cumple su objetivo.

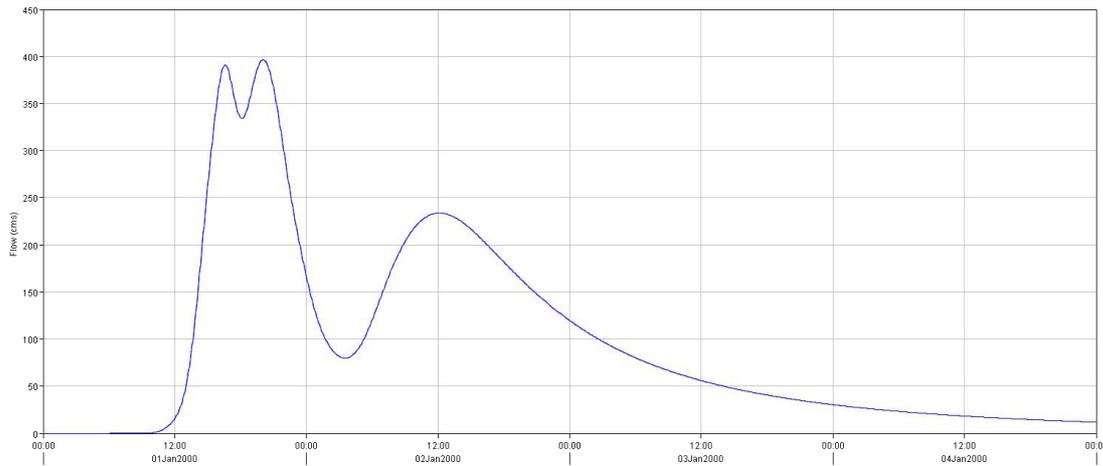


Figura 4-21. Hidrograma de salida para la avenida de 100 años en el punto de control con embalse.

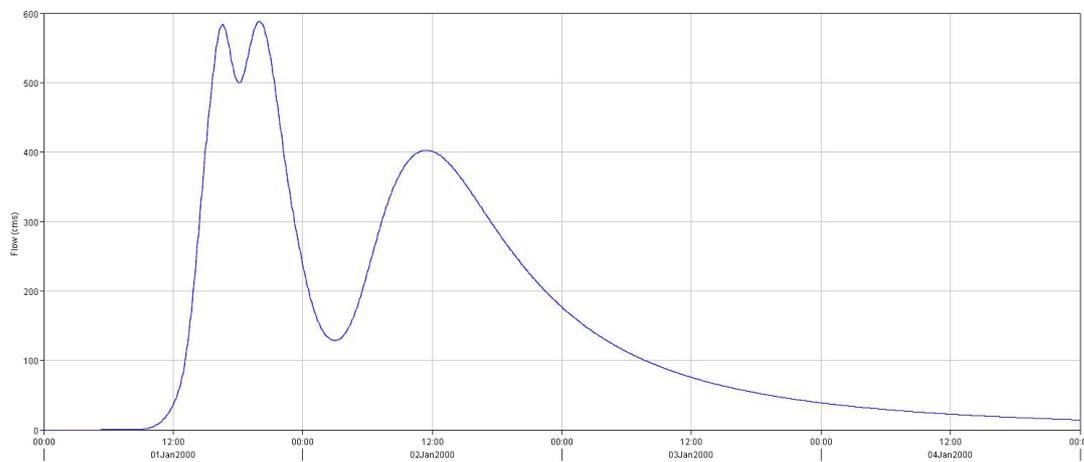


Figura 4-22. Hidrograma de salida para la avenida de 500 años en el punto de control con embalse.

A continuación, se expone una tabla resumen con los caudales punta obtenidos para cada periodo de retorno analizado:

Tabla 4-9 Caudal punta del hidrograma para cada periodo de retorno considerado (con embalse)

Cuenca	T(años)	Qp (m ³ /s)	Tp (horas)
Río Corbones (Punto de control)	100	396	20
	500	588	20

Analizando el efecto laminador del embalse se extraen las siguientes conclusiones:

- La punta del hidrograma de entrada en el embalse se reduce considerablemente a la salida del mismo.
- La punta del hidrograma de salida se retrasa, con respecto al hidrograma de entrada, en torno a 6 horas.
- Con la consideración del embalse, la punta del hidrograma pasa de ser la correspondiente a la cuenca del embalse a ser las situadas aguas abajo. Este fenómeno de hidrograma con duplicidad de picos se considera preocupante ya que un aterramiento durante el primer pico puede afectar negativamente al segundo.

Queda reflejada, de nuevo, la importancia del embalse de La Puebla de Cazalla y su consideración en la hidrología del río Corbones ya que aun estando el embalse a su máxima capacidad normal el efecto laminador que genera es significativo.

En las siguientes imágenes se muestra el efecto laminador del embalse para los periodos de retorno analizados:

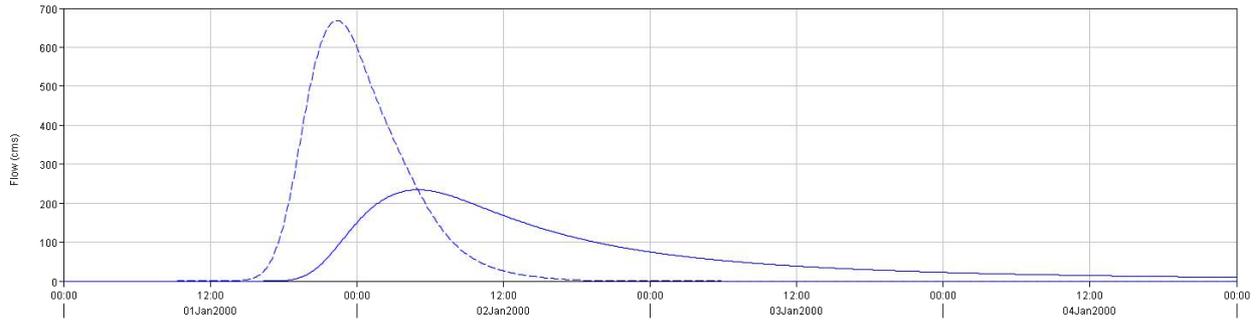


Figura 4-23. Efecto laminador del embalse para la avenida de 100 años.

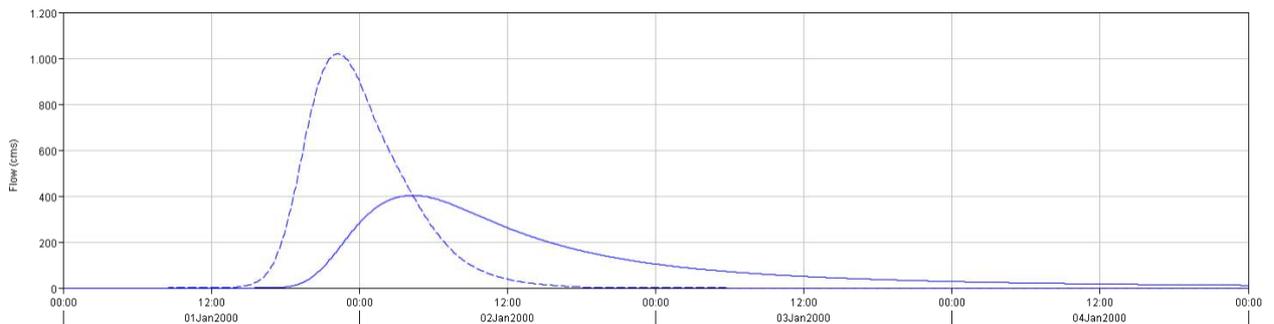


Figura 4-24. Efecto laminador del embalse para la avenida de 500 años.

En las anteriores imágenes se representa en línea discontinua la llegada del hidrograma al embalse y en línea continua la salida de este tras el paso por el embalse.

4.9 CONSULTA A DATOS OFICIALES

Por ultimo, y con el fin de la comparación de datos se han analizado datos oficiales existentes tales como:

- **El caudal punta considerado en el estudio ES050-BG028-01 ofrecido por el SNCZI.**

Se ha realizado una consulta para conocer el caudal punta de cálculo en citado estudio obteniendo un valor de pico de hidrograma de **371,3 m³/s** correspondiente al periodo de retorno de 500 años.



Figura 4-25. Consulta de caudal punta realizada al estudio del SNCZI (T= 500 años) [8].

De la misma forma se ha realizado la consulta para conocer el caudal punta de cálculo obteniendo en este caso para el periodo de retorno de 100 años un valor de pico de hidrograma de **199 m³/s**.

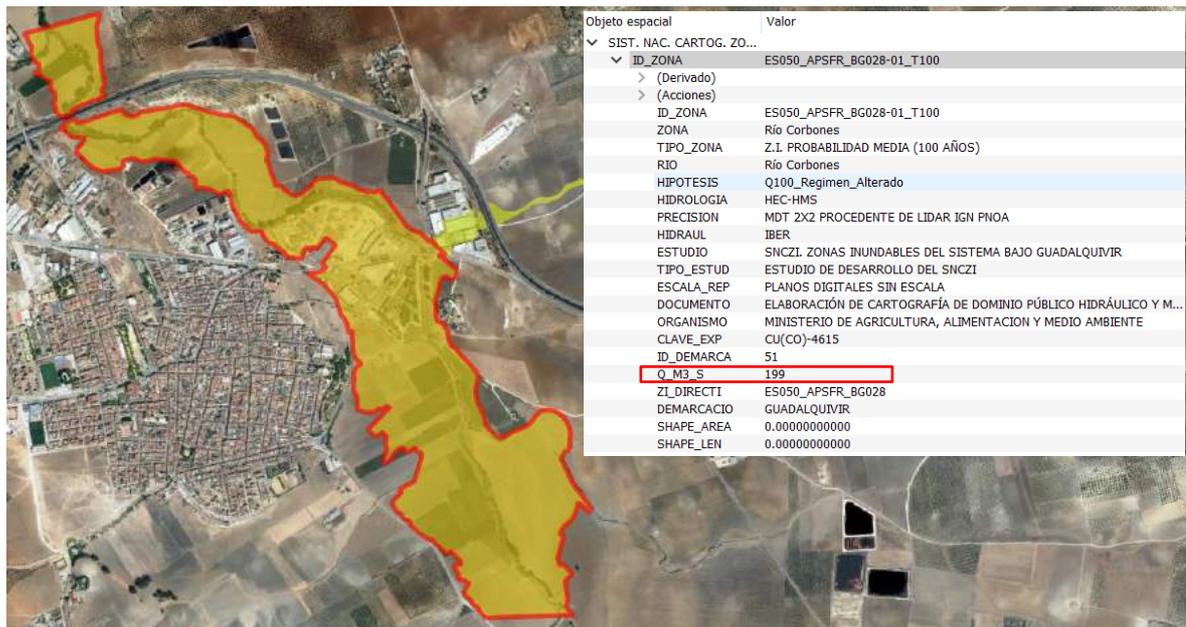


Figura 4-26. Consulta de caudal punta realizada al estudio del SNCZI (T= 100 años) [8].

Si se compara el valor ofrecido por este estudio en comparación al anteriormente obtenido se puede apreciar como el caudal es bastante inferior suponiendo solamente entorno a un 63% (en el caso del periodo de retorno más desfavorable, 500 años).

– **Los datos ofrecidos por la aplicación CAUMAX desarrollado por el CEDEX y el MAGRAMA.**

La aplicación ofrece la posibilidad de consultar los caudales máximos instantáneos en régimen natural asociados a distintos periodos de retorno para los cauces con una cuenca superior a 50 km² y calcular estos caudales mediante el método racional modificado para cauces con cuencas inferiores a 50 km².

El valor correspondiente al caudal punta con un periodo de retorno de 500 años y asociado al punto de control situado en el puente de la A-92 sobre el río Corbones es de **825 m³/s**. Para el periodo de retorno de 100 años y asociado al citado punto de control, el caudal punta es de **541 m³/s**. Estos valores se aproximan más a los obtenidos mediante HEC-HMS sin considerar el embalse.

Tabla 4–10 Comparacion de caudales punta obtenidos mediante CAUMAX y HEC-HMS sin embalse

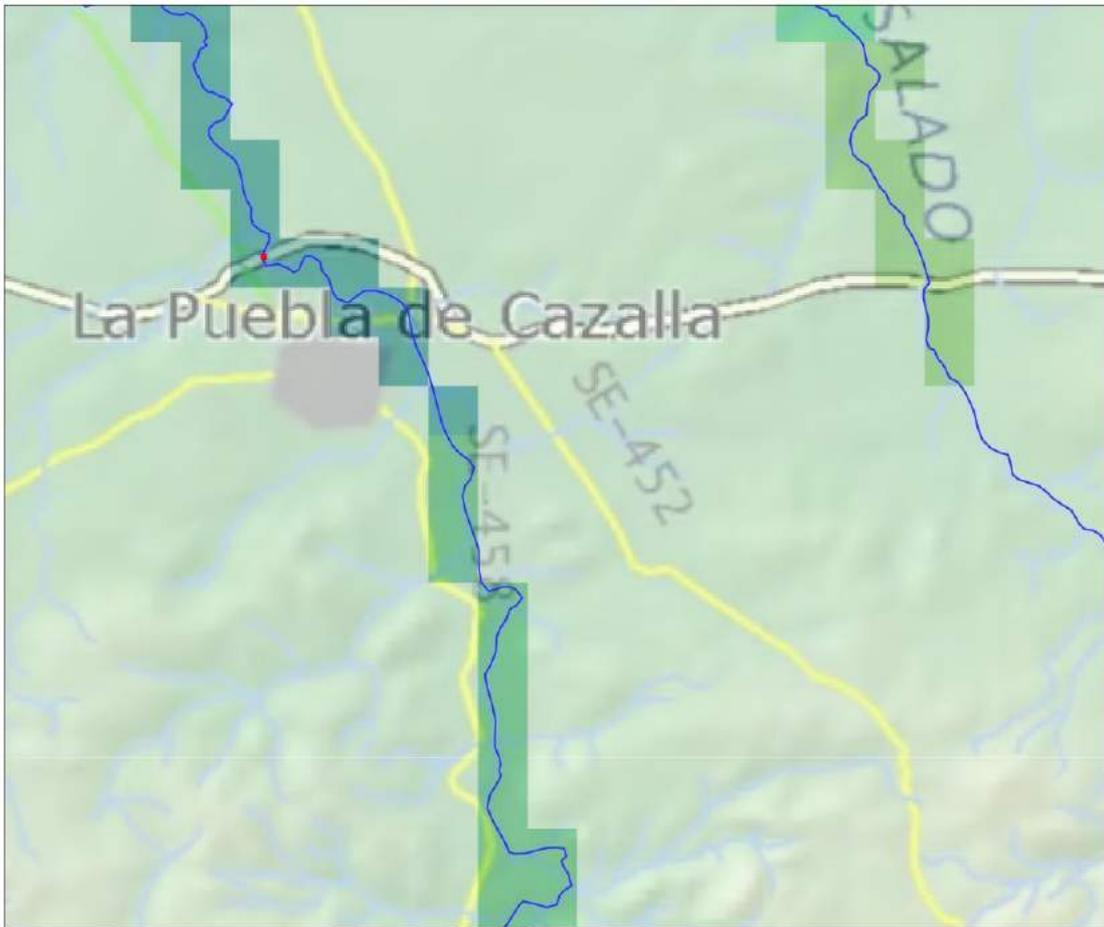
Cuenca	T(años)	Qp CAUMAX (m ³ /s)	Qp HEC-HMS (m ³ /s)
Río Corbones (Punto de control)	100	825	682,2
	500	541	1.040,1

Quedando de un orden de magnitud próximo.

Este valor en cambio es bastante más alto ya que como anteriormente se ha comentado, los datos ofrecidos por CAUMAX [20] consideran el régimen natural del río (es decir, sin la consideración del embalse y su regulación).

A continuación se recogen las consultas realizadas a los datos CAUMAX:

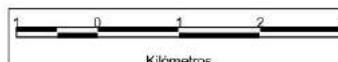
Demarcación hidrográfica del Guadalquivir



INFORME CONSULTA CAUDALES

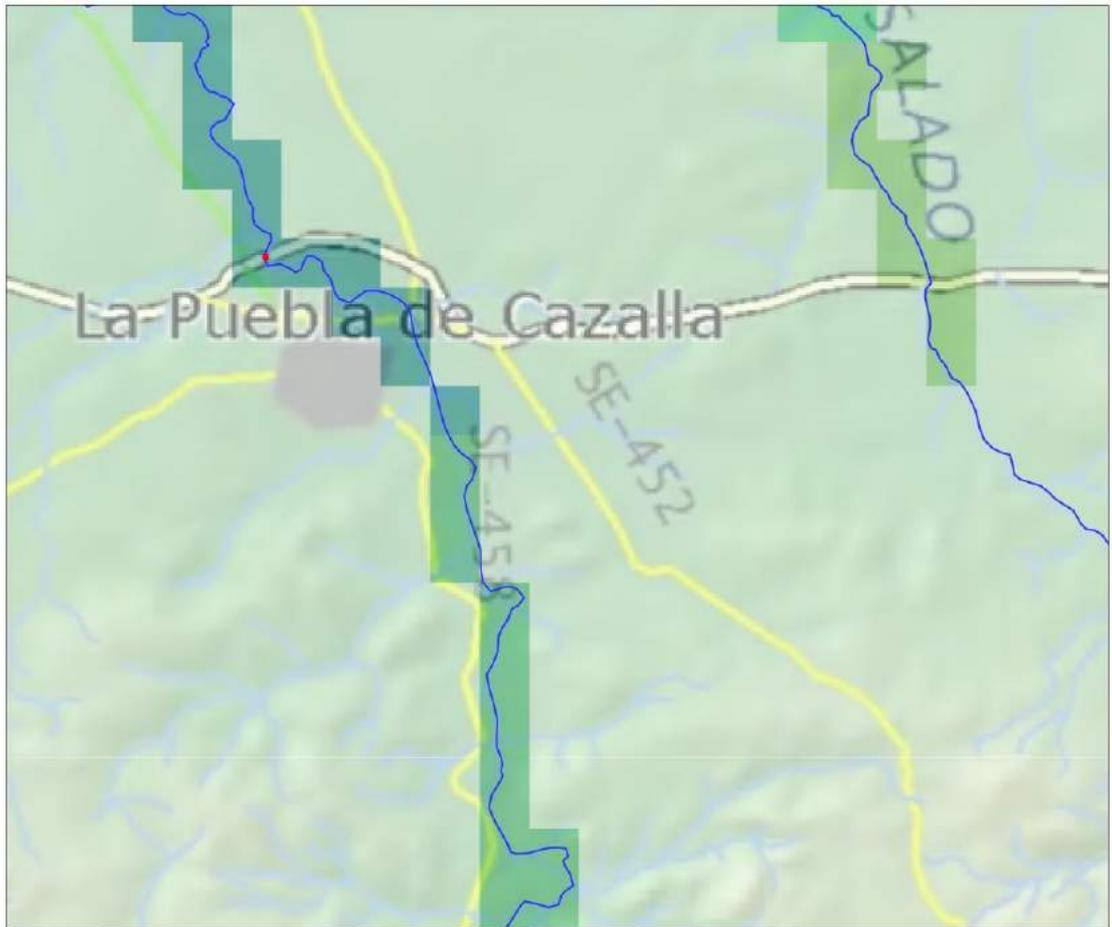
COORDENADAS UTM. HUSO 30	
X utm : 294391.4	Y utm : 4123356.0
RESULTADO	
Periodo de retorno (años) : 500	Caudal (m3/s) : 825

LEYENDA	
■	punto
□	Demarcación
~	Ríos
Caudales 100 años	
cartografia.ecw	



Fecha : 15.07.2019

Demarcación hidrográfica del Guadalquivir



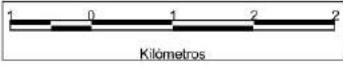
INFORME CONSULTA CAUDALES

COORDENADAS UTM. HUSO 30	
X utm : 294391.4	Y utm : 4123356.0
RESULTADO	
Periodo de retorno (años) : 100	Caudal (m3/s) : 541

LEYENDA

- punto
- Demarcación
- Ríos
- Caudales 100 años

cartografia.ecw



Fecha : 15.07.2019

5 HIDRÁULICA EN SITUACIÓN ACTUAL

“Comprendemos la naturaleza resistiéndola”.

- Gastón Bachelard -

Una vez se ha conseguido conocer el comportamiento hidrológico del Río Corbones tomando como punto de control de su cuenca de aportación el entorno del núcleo urbano de La Puebla de Cazalla, se procede a analizar el comportamiento hidráulico que tendrían las avenidas de producirse.

La hidráulica, en su sentido más genérico, no busca más que estudiar el comportamiento de los líquidos dependiendo de sus propiedades y de las fuerzas a las que son sometidos. Si se entra en mayor detalle, se define la hidráulica fluvial como aquella rama de la hidráulica que estudia el comportamiento de los ríos sea cual sea la finalidad del proyecto.

De la necesidad de estudiar fenómenos naturales complejos como son el comportamiento de las llanuras de inundación donde las hipótesis unidimensionales se alejan de la realidad nacen los modelos bidimensionales de simulación hidráulica. Para la resolución de las ecuaciones de Saint Venant en dos dimensiones se suele recurrir a la discretización en volúmenes finitos lo que conlleva menos complejidad y coste computacional. Estos modelos vienen desarrollándose desde los años 90 pero no es hasta recientemente cuando han conseguido buenos resultados.

Un sistema de modelización que tiene una cómoda interfaz y es compatible con los sistemas GIS es el modelo Iber [21] (CEDEX, 2010) desarrollado por el grupo FLUMEN de la E.T.S. de Caminos, Canales y Puertos de Barcelona (UPC). Iber tiene un amplio espectro de aplicación entre los que destacan: hidrodinámica fluvial, simulación de rotura de presas, evaluación de zonas inundables, cálculo de transporte de sedimentos...

5.1 INTRODUCCIÓN

En este apartado se van a realizar distintas simulaciones con el fin de analizar el comportamiento hidráulico de la zona bajo la consideración de las distintas hidrologías consideradas.

De manera general, a continuación, se recogen aspectos y parámetros comunes a la mayoría de las simulaciones, concretándose en cada punto cualquier diferencia a recalcar una vez sean expuestos los resultados.

5.2 MODELO HIDRÁULICO BIDIMENSIONAL MEDIANTE IBER

El modelo Iber [21] surge como respuesta al interés mostrado por el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX [22] en disponer de una herramienta que facilite la aplicación de la legislación sectorial vigente en materia de aguas, especialmente en los requerimientos derivados de la Directiva Marco del Agua, la Instrucción de Planificación Hidrológica, la Directiva de Inundaciones o el Plan Nacional de Calidad de las Aguas.

El rango de aplicación de Iber abarca la hidrodinámica fluvial, la simulación de rotura de presas, la evaluación de zonas inundables, el cálculo de transporte de sedimentos y el flujo de marea en estuarios.

El modelo Iber consta actualmente de 3 módulos de cálculo principales: un módulo hidrodinámico, un módulo de turbulencia y un módulo de transporte de sedimentos. Todos los módulos trabajan sobre una malla no estructurada de volúmenes finitos formada por elementos triangulares o cuadriláteros.

En el módulo hidrodinámico, que constituye la base de Iber, se resuelven las ecuaciones de aguas someras bidimensionales promediadas en profundidad (ecuaciones de St. Venant 2D). El módulo de turbulencia permite incluir las tensiones turbulentas en el cálculo hidrodinámico, pudiéndose utilizar para ello diferentes modelos de turbulencia para aguas someras con diferente grado de complejidad.

En la versión actual se incluyen un modelo parabólico, un modelo de longitud de mezcla y un modelo. El módulo de transporte de sedimentos resuelve las ecuaciones de transporte de fondo y transporte turbulento en suspensión, calculando a partir del balance de masa de sedimento la evolución de la cota.

5.3 PARÁMETROS DE LA SIMULACIÓN

A continuación se definen los parámetros necesarios para la correcta definición del modelo bidimensional.

5.3.1 DATOS GENERALES DE LA SIMULACIÓN

En este apartado se recogen datos generales de la simulación:

Tabla 5–1 Parámetros generales de la simulación

Número de procesadores	Todos los disponibles
Esquema numérico	Primer orden (rápido)
CFL	0.45
Límite seco-mojado (m)	0.01
Método de secado	Por defecto
Condición de Courant estricta	Desactivada
Fricción en las paredes	Altura de rugosidad
Rugosidad en las paredes	0.001
Viscosidad Laminar (m ³ /s)	0.000001
Llenar sumidero	No

5.3.2 PARÁMETROS DE TIEMPO

Debido a que se han realizado varias simulaciones con hidrogramas de entrada distintos se ha procedido a ajustar los parámetros de tiempo siempre considerando el tiempo máximo del hidrograma de entrada y considerando un resguardo temporal tal que el hidrograma pueda llegar a la condición de salida. Una vez se obtiene el tiempo máximo de simulación se establece un intervalo de resultados lógico donde el número de resultados no sea excesivo con el fin de reducir los tiempos de cálculo pero sin ser insuficiente para el análisis.

5.3.3 MODELO TOPOGRÁFICO

Las fuentes de datos empleada para la obtención de la cartografía de este estudio son los ficheros LiDAR y el modelo digital disponibles en el Centro de Descarga del Centro Nacional de Información Geográfica del Instituto Geográfico Nacional del Ministerio de Fomento del Gobierno de España.

Los ficheros LiDAR [13] son ficheros digitales con información altimétrica de la nube de puntos LiDAR, distribuidos en ficheros de 2x2 km de extensión. El formato de descarga es un archivo LAZ (formato de compresión de ficheros LAS). Las nubes de puntos han sido capturadas mediante vuelos con sensor LiDAR con una densidad de 0,5 puntos/m², y posteriormente clasificadas de manera automática y coloreadas mediante RGB obtenido a partir de ortofotos del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) con tamaño de pixel de 25 o 50cm. Sistema geodésico de referencia ETRS89 en la Península, Islas Baleares, Ceuta y Melilla, y REGCAN95 en las Islas Canarias (ambos sistemas compatibles con WGS84) y proyección UTM en el huso correspondiente a cada fichero.

A partir de estos, se crea un MDE de la zona de estudio en formato ASC, que es el que se introduce en el programa para generar el terreno de cálculo. Los datos LiDAR proporcionan una gran resolución.

En la siguiente figura se muestra el MDE utilizado, que representa la zona de simulación en Iber:

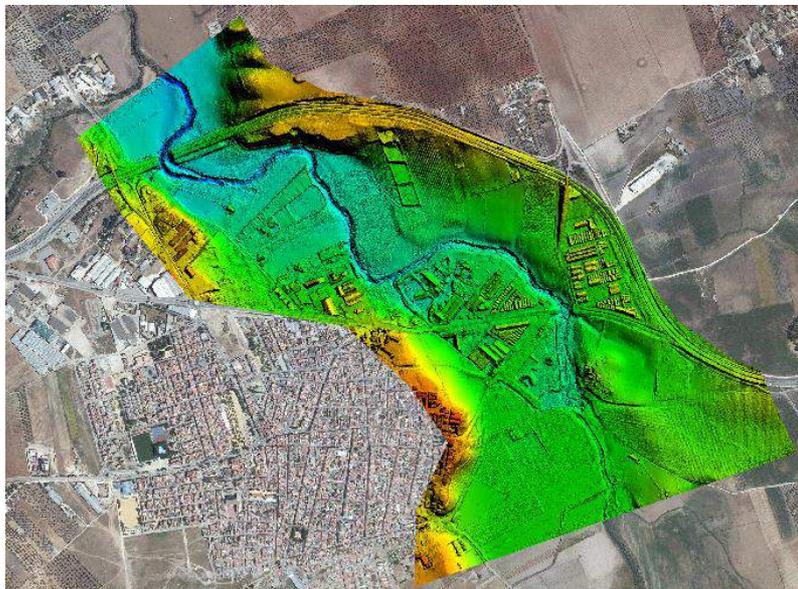


Figura 5-1. Modelo digital del terreno utilizado para el cálculo hidráulico.

Se considera destacable recalcar que en citado MDE se encuentra tanto el azud situado aguas arriba del puente SE-7203 como que la situación de los arcos del citado puente se encuentra relleno de sedimentos, hecho que le resta al puente sección hidráulica.

5.3.4 CARACTERÍSTICAS DEL RTIN

Una vez se ha obtenido el MDE se importa a Iber como un RTIN al que se le asignan las siguientes propiedades de forma en que se pueda generar una malla de cálculo:

Tabla 5-2 Parámetros del RTIN

Tolerancia	0.2 m
Lado máximo	100 m
Lado mínimo	2 m

5.3.5 RUGOSIDAD

Las pérdidas por rozamiento se calculan a través de la ecuación de Manning. Al tratarse de un modelo bidimensional, el propio modelo tiene en cuenta factores como la sinuosidad y la irregularidad en las secciones. Los valores que se consideran son los indicados en la Guía Metodológica para el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI) [8], editada por el Ministerio de Medio Ambiente. En la tabla que se incluye en el Apéndice 3 se recogen los valores asignados a cada uso de suelo.

En la siguiente figura se observan las ocupaciones de suelo presentes en la zona, obtenidos del Sistema de Información sobre Ocupación de Suelo en España (SIOSE) [23]. SIOSE está integrado dentro del Plan Nacional de Observación del Territorio (PNOT) cuyo objetivo es generar una base de datos de Ocupación del Suelo para toda España a escala de referencia 1:25.000, integrando la información disponible de las comunidades autónomas y la Administración General del Estado. Actualmente SIOSE se ha producido a nivel nacional a fecha de referencia del año 2005 (SIOSE 2005), con posteriores actualizaciones a fecha de referencia 2009 (SIOSE 2009), 2011 (SIOSE 2011) y 2013 (SIOSE 2013). Estos datos se han completado a través de la Ortofoto de Máxima Actualidad del PNOA.

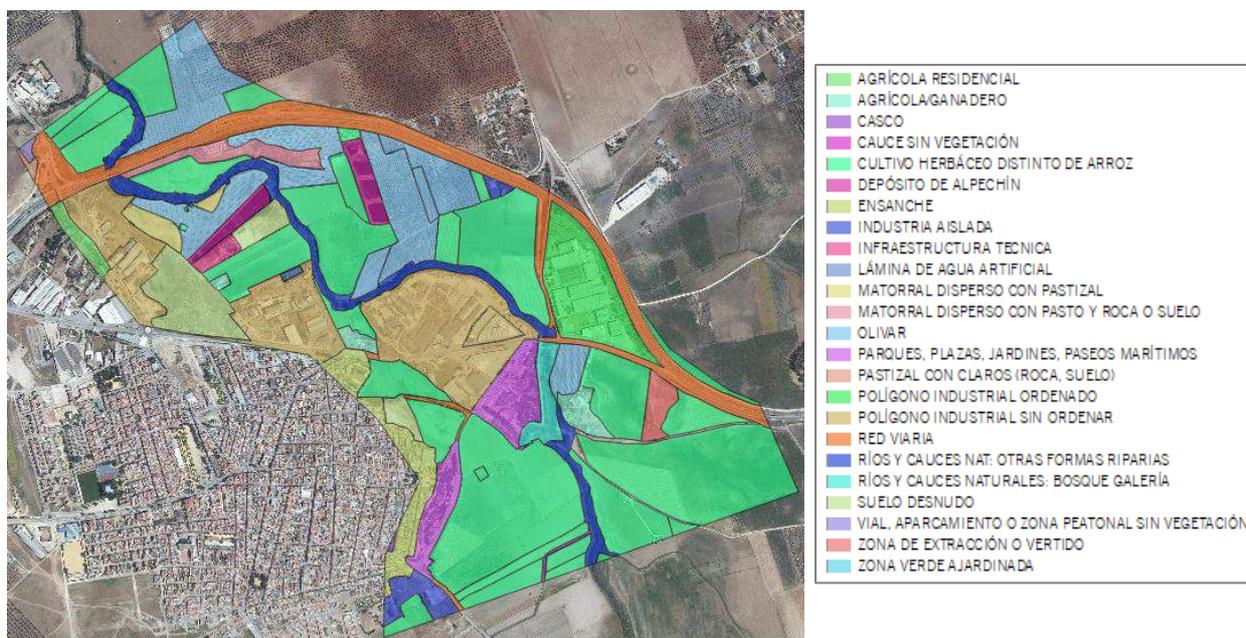


Figura 5-2. Usos de suelo en la zona de estudio (SIOSE) [23].

5.3.6 CONDICIÓN INICIAL

El programa ofrece la posibilidad de asociar una condición inicial en calado o cota de agua a parte de o al dominio completo.

En este caso, no se establece ninguna condición inicial por lo que el modelo completo tiene una condición inicial nula, es decir, no existe agua inicial en el modelo.

5.3.7 CONDICIONES DE CONTORNO

Las condiciones de contorno a incluir en el modelo son básicamente entradas y salidas. En este caso, como entrada se ha incluido el hidrograma obtenido en apartados anteriores y como salida se ha asociado un régimen crítico/supercrítico lo suficientemente aguas abajo de la zona de estudio de manera en que la simulación pueda estabilizarse aguas arriba y adoptar el calado que corresponda (subcrítico/crítico/supercrítico).

5.3.8 OBRAS DE DRENAJE

Las obras de paso existentes sobre el curso del Río Corbones a su paso por el núcleo poblacional de La Puebla de Cazalla correspondiente con el tramo de estudio son las siguientes:



Figura 5-3. Localización de las obras de drenaje.

A continuación, se describen cada una de ellas:

5.3.8.1 Puente A-92

La autovía A-92 es una autovía autonómica andaluza perteneciente a la Red Básica de Carreteras, constituye un gran eje de comunicación longitudinal este-oeste pasando por las provincias de Sevilla, Málaga, Granada y Almería.



Figura 5-4. Recorrido A-92 en la comunidad autónoma de Andalucía [24].

A su paso por la zona norte el núcleo poblacional de La Puebla de Cazalla cruza el Río Corbones mediante la siguiente infraestructura:



Figura 5-5. Fotografía puente A-92 (Fuente: Elaboración propia).

Se trata de una estructura formada por un tablero de 50 cm de canto junto a una pila de 1,2 metros de diámetro. Para su inclusión en el modelo se ha realizado una limpieza en el MDE introducido en la simulación resultando la zona correspondiente al puente en concreto de la siguiente forma:

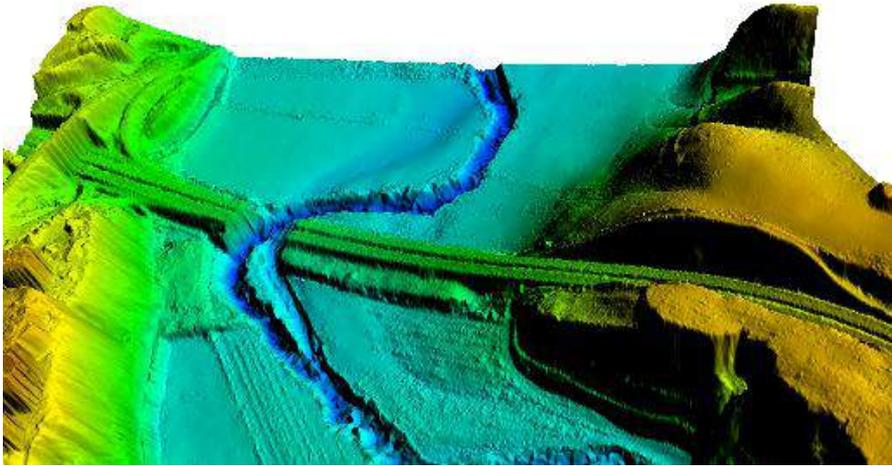


Figura 5-6. Vista 3D del modelo del terreno en las inmediaciones del puente de la A-92.

Para su introducción en el modelo Iber se han introducido los siguientes parámetros:

Tabla 5-3 Parámetros generales para el puente A-92

Parámetros generales		
- Cd flujo presión libre	0,6	
- Cd flujo presión anegado	0,8	
- Cd tablero	1,7	
Parámetros del tablero	<i>inicio</i>	<i>final</i>
- Posición relativa del punto	0,00	1,00
- Cota superior del tablero	147	146,5
- Cota inferior del tablero	146,5	146
- Ancho del tablero	28 metros	
Parámetros de la pila		
- Posición relativa de la pila	0,5 metros	
- Diámetro de la pila	1,2 metros	

5.3.8.2 Puente SE-7203

La carretera SE-7203 supone un enlace entre la travesía de La Puebla de Cazalla y el enlace con la SE-8205.



Figura 5-7. Ubicación de la SE-7203 [25].

En su recorrido cruza el Río Corbones a través de un puente de mampostería que data del siglo XIX.



Figura 5-8. Fotografía puente SE-7203 (Fuente: Elaboración propia).

Se trata de una estructura formada por tres bóvedas escarzanas de ladrillo sobre pilas y estribos de ladrillo con aristones de sillarejo[11].

Para su inclusión en el modelo se ha realizado una limpieza en el MDE introducido en la simulación resultando la zona correspondiente al puente en concreto de la siguiente forma:

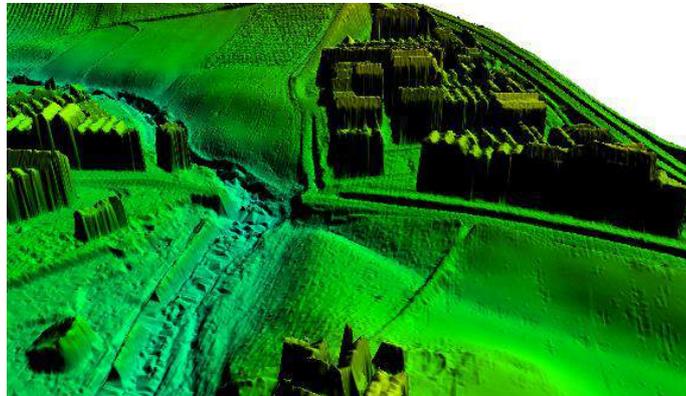


Figura 5-9. Vista 3D del modelo del terreno en las inmediaciones del puente de la SE-7203.

Tanto la geometría como los parámetros introducidos para la modelización del puente en el modelo bidimensional se recogen a continuación:

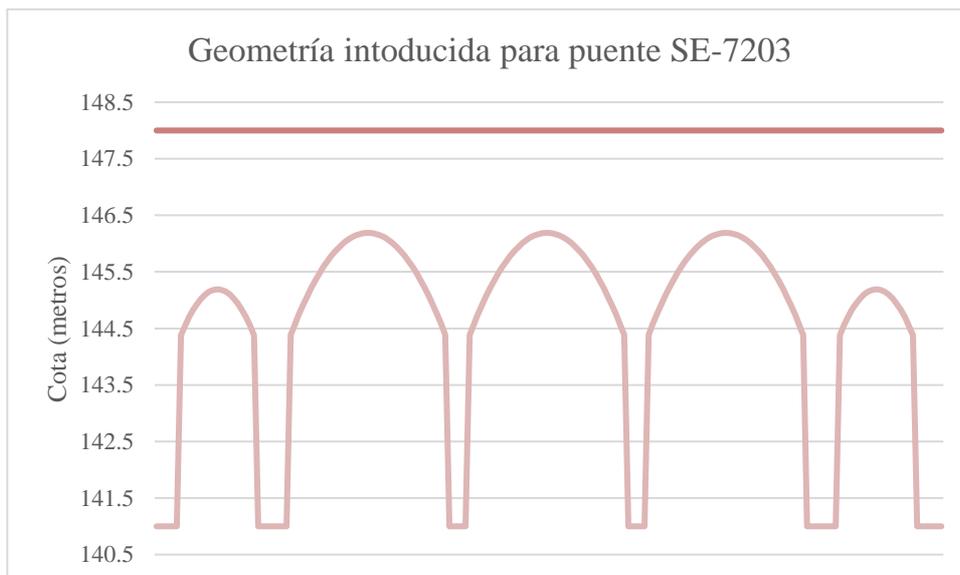


Figura 5-10. Gráfica de la geometría paramétrica introducida.

Tabla 5-4 Parámetros generales para el puente SE-7203

Parámetros generales			
- Cd flujo presión libre		0,6	
- Cd flujo presión anegado		0,8	
- Cd tablero		1,7	
	Posición relativa del punto	Cota superior del tablero	Cota inferior del tablero
	0.0000	148	143
	0.1364	148	143
	0.1364	148	144.75
	0.1402	148	144.979167
	0.1439	148	145.166667
	0.1477	148	145.3125
	0.1515	148	145.416667
	0.1553	148	145.479167
	0.1591	148	145.5
	0.1629	148	145.479167
	0.1667	148	145.416667
	0.1705	148	145.3125
	0.1742	148	145.166667
	0.1780	148	144.979167
	0.1818	148	144.75
	0.1818	148	143
	0.2045	148	143
	0.2045	148	144.96
Cuerpo del puente	0.2197	148	145.6944
	0.2348	148	146.2656
	0.2500	148	146.6736
	0.2652	148	146.9184
	0.2803	148	147
	0.2955	148	146.9184
	0.3106	148	146.6736
	0.3258	148	146.2656
	0.3409	148	145.6944
	0.3561	148	144.96
	0.3561	148	143
	0.3712	148	143
	0.3712	148	144.96
	0.3864	148	145.6944
	0.4015	148	146.2656
	0.4167	148	146.6736
	0.4318	148	146.9184
	0.4470	148	147
	0.4621	148	146.9184
	0.4773	148	146.6736
	0.4924	148	146.2656

0.5076	148	145.6944
0.5227	148	144.96
0.5227	148	143
0.5379	148	143
0.5379	148	144.96
0.5530	148	145.6944
0.5682	148	146.2656
0.5833	148	146.6736
0.5985	148	146.9184
0.6136	148	147
0.6288	148	146.9184
0.6439	148	146.6736
0.6591	148	146.2656
0.6742	148	145.6944
0.6894	148	144.96
0.6894	148	143
0.7121	148	143
0.7121	148	144.75
0.7159	148	144.979167
0.7197	148	145.166667
0.7235	148	145.3125
0.7273	148	145.416667
0.7311	148	145.479167
0.7348	148	145.5
0.7386	148	145.479167
0.7424	148	145.416667
0.7462	148	145.3125
0.7500	148	145.166667
0.7538	148	144.979167
0.7576	148	144.75
0.7576	148	143
1.0000	148	143

5.4 ANÁLISIS DE RESULTADOS

A continuación, se analizan los resultados obtenidos bajo la consideración de distintas hidrologías con el objetivo de la comparación con la cartografía oficial actual y con el fin último de la obtención de una llanura de inundación correspondiente a 500 años valida desde la cual poder plantear medidas de protección.

- **Tomando como hidrología de partida la ofrecida por el Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI).**

Para la realización de la siguiente simulación se ha tenido como condición inicial un hidrograma unitario sintético cuya punta es la correspondiente a la ofrecida por el SNCZI [8] para un periodo de retorno de 500 años, con un valor de $371,3 \text{ m}^3/\text{s}$.

Para obtener el citado hidrograma unitario y al no disponer de hietogramas e hidrogramas propios en el ámbito de estudio, es necesario recurrir a algún hidrograma unitario sintético. Este se genera a partir de parámetros que se calibran con datos de aforo o se estiman mediante expresiones empíricas obtenidas en cuencas experiemntales mediante regresiones con características físicas de las mismas.

Para este caso, en concreto, se ha utilizado el hidrograma unitario del Soil Conservation Service (SCS)

ampliamente extendido y contrastado. Este hidrograma se basa en un hidrograma adimensional obtenido del análisis de un gran número de hidrogramas unitarios de cuencas rurales de reducido tamaño, adaptando valores medios. La adimensionalización del hidrograma se lleva a cabo utilizando los cocientes t/t_p y Q/Q_p siendo Q_p el caudal punta y T_p el tiempo en el que se produce este.

El hidrograma se recoge en el Apéndice 4, que acompaña a este documento.

Centrando el análisis en los resultados obtenidos en la simulación, se recogen a continuación tanto el mapa de calados máximos como el de velocidades máximas:

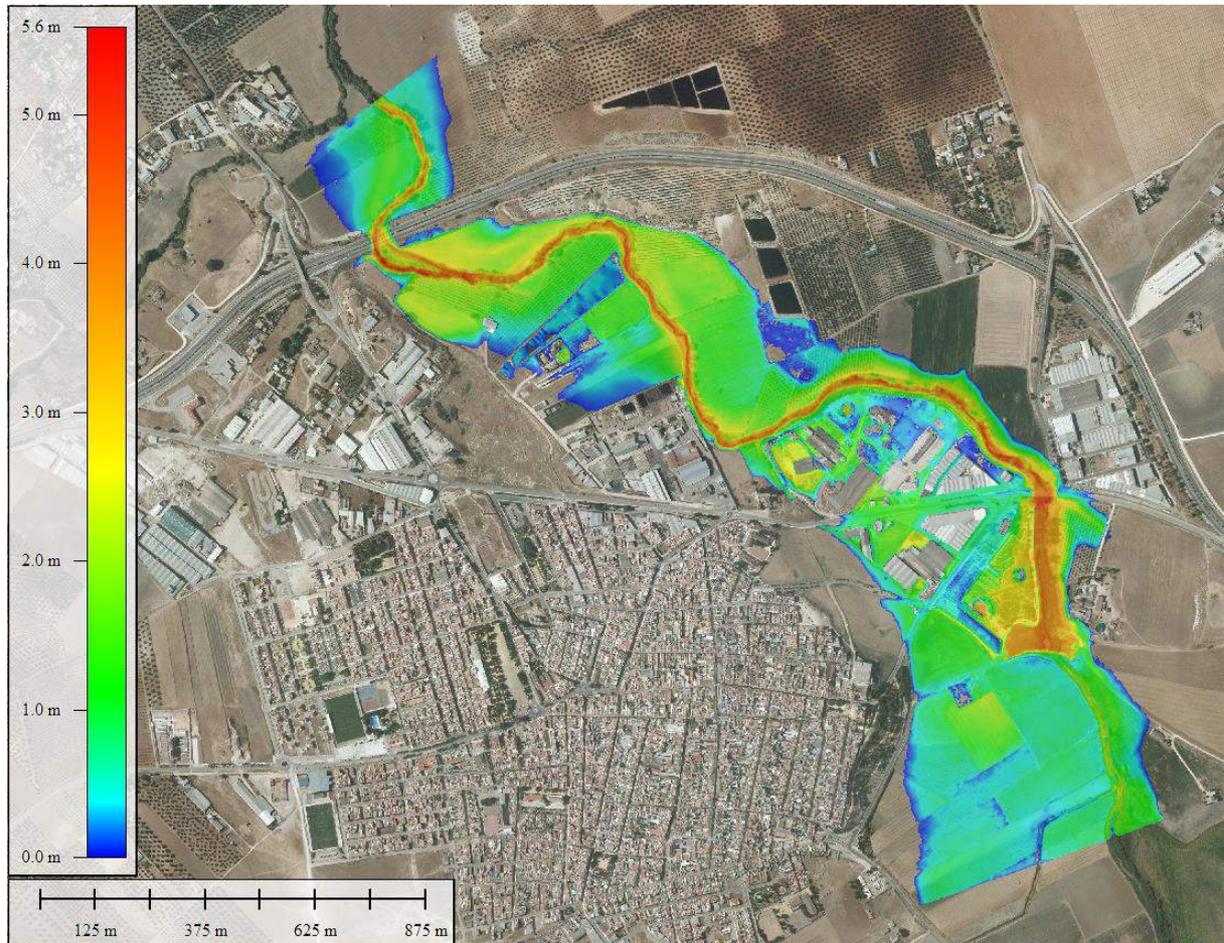


Figura 5-11. Mapa de calados máximos (T 500) para situación actual considerando hidrología del SNCZI.

En los resultados obtenidos se aprecia el alcance de la llanura de inundación y el efecto “presa” de la carretera SE-7203, actuando los tramos situados aguas arriba de las obras de paso como parques laminadores de la avenida. Dicha laminación implica el aumento “descontrolado” del calado y la superficie inundada, produciéndose afecciones a edificaciones consolidadas.

De los resultados obtenidos se desprende que la obra de paso de enlace con la A-92 entraría en carga con la avenida de 500 años de periodo de retorno; en el caso de la obra de paso de la A-92 sobre el río Corbones no se produciría este fenómeno al no alcanzar el calado máximo la cota inferior del tablero.

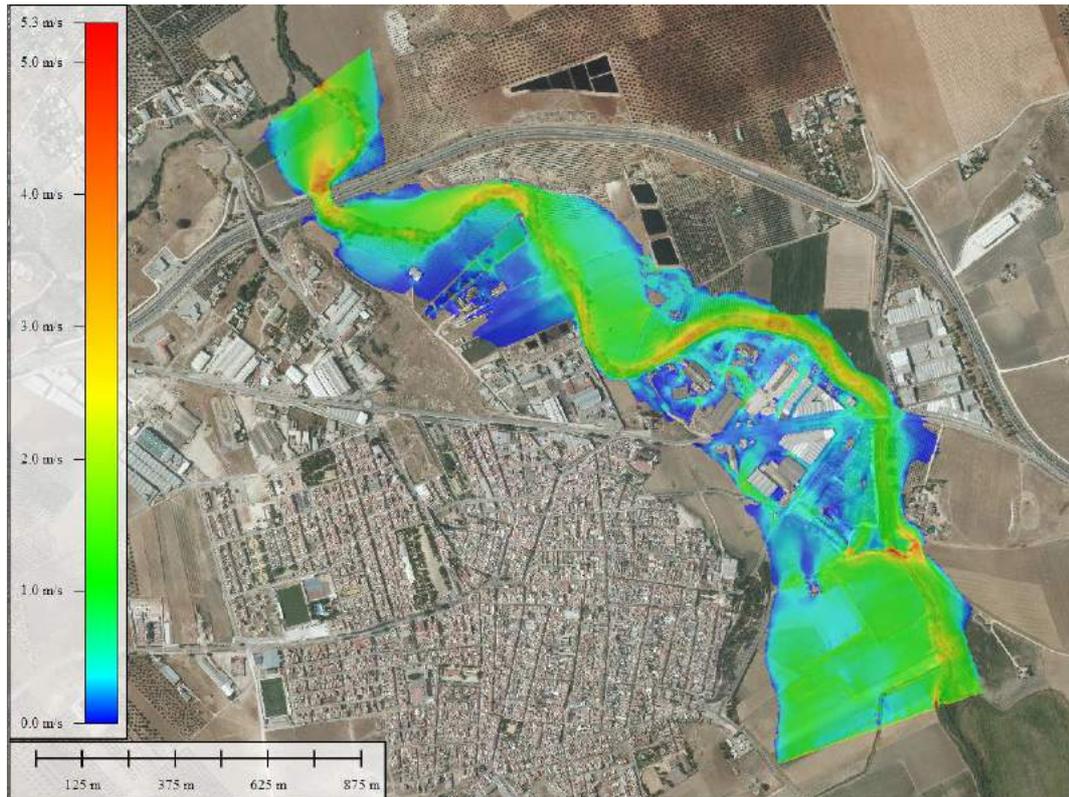


Figura 5-12. Mapa de velocidades máximas (T 500) para situación actual considerando hidrología del SNCZI.

Las velocidades máximas se concentran en el eje del cauce y a la salida de las obras de paso.

Una vez analizados los resultados pormenorizados en cuanto a calados y velocidades pasamos a obtener conclusiones respecto a la situación en planta de la llanura.

En primer lugar, se compara la llanura obtenida mediante la realización de la simulación con la cartografía oficial publicada por el SNCZI anteriormente citada, esta comparativa se recoge en la siguiente imagen:



Figura 5-13. Comparativa de la llanura de inundación obtenida (amarillo) con la cartografía del SNCZI (verde) ambas para 500 años.

Como puede observarse, la llanura de inundación encaja con la ofrecida por Confederación exceptuando

una zona aguas arriba del puente SE-7203 sobre el río Corbones, posiblemente debido a la no consideración del afluente.

En segundo y último lugar se procede a analizar la afección para esta hidrología del suelo urbano consolidado:



Figura 5-14. Análisis de afección de la llanura de inundación para 500 años al suelo urbano.

En la anterior imagen se ha marcado la zona correspondiente a suelo urbano que queda afectada por la inundación y por tanto se debe proteger.

- **Tomando como hidrología de partida la obtenida mediante el modelo HEC-HMS anteriormente expuesto.**

A continuación se han realizado dos simulaciones correspondientes a los periodos de retorno de 500 y 100 años considerando la hidrología propia obtenida mediante el programa HEC-HMS cuyos hidrogramas han sido anteriormente expuestos.

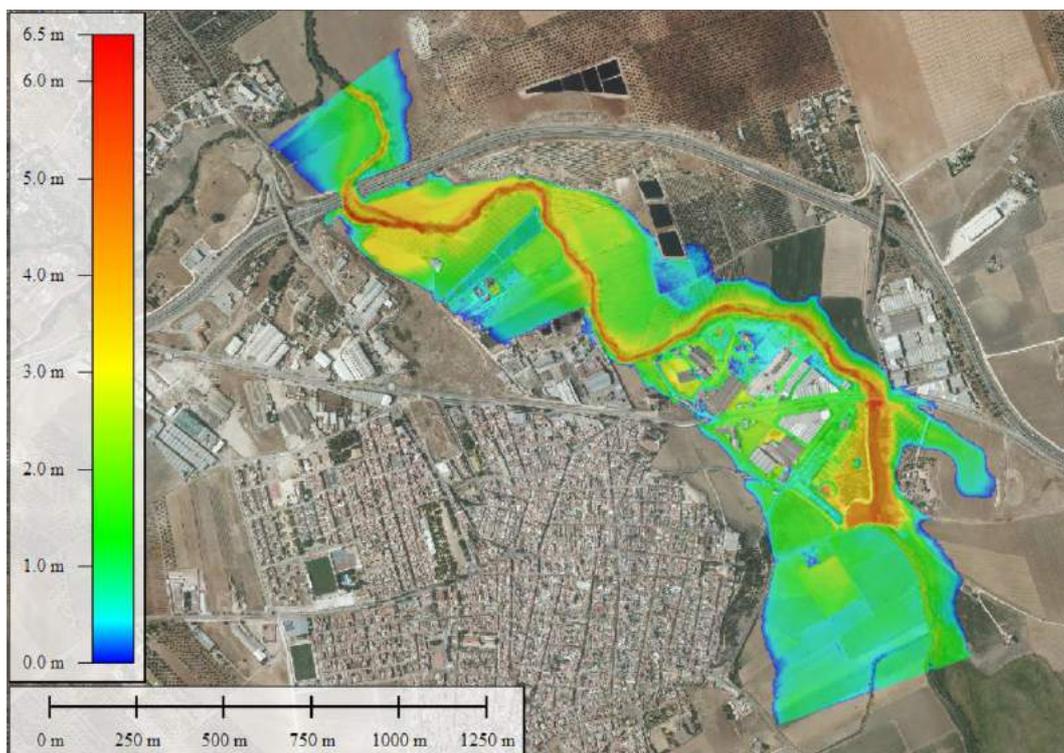


Figura 5-15. Mapa de calados máximos (T 500) para situación actual considerando hidrología propia.

En este caso se obtienen los mismos resultados que en la anterior simulación, pero debido a que el caudal punta es mayor, el efecto represa del puente de la SE-7203 se hace más notable llegando a inundar más la zona situada al este (lengua de agua situada bajo el Polígono Industrial Corbones).

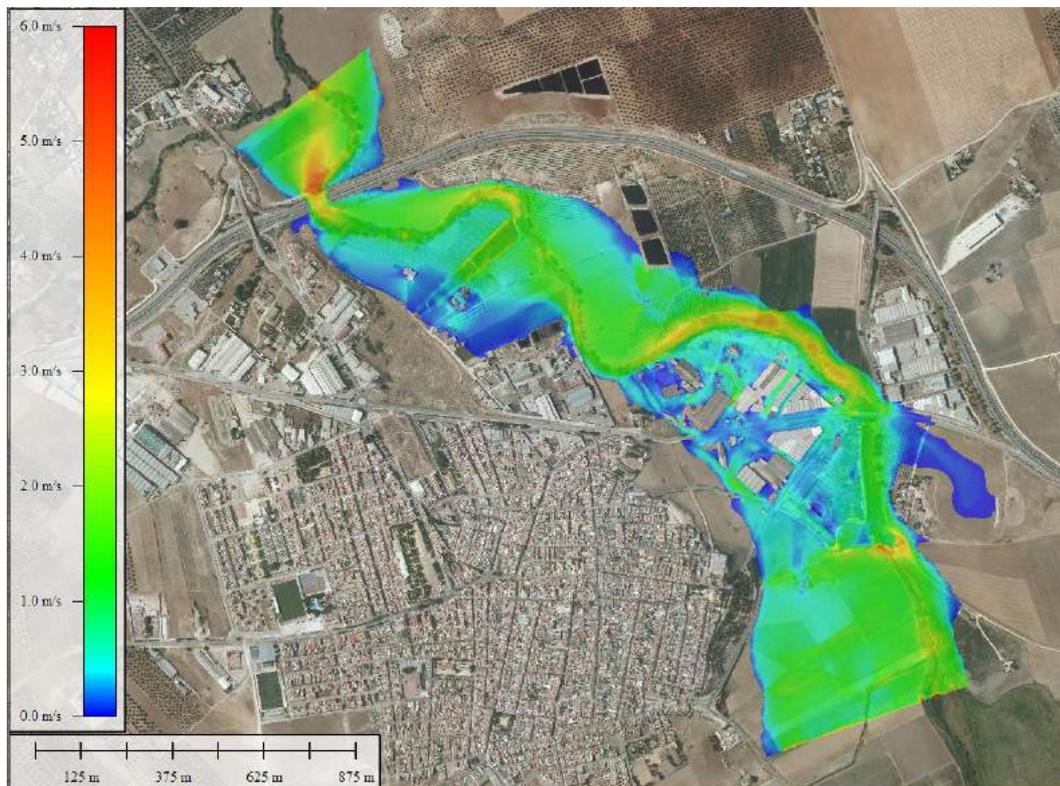


Figura 5-16. Mapa de velocidades máximas (T 500) para situación actual considerando hidrología propia.

En este caso las velocidades máximas se distribuyen de manera similar.

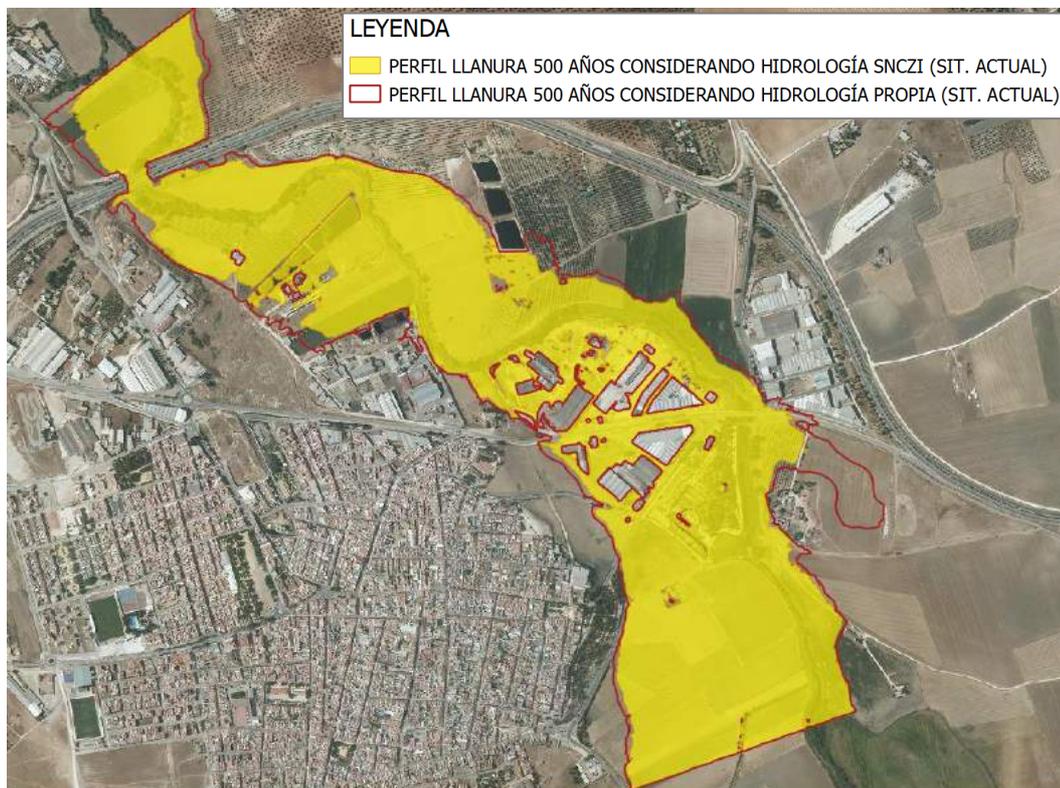


Figura 5-17. Comparativa de las llanuras de inundación obtenida con las distintas hidrologías; SNCZI (perfil amarillo) y propia (perfil rojo).

En general, la llanura que se basa en una hidrología con mayor caudal punta tiene una mayor extensión en planta en todos los puntos de estudio a excepción de zonas en la que la diferencia es de mayor envergadura como pueden ser justo aguas arriba del puente de la SE-7203 o aguas abajo del puente de la A-92 por ejemplo. A pesar de la diferencia de caudales, la diferencia en planta no es tan reseñable debido a la anchura de la inundación y el encaje del cauce en el terreno.

Se ha realizado un perfil longitudinal a lo largo del cauce en el que se compara la elevación de la lámina de agua y el terreno actual:

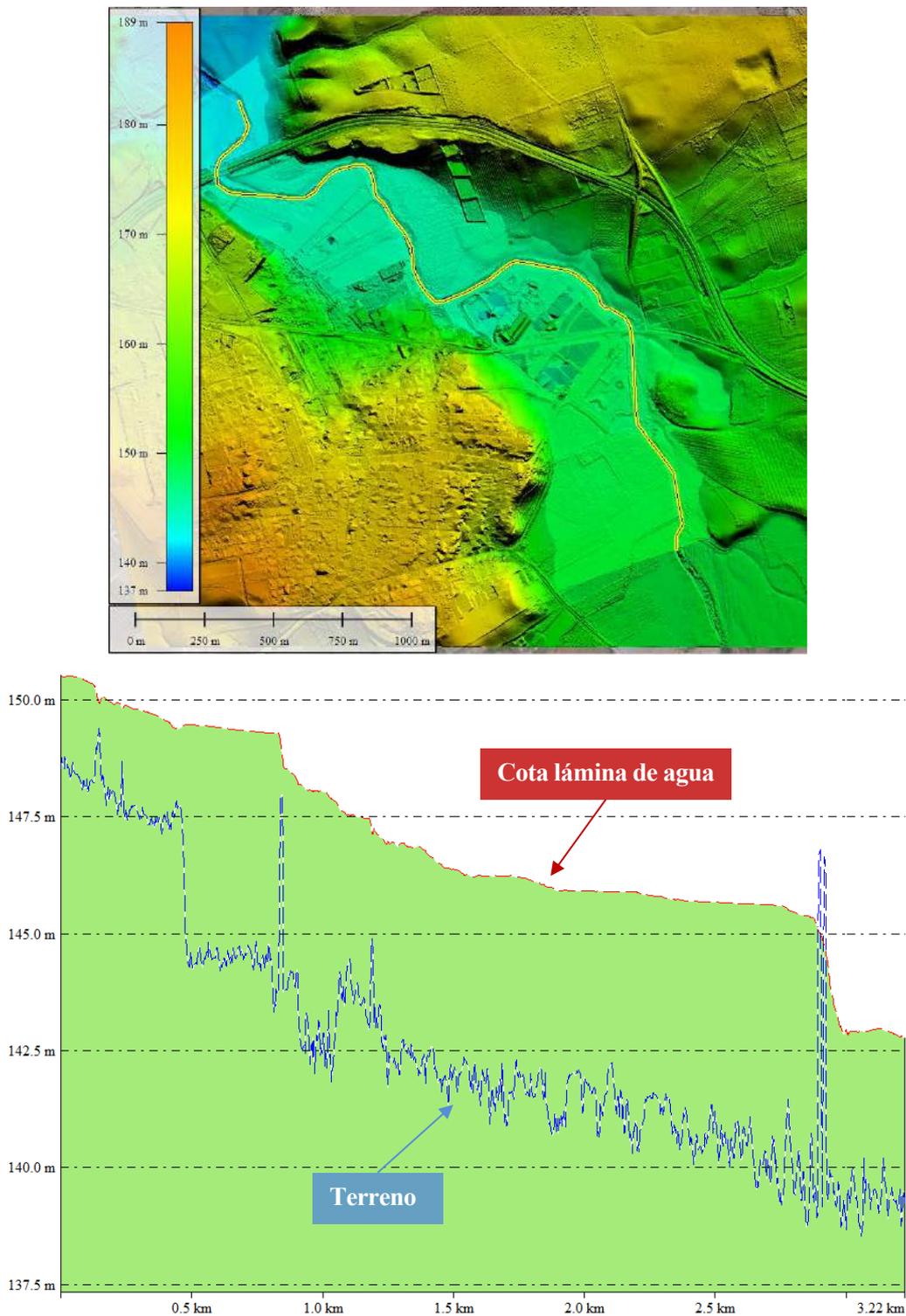


Figura 5-18. Perfil longitudinal del río comparando terreno actual y lámina de agua para T = 500 años. De aquí en adelante se toma como válida la hidrología propia ya que el hidrograma recoge de manera mas

veráz el comportamiento de la cuenca, puesto que la hidrología que se ha generado con el dato de caudal punta publicado por el SNCZI es un hidrograma más artificial contemplando solo una punta.

A continuación se analizan los resultados obtenidos para el periodo de retorno correspondiente a 100 años:

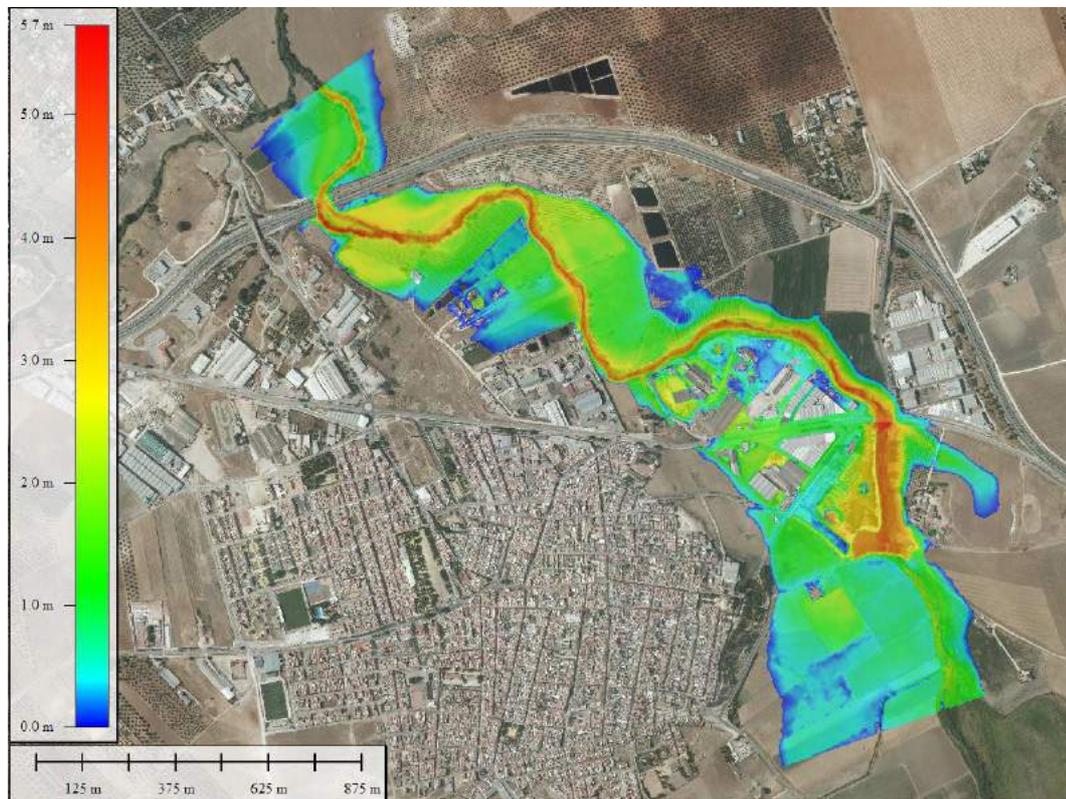


Figura 5-19. Mapa de calados máximos (T 100) para situación actual considerando hidrología propia.

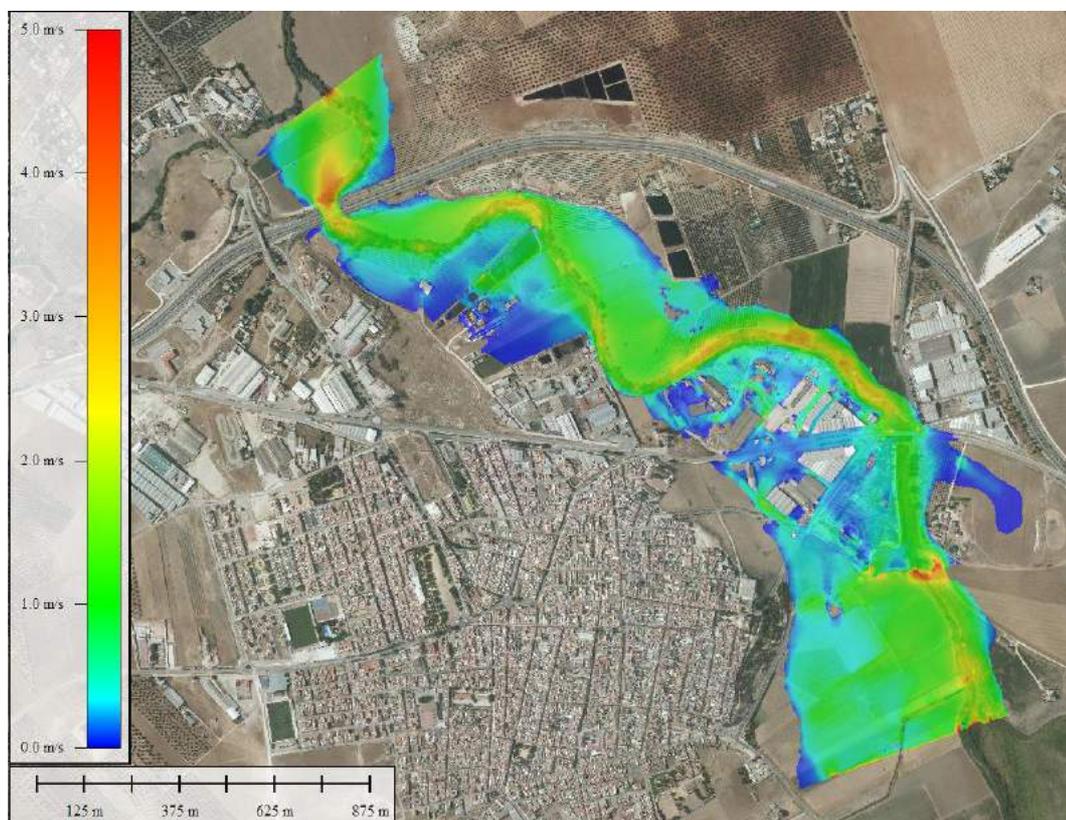


Figura 5-20. Mapa de velocidades máximas (T 100) para situación actual considerando hidrología propia.

De igual manera que para el anterior periodo de retorno se ha realizado un perfil longitudinal del río en el que se compara el terreno actual con la elevación de la lámina de agua para el periodo de retorno de 100 años:

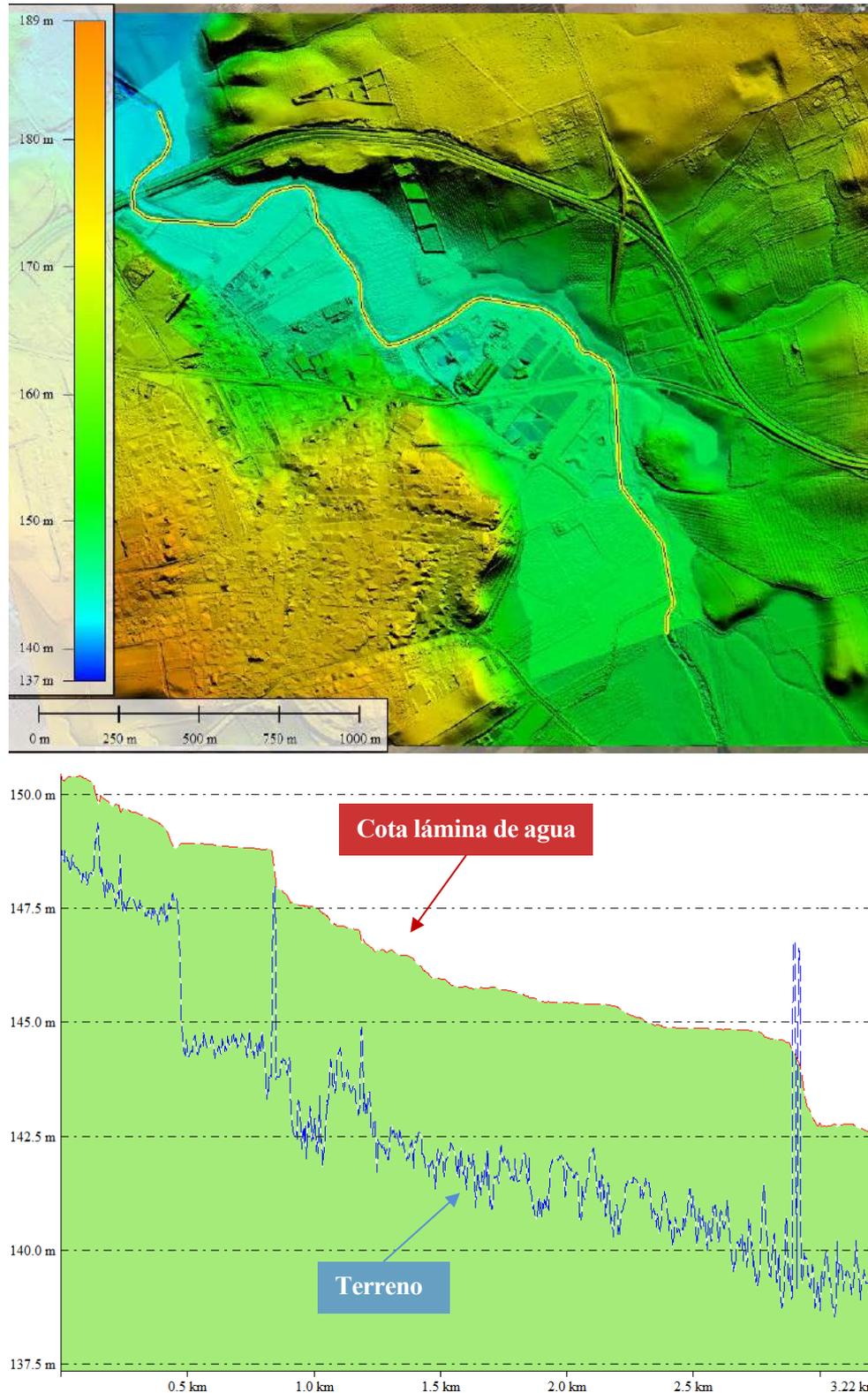


Figura 5-21. Perfil longitudinal del río comparando terreno actual y lámina de agua para $T = 100$ años.

Una vez obtenido tanto el mapa de calados máximos como el de velocidades máximas que se corresponden con un periodo de retorno de 100 años es interesante extraer de estos la Zona de Flujo Preferente tal y como se describe en el RD 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el RDPH [2], siendo esta la zona

constituida por la unión de la zona o zonas donde se concentra preferentemente el flujo durante las avenidas, o vía de intenso desagüe, y de la zona donde, para la avenida de 100 años de periodo de retorno, se pueden producir graves daños sobre las personas y los bienes.

Se considera, de esta forma, que se producir graves daños sobre personas o bienes si se satisfacen uno o más de los siguientes criterios:

- Que el calado sea superior a 1 metro.
- Que la velocidad sea superior a 1 m/s.
- Que el producto de ambas variables sea superior a 0,5 m²/s.

Se entiende por vía de intenso desagüe la zona por la que pasaría la avenida de 100 años de periodo de retorno sin producir una sobreelevación mayor que 0,3 m, respecto a la cota de la lámina de agua que se produciría con esa misma avenida considerando toda la llanura de inundación existente. La sobreelevación anterior podrá, a criterio del organismo de cuenca, reducirse hasta 0,1 m cuando el incremento de la inundación pueda producir graves perjuicios o aumentarse hasta 0,5 m en zonas rurales o cuando el incremento de la inundación produzca daños reducidos.

Zona Preferente de Flujo (ZPF) = VID + ZIP

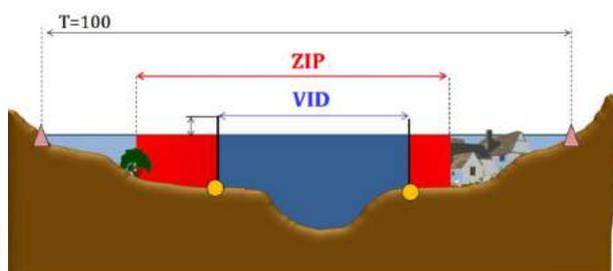


Figura 5-22. Zonificación de la Zona de Flujo Preferente como Vía de Intenso Desagüe + Zona de Inundación Peligrosa [26].

En primer lugar, se ha estudiado la **Zona de Inundación Peligrosa**:

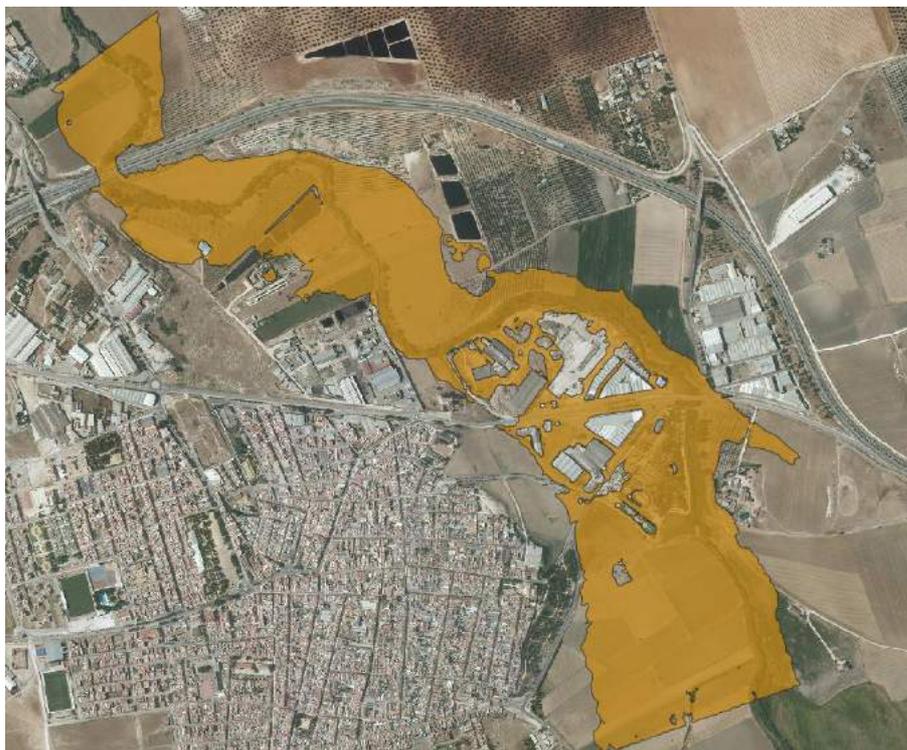


Figura 5-23. Zona de Inundación Peligrosa.

A continuación, se ha obtenido la **Vía de Intenso Desagüe**:



Figura 5-24. Vía de Intenso Desagüe.

Para simplificar el cálculo de la VID se ha realizado un contorno aproximado en consonancia al contorno obtenido para la ZIP; es decir, intentando mantener dicho contorno en los límites interiores del contorno de la ZIP. Una vez obtenido dicho contorno se ha realizado una simulación del terreno limitado a dicho contorno para el hidrograma de 100 años comprobando finalmente que la sobreelevación de la nueva simulación en referencia a la inicial de 100 años para la llanura completa es en todos los puntos inferior a 0,30 metros como dicta la normativa. De esta forma, se consigue comprobar que el contorno limitante para la obtención de la ZFP es la ZIP y no la VID.

Y, por último, se ha conseguido delimitar la **Zona de Flujo Preferente**, fruto de la envolvente exterior de ambas zonas:

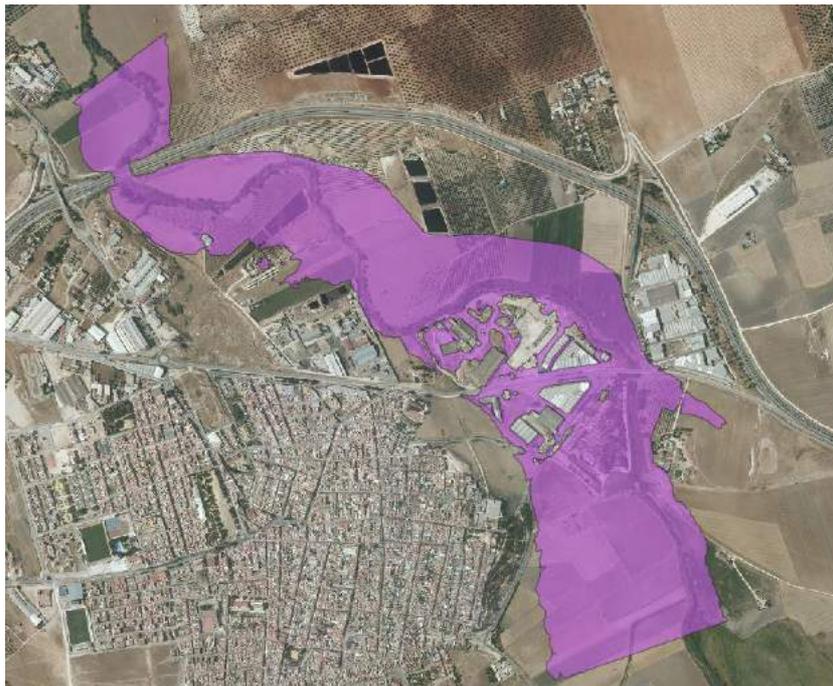


Figura 5-25. Zona de Flujo Preferente.

Es interesante en este punto, comparar la Zona de Flujo Preferente obtenida con la publicada en el IDE [27] (Infraestructura de Datos Espaciales) de la CHG (Confederación Hidrográfica del Guadalquivir) para el tramo de estudio:



Figura 5-26. Zona de Flujo Preferente oficial [27].

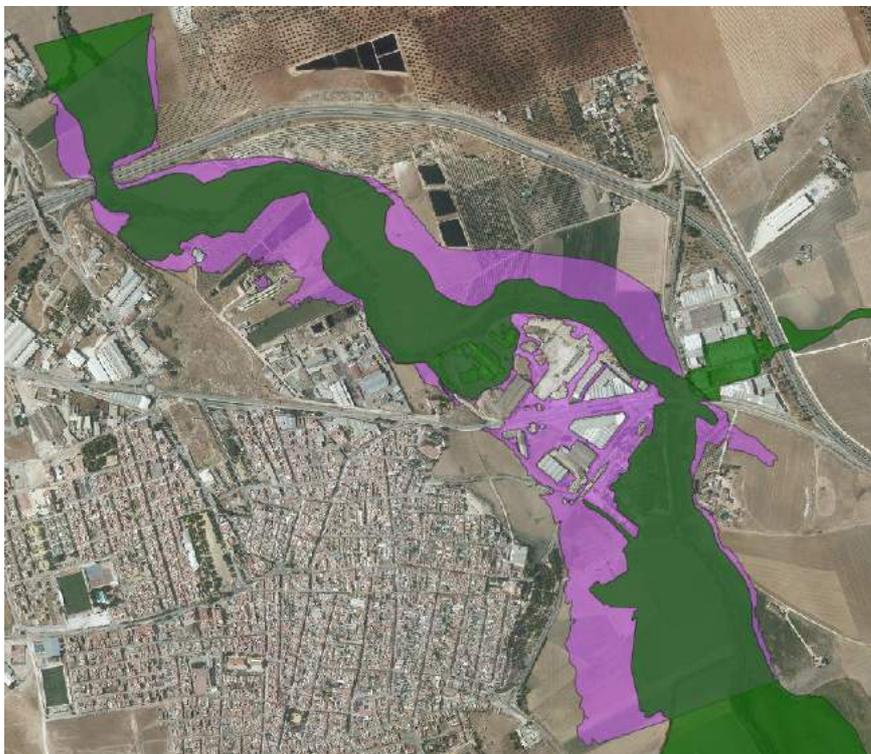


Figura 5-27. Comparativa entre la Zona de Flujo Preferente oficial (contorno verde) y la Zona de Flujo Preferente obtenida (contorno lila).

Como puede observarse en la anterior imagen la zona del territorio que tras esta actualización hidrológica queda afectada por la Zona de Flujo Preferente del Río Corbones es mucho mas amplia afectando a zonas de suelo urbano consolidado pertenecientes al núcleo poblacional de La Puebla de Cazalla.

6 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

“Si rezas por la lluvia, tienes que lidiar con el barro también”.

- Denzel Washington -

Como se presentaba al inicio de este estudio, y como se ha podido comprobar en lo anteriores apartados, es obvio que las avenidas con periodos de retorno de baja ocurrencia (100 o 500 años) ocasionan inundaciones y por lo tanto daños en el entorno urbano de La Puebla de Cazalla.

Ademas, las previsiones de crecimiento del municipio aumentan la futura superficie urbanizada afectada por la zona inundable, incrementando asi la afección a infraestructuras y población.

En cuanto al puente de la SE-7203, como se ha podido analizar, su estado de sedimentación y perdida de capacidad hidráulica hace que para avenidas con periodos de retorno bajos (cercanos a 50 años) ya se vengan produciendo fenómenos de overtopping quedando la carretera sin servicio. Además, la escasa capacidad del puente hace que para avenidas con periodos de retorno de 100 o 500 años el calado del agua por encima de su cota de rodadura es tal que se pone en riesgo la estructura del propio puente pudiendo llegar a colapsar.

En cuanto al suelo urbano, viviendas y poligonos existentes en zona inundable, sus afecciones implican un impacto económico y de seguridad ante la población.

De esta forma se ha analizado la peligrosidad a la que queda expuesta el núcleo de La Puebla de Cazalla siguiendo el documento de análisis del riesgo y la cuantificación de los daños publicado por el PEFCAT (Planificación de los Espacios Fluviales de Cataluña)[28] donde se plantea una metodología en la que se determina la peligrosidad obteniendo los elementos más vulnerables en función de los usos del suelo y se valoran unitariamente los elementos vulnerables, así como los daños para cuantificar el daño por inundación según el grado de afección.

En primer lugar, en función de los parámetros calado y velocidad se determina la gravedad de la inundación que se está estudiando, los criterios para ello se recogen en la siguiente tabla:

Tabla 6–1 Factor de gravedad para el cálculo de la peligrosidad [28].

Gravedad	Rango	Factor de Gravedad
Extrema	Calado > 4 m Velocidad > 6 m/s $c \cdot v > 2 \text{ m}^2/\text{s}$	6.0
Muy alta	$2 \text{ m} < c < 4 \text{ m}$ $3,5 < v < 6 \text{ m/s}$ $1 < c \cdot v > 2 \text{ m}^2/\text{s}$	4.0
Alta	$1 \text{ m} < c < 2 \text{ m}$ $1 < v < 3,5 \text{ m/s}$ $0,5 < c \cdot v > 1 \text{ m}^2/\text{s}$	2.0
Moderada	$0,4 \text{ m} < c < 1 \text{ m}$ $0,4 < v < 1 \text{ m/s}$ $0,08 < c \cdot v > 0,5 \text{ m}^2/\text{s}$	1.0
Baja	Calado < 0,4 m Velocidad < 0,4 m/s $c \cdot v < 0,08 \text{ m}^2/\text{s}$	0.5

Además, para poder determinar la peligrosidad, se le debe añadir a la gravedad de la inundación a frecuencia

con la que es probable que un evento de determinadas características se pueda producir.

En este sentido la Agencia Catalana del Agua aplica los siguientes factores que permiten ponderar la gravedad de la inundación en función a la probabilidad de ocurrencia:

Tabla 6-2 Factor en función de la probabilidad de ocurrencia [28].

Siglas	Factor
T10	2.0
T50	1.5
T100	1.0
T500	0.5

Siendo el último paso calcular la envolvente de la peligrosidad de cada uno de los periodos de retorno estudiados. En este caso se ha obtenido la peligrosidad para el periodo de retorno de 100 años cuyo factor de probabilidad de ocurrencia es de 1.00:

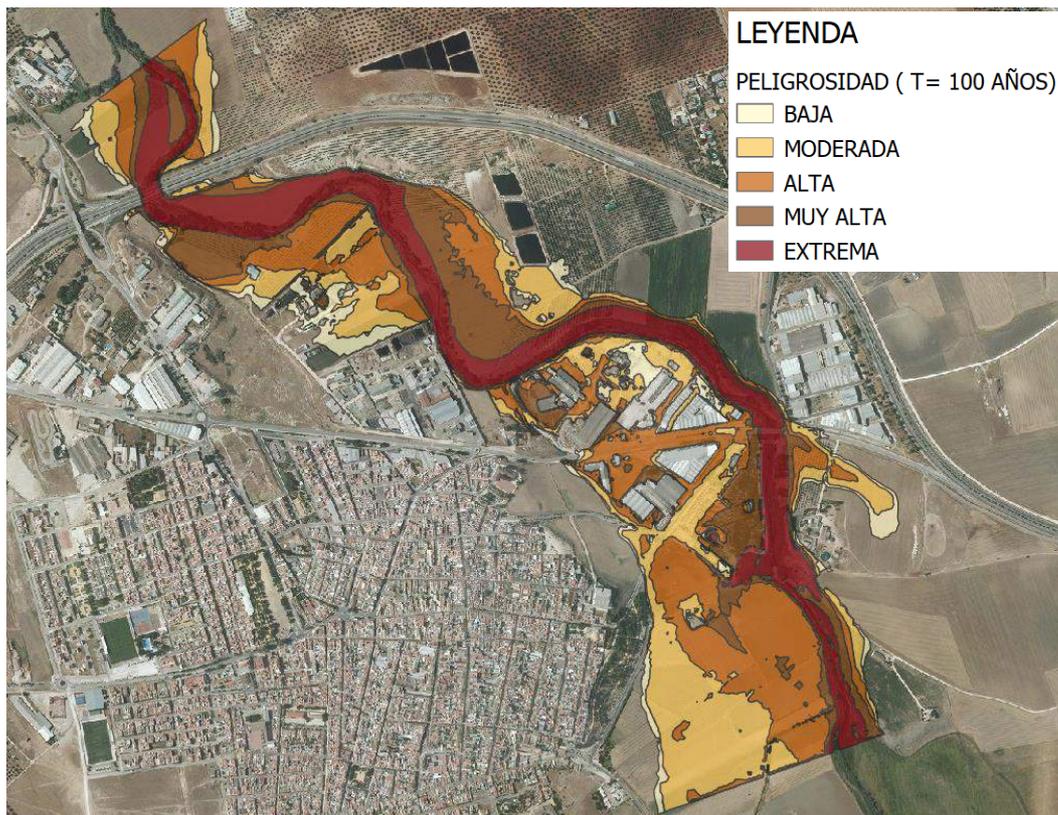


Figura 6-1. Mapa de peligrosidad (T 100) para situación actual.

De esta forma se observa que parte del suelo urbano consolidado del núcleo se encuentra dentro de las zonas clasificadas como Muy Alta, Alta y Moderada, siendo necesaria así su protección.

Si se analizan en conjunto el planeamiento propuesto por el término municipal para sus futuros crecimientos y el contorno de la citada llanura se obtienen las siguientes zonas de afección:

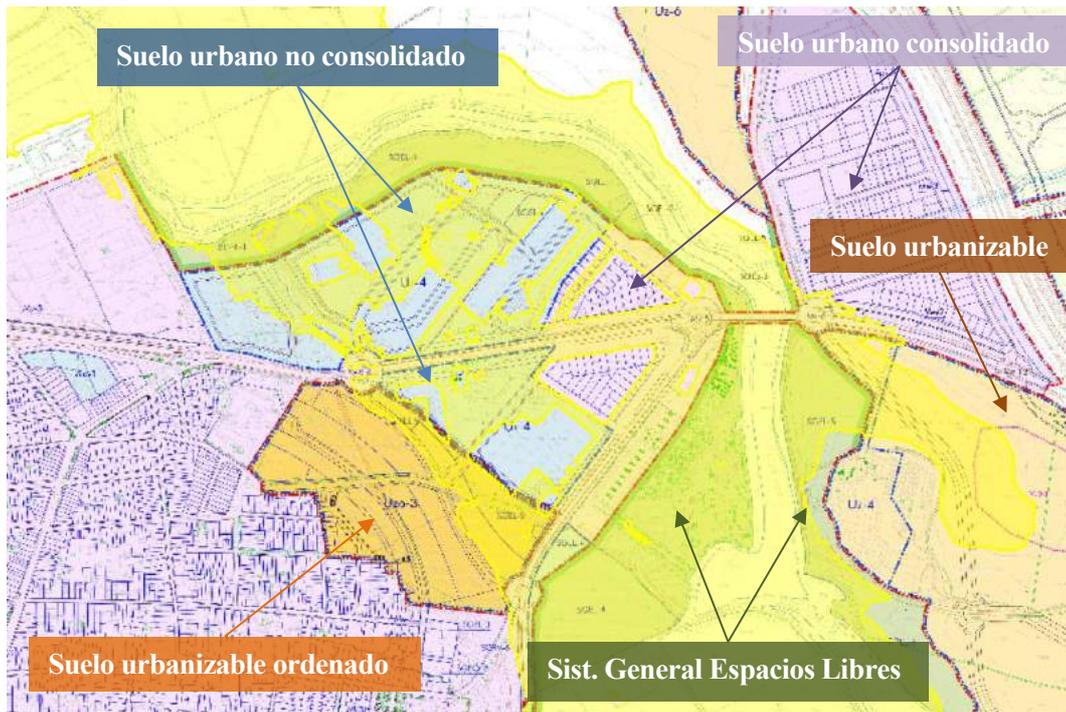


Figura 6-2. Zonas del PGOU afectadas por la inundabilidad (T=500 años) [9].

Una vez analizado el riesgo es necesario tomar las medidas pertinentes para minimizar las consecuencias de las inundaciones reduciendo la vulnerabilidad de los edificios e intentar que los daños de personas, inmuebles, equipamientos, servicios... sean lo menores posibles.

La metodología propuesta por la Guía para la reducción de la vulnerabilidad de los edificios frente a las inundaciones [29] se recoge a continuación:

- **Identificar las posibles acciones para reducir los daños en:** edificaciones, equipamientos y servicios, personas y bienes.
- **Planificar una estrategia.** Estar preparado, adaptado y con capacidad de reacción y de recuperación ante un evento.
- **Mantener la exposición reduciendo al mínimo los daños.**

Para reducir el impacto de las inundaciones en edificios se dividen generalmente dos categorías:

- Medidas de aislamiento que mantengan el agua en el exterior del edificio.
- Medidas para soportar los efectos una vez que el agua ya ha entrado en él.

Basándose en esta categorización se establecen cuatro tipos de acciones:

1. EVITAR

Impedir que el agua alcance el edificio.

2. RESISTIR

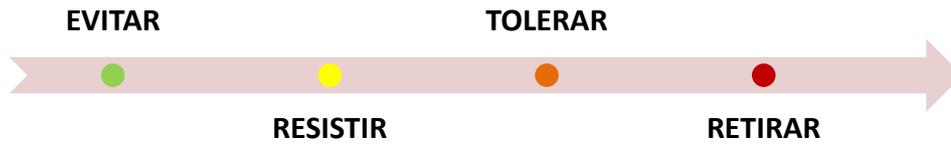
Impedir que el agua entre en el edificio una vez que ha llegado al exterior del mismo.

3. TOLERAR

Admitir la entrada de agua en el edificio ya que no es posible lo contrario, pero adaptándolo de manera en que se limite el daño y reduciendo los tiempos de vuelta a la normalidad.

4. RETIRAR

Demoler y/o abandonar el edificio en aquellos casos en los que el riesgo es muy elevado.



6.1 PROPUESTA DE MEDIDA CORRECTORA MEDIANTE MOTA DE PROTECCIÓN

La primera alternativa consiste en la construcción de varias motas de protección de manera en que se proteja el suelo urbano que actualmente se sitúa dentro de la llanura de inundación.

Citada alternativa se muestra como primera opción dentro del grupo de evitar que el agua alcance las edificaciones existentes y futuras.

- *Protección exclusiva del suelo urbano situado en el margen izquierdo del Río Corbones.*

A priori, debido a la consolidación y uso del suelo situado en la margen izquierda parece prioritaria su protección, pero al limitar la llanura por este margen y debido a que el puente de la SE-7203 no tiene capacidad suficiente es lógico suponer que la avenida podría sobrepasar el puente y alcanzar el polígono situado en el margen derecho siguiendo el curso de la carretera.



Figura 6-3. Propuesta mota de protección en el margen izquierdo.

- *Protección generalizada de todo el suelo urbano existente en zona inundable.*

Como se analiza anteriormente, la exclusiva protección del margen izquierdo podría ocasionar sobreelevaciones en el margen derecho y la consecuente inundación del suelo urbano consolidado correspondiente al Polígono Industrial Corbones.

En función a esto, a continuación, se plantea las motas de protección trazadas en planta:



Figura 6-4. Propuesta mota de protección a ambos márgenes.

La sección de las motas, cuya altura se analizará posteriormente, se plantea como una figura de protección que a parte de la defensa intente en la medida de lo posible reducir su impacto paisajístico usándose por ejemplo como carril bici o paseo fluvial tal y como se muestra en la siguiente figura:

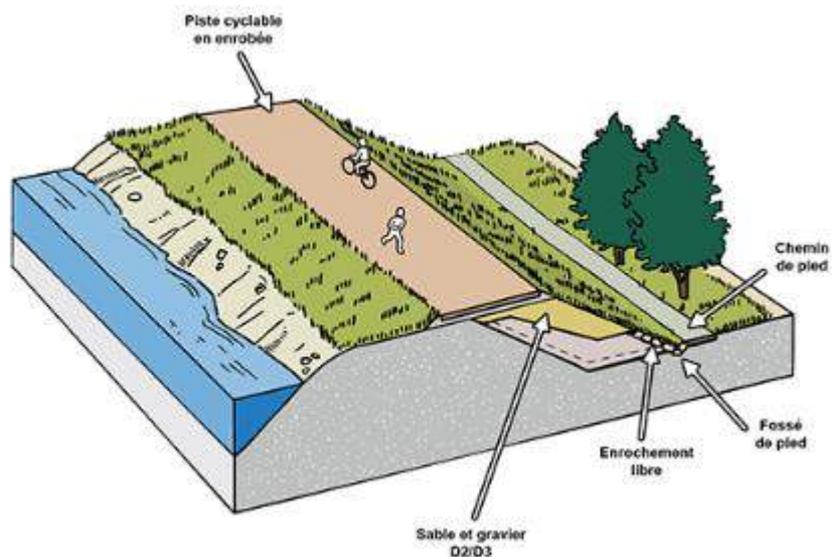


Figura 6-5. Sección de posible uso público y defensivo de la mota de protección [30].

A continuación se ha realizado una simulación hidráulica teniendo en cuenta las motas proyectadas que se recogen en el terreno de cálculo como elementos de mayor altura a la media del terreno; de esta forma, el flujo de agua al llegar a el topa como si de una pared se tratase.

Es de destacar, que las motas no se han interrumpido en su paso por el puente de la SE-7203 ya que se ha comprobado que el flujo de agua entraría por el inundando el suelo urbano. Esta no-interrupción de las motas es solamente considerada para la simulación ya que su ejecución impediría el uso de la propia SE-7203, para ello, una vez analizada la simulación, y si el calado de agua sobre el puente lo permitiese, se propondrían medidas de defensa puntuales para el cierre de las discontinuidades de las motas sobre la carretera con el correspondiente plan de emergencia asociado. Para esto se han analizado algunas opciones existentes en el mercado:

– **Sacos terreros:**



Figura 6-6. Sacos terreros [31].

Los diques de sacos de arena tradicionales requieren de mucho tiempo y esfuerzo para poder construirlos y a menudo el tiempo, la fuerza y los materiales requeridos para el trabajo no están disponibles.

– **Sacos de contención Hydrosack:**



Figura 6-7. Barrera de protección Hydrosack [32].

El Hydrosack en seco pesa menos del 10% de un saco de arena, es ligero, plano, fácil de almacenar y manejar. Durante su uso, se irá empapando de agua, pero no permite que el agua salga fuera, incluso cuando se punza o rasga.

– **Barreras anti-inundación Mega Secur-Europe**

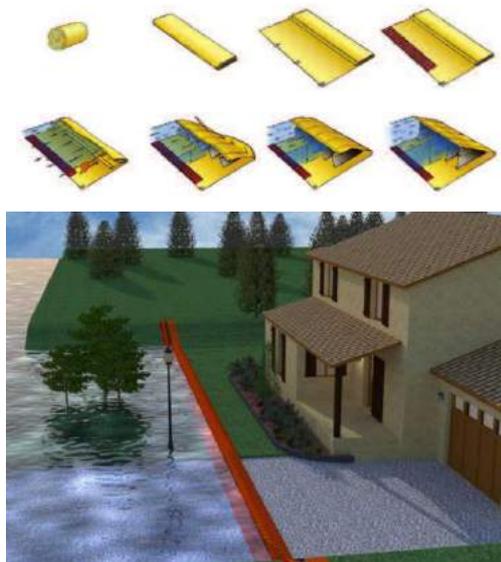


Figura 6-8. Barrera anti-inundación Mega Secur. [33]

Se trata de una protección flexible de emergencia contra las inundaciones que se llena, se despliega y se estabiliza automáticamente con el agua de la inundación. La altura de estos modelos varía desde 15 cm hasta los 67 cm.

– **Muro de contención NOAQ-Boxwall**



Figura 6-9. Muro de contención NOAQ-Boxwall. [34]

El NOAQ Boxwall es un muro de contención independiente diseñado para su uso en entornos urbanos que cuentan con superficies como las calles de asfalto y suelos de hormigón. Se monta y desmonta rápidamente y su altura máxima de contención es de 50 cm.

Se recogen a continuación los resultados de la simulación hidráulica con el fin de obtener conclusiones de viabilidad para esta alternativa:

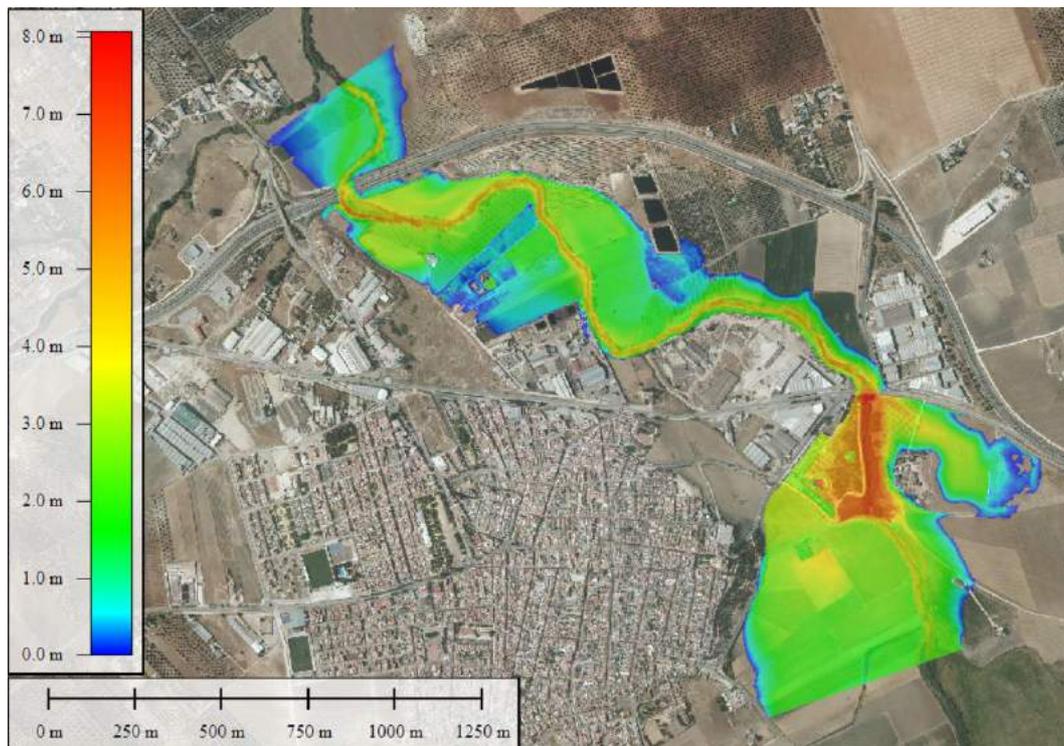


Figura 6-10. Mapa de calados máximos (T 500) para situación futura considerando las motas de protección.

Como se puede observar los máximos calados se concentran aguas arriba del puente de la SE-7203 que entra en carga para la avenida de 500 años de periodo de retorno estudiada.

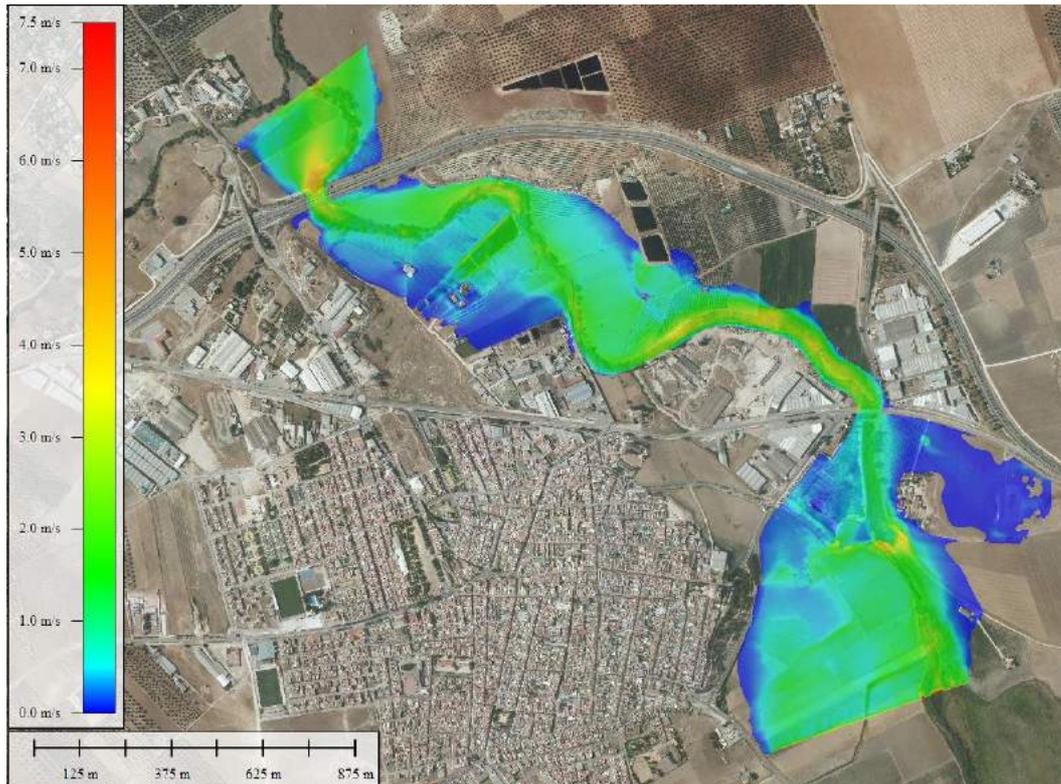


Figura 6-11. Mapa de velocidades máximas (T 500) para situación futura considerando las motas de protección.

Las velocidades máximas, en la línea de las anteriores simulaciones se encuentran en el cauce del río y aguas arriba y abajo de los puentes considerados.

En este punto es interesante analizar la elevación que alcanza la cota de agua cuyos resultados se recogen a continuación:

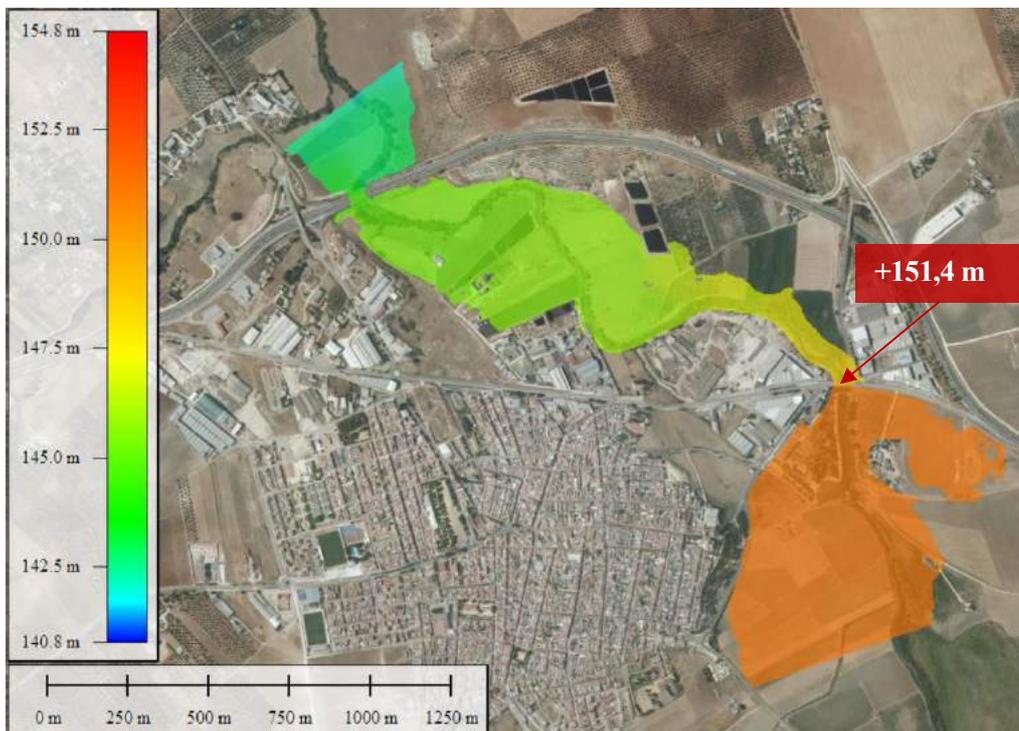


Figura 6-12. Mapa de cota de lámina de agua máxima (T 500) para situación futura considerando las motas de protección.

De esta forma se obtiene que la cota de agua sobre el puente de la SE-7203 llega a un máximo de **151,40 m**, que si la cota de rodadura del puente se sitúa a la 148 m supone 3,40 metros de calado de agua sobre el firme del puente, de esta forma es inviable su protección con las medidas anteriormente consideradas, así como la posibilidad de una reconstrucción del pretil del puente (actualmente de ladrillo).

Se muestra a continuación un corte en el puente en el que se muestra el terreno actual con el puente y la anterior capa de cota de lámina máxima:

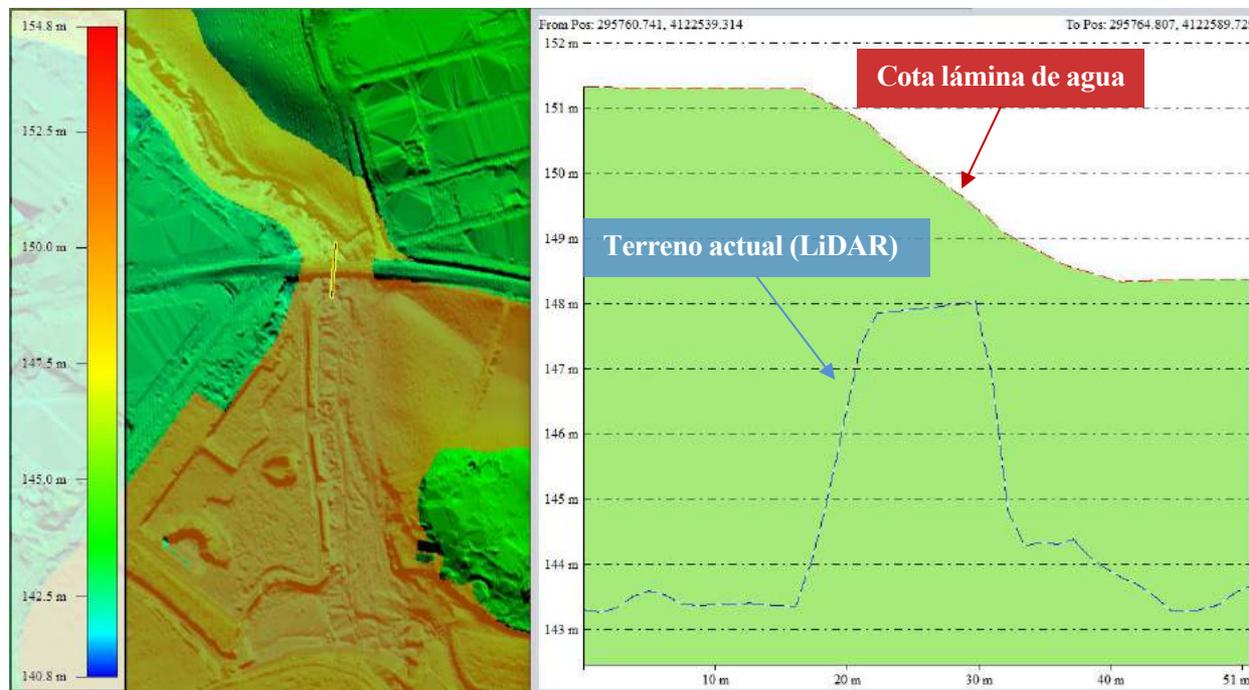


Figura 6-13. Comparativa del terreno actual y la cota de lámina de agua máxima obtenida en la simulación.

Por último, se muestra un perfil longitudinal del río en el que se comparan las elevaciones de las láminas de agua correspondientes al periodo de retorno de 500 años en situación actual frente a la alternativa propuesta:

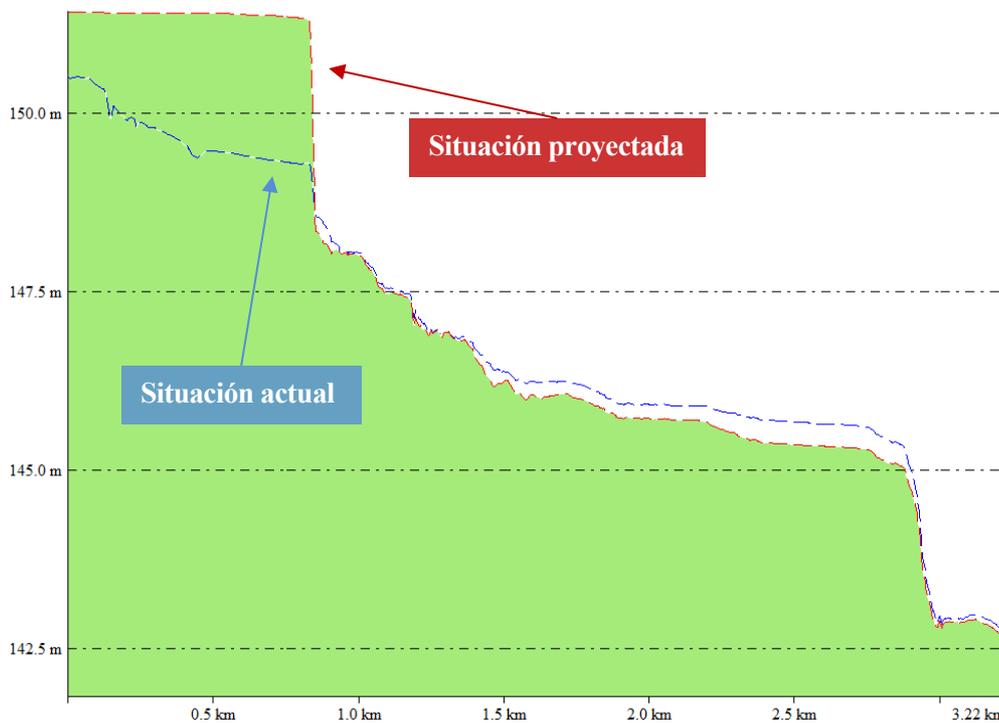


Figura 6-14. Comparativa del situación actual y proyectada respecto a la cota de lámina de agua máxima.

Se observa claramente como el agua queda remansada entre las motas y el puente.

6.2 PROPUESTA DE REEMPLAZO DE PUENTE EXISTENTE (SE-7203)

La segunda alternativa propuesta consiste, en debido al conocimiento de la deficiente capacidad de desagüe del puente en situaciones de avenida, su permuta por un puente que sea diseñado con el fin de desaguar correctamente la avenida de 500 años no generando problemas derivados del overtopping.

Además, una vez analizada la completa inviabilidad de la colocación de las motas considerando el puente actual sería la única posibilidad de que la construcción de las motas de defensa fuese factible.

Citada alternativa se muestra como segunda opción dentro del grupo de evitar que el agua alcance las edificaciones existentes y futuras.

· *Análisis de la llanura de inundación considerando la demolición del puente.*

Tras la reiterada comprobación de que el puente de la SE-7203 no tiene capacidad suficiente para desaguar la avenida del Río Corbones se procede a analizar la situación tal en la que dicho puente no existiese, es decir, fuese demolido con el objeto de colocar un puente con la capacidad suficiente para desaguar dicha avenida.

En esta línea, es necesario especificar, que para esta simulación se han tenido en cuenta las motas de protección propuestas en el anterior apartado ya que la demolición del puente como única labor no conlleva una protección del suelo urbano, objetivo de este análisis. De la misma forma, detallar que el periodo de retorno usado en la simulación es el de 500 años.

A continuación, se recogen los resultados obtenidos tanto para calados como velocidades:

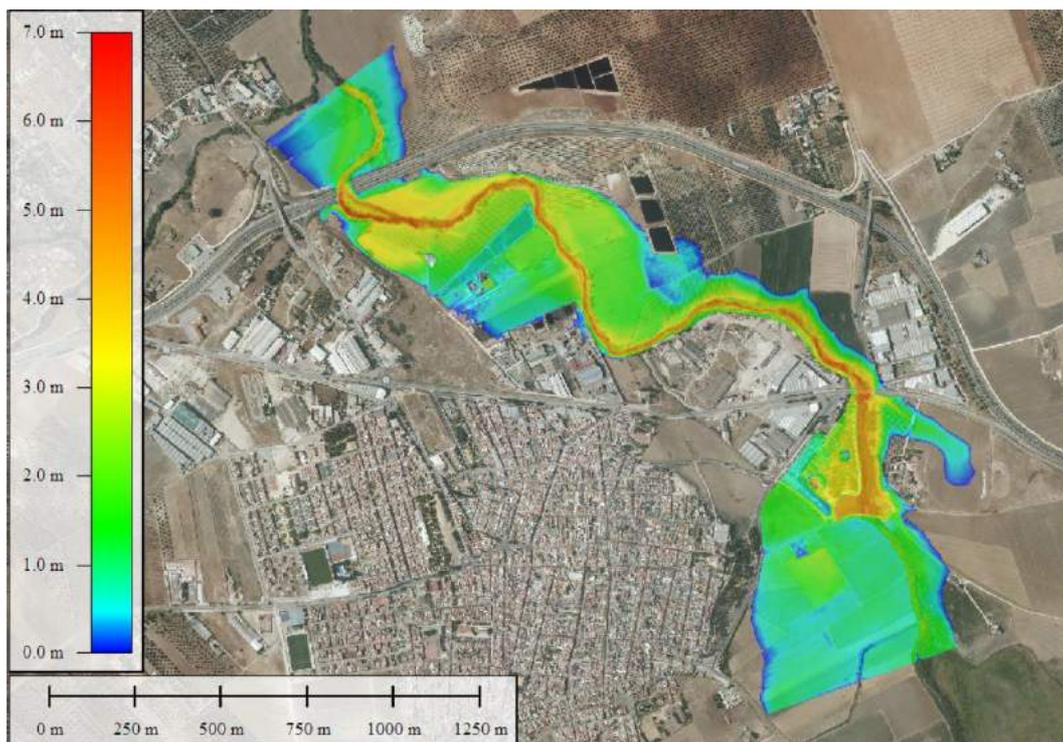


Figura 6-15. Mapa de calados máximos (T 500) para situación futura considerando la demolición del puente de la SE-7203 y las motas de protección.

Como es posible observar en la anterior imagen; la llanura de inundación, de esta forma, no afecta al suelo urbano que se pretende proteger cumpliendo así su cometido inicial.

Se analizan también las velocidades máximas obtenidas para esta particularización:

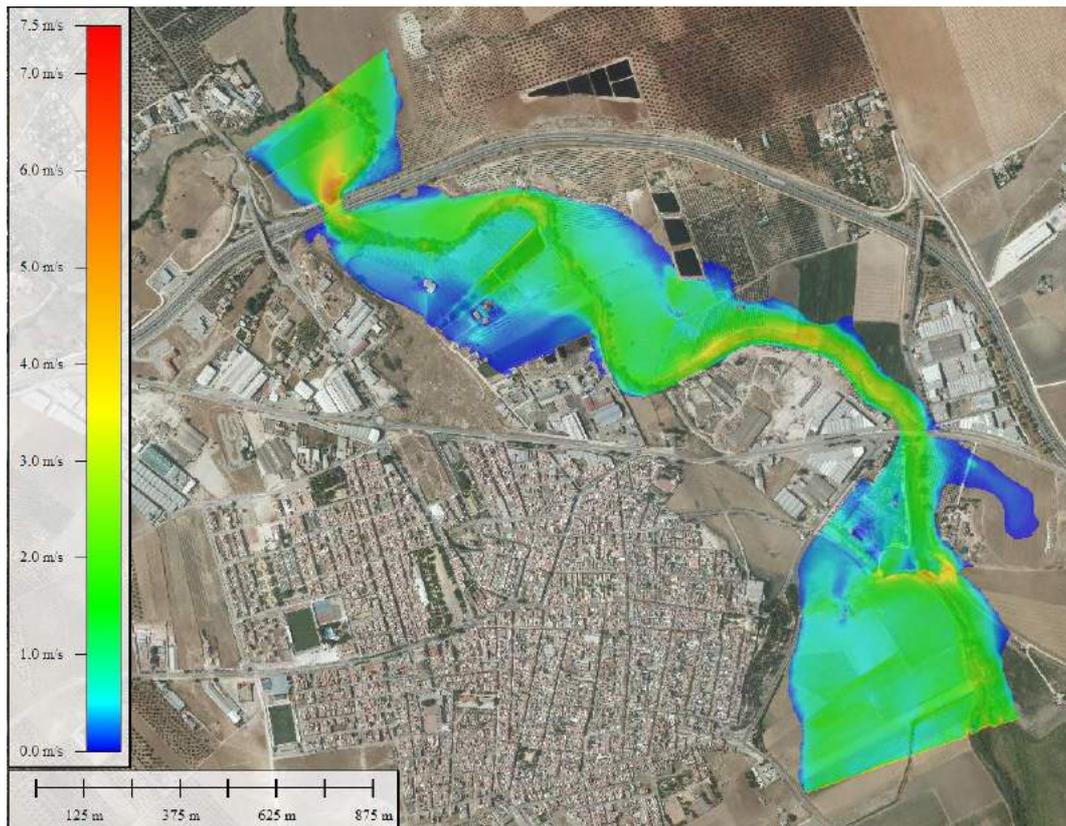


Figura 6-16. Mapa de velocidades máximas (T 500) para situación futura considerando la demolición del puente de la SE-7203 y las motas de protección.

Una vez obtenidos estos resultados se ha procedido a realizar una comparación en el entorno del puente de la SE-7203 para varios aspectos entre la simulación donde **si se encontraba incluido** y en la simulación que se está analizando donde **no se ha incluido**.

En primer lugar, se reduce la llanura de inundación en planta:

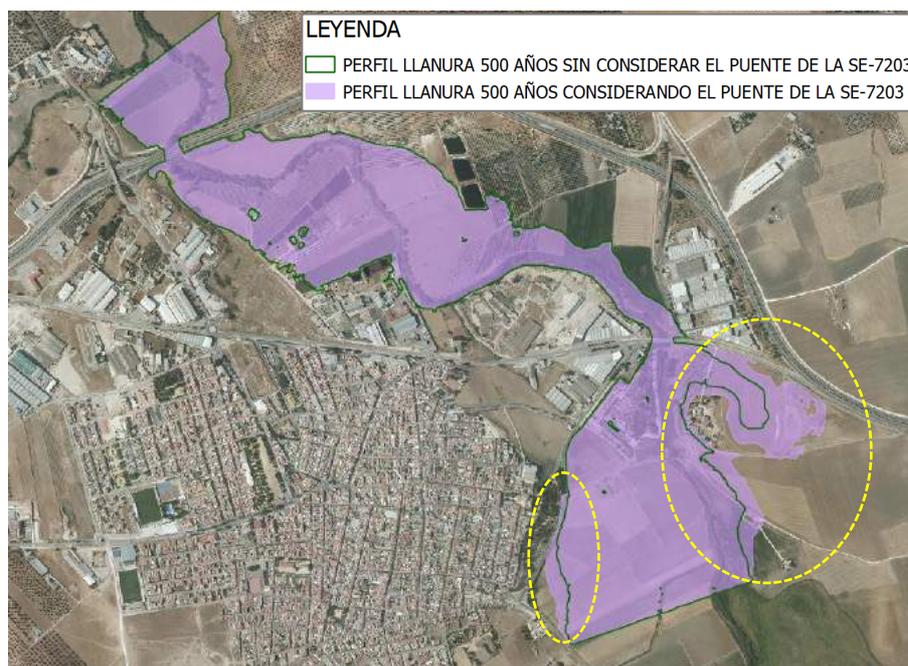


Figura 6-17. Disminución de la llanura en planta al desobstaculizar el flujo con la eliminación del puente de la SE-7203.

Las zonas con mayores diferencias se encuentran situadas aguas arriba del puente, en concreto, la zona situada

al este donde se produce un desborde de las aguas al remansar justo aguas arriba del puente ya que el terreno en ese punto posee un desnivel.

En segundo lugar, se produce una disminución de los calados justo aguas arriba del puente:

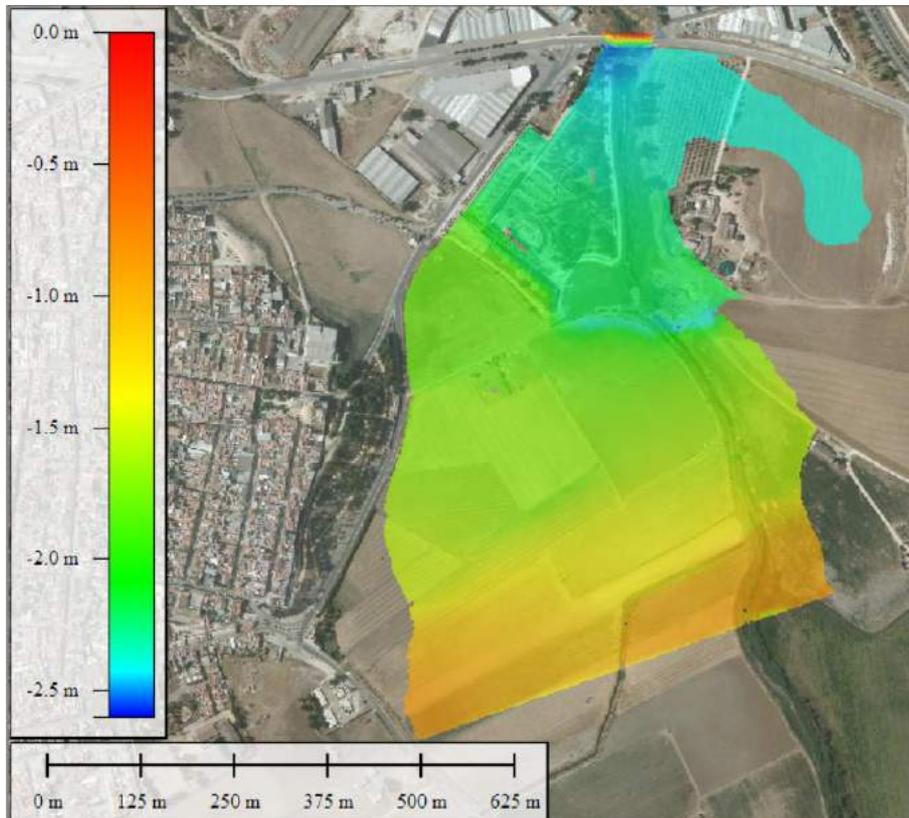


Figura 6-18. Disminución de los calados máximos al desobstaculizar el flujo con la eliminación del puente de la SE-7203.

Y por último, se produce un aumento de las velocidades máximas, más notable en las inmediaciones del puente.

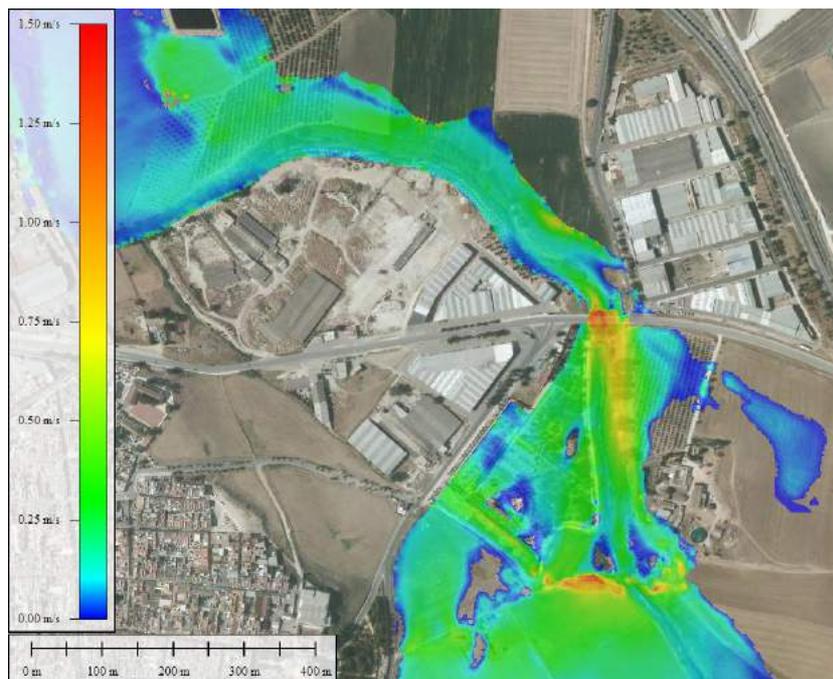


Figura 6-19. Aumento de las velocidades al desobstaculizar el flujo con la eliminación del puente de la SE-7203.

- *Propuesta de puente con capacidad suficiente para desaguar la avenida.*

En primer lugar, se analiza el mapa de elevaciones de la cota de agua que alcanza el agua para el periodo de retorno de 500 años (anterior simulación).

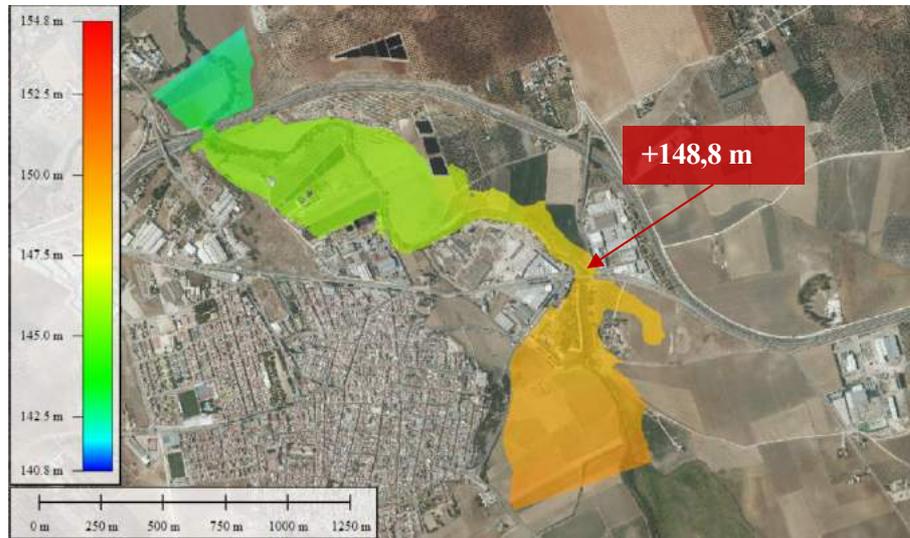


Figura 6-20. Máximas elevaciones de la cota de agua (T 500) para situación futura considerando la demolición del puente de la SE-7203 y las motas de protección.

Tomando como cota máxima para la avenida de 148,8 metros y considerando un resguardo mínimo de 0,5 metros el tablero del futuro puente debería tener una cota inferior por encima de la cota 149,3 metros. Además, como la luz del puente será de unos 80 metros, no se considera viable su ejecución con un solo vano por lo que se propone una tipología similar al puente de la A-92 con una pila central.



Figura 6-21. Diseño conceptual del nuevo puente. (Elaboración propia con Infraworks).

Es necesario recalcar que el reemplazo del puente implicaría una actuación en la carretera SE-7203 tanto hacia el este como el oeste de manera en que se homogenice su perfil longitudinal. Esto implica que hacia el oeste

sería necesario la elevación de la cota de rasante de la carretera y dado que existen servicios ubicados en su margen como carreteras y las propias naves del polígono la construcción de ambas vías de servicio a sus laterales. Por último, se muestra un perfil longitudinal del río en el que se comparan las elevaciones de las láminas de agua correspondientes al periodo de retorno de 500 años en situación actual frente a la alternativa propuesta:

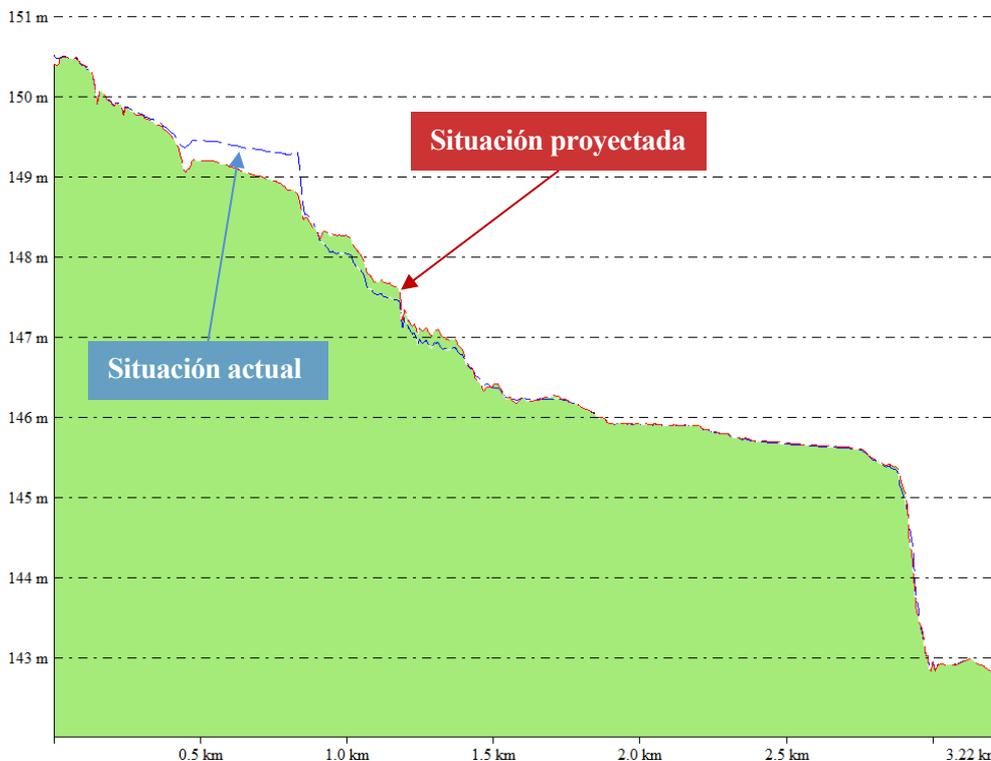


Figura 6-22. Comparativa del situación actual y proyectada respecto a la cota de lámina de agua máxima.

El perfil es muy similar a excepción de en el entorno del puente que al no tener obstáculo la lámina de agua desciende elevándose un poco respecto a la situación actual aguas abajo e igualándose en la última mitad del tramo estudiado.

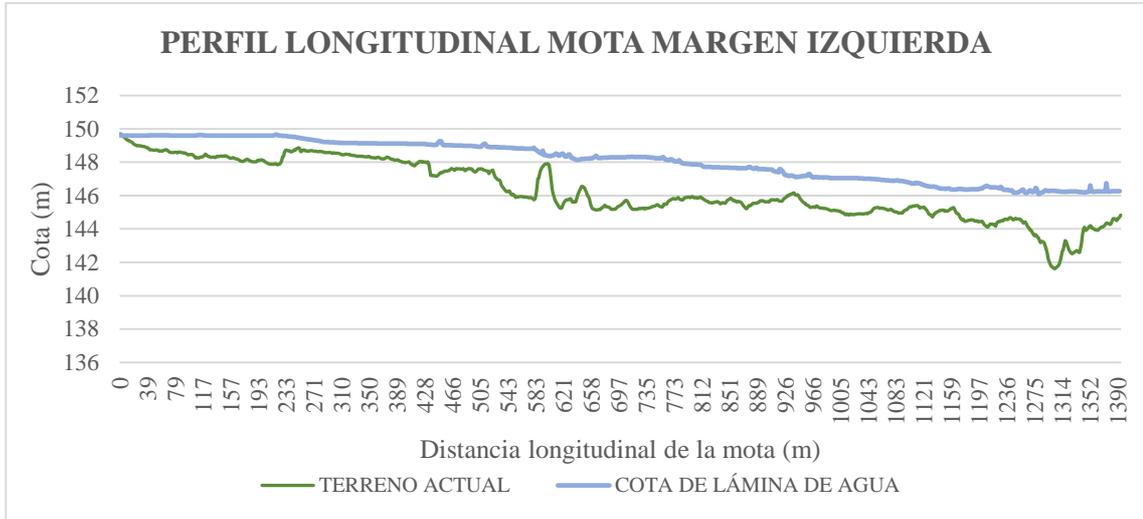
· *Análisis de las motas de protección necesarias.*

Una vez encontrada una solución viable para la discontinuidad de las motas sobre el puente de la SE-7203 se procede a analizar si es factible la ejecución de estas por su altura necesaria.

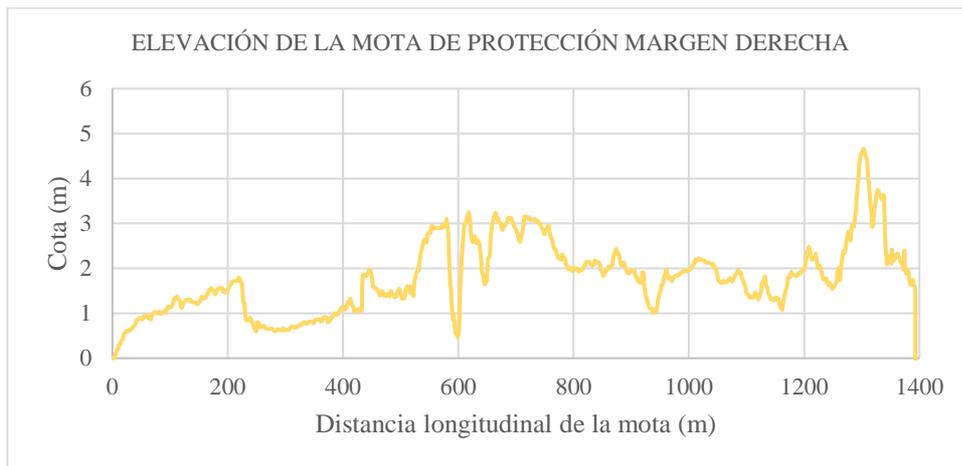


Figura 6-23. Ubicación en planta de la mota ubicada en la margen izquierda.

A continuación se ha realizado una gráfica en la que se compara tanto la cota del terreno actual como la alcanzada por la máxima cota de la lámina de agua correspondiente a la avenida de 500 años. A si mismo, se han restado estos valores con el fin de obtener un valor de la elevación necesaria de la mota.



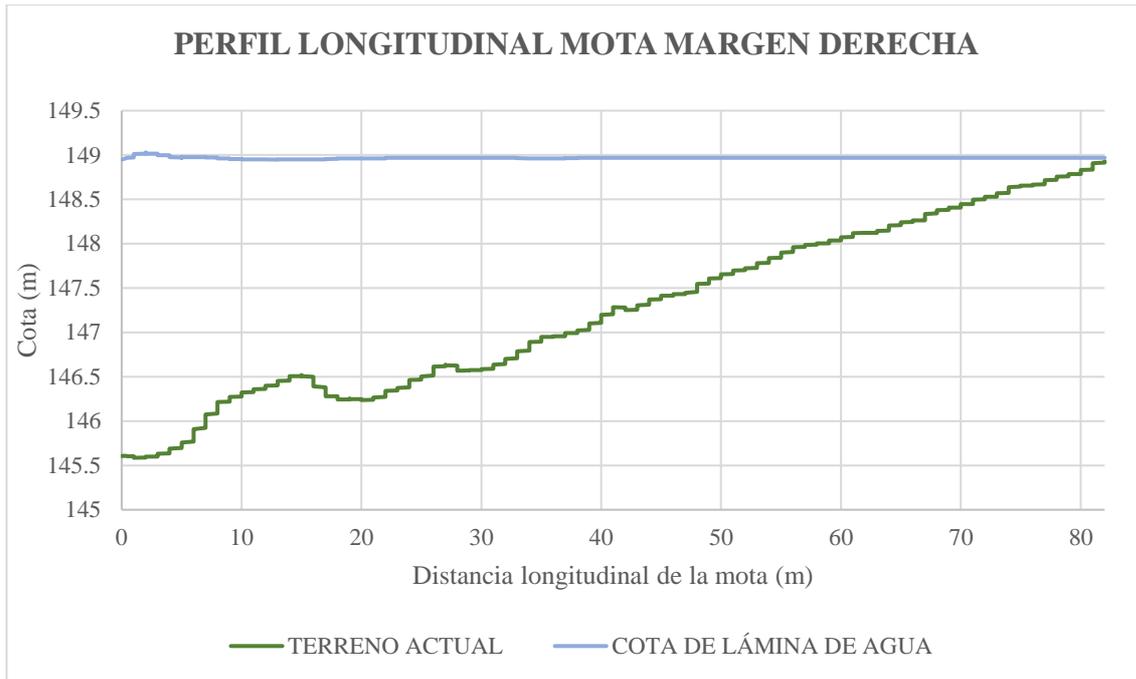
Se identifica una pendiente cuasi-constante donde se inicia una mota a cota 149,6 metros y finaliza a una cota 146 metros. A estas cotas habría que aplicarle un resguardo mínimo de 0,50 metros.



Salvo en zonas puntuales, la mota tiene una elevación de entre 1-2 metros.



Figura 6-24. Ubicación en planta de la mota ubicada en la margen derecha.



En este caso debido a que el nuevo puente tiene capacidad suficiente para desaguar la avenida de 500 años no se remansan tanto las aguas en la margen derecha por lo que no es necesario la prolongación de la mota más allá de los primeros 80 metros. Para ello es necesario una cota de la mota a 149 metros con su correspondiente resguardo de mínimo 0,50 metros para lo cual existe una necesidad de relleno mayor al inicio hasta igualar a la cota del terreno.

En conclusión; aunque aparentemente esta opción parece viable en cuanto a las motas de protección se refiere, la obra a realizar para la demolición y construcción de un puente con la capacidad necesaria implica un coste elevado, así como la eliminación de un puente histórico seña de identidad del municipio.

6.3 PROPUESTA DE MEDIDA CORRECTORA DE PROTECCIÓN DEL SUELO URBANO CONSOLIDADO Y CONSTRUCCIÓN BAJO CONDICIONES DE SEGURIDAD DE LOS NUEVOS DESARROLLOS

En esta última alternativa se plantean dos posibles actuaciones con una motivación común y es la de no buscar la protección del suelo urbano en su conjunto si no de aquellas zonas edificadas y por tanto habitables las cuales corren mayor peligro. Siguiendo esta idea se han realizado dos análisis.

Estas opciones se plantean bajo el resguardo del RDPH [2], ya que establece ciertos criterios constructivos en los casos en los que se permita la realización de nuevas edificaciones de carácter residencial. Entre otros criterios, los usos residenciales de las edificaciones se dispondrán a una cota tal que no se vean afectadas por las avenidas y podrán disponer de garajes subterráneos y sótanos, siempre que se garantice la estanqueidad del recinto en situación de avenidas.

Usos	Zona de flujo preferente (ZFP)			Zona inundable (ZI)	
	Suelo rural (art. 9 bis)	Suelo urbanizado (art. 9 ter)	Régimen especial municipios alta inundabilidad (art. 9 quater)	Suelo rural (art. 14 bis 1)	Suelo urbanizado (art. 14 bis 2)
Centros escolares o sanitarios, residencias de mayores o personas con discapacidad, centros deportivos, centros penitenciarios, parques de bomberos, instalaciones Protección Civil	No	No	Solo si no existe una ubicación alternativa y diseñados con condicionantes de seguridad	Se evitará, excepto si no existe ubicación alternativa y diseñados con condicionantes de seguridad	Podrá permitirse teniendo en cuenta, en la medida de lo posible, condicionantes de seguridad
Grandes superficies comerciales donde puedan darse grandes aglomeraciones de población	No	No	No		
Edificaciones, obras de reparación, rehabilitación o cambios de uso, garajes subterráneos, sótanos y aparcamientos en superficie, y otras edificaciones bajo rasante	Nuevas edificaciones para usos residenciales	No	Si, con condicionantes de seguridad y la parte destinada a vivienda del edificio a una cota tal que no se vea afectada por la avenida de T=500 años	Si, fuera de la zona de policía. Con condicionantes de seguridad y la parte destinada a vivienda del edificio a una cota tal que no se vea afectada por la avenida de T=500 años	Si, con condicionantes de seguridad y la parte destinada a vivienda del edificio a una cota tal que no se vea afectada por la avenida de T=500 años
		Resto	No	Si, con condicionantes de seguridad	Si, con condicionantes de seguridad

Figura 6-25.Limitaciones de usos aplicables a nivel estatal (art.9 bis, 9 ter, 9 quáter y 14 bis del RDPH)
 Fuente: Interpretación de Zonas Inundables: Directiva de Inundaciones, Ley de Aguas y Reglamento del Dominio Público Hidráulico. [35]

A continuación se desarrollan ambas opciones:

- **En primer lugar, se plantea una sobreelevación de las futuras urbanizaciones recogidas en los crecimientos previstos por el PGOU.**

Como punto de partida se identifican los nuevos crecimientos previstos por el PGOU en zona actualmente inundable por la llanura de 500 años.

Se trata de el suelo clasificado como suelo urbano no consolidado donde se prevé la ubicación de varias urbanizaciones y una subestación eléctrica.

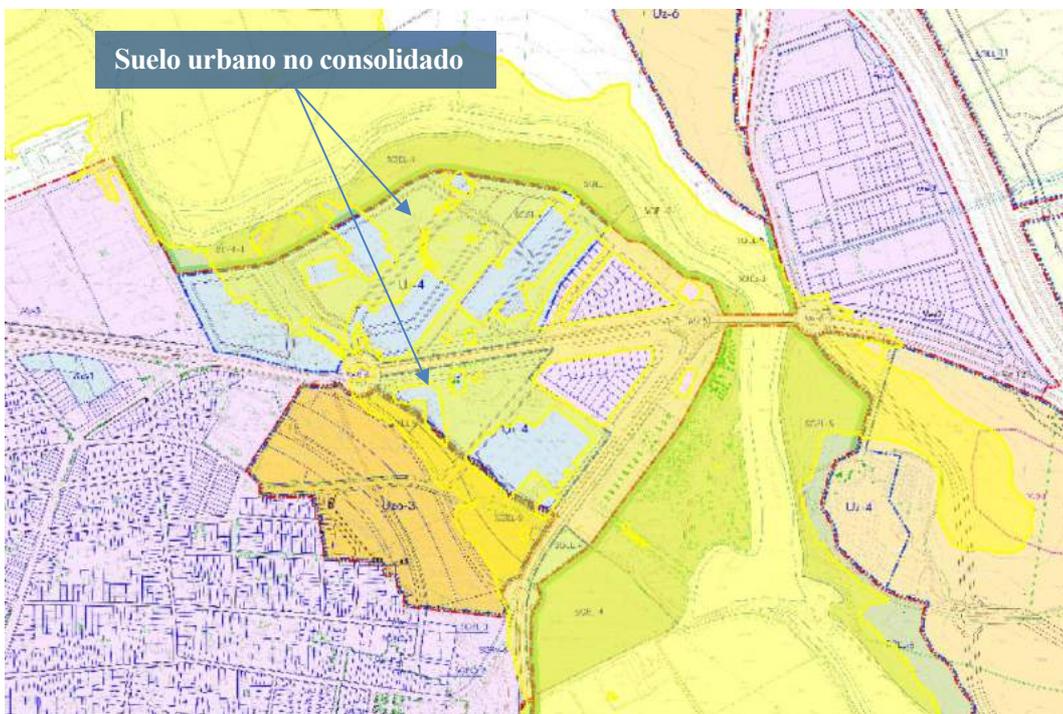


Figura 6-26. Zonas del PGOU afectadas por la inundabilidad (T=500 años). [9]

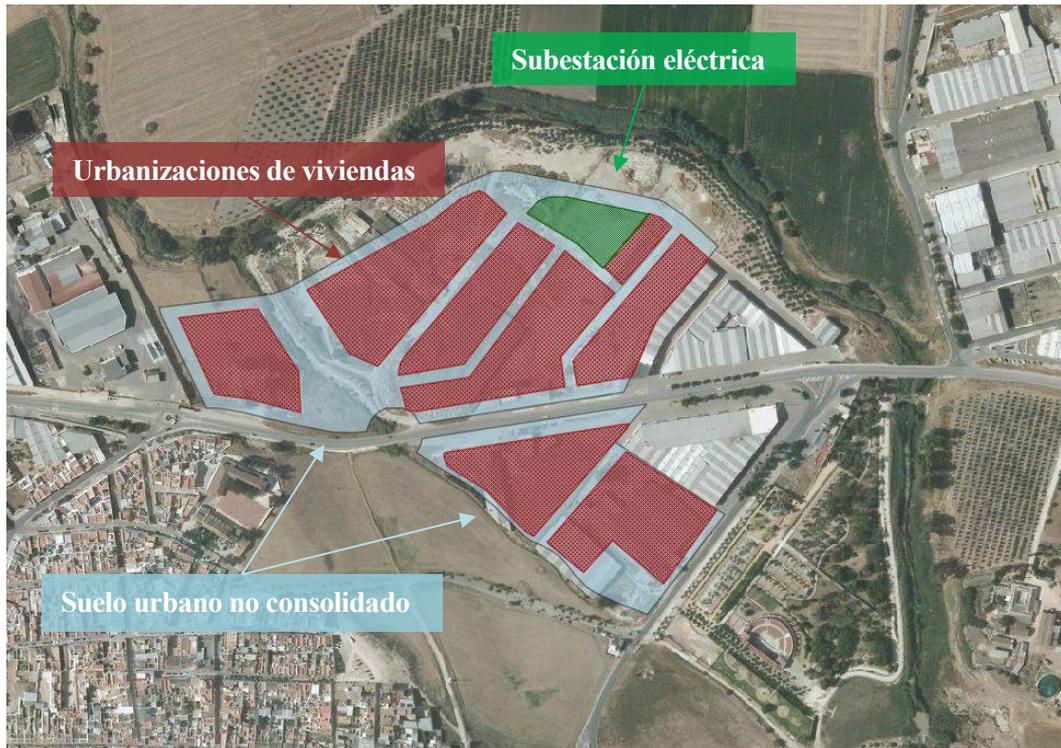


Figura 6-27. Futuros desarrollos según PGOU (Urbanizaciones y subestación).

Se ha realizado una simulación para el periodo de retorno de 500 años sin tener en cuenta ninguna medida de protección más que la elevación (para su no exposición a la inundación) de los polígonos donde irán ubicadas tanto urbanizaciones como subestación obteniendo los siguientes resultados:

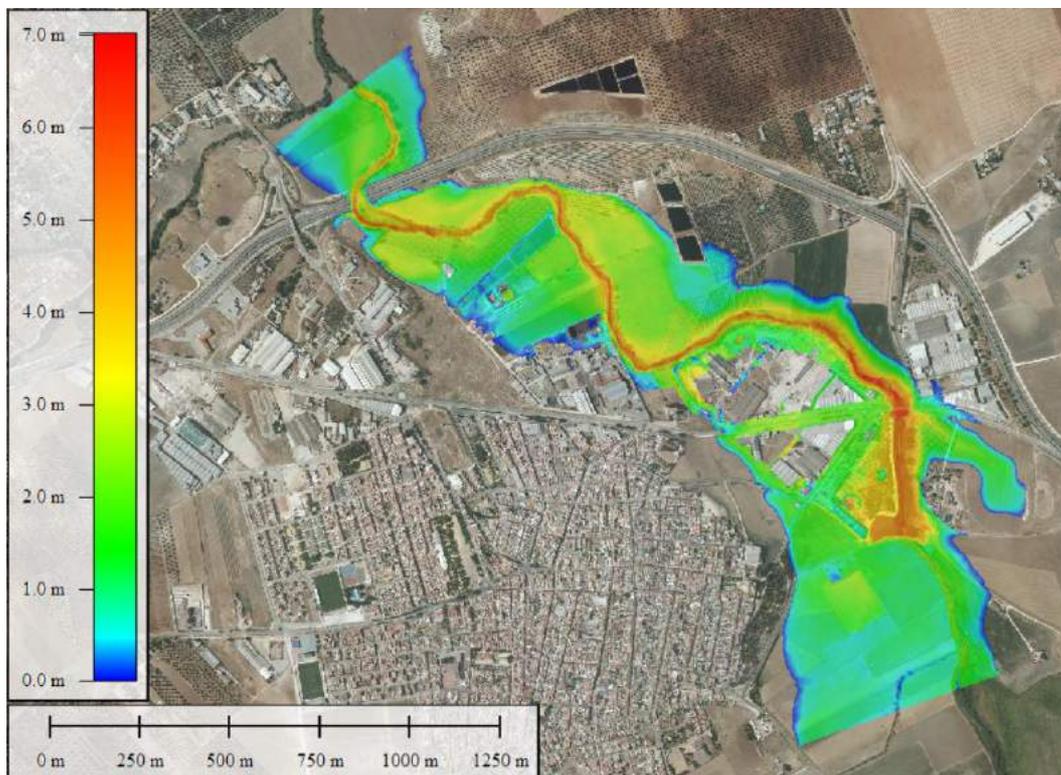


Figura 6-28. Mapa de calados máximos (T 500) para situación futura considerando la elevación de los futuros crecimientos.

Como se puede observar los calados penetran en el núcleo oscilando entre los 2-3 metros de elevación.

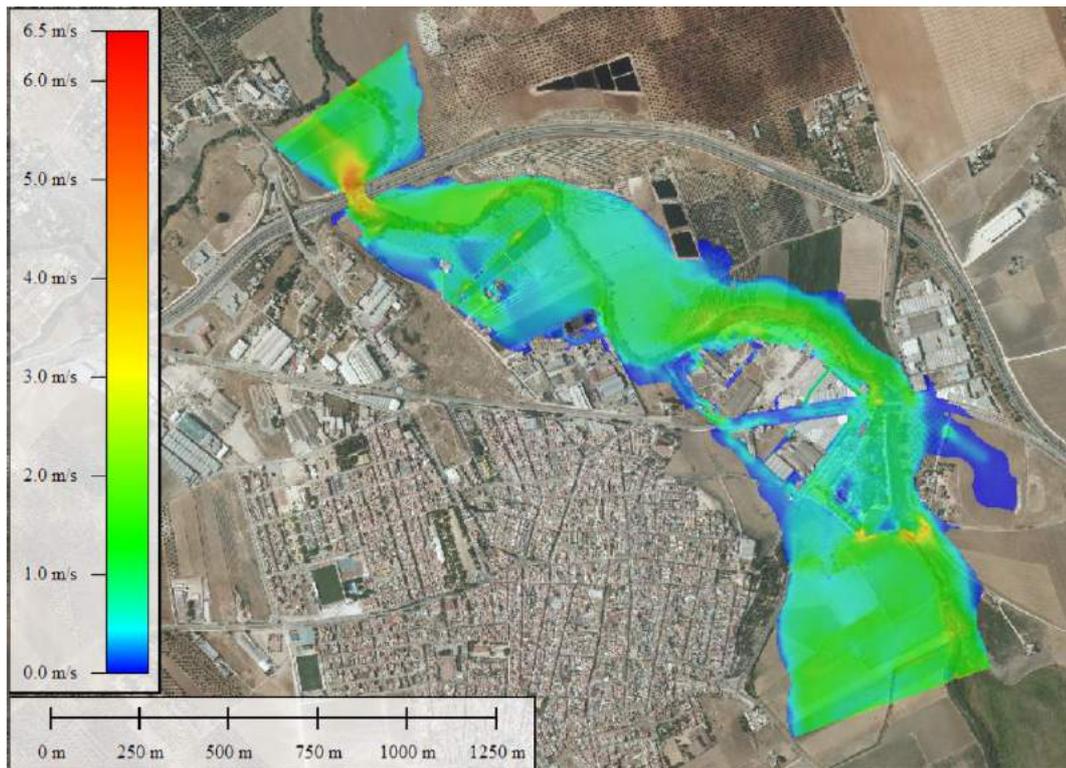


Figura 6-29. Mapa de velocidades máximas (T 500) para situación futura considerando la elevación de los futuros crecimientos.

Las velocidades por su parte se mantienen en consonancia con las anteriormente obtenidas.

Es importante analizar en este punto que el puente de la SE-7203 sigue no teniendo capacidad hidráulica suficiente y por tanto esta solución, de ser viable, requeriría igualmente una acción correctora ante dicha problemática. Se analiza a continuación el mapa de cotas máximas de la lámina de agua:

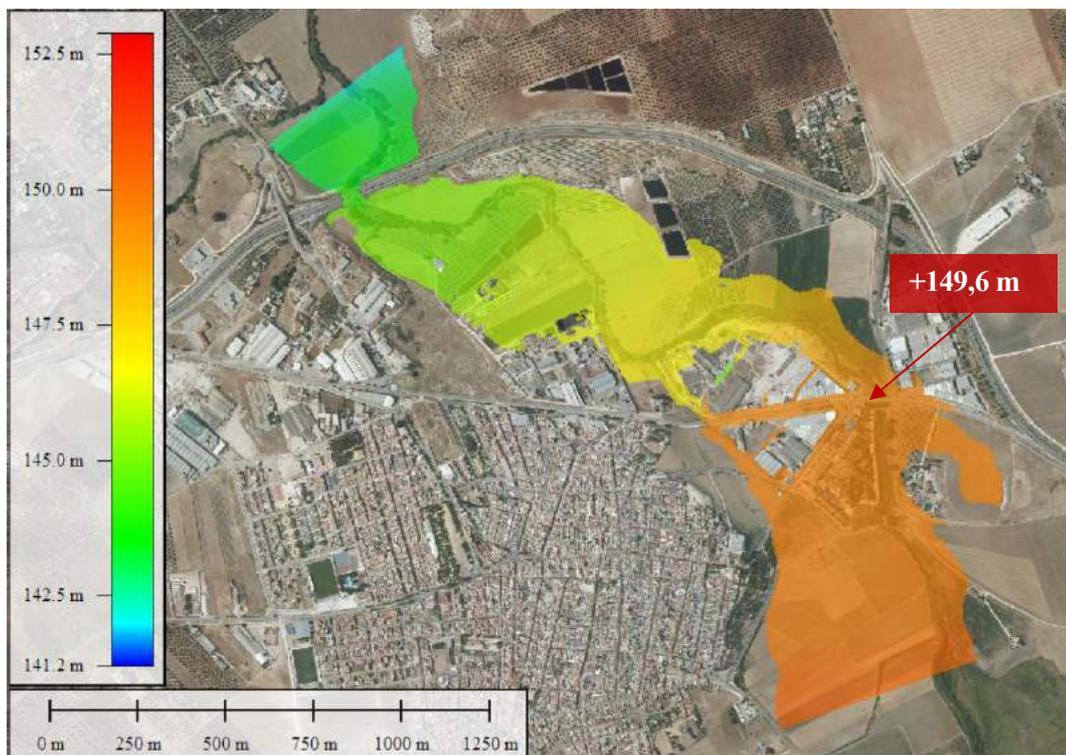


Figura 6-30. Máximas elevaciones de la cota de agua (T 500) para situación futura considerando la elevación de los futuros crecimientos.

El calado que sobrepasaría la cota de rodadura del puente sería de 1,60 metros, valor tal que imposibilita su protección con medidas como sacos terrizos o similares pudiendo plantearse un aumento del pretíl del puente tras un análisis más exhaustivo de su viabilidad.

De igual forma que anteriores apartados se realiza una sección del puente en el que se representa el terreno y la anterior cota de lámina de agua:

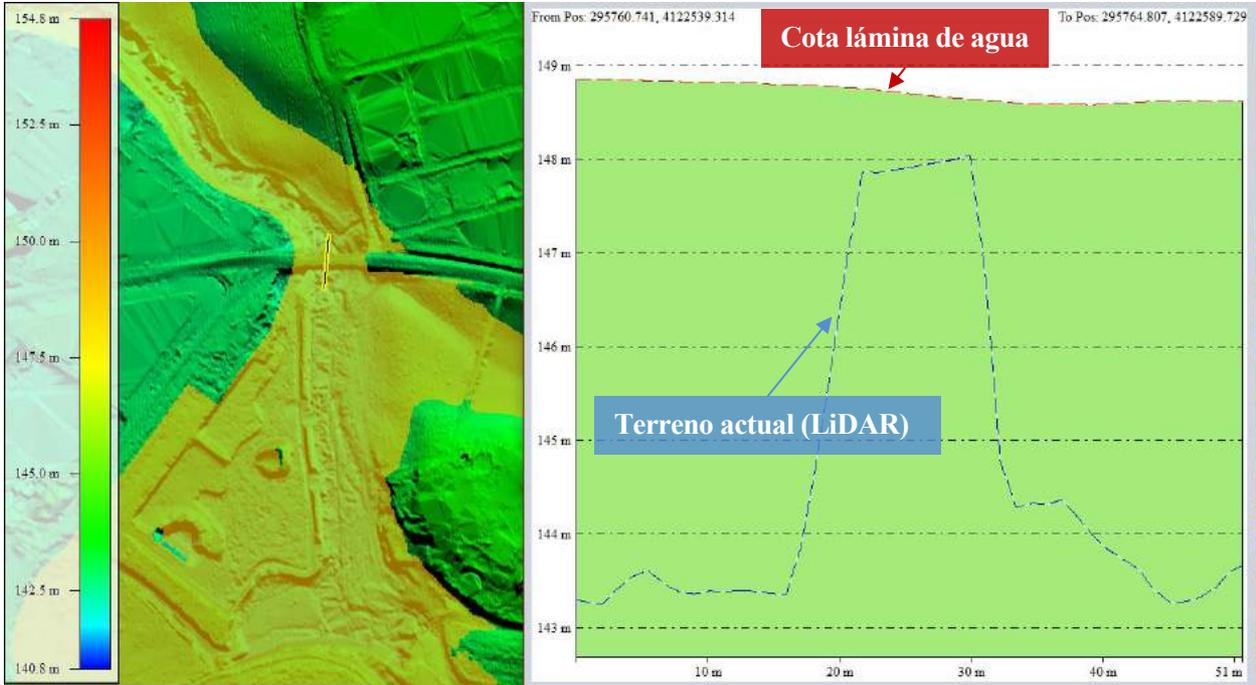


Figura 6-31. Comparativa del terreno actual y la cota de lámina de agua máxima obtenida en la simulación.

Por último, se muestra un perfil longitudinal del río en el que se comparan las elevaciones de las láminas de agua correspondientes al periodo de retorno de 500 años en situación actual frente a la alternativa propuesta:

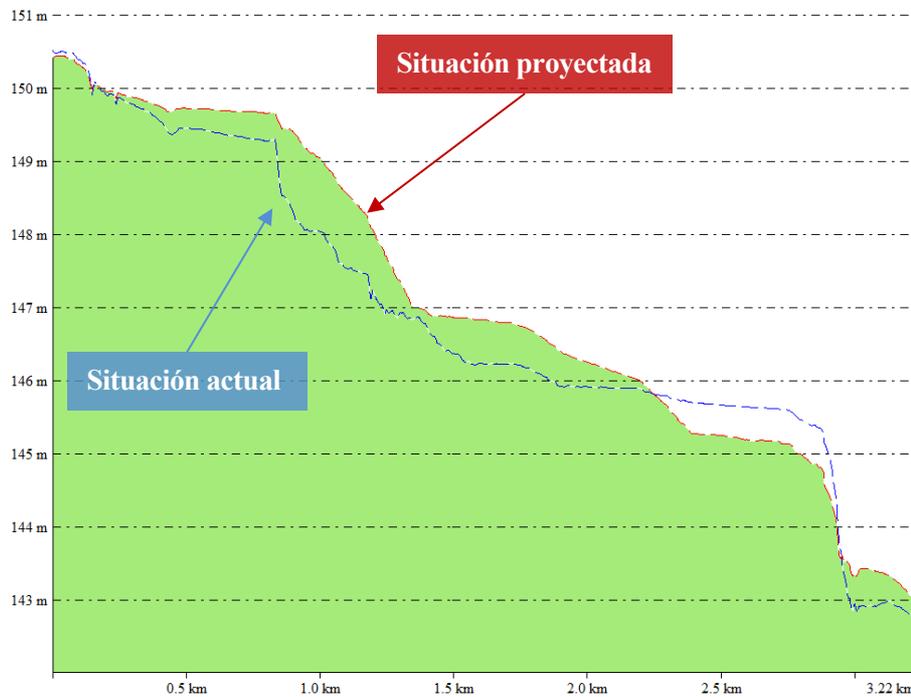


Figura 6-32. Comparativa del situación actual y proyectada respecto a la cota de lámina de agua máxima.

La cota de lámina de agua se eleva por causa directa de las motas que estrechan la llanura de inundación sobreelevandola.

- **En segundo lugar, se plantea una construcción responsable sobre zona inundable de las viviendas independientes pertenecientes a citados nuevos crecimientos.**

En este punto se plantea la opción de **tolerar** la inundación de manera en que como se hace imposible impedir que el agua llegue a las edificaciones las medidas de protección se base en admitir la entrada de agua y adaptar dichas edificaciones a que resistan la entrada de agua. En esta línea, se deben tomar las consideraciones necesarias para no comprometer la seguridad de las personas y evitar daños en los edificios (infraestructura y equipamiento).

Se propone, por tanto, una construcción de manera en que la planta del edificio en la que se tolere la inundación no sea habitable ni contenga bienes importantes, de esta forma se puede plantear la vivienda de la siguiente forma:

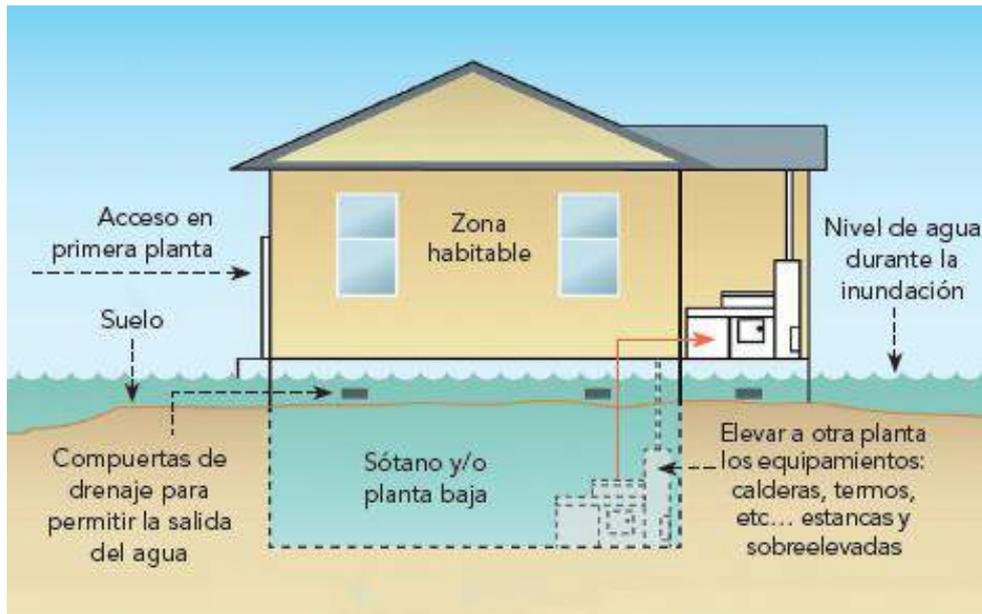


Figura 6-33. Tipología vivienda con planta baja inundable. [29]

O por otra parte realizar las nuevas construcciones de forma que el piso habitable quede por encima de los niveles de inundación como por ejemplo con edificios pilotados como los que se muestran a continuación:





Figura 6-34. Tipología vivienda pilotada. [29] [36]

7 CONCLUSIONES

“Lo que sabemos es una gota de agua, lo que ignoramos es el océano”.

- Isaac Newton -

Del análisis de la inundabilidad en situación actual se deriva que tanto el suelo urbano consolidado, donde existen edificaciones actualmente, como el no consolidado, donde se pretenden futuros crecimientos en el PGOU [9], y el suelo urbanizable se encuentra afectado tanto por la llanura de inundación para el periodo de retorno de 500 años como para el de 100 años.

Debido a la necesidad de protección de las viviendas y equipamientos existentes, así como de los futuros crecimientos, se han analizado distintas posibilidades con el fin de dar repuesta a la problemática del núcleo. En este análisis se han planteado tanto medidas correctoras como podrían ser motas de protección como metodologías de construcción responsable en zona inundable, encontrando como nexo común una problemática principal que es la falta de capacidad hidráulica del puente de la SE-7203 sobre el Río Corbones.

La falta de capacidad del citado puente viene dándose con una progresión temporal y debido a ciertas acciones inadecuadas como el vertido de escombros o la realización de un dique para el remanso de las aguas. Estos hechos han ocasionado una sedimentación de los terrenos justo aguas arriba del puente que ahora imposibilitan el correcto desagüe de las avenidas haciendo que para bajos periodos de retorno ya se produzcan fenómenos de overtopping.

El hecho de que el reemplazo del puente por uno con la capacidad hidráulica suficiente supone la demolición de un elemento histórico, imposibilita la elección final de una alternativa coherente tanto con la protección de los bienes y personas como con la conservación del patrimonio.

REFERENCIAS

- [1] «Perdidas por terremotos e inundaciones en España durante el periodo 1987-2001 y su estimación para los próximos 30 años (2004-2033)», *Tiempo.com | Meteored*, 29-ene-2010. [En línea]. Disponible en: <https://www.tiempo.com/ram/1956/perdidas-por-terremotos-e-inundaciones-en-espaa-durante-el-periodo-1987-2001-y-su-estimacin-para-los-prximos-30-aos-2004-2033/>.
- [2] «BOE.es - Documento consolidado BOE-A-1986-10638». [En línea]. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1986-10638>.
- [3] I. G. Nacional, «Instituto Geográfico Nacional», *Geoportal oficial del Instituto Geográfico Nacional de España*. [En línea]. Disponible en: <http://www.ign.es>.
- [4] «Áreas con riesgo potencial significativo de inundación (ARPSIs)». [En línea]. Disponible en: <https://www.miteco.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/agua/ARPSIs.aspx>.
- [5] «CNIH - Dirección General de Protección Civil y Emergencias». [En línea]. Disponible en: <http://www.proteccioncivil.es/riesgos/inundaciones/cnih>.
- [6] «SEPREM - Sociedad Española de Presas y Embalses». [En línea]. Disponible en: <http://www.seprem.es/ficha.php?idpresa=856&p=33>.
- [7] «Los embalses que dan agua a Sevilla», *elcorreoweb.es*. [En línea]. Disponible en: <http://elcorreoweb.es/provincia/los-embalses-que-dan-agua-a-sevilla-IJ2784280>.
- [8] «Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables». [En línea]. Disponible en: <https://www.miteco.gob.es/ca/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/snczi/>.
- [9] «PGOU INDICE». [En línea]. Disponible en: <https://www.pueblacazalla.org/ayto/index.php/la-puebla-de-cazalla/60-ayuntamiento/urbanismo/762-pgou-indice>.
- [10] «Inicio | Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA)». [En línea]. Disponible en: <https://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/web/>.
- [11] C. y P. [Madrid Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, A. C. de O. P. y Transportes, y A. C. de E. T. y Urbanos, «Catálogo-inventario de puentes», 1985. [En línea]. Disponible en: <http://infodigital.opandalucia.es/bvial/handle/10326/876>.
- [12] «Delimitación del Dominio Público Hidráulico: el Proyecto Linde». [En línea]. Disponible en: <https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/delimitacion-y-restauracion-del-dominio-publico-hidraulico/delimitacion-dph-proyecto-linde/>.
- [13] C. N. de I. Geográfica, «Centro de Descargas del CNIG (IGN)», *Centro de Descargas del CNIG*. [En línea]. Disponible en: <http://centrodedescargas.cnig.es>.
- [14] «BOE.es - Documento BOE-A-2016-2405». [En línea]. Disponible en: https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2016-2405.
- [15] «Inicio :: Red de Información Ambiental de Andalucía :: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio :: Junta de Andalucía»: [En línea]. Disponible en: <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/rediam>.
- [16] «USGS.gov | Science for a changing world». [En línea]. Disponible en: <https://www.usgs.gov/>.
- [17] «HEC-HMS». [En línea]. Disponible en: <https://www.hec.usace.army.mil/software/hec-hms/>.
- [18] «HEC-HMS User's Manual, Version 4.2», p. 614.
- [19] M. G. V. Leonardo S. Nanía, *Ingeniería Hidrológica*, Segunda Edición. Grupo Editorial Universitario, 2006.

- [20] «Mapa de caudales máximos en régimen natural». [En línea]. Disponible en: <https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/snczi/Mapa-de-caudales-maximos/>.
- [21] «Iberaula». [En línea]. Disponible en: <http://www.iberaula.es/>.
- [22] «CEDEX». [En línea]. Disponible en: http://www.cedex.es/CEDEX/lang_castellano/.
- [23] «Geoportal SIOSE». [En línea]. Disponible en: <https://www.siose.es/>.
- [24] «Autovía A-92», *Wikipedia, la enciclopedia libre*.
- [25] Conserjería de Fomento y Vivienda «Actualización de la Red de Carreteras de Andalucía», 2015.
- [26] «Zona de flujo preferente». [En línea]. Disponible en: <https://www.miteco.gob.es/ca/cartografia-y-sig/ide/descargas/agua/laminas-zona-flujo-preferente.aspx>.
- [27] «IDE/Geoportal», *CHG*. [En línea]. Disponible en: <https://www.chguadalquivir.es/ide>.
- [28] A. Gracia *et al.*, «RIESGOS Y CUANTIFICACIÓN DE DAÑOS POR INUNDACIÓN», p. 15.
- [29] «Guía para la reducción de la vulnerabilidad de los edificios frente a las inundaciones», 2017.
- [30] «Travaux en cours | Symbhi | Syndicat Mixte des Bassins Hydrauliques de l'Isère». [En línea]. Disponible en: <http://symbhi.fr/isere-amont/tranche-2-pontcharra-grenoble/travaux-en-cours>.
- [31] «Adiós a los sacos de arena | Result in Brief | FP7», *CORDIS | European Commission*. [En línea]. Disponible en: <https://cordis.europa.eu/project/rn/100188/brief/es>.
- [32] «Barreras anti inundaciones», *Digebis*.
- [33] N. Klein, «Water-Gate © | Protección contra inundaciones, ataguías, retención de la contaminación», *MegaSecur.Europe*. [En línea]. Disponible en: <https://es.megasecureurope.com/>.
- [34] «NOAQ | NOAQ». [En línea]. Disponible en: <http://noaq.com/es/home-es/>.
- [35] SNCZI«Folleto Interpretación Cartografía de Zonas Inundables». .
- [36] P. y casas, «Diseño de casa elevada».

GLOSARIO

IGN: Instituto Geográfico Nacional.

DPH: Dominio Público Hidráulico

SNCZI: Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables

CHG: Confederación Hidrográfica del Guadalquivir

MAGRAMA: Ministerio de Agricultura y Medio Ambiente (actual MAPAMA)

CEDEX: Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas

ZIP: Zona de Intensidad Peligrosa

VID: Vía de Intenso Desagüe

ZFP: Zona de Flujo Preferente

REDIAM: Red de Información Ambiental de Andalucía

SCS: Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos

CN: Número de curva (también usado NC)

APÉNDICE 1: HIETOGRAMAS DE PRECIPITACIÓN TOTAL

HIETOGRAMA DE PRECIPITACIÓN TOTAL – PCI- T= 500 AÑOS

Tiempo (min)	P(mm)	Pacum (mm)	Ia acum (mm)	Fa acum (mm)	Pe acum (mm)	P (mm)	Abstracc (mm)
5	0.255	0.255	0.255	0.000	0.000	0.000	0.255
10	0.257	0.512	0.512	0.000	0.000	0.000	0.257
15	0.260	0.772	0.772	0.000	0.000	0.000	0.260
20	0.263	1.035	1.035	0.000	0.000	0.000	0.263
25	0.265	1.300	1.300	0.000	0.000	0.000	0.265
30	0.268	1.568	1.568	0.000	0.000	0.000	0.268
35	0.271	1.839	1.839	0.000	0.000	0.000	0.271
40	0.274	2.113	2.113	0.000	0.000	0.000	0.274
45	0.277	2.389	2.389	0.000	0.000	0.000	0.277
50	0.280	2.669	2.669	0.000	0.000	0.000	0.280
55	0.283	2.951	2.951	0.000	0.000	0.000	0.283
60	0.286	3.237	3.237	0.000	0.000	0.000	0.286
65	0.289	3.526	3.526	0.000	0.000	0.000	0.289
70	0.292	3.818	3.818	0.000	0.000	0.000	0.292
75	0.295	4.113	4.113	0.000	0.000	0.000	0.295
80	0.299	4.411	4.411	0.000	0.000	0.000	0.299
85	0.302	4.714	4.714	0.000	0.000	0.000	0.302
90	0.306	5.019	5.019	0.000	0.000	0.000	0.306
95	0.309	5.328	5.328	0.000	0.000	0.000	0.309
100	0.313	5.641	5.641	0.000	0.000	0.000	0.313
105	0.317	5.958	5.958	0.000	0.000	0.000	0.317
110	0.320	6.278	6.278	0.000	0.000	0.000	0.320
115	0.324	6.603	6.603	0.000	0.000	0.000	0.324
120	0.328	6.931	6.931	0.000	0.000	0.000	0.328
125	0.333	7.264	7.264	0.000	0.000	0.000	0.333
130	0.337	7.600	7.600	0.000	0.000	0.000	0.337
135	0.341	7.942	7.942	0.000	0.000	0.000	0.341
140	0.346	8.287	8.287	0.000	0.000	0.000	0.346
145	0.350	8.637	8.637	0.000	0.000	0.000	0.350
150	0.355	8.992	8.992	0.000	0.000	0.000	0.355
155	0.360	9.352	9.352	0.000	0.000	0.000	0.360
160	0.365	9.716	9.716	0.000	0.000	0.000	0.365
165	0.370	10.086	10.086	0.000	0.000	0.000	0.370
170	0.375	10.461	10.461	0.000	0.000	0.000	0.375
175	0.380	10.841	10.841	0.000	0.000	0.000	0.380
180	0.386	11.226	11.226	0.000	0.000	0.000	0.386
185	0.391	11.618	11.618	0.000	0.000	0.000	0.391
190	0.397	12.015	12.015	0.000	0.000	0.000	0.397
195	0.403	12.418	12.266	0.151	0.000	0.000	0.403

HIETOGRAMA DE PRECIPITACIÓN TOTAL – PC1- T= 500 AÑOS

Tiempo (min)	P(mm)	Pacum (mm)	Ia acum (mm)	Fa acum (mm)	Pe acum (mm)	P (mm)	Abstracc (mm)
200	0.409	12.828	12.266	0.556	0.005	0.005	0.405
205	0.416	13.243	12.266	0.962	0.015	0.010	0.406
210	0.422	13.666	12.266	1.368	0.031	0.016	0.406
215	0.429	14.095	12.266	1.775	0.053	0.022	0.407
220	0.436	14.531	12.266	2.184	0.081	0.028	0.408
225	0.443	14.974	12.266	2.593	0.114	0.034	0.409
230	0.451	15.425	12.266	3.004	0.155	0.040	0.411
235	0.459	15.884	12.266	3.416	0.201	0.047	0.412
240	0.467	16.350	12.266	3.829	0.255	0.053	0.413
245	0.475	16.825	12.266	4.243	0.315	0.060	0.414
250	0.484	17.309	12.266	4.659	0.383	0.068	0.416
255	0.492	17.801	12.266	5.077	0.458	0.075	0.417
260	0.502	18.303	12.266	5.495	0.541	0.083	0.419
265	0.511	18.814	12.266	5.916	0.632	0.091	0.421
270	0.521	19.335	12.266	6.338	0.731	0.099	0.422
275	0.532	19.867	12.266	6.763	0.838	0.108	0.424
280	0.543	20.410	12.266	7.189	0.954	0.116	0.426
285	0.554	20.963	12.266	7.617	1.080	0.126	0.428
290	0.566	21.529	12.266	8.047	1.215	0.135	0.430
295	0.578	22.107	12.266	8.480	1.361	0.145	0.433
300	0.591	22.698	12.266	8.915	1.516	0.156	0.435
305	0.604	23.302	12.266	9.353	1.683	0.167	0.438
310	0.618	23.920	12.266	9.793	1.861	0.178	0.440
315	0.633	24.553	12.266	10.236	2.051	0.190	0.443
320	0.649	25.202	12.266	10.683	2.253	0.202	0.446
325	0.665	25.867	12.266	11.132	2.469	0.216	0.450
330	0.682	26.549	12.266	11.585	2.698	0.229	0.453
335	0.701	27.250	12.266	12.042	2.942	0.244	0.457
340	0.720	27.970	12.266	12.502	3.201	0.259	0.461
345	0.740	28.710	12.266	12.967	3.477	0.275	0.465
350	0.762	29.472	12.266	13.436	3.769	0.293	0.469
355	0.785	30.257	12.266	13.910	4.080	0.311	0.474
360	0.809	31.066	12.266	14.389	4.411	0.330	0.479
365	0.836	31.902	12.266	14.874	4.762	0.351	0.485
370	0.864	32.766	12.266	15.364	5.135	0.373	0.490
375	0.894	33.660	12.266	15.861	5.532	0.397	0.497
380	0.927	34.586	12.266	16.365	5.955	0.423	0.504
385	0.962	35.548	12.266	16.876	6.406	0.451	0.511
390	1.000	36.548	12.266	17.395	6.887	0.481	0.519
395	1.042	37.590	12.266	17.923	7.400	0.514	0.528

HIETOGRAMA DE PRECIPITACIÓN TOTAL – PCI- T= 500 AÑOS

Tiempo (min)	P(mm)	Pacum (mm)	Ia acum (mm)	Fa acum (mm)	Pe acum (mm)	P (mm)	Abstracc (mm)
400	1.087	38.677	12.266	18.461	7.950	0.549	0.538
405	1.138	39.815	12.266	19.010	8.539	0.589	0.549
410	1.193	41.009	12.266	19.571	9.171	0.633	0.561
415	1.255	42.264	12.266	20.145	9.853	0.681	0.574
420	1.325	43.589	12.266	20.734	10.589	0.736	0.589
425	1.404	44.993	12.266	21.340	11.387	0.798	0.606
430	1.494	46.488	12.266	21.965	12.256	0.869	0.625
435	1.599	48.087	12.266	22.613	13.207	0.951	0.648
440	1.722	49.809	12.266	23.288	14.255	1.048	0.674
445	1.869	51.677	12.266	23.993	15.418	1.163	0.706
450	2.048	53.726	12.266	24.737	16.722	1.304	0.744
455	2.274	56.000	12.266	25.530	18.204	1.482	0.792
460	2.570	58.570	12.266	26.384	19.919	1.715	0.855
465	2.977	61.547	12.266	27.325	21.956	2.037	0.941
470	3.591	65.138	12.266	28.394	24.478	2.522	1.069
475	4.668	69.806	12.266	29.688	27.852	3.375	1.293
480	7.430	77.237	12.266	31.549	33.421	5.569	1.862
485	15.383	92.620	12.266	34.783	45.571	12.150	3.234
490	5.633	98.253	12.266	35.798	50.188	4.618	1.015
495	4.041	102.294	12.266	36.480	53.547	3.359	0.682
500	3.249	105.543	12.266	37.002	56.274	2.727	0.522
505	2.755	108.298	12.266	37.428	58.604	2.329	0.426
510	2.411	110.709	12.266	37.789	60.654	2.050	0.361
515	2.154	112.864	12.266	38.102	62.495	1.841	0.313
520	1.954	114.818	12.266	38.379	64.172	1.677	0.277
525	1.792	116.609	12.266	38.627	65.716	1.544	0.248
530	1.658	118.267	12.266	38.852	67.149	1.433	0.225
535	1.545	119.812	12.266	39.058	68.488	1.339	0.206
540	1.448	121.260	12.266	39.247	69.746	1.258	0.189
545	1.363	122.623	12.266	39.423	70.934	1.188	0.175
550	1.289	123.912	12.266	39.586	72.060	1.126	0.163
555	1.224	125.136	12.266	39.739	73.131	1.071	0.153
560	1.165	126.301	12.266	39.882	74.152	1.021	0.143
565	1.112	127.413	12.266	40.017	75.129	0.977	0.135
570	1.064	128.477	12.266	40.145	76.065	0.936	0.128
575	1.020	129.497	12.266	40.266	76.965	0.899	0.121
580	0.981	130.478	12.266	40.381	77.830	0.866	0.115
585	0.944	131.422	12.266	40.491	78.665	0.834	0.110
590	0.910	132.332	12.266	40.595	79.470	0.805	0.105

HIETOGRAMA DE PRECIPITACIÓN TOTAL – PC1- T= 500 AÑOS

Tiempo (min)	P(mm)	Pacum (mm)	Ia acum (mm)	Fa acum (mm)	Pe acum (mm)	P (mm)	Abstracc (mm)
595	0.879	133.210	12.266	40.695	80.249	0.779	0.100
600	0.850	134.060	12.266	40.791	81.003	0.754	0.096
605	0.822	134.882	12.266	40.883	81.733	0.731	0.092
610	0.797	135.679	12.266	40.971	82.442	0.709	0.088
615	0.773	136.452	12.266	41.056	83.130	0.688	0.085
620	0.751	137.203	12.266	41.137	83.799	0.669	0.082
625	0.730	137.933	12.266	41.216	84.450	0.651	0.079
630	0.710	138.643	12.266	41.292	85.084	0.634	0.076
635	0.691	139.334	12.266	41.366	85.702	0.618	0.074
640	0.674	140.008	12.266	41.437	86.305	0.602	0.071
645	0.657	140.665	12.266	41.506	86.892	0.588	0.069
650	0.641	141.306	12.266	41.573	87.467	0.574	0.067
655	0.626	141.931	12.266	41.637	88.027	0.561	0.065
660	0.611	142.542	12.266	41.700	88.576	0.548	0.063
665	0.597	143.140	12.266	41.761	89.112	0.536	0.061
670	0.584	143.724	12.266	41.821	89.637	0.525	0.059
675	0.572	144.296	12.266	41.878	90.151	0.514	0.058
680	0.560	144.855	12.266	41.934	90.655	0.503	0.056
685	0.548	145.404	12.266	41.989	91.148	0.493	0.055
690	0.537	145.941	12.266	42.042	91.632	0.484	0.053
695	0.526	146.467	12.266	42.094	92.106	0.475	0.052
700	0.516	146.983	12.266	42.145	92.572	0.466	0.051
705	0.506	147.490	12.266	42.194	93.029	0.457	0.049
710	0.497	147.987	12.266	42.243	93.478	0.449	0.048
715	0.488	148.475	12.266	42.290	93.918	0.441	0.047
720	0.479	148.954	12.266	42.336	94.352	0.433	0.046
725	0.471	149.425	12.266	42.381	94.777	0.426	0.045
730	0.463	149.887	12.266	42.425	95.196	0.419	0.044
735	0.455	150.342	12.266	42.468	95.607	0.412	0.043
740	0.447	150.789	12.266	42.510	96.012	0.405	0.042
745	0.440	151.229	12.266	42.552	96.411	0.398	0.041
750	0.433	151.661	12.266	42.592	96.803	0.392	0.040
755	0.426	152.087	12.266	42.632	97.189	0.386	0.040
760	0.419	152.506	12.266	42.671	97.569	0.380	0.039
765	0.413	152.918	12.266	42.709	97.943	0.374	0.038
770	0.406	153.325	12.266	42.746	98.312	0.369	0.037
775	0.400	153.725	12.266	42.783	98.676	0.363	0.037
780	0.394	154.119	12.266	42.819	99.034	0.358	0.036
785	0.388	154.508	12.266	42.854	99.387	0.353	0.035
790	0.383	154.890	12.266	42.889	99.735	0.348	0.035

HIETOGRAMA DE PRECIPITACIÓN TOTAL – PCI- T= 500 AÑOS

Tiempo (min)	P(mm)	Pacum (mm)	Ia acum (mm)	Fa acum (mm)	Pe acum (mm)	P (mm)	Abstracc (mm)
795	0.377	155.268	12.266	42.923	100.079	0.343	0.034
800	0.372	155.640	12.266	42.956	100.417	0.339	0.033
805	0.367	156.007	12.266	42.989	100.752	0.334	0.033
810	0.362	156.369	12.266	43.022	101.081	0.330	0.032
815	0.357	156.726	12.266	43.053	101.407	0.325	0.032
820	0.352	157.079	12.266	43.085	101.728	0.321	0.031
825	0.348	157.427	12.266	43.115	102.045	0.317	0.031
830	0.343	157.770	12.266	43.146	102.358	0.313	0.030
835	0.339	158.109	12.266	43.175	102.667	0.309	0.030
840	0.335	158.444	12.266	43.205	102.973	0.305	0.029
845	0.330	158.774	12.266	43.233	103.274	0.302	0.029
850	0.326	159.101	12.266	43.262	103.572	0.298	0.028
855	0.322	159.423	12.266	43.290	103.867	0.294	0.028
860	0.319	159.741	12.266	43.317	104.158	0.291	0.028
865	0.315	160.056	12.266	43.344	104.445	0.288	0.027
870	0.311	160.367	12.266	43.371	104.730	0.284	0.027
875	0.307	160.675	12.266	43.397	105.011	0.281	0.026
880	0.304	160.978	12.266	43.423	105.289	0.278	0.026
885	0.300	161.279	12.266	43.449	105.563	0.275	0.026
890	0.297	161.576	12.266	43.474	105.835	0.272	0.025
895	0.294	161.869	12.266	43.499	106.104	0.269	0.025
900	0.290	162.160	12.266	43.524	106.370	0.266	0.025
905	0.287	162.447	12.266	43.548	106.633	0.263	0.024
910	0.284	162.731	12.266	43.572	106.893	0.260	0.024
915	0.281	163.012	12.266	43.595	107.150	0.257	0.024
920	0.278	163.290	12.266	43.618	107.405	0.255	0.023
925	0.275	163.565	12.266	43.641	107.657	0.252	0.023
930	0.272	163.837	12.266	43.664	107.907	0.250	0.023
935	0.269	164.107	12.266	43.686	108.154	0.247	0.022
940	0.267	164.373	12.266	43.708	108.399	0.245	0.022
945	0.264	164.637	12.266	43.730	108.641	0.242	0.022
950	0.261	164.899	12.266	43.751	108.881	0.240	0.021
955	0.259	165.157	12.266	43.773	109.118	0.237	0.021

HIETOGRAMA DE PRECIPITACIÓN TOTAL – PC1- T= 100 AÑOS

Tiempo (min)	P(mm)	Pacum (mm)	Ia acum (mm)	Fa acum (mm)	Pe acum (mm)	P (mm)	Abstracc (mm)
5	0.190	0.190	0.190	0.000	0.000	0.000	0.190
10	0.192	0.382	0.382	0.000	0.000	0.000	0.192
15	0.194	0.577	0.577	0.000	0.000	0.000	0.194
20	0.196	0.773	0.773	0.000	0.000	0.000	0.196
25	0.198	0.971	0.971	0.000	0.000	0.000	0.198
30	0.200	1.171	1.171	0.000	0.000	0.000	0.200
35	0.202	1.373	1.373	0.000	0.000	0.000	0.202
40	0.204	1.577	1.577	0.000	0.000	0.000	0.204
45	0.207	1.784	1.784	0.000	0.000	0.000	0.207
50	0.209	1.993	1.993	0.000	0.000	0.000	0.209
55	0.211	2.204	2.204	0.000	0.000	0.000	0.211
60	0.213	2.417	2.417	0.000	0.000	0.000	0.213
65	0.216	2.633	2.633	0.000	0.000	0.000	0.216
70	0.218	2.851	2.851	0.000	0.000	0.000	0.218
75	0.220	3.071	3.071	0.000	0.000	0.000	0.220
80	0.223	3.294	3.294	0.000	0.000	0.000	0.223
85	0.226	3.520	3.520	0.000	0.000	0.000	0.226
90	0.228	3.748	3.748	0.000	0.000	0.000	0.228
95	0.231	3.979	3.979	0.000	0.000	0.000	0.231
100	0.234	4.212	4.212	0.000	0.000	0.000	0.234
105	0.236	4.449	4.449	0.000	0.000	0.000	0.236
110	0.239	4.688	4.688	0.000	0.000	0.000	0.239
115	0.242	4.930	4.930	0.000	0.000	0.000	0.242
120	0.245	5.175	5.175	0.000	0.000	0.000	0.245
125	0.248	5.424	5.424	0.000	0.000	0.000	0.248
130	0.251	5.675	5.675	0.000	0.000	0.000	0.251
135	0.255	5.930	5.930	0.000	0.000	0.000	0.255
140	0.258	6.188	6.188	0.000	0.000	0.000	0.258
145	0.261	6.449	6.449	0.000	0.000	0.000	0.261
150	0.265	6.714	6.714	0.000	0.000	0.000	0.265
155	0.269	6.983	6.983	0.000	0.000	0.000	0.269
160	0.272	7.255	7.255	0.000	0.000	0.000	0.272
165	0.276	7.531	7.531	0.000	0.000	0.000	0.276
170	0.280	7.811	7.811	0.000	0.000	0.000	0.280
175	0.284	8.095	8.095	0.000	0.000	0.000	0.284
180	0.288	8.383	8.383	0.000	0.000	0.000	0.288
185	0.292	8.675	8.675	0.000	0.000	0.000	0.292
190	0.297	8.972	8.972	0.000	0.000	0.000	0.297
195	0.301	9.273	9.273	0.000	0.000	0.000	0.301
200	0.306	9.578	9.578	0.000	0.000	0.000	0.306

HIETOGRAMA DE PRECIPITACIÓN TOTAL – PCI- T= 100 AÑOS

Tiempo (min)	P(mm)	Pacum (mm)	Ia acum (mm)	Fa acum (mm)	Pe acum (mm)	P (mm)	Abstracc (mm)
205	0.310	9.889	9.889	0.000	0.000	0.000	0.310
210	0.315	10.204	10.204	0.000	0.000	0.000	0.315
215	0.320	10.525	10.525	0.000	0.000	0.000	0.320
220	0.326	10.850	10.850	0.000	0.000	0.000	0.326
225	0.331	11.181	11.181	0.000	0.000	0.000	0.331
230	0.337	11.518	11.518	0.000	0.000	0.000	0.337
235	0.342	11.860	11.860	0.000	0.000	0.000	0.342
240	0.348	12.209	12.209	0.000	0.000	0.000	0.348
245	0.355	12.563	12.266	0.296	0.001	0.001	0.353
250	0.361	12.924	12.266	0.651	0.007	0.006	0.355
255	0.368	13.292	12.266	1.009	0.017	0.010	0.358
260	0.375	13.667	12.266	1.369	0.031	0.014	0.360
265	0.382	14.049	12.266	1.732	0.050	0.019	0.363
270	0.389	14.438	12.266	2.097	0.074	0.024	0.365
275	0.397	14.835	12.266	2.465	0.103	0.029	0.368
280	0.405	15.240	12.266	2.836	0.137	0.034	0.371
285	0.414	15.653	12.266	3.210	0.177	0.040	0.374
290	0.422	16.076	12.266	3.587	0.223	0.046	0.377
295	0.432	16.507	12.266	3.967	0.274	0.052	0.380
300	0.441	16.948	12.266	4.350	0.332	0.058	0.383
305	0.451	17.400	12.266	4.737	0.396	0.064	0.387
310	0.462	17.861	12.266	5.127	0.468	0.071	0.390
315	0.473	18.334	12.266	5.521	0.546	0.079	0.394
320	0.484	18.818	12.266	5.920	0.632	0.086	0.398
325	0.497	19.315	12.266	6.322	0.727	0.094	0.402
330	0.510	19.825	12.266	6.729	0.829	0.103	0.407
335	0.523	20.348	12.266	7.140	0.941	0.112	0.411
340	0.537	20.885	12.266	7.557	1.062	0.121	0.416
345	0.553	21.438	12.266	7.978	1.193	0.131	0.422
350	0.569	22.007	12.266	8.405	1.335	0.142	0.427
355	0.586	22.593	12.266	8.838	1.488	0.153	0.433
360	0.604	23.197	12.266	9.277	1.653	0.165	0.439
365	0.624	23.821	12.266	9.723	1.832	0.178	0.446
370	0.645	24.466	12.266	10.176	2.024	0.192	0.453
375	0.668	25.134	12.266	10.636	2.231	0.207	0.460
380	0.692	25.826	12.266	11.104	2.455	0.224	0.468
385	0.718	26.544	12.266	11.582	2.696	0.241	0.477
390	0.747	27.291	12.266	12.068	2.956	0.260	0.487
395	0.778	28.069	12.266	12.565	3.237	0.281	0.497

HIETOGRAMA DE PRECIPITACIÓN TOTAL – PC1- T= 100 AÑOS

Tiempo (min)	P(mm)	Pacum (mm)	Ia acum (mm)	Fa acum (mm)	Pe acum (mm)	P (mm)	Abstracc (mm)
400	0.812	28.881	12.266	13.073	3.541	0.304	0.508
405	0.850	29.730	12.266	13.593	3.871	0.329	0.520
410	0.891	30.621	12.266	14.127	4.228	0.357	0.534
415	0.937	31.559	12.266	14.676	4.616	0.389	0.549
420	0.989	32.548	12.266	15.242	5.040	0.424	0.566
425	1.048	33.597	12.266	15.826	5.504	0.464	0.585
430	1.116	34.713	12.266	16.432	6.014	0.510	0.606
435	1.194	35.907	12.266	17.063	6.577	0.563	0.631
440	1.286	37.192	12.266	17.723	7.203	0.626	0.660
445	1.395	38.588	12.266	18.417	7.904	0.701	0.694
450	1.530	40.117	12.266	19.153	8.698	0.794	0.736
455	1.698	41.816	12.266	19.942	9.608	0.910	0.788
460	1.919	43.734	12.266	20.797	10.671	1.063	0.856
465	2.223	45.958	12.266	21.746	11.945	1.275	0.948
470	2.682	48.639	12.266	22.832	13.541	1.595	1.087
475	3.486	52.125	12.266	24.158	15.700	2.159	1.326
480	5.548	57.673	12.266	26.091	19.316	3.616	1.932
485	11.487	69.160	12.266	29.515	27.379	8.063	3.424
490	4.206	73.366	12.266	30.608	30.492	3.113	1.093
495	3.017	76.383	12.266	31.347	32.770	2.278	0.739
500	2.426	78.809	12.266	31.916	34.627	1.857	0.569
505	2.057	80.867	12.266	32.382	36.219	1.592	0.466
510	1.800	82.667	12.266	32.777	37.624	1.405	0.396
515	1.609	84.276	12.266	33.122	38.888	1.264	0.344
520	1.459	85.735	12.266	33.427	40.042	1.154	0.305
525	1.338	87.073	12.266	33.701	41.105	1.064	0.274
530	1.238	88.311	12.266	33.950	42.094	0.989	0.249
535	1.153	89.464	12.266	34.178	43.020	0.925	0.228
540	1.081	90.545	12.266	34.388	43.890	0.871	0.210
545	1.018	91.563	12.266	34.584	44.713	0.823	0.195
550	0.963	92.526	12.266	34.765	45.494	0.781	0.182
555	0.914	93.440	12.266	34.936	46.238	0.743	0.170
560	0.870	94.310	12.266	35.096	46.947	0.710	0.160
565	0.830	95.140	12.266	35.247	47.627	0.679	0.151
570	0.795	95.934	12.266	35.390	48.278	0.652	0.143
575	0.762	96.696	12.266	35.525	48.905	0.626	0.136
580	0.732	97.429	12.266	35.654	49.508	0.603	0.129
585	0.705	98.133	12.266	35.777	50.090	0.582	0.123
590	0.680	98.813	12.266	35.895	50.652	0.562	0.117
595	0.656	99.469	12.266	36.007	51.195	0.544	0.112

HIETOGRAMA DE PRECIPITACIÓN TOTAL – PCI- T= 100 AÑOS

Tiempo (min)	P(mm)	Pacum (mm)	Ia acum (mm)	Fa acum (mm)	Pe acum (mm)	P (mm)	Abstracc (mm)
600	0.634	100.103	12.266	36.115	51.722	0.527	0.108
605	0.614	100.717	12.266	36.218	52.233	0.511	0.103
610	0.595	101.312	12.266	36.318	52.728	0.496	0.099
615	0.577	101.890	12.266	36.413	53.210	0.482	0.096
620	0.561	102.451	12.266	36.506	53.679	0.468	0.092
625	0.545	102.996	12.266	36.595	54.135	0.456	0.089
630	0.530	103.526	12.266	36.680	54.579	0.444	0.086
635	0.516	104.042	12.266	36.764	55.012	0.433	0.083
640	0.503	104.545	12.266	36.844	55.434	0.423	0.080
645	0.490	105.035	12.266	36.922	55.847	0.412	0.078
650	0.479	105.514	12.266	36.998	56.250	0.403	0.076
655	0.467	105.981	12.266	37.071	56.644	0.394	0.073
660	0.456	106.437	12.266	37.142	57.029	0.385	0.071
665	0.446	106.883	12.266	37.211	57.406	0.377	0.069
670	0.436	107.320	12.266	37.279	57.775	0.369	0.067
675	0.427	107.747	12.266	37.344	58.136	0.361	0.065
680	0.418	108.164	12.266	37.408	58.490	0.354	0.064
685	0.409	108.574	12.266	37.470	58.837	0.347	0.062
690	0.401	108.975	12.266	37.530	59.178	0.340	0.061
695	0.393	109.368	12.266	37.589	59.512	0.334	0.059
700	0.385	109.753	12.266	37.647	59.840	0.328	0.058
705	0.378	110.132	12.266	37.703	60.162	0.322	0.056
710	0.371	110.503	12.266	37.758	60.478	0.316	0.055
715	0.364	110.867	12.266	37.812	60.789	0.311	0.054
720	0.358	111.225	12.266	37.865	61.094	0.305	0.053
725	0.351	111.576	12.266	37.916	61.394	0.300	0.051
730	0.345	111.922	12.266	37.966	61.689	0.295	0.050
735	0.340	112.261	12.266	38.015	61.979	0.290	0.049
740	0.334	112.595	12.266	38.063	62.265	0.286	0.048
745	0.328	112.923	12.266	38.111	62.546	0.281	0.047
750	0.323	113.246	12.266	38.157	62.823	0.277	0.046
755	0.318	113.564	12.266	38.202	63.096	0.273	0.045
760	0.313	113.877	12.266	38.247	63.364	0.268	0.044
765	0.308	114.185	12.266	38.290	63.629	0.264	0.044
770	0.303	114.488	12.266	38.333	63.889	0.261	0.043
775	0.299	114.787	12.266	38.375	64.146	0.257	0.042
780	0.294	115.082	12.266	38.416	64.399	0.253	0.041
785	0.290	115.372	12.266	38.456	64.649	0.250	0.040
790	0.286	115.658	12.266	38.496	64.895	0.246	0.040

HIETOGRAMA DE PRECIPITACIÓN TOTAL – PC1- T= 100 AÑOS

Tiempo (min)	P(mm)	Pacum (mm)	Ia acum (mm)	Fa acum (mm)	Pe acum (mm)	P (mm)	Abstracc (mm)
795	0.282	115.940	12.266	38.535	65.138	0.243	0.039
800	0.278	116.217	12.266	38.573	65.378	0.240	0.038
805	0.274	116.492	12.266	38.611	65.614	0.236	0.038
810	0.270	116.762	12.266	38.648	65.847	0.233	0.037
815	0.267	117.029	12.266	38.685	66.078	0.230	0.036
820	0.263	117.292	12.266	38.720	66.305	0.227	0.036
825	0.260	117.552	12.266	38.756	66.529	0.224	0.035
830	0.256	117.808	12.266	38.790	66.751	0.222	0.035
835	0.253	118.061	12.266	38.824	66.970	0.219	0.034
840	0.250	118.311	12.266	38.858	67.186	0.216	0.034
845	0.247	118.558	12.266	38.891	67.400	0.214	0.033
850	0.244	118.801	12.266	38.924	67.611	0.211	0.033
855	0.241	119.042	12.266	38.956	67.820	0.209	0.032
860	0.238	119.280	12.266	38.987	68.026	0.206	0.032
865	0.235	119.515	12.266	39.019	68.230	0.204	0.031
870	0.232	119.747	12.266	39.049	68.431	0.202	0.031
875	0.230	119.977	12.266	39.080	68.631	0.199	0.030
880	0.227	120.204	12.266	39.109	68.828	0.197	0.030
885	0.224	120.428	12.266	39.139	69.023	0.195	0.029
890	0.222	120.650	12.266	39.168	69.215	0.193	0.029
895	0.219	120.869	12.266	39.196	69.406	0.191	0.029
900	0.217	121.086	12.266	39.225	69.595	0.189	0.028
905	0.214	121.300	12.266	39.252	69.781	0.187	0.028
910	0.212	121.512	12.266	39.280	69.966	0.185	0.027
915	0.210	121.722	12.266	39.307	70.149	0.183	0.027
920	0.208	121.930	12.266	39.334	70.330	0.181	0.027
925	0.205	122.135	12.266	39.360	70.509	0.179	0.026
930	0.203	122.338	12.266	39.386	70.686	0.177	0.026
935	0.201	122.540	12.266	39.412	70.861	0.175	0.026
940	0.199	122.739	12.266	39.437	71.035	0.174	0.025
945	0.197	122.936	12.266	39.462	71.207	0.172	0.025
950	0.195	123.131	12.266	39.487	71.377	0.170	0.025
955	0.193	123.324	12.266	39.512	71.546	0.169	0.024

HIETOGRAMA DE PRECIPITACIÓN TOTAL – PC2- T= 500 AÑOS

Tiempo (min)	P(mm)	Pacum (mm)	Ia acum (mm)	Fa acum (mm)	Pe acum (mm)	P (mm)	Abstracc (mm)
5	0.265	0.265	0.265	0.000	0.000	0.000	0.265
10	0.267	0.532	0.532	0.000	0.000	0.000	0.267
15	0.270	0.802	0.802	0.000	0.000	0.000	0.270
20	0.273	1.075	1.075	0.000	0.000	0.000	0.273
25	0.276	1.351	1.351	0.000	0.000	0.000	0.276
30	0.278	1.629	1.629	0.000	0.000	0.000	0.278
35	0.281	1.911	1.911	0.000	0.000	0.000	0.281
40	0.284	2.195	2.195	0.000	0.000	0.000	0.284
45	0.287	2.482	2.482	0.000	0.000	0.000	0.287
50	0.290	2.772	2.772	0.000	0.000	0.000	0.290
55	0.293	3.066	3.066	0.000	0.000	0.000	0.293
60	0.297	3.363	3.363	0.000	0.000	0.000	0.297
65	0.300	3.663	3.663	0.000	0.000	0.000	0.300
70	0.303	3.966	3.966	0.000	0.000	0.000	0.303
75	0.307	4.273	4.273	0.000	0.000	0.000	0.307
80	0.310	4.583	4.583	0.000	0.000	0.000	0.310
85	0.314	4.896	4.896	0.000	0.000	0.000	0.314
90	0.317	5.214	5.214	0.000	0.000	0.000	0.317
95	0.321	5.535	5.535	0.000	0.000	0.000	0.321
100	0.325	5.860	5.860	0.000	0.000	0.000	0.325
105	0.329	6.189	6.189	0.000	0.000	0.000	0.329
110	0.333	6.521	6.521	0.000	0.000	0.000	0.333
115	0.337	6.858	6.858	0.000	0.000	0.000	0.337
120	0.341	7.199	7.199	0.000	0.000	0.000	0.341
125	0.345	7.544	7.544	0.000	0.000	0.000	0.345
130	0.350	7.894	7.894	0.000	0.000	0.000	0.350
135	0.354	8.248	8.248	0.000	0.000	0.000	0.354
140	0.359	8.607	8.607	0.000	0.000	0.000	0.359
145	0.363	8.971	8.971	0.000	0.000	0.000	0.363
150	0.368	9.339	9.339	0.000	0.000	0.000	0.368
155	0.373	9.712	9.447	0.264	0.001	0.001	0.372
160	0.378	10.091	9.447	0.635	0.009	0.007	0.371
165	0.384	10.474	9.447	1.006	0.022	0.013	0.370
170	0.389	10.863	9.447	1.375	0.041	0.019	0.370
175	0.395	11.258	9.447	1.744	0.067	0.026	0.369
180	0.400	11.658	9.447	2.113	0.099	0.032	0.368
185	0.406	12.064	9.447	2.480	0.137	0.039	0.368
190	0.412	12.477	9.447	2.847	0.183	0.045	0.367
195	0.418	12.895	9.447	3.214	0.235	0.052	0.366

HIETOGRAMA DE PRECIPITACIÓN TOTAL – PC2- T= 500 AÑOS

Tiempo (min)	P(mm)	Pacum (mm)	Ia acum (mm)	Fa acum (mm)	Pe acum (mm)	P (mm)	Abstracc (mm)
200	0.425	13.320	9.447	3.580	0.294	0.059	0.366
205	0.431	13.751	9.447	3.945	0.360	0.066	0.365
210	0.438	14.189	9.447	4.310	0.433	0.073	0.365
215	0.445	14.635	9.447	4.675	0.513	0.081	0.365
220	0.453	15.087	9.447	5.039	0.602	0.088	0.364
225	0.460	15.547	9.447	5.403	0.698	0.096	0.364
230	0.468	16.015	9.447	5.766	0.802	0.104	0.364
235	0.476	16.491	9.447	6.130	0.914	0.112	0.363
240	0.484	16.975	9.447	6.493	1.035	0.121	0.363
245	0.493	17.467	9.447	6.856	1.164	0.129	0.363
250	0.502	17.969	9.447	7.220	1.303	0.138	0.363
255	0.511	18.480	9.447	7.583	1.450	0.148	0.363
260	0.520	19.000	9.447	7.946	1.607	0.157	0.363
265	0.530	19.530	9.447	8.310	1.774	0.167	0.363
270	0.541	20.071	9.447	8.673	1.951	0.177	0.364
275	0.551	20.622	9.447	9.037	2.138	0.187	0.364
280	0.563	21.185	9.447	9.402	2.337	0.198	0.364
285	0.574	21.759	9.447	9.767	2.546	0.209	0.365
290	0.586	22.346	9.447	10.132	2.767	0.221	0.365
295	0.599	22.945	9.447	10.498	3.000	0.233	0.366
300	0.612	23.557	9.447	10.865	3.246	0.246	0.367
305	0.626	24.184	9.447	11.233	3.505	0.259	0.368
310	0.641	24.825	9.447	11.601	3.777	0.272	0.369
315	0.656	25.481	9.447	11.971	4.064	0.287	0.370
320	0.672	26.154	9.447	12.342	4.365	0.302	0.371
325	0.689	26.843	9.447	12.714	4.683	0.317	0.372
330	0.707	27.550	9.447	13.087	5.016	0.334	0.374
335	0.726	28.276	9.447	13.463	5.367	0.351	0.375
340	0.746	29.022	9.447	13.840	5.736	0.369	0.377
345	0.767	29.789	9.447	14.219	6.124	0.388	0.379
350	0.789	30.579	9.447	14.600	6.532	0.408	0.381
355	0.813	31.392	9.447	14.984	6.962	0.430	0.384
360	0.839	32.231	9.447	15.370	7.414	0.452	0.386
365	0.866	33.096	9.447	15.759	7.891	0.477	0.389
370	0.895	33.991	9.447	16.152	8.393	0.502	0.392
375	0.926	34.917	9.447	16.547	8.923	0.530	0.396
380	0.960	35.877	9.447	16.947	9.483	0.560	0.400
385	0.996	36.873	9.447	17.351	10.075	0.592	0.404
390	1.036	37.909	9.447	17.760	10.702	0.627	0.409
395	1.079	38.987	9.447	18.174	11.367	0.665	0.414

HIETOGRAMA DE PRECIPITACIÓN TOTAL – PC2- T= 500 AÑOS

Tiempo (min)	P(mm)	Pacum (mm)	Ia acum (mm)	Fa acum (mm)	Pe acum (mm)	P (mm)	Abstracc (mm)
400	1.126	40.113	9.447	18.594	12.072	0.706	0.420
405	1.178	41.291	9.447	19.021	12.824	0.751	0.427
410	1.235	42.527	9.447	19.455	13.625	0.801	0.434
415	1.299	43.826	9.447	19.897	14.482	0.857	0.442
420	1.371	45.197	9.447	20.349	15.402	0.920	0.452
425	1.453	46.650	9.447	20.811	16.392	0.990	0.463
430	1.546	48.197	9.447	21.287	17.463	1.071	0.475
435	1.654	49.851	9.447	21.776	18.628	1.164	0.490
440	1.781	51.632	9.447	22.283	19.902	1.274	0.507
445	1.933	53.564	9.447	22.811	21.307	1.405	0.528
450	2.118	55.682	9.447	23.365	22.871	1.565	0.553
455	2.351	58.033	9.447	23.950	24.636	1.765	0.586
460	2.656	60.689	9.447	24.578	26.664	2.028	0.628
465	3.076	63.765	9.447	25.264	29.054	2.390	0.686
470	3.709	67.474	9.447	26.038	31.989	2.935	0.774
475	4.818	72.293	9.447	26.966	35.880	3.891	0.928
480	7.663	79.956	9.447	28.285	42.224	6.344	1.319
485	15.840	95.795	9.447	30.532	55.817	13.593	2.247
490	5.812	101.608	9.447	31.228	60.932	5.116	0.696
495	4.172	105.780	9.447	31.694	64.640	3.707	0.465
500	3.356	109.136	9.447	32.049	67.641	3.001	0.355
505	2.847	111.983	9.447	32.337	70.199	2.559	0.289
510	2.492	114.476	9.447	32.581	72.448	2.248	0.244
515	2.227	116.703	9.447	32.792	74.464	2.016	0.211
520	2.020	118.723	9.447	32.979	76.298	1.834	0.186
525	1.853	120.577	9.447	33.146	77.984	1.686	0.167
530	1.715	122.291	9.447	33.296	79.548	1.564	0.151
535	1.598	123.890	9.447	33.434	81.009	1.460	0.138
540	1.498	125.388	9.447	33.561	82.380	1.371	0.127
545	1.411	126.798	9.447	33.678	83.674	1.294	0.117
550	1.334	128.133	9.447	33.787	84.899	1.225	0.109
555	1.267	129.399	9.447	33.889	86.064	1.165	0.102
560	1.206	130.605	9.447	33.985	87.174	1.110	0.096
565	1.151	131.756	9.447	34.075	88.235	1.061	0.090
570	1.102	132.858	9.447	34.159	89.252	1.017	0.085
575	1.057	133.915	9.447	34.240	90.228	0.976	0.080
580	1.015	134.930	9.447	34.316	91.167	0.939	0.076
585	0.978	135.908	9.447	34.389	92.072	0.905	0.073
590	0.943	136.850	9.447	34.458	92.945	0.873	0.069

HIETOGRAMA DE PRECIPITACIÓN TOTAL – PC2- T= 500 AÑOS

Tiempo (min)	P(mm)	Pacum (mm)	Ia acum (mm)	Fa acum (mm)	Pe acum (mm)	P (mm)	Abstracc (mm)
595	0.910	137.761	9.447	34.525	93.789	0.844	0.066
600	0.880	138.641	9.447	34.588	94.606	0.817	0.063
605	0.852	139.493	9.447	34.649	95.397	0.791	0.061
610	0.826	140.318	9.447	34.707	96.164	0.767	0.058
615	0.801	141.119	9.447	34.763	96.910	0.745	0.056
620	0.778	141.898	9.447	34.817	97.634	0.724	0.054
625	0.756	142.654	9.447	34.869	98.338	0.704	0.052
630	0.736	143.390	9.447	34.919	99.024	0.686	0.050
635	0.716	144.106	9.447	34.968	99.692	0.668	0.049
640	0.698	144.804	9.447	35.015	100.343	0.651	0.047
645	0.681	145.485	9.447	35.060	100.978	0.635	0.045
650	0.664	146.149	9.447	35.104	101.599	0.620	0.044
655	0.649	146.798	9.447	35.147	102.205	0.606	0.043
660	0.634	147.432	9.447	35.188	102.797	0.592	0.041
665	0.619	148.051	9.447	35.228	103.376	0.579	0.040
670	0.606	148.657	9.447	35.267	103.943	0.567	0.039
675	0.593	149.250	9.447	35.305	104.498	0.555	0.038
680	0.580	149.830	9.447	35.342	105.041	0.543	0.037
685	0.568	150.398	9.447	35.378	105.574	0.532	0.036
690	0.557	150.955	9.447	35.413	106.095	0.522	0.035
695	0.546	151.501	9.447	35.447	106.607	0.512	0.034
700	0.535	152.037	9.447	35.480	107.110	0.502	0.033
705	0.525	152.562	9.447	35.513	107.602	0.493	0.032
710	0.516	153.077	9.447	35.544	108.086	0.484	0.032
715	0.506	153.584	9.447	35.575	108.561	0.475	0.031
720	0.497	154.081	9.447	35.606	109.028	0.467	0.030
725	0.488	154.569	9.447	35.635	109.487	0.459	0.030
730	0.480	155.049	9.447	35.664	109.938	0.451	0.029
735	0.472	155.520	9.447	35.692	110.382	0.443	0.028
740	0.464	155.984	9.447	35.720	110.818	0.436	0.028
745	0.456	156.441	9.447	35.747	111.247	0.429	0.027
750	0.449	156.889	9.447	35.773	111.669	0.422	0.026
755	0.442	157.331	9.447	35.799	112.085	0.416	0.026
760	0.435	157.766	9.447	35.825	112.495	0.409	0.025
765	0.428	158.194	9.447	35.850	112.898	0.403	0.025
770	0.422	158.616	9.447	35.874	113.295	0.397	0.024
775	0.415	159.031	9.447	35.898	113.686	0.391	0.024
780	0.409	159.440	9.447	35.922	114.072	0.386	0.024
785	0.403	159.843	9.447	35.945	114.452	0.380	0.023
790	0.397	160.241	9.447	35.967	114.827	0.375	0.023

HIETOGRAMA DE PRECIPITACIÓN TOTAL – PC2- T= 500 AÑOS

Tiempo (min)	P(mm)	Pacum (mm)	Ia acum (mm)	Fa acum (mm)	Pe acum (mm)	P (mm)	Abstracc (mm)
795	0.392	160.633	9.447	35.990	115.196	0.370	0.022
800	0.386	161.019	9.447	36.011	115.561	0.364	0.022
805	0.381	161.400	9.447	36.033	115.920	0.360	0.021
810	0.376	161.776	9.447	36.054	116.275	0.355	0.021
815	0.371	162.147	9.447	36.075	116.625	0.350	0.021
820	0.366	162.512	9.447	36.095	116.971	0.346	0.020
825	0.361	162.874	9.447	36.115	117.312	0.341	0.020
830	0.356	163.230	9.447	36.135	117.648	0.337	0.020
835	0.352	163.582	9.447	36.154	117.981	0.333	0.019
840	0.347	163.929	9.447	36.173	118.309	0.328	0.019
845	0.343	164.273	9.447	36.192	118.634	0.324	0.019
850	0.339	164.611	9.447	36.211	118.954	0.320	0.018
855	0.335	164.946	9.447	36.229	119.271	0.317	0.018
860	0.331	165.277	9.447	36.247	119.584	0.313	0.018
865	0.327	165.604	9.447	36.264	119.893	0.309	0.018
870	0.323	165.927	9.447	36.282	120.198	0.306	0.017
875	0.319	166.246	9.447	36.299	120.500	0.302	0.017
880	0.316	166.561	9.447	36.316	120.799	0.299	0.017
885	0.312	166.873	9.447	36.332	121.094	0.295	0.017
890	0.308	167.182	9.447	36.349	121.386	0.292	0.016
895	0.305	167.487	9.447	36.365	121.675	0.289	0.016
900	0.302	167.788	9.447	36.381	121.961	0.286	0.016
905	0.298	168.087	9.447	36.397	122.243	0.283	0.016
910	0.295	168.382	9.447	36.412	122.523	0.280	0.016
915	0.292	168.674	9.447	36.427	122.800	0.277	0.015
920	0.289	168.963	9.447	36.443	123.073	0.274	0.015
925	0.286	169.248	9.447	36.457	123.344	0.271	0.015
930	0.283	169.531	9.447	36.472	123.612	0.268	0.015
935	0.280	169.811	9.447	36.487	123.878	0.265	0.015
940	0.277	170.088	9.447	36.501	124.140	0.263	0.014
945	0.274	170.362	9.447	36.515	124.400	0.260	0.014
950	0.271	170.634	9.447	36.529	124.658	0.257	0.014
955	0.269	170.902	9.447	36.543	124.913	0.255	0.014

HIETOGRAMA DE PRECIPITACIÓN TOTAL – PC2- T= 100 AÑOS

Tiempo (min)	P(mm)	Pacum (mm)	Ia acum (mm)	Fa acum (mm)	Pe acum (mm)	P (mm)	Abstracc (mm)
5	0.199	0.199	0.199	0.000	0.000	0.000	0.199
10	0.201	0.401	0.401	0.000	0.000	0.000	0.201
15	0.203	0.604	0.604	0.000	0.000	0.000	0.203
20	0.205	0.810	0.810	0.000	0.000	0.000	0.205
25	0.208	1.017	1.017	0.000	0.000	0.000	0.208
30	0.210	1.227	1.227	0.000	0.000	0.000	0.210
35	0.212	1.438	1.438	0.000	0.000	0.000	0.212
40	0.214	1.653	1.653	0.000	0.000	0.000	0.214
45	0.216	1.869	1.869	0.000	0.000	0.000	0.216
50	0.219	2.087	2.087	0.000	0.000	0.000	0.219
55	0.221	2.308	2.308	0.000	0.000	0.000	0.221
60	0.223	2.532	2.532	0.000	0.000	0.000	0.223
65	0.226	2.758	2.758	0.000	0.000	0.000	0.226
70	0.228	2.986	2.986	0.000	0.000	0.000	0.228
75	0.231	3.217	3.217	0.000	0.000	0.000	0.231
80	0.234	3.450	3.450	0.000	0.000	0.000	0.234
85	0.236	3.687	3.687	0.000	0.000	0.000	0.236
90	0.239	3.926	3.926	0.000	0.000	0.000	0.239
95	0.242	4.167	4.167	0.000	0.000	0.000	0.242
100	0.245	4.412	4.412	0.000	0.000	0.000	0.245
105	0.248	4.660	4.660	0.000	0.000	0.000	0.248
110	0.251	4.910	4.910	0.000	0.000	0.000	0.251
115	0.254	5.164	5.164	0.000	0.000	0.000	0.254
120	0.257	5.420	5.420	0.000	0.000	0.000	0.257
125	0.260	5.680	5.680	0.000	0.000	0.000	0.260
130	0.263	5.944	5.944	0.000	0.000	0.000	0.263
135	0.267	6.210	6.210	0.000	0.000	0.000	0.267
140	0.270	6.481	6.481	0.000	0.000	0.000	0.270
145	0.274	6.754	6.754	0.000	0.000	0.000	0.274
150	0.277	7.032	7.032	0.000	0.000	0.000	0.277
155	0.281	7.313	7.313	0.000	0.000	0.000	0.281
160	0.285	7.598	7.598	0.000	0.000	0.000	0.285
165	0.289	7.886	7.886	0.000	0.000	0.000	0.289
170	0.293	8.179	8.179	0.000	0.000	0.000	0.293
175	0.297	8.476	8.476	0.000	0.000	0.000	0.297
180	0.301	8.778	8.778	0.000	0.000	0.000	0.301
185	0.306	9.084	9.084	0.000	0.000	0.000	0.306
190	0.310	9.394	9.394	0.000	0.000	0.000	0.310
195	0.315	9.709	9.447	0.261	0.001	0.001	0.314
200	0.320	10.029	9.447	0.575	0.007	0.006	0.314

HIETOGRAMA DE PRECIPITACIÓN TOTAL – PC2- T= 100 AÑOS

Tiempo (min)	P(mm)	Pacum (mm)	Ia acum (mm)	Fa acum (mm)	Pe acum (mm)	P (mm)	Abstracc (mm)
205	0.325	10.354	9.447	0.890	0.017	0.010	0.315
210	0.330	10.684	9.447	1.205	0.032	0.014	0.315
215	0.335	11.019	9.447	1.522	0.051	0.019	0.316
220	0.341	11.360	9.447	1.839	0.074	0.024	0.317
225	0.346	11.706	9.447	2.156	0.103	0.029	0.318
230	0.352	12.058	9.447	2.475	0.137	0.034	0.318
235	0.358	12.416	9.447	2.794	0.176	0.039	0.319
240	0.364	12.781	9.447	3.114	0.220	0.044	0.320
245	0.371	13.152	9.447	3.436	0.270	0.050	0.321
250	0.378	13.529	9.447	3.758	0.325	0.055	0.322
255	0.385	13.914	9.447	4.081	0.386	0.061	0.323
260	0.392	14.306	9.447	4.406	0.453	0.067	0.325
265	0.399	14.705	9.447	4.732	0.527	0.074	0.326
270	0.407	15.112	9.447	5.059	0.607	0.080	0.327
275	0.415	15.527	9.447	5.387	0.694	0.087	0.328
280	0.424	15.951	9.447	5.717	0.787	0.094	0.330
285	0.432	16.383	9.447	6.048	0.888	0.101	0.331
290	0.442	16.825	9.447	6.381	0.997	0.109	0.333
295	0.451	17.276	9.447	6.716	1.113	0.116	0.335
300	0.461	17.737	9.447	7.053	1.238	0.125	0.337
305	0.472	18.209	9.447	7.391	1.371	0.133	0.338
310	0.483	18.692	9.447	7.732	1.513	0.142	0.340
315	0.494	19.186	9.447	8.074	1.665	0.152	0.343
320	0.506	19.692	9.447	8.419	1.826	0.161	0.345
325	0.519	20.211	9.447	8.767	1.998	0.172	0.347
330	0.532	20.744	9.447	9.116	2.180	0.183	0.350
335	0.547	21.290	9.447	9.469	2.374	0.194	0.353
340	0.562	21.852	9.447	9.825	2.580	0.206	0.356
345	0.578	22.429	9.447	10.184	2.799	0.219	0.359
350	0.594	23.024	9.447	10.546	3.031	0.232	0.362
355	0.612	23.636	9.447	10.911	3.278	0.247	0.366
360	0.631	24.268	9.447	11.281	3.540	0.262	0.370
365	0.652	24.919	9.447	11.655	3.818	0.278	0.374
370	0.674	25.593	9.447	12.033	4.113	0.296	0.378
375	0.697	26.290	9.447	12.416	4.428	0.314	0.383
380	0.723	27.013	9.447	12.804	4.762	0.334	0.388
385	0.750	27.763	9.447	13.198	5.118	0.356	0.394
390	0.780	28.543	9.447	13.598	5.498	0.380	0.400
395	0.812	29.355	9.447	14.005	5.903	0.405	0.407

HIETOGRAMA DE PRECIPITACIÓN TOTAL – PC2- T= 100 AÑOS

Tiempo (min)	P(mm)	Pacum (mm)	Ia acum (mm)	Fa acum (mm)	Pe acum (mm)	P (mm)	Abstracc (mm)
400	0.848	30.203	9.447	14.420	6.336	0.433	0.414
405	0.887	31.090	9.447	14.842	6.801	0.464	0.423
410	0.930	32.020	9.447	15.274	7.299	0.499	0.432
415	0.978	32.998	9.447	15.715	7.836	0.537	0.442
420	1.033	34.031	9.447	16.169	8.415	0.579	0.453
425	1.094	35.125	9.447	16.635	9.043	0.628	0.466
430	1.164	36.289	9.447	17.116	9.727	0.683	0.481
435	1.245	37.534	9.447	17.614	10.474	0.747	0.498
440	1.341	38.875	9.447	18.132	11.297	0.823	0.518
445	1.455	40.330	9.447	18.674	12.210	0.913	0.542
450	1.595	41.925	9.447	19.245	13.233	1.023	0.571
455	1.770	43.695	9.447	19.853	14.395	1.162	0.608
460	1.999	45.695	9.447	20.509	15.739	1.344	0.656
465	2.316	48.011	9.447	21.230	17.334	1.595	0.721
470	2.793	50.804	9.447	22.050	19.307	1.973	0.820
475	3.628	54.432	9.447	23.041	21.944	2.637	0.991
480	5.770	60.201	9.447	24.465	26.289	4.345	1.424
485	11.926	72.128	9.447	26.936	35.745	9.456	2.470
490	4.376	76.504	9.447	27.713	39.344	3.599	0.777
495	3.141	79.645	9.447	28.235	41.963	2.619	0.522
500	2.527	82.172	9.447	28.635	44.090	2.127	0.400
505	2.144	84.316	9.447	28.962	45.907	1.817	0.327
510	1.876	86.193	9.447	29.239	47.507	1.600	0.277
515	1.677	87.870	9.447	29.479	48.944	1.437	0.240
520	1.521	89.391	9.447	29.691	50.253	1.309	0.212
525	1.395	90.786	9.447	29.881	51.458	1.205	0.190
530	1.291	92.077	9.447	30.054	52.577	1.119	0.173
535	1.203	93.281	9.447	30.212	53.622	1.046	0.158
540	1.128	94.408	9.447	30.357	54.605	0.983	0.145
545	1.062	95.471	9.447	30.491	55.533	0.928	0.135
550	1.005	96.475	9.447	30.617	56.412	0.879	0.125
555	0.954	97.429	9.447	30.734	57.248	0.836	0.117
560	0.908	98.337	9.447	30.844	58.046	0.798	0.110
565	0.867	99.204	9.447	30.948	58.809	0.763	0.104
570	0.830	100.033	9.447	31.046	59.541	0.732	0.098
575	0.796	100.829	9.447	31.139	60.244	0.703	0.093
580	0.765	101.594	9.447	31.227	60.920	0.676	0.088
585	0.736	102.330	9.447	31.311	61.572	0.652	0.084
590	0.710	103.039	9.447	31.391	62.201	0.629	0.080
595	0.685	103.725	9.447	31.468	62.810	0.609	0.077

HIETOGRAMA DE PRECIPITACIÓN TOTAL – PC2- T= 100 AÑOS

Tiempo (min)	P(mm)	Pacum (mm)	Ia acum (mm)	Fa acum (mm)	Pe acum (mm)	P (mm)	Abstracc (mm)
600	0.663	104.387	9.447	31.541	63.399	0.589	0.073
605	0.641	105.029	9.447	31.612	63.970	0.571	0.070
610	0.622	105.650	9.447	31.680	64.524	0.554	0.068
615	0.603	106.254	9.447	31.745	65.062	0.538	0.065
620	0.586	106.839	9.447	31.807	65.585	0.523	0.063
625	0.569	107.409	9.447	31.868	66.094	0.509	0.061
630	0.554	107.963	9.447	31.926	66.590	0.496	0.058
635	0.539	108.502	9.447	31.983	67.073	0.483	0.056
640	0.526	109.028	9.447	32.037	67.544	0.471	0.055
645	0.513	109.541	9.447	32.090	68.004	0.460	0.053
650	0.500	110.041	9.447	32.142	68.453	0.449	0.051
655	0.488	110.529	9.447	32.191	68.891	0.439	0.050
660	0.477	111.006	9.447	32.239	69.320	0.429	0.048
665	0.466	111.473	9.447	32.286	69.740	0.420	0.047
670	0.456	111.929	9.447	32.332	70.150	0.411	0.046
675	0.446	112.375	9.447	32.376	70.552	0.402	0.044
680	0.437	112.812	9.447	32.419	70.946	0.394	0.043
685	0.428	113.240	9.447	32.461	71.332	0.386	0.042
690	0.419	113.659	9.447	32.502	71.710	0.378	0.041
695	0.411	114.070	9.447	32.542	72.082	0.371	0.040
700	0.403	114.473	9.447	32.581	72.446	0.364	0.039
705	0.395	114.869	9.447	32.619	72.803	0.358	0.038
710	0.388	115.257	9.447	32.656	73.155	0.351	0.037
715	0.381	115.638	9.447	32.692	73.499	0.345	0.036
720	0.374	116.012	9.447	32.728	73.838	0.339	0.035
725	0.368	116.380	9.447	32.762	74.171	0.333	0.035
730	0.361	116.741	9.447	32.796	74.499	0.327	0.034
735	0.355	117.097	9.447	32.829	74.821	0.322	0.033
740	0.349	117.446	9.447	32.861	75.138	0.317	0.032
745	0.344	117.789	9.447	32.893	75.450	0.312	0.032
750	0.338	118.127	9.447	32.924	75.756	0.307	0.031
755	0.333	118.460	9.447	32.955	76.059	0.302	0.030
760	0.327	118.787	9.447	32.985	76.356	0.298	0.030
765	0.322	119.110	9.447	33.014	76.649	0.293	0.029
770	0.317	119.427	9.447	33.043	76.938	0.289	0.029
775	0.313	119.740	9.447	33.071	77.222	0.285	0.028
780	0.308	120.048	9.447	33.098	77.503	0.280	0.028
785	0.304	120.351	9.447	33.126	77.779	0.276	0.027
790	0.299	120.651	9.447	33.152	78.052	0.273	0.027

HIETOGRAMA DE PRECIPITACIÓN TOTAL – PC2- T= 100 AÑOS

Tiempo (min)	P(mm)	Pacum (mm)	Ia acum (mm)	Fa acum (mm)	Pe acum (mm)	P (mm)	Abstracc (mm)
795	0.295	120.946	9.447	33.178	78.321	0.269	0.026
800	0.291	121.237	9.447	33.204	78.586	0.265	0.026
805	0.287	121.523	9.447	33.229	78.847	0.262	0.025
810	0.283	121.806	9.447	33.254	79.106	0.258	0.025
815	0.279	122.086	9.447	33.279	79.360	0.255	0.024
820	0.275	122.361	9.447	33.303	79.612	0.251	0.024
825	0.272	122.633	9.447	33.326	79.860	0.248	0.024
830	0.268	122.901	9.447	33.349	80.105	0.245	0.023
835	0.265	123.166	9.447	33.372	80.347	0.242	0.023
840	0.262	123.428	9.447	33.395	80.587	0.239	0.022
845	0.258	123.686	9.447	33.417	80.823	0.236	0.022
850	0.255	123.941	9.447	33.439	81.056	0.233	0.022
855	0.252	124.194	9.447	33.460	81.287	0.231	0.021
860	0.249	124.443	9.447	33.481	81.515	0.228	0.021
865	0.246	124.689	9.447	33.502	81.740	0.225	0.021
870	0.243	124.932	9.447	33.523	81.963	0.223	0.021
875	0.240	125.172	9.447	33.543	82.183	0.220	0.020
880	0.238	125.410	9.447	33.563	82.400	0.218	0.020
885	0.235	125.645	9.447	33.582	82.616	0.215	0.020
890	0.232	125.877	9.447	33.602	82.828	0.213	0.019
895	0.230	126.106	9.447	33.621	83.039	0.211	0.019
900	0.227	126.334	9.447	33.640	83.247	0.208	0.019
905	0.225	126.558	9.447	33.658	83.453	0.206	0.019
910	0.222	126.780	9.447	33.677	83.657	0.204	0.018
915	0.220	127.000	9.447	33.695	83.859	0.202	0.018
920	0.217	127.218	9.447	33.713	84.058	0.200	0.018
925	0.215	127.433	9.447	33.730	84.256	0.198	0.018
930	0.213	127.646	9.447	33.748	84.451	0.196	0.017
935	0.211	127.856	9.447	33.765	84.645	0.194	0.017
940	0.209	128.065	9.447	33.782	84.837	0.192	0.017
945	0.206	128.271	9.447	33.798	85.026	0.190	0.017
950	0.204	128.476	9.447	33.815	85.214	0.188	0.017
955	0.202	128.678	9.447	33.831	85.400	0.186	0.016

HIETOGRAMA DE PRECIPITACIÓN TOTAL – PC3- T= 500 AÑOS

Tiempo (min)	P(mm)	Pacum (mm)	Ia acum (mm)	Fa acum (mm)	Pe acum (mm)	P (mm)	Abstracc (mm)
5	0.257	0.257	0.257	0.000	0.000	0.000	0.257
10	0.259	0.516	0.516	0.000	0.000	0.000	0.259
15	0.262	0.777	0.777	0.000	0.000	0.000	0.262
20	0.264	1.042	1.042	0.000	0.000	0.000	0.264
25	0.267	1.309	1.309	0.000	0.000	0.000	0.267
30	0.270	1.578	1.578	0.000	0.000	0.000	0.270
35	0.272	1.851	1.851	0.000	0.000	0.000	0.272
40	0.275	2.126	2.126	0.000	0.000	0.000	0.275
45	0.278	2.404	2.404	0.000	0.000	0.000	0.278
50	0.281	2.686	2.686	0.000	0.000	0.000	0.281
55	0.284	2.970	2.970	0.000	0.000	0.000	0.284
60	0.287	3.257	3.257	0.000	0.000	0.000	0.287
65	0.290	3.548	3.548	0.000	0.000	0.000	0.290
70	0.294	3.841	3.841	0.000	0.000	0.000	0.294
75	0.297	4.138	4.138	0.000	0.000	0.000	0.297
80	0.300	4.438	4.438	0.000	0.000	0.000	0.300
85	0.304	4.742	4.742	0.000	0.000	0.000	0.304
90	0.307	5.049	5.049	0.000	0.000	0.000	0.307
95	0.311	5.360	5.360	0.000	0.000	0.000	0.311
100	0.314	5.675	5.675	0.000	0.000	0.000	0.314
105	0.318	5.993	5.993	0.000	0.000	0.000	0.318
110	0.322	6.315	6.315	0.000	0.000	0.000	0.322
115	0.326	6.641	6.641	0.000	0.000	0.000	0.326
120	0.330	6.971	6.971	0.000	0.000	0.000	0.330
125	0.334	7.305	7.305	0.000	0.000	0.000	0.334
130	0.338	7.644	7.644	0.000	0.000	0.000	0.338
135	0.343	7.986	7.986	0.000	0.000	0.000	0.343
140	0.347	8.333	8.333	0.000	0.000	0.000	0.347
145	0.352	8.685	8.685	0.000	0.000	0.000	0.352
150	0.356	9.041	9.041	0.000	0.000	0.000	0.356
155	0.361	9.403	9.403	0.000	0.000	0.000	0.361
160	0.366	9.769	9.769	0.000	0.000	0.000	0.366
165	0.371	10.140	10.140	0.000	0.000	0.000	0.371
170	0.376	10.516	10.516	0.000	0.000	0.000	0.376
175	0.382	10.898	10.898	0.000	0.000	0.000	0.382
180	0.387	11.285	11.285	0.000	0.000	0.000	0.387
185	0.393	11.678	11.678	0.000	0.000	0.000	0.393
190	0.399	12.076	12.076	0.000	0.000	0.000	0.399
195	0.405	12.481	12.481	0.000	0.000	0.000	0.405

HIETOGRAMA DE PRECIPITACIÓN TOTAL – PC3- T= 500 AÑOS

Tiempo (min)	P(mm)	Pacum (mm)	Ia acum (mm)	Fa acum (mm)	Pe acum (mm)	P (mm)	Abstracc (mm)
200	0.411	12.891	12.589	0.301	0.001	0.001	0.409
205	0.417	13.309	12.589	0.711	0.008	0.007	0.410
210	0.424	13.732	12.589	1.123	0.020	0.012	0.411
215	0.430	14.163	12.589	1.535	0.038	0.018	0.412
220	0.437	14.600	12.589	1.949	0.062	0.024	0.414
225	0.445	15.045	12.589	2.363	0.092	0.030	0.415
230	0.452	15.497	12.589	2.779	0.128	0.036	0.416
235	0.460	15.956	12.589	3.196	0.171	0.043	0.417
240	0.468	16.424	12.589	3.615	0.220	0.049	0.419
245	0.476	16.900	12.589	4.035	0.276	0.056	0.420
250	0.485	17.385	12.589	4.456	0.340	0.063	0.421
255	0.493	17.878	12.589	4.879	0.410	0.070	0.423
260	0.503	18.381	12.589	5.304	0.488	0.078	0.425
265	0.512	18.893	12.589	5.730	0.574	0.086	0.426
270	0.522	19.415	12.589	6.159	0.668	0.094	0.428
275	0.533	19.948	12.589	6.589	0.770	0.102	0.430
280	0.543	20.491	12.589	7.021	0.881	0.111	0.432
285	0.555	21.046	12.589	7.455	1.002	0.120	0.434
290	0.566	21.612	12.589	7.892	1.131	0.130	0.437
295	0.579	22.191	12.589	8.331	1.271	0.140	0.439
300	0.591	22.782	12.589	8.772	1.421	0.150	0.442
305	0.605	23.387	12.589	9.217	1.581	0.160	0.444
310	0.619	24.005	12.589	9.664	1.753	0.172	0.447
315	0.633	24.639	12.589	10.114	1.936	0.183	0.450
320	0.649	25.288	12.589	10.567	2.132	0.196	0.453
325	0.665	25.953	12.589	11.024	2.340	0.209	0.457
330	0.682	26.635	12.589	11.484	2.563	0.222	0.460
335	0.700	27.336	12.589	11.948	2.799	0.236	0.464
340	0.720	28.056	12.589	12.416	3.051	0.252	0.468
345	0.740	28.795	12.589	12.888	3.318	0.268	0.472
350	0.761	29.557	12.589	13.365	3.603	0.284	0.477
355	0.784	30.341	12.589	13.847	3.905	0.302	0.482
360	0.809	31.150	12.589	14.334	4.227	0.322	0.487
365	0.835	31.984	12.589	14.827	4.569	0.342	0.493
370	0.863	32.847	12.589	15.326	4.932	0.364	0.499
375	0.893	33.740	12.589	15.831	5.319	0.387	0.505
380	0.925	34.664	12.589	16.344	5.732	0.412	0.513
385	0.960	35.624	12.589	16.864	6.171	0.440	0.520
390	0.998	36.622	12.589	17.392	6.641	0.469	0.529
395	1.039	37.661	12.589	17.930	7.142	0.501	0.538

HIETOGRAMA DE PRECIPITACIÓN TOTAL – PC3- T= 500 AÑOS

Tiempo (min)	P(mm)	Pacum (mm)	Ia acum (mm)	Fa acum (mm)	Pe acum (mm)	P (mm)	Abstracc (mm)
400	1.084	38.746	12.589	18.478	7.678	0.537	0.548
405	1.134	39.880	12.589	19.037	8.254	0.575	0.559
410	1.189	41.069	12.589	19.608	8.872	0.618	0.571
415	1.251	42.320	12.589	20.193	9.538	0.666	0.585
420	1.320	43.640	12.589	20.794	10.258	0.720	0.600
425	1.398	45.038	12.589	21.411	11.038	0.780	0.618
430	1.488	46.526	12.589	22.049	11.888	0.850	0.638
435	1.591	48.117	12.589	22.710	12.818	0.930	0.661
440	1.713	49.829	12.589	23.398	13.843	1.025	0.688
445	1.858	51.687	12.589	24.118	14.981	1.138	0.720
450	2.035	53.723	12.589	24.877	16.257	1.276	0.759
455	2.258	55.981	12.589	25.685	17.706	1.450	0.809
460	2.550	58.531	12.589	26.558	19.384	1.677	0.873
465	2.952	61.483	12.589	27.519	21.376	1.992	0.961
470	3.557	65.041	12.589	28.611	23.841	2.465	1.092
475	4.618	69.658	12.589	29.932	27.138	3.297	1.321
480	7.332	76.991	12.589	31.833	32.569	5.431	1.901
485	15.116	92.107	12.589	35.134	44.384	11.815	3.301
490	5.567	97.674	12.589	36.180	48.905	4.521	1.046
495	4.000	101.674	12.589	36.884	52.201	3.296	0.704
500	3.220	104.894	12.589	37.425	54.881	2.680	0.541
505	2.733	107.627	12.589	37.866	57.172	2.292	0.442
510	2.394	110.021	12.589	38.240	59.192	2.019	0.374
515	2.140	112.161	12.589	38.566	61.006	1.815	0.325
520	1.942	114.103	12.589	38.854	62.660	1.654	0.288
525	1.782	115.885	12.589	39.112	64.184	1.524	0.258
530	1.649	117.534	12.589	39.346	65.599	1.415	0.234
535	1.537	119.071	12.589	39.560	66.922	1.323	0.214
540	1.441	120.513	12.589	39.757	68.166	1.244	0.197
545	1.358	121.870	12.589	39.940	69.341	1.175	0.183
550	1.284	123.155	12.589	40.110	70.455	1.114	0.170
555	1.219	124.374	12.589	40.270	71.515	1.060	0.159
560	1.161	125.535	12.589	40.419	72.527	1.011	0.150
565	1.109	126.644	12.589	40.561	73.494	0.968	0.141
570	1.061	127.705	12.589	40.694	74.422	0.928	0.133
575	1.018	128.723	12.589	40.820	75.314	0.892	0.126
580	0.978	129.702	12.589	40.941	76.172	0.858	0.120
585	0.942	130.644	12.589	41.055	76.999	0.828	0.115
590	0.908	131.552	12.589	41.165	77.798	0.799	0.109

HIETOGRAMA DE PRECIPITACIÓN TOTAL – PC3- T= 500 AÑOS

Tiempo (min)	P(mm)	Pacum (mm)	Ia acum (mm)	Fa acum (mm)	Pe acum (mm)	P (mm)	Abstracc (mm)
595	0.877	132.429	12.589	41.269	78.571	0.773	0.105
600	0.848	133.278	12.589	41.369	79.320	0.748	0.100
605	0.821	134.099	12.589	41.465	80.045	0.725	0.096
610	0.796	134.895	12.589	41.558	80.749	0.704	0.092
615	0.773	135.668	12.589	41.646	81.433	0.684	0.089
620	0.750	136.419	12.589	41.732	82.098	0.665	0.086
625	0.730	137.148	12.589	41.815	82.745	0.647	0.083
630	0.710	137.858	12.589	41.894	83.375	0.630	0.080
635	0.691	138.549	12.589	41.971	83.989	0.614	0.077
640	0.674	139.223	12.589	42.046	84.588	0.599	0.075
645	0.657	139.880	12.589	42.118	85.173	0.585	0.072
650	0.641	140.521	12.589	42.188	85.744	0.571	0.070
655	0.626	141.147	12.589	42.256	86.302	0.558	0.068
660	0.612	141.759	12.589	42.322	86.848	0.546	0.066
665	0.598	142.357	12.589	42.386	87.382	0.534	0.064
670	0.585	142.942	12.589	42.448	87.905	0.523	0.062
675	0.572	143.514	12.589	42.508	88.416	0.512	0.061
680	0.560	144.074	12.589	42.567	88.918	0.501	0.059
685	0.549	144.623	12.589	42.625	89.409	0.492	0.057
690	0.538	145.161	12.589	42.681	89.891	0.482	0.056
695	0.527	145.688	12.589	42.735	90.364	0.473	0.055
700	0.517	146.206	12.589	42.788	90.828	0.464	0.053
705	0.507	146.713	12.589	42.840	91.284	0.456	0.052
710	0.498	147.211	12.589	42.891	91.731	0.447	0.051
715	0.489	147.700	12.589	42.940	92.171	0.439	0.050
720	0.480	148.180	12.589	42.989	92.602	0.432	0.048
725	0.472	148.652	12.589	43.036	93.027	0.425	0.047
730	0.464	149.116	12.589	43.082	93.444	0.417	0.046
735	0.456	149.572	12.589	43.128	93.855	0.411	0.045
740	0.448	150.020	12.589	43.172	94.259	0.404	0.044
745	0.441	150.461	12.589	43.215	94.657	0.398	0.043
750	0.434	150.895	12.589	43.258	95.048	0.391	0.043
755	0.427	151.322	12.589	43.300	95.433	0.385	0.042
760	0.420	151.742	12.589	43.340	95.813	0.379	0.041
765	0.414	152.156	12.589	43.381	96.187	0.374	0.040
770	0.408	152.564	12.589	43.420	96.555	0.368	0.039
775	0.402	152.965	12.589	43.458	96.918	0.363	0.039
780	0.396	153.361	12.589	43.496	97.276	0.358	0.038
785	0.390	153.751	12.589	43.533	97.628	0.353	0.037
790	0.384	154.135	12.589	43.570	97.976	0.348	0.036

HIETOGRAMA DE PRECIPITACIÓN TOTAL – PC3- T= 500 AÑOS

Tiempo (min)	P(mm)	Pacum (mm)	Ia acum (mm)	Fa acum (mm)	Pe acum (mm)	P (mm)	Abstracc (mm)
795	0.379	154.514	12.589	43.606	98.319	0.343	0.036
800	0.374	154.888	12.589	43.641	98.658	0.338	0.035
805	0.369	155.257	12.589	43.676	98.992	0.334	0.035
810	0.364	155.620	12.589	43.710	99.321	0.330	0.034
815	0.359	155.979	12.589	43.743	99.647	0.325	0.033
820	0.354	156.333	12.589	43.776	99.968	0.321	0.033
825	0.349	156.682	12.589	43.808	100.285	0.317	0.032
830	0.345	157.027	12.589	43.840	100.598	0.313	0.032
835	0.341	157.368	12.589	43.871	100.907	0.309	0.031
840	0.336	157.704	12.589	43.902	101.213	0.305	0.031
845	0.332	158.036	12.589	43.933	101.514	0.302	0.030
850	0.328	158.364	12.589	43.962	101.812	0.298	0.030
855	0.324	158.688	12.589	43.992	102.107	0.295	0.029
860	0.320	159.008	12.589	44.021	102.398	0.291	0.029
865	0.316	159.324	12.589	44.049	102.686	0.288	0.029
870	0.313	159.637	12.589	44.078	102.970	0.285	0.028
875	0.309	159.946	12.589	44.105	103.252	0.281	0.028
880	0.305	160.252	12.589	44.133	103.530	0.278	0.027
885	0.302	160.554	12.589	44.160	103.805	0.275	0.027
890	0.299	160.852	12.589	44.186	104.077	0.272	0.027
895	0.295	161.147	12.589	44.212	104.346	0.269	0.026
900	0.292	161.440	12.589	44.238	104.612	0.266	0.026
905	0.289	161.728	12.589	44.264	104.876	0.263	0.025
910	0.286	162.014	12.589	44.289	105.136	0.261	0.025
915	0.283	162.297	12.589	44.314	105.394	0.258	0.025
920	0.280	162.577	12.589	44.338	105.649	0.255	0.024
925	0.277	162.853	12.589	44.362	105.902	0.253	0.024
930	0.274	163.127	12.589	44.386	106.152	0.250	0.024
935	0.271	163.398	12.589	44.410	106.400	0.248	0.024
940	0.268	163.667	12.589	44.433	106.645	0.245	0.023
945	0.266	163.932	12.589	44.456	106.888	0.243	0.023
950	0.263	164.195	12.589	44.478	107.128	0.240	0.023
955	0.260	164.456	12.589	44.501	107.366	0.238	0.022

HIETOGRAMA DE PRECIPITACIÓN TOTAL – PC3- T= 100 AÑOS

Tiempo (min)	P(mm)	Pacum (mm)	Ia acum (mm)	Fa acum (mm)	Pe acum (mm)	P (mm)	Abstracc (mm)
5	0.193	0.193	0.193	0.000	0.000	0.000	0.193
10	0.195	0.389	0.389	0.000	0.000	0.000	0.195
15	0.197	0.586	0.586	0.000	0.000	0.000	0.197
20	0.199	0.785	0.785	0.000	0.000	0.000	0.199
25	0.201	0.986	0.986	0.000	0.000	0.000	0.201
30	0.203	1.190	1.190	0.000	0.000	0.000	0.203
35	0.205	1.395	1.395	0.000	0.000	0.000	0.205
40	0.208	1.603	1.603	0.000	0.000	0.000	0.208
45	0.210	1.813	1.813	0.000	0.000	0.000	0.210
50	0.212	2.025	2.025	0.000	0.000	0.000	0.212
55	0.214	2.239	2.239	0.000	0.000	0.000	0.214
60	0.217	2.455	2.455	0.000	0.000	0.000	0.217
65	0.219	2.674	2.674	0.000	0.000	0.000	0.219
70	0.221	2.896	2.896	0.000	0.000	0.000	0.221
75	0.224	3.120	3.120	0.000	0.000	0.000	0.224
80	0.226	3.346	3.346	0.000	0.000	0.000	0.226
85	0.229	3.575	3.575	0.000	0.000	0.000	0.229
90	0.232	3.806	3.806	0.000	0.000	0.000	0.232
95	0.234	4.041	4.041	0.000	0.000	0.000	0.234
100	0.237	4.278	4.278	0.000	0.000	0.000	0.237
105	0.240	4.518	4.518	0.000	0.000	0.000	0.240
110	0.243	4.761	4.761	0.000	0.000	0.000	0.243
115	0.246	5.006	5.006	0.000	0.000	0.000	0.246
120	0.249	5.255	5.255	0.000	0.000	0.000	0.249
125	0.252	5.507	5.507	0.000	0.000	0.000	0.252
130	0.255	5.762	5.762	0.000	0.000	0.000	0.255
135	0.258	6.020	6.020	0.000	0.000	0.000	0.258
140	0.262	6.282	6.282	0.000	0.000	0.000	0.262
145	0.265	6.547	6.547	0.000	0.000	0.000	0.265
150	0.269	6.816	6.816	0.000	0.000	0.000	0.269
155	0.272	7.088	7.088	0.000	0.000	0.000	0.272
160	0.276	7.364	7.364	0.000	0.000	0.000	0.276
165	0.280	7.644	7.644	0.000	0.000	0.000	0.280
170	0.284	7.927	7.927	0.000	0.000	0.000	0.284
175	0.288	8.215	8.215	0.000	0.000	0.000	0.288
180	0.292	8.507	8.507	0.000	0.000	0.000	0.292
185	0.296	8.803	8.803	0.000	0.000	0.000	0.296
190	0.300	9.104	9.104	0.000	0.000	0.000	0.300
195	0.305	9.409	9.409	0.000	0.000	0.000	0.305
200	0.310	9.718	9.718	0.000	0.000	0.000	0.310

HIETOGRAMA DE PRECIPITACIÓN TOTAL – PC3- T= 100 AÑOS

Tiempo (min)	P(mm)	Pacum (mm)	Ia acum (mm)	Fa acum (mm)	Pe acum (mm)	P (mm)	Abstracc (mm)
205	0.314	10.033	10.033	0.000	0.000	0.000	0.314
210	0.319	10.352	10.352	0.000	0.000	0.000	0.319
215	0.324	10.676	10.676	0.000	0.000	0.000	0.324
220	0.330	11.006	11.006	0.000	0.000	0.000	0.330
225	0.335	11.341	11.341	0.000	0.000	0.000	0.335
230	0.341	11.682	11.682	0.000	0.000	0.000	0.341
235	0.347	12.029	12.029	0.000	0.000	0.000	0.347
240	0.353	12.381	12.381	0.000	0.000	0.000	0.353
245	0.359	12.740	12.589	0.151	0.000	0.000	0.358
250	0.365	13.106	12.589	0.512	0.004	0.004	0.361
255	0.372	13.478	12.589	0.876	0.012	0.008	0.364
260	0.379	13.857	12.589	1.242	0.025	0.013	0.366
265	0.386	14.243	12.589	1.611	0.042	0.017	0.369
270	0.394	14.636	12.589	1.983	0.064	0.022	0.372
275	0.401	15.038	12.589	2.357	0.092	0.027	0.374
280	0.410	15.447	12.589	2.734	0.124	0.032	0.377
285	0.418	15.865	12.589	3.114	0.162	0.038	0.380
290	0.427	16.292	12.589	3.498	0.206	0.044	0.383
295	0.436	16.728	12.589	3.884	0.255	0.050	0.386
300	0.446	17.174	12.589	4.274	0.311	0.056	0.390
305	0.456	17.630	12.589	4.667	0.374	0.062	0.393
310	0.466	18.097	12.589	5.064	0.443	0.069	0.397
315	0.478	18.574	12.589	5.465	0.520	0.077	0.401
320	0.489	19.063	12.589	5.870	0.604	0.084	0.405
325	0.501	19.565	12.589	6.280	0.696	0.092	0.409
330	0.514	20.079	12.589	6.694	0.796	0.101	0.414
335	0.528	20.607	12.589	7.112	0.906	0.109	0.419
340	0.542	21.150	12.589	7.536	1.025	0.119	0.424
345	0.558	21.707	12.589	7.965	1.154	0.129	0.429
350	0.574	22.281	12.589	8.399	1.293	0.140	0.434
355	0.591	22.873	12.589	8.839	1.444	0.151	0.440
360	0.610	23.482	12.589	9.286	1.607	0.163	0.447
365	0.629	24.111	12.589	9.739	1.783	0.176	0.453
370	0.650	24.762	12.589	10.200	1.973	0.190	0.461
375	0.673	25.435	12.589	10.668	2.177	0.205	0.468
380	0.697	26.132	12.589	11.145	2.398	0.221	0.477
385	0.724	26.855	12.589	11.630	2.636	0.238	0.485
390	0.752	27.608	12.589	12.125	2.893	0.257	0.495
395	0.783	28.391	12.589	12.631	3.171	0.278	0.506

HIETOGRAMA DE PRECIPITACIÓN TOTAL – PC3- T= 100 AÑOS

Tiempo (min)	P(mm)	Pacum (mm)	Ia acum (mm)	Fa acum (mm)	Pe acum (mm)	P (mm)	Abstracc (mm)
400	0.817	29.208	12.589	13.148	3.471	0.301	0.517
405	0.855	30.064	12.589	13.677	3.797	0.326	0.529
410	0.897	30.960	12.589	14.221	4.150	0.353	0.543
415	0.943	31.903	12.589	14.779	4.535	0.384	0.559
420	0.995	32.898	12.589	15.355	4.954	0.419	0.576
425	1.054	33.952	12.589	15.950	5.413	0.459	0.595
430	1.121	35.074	12.589	16.567	5.918	0.504	0.617
435	1.199	36.273	12.589	17.209	6.475	0.557	0.642
440	1.291	37.564	12.589	17.880	7.094	0.619	0.672
445	1.401	38.964	12.589	18.587	7.788	0.694	0.707
450	1.534	40.499	12.589	19.336	8.574	0.785	0.749
455	1.703	42.201	12.589	20.138	9.474	0.900	0.802
460	1.922	44.124	12.589	21.009	10.525	1.051	0.871
465	2.226	46.349	12.589	21.974	11.786	1.261	0.965
470	2.682	49.031	12.589	23.080	13.362	1.576	1.106
475	3.481	52.512	12.589	24.429	15.494	2.132	1.349
480	5.527	58.039	12.589	26.393	19.057	3.563	1.964
485	11.395	69.435	12.589	29.870	26.976	7.918	3.477
490	4.196	73.631	12.589	30.990	30.053	3.077	1.119
495	3.016	76.647	12.589	31.748	32.309	2.257	0.759
500	2.428	79.074	12.589	32.333	34.152	1.842	0.585
505	2.061	81.135	12.589	32.813	35.733	1.581	0.480
510	1.804	82.939	12.589	33.221	37.129	1.397	0.408
515	1.613	84.553	12.589	33.577	38.387	1.258	0.355
520	1.464	86.017	12.589	33.892	39.536	1.149	0.315
525	1.343	87.360	12.589	34.175	40.596	1.060	0.283
530	1.243	88.603	12.589	34.433	41.581	0.986	0.257
535	1.159	89.762	12.589	34.668	42.504	0.923	0.236
540	1.086	90.848	12.589	34.886	43.373	0.869	0.218
545	1.024	91.872	12.589	35.088	44.195	0.822	0.202
550	0.968	92.840	12.589	35.276	44.975	0.780	0.188
555	0.919	93.759	12.589	35.453	45.718	0.743	0.176
560	0.875	94.635	12.589	35.619	46.427	0.709	0.166
565	0.836	95.471	12.589	35.775	47.106	0.679	0.157
570	0.800	96.271	12.589	35.924	47.758	0.652	0.148
575	0.767	97.038	12.589	36.064	48.385	0.627	0.141
580	0.738	97.776	12.589	36.198	48.988	0.604	0.134
585	0.710	98.486	12.589	36.326	49.571	0.583	0.128
590	0.685	99.171	12.589	36.448	50.134	0.563	0.122
595	0.661	99.832	12.589	36.564	50.679	0.545	0.117

HIETOGRAMA DE PRECIPITACIÓN TOTAL – PC3- T= 100 AÑOS

Tiempo (min)	P(mm)	Pacum (mm)	Ia acum (mm)	Fa acum (mm)	Pe acum (mm)	P (mm)	Abstracc (mm)
600	0.640	100.472	12.589	36.676	51.206	0.528	0.112
605	0.619	101.091	12.589	36.784	51.718	0.512	0.107
610	0.600	101.691	12.589	36.887	52.215	0.497	0.103
615	0.582	102.273	12.589	36.986	52.698	0.483	0.099
620	0.566	102.839	12.589	37.082	53.168	0.470	0.096
625	0.550	103.389	12.589	37.175	53.625	0.457	0.093
630	0.535	103.924	12.589	37.264	54.071	0.446	0.089
635	0.521	104.445	12.589	37.351	54.506	0.435	0.086
640	0.508	104.953	12.589	37.434	54.930	0.424	0.084
645	0.495	105.449	12.589	37.515	55.344	0.414	0.081
650	0.483	105.932	12.589	37.594	55.749	0.405	0.079
655	0.472	106.404	12.589	37.670	56.144	0.396	0.076
660	0.461	106.865	12.589	37.744	56.531	0.387	0.074
665	0.451	107.316	12.589	37.816	56.910	0.379	0.072
670	0.441	107.757	12.589	37.887	57.281	0.371	0.070
675	0.431	108.188	12.589	37.955	57.644	0.363	0.068
680	0.422	108.610	12.589	38.021	58.000	0.356	0.066
685	0.414	109.024	12.589	38.086	58.349	0.349	0.065
690	0.405	109.430	12.589	38.149	58.692	0.342	0.063
695	0.398	109.827	12.589	38.210	59.028	0.336	0.062
700	0.390	110.217	12.589	38.271	59.357	0.330	0.060
705	0.383	110.600	12.589	38.329	59.681	0.324	0.059
710	0.375	110.975	12.589	38.386	59.999	0.318	0.057
715	0.369	111.344	12.589	38.442	60.312	0.313	0.056
720	0.362	111.706	12.589	38.497	60.619	0.307	0.055
725	0.356	112.061	12.589	38.551	60.922	0.302	0.054
730	0.350	112.411	12.589	38.603	61.219	0.297	0.052
735	0.344	112.755	12.589	38.654	61.511	0.292	0.051
740	0.338	113.093	12.589	38.705	61.799	0.288	0.050
745	0.332	113.425	12.589	38.754	62.082	0.283	0.049
750	0.327	113.752	12.589	38.802	62.361	0.279	0.048
755	0.322	114.074	12.589	38.849	62.636	0.275	0.047
760	0.317	114.391	12.589	38.896	62.906	0.271	0.046
765	0.312	114.703	12.589	38.941	63.173	0.267	0.045
770	0.307	115.010	12.589	38.986	63.435	0.263	0.045
775	0.303	115.313	12.589	39.030	63.694	0.259	0.044
780	0.298	115.611	12.589	39.072	63.950	0.255	0.043
785	0.294	115.905	12.589	39.115	64.201	0.252	0.042
790	0.290	116.195	12.589	39.156	64.450	0.248	0.041

HIETOGRAMA DE PRECIPITACIÓN TOTAL – PC3- T= 100 AÑOS

Tiempo (min)	P(mm)	Pacum (mm)	Ia acum (mm)	Fa acum (mm)	Pe acum (mm)	P (mm)	Abstracc (mm)
795	0.286	116.481	12.589	39.197	64.695	0.245	0.041
800	0.282	116.762	12.589	39.237	64.936	0.242	0.040
805	0.278	117.040	12.589	39.276	65.175	0.238	0.039
810	0.274	117.314	12.589	39.315	65.410	0.235	0.039
815	0.270	117.585	12.589	39.353	65.643	0.232	0.038
820	0.267	117.852	12.589	39.390	65.872	0.229	0.037
825	0.263	118.115	12.589	39.427	66.099	0.227	0.037
830	0.260	118.375	12.589	39.464	66.322	0.224	0.036
835	0.257	118.632	12.589	39.499	66.543	0.221	0.036
840	0.253	118.885	12.589	39.534	66.762	0.218	0.035
845	0.250	119.135	12.589	39.569	66.977	0.216	0.035
850	0.247	119.383	12.589	39.603	67.191	0.213	0.034
855	0.244	119.627	12.589	39.636	67.401	0.211	0.034
860	0.241	119.868	12.589	39.670	67.610	0.208	0.033
865	0.238	120.107	12.589	39.702	67.816	0.206	0.033
870	0.236	120.342	12.589	39.734	68.019	0.204	0.032
875	0.233	120.575	12.589	39.766	68.221	0.201	0.032
880	0.230	120.806	12.589	39.797	68.420	0.199	0.031
885	0.228	121.033	12.589	39.828	68.617	0.197	0.031
890	0.225	121.258	12.589	39.858	68.811	0.195	0.030
895	0.223	121.481	12.589	39.888	69.004	0.193	0.030
900	0.220	121.701	12.589	39.917	69.195	0.191	0.030
905	0.218	121.919	12.589	39.947	69.383	0.189	0.029
910	0.215	122.134	12.589	39.975	69.570	0.187	0.029
915	0.213	122.348	12.589	40.004	69.755	0.185	0.028
920	0.211	122.558	12.589	40.032	69.938	0.183	0.028
925	0.209	122.767	12.589	40.059	70.119	0.181	0.028
930	0.206	122.974	12.589	40.087	70.298	0.179	0.027
935	0.204	123.178	12.589	40.113	70.475	0.177	0.027
940	0.202	123.380	12.589	40.140	70.651	0.176	0.027
945	0.200	123.580	12.589	40.166	70.825	0.174	0.026
950	0.198	123.779	12.589	40.192	70.997	0.172	0.026
955	0.196	123.975	12.589	40.218	71.168	0.171	0.026

HIETOGRAMA DE PRECIPITACIÓN TOTAL – PC4- T= 500 AÑOS

Tiempo (min)	P(mm)	Pacum (mm)	Ia acum (mm)	Fa acum (mm)	Pe acum (mm)	P (mm)	Abstracc (mm)
5	0.251	0.251	0.251	0.000	0.000	0.000	0.251
10	0.254	0.505	0.505	0.000	0.000	0.000	0.254
15	0.256	0.762	0.762	0.000	0.000	0.000	0.256
20	0.259	1.021	1.021	0.000	0.000	0.000	0.259
25	0.262	1.283	1.283	0.000	0.000	0.000	0.262
30	0.264	1.547	1.547	0.000	0.000	0.000	0.264
35	0.267	1.814	1.814	0.000	0.000	0.000	0.267
40	0.270	2.084	2.084	0.000	0.000	0.000	0.270
45	0.273	2.357	2.357	0.000	0.000	0.000	0.273
50	0.276	2.633	2.633	0.000	0.000	0.000	0.276
55	0.279	2.912	2.912	0.000	0.000	0.000	0.279
60	0.282	3.193	3.193	0.000	0.000	0.000	0.282
65	0.285	3.478	3.478	0.000	0.000	0.000	0.285
70	0.288	3.766	3.766	0.000	0.000	0.000	0.288
75	0.291	4.058	4.058	0.000	0.000	0.000	0.291
80	0.295	4.352	4.352	0.000	0.000	0.000	0.295
85	0.298	4.650	4.650	0.000	0.000	0.000	0.298
90	0.301	4.952	4.952	0.000	0.000	0.000	0.301
95	0.305	5.257	5.257	0.000	0.000	0.000	0.305
100	0.309	5.565	5.565	0.000	0.000	0.000	0.309
105	0.312	5.878	5.878	0.000	0.000	0.000	0.312
110	0.316	6.194	6.194	0.000	0.000	0.000	0.316
115	0.320	6.514	6.514	0.000	0.000	0.000	0.320
120	0.324	6.838	6.838	0.000	0.000	0.000	0.324
125	0.328	7.166	7.166	0.000	0.000	0.000	0.328
130	0.332	7.498	7.498	0.000	0.000	0.000	0.332
135	0.336	7.834	7.834	0.000	0.000	0.000	0.336
140	0.341	8.175	8.175	0.000	0.000	0.000	0.341
145	0.345	8.520	8.520	0.000	0.000	0.000	0.345
150	0.350	8.870	8.870	0.000	0.000	0.000	0.350
155	0.355	9.225	9.225	0.000	0.000	0.000	0.355
160	0.360	9.585	9.585	0.000	0.000	0.000	0.360
165	0.365	9.949	9.949	0.000	0.000	0.000	0.365
170	0.370	10.319	10.319	0.000	0.000	0.000	0.370
175	0.375	10.694	10.694	0.000	0.000	0.000	0.375
180	0.380	11.074	10.798	0.275	0.001	0.001	0.379
185	0.386	11.460	10.798	0.654	0.008	0.007	0.379
190	0.392	11.852	10.798	1.034	0.020	0.012	0.380
195	0.398	12.250	10.798	1.413	0.038	0.018	0.380

HIETOGRAMA DE PRECIPITACIÓN TOTAL – PC4- T= 500 AÑOS

Tiempo (min)	P(mm)	Pacum (mm)	Ia acum (mm)	Fa acum (mm)	Pe acum (mm)	P (mm)	Abstracc (mm)
200	0.404	12.653	10.798	1.794	0.062	0.024	0.380
205	0.410	13.063	10.798	2.174	0.091	0.030	0.380
210	0.416	13.480	10.798	2.555	0.127	0.036	0.381
215	0.423	13.903	10.798	2.936	0.169	0.042	0.381
220	0.430	14.333	10.798	3.318	0.217	0.048	0.382
225	0.437	14.770	10.798	3.700	0.272	0.055	0.382
230	0.445	15.215	10.798	4.083	0.334	0.062	0.383
235	0.452	15.667	10.798	4.466	0.403	0.069	0.383
240	0.460	16.127	10.798	4.850	0.479	0.076	0.384
245	0.468	16.596	10.798	5.235	0.562	0.083	0.385
250	0.477	17.072	10.798	5.621	0.653	0.091	0.386
255	0.486	17.558	10.798	6.008	0.752	0.099	0.387
260	0.495	18.053	10.798	6.395	0.859	0.107	0.388
265	0.504	18.557	10.798	6.784	0.975	0.116	0.389
270	0.514	19.071	10.798	7.173	1.099	0.124	0.390
275	0.524	19.595	10.798	7.564	1.232	0.133	0.391
280	0.535	20.130	10.798	7.957	1.375	0.143	0.392
285	0.546	20.676	10.798	8.350	1.528	0.152	0.394
290	0.558	21.234	10.798	8.745	1.690	0.163	0.395
295	0.570	21.803	10.798	9.142	1.863	0.173	0.397
300	0.582	22.386	10.798	9.540	2.048	0.184	0.398
305	0.596	22.982	10.798	9.940	2.243	0.196	0.400
310	0.610	23.591	10.798	10.342	2.451	0.208	0.402
315	0.624	24.215	10.798	10.747	2.671	0.220	0.404
320	0.640	24.855	10.798	11.153	2.904	0.233	0.406
325	0.656	25.510	10.798	11.562	3.151	0.247	0.409
330	0.673	26.183	10.798	11.973	3.412	0.261	0.411
335	0.691	26.874	10.798	12.387	3.688	0.276	0.414
340	0.710	27.583	10.798	12.804	3.981	0.292	0.417
345	0.730	28.313	10.798	13.225	4.290	0.309	0.420
350	0.751	29.064	10.798	13.648	4.617	0.327	0.424
355	0.774	29.838	10.798	14.076	4.964	0.346	0.427
360	0.798	30.635	10.798	14.507	5.330	0.367	0.431
365	0.824	31.459	10.798	14.943	5.718	0.388	0.436
370	0.851	32.311	10.798	15.383	6.129	0.411	0.440
375	0.881	33.192	10.798	15.828	6.565	0.436	0.445
380	0.913	34.105	10.798	16.279	7.027	0.462	0.451
385	0.948	35.053	10.798	16.736	7.519	0.491	0.457
390	0.986	36.039	10.798	17.200	8.041	0.522	0.463
395	1.027	37.065	10.798	17.670	8.597	0.556	0.471

HIETOGRAMA DE PRECIPITACIÓN TOTAL – PC4- T= 500 AÑOS

Tiempo (min)	P(mm)	Pacum (mm)	Ia acum (mm)	Fa acum (mm)	Pe acum (mm)	P (mm)	Abstracc (mm)
400	1.072	38.137	10.798	18.149	9.190	0.593	0.479
405	1.121	39.258	10.798	18.636	9.824	0.634	0.487
410	1.176	40.434	10.798	19.133	10.502	0.679	0.497
415	1.237	41.671	10.798	19.642	11.231	0.729	0.508
420	1.306	42.977	10.798	20.162	12.017	0.785	0.520
425	1.383	44.360	10.798	20.697	12.865	0.849	0.535
430	1.472	45.833	10.798	21.247	13.787	0.922	0.551
435	1.575	47.408	10.798	21.817	14.793	1.006	0.569
440	1.696	49.104	10.798	22.408	15.898	1.105	0.591
445	1.841	50.945	10.798	23.025	17.121	1.223	0.618
450	2.018	52.963	10.798	23.675	18.489	1.368	0.650
455	2.240	55.203	10.798	24.365	20.039	1.550	0.690
460	2.531	57.733	10.798	25.108	21.827	1.788	0.743
465	2.932	60.666	10.798	25.924	23.944	2.117	0.815
470	3.536	64.202	10.798	26.848	26.556	2.612	0.924
475	4.596	68.797	10.798	27.962	30.037	3.482	1.114
480	7.313	76.110	10.798	29.557	35.755	5.717	1.595
485	15.132	91.242	10.798	32.307	48.136	12.382	2.750
490	5.545	96.787	10.798	33.166	52.822	4.686	0.859
495	3.978	100.765	10.798	33.742	56.225	3.403	0.576
500	3.199	103.964	10.798	34.182	58.984	2.759	0.440
505	2.714	106.678	10.798	34.541	61.339	2.355	0.359
510	2.375	109.053	10.798	34.844	63.411	2.071	0.303
515	2.122	111.175	10.798	35.107	65.269	1.859	0.263
520	1.925	113.099	10.798	35.340	66.961	1.692	0.233
525	1.765	114.865	10.798	35.548	68.518	1.557	0.208
530	1.633	116.498	10.798	35.737	69.963	1.445	0.189
535	1.522	118.020	10.798	35.909	71.313	1.350	0.172
540	1.426	119.446	10.798	36.068	72.580	1.268	0.159
545	1.343	120.789	10.798	36.214	73.777	1.196	0.147
550	1.270	122.060	10.798	36.351	74.911	1.134	0.137
555	1.206	123.265	10.798	36.479	75.988	1.078	0.128
560	1.148	124.413	10.798	36.599	77.016	1.028	0.120
565	1.096	125.509	10.798	36.712	77.999	0.983	0.113
570	1.049	126.558	10.798	36.818	78.941	0.942	0.107
575	1.006	127.563	10.798	36.920	79.846	0.905	0.101
580	0.966	128.530	10.798	37.016	80.716	0.870	0.096
585	0.930	129.460	10.798	37.107	81.555	0.839	0.091
590	0.897	130.357	10.798	37.194	82.364	0.810	0.087

HIETOGRAMA DE PRECIPITACIÓN TOTAL – PC4- T= 500 AÑOS

Tiempo (min)	P(mm)	Pacum (mm)	Ia acum (mm)	Fa acum (mm)	Pe acum (mm)	P (mm)	Abstracc (mm)
595	0.866	131.223	10.798	37.278	83.147	0.783	0.083
600	0.837	132.060	10.798	37.358	83.904	0.757	0.080
605	0.811	132.871	10.798	37.434	84.638	0.734	0.077
610	0.786	133.656	10.798	37.508	85.350	0.712	0.074
615	0.762	134.419	10.798	37.579	86.042	0.691	0.071
620	0.740	135.159	10.798	37.647	86.714	0.672	0.068
625	0.719	135.878	10.798	37.712	87.368	0.654	0.066
630	0.700	136.578	10.798	37.776	88.004	0.637	0.063
635	0.681	137.260	10.798	37.837	88.625	0.620	0.061
640	0.664	137.924	10.798	37.896	89.229	0.605	0.059
645	0.647	138.571	10.798	37.953	89.820	0.590	0.057
650	0.632	139.203	10.798	38.009	90.396	0.576	0.056
655	0.617	139.820	10.798	38.063	90.959	0.563	0.054
660	0.603	140.422	10.798	38.115	91.509	0.550	0.052
665	0.589	141.011	10.798	38.166	92.047	0.538	0.051
670	0.576	141.587	10.798	38.215	92.574	0.527	0.049
675	0.564	142.151	10.798	38.263	93.090	0.516	0.048
680	0.552	142.703	10.798	38.310	93.595	0.505	0.047
685	0.540	143.243	10.798	38.355	94.090	0.495	0.045
690	0.530	143.773	10.798	38.400	94.575	0.485	0.044
695	0.519	144.292	10.798	38.443	95.051	0.476	0.043
700	0.509	144.801	10.798	38.485	95.518	0.467	0.042
705	0.499	145.300	10.798	38.526	95.976	0.458	0.041
710	0.490	145.790	10.798	38.566	96.426	0.450	0.040
715	0.481	146.271	10.798	38.605	96.868	0.442	0.039
720	0.472	146.744	10.798	38.644	97.302	0.434	0.038
725	0.464	147.208	10.798	38.681	97.729	0.427	0.037
730	0.456	147.664	10.798	38.718	98.148	0.420	0.037
735	0.448	148.113	10.798	38.753	98.561	0.413	0.036
740	0.441	148.553	10.798	38.788	98.967	0.406	0.035
745	0.434	148.987	10.798	38.823	99.366	0.399	0.034
750	0.427	149.414	10.798	38.856	99.759	0.393	0.034
755	0.420	149.833	10.798	38.889	100.146	0.387	0.033
760	0.413	150.247	10.798	38.921	100.527	0.381	0.032
765	0.407	150.654	10.798	38.953	100.902	0.375	0.032
770	0.401	151.054	10.798	38.984	101.272	0.370	0.031
775	0.395	151.449	10.798	39.015	101.636	0.364	0.030
780	0.389	151.838	10.798	39.044	101.995	0.359	0.030
785	0.383	152.221	10.798	39.074	102.349	0.354	0.029
790	0.378	152.598	10.798	39.102	102.698	0.349	0.029

HIETOGRAMA DE PRECIPITACIÓN TOTAL – PC4- T= 500 AÑOS

Tiempo (min)	P(mm)	Pacum (mm)	Ia acum (mm)	Fa acum (mm)	Pe acum (mm)	P (mm)	Abstracc (mm)
795	0.372	152.971	10.798	39.131	103.042	0.344	0.028
800	0.367	153.338	10.798	39.158	103.381	0.339	0.028
805	0.362	153.700	10.798	39.186	103.716	0.335	0.027
810	0.357	154.057	10.798	39.213	104.046	0.330	0.027
815	0.352	154.409	10.798	39.239	104.372	0.326	0.026
820	0.348	154.757	10.798	39.265	104.694	0.322	0.026
825	0.343	155.100	10.798	39.290	105.012	0.318	0.025
830	0.339	155.439	10.798	39.315	105.325	0.314	0.025
835	0.334	155.773	10.798	39.340	105.635	0.310	0.025
840	0.330	156.103	10.798	39.364	105.941	0.306	0.024
845	0.326	156.429	10.798	39.388	106.243	0.302	0.024
850	0.322	156.751	10.798	39.412	106.541	0.298	0.024
855	0.318	157.069	10.798	39.435	106.836	0.295	0.023
860	0.314	157.383	10.798	39.458	107.128	0.291	0.023
865	0.310	157.694	10.798	39.480	107.416	0.288	0.022
870	0.307	158.001	10.798	39.502	107.700	0.285	0.022
875	0.303	158.304	10.798	39.524	107.982	0.281	0.022
880	0.300	158.603	10.798	39.545	108.260	0.278	0.021
885	0.296	158.900	10.798	39.567	108.535	0.275	0.021
890	0.293	159.193	10.798	39.588	108.807	0.272	0.021
895	0.290	159.482	10.798	39.608	109.076	0.269	0.021
900	0.286	159.769	10.798	39.628	109.342	0.266	0.020
905	0.283	160.052	10.798	39.648	109.606	0.263	0.020
910	0.280	160.332	10.798	39.668	109.866	0.260	0.020
915	0.277	160.610	10.798	39.688	110.124	0.258	0.019
920	0.274	160.884	10.798	39.707	110.379	0.255	0.019
925	0.271	161.155	10.798	39.726	110.631	0.252	0.019
930	0.269	161.424	10.798	39.745	110.881	0.250	0.019
935	0.266	161.690	10.798	39.763	111.128	0.247	0.018
940	0.263	161.953	10.798	39.781	111.373	0.245	0.018
945	0.260	162.213	10.798	39.799	111.616	0.242	0.018
950	0.258	162.471	10.798	39.817	111.856	0.240	0.018
955	0.255	162.726	10.798	39.835	112.093	0.238	0.018

HIETOGRAMA DE PRECIPITACIÓN TOTAL – PC4- T= 100 AÑOS

Tiempo (min)	P(mm)	Pacum (mm)	Ia acum (mm)	Fa acum (mm)	Pe acum (mm)	P (mm)	Abstracc (mm)
5	0.190	0.190	0.190	0.000	0.000	0.000	0.190
10	0.192	0.381	0.381	0.000	0.000	0.000	0.192
15	0.194	0.575	0.575	0.000	0.000	0.000	0.194
20	0.196	0.771	0.771	0.000	0.000	0.000	0.196
25	0.198	0.968	0.968	0.000	0.000	0.000	0.198
30	0.200	1.168	1.168	0.000	0.000	0.000	0.200
35	0.202	1.369	1.369	0.000	0.000	0.000	0.202
40	0.204	1.573	1.573	0.000	0.000	0.000	0.204
45	0.206	1.779	1.779	0.000	0.000	0.000	0.206
50	0.208	1.987	1.987	0.000	0.000	0.000	0.208
55	0.210	2.198	2.198	0.000	0.000	0.000	0.210
60	0.213	2.410	2.410	0.000	0.000	0.000	0.213
65	0.215	2.625	2.625	0.000	0.000	0.000	0.215
70	0.217	2.843	2.843	0.000	0.000	0.000	0.217
75	0.220	3.062	3.062	0.000	0.000	0.000	0.220
80	0.222	3.285	3.285	0.000	0.000	0.000	0.222
85	0.225	3.510	3.510	0.000	0.000	0.000	0.225
90	0.228	3.737	3.737	0.000	0.000	0.000	0.228
95	0.230	3.967	3.967	0.000	0.000	0.000	0.230
100	0.233	4.200	4.200	0.000	0.000	0.000	0.233
105	0.236	4.436	4.436	0.000	0.000	0.000	0.236
110	0.239	4.675	4.675	0.000	0.000	0.000	0.239
115	0.242	4.916	4.916	0.000	0.000	0.000	0.242
120	0.245	5.161	5.161	0.000	0.000	0.000	0.245
125	0.248	5.408	5.408	0.000	0.000	0.000	0.248
130	0.251	5.659	5.659	0.000	0.000	0.000	0.251
135	0.254	5.913	5.913	0.000	0.000	0.000	0.254
140	0.257	6.170	6.170	0.000	0.000	0.000	0.257
145	0.261	6.431	6.431	0.000	0.000	0.000	0.261
150	0.264	6.695	6.695	0.000	0.000	0.000	0.264
155	0.268	6.963	6.963	0.000	0.000	0.000	0.268
160	0.271	7.234	7.234	0.000	0.000	0.000	0.271
165	0.275	7.509	7.509	0.000	0.000	0.000	0.275
170	0.279	7.788	7.788	0.000	0.000	0.000	0.279
175	0.283	8.071	8.071	0.000	0.000	0.000	0.283
180	0.287	8.358	8.358	0.000	0.000	0.000	0.287
185	0.291	8.650	8.650	0.000	0.000	0.000	0.291
190	0.296	8.945	8.945	0.000	0.000	0.000	0.296
195	0.300	9.246	9.246	0.000	0.000	0.000	0.300
200	0.305	9.550	9.550	0.000	0.000	0.000	0.305

HIETOGRAMA DE PRECIPITACIÓN TOTAL – PC4- T= 100 AÑOS

Tiempo (min)	P(mm)	Pacum (mm)	Ia acum (mm)	Fa acum (mm)	Pe acum (mm)	P (mm)	Abstracc (mm)
205	0.309	9.860	9.860	0.000	0.000	0.000	0.309
210	0.314	10.174	10.174	0.000	0.000	0.000	0.314
215	0.319	10.493	10.493	0.000	0.000	0.000	0.319
220	0.325	10.818	10.798	0.020	0.000	0.000	0.325
225	0.330	11.148	10.798	0.348	0.002	0.002	0.328
230	0.336	11.484	10.798	0.677	0.009	0.006	0.329
235	0.341	11.825	10.798	1.008	0.019	0.011	0.331
240	0.347	12.172	10.798	1.340	0.034	0.015	0.332
245	0.353	12.526	10.798	1.674	0.054	0.019	0.334
250	0.360	12.886	10.798	2.010	0.078	0.024	0.336
255	0.366	13.252	10.798	2.347	0.107	0.029	0.338
260	0.373	13.625	10.798	2.687	0.141	0.034	0.339
265	0.381	14.006	10.798	3.028	0.180	0.039	0.341
270	0.388	14.394	10.798	3.371	0.225	0.045	0.343
275	0.396	14.790	10.798	3.717	0.275	0.050	0.345
280	0.404	15.193	10.798	4.064	0.331	0.056	0.348
285	0.412	15.605	10.798	4.414	0.393	0.062	0.350
290	0.421	16.026	10.798	4.767	0.462	0.069	0.352
295	0.430	16.456	10.798	5.121	0.537	0.075	0.355
300	0.440	16.896	10.798	5.479	0.619	0.082	0.358
305	0.450	17.346	10.798	5.839	0.708	0.089	0.360
310	0.460	17.806	10.798	6.202	0.805	0.097	0.363
315	0.471	18.277	10.798	6.569	0.910	0.105	0.366
320	0.483	18.759	10.798	6.938	1.023	0.113	0.369
325	0.495	19.254	10.798	7.311	1.145	0.122	0.373
330	0.508	19.762	10.798	7.688	1.276	0.131	0.376
335	0.521	20.283	10.798	8.068	1.417	0.141	0.380
340	0.536	20.819	10.798	8.452	1.569	0.151	0.384
345	0.551	21.370	10.798	8.840	1.731	0.162	0.388
350	0.567	21.936	10.798	9.233	1.905	0.174	0.393
355	0.584	22.520	10.798	9.631	2.091	0.186	0.398
360	0.602	23.123	10.798	10.034	2.290	0.199	0.403
365	0.622	23.744	10.798	10.442	2.504	0.213	0.408
370	0.643	24.387	10.798	10.856	2.732	0.229	0.414
375	0.665	25.052	10.798	11.277	2.977	0.245	0.420
380	0.689	25.741	10.798	11.704	3.239	0.262	0.427
385	0.715	26.457	10.798	12.138	3.520	0.281	0.434
390	0.744	27.201	10.798	12.580	3.822	0.302	0.442
395	0.775	27.975	10.798	13.031	4.146	0.324	0.451

HIETOGRAMA DE PRECIPITACIÓN TOTAL – PC4- T= 100 AÑOS

Tiempo (min)	P(mm)	Pacum (mm)	Ia acum (mm)	Fa acum (mm)	Pe acum (mm)	P (mm)	Abstracc (mm)
400	0.809	28.784	10.798	13.492	4.495	0.349	0.460
405	0.846	29.630	10.798	13.962	4.870	0.376	0.471
410	0.888	30.518	10.798	14.444	5.276	0.406	0.482
415	0.934	31.452	10.798	14.939	5.715	0.439	0.495
420	0.985	32.437	10.798	15.448	6.191	0.477	0.509
425	1.044	33.481	10.798	15.973	6.711	0.519	0.525
430	1.111	34.593	10.798	16.516	7.279	0.568	0.543
435	1.189	35.782	10.798	17.080	7.904	0.625	0.564
440	1.280	37.062	10.798	17.669	8.595	0.691	0.589
445	1.389	38.451	10.798	18.287	9.366	0.771	0.618
450	1.523	39.974	10.798	18.941	10.235	0.869	0.654
455	1.691	41.665	10.798	19.639	11.228	0.992	0.698
460	1.910	43.575	10.798	20.395	12.382	1.154	0.756
465	2.213	45.788	10.798	21.231	13.759	1.377	0.836
470	2.669	48.457	10.798	22.185	15.474	1.715	0.954
475	3.469	51.926	10.798	23.345	17.783	2.309	1.160
480	5.519	57.445	10.798	25.025	21.621	3.839	1.681
485	11.421	68.866	10.798	27.978	30.090	8.469	2.952
490	4.185	73.051	10.798	28.914	33.339	3.248	0.937
495	3.003	76.054	10.798	29.546	35.710	2.371	0.631
500	2.415	78.468	10.798	30.031	37.640	1.930	0.485
505	2.048	80.517	10.798	30.427	39.291	1.651	0.397
510	1.792	82.309	10.798	30.764	40.747	1.456	0.337
515	1.602	83.911	10.798	31.057	42.056	1.309	0.293
520	1.453	85.363	10.798	31.316	43.249	1.193	0.259
525	1.332	86.696	10.798	31.548	44.349	1.100	0.233
530	1.233	87.928	10.798	31.759	45.371	1.022	0.211
535	1.149	89.077	10.798	31.952	46.326	0.956	0.193
540	1.077	90.153	10.798	32.130	47.225	0.899	0.178
545	1.014	91.167	10.798	32.295	48.074	0.849	0.165
550	0.959	92.126	10.798	32.449	48.879	0.805	0.154
555	0.910	93.036	10.798	32.593	49.645	0.766	0.144
560	0.866	93.902	10.798	32.728	50.376	0.731	0.135
565	0.827	94.730	10.798	32.856	51.076	0.700	0.128
570	0.791	95.521	10.798	32.976	51.747	0.671	0.121
575	0.759	96.280	10.798	33.091	52.391	0.645	0.114
580	0.729	97.009	10.798	33.199	53.012	0.621	0.109
585	0.702	97.712	10.798	33.303	53.610	0.599	0.104
590	0.677	98.389	10.798	33.402	54.189	0.578	0.099
595	0.654	99.042	10.798	33.496	54.748	0.559	0.095

HIETOGRAMA DE PRECIPITACIÓN TOTAL – PC4- T= 100 AÑOS

Tiempo (min)	P(mm)	Pacum (mm)	Ia acum (mm)	Fa acum (mm)	Pe acum (mm)	P (mm)	Abstracc (mm)
600	0.632	99.674	10.798	33.587	55.289	0.541	0.091
605	0.612	100.286	10.798	33.674	55.814	0.525	0.087
610	0.593	100.879	10.798	33.758	56.323	0.509	0.084
615	0.575	101.454	10.798	33.838	56.818	0.495	0.080
620	0.559	102.013	10.798	33.916	57.299	0.481	0.078
625	0.543	102.556	10.798	33.991	57.767	0.468	0.075
630	0.528	103.084	10.798	34.063	58.223	0.456	0.072
635	0.514	103.598	10.798	34.133	58.668	0.445	0.070
640	0.501	104.100	10.798	34.200	59.101	0.434	0.068
645	0.489	104.588	10.798	34.266	59.525	0.423	0.065
650	0.477	105.065	10.798	34.329	59.938	0.413	0.063
655	0.466	105.531	10.798	34.391	60.342	0.404	0.062
660	0.455	105.985	10.798	34.450	60.737	0.395	0.060
665	0.445	106.430	10.798	34.508	61.123	0.386	0.058
670	0.435	106.865	10.798	34.565	61.502	0.378	0.056
675	0.425	107.290	10.798	34.620	61.872	0.370	0.055
680	0.416	107.707	10.798	34.673	62.235	0.363	0.053
685	0.408	108.115	10.798	34.725	62.591	0.356	0.052
690	0.400	108.514	10.798	34.776	62.940	0.349	0.051
695	0.392	108.906	10.798	34.826	63.282	0.342	0.049
700	0.384	109.290	10.798	34.874	63.618	0.336	0.048
705	0.377	109.667	10.798	34.921	63.948	0.330	0.047
710	0.370	110.037	10.798	34.967	64.272	0.324	0.046
715	0.363	110.400	10.798	35.012	64.590	0.318	0.045
720	0.357	110.757	10.798	35.056	64.903	0.313	0.044
725	0.350	111.107	10.798	35.099	65.210	0.307	0.043
730	0.344	111.451	10.798	35.141	65.512	0.302	0.042
735	0.338	111.790	10.798	35.182	65.809	0.297	0.041
740	0.333	112.123	10.798	35.222	66.102	0.292	0.040
745	0.327	112.450	10.798	35.262	66.390	0.288	0.039
750	0.322	112.772	10.798	35.301	66.673	0.283	0.039
755	0.317	113.089	10.798	35.338	66.952	0.279	0.038
760	0.312	113.401	10.798	35.376	67.227	0.275	0.037
765	0.307	113.708	10.798	35.412	67.497	0.271	0.036
770	0.302	114.010	10.798	35.448	67.764	0.267	0.036
775	0.298	114.308	10.798	35.483	68.027	0.263	0.035
780	0.293	114.601	10.798	35.517	68.286	0.259	0.034
785	0.289	114.891	10.798	35.551	68.541	0.255	0.034
790	0.285	115.176	10.798	35.584	68.793	0.252	0.033

HIETOGRAMA DE PRECIPITACIÓN TOTAL – PC4- T= 100 AÑOS

Tiempo (min)	P(mm)	Pacum (mm)	Ia acum (mm)	Fa acum (mm)	Pe acum (mm)	P (mm)	Abstracc (mm)
795	0.281	115.457	10.798	35.617	69.042	0.248	0.033
800	0.277	115.734	10.798	35.649	69.287	0.245	0.032
805	0.273	116.007	10.798	35.680	69.528	0.242	0.031
810	0.270	116.276	10.798	35.711	69.767	0.239	0.031
815	0.266	116.542	10.798	35.742	70.002	0.235	0.030
820	0.262	116.805	10.798	35.772	70.235	0.232	0.030
825	0.259	117.064	10.798	35.801	70.464	0.230	0.029
830	0.256	117.319	10.798	35.830	70.691	0.227	0.029
835	0.252	117.572	10.798	35.859	70.915	0.224	0.029
840	0.249	117.821	10.798	35.887	71.136	0.221	0.028
845	0.246	118.067	10.798	35.914	71.354	0.218	0.028
850	0.243	118.310	10.798	35.941	71.570	0.216	0.027
855	0.240	118.550	10.798	35.968	71.783	0.213	0.027
860	0.237	118.787	10.798	35.995	71.994	0.211	0.026
865	0.234	119.021	10.798	36.021	72.203	0.208	0.026
870	0.232	119.253	10.798	36.046	72.408	0.206	0.026
875	0.229	119.482	10.798	36.072	72.612	0.204	0.025
880	0.226	119.708	10.798	36.096	72.813	0.201	0.025
885	0.224	119.932	10.798	36.121	73.013	0.199	0.025
890	0.221	120.153	10.798	36.145	73.209	0.197	0.024
895	0.219	120.371	10.798	36.169	73.404	0.195	0.024
900	0.216	120.588	10.798	36.193	73.597	0.193	0.024
905	0.214	120.801	10.798	36.216	73.788	0.191	0.023
910	0.212	121.013	10.798	36.239	73.976	0.189	0.023
915	0.209	121.222	10.798	36.261	74.163	0.187	0.023
920	0.207	121.429	10.798	36.284	74.348	0.185	0.022
925	0.205	121.634	10.798	36.306	74.530	0.183	0.022
930	0.203	121.837	10.798	36.327	74.711	0.181	0.022
935	0.201	122.037	10.798	36.349	74.890	0.179	0.021
940	0.199	122.236	10.798	36.370	75.068	0.177	0.021
945	0.197	122.432	10.798	36.391	75.243	0.176	0.021
950	0.195	122.627	10.798	36.411	75.417	0.174	0.021
955	0.193	122.820	10.798	36.432	75.590	0.172	0.020

APÉNDICE 2: HIDROGRAMAS OBTENIDOS MEDIANTE HEC-HMS

HISTOGRAMA DE SALIDA HEC-HMS (CON EMBALSE)**T= 500 AÑOS**

Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)	Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)	Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)
0	0	105900	383	211800	50.2
300	0.1	106200	381.6	212100	50
600	0.1	106500	380.1	212400	49.8
900	0.1	106800	378.7	212700	49.5
1200	0.1	107100	377.2	213000	49.3
1500	0.2	107400	375.6	213300	49.1
1800	0.2	107700	374.1	213600	48.9
2100	0.2	108000	372.5	213900	48.7
2400	0.3	108300	370.9	214200	48.4
2700	0.4	108600	369.2	214500	48.2
3000	0.5	108900	367.6	214800	48
3300	0.6	109200	365.9	215100	47.8
3600	0.7	109500	364.2	215400	47.6
3900	0.8	109800	362.4	215700	47.4
4200	0.9	110100	360.7	216000	47.2
4500	1.1	110400	358.9	216300	47
4800	1.3	110700	357.1	216600	46.8
5100	1.5	111000	355.3	216900	46.5
5400	1.8	111300	353.5	217200	46.3
5700	2	111600	351.6	217500	46.1
6000	2.3	111900	349.8	217800	45.9
6300	2.7	112200	347.9	218100	45.7
6600	3.1	112500	346	218400	45.5
6900	3.5	112800	344.2	218700	45.3
7200	3.9	113100	342.3	219000	45.1
7500	4.5	113400	340.4	219300	44.9
7800	5	113700	338.4	219600	44.7
8100	5.6	114000	336.5	219900	44.5
8400	6.3	114300	334.6	220200	44.4
8700	7	114600	332.7	220500	44.2
9000	7.8	114900	330.7	220800	44
9300	8.7	115200	328.8	221100	43.8
9600	9.6	115500	326.9	221400	43.6
9900	10.6	115800	324.9	221700	43.4
10200	11.7	116100	323	222000	43.2
10500	12.8	116400	321	222300	43
10800	14.1	116700	319.1	222600	42.8
11100	15.4	117000	317.2	222900	42.7

HIETOGRAMA DE SALIDA HEC-HMS (CON EMBALSE) T= 500 AÑOS

Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)	Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)	Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)
11400	16.8	117300	315.2	223200	42.5
11700	18.4	117600	313.3	223500	42.3
12000	20	117900	311.3	223800	42.1
12300	21.7	118200	309.4	224100	41.9
12600	23.6	118500	307.5	224400	41.8
12900	25.5	118800	305.5	224700	41.6
13200	27.6	119100	303.6	225000	41.4
13500	29.8	119400	301.7	225300	41.2
13800	32.1	119700	299.8	225600	41.1
14100	34.6	120000	297.9	225900	40.9
14400	37.3	120300	295.9	226200	40.7
14700	40.2	120600	294	226500	40.5
15000	43.3	120900	292.2	226800	40.4
15300	46.6	121200	290.3	227100	40.2
15600	50.2	121500	288.4	227400	40
15900	54.1	121800	286.5	227700	39.9
16200	58.4	122100	284.6	228000	39.7
16500	63.1	122400	282.8	228300	39.5
16800	68.2	122700	280.9	228600	39.4
17100	73.8	123000	279.1	228900	39.2
17400	79.8	123300	277.2	229200	39
17700	86.4	123600	275.4	229500	38.9
18000	93.6	123900	273.6	229800	38.7
18300	101.3	124200	271.8	230100	38.6
18600	109.5	124500	270	230400	38.4
18900	118.4	124800	268.2	230700	38.2
19200	127.8	125100	266.4	231000	38.1
19500	137.7	125400	264.6	231300	37.9
19800	148.2	125700	262.9	231600	37.8
20100	159.3	126000	261.1	231900	37.6
20400	170.8	126300	259.4	232200	37.5
20700	182.9	126600	257.6	232500	37.3
21000	195.3	126900	255.9	232800	37.2
21300	208.2	127200	254.2	233100	37
21600	221.3	127500	252.5	233400	36.8
21900	234.7	127800	250.8	233700	36.7
22200	248.2	128100	249.1	234000	36.6
22500	261.9	128400	247.4	234300	36.4

HIETOGRAMA DE SALIDA HEC-HMS (CON EMBALSE) T= 500 AÑOS

Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)	Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)	Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)
22800	275.5	128700	245.7	234600	36.3
23100	289.2	129000	244.1	234900	36.1
23400	302.8	129300	242.4	235200	36
23700	316.3	129600	240.8	235500	35.8
24000	329.9	129900	239.2	235800	35.7
24300	343.3	130200	237.6	236100	35.5
24600	356.9	130500	236	236400	35.4
24900	370.5	130800	234.4	236700	35.2
25200	384.2	131100	232.8	237000	35.1
25500	398.2	131400	231.2	237300	35
25800	412.3	131700	229.7	237600	34.8
26100	426.8	132000	228.1	237900	34.7
26400	441.4	132300	226.6	238200	34.5
26700	456.2	132600	225	238500	34.4
27000	471	132900	223.5	238800	34.3
27300	485.8	133200	222	239100	34.1
27600	500.2	133500	220.5	239400	34
27900	514.1	133800	219	239700	33.9
28200	527.2	134100	217.6	240000	33.7
28500	539.4	134400	216.1	240300	33.6
28800	550.2	134700	214.6	240600	33.5
29100	559.7	135000	213.2	240900	33.3
29400	567.4	135300	211.8	241200	33.2
29700	573.4	135600	210.3	241500	33.1
30000	577.5	135900	208.9	241800	32.9
30300	579.7	136200	207.5	242100	32.8
30600	580	136500	206.1	242400	32.7
30900	578.5	136800	204.7	242700	32.6
31200	575.3	137100	203.4	243000	32.4
31500	570.7	137400	202	243300	32.3
31800	564.8	137700	200.6	243600	32.2
32100	558	138000	199.3	243900	32
32400	550.4	138300	198	244200	31.9
32700	542.3	138600	196.6	244500	31.8
33000	534	138900	195.3	244800	31.7
33300	525.8	139200	194	245100	31.6
33600	517.9	139500	192.7	245400	31.4

HIETOGRAMA DE SALIDA HEC-HMS (CON EMBALSE) T= 500 AÑOS

Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)	Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)	Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)
33900	510.4	139800	191.4	245700	31.3
34200	503.6	140100	190.2	246000	31.2
34500	497.6	140400	188.9	246300	31.1
34800	492.5	140700	187.6	246600	30.9
35100	488.4	141000	186.4	246900	30.8
35400	485.4	141300	185.2	247200	30.7
35700	483.4	141600	183.9	247500	30.6
36000	482.4	141900	182.7	247800	30.5
36300	482.5	142200	181.5	248100	30.4
36600	483.5	142500	180.3	248400	30.2
36900	485.4	142800	179.1	248700	30.1
37200	488.2	143100	177.9	249000	30
37500	491.6	143400	176.8	249300	29.9
37800	495.7	143700	175.6	249600	29.8
38100	500.3	144000	174.4	249900	29.7
38400	505.3	144300	173.3	250200	29.6
38700	510.6	144600	172.1	250500	29.4
39000	516.1	144900	171	250800	29.3
39300	521.6	145200	169.9	251100	29.2
39600	527	145500	168.8	251400	29.1
39900	532.2	145800	167.7	251700	29
40200	537.1	146100	166.6	252000	28.9
40500	541.7	146400	165.5	252300	28.8
40800	545.8	146700	164.4	252600	28.7
41100	549.3	147000	163.3	252900	28.6
41400	552.2	147300	162.3	253200	28.5
41700	554.5	147600	161.2	253500	28.4
42000	556.2	147900	160.2	253800	28.3
42300	557.1	148200	159.1	254100	28.1
42600	557.3	148500	158.1	254400	28
42900	556.9	148800	157.1	254700	27.9
43200	555.7	149100	156.1	255000	27.8
43500	553.8	149400	155.1	255300	27.7
43800	551.3	149700	154.1	255600	27.6
44100	548.1	150000	153.1	255900	27.5
44400	544.2	150300	152.1	256200	27.4
44700	539.8	150600	151.1	256500	27.3
45000	534.8	150900	150.1	256800	27.2

HIETOGRAMA DE SALIDA HEC-HMS (CON EMBALSE) T= 500 AÑOS

Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)	Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)	Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)
45300	529.2	151200	149.2	257100	27.1
45600	523.1	151500	148.2	257400	27
45900	516.5	151800	147.3	257700	26.9
46200	509.5	152100	146.4	258000	26.8
46500	502.1	152400	145.4	258300	26.7
46800	494.3	152700	144.5	258600	26.6
47100	486.1	153000	143.6	258900	26.5
47400	477.6	153300	142.7	259200	26.4
47700	468.9	153600	141.8	259500	26.3
48000	460	153900	140.9	259800	26.2
48300	450.9	154200	140	260100	26.1
48600	441.7	154500	139.1	260400	26.1
48900	432.5	154800	138.3	260700	26
49200	423.2	155100	137.4	261000	25.9
49500	414	155400	136.5	261300	25.8
49800	404.8	155700	135.7	261600	25.7
50100	395.7	156000	134.8	261900	25.6
50400	386.7	156300	134	262200	25.5
50700	377.8	156600	133.2	262500	25.4
51000	369.1	156900	132.3	262800	25.3
51300	360.6	157200	131.5	263100	25.2
51600	352.3	157500	130.7	263400	25.1
51900	344.1	157800	129.9	263700	25
52200	336.1	158100	129.1	264000	24.9
52500	328.3	158400	128.3	264300	24.9
52800	320.6	158700	127.5	264600	24.8
53100	313.1	159000	126.8	264900	24.7
53400	305.8	159300	126	265200	24.6
53700	298.6	159600	125.2	265500	24.5
54000	291.5	159900	124.5	265800	24.4
54300	284.6	160200	123.7	266100	24.3
54600	277.8	160500	123	266400	24.2
54900	271.1	160800	122.2	266700	24.2
55200	264.6	161100	121.5	267000	24.1
55500	258.1	161400	120.7	267300	24
55800	251.7	161700	120	267600	23.9
56100	245.5	162000	119.3	267900	23.8

HIETOGRAMA DE SALIDA HEC-HMS (CON EMBALSE) T= 500 AÑOS

Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)	Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)	Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)
56400	239.3	162300	118.6	268200	23.7
56700	233.2	162600	117.9	268500	23.6
57000	227.2	162900	117.2	268800	23.6
57300	221.3	163200	116.5	269100	23.5
57600	215.5	163500	115.8	269400	23.4
57900	209.8	163800	115.1	269700	23.3
58200	204.3	164100	114.4	270000	23.2
58500	198.8	164400	113.7	270300	23.2
58800	193.6	164700	113.1	270600	23.1
59100	188.4	165000	112.4	270900	23
59400	183.5	165300	111.7	271200	22.9
59700	178.7	165600	111.1	271500	22.8
60000	174.1	165900	110.4	271800	22.8
60300	169.7	166200	109.8	272100	22.7
60600	165.5	166500	109.1	272400	22.6
60900	161.5	166800	108.5	272700	22.5
61200	157.7	167100	107.9	273000	22.4
61500	154.2	167400	107.2	273300	22.4
61800	150.8	167700	106.6	273600	22.3
62100	147.7	168000	106	273900	22.2
62400	144.8	168300	105.4	274200	22.1
62700	142.1	168600	104.8	274500	22.1
63000	139.6	168900	104.2	274800	22
63300	137.3	169200	103.6	275100	21.9
63600	135.2	169500	103	275400	21.8
63900	133.2	169800	102.4	275700	21.8
64200	131.5	170100	101.8	276000	21.7
64500	129.9	170400	101.2	276300	21.6
64800	128.5	170700	100.6	276600	21.5
65100	127.3	171000	100.1	276900	21.5
65400	126.2	171300	99.5	277200	21.4
65700	125.3	171600	98.9	277500	21.3
66000	124.5	171900	98.4	277800	21.2
66300	123.9	172200	97.8	278100	21.2
66600	123.4	172500	97.3	278400	21.1
66900	123.1	172800	96.7	278700	21
67200	123	173100	96.2	279000	21
67500	122.9	173400	95.7	279300	20.9

HIETOGRAMA DE SALIDA HEC-HMS (CON EMBALSE) T= 500 AÑOS

Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)	Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)	Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)
67800	123.1	173700	95.1	279600	20.8
68100	123.3	174000	94.6	279900	20.7
68400	123.8	174300	94.1	280200	20.7
68700	124.4	174600	93.5	280500	20.6
69000	125.1	174900	93	280800	20.5
69300	126	175200	92.5	281100	20.5
69600	127	175500	92	281400	20.4
69900	128.2	175800	91.5	281700	20.3
70200	129.6	176100	91	282000	20.3
70500	131.1	176400	90.5	282300	20.2
70800	132.8	176700	90	282600	20.1
71100	134.6	177000	89.5	282900	20.1
71400	136.6	177300	89	283200	20
71700	138.8	177600	88.5	283500	19.9
72000	141.1	177900	88	283800	19.9
72300	143.6	178200	87.5	284100	19.8
72600	146.2	178500	87.1	284400	19.7
72900	149	178800	86.6	284700	19.7
73200	152	179100	86.1	285000	19.6
73500	155.1	179400	85.7	285300	19.5
73800	158.3	179700	85.2	285600	19.5
74100	161.7	180000	84.7	285900	19.4
74400	165.3	180300	84.3	286200	19.3
74700	168.9	180600	83.8	286500	19.3
75000	172.7	180900	83.4	286800	19.2
75300	176.6	181200	82.9	287100	19.2
75600	180.6	181500	82.5	287400	19.1
75900	184.7	181800	82.1	287700	19
76200	188.9	182100	81.6	288000	19
76500	193.2	182400	81.2	288300	18.9
76800	197.6	182700	80.8	288600	18.8
77100	202	183000	80.3	288900	18.8
77400	206.6	183300	79.9	289200	18.7
77700	211.2	183600	79.5	289500	18.7
78000	215.8	183900	79.1	289800	18.6
78300	220.5	184200	78.7	290100	18.5
78600	225.3	184500	78.2	290400	18.5

HIETOGRAMA DE SALIDA HEC-HMS (CON EMBALSE) T= 500 AÑOS

Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)	Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)	Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)
78900	230	184800	77.8	290700	18.4
79200	234.8	185100	77.4	291000	18.4
79500	239.6	185400	77	291300	18.3
79800	244.4	185700	76.6	291600	18.2
80100	249.2	186000	76.2	291900	18.2
80400	254	186300	75.8	292200	18.1
80700	258.8	186600	75.4	292500	18.1
81000	263.5	186900	75	292800	18
81300	268.2	187200	74.7	293100	17.9
81600	272.9	187500	74.3	293400	17.9
81900	277.5	187800	73.9	293700	17.8
82200	282.1	188100	73.5	294000	17.8
82500	286.6	188400	73.1	294300	17.7
82800	291.1	188700	72.8	294600	17.7
83100	295.5	189000	72.4	294900	17.6
83400	299.9	189300	72	295200	17.6
83700	304.1	189600	71.7	295500	17.5
84000	308.3	189900	71.3	295800	17.4
84300	312.4	190200	70.9	296100	17.4
84600	316.5	190500	70.6	296400	17.3
84900	320.4	190800	70.2	296700	17.3
85200	324.2	191100	69.9	297000	17.2
85500	328	191400	69.5	297300	17.2
85800	331.7	191700	69.2	297600	17.1
86100	335.2	192000	68.8	297900	17.1
86400	338.7	192300	68.5	298200	17
86700	342.1	192600	68.1	298500	16.9
87000	345.4	192900	67.8	298800	16.9
87300	348.5	193200	67.4	299100	16.8
87600	351.6	193500	67.1	299400	16.8
87900	354.6	193800	66.8	299700	16.7
88200	357.5	194100	66.4	300000	16.7
88500	360.3	194400	66.1	300300	16.6
88800	363	194700	65.8	300600	16.6
89100	365.6	195000	65.5	300900	16.5
89400	368.1	195300	65.1	301200	16.5
89700	370.5	195600	64.8	301500	16.4
90000	372.8	195900	64.5	301800	16.4

HIETOGRAMA DE SALIDA HEC-HMS (CON EMBALSE) T= 500 AÑOS

Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)	Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)	Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)
90300	375	196200	64.2	302100	16.3
90600	377.2	196500	63.9	302400	16.3
90900	379.2	196800	63.6	302700	16.2
91200	381.1	197100	63.2	303000	16.2
91500	383	197400	62.9	303300	16.1
91800	384.8	197700	62.6	303600	16.1
92100	386.4	198000	62.3	303900	16
92400	388	198300	62	304200	16
92700	389.5	198600	61.7	304500	15.9
93000	390.9	198900	61.4	304800	15.9
93300	392.3	199200	61.1	305100	15.8
93600	393.5	199500	60.8	305400	15.8
93900	394.7	199800	60.5	305700	15.7
94200	395.7	200100	60.3	306000	15.7
94500	396.7	200400	60	306300	15.6
94800	397.6	200700	59.7	306600	15.6
95100	398.5	201000	59.4	306900	15.5
95400	399.2	201300	59.1	307200	15.5
95700	399.9	201600	58.8	307500	15.4
96000	400.5	201900	58.5	307800	15.4
96300	401	202200	58.3	308100	15.3
96600	401.4	202500	58	308400	15.3
96900	401.8	202800	57.7	308700	15.3
97200	402.1	203100	57.4	309000	15.2
97500	402.3	203400	57.2	309300	15.2
97800	402.4	203700	56.9	309600	15.1
98100	402.5	204000	56.6	309900	15.1
98400	402.5	204300	56.4	310200	15
98700	402.4	204600	56.1	310500	15
99000	402.2	204900	55.8	310800	14.9
99300	402	205200	55.6	311100	14.9
99600	401.8	205500	55.3	311400	14.8
99900	401.4	205800	55.1	311700	14.8
100200	401	206100	54.8	312000	14.8
100500	400.5	206400	54.5	312300	14.7
100800	400	206700	54.3	312600	14.7
101100	399.4	207000	54	312900	14.6

HIETOGRAMA DE SALIDA HEC-HMS (CON EMBALSE) T= 500 AÑOS

Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)	Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)	Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)
101400	398.8	207300	53.8	313200	14.6
101700	398.1	207600	53.5	313500	14.5
102000	397.3	207900	53.3	313800	14.5
102300	396.5	208200	53.1	314100	14.4
102600	395.6	208500	52.8	314400	14.4
102900	394.7	208800	52.6	314700	14.4
103200	393.7	209100	52.3	315000	14.3
103500	392.7	209400	52.1	315300	14.3
103800	391.6	209700	51.8	315600	14.2
104100	390.5	210000	51.6	315900	14.2
104400	389.4	210300	51.4	316200	14.1
104700	388.2	210600	51.1	316500	14.1
105000	386.9	210900	50.9	316800	14.1
105300	385.6	211200	50.7		
105600	384.3	211500	50.4		

HIETOGRAMA DE SALIDA HEC-HMS (CON EMBALSE) T= 100 AÑOS

Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)	Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)	Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)
0	0	105000	225.2	209700	38.4
300	0.1	105300	224.5	210000	38.2
600	0.1	105600	223.8	210300	38
900	0.1	105900	223	210600	37.9
1200	0.1	106200	222.3	210900	37.7
1500	0.1	106500	221.5	211200	37.6
1800	0.2	106800	220.8	211500	37.4
2100	0.2	107100	220	211800	37.3
2400	0.3	107400	219.2	212100	37.1
2700	0.4	107700	218.3	212400	37
3000	0.4	108000	217.5	212700	36.8
3300	0.5	108300	216.7	213000	36.7
3600	0.6	108600	215.8	213300	36.5
3900	0.8	108900	214.9	213600	36.4
4200	0.9	109200	214	213900	36.2
4500	1.1	109500	213.2	214200	36.1
4800	1.3	109800	212.2	214500	35.9
5100	1.5	110100	211.3	214800	35.8
5400	1.7	110400	210.4	215100	35.6
5700	2	110700	209.5	215400	35.5
6000	2.3	111000	208.5	215700	35.3
6300	2.7	111300	207.6	216000	35.2
6600	3	111600	206.6	216300	35.1
6900	3.5	111900	205.7	216600	34.9
7200	3.9	112200	204.7	216900	34.8
7500	4.4	112500	203.7	217200	34.6
7800	5	112800	202.8	217500	34.5
8100	5.6	113100	201.8	217800	34.4
8400	6.3	113400	200.8	218100	34.2
8700	7	113700	199.8	218400	34.1
9000	7.8	114000	198.8	218700	34
9300	8.7	114300	197.8	219000	33.8
9600	9.7	114600	196.8	219300	33.7
9900	10.7	114900	195.8	219600	33.6
10200	11.8	115200	194.8	219900	33.4
10500	13	115500	193.8	220200	33.3
10800	14.3	115800	192.8	220500	33.2

HIETOGRAMA DE SALIDA HEC-HMS (CON EMBALSE) T= 100 AÑOS

Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)	Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)	Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)
11100	15.8	116100	191.8	220800	33
11400	17.3	116400	190.8	221100	32.9
11700	19	116700	189.8	221400	32.8
12000	20.9	117000	188.8	221700	32.6
12300	22.9	117300	187.8	222000	32.5
12600	25.2	117600	186.8	222300	32.4
12900	27.7	117900	185.8	222600	32.3
13200	30.4	118200	184.8	222900	32.1
13500	33.4	118500	183.8	223200	32
13800	36.8	118800	182.8	223500	31.9
14100	40.5	119100	181.8	223800	31.8
14400	44.6	119400	180.8	224100	31.6
14700	49.1	119700	179.8	224400	31.5
15000	54	120000	178.8	224700	31.4
15300	59.4	120300	177.8	225000	31.3
15600	65.2	120600	176.8	225300	31.2
15900	71.5	120900	175.8	225600	31
16200	78.2	121200	174.8	225900	30.9
16500	85.4	121500	173.8	226200	30.8
16800	93.1	121800	172.8	226500	30.7
17100	101.2	122100	171.9	226800	30.6
17400	109.8	122400	170.9	227100	30.4
17700	118.7	122700	169.9	227400	30.3
18000	128.1	123000	169	227700	30.2
18300	137.8	123300	168	228000	30.1
18600	147.8	123600	167	228300	30
18900	158.1	123900	166.1	228600	29.9
19200	168.5	124200	165.1	228900	29.8
19500	179.1	124500	164.2	229200	29.6
19800	189.8	124800	163.2	229500	29.5
20100	200.5	125100	162.3	229800	29.4
20400	211.1	125400	161.4	230100	29.3
20700	221.6	125700	160.4	230400	29.2
21000	232	126000	159.5	230700	29.1
21300	242.2	126300	158.6	231000	29
21600	252.2	126600	157.7	231300	28.9
21900	262.1	126900	156.7	231600	28.8
22200	271.8	127200	155.8	231900	28.7

HIETOGRAMA DE SALIDA HEC-HMS (CON EMBALSE) T= 100 AÑOS

Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)	Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)	Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)
22500	281.4	127500	154.9	232200	28.5
22800	290.8	127800	154	232500	28.4
23100	300.1	128100	153.1	232800	28.3
23400	309.2	128400	152.2	233100	28.2
23700	318.3	128700	151.4	233400	28.1
24000	327.1	129000	150.5	233700	28
24300	335.8	129300	149.6	234000	27.9
24600	344.1	129600	148.7	234300	27.8
24900	352.1	129900	147.9	234600	27.7
25200	359.6	130200	147	234900	27.6
25500	366.5	130500	146.1	235200	27.5
25800	372.7	130800	145.3	235500	27.4
26100	378.2	131100	144.4	235800	27.3
26400	382.8	131400	143.6	236100	27.2
26700	386.4	131700	142.7	236400	27.1
27000	389	132000	141.9	236700	27
27300	390.6	132300	141.1	237000	26.9
27600	391.2	132600	140.3	237300	26.8
27900	390.7	132900	139.4	237600	26.7
28200	389.3	133200	138.6	237900	26.6
28500	387	133500	137.8	238200	26.5
28800	383.9	133800	137	238500	26.4
29100	380.2	134100	136.2	238800	26.3
29400	375.9	134400	135.4	239100	26.2
29700	371.3	134700	134.6	239400	26.1
30000	366.4	135000	133.8	239700	26
30300	361.5	135300	133	240000	25.9
30600	356.7	135600	132.3	240300	25.8
30900	352.1	135900	131.5	240600	25.7
31200	347.8	136200	130.7	240900	25.6
31500	344	136500	130	241200	25.6
31800	340.8	136800	129.2	241500	25.5
32100	338.1	137100	128.5	241800	25.4
32400	336.1	137400	127.7	242100	25.3
32700	334.8	137700	127	242400	25.2
33000	334.2	138000	126.2	242700	25.1
33300	334.2	138300	125.5	243000	25

HIETOGRAMA DE SALIDA HEC-HMS (CON EMBALSE) T= 100 AÑOS

Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)	Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)	Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)
33600	334.9	138600	124.8	243300	24.9
33900	336.2	138900	124	243600	24.8
34200	338.1	139200	123.3	243900	24.7
34500	340.6	139500	122.6	244200	24.7
34800	343.5	139800	121.9	244500	24.6
35100	346.9	140100	121.2	244800	24.5
35400	350.6	140400	120.5	245100	24.4
35700	354.5	140700	119.8	245400	24.3
36000	358.7	141000	119.1	245700	24.2
36300	362.9	141300	118.4	246000	24.1
36600	367.2	141600	117.7	246300	24
36900	371.4	141900	117	246600	24
37200	375.4	142200	116.4	246900	23.9
37500	379.2	142500	115.7	247200	23.8
37800	382.8	142800	115	247500	23.7
38100	386	143100	114.4	247800	23.6
38400	388.9	143400	113.7	248100	23.5
38700	391.3	143700	113	248400	23.5
39000	393.3	144000	112.4	248700	23.4
39300	394.8	144300	111.8	249000	23.3
39600	395.9	144600	111.1	249300	23.2
39900	396.4	144900	110.5	249600	23.1
40200	396.4	145200	109.8	249900	23.1
40500	396	145500	109.2	250200	23
40800	395	145800	108.6	250500	22.9
41100	393.6	146100	108	250800	22.8
41400	391.7	146400	107.4	251100	22.7
41700	389.3	146700	106.7	251400	22.7
42000	386.6	147000	106.1	251700	22.6
42300	383.3	147300	105.5	252000	22.5
42600	379.7	147600	104.9	252300	22.4
42900	375.7	147900	104.3	252600	22.3
43200	371.4	148200	103.8	252900	22.3
43500	366.7	148500	103.2	253200	22.2
43800	361.7	148800	102.6	253500	22.1
44100	356.5	149100	102	253800	22
44400	351	149400	101.4	254100	22
44700	345.2	149700	100.9	254400	21.9

HIETOGRAMA DE SALIDA HEC-HMS (CON EMBALSE) T= 100 AÑOS

Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)	Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)	Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)
45000	339.3	150000	100.3	254700	21.8
45300	333.2	150300	99.7	255000	21.7
45600	326.9	150600	99.2	255300	21.7
45900	320.6	150900	98.6	255600	21.6
46200	314.2	151200	98.1	255900	21.5
46500	307.7	151500	97.5	256200	21.4
46800	301.3	151800	97	256500	21.4
47100	294.8	152100	96.4	256800	21.3
47400	288.5	152400	95.9	257100	21.2
47700	282.1	152700	95.4	257400	21.2
48000	275.9	153000	94.9	257700	21.1
48300	269.7	153300	94.3	258000	21
48600	263.6	153600	93.8	258300	20.9
48900	257.7	153900	93.3	258600	20.9
49200	251.8	154200	92.8	258900	20.8
49500	246	154500	92.3	259200	20.7
49800	240.4	154800	91.8	259500	20.7
50100	234.8	155100	91.3	259800	20.6
50400	229.4	155400	90.8	260100	20.5
50700	224	155700	90.3	260400	20.4
51000	218.7	156000	89.8	260700	20.4
51300	213.6	156300	89.3	261000	20.3
51600	208.5	156600	88.8	261300	20.2
51900	203.5	156900	88.3	261600	20.2
52200	198.6	157200	87.8	261900	20.1
52500	193.8	157500	87.4	262200	20
52800	189	157800	86.9	262500	20
53100	184.3	158100	86.4	262800	19.9
53400	179.7	158400	86	263100	19.8
53700	175.2	158700	85.5	263400	19.8
54000	170.8	159000	85	263700	19.7
54300	166.4	159300	84.6	264000	19.6
54600	162.1	159600	84.1	264300	19.6
54900	157.9	159900	83.7	264600	19.5
55200	153.8	160200	83.2	264900	19.5
55500	149.7	160500	82.8	265200	19.4
55800	145.8	160800	82.4	265500	19.3

HIETOGRAMA DE SALIDA HEC-HMS (CON EMBALSE) T= 100 AÑOS

Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)	Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)	Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)
56100	142	161100	81.9	265800	19.3
56400	138.3	161400	81.5	266100	19.2
56700	134.6	161700	81.1	266400	19.1
57000	131.2	162000	80.6	266700	19.1
57300	127.8	162300	80.2	267000	19
57600	124.6	162600	79.8	267300	18.9
57900	121.5	162900	79.4	267600	18.9
58200	118.5	163200	78.9	267900	18.8
58500	115.6	163500	78.5	268200	18.8
58800	112.9	163800	78.1	268500	18.7
59100	110.4	164100	77.7	268800	18.6
59400	107.9	164400	77.3	269100	18.6
59700	105.6	164700	76.9	269400	18.5
60000	103.4	165000	76.5	269700	18.5
60300	101.4	165300	76.1	270000	18.4
60600	99.4	165600	75.7	270300	18.3
60900	97.6	165900	75.3	270600	18.3
61200	95.9	166200	74.9	270900	18.2
61500	94.2	166500	74.6	271200	18.2
61800	92.7	166800	74.2	271500	18.1
62100	91.3	167100	73.8	271800	18
62400	89.9	167400	73.4	272100	18
62700	88.7	167700	73	272400	17.9
63000	87.5	168000	72.7	272700	17.9
63300	86.4	168300	72.3	273000	17.8
63600	85.4	168600	71.9	273300	17.8
63900	84.5	168900	71.6	273600	17.7
64200	83.7	169200	71.2	273900	17.6
64500	82.9	169500	70.8	274200	17.6
64800	82.2	169800	70.5	274500	17.5
65100	81.6	170100	70.1	274800	17.5
65400	81.1	170400	69.8	275100	17.4
65700	80.7	170700	69.4	275400	17.4
66000	80.3	171000	69.1	275700	17.3
66300	80.1	171300	68.7	276000	17.3
66600	79.9	171600	68.4	276300	17.2
66900	79.8	171900	68	276600	17.1
67200	79.8	172200	67.7	276900	17.1

HIETOGRAMA DE SALIDA HEC-HMS (CON EMBALSE) T= 100 AÑOS

Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)	Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)	Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)
67500	79.9	172500	67.4	277200	17
67800	80.1	172800	67	277500	17
68100	80.4	173100	66.7	277800	16.9
68400	80.8	173400	66.4	278100	16.9
68700	81.2	173700	66	278400	16.8
69000	81.8	174000	65.7	278700	16.8
69300	82.5	174300	65.4	279000	16.7
69600	83.3	174600	65.1	279300	16.7
69900	84.2	174900	64.7	279600	16.6
70200	85.2	175200	64.4	279900	16.6
70500	86.3	175500	64.1	280200	16.5
70800	87.5	175800	63.8	280500	16.5
71100	88.8	176100	63.5	280800	16.4
71400	90.2	176400	63.2	281100	16.4
71700	91.7	176700	62.9	281400	16.3
72000	93.2	177000	62.5	281700	16.3
72300	94.9	177300	62.2	282000	16.2
72600	96.6	177600	61.9	282300	16.2
72900	98.5	177900	61.6	282600	16.1
73200	100.4	178200	61.3	282900	16.1
73500	102.4	178500	61.1	283200	16
73800	104.4	178800	60.8	283500	16
74100	106.6	179100	60.5	283800	15.9
74400	108.7	179400	60.2	284100	15.9
74700	111	179700	59.9	284400	15.8
75000	113.3	180000	59.6	284700	15.8
75300	115.7	180300	59.3	285000	15.7
75600	118.1	180600	59	285300	15.7
75900	120.5	180900	58.7	285600	15.6
76200	123	181200	58.5	285900	15.6
76500	125.5	181500	58.2	286200	15.5
76800	128.1	181800	57.9	286500	15.5
77100	130.6	182100	57.6	286800	15.4
77400	133.2	182400	57.4	287100	15.4
77700	135.8	182700	57.1	287400	15.3
78000	138.4	183000	56.8	287700	15.3
78300	141	183300	56.6	288000	15.2

HIETOGRAMA DE SALIDA HEC-HMS (CON EMBALSE) T= 100 AÑOS

Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)	Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)	Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)
78600	143.6	183600	56.3	288300	15.2
78900	146.3	183900	56	288600	15.1
79200	148.9	184200	55.8	288900	15.1
79500	151.4	184500	55.5	289200	15.1
79800	154	184800	55.2	289500	15
80100	156.6	185100	55	289800	15
80400	159.1	185400	54.7	290100	14.9
80700	161.6	185700	54.5	290400	14.9
81000	164.1	186000	54.2	290700	14.8
81300	166.6	186300	54	291000	14.8
81600	169	186600	53.7	291300	14.7
81900	171.4	186900	53.5	291600	14.7
82200	173.7	187200	53.2	291900	14.7
82500	176.1	187500	53	292200	14.6
82800	178.3	187800	52.7	292500	14.6
83100	180.6	188100	52.5	292800	14.5
83400	182.8	188400	52.3	293100	14.5
83700	184.9	188700	52	293400	14.4
84000	187	189000	51.8	293700	14.4
84300	189.1	189300	51.5	294000	14.3
84600	191.1	189600	51.3	294300	14.3
84900	193.1	189900	51.1	294600	14.3
85200	195	190200	50.8	294900	14.2
85500	196.9	190500	50.6	295200	14.2
85800	198.7	190800	50.4	295500	14.1
86100	200.5	191100	50.2	295800	14.1
86400	202.2	191400	49.9	296100	14.1
86700	203.9	191700	49.7	296400	14
87000	205.5	192000	49.5	296700	14
87300	207.1	192300	49.3	297000	13.9
87600	208.7	192600	49	297300	13.9
87900	210.2	192900	48.8	297600	13.8
88200	211.6	193200	48.6	297900	13.8
88500	213	193500	48.4	298200	13.8
88800	214.4	193800	48.2	298500	13.7
89100	215.7	194100	48	298800	13.7
89400	216.9	194400	47.7	299100	13.6
89700	218.1	194700	47.5	299400	13.6

HIETOGRAMA DE SALIDA HEC-HMS (CON EMBALSE) T= 100 AÑOS

Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)	Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)	Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)
90000	219.3	195000	47.3	299700	13.6
90300	220.4	195300	47.1	300000	13.5
90600	221.5	195600	46.9	300300	13.5
90900	222.5	195900	46.7	300600	13.4
91200	223.5	196200	46.5	300900	13.4
91500	224.4	196500	46.3	301200	13.4
91800	225.3	196800	46.1	301500	13.3
92100	226.1	197100	45.9	301800	13.3
92400	226.9	197400	45.7	302100	13.3
92700	227.7	197700	45.5	302400	13.2
93000	228.4	198000	45.3	302700	13.2
93300	229	198300	45.1	303000	13.1
93600	229.7	198600	44.9	303300	13.1
93900	230.2	198900	44.7	303600	13.1
94200	230.8	199200	44.5	303900	13
94500	231.3	199500	44.3	304200	13
94800	231.7	199800	44.1	304500	12.9
95100	232.1	200100	43.9	304800	12.9
95400	232.5	200400	43.7	305100	12.9
95700	232.8	200700	43.5	305400	12.8
96000	233	201000	43.4	305700	12.8
96300	233.3	201300	43.2	306000	12.8
96600	233.5	201600	43	306300	12.7
96900	233.6	201900	42.8	306600	12.7
97200	233.7	202200	42.6	306900	12.7
97500	233.8	202500	42.4	307200	12.6
97800	233.9	202800	42.3	307500	12.6
98100	233.9	203100	42.1	307800	12.5
98400	233.8	203400	41.9	308100	12.5
98700	233.8	203700	41.7	308400	12.5
99000	233.6	204000	41.5	308700	12.4
99300	233.5	204300	41.4	309000	12.4
99600	233.3	204600	41.2	309300	12.4
99900	233.1	204900	41	309600	12.3
100200	232.9	205200	40.8	309900	12.3
100500	232.6	205500	40.7	310200	12.3
100800	232.3	205800	40.5	310500	12.2

HIETOGRAMA DE SALIDA HEC-HMS (CON EMBALSE) T= 100 AÑOS

Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)	Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)	Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)
101100	232	206100	40.3	310800	12.2
101400	231.6	206400	40.2	311100	12.2
101700	231.2	206700	40	311400	12.1
102000	230.8	207000	39.8	311700	12.1
102300	230.3	207300	39.7	312000	12.1
102600	229.8	207600	39.5	312300	12
102900	229.3	207900	39.3	312600	12
103200	228.8	208200	39.2	312900	12
103500	228.3	208500	39	313200	11.9
103800	227.7	208800	38.8	313500	11.9
104100	227.1	209100	38.7		
104400	226.5	209400	38.5		
104700	225.8	105000	225.2		

HIETOGRAMA DE SALIDA HEC-HMS (SIN EMBALSE) T= 500 AÑOS

Tiempo (segundos)	Caudal (m ³ /s)	Tiempo (segundos)	Caudal (m ³ /s)	Tiempo (segundos)	Caudal (m ³ /s)
0	0	57600	340.4	115200	99.9
300	0.1	57900	343.7	115500	97.2
600	0.1	58200	347.7	115800	94.6
900	0.1	58500	352.4	116100	92.1
1200	0.1	58800	357.8	116400	89.7
1500	0.2	59100	364	116700	87.3
1800	0.2	59400	370.8	117000	84.9
2100	0.3	59700	378.5	117300	82.7
2400	0.4	60000	386.8	117600	80.5
2700	0.4	60300	396	117900	78.3
3000	0.5	60600	405.8	118200	76.3
3300	0.6	60900	416.4	118500	74.2
3600	0.8	61200	427.8	118800	72.3
3900	0.9	61500	439.9	119100	70.3
4200	1.1	61800	452.7	119400	68.5
4500	1.3	62100	466.2	119700	66.7
4800	1.5	62400	480.3	120000	64.9
5100	1.8	62700	495.1	120300	63.2
5400	2.1	63000	510.5	120600	61.5
5700	2.4	63300	526.4	120900	59.9
6000	2.8	63600	542.9	121200	58.3
6300	3.2	63900	559.9	121500	56.7
6600	3.6	64200	577.2	121800	55.2
6900	4.1	64500	595	122100	53.7
7200	4.6	64800	613	122400	52.3
7500	5.2	65100	631.3	122700	50.9
7800	5.8	65400	649.8	123000	49.6
8100	6.6	65700	668.4	123300	48.2
8400	7.3	66000	687.1	123600	47
8700	8.1	66300	705.7	123900	45.7
9000	9	66600	724.3	124200	44.5
9300	10	66900	742.8	124500	43.3
9600	11.1	67200	761	124800	42.1
9900	12.2	67500	779	125100	41
10200	13.4	67800	796.6	125400	39.9
10500	14.7	68100	813.9	125700	38.9
10800	16.1	68400	830.7	126000	37.8

HIETOGRAMA DE SALIDA HEC-HMS (SIN EMBALSE) T= 500 AÑOS

Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)	Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)	Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)
11100	17.5	68700	847.1	126300	36.8
11400	19.1	69000	862.9	126600	35.9
11700	20.8	69300	878.2	126900	34.9
12000	22.6	69600	892.8	127200	34
12300	24.5	69900	906.9	127500	33.1
12600	26.5	70200	920.3	127800	32.2
12900	28.7	70500	933	128100	31.4
13200	30.9	70800	945	128400	30.5
13500	33.4	71100	956.3	128700	29.7
13800	36	71400	966.9	129000	28.9
14100	38.7	71700	976.8	129300	28.2
14400	41.7	72000	986	129600	27.4
14700	44.9	72300	994.4	129900	26.7
15000	48.3	72600	1002.1	130200	26
15300	52.1	72900	1009.1	130500	25.3
15600	56.1	73200	1015.3	130800	24.7
15900	60.6	73500	1020.8	131100	24
16200	65.4	73800	1025.6	131400	23.4
16500	70.7	74100	1029.7	131700	22.8
16800	76.5	74400	1033.1	132000	22.2
17100	82.9	74700	1035.8	132300	21.6
17400	89.9	75000	1037.9	132600	21
17700	97.4	75300	1039.2	132900	20.4
18000	105.6	75600	1040	133200	19.9
18300	114.5	75900	1040.1	133500	19.4
18600	124	76200	1039.5	133800	18.8
18900	134.1	76500	1038.4	134100	18.3
19200	144.9	76800	1036.7	134400	17.8
19500	156.4	77100	1034.4	134700	17.3
19800	168.5	77400	1031.5	135000	16.9
20100	181.2	77700	1028.1	135300	16.4
20400	194.4	78000	1024.1	135600	16
20700	208.3	78300	1019.7	135900	15.5
21000	222.6	78600	1014.7	136200	15.1
21300	237.3	78900	1009.3	136500	14.6
21600	252.4	79200	1003.4	136800	14.2
21900	267.8	79500	997.1	137100	13.8
22200	283.3	79800	990.3	137400	13.4

HIETOGRAMA DE SALIDA HEC-HMS (SIN EMBALSE) T= 500 AÑOS

Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)	Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)	Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)
22500	298.9	80100	983.1	137700	13
22800	314.5	80400	975.4	138000	12.7
23100	330	80700	967.4	138300	12.3
23400	345.3	81000	959	138600	11.9
23700	360.4	81300	950.3	138900	11.6
24000	375.2	81600	941.2	139200	11.2
24300	389.7	81900	931.8	139500	10.8
24600	404	82200	922.1	139800	10.5
24900	418	82500	912.2	140100	10.2
25200	431.7	82800	902	140400	9.8
25500	445.2	83100	891.5	140700	9.5
25800	458.5	83400	880.9	141000	9.2
26100	471.5	83700	870.1	141300	8.9
26400	484.2	84000	859.2	141600	8.6
26700	496.6	84300	848.2	141900	8.3
27000	508.6	84600	837.1	142200	8
27300	520.2	84900	825.9	142500	7.7
27600	531.1	85200	814.7	142800	7.5
27900	541.3	85500	803.5	143100	7.2
28200	550.6	85800	792.3	143400	6.9
28500	559	86100	781.2	143700	6.7
28800	566.2	86400	770.1	144000	6.4
29100	572.1	86700	759	144300	6.2
29400	576.7	87000	748.1	144600	5.9
29700	579.9	87300	737.2	144900	5.7
30000	581.6	87600	726.5	145200	5.5
30300	582	87900	715.8	145500	5.3
30600	580.9	88200	705.3	145800	5.1
30900	578.5	88500	694.9	146100	4.9
31200	574.9	88800	684.6	146400	4.7
31500	570.2	89100	674.4	146700	4.5
31800	564.6	89400	664.4	147000	4.3
32100	558.4	89700	654.5	147300	4.1
32400	551.7	90000	644.6	147600	4
32700	544.7	90300	634.9	147900	3.8
33000	537.7	90600	625.3	148200	3.7
33300	530.8	90900	615.8	148500	3.5

HIETOGRAMA DE SALIDA HEC-HMS (SIN EMBALSE) T= 500 AÑOS

Tiempo (segundos)	Caudal (m ³ /s)	Tiempo (segundos)	Caudal (m ³ /s)	Tiempo (segundos)	Caudal (m ³ /s)
33600	524.3	91200	606.4	148800	3.4
33900	518.4	91500	597.1	149100	3.3
34200	513.1	91800	587.9	149400	3.1
34500	508.6	92100	578.7	149700	3
34800	505	92400	569.7	150000	2.9
35100	502.4	92700	560.7	150300	2.8
35400	500.7	93000	551.8	150600	2.7
35700	500	93300	542.9	150900	2.6
36000	500.3	93600	534.2	151200	2.5
36300	501.6	93900	525.5	151500	2.4
36600	503.7	94200	516.8	151800	2.3
36900	506.7	94500	508.2	152100	2.2
37200	510.5	94800	499.6	152400	2.1
37500	514.9	95100	491.1	152700	2.1
37800	519.9	95400	482.7	153000	2
38100	525.4	95700	474.2	153300	1.9
38400	531.2	96000	465.9	153600	1.8
38700	537.2	96300	457.6	153900	1.8
39000	543.3	96600	449.3	154200	1.7
39300	549.5	96900	441.1	154500	1.6
39600	555.4	97200	432.9	154800	1.6
39900	561.2	97500	424.8	155100	1.5
40200	566.6	97800	416.7	155400	1.5
40500	571.5	98100	408.7	155700	1.4
40800	575.9	98400	400.7	156000	1.3
41100	579.7	98700	392.8	156300	1.3
41400	582.9	99000	385	156600	1.2
41700	585.5	99300	377.3	156900	1.2
42000	587.3	99600	369.6	157200	1.1
42300	588.3	99900	362	157500	1.1
42600	588.7	100200	354.5	157800	1.1
42900	588.3	100500	347.1	158100	1
43200	587.2	100800	339.7	158400	1
43500	585.3	101100	332.4	158700	0.9
43800	582.8	101400	325.2	159000	0.9
44100	579.6	101700	318.2	159300	0.9
44400	575.7	102000	311.1	159600	0.8
44700	571.2	102300	304.2	159900	0.8

HIETOGRAMA DE SALIDA HEC-HMS (SIN EMBALSE) T= 500 AÑOS

Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)	Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)	Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)
45000	566.1	102600	297.4	160200	0.7
45300	560.5	102900	290.7	160500	0.7
45600	554.4	103200	284	160800	0.7
45900	547.7	103500	277.5	161100	0.7
46200	540.7	103800	271.1	161400	0.6
46500	533.2	104100	264.7	161700	0.6
46800	525.4	104400	258.4	162000	0.6
47100	517.3	104700	252.3	162300	0.5
47400	508.9	105000	246.2	162600	0.5
47700	500.3	105300	240.3	162900	0.5
48000	491.6	105600	234.4	163200	0.5
48300	482.7	105900	228.6	163500	0.4
48600	473.8	106200	223	163800	0.4
48900	464.9	106500	217.4	164100	0.4
49200	456	106800	212	164400	0.4
49500	447.3	107100	206.6	164700	0.3
49800	438.7	107400	201.4	165000	0.3
50100	430.2	107700	196.2	165300	0.3
50400	422	108000	191.2	165600	0.3
50700	414.1	108300	186.2	165900	0.3
51000	406.4	108600	181.4	166200	0.3
51300	399	108900	176.6	166500	0.2
51600	391.9	109200	172	166800	0.2
51900	385.2	109500	167.5	167100	0.2
52200	378.7	109800	163	167400	0.2
52500	372.7	110100	158.7	167700	0.2
52800	367	110400	154.5	168000	0.2
53100	361.8	110700	150.3	168300	0.2
53400	356.9	111000	146.3	168600	0.1
53700	352.4	111300	142.4	168900	0.1
54000	348.4	111600	138.6	169200	0.1
54300	344.8	111900	134.9	169500	0.1
54600	341.7	112200	131.2	169800	0.1
54900	339.1	112500	127.7	170100	0.1
55200	336.9	112800	124.3	170400	0.1
55500	335.3	113100	120.9	170700	0.1
55800	334.3	113400	117.6	171000	0.1

HIETOGRAMA DE SALIDA HEC-HMS (SIN EMBALSE) T= 500 AÑOS

Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)	Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)	Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)
56100	333.8	113700	114.5	171300	0.1
56400	333.9	114000	111.4	171600	0.1
56700	334.6	114300	108.4	171900	0
57000	335.9	114600	105.5		
57300	337.8	114900	102.7		

HIETOGRAMA DE SALIDA HEC-HMS (SIN EMBALSE) T= 100 AÑOS

Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)	Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)	Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)
0	0	56400	229.8	112800	67
300	0.1	56700	233.7	113100	65.2
600	0.1	57000	238.1	113400	63.5
900	0.1	57300	242.9	113700	61.8
1200	0.1	57600	248.3	114000	60.1
1500	0.1	57900	254.3	114300	58.5
1800	0.2	58200	260.7	114600	57
2100	0.2	58500	267.6	114900	55.5
2400	0.3	58800	275.1	115200	54
2700	0.4	59100	283	115500	52.5
3000	0.4	59400	291.5	115800	51.1
3300	0.5	59700	300.4	116100	49.8
3600	0.6	60000	309.8	116400	48.5
3900	0.8	60300	319.6	116700	47.2
4200	0.9	60600	329.8	117000	45.9
4500	1.1	60900	340.3	117300	44.7
4800	1.3	61200	351.3	117600	43.5
5100	1.5	61500	362.5	117900	42.4
5400	1.7	61800	374	118200	41.2
5700	2	62100	385.8	118500	40.1
6000	2.3	62400	397.8	118800	39.1
6300	2.7	62700	409.9	119100	38
6600	3	63000	422.2	119400	37
6900	3.5	63300	434.5	119700	36
7200	3.9	63600	446.9	120000	35.1
7500	4.4	63900	459.2	120300	34.1
7800	5	64200	471.5	120600	33.2
8100	5.6	64500	483.7	120900	32.4
8400	6.3	64800	495.7	121200	31.5
8700	7	65100	507.6	121500	30.7
9000	7.8	65400	519.2	121800	29.8
9300	8.7	65700	530.6	122100	29
9600	9.7	66000	541.7	122400	28.3
9900	10.7	66300	552.5	122700	27.5
10200	11.8	66600	563	123000	26.8
10500	13	66900	573	123300	26.1
10800	14.4	67200	582.7	123600	25.4

HIETOGRAMA DE SALIDA HEC-HMS (SIN EMBALSE) T= 100 AÑOS

Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)	Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)	Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)
11100	15.8	67500	592	123900	24.7
11400	17.4	67800	600.9	124200	24.1
11700	19.1	68100	609.3	124500	23.4
12000	20.9	68400	617.2	124800	22.8
12300	23	68700	624.8	125100	22.2
12600	25.2	69000	631.8	125400	21.6
12900	27.7	69300	638.4	125700	21
13200	30.4	69600	644.5	126000	20.5
13500	33.5	69900	650.2	126300	19.9
13800	36.8	70200	655.4	126600	19.4
14100	40.5	70500	660.1	126900	18.9
14400	44.6	70800	664.3	127200	18.4
14700	49.1	71100	668.1	127500	17.9
15000	54	71400	671.4	127800	17.5
15300	59.4	71700	674.3	128100	17
15600	65.2	72000	676.7	128400	16.6
15900	71.5	72300	678.6	128700	16.1
16200	78.3	72600	680.2	129000	15.7
16500	85.5	72900	681.3	129300	15.3
16800	93.1	73200	681.9	129600	14.9
17100	101.3	73500	682.2	129900	14.5
17400	109.8	73800	682.1	130200	14.1
17700	118.8	74100	681.5	130500	13.7
18000	128.1	74400	680.6	130800	13.4
18300	137.9	74700	679.3	131100	13
18600	147.9	75000	677.6	131400	12.6
18900	158.2	75300	675.6	131700	12.3
19200	168.7	75600	673.3	132000	12
19500	179.3	75900	670.6	132300	11.7
19800	190	76200	667.5	132600	11.3
20100	200.7	76500	664.2	132900	11
20400	211.3	76800	660.5	133200	10.7
20700	221.9	77100	656.6	133500	10.4
21000	232.3	77400	652.3	133800	10.1
21300	242.6	77700	647.8	134100	9.8
21600	252.7	78000	643	134400	9.6
21900	262.6	78300	637.9	134700	9.3
22200	272.3	78600	632.6	135000	9

HIETOGRAMA DE SALIDA HEC-HMS (SIN EMBALSE)**T= 100 AÑOS**

Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)	Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)	Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)
22500	281.9	78900	627	135300	8.8
22800	291.4	79200	621.3	135600	8.5
23100	300.7	79500	615.3	135900	8.3
23400	309.8	79800	609.1	136200	8
23700	318.8	80100	602.7	136500	7.8
24000	327.6	80400	596.2	136800	7.5
24300	336.1	80700	589.6	137100	7.3
24600	344.3	81000	582.8	137400	7.1
24900	352.2	81300	575.9	137700	6.8
25200	359.5	81600	568.9	138000	6.6
25500	366.2	81900	561.8	138300	6.4
25800	372.3	82200	554.7	138600	6.2
26100	377.6	82500	547.6	138900	6
26400	382	82800	540.4	139200	5.8
26700	385.5	83100	533.2	139500	5.6
27000	388.1	83400	526.1	139800	5.4
27300	389.6	83700	518.9	140100	5.2
27600	390.1	84000	511.8	140400	5
27900	389.7	84300	504.8	140700	4.8
28200	388.3	84600	497.7	141000	4.7
28500	386	84900	490.8	141300	4.5
28800	383	85200	483.9	141600	4.3
29100	379.3	85500	477	141900	4.2
29400	375.2	85800	470.3	142200	4
29700	370.7	86100	463.6	142500	3.8
30000	365.9	86400	456.9	142800	3.7
30300	361.1	86700	450.4	143100	3.5
30600	356.4	87000	443.9	143400	3.4
30900	351.9	87300	437.4	143700	3.3
31200	347.7	87600	431.1	144000	3.2
31500	344	87900	424.8	144300	3
31800	340.8	88200	418.5	144600	2.9
32100	338.2	88500	412.3	144900	2.8
32400	336.3	88800	406.2	145200	2.7
32700	335	89100	400.1	145500	2.6
33000	334.4	89400	394.1	145800	2.5
33300	334.4	89700	388.1	146100	2.4

HIETOGRAMA DE SALIDA HEC-HMS (SIN EMBALSE) T= 100 AÑOS

Tiempo (segundos)	Caudal (m ³ /s)	Tiempo (segundos)	Caudal (m ³ /s)	Tiempo (segundos)	Caudal (m ³ /s)
33600	335.1	90000	382.1	146400	2.3
33900	336.4	90300	376.2	146700	2.2
34200	338.3	90600	370.3	147000	2.1
34500	340.8	90900	364.5	147300	2
34800	343.7	91200	358.7	147600	2
35100	347.1	91500	352.9	147900	1.9
35400	350.7	91800	347.2	148200	1.8
35700	354.7	92100	341.5	148500	1.8
36000	358.8	92400	335.8	148800	1.7
36300	363.1	92700	330.1	149100	1.6
36600	367.3	93000	324.5	149400	1.6
36900	371.5	93300	318.8	149700	1.5
37200	375.5	93600	313.2	150000	1.5
37500	379.4	93900	307.7	150300	1.4
37800	382.9	94200	302.1	150600	1.4
38100	386.1	94500	296.6	150900	1.3
38400	389	94800	291.2	151200	1.3
38700	391.4	95100	285.7	151500	1.2
39000	393.4	95400	280.3	151800	1.2
39300	394.9	95700	274.9	152100	1.1
39600	396	96000	269.6	152400	1.1
39900	396.5	96300	264.3	152700	1
40200	396.6	96600	259	153000	1
40500	396.2	96900	253.8	153300	1
40800	395.2	97200	248.7	153600	0.9
41100	393.8	97500	243.5	153900	0.9
41400	392	97800	238.5	154200	0.8
41700	389.7	98100	233.5	154500	0.8
42000	386.9	98400	228.5	154800	0.8
42300	383.8	98700	223.6	155100	0.8
42600	380.2	99000	218.8	155400	0.7
42900	376.3	99300	214	155700	0.7
43200	372	99600	209.3	156000	0.7
43500	367.5	99900	204.6	156300	0.6
43800	362.6	100200	200	156600	0.6
44100	357.5	100500	195.5	156900	0.6
44400	352.1	100800	191	157200	0.6
44700	346.5	101100	186.6	157500	0.5

HIETOGRAMA DE SALIDA HEC-HMS (SIN EMBALSE) T= 100 AÑOS

Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)	Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)	Tiempo (segundos)	Caudal (m³/s)
45000	340.8	101400	182.2	157800	0.5
45300	334.9	101700	177.9	158100	0.5
45600	328.9	102000	173.7	158400	0.5
45900	322.8	102300	169.6	158700	0.4
46200	316.7	102600	165.5	159000	0.4
46500	310.6	102900	161.5	159300	0.4
46800	304.5	103200	157.5	159600	0.4
47100	298.5	103500	153.6	159900	0.4
47400	292.6	103800	149.8	160200	0.3
47700	286.8	104100	146	160500	0.3
48000	281.2	104400	142.4	160800	0.3
48300	275.7	104700	138.7	161100	0.3
48600	270.3	105000	135.2	161400	0.3
48900	265.2	105300	131.7	161700	0.3
49200	260.2	105600	128.3	162000	0.2
49500	255.4	105900	125	162300	0.2
49800	250.9	106200	121.7	162600	0.2
50100	246.6	106500	118.5	162900	0.2
50400	242.5	106800	115.4	163200	0.2
50700	238.6	107100	112.4	163500	0.2
51000	235.1	107400	109.4	163800	0.2
51300	231.7	107700	106.5	164100	0.2
51600	228.7	108000	103.6	164400	0.1
51900	226	108300	100.8	164700	0.1
52200	223.6	108600	98.1	165000	0.1
52500	221.5	108900	95.5	165300	0.1
52800	219.7	109200	92.9	165600	0.1
53100	218.3	109500	90.4	165900	0.1
53400	217.2	109800	88	166200	0.1
53700	216.5	110100	85.6	166500	0.1
54000	216.2	110400	83.3	166800	0.1
54300	216.4	110700	81.1	167100	0.1
54600	216.9	111000	78.9	167400	0.1
54900	217.9	111300	76.8	167700	0.1
55200	219.3	111600	74.7	168000	0.1
55500	221.2	111900	72.7	168300	0
55800	223.6	112200	70.7		

APÉNDICE 3: METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE LA RUGOSIDAD

INTRODUCCIÓN

Es reconocida la importancia de la tensión tangencial debida al rozamiento con el contorno en la estimación de las variables hidráulicas, así como que la incertidumbre en su parametrización es una importante fuente de error en la modelización de un tramo de río. Las pérdidas de carga por fricción en el cauce están relacionadas fundamentalmente con la composición del material del lecho, puesto que lo normal es que sobre el cauce no esté desarrollado ningún tipo de uso del suelo y, en aquellos casos en que exista, con la vegetación acuática o riparia. En cambio, en las llanuras de inundación, el territorio suele estar ocupado por usos diversos, por lo que las pérdidas de carga por fricción vendrán dadas en función de éstos.

La fricción por rozamiento se suele expresar en función de un coeficiente, de acuerdo con las siguientes ecuaciones:

- **Chèzy**

$$S_f = \frac{V^2}{C^2 R}$$

- **Manning**

$$S_f = \frac{V^2 n^2}{R^{4/3}}$$

- **Darcy**

$$S_f = \frac{f V^2}{8 R g}$$

Siendo:

- S_f la pendiente de fricción.
- V la velocidad del flujo en la sección.
- R el radio hidráulico.
- C el coeficiente de Chèzy.
- n el número de Manning.
- f el coeficiente de resistencia de Darcy-Weisbach.

Dado que la tensión tangencial τ_0 en el perímetro mojado de la sección viene dada por la siguiente expresión:

$$\tau_0 = \gamma R S_f$$

Donde:

- γ es el peso específico del agua.
- Las ecuaciones de la tabla incluida anteriormente y, por tanto, los respectivos coeficientes de fricción, quedan relacionados según la expresión:

$$C = \frac{R^{1/6}}{n} = \sqrt{\frac{8 g}{f}}$$

La mayoría de los modelos utiliza la fórmula de Manning para el cálculo de las pérdidas por rozamiento.

En los modelos bidimensionales, la pendiente de fricción se descompone según las ecuaciones:

$$S_{fx} = \frac{u \sqrt{u^2 + v^2} n^2}{h^{4/3}}$$

$$S_{fy} = \frac{v \sqrt{u^2 + v^2} n^2}{h^{4/3}}$$

Donde:

- u y v son las componentes de la velocidad.
- h es el calado.
- n es el número de Manning en el punto de cálculo.

La validez de la fórmula de Manning ha sido, y es, objeto de gran debate en la literatura, especialmente a medida que se dispone de mayor cantidad de datos en cauces para su análisis. Como los modelos hidráulicos siguen utilizando esta fórmula para la estimación de las pérdidas de carga por fricción, la parametrización de la rugosidad sigue realizándose según los valores de n. En el caso de la parametrización de la rugosidad en el cauce, ésta viene determinada principalmente por su geometría, su pendiente y su granulometría. Para la determinación de la rugosidad en cauces existen gran cantidad de fórmulas, tanto relativas a la relación de la velocidad con los coeficientes de rugosidad, como a la formulación de las pérdidas de carga por fricción. En este apéndice se presentan algunas de las formulaciones más conocidas, así como recomendaciones para asignar la rugosidad a los distintos tramos del cauce en que se divide la zona de estudio. En el caso de la parametrización de la rugosidad en la llanura de inundación, el valor de n viene condicionado, fundamentalmente, por los usos del suelo, por lo que se necesitará disponer de información sobre los mismos y su evolución en la zona de estudio.

El objetivo de caracterizar el valor de la rugosidad en una serie de polígonos definidos en la zona de estudio. Por un lado se tendrán los polígonos de usos del suelo en la zona inundable, y por otro lado los polígonos correspondientes a distintos tramos a lo largo del cauce. Los polígonos de usos del suelo se obtendrán a partir de la información más reciente y más detallada disponible, siendo la del Sistema de Información de Ocupación del Suelo de España (SIOSE) y el CORINE LAND COVER 2000-2006 las bases a utilizar a falta de otra información de mayor detalle. Además, será necesaria la información de cambios de uso del suelo en los casos en los que la modelización hidráulica así lo requiera. Los polígonos del cauce se corresponderán con lo definido en el análisis histórico y geomorfológico. Los distintos tramos a lo largo del cauce se identificarán en función de las características geométricas de las secciones transversales, la pendiente, y la composición del lecho y las márgenes, en términos del tamaño de los sedimentos y del tipo de vegetación.

La caracterización de la rugosidad requiere, por tanto, el conocimiento de la vegetación presente en la llanura de inundación y en el cauce. En la llanura de inundación, a partir de los polígonos de usos del suelo, se pueden identificar los polígonos de usos del suelo, se pueden identificar los polígonos con vegetación y asignarles un valor de rugosidad en función del tipo y de la densidad de la misma, la cual se podrá determinar mediante observaciones realizadas en visitas a campo y mediante la información cartográfica disponible. En el cauce, la vegetación tiene una influencia considerable en las pérdidas de carga de fricción. Generalmente, en el cauce se identifican zonas de vegetación continua cuya contribución a la rugosidad total se puede estimar a partir de tablas o en función de las características de la misma (densidad, rigidez de los tallos, etc.). Para poder tener en cuenta las pérdidas de carga debidas a la vegetación del cauce será necesario diferenciar en el cauce los polígonos correspondientes a la misma.

Es importante tener en cuenta el sistema de unidades de medida del coeficiente de rugosidad de Manning. El factor de conversión es el siguiente:

$$n(E) = 1,49 n(SI)$$

Donde:

- n(E) es el número de Manning en el sistema anglosajón de unidades de medida.
- n(SI) es el número de Manning en las unidades del Sistema Internacional (s/m^{1/3}).

RUGOSIDAD EN LA LLANURA DE INUNDACIÓN

Como ya se ha comentado, la rugosidad en la llanura de inundación depende fundamentalmente de los usos del suelo presentes en la misma. En la literatura se puede encontrar un amplio repertorio de estimaciones de los coeficientes de rugosidad en función de la actividad desarrollada sobre la zona inundable. Estas estimaciones están referidas normalmente al número de Manning y, por lo general, toman valores que pueden variar dentro de unos rangos.

La información relativa a los usos del suelo debe ser representada cartográficamente de tal forma que se puedan asignar los valores del coeficiente de rugosidad a los polígonos que definen los usos. Es importante tener en cuenta la fecha para la cual se definen los usos del suelo, ya que las variaciones en los mismos pueden afectar a la rugosidad. La ortofoto suministrada con el modelo digital del terreno (MDT) del LIDAR permite identificar y definir los usos del suelo en el momento en que fue tomada.

Con información de partida sobre los usos del suelo se recomienda la utilización del Sistema de Información de Ocupación del Suelo en España (SIOSE) llevado a cabo por el Instituto Geográfico Nacional (IGN). Se trata de una capa de información en formato SIG que ofrece una delimitación muy exacta de los polígonos de ocupación del suelo a escala 1:25.000. Las posibles ocupaciones del suelo vienen dadas por una clasificación de usos simples (cuando éstos sean únicos en el polígono) y compuestos (cuando éstos se encuentren formados por dos o más usos simples y/o compuestos a su vez) que pueden llevar atributos asociados. En función del tipo de combinación, el uso compuesto será asociación o mosaico. La asociación es la combinación de usos que se encuentran entremezclados sin distribución geométrica ordenada. El mosaico es la combinación de usos cuya distribución geométrica y separación entre ellos es claramente perceptible.

En el caso de no disponer del SIOSE podría utilizarse la información proporcionada por el proyecto europeo CORINE LAND COVER cuya última versión se basa en información del año 2006 (CLC2006). Esta cartografía está realizada a escala 1:100.000 y agrupa los usos del suelo en cuatro grandes grupos, que corresponden a:

- a) Zonas artificiales.
- b) Zonas agrícolas.
- c) Bosques y áreas seminaturales.
- d) Zonas húmedas y superficies de agua.

A pesar de su escala, los polígonos definidos en el CLC suelen encajar bastante bien, en líneas generales, con los usos del suelo que se identifican en la ortofoto, aunque en ocasiones pueden darse discrepancias debidas a posibles cambios con el tiempo, a errores en la delimitación o a errores en la definición del CLC. En estos casos, será necesario delimitar nuevos polígonos, o modificar los ya existentes, de tal forma que los usos del suelo de la ortofoto queden bien reflejados.

Del análisis comparativo entre el SIOSE y el CLC se desprende que la información recogida por el SIOSE tiene una mejor resolución, un mayor detalle y está más actualizada. Sin embargo, la clasificación de usos del suelo del CLC2000 es más detallada a la hora de definir las zonas agrícolas, bosques y áreas seminaturales.

Las ediciones del CLC de los años 2000 y 2006 (CLC2000 y CLC2006) incluyen información sobre polígonos de cambio de uso del suelo con respecto a la edición anterior. Es aconsejable examinar si en la zona de estudio se han producido cambios con el objeto de poder tenerlos en cuenta, en caso necesario, en la modelización hidráulica.

Asimismo, se recomienda el estudio en detalle de las fotografías existentes sobre las avenidas históricas documentadas que vayan a ser utilizadas en la fase de calibración del modelo hidráulico, con objeto de identificar las posibles diferencias en los usos del suelo respecto a la situación actual.

El modelo digital de superficies (MDS) del LIDAR puede servir también como fuente de información a la hora de definir los usos del suelo ya que sobre él se pueden distinguir las edificaciones, las vías de comunicación, los elementos singulares, etc. En este sentido. La comparación del MDS con una planimetría, facilita la identificación de posibles cambios de uso del suelo.

A continuación se presenta la tabla de coeficientes de rugosidad de Manning desarrollada en la Guía metodológica para el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables del Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. En ésta se ha llevado a cabo la asignación de un coeficiente orientativo a los usos del suelo del SIOSE y del CLC2000 (se ha realizado este último ya que su clasificación de usos tiene mayor detalle que la versión más actualizada del 2006). Es importante tener en cuenta que pueden darse variaciones de los valores asignados en torno a un 5-10 %. Estas variaciones principalmente se deberán a la densidad de la vegetación y de las edificaciones, de manera que en zonas con bajas densidades puede ser necesario reducir los valores asignados de forma orientativa. Es posible estimar la densidad de la vegetación y de las edificaciones a partir de:

- La ortofoto y el MDS del LIDAR (para la estimación de la densidad de la vegetación).
- La ortofoto, el MDS de LIDAR y la planimetría disponible (para la estimación de la densidad de edificaciones).

Valores del coeficiente de rugosidad de Manning asignados a los usos del suelos del SIOSE y CLC2000.							
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			
		Cobertura artificial					
		Edificación				Tejido urbano	
		Otras construcciones					
Artificial compuesto	Urbano mixto	Ensanche	0,09	Estructura urbana abierta	Tejido urbano discontinuo (Urbanizaciones)	Tejido urbano	
		Discontinuo		Urbanizaciones exentas y/o ajardinadas			
	Industrial	Polígono industrial ordenado	Polígono industrial sin ordenar	0,1	Zonas industriales		
			Industria aislada				
			Primario				
	Infraestructuras	Energía	Eólica	0,1	Zonas industriales y comerciales (granjas agrícolas)		
			Solar				
			Nuclear				
			Eléctrica				
			Térmica				
			Hidroeléctrica				
			Gasoducto / oleoducto				
	Telecomunicaciones						
	Terciario	Suministro de agua	Depuradoras y potabilizadoras	0,1	Zonas industriales comerciales y de transporte		
			Desalinizadoras				
Comercial y oficinas							
Equipamiento dotacional	Suministro de agua	Complejo hotelero	0,1	Grandes superficies de equipamientos y servicios			
		Parque recreativo					
		Administrativo institucional					
		Sanitario					
		Cementerio					
		Educación				Zonas artificiales	
		Penitenciario					

Valores del coeficiente de rugosidad de Manning asignados a los usos del suelos del SIOSE y CLC2000.

Clasificación de usos del suelo del SIOSE				n	Clasificación de usos del suelo del CORINE (2000)			
		Religioso						
		Cultural						
	Infraestructuras	Residuos	Plantas de tratamiento					
Cobertura artificial	Vial, aparcamiento o zona peatonal sin vegetación			0,1	Autopistas, Autovías y terrenos asociados	Redes viarias, ferroviarias y terrenos asociados	Zonas industriales comerciales y de transporte	Zonas artificiales
Artificial compuesto	Infraestructura	Transporte	Red viaria		Complejos ferroviarios			
			Red ferroviaria					
			Portuario					
			Aeroportuario	Aeropuertos				
Cobertura artificial	Zonas de extracción o vertido			0,4	Zonas de extracción minera	Zonas de extracción minera, vertidos y construcción	Zonas artificiales	
Artificial compuesto	Primario	Minero extractivo			Escombreras y vertederos			
	Infraestructuras	Residuos	Vertederos y escombreras					
Cobertura artificial	Suelo no edificado				Zonas en construcción			
Cobertura artificial	Zona verde artificial y arbolado urbano			0,09	Zonas verdes urbanas		Zonas verdes artificiales, no agrícolas	Zonas agrícolas
Artificial compuesto	Primario	Forestal			Resto de instalaciones deportivas y recreativas	Instalaciones deportivas y recreativas		
	Terciario	Camping						
	Equipamiento / dotacional	Parque Urbano						
		Deportivo						
			Campo de golf	0,035	Campos de golf			
Cultivos	Cultivos herbáceos	Cultivos herbáceos distintos de arroz		0,04	Tierras de labor en secano (tierras abandonadas / barbechos)		Tierras de labor	
					Cultivos herbáceos en regadío	Terrenos regados permanentemente		
					Otras zonas de irrigación			
	Arroz	Arrozales						
Cultivos leñosos	viñedo			0,05	Viñedos en secano	Viñedos en secano	Cultivos permanentes	
					Viñedos en regadío			

Valores del coeficiente de rugosidad de Manning asignados a los usos del suelos del SIOSE y CLC2000.										
Clasificación de usos del suelo del SIOSE				n	Clasificación de usos del suelo del CORINE (2000)					
Cultivos	Cultivos leñosos	Frutales	Frutales cítricos	0,06	Frutales en secano		Frutales en regadío	Frutales y plantaciones de bayas (Plantaciones de lúpulo)	Cultivos permanentes	Zonas agrícolas
			Frutales no cítricos		Cítricos	Frutales tropicales				
		Otros cultivos leñosos		Otros frutales no regadío						
		Olivar		Olivares en secano		Olivares en regadío				
	Prados			0,035	Prados y praderas (pastos en tierras abandonadas, prados arbolados)			Praderas		
Asentamiento agrícola residencial				0,035-0,05	0,04	Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes en secano	Cultivos anuales asociados a cultivos permanentes	Zonas agrícolas heterogéneas		
						Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes en regadío				
Artificial compuesto				0,035-0,05	0,04	Mosaico de cultivos permanentes en secano	Mosaico de cultivos en secano	Mosaico de cultivos (Mosaico de cultivos con casas dispersas)	Zonas agrícolas heterogéneas	
						Mosaico de cultivos permanentes en regadío				
						Mosaico de cultivos anuales con praderas en secano	Mosaico de cultivos en regadío			
						Mosaico de cultivos permanentes en regadío				
Artificial compuesto	Primario	Agrícola ganadero /		0,04	Mosaico de cultivos anuales con cultivos permanentes en regadío					
Artificial compuesto	Primario	Agrícola ganadero /		0,04	Mosaico de cultivos anuales con cultivos permanentes en regadío	Mosaico de cultivos en regadío	Mosaico de cultivos (Mosaico de cultivos con casas dispersas)			
Huertas familiares				0,035-0,05	0,05	Mosaico de cultivos mixtos en secano y regadío	Terrenos principalmente agrícolas con importantes espacios de vegetación natural	Zonas agrícolas heterogéneas		
						Mosaico de cultivos agrícolas en secano con espacios significativos de vegetación natural y seminatural				
						Mosaico de cultivos agrícolas en regadío con espacios significativos de vegetación natural y seminatural				
Dehesa				0,06	Pastizales, prados o praderas con arbolado adhesionado		Sistemas agroforestales			

Valores del coeficiente de rugosidad de Manning asignados a los usos del suelos del SIOSE y CLC2000.

Clasificación de usos del suelo del SIOSE		n	Clasificación de usos del suelo del CORINE (2000)						
				Cultivos agrícolas con arbolado adehesado					
Arbolado forestal	Frondosas	Frondosas caducifolias	0,07	Bosque mixto	Bosques frondosos de	Bosques	Bosques y áreas seminaturales		
				Perennifolias					
				Caducifolias y marcescentes					
		Otras frondosas de plantación							
		Mezclas de frondosas							
		Laurisilva macaronésica							
	Frondosas perennifolias	Bosques de ribera							
		Bosques de coníferas de hojas aciculares		Bosques coníferas de					
Coníferas	Bosques de coníferas de hojas de tipo cupresáceo								
Pastizal			0,035	Pastizales supraforestales templado – oceánicos, pirenaicos y orocantábricos	Pastizales supraforestales	Matorrales y/o asociaciones de vegetación herbácea			
				Pastizales supraforestales mediterráneos	Otros pastizales				
				Otros pastizales templado oceánicos					
				Otros pastizales mediterráneos					
Matorral		0,055–0,07	0,06	Landas y matorrales en climas húmedos. Vegetación mesófila	Landas y matorrales mesófilos				
Matorral			0,055–0,07	0,06	Fayal – brezal macaronésico	Landas y matorrales mesófilos	Matorrales y/o asociaciones de vegetación herbácea	Bosques y áreas seminaturales	
				0,065	Grandes formaciones de matorral denso o medianamente denso	Matorrales esclerófilos mediterráneos			Vegetación esclerófila
				0,055	Matorrales sub-arbustivos o arbustivos muy poco densos				
				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					
	Roquedos	Acantilados marinos		0,025	0,025-0,035			Rocas desnudas con poca o sin vegetación	Roquedo
		Afloramientos rocosos y roquedos							
		Canchales							
		Coladas lávicas cuaternarias							
	Suelo desnudo		0,03	Coladas lávicas cuaternarias				Espacios con vegetación escasa	
	Zonas quemadas			Xeroestepa subdesértica					
Glaciares y nieves permanentes		Cárcavas y/o zonas en proceso de erosión							
		Espacios orófilos altitudinales con vegetación escasa							
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	Zonas húmedas		
		Turberas							
	Humedales	Marismas		Marismas	Zonas húmedas				

Valores del coeficiente de rugosidad de Manning asignados a los usos del suelos del SIOSE y CLC2000.

Clasificación de usos del suelo del SIOSE		n		Clasificación de usos del suelo del CORINE (2000)	
	marinos	Salinas marinas		Zonas llanas intermareales	
	Humedales continentales	Salinas continentales		Salinas	
Artificial compuesto	Infraestructuras	Suministro de agua	Conducciones y canales	0,05	Canales artificiales
					Cursos de aguas
Coberturas de agua	Aguas continentales	Cursos de agua		0,04	Ríos y cauces naturales
		Láminas de agua	Lagos y lagunas		Lagos y lagunas
			Embalses		Láminas de agua
Cobertura artificial	Lámina de agua artificial			0,025	Embalses
Coberturas de agua	Aguas marinas	Lagunas costeras			Lagunas costeras
		Estuarios		0,03	Estuarios
		Mares y océanos		0,025	Mares y océanos

En caso contrario, se podrán realizar salidas de campo para mejorar la estimación de la densidad de la vegetación.

El valor del coeficiente de rugosidad de Manning en el caso de los usos compuestos de tipo mosaico (regular e irregular) y de las asociaciones del SIOSE, se obtendrá como media de los números de Manning correspondientes a los usos simples que los integran ponderados según los porcentajes de superficie en los que están presentes.

Por lo general, se aconseja realizar la modelización hidráulica en base a la información más reciente sobre usos del suelo en el tramo de estudio, a menos que se tenga información suficiente como para plantear un escenario diferente. Por otra parte, durante el proceso de calibración del modelo hidráulico, puede ser de interés simular una avenida ocurrida en el pasado cuando el escenario de usos del suelo era diferente. En la medida de lo posible, se procederá a la modelización hidráulica de los caudales de la avenida bajo dicho escenario.

La capa de polígonos de usos del suelo con sus correspondientes valores del coeficiente de rugosidad de Manning se puede introducir como una capa adicional de información en algunos modelos, de tal forma que los valores de la rugosidad se incorporen automáticamente al modelo. En esta capa habrá que incluir también los polígonos correspondientes al cauce.

RUGOSIDAD DEL CAUCE

Los valores de los coeficientes de fricción en el cauce vienen dados por la resistencia al flujo ejercida por los sedimentos que conforman el lecho y las márgenes del río y por la vegetación. Existe una gran variedad de métodos para estimar coeficientes de fricción que han sido obtenidos a partir de experimentos con modelos reducidos o prototipos que simulan distintas configuraciones del cauce. Como se ha visto anteriormente, el uso de la fórmula de Manning, que relaciona la velocidad del flujo con el coeficiente de fricción o rugosidad, está muy generalizado en la modelización hidráulica. La rugosidad en el cauce no puede estimarse sólo con la información sobre usos del suelo, ya que en su valor también influye, por ejemplo, la granulometría del lecho, la vegetación, etc. De esta forma, es necesario estimarlo y, siempre que sea posible, calibrarlo en base a datos reales de flujo de caudales.

Entre los procedimientos a aplicar se encuentra el método de Cowan. El Soil Conservation Service (SCS) propone el método de Cowan (Cowan, 1956) para la estimación de la rugosidad en cauces. Este método se basa en la estimación de un valor inicial de la rugosidad y su posterior modificación, según unos valores correctores, para obtener un valor final de la rugosidad. El US Geological Survey (USGS) modifica el método de Cowan y lo publica en una guía para la selección de la rugosidad del cauce como método de Cowan modificado (Arcement y Schneider, 1990). Este método expresa el coeficiente de rugosidad como:

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) n_5$$

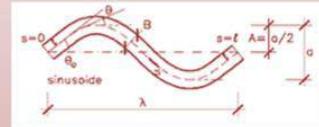
ESTUDIOS DE PARÁMETROS BÁSICOS:

Hidráulica → RUGOSIDAD

$$Q = V * S \quad V = \frac{I_0^{1/2} \cdot R_h^{2/3}}{n}$$

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) * n_5$$

- n0: valor base para cauces rectos y uniformes.
- n1: valor adicional por la irregularidad en la sección recta.
- n2: valor adicional por variaciones en el cauce.
- n3: valor adicional por obstrucciones.
- n4: valor adicional por vegetación.
- n5: factor multiplicador por sinuosidad.



IMPRESINDIBLE → justificación del valor adoptado, utilizando sobretodo documentación gráfica (ortofotos, coberturas de rugosidad, reportaje fotográfico etc.) → SIG

Tipo de cauce y descripción	Valor de n		
	Mínimo	Normal	Máximo
A. Conductos cerrados que fluyen parcialmente llenos			
A1) Metal			
a) Latón liso	0.009	0.010	0.013
b) Acero			
Estriado y soldado	0.010	0.012	0.014
Ribeteado y en espiral	0.013	0.016	0.017
c) Hierro fundido			
Recubierto	0.010	0.013	0.014
No recubierto	0.011	0.014	0.016
d) Hierro forjado			
Negro	0.012	0.014	0.015
Galvanizado	0.013	0.016	0.017
e) Metal corrugado			
Subdrenaje	0.017	0.019	0.021
Drenaje de aguas lluvias	0.021	0.024	0.030
A2) No metal			
a) Lucita	0.008	0.009	0.010
b) Vidrio	0.009	0.010	0.013
c) Cemento			
Superficie pulida	0.010	0.011	0.013
Mortero	0.011	0.013	0.015
d) Concreto			
Alcantarilla, recta y libre de basuras.	0.010	0.011	0.013
Alcantarilla con curvas, conexiones y algo de basuras.	0.011	0.013	0.014
Bien terminado.	0.011	0.012	0.014
Alcantarillado de aguas residuales, con pozos de inspección, entradas, etc., recto.	0.013	0.015	0.017
Sin pulir, formaleta y encofrado metálico.	0.012	0.013	0.014
Sin pulir, formaleta y encofrado en madera lisa.	0.012	0.014	0.016
Sin pulir, formaleta o encofrado en madera rugosa.	0.015	0.017	0.020
e) Madera			
Machihembrada	0.010	0.012	
Laminada, tratada	0.015	0.017	
f) Arcilla			
Canaleta común de baldosas.	0.011	0.013	0.017
Alcantarilla vitrificada.	0.011	0.014	0.017
Alcantarilla vitrificada con pozos de inspección, entradas, etc.	0.013	0.015	0.017
Subdrenaje vitrificado con juntas abiertas.	0.014	0.016	0.018

g) Mampostería en ladrillo Barnizada o lacada	0.011	0.013	0.015
Revestida con mortero de cemento	0.012	0.015	0.017
h) Alcantarillados sanitarios recubiertos con limos y babas de aguas residuales, con curvas y conexiones.	0.012	0.013	0.016
i) Alcantarillado con batea pavimentada, fondo liso.	0.016	0.019	0.020
j) Mampostería de piedra, cementada.	0.018	0.025	0.030
B) Canales revestidos o desarmables			
B1) Metal			
a) Superficie lisa de acero			
Sin pintar	0.011	0.012	0.014
Pintada	0.012	0.013	0.017
b) Corrugado	0.021	0.025	0.030
B2) No metal			
a) Cemento			
Superficie pulida	0.010	0.011	0.013
Mortero	0.011	0.013	0.015
b) Madera			
Cepillada, sin tratar.	0.010	0.012	0.014
Cepillada, creosotada	0.011	0.012	0.015
Sin cepillar	0.011	0.013	0.015
Láminas con listones.	0.012	0.015	0.018
Forrada con papel impermeabilizante	0.010	0.014	0.017
c) Concreto			
Terminado con llana metálica (palustre)	0.011	0.013	0.015
Terminado con llana de madera	0.013	0.015	0.016
Pulido, con gravas en el fondo	0.015	0.017	0.020
Sin pulir.	0.014	0.017	0.020
Lanzado, sección buena	0.016	0.019	0.023
Lanzado, sección ondulada	0.018	0.022	0.025
Sobre roca bien excavada	0.017	0.020	
Sobre roca irregularmente excavada	0.022	0.027	
d) Fondo de concreto terminado con llana de madera y con lados de:			
Piedra labrada, en mortero.	0.015	0.017	0.020
Piedra sin seleccionar, sobre mortero	0.017	0.020	0.024
Mampostería de piedra cementada, recubierta	0.016	0.020	0.024
Mampostería de piedra cementada	0.020	0.025	0.030
Piedra suelta o riprap	0.029	0.030	0.035
e) Fondo de gravas con lados de:			
Concreto encofrado	0.017	0.020	0.025
Piedra sin seleccionar, sobre mortero.	0.020	0.023	0.026
Piedra suelta o riprap	0.023	0.033	0.036
f) Ladrillo			
Barnizado o lacado	0.011	0.013	0.015
En mortero de cemento	0.012	0.015	0.018
g) Mampostería			
Piedra partida cementada	0.017	0.025	0.030
Piedra suelta o riprap	0.023	0.032	0.035
h) Bloques de piedra labrados	0.013	0.015	0.017
i) Asfalto			
Liso	0.013	0.013	
Rugoso	0.016	0.016	
j) Revestimiento vegetal	0.030	...	0.500
C. Excavado o dragado			
a) En tierra, recto y uniforme			
Limpio, recientemente terminado	0.016	0.018	0.020
Limpio, después de exposición a la intemperie.	0.018	0.022	0.025
Con gravas, sección uniforme, limpio.	0.022	0.025	0.030
Con pastos cortos, algunas malezas.	0.022	0.027	0.033
b) En tierra, serpenteante y lento			
Sin vegetación.	0.023	0.025	0.030
Pastos, algunas malezas.	0.025	0.030	0.033
Malezas densas o plantas acuáticas en canales profundos.	0.030	0.035	0.040
Fondo en tierra con lados en piedra.	0.028	0.030	0.035
Fondo pedregoso y bancas con maleza.	0.025	0.035	0.040
Fondo en cantos rodados y lados limpios.	0.030	0.040	0.050
c) Excavado con pala o dragado			
Si vegetación.	0.025	0.028	0.033
Matorrales ligeros en las bancas.	0.035	0.050	0.060
d) Cortes en roca			
Lisos y uniformes.	0.025	0.035	0.040
Afilados e irregulares.	0.035	0.040	0.050
e) Canales sin mantenimiento, malezas y matorrales sin cortar			
Malezas densas, tan altas como la profundidad del flujo.	0.050	0.080	0.120
Fondo limpio, matorrales en los lados.	0.040	0.050	0.080
Igual, nivel máximo del flujo.	0.045	0.070	0.110
Matorrales densos, nivel alto	0.080	0.100	0.140

D. Cauces naturales menores (ancho superior a nivel de crecida menor que 30 m)			
D1) Cauces en planicie			
1) Limpio, recto, nivel lleno, sin fallas o pozos profundos	0.025	0.030	0.033
2) Igual que arriba pero más piedras y pastos	0.030	0.035	0.040
3) Limpio, curvado, algunos pozos y bancos	0.033	0.040	0.045
4) Igual que arriba pero algunos pastos y piedras	0.035	0.045	0.050
5) Igual que arriba, niveles más bajos, pendiente y secciones más inefectivas	0.040	0.048	0.055
6) Igual que 4, pero más piedras	0.045	0.050	0.060
7) Tramos sucios, con pastos y pozos profundos	0.050	0.070	0.080
8) Tramos con muchos pastos, pozos profundos o recorridos de la crecida con mucha madera o arbustos bajos	0.075	0.100	0.150
D2) Cauces de montaña, sin vegetación en el canal, laderas con pendientes usualmente pronunciadas, árboles y arbustos a lo largo de las laderas y sumergidos para niveles altos			
1) Fondo: grava, canto rodado y algunas rocas	0.030	0.040	0.050
2) Fondo: canto rodado y algunas rocas	0.040	0.050	0.070
E) Cauces con planicie crecida			
1) Pastos, sin arbustos			
· Pastos cortos	0.025	0.030	0.035
· Pastos altos	0.030	0.035	0.050
2) Áreas cultivadas			
· Sin cultivo	0.020	0.030	0.040
· Cultivos maduros alineados	0.025	0.035	0.045
· Campo de cultivos maduros	0.030	0.040	0.050
3) Arbustos			
· Arbustos escasos, muchos pastos	0.035	0.050	0.070
· Pequeños arbustos y árboles, en invierno	0.035	0.050	0.060
· Pequeños arbustos y árboles, en verano	0.040	0.060	0.080
· Arbustos medianos a densos, en invierno	0.045	0.070	0.110
· Arbustos medianos a densos, en verano	0.070	0.100	0.160
4) Árboles			
· Cauces densos, en verano, y rectos	0.110	0.150	0.200
· Tierra clara con ramas, sin brotes	0.030	0.040	0.050
· Igual que arriba pero con gran crecimiento de brotes	0.050	0.060	0.080
· Grupos grandes de madera, algunos árboles caídos, poco crecimiento inferior y nivel de la inundación por debajo de las ramas	0.080	0.100	0.120
· Igual que arriba, pero con el nivel de inundación alcanzando las ramas	0.100	0.120	0.160
F) Cursos de agua importantes (ancho superior a nivel de inundación mayor que 30 m). Los valores de <i>n</i> son menores que los de los cursos menores de descripción similar, ya que las bancas ofrecen menor resistencia efectiva.			
1) Sección regular sin rocas y arbustos	0.025	-	0.060
2) Sección irregular y áspera	0.035	-	0.100

Efecto	Factor	Condición	Valor	Comentario
Irregularidad en la sección recta	n_1	Suave	0	Canal muy liso
		Pequeña	0.001 - 0.005	Bancas algo erodadas
		Moderada	0.006 - 0.010	Lecho y bancas rugosas
		Fuerte	0.011 - 0.020	Bancas muy irregulares
Variaciones en el cauce	n_2	Gradual	0	Cambios graduales
		Alternado ocasionalmente	0.001 - 0.005	Cambios ocasionales de secciones pequeñas a grandes
		Alternando frecuentemente	0.010 - 0.015	Cambios frecuentes en la forma de la sección recta
Obstrucciones	n_3	Despreciables	0 - 0.004	Obstrucción menor que el 5% de la sección recta
		Pocas	0.005 - 0.015	Obstrucción entre el 5% y el 15% de la sección recta
		Algunas	0.020 - 0.030	Obstrucción entre el 15% y el 50% de la sección
		Muchas	0.040 - 0.060	Obstrucción mayor que el 50%
Vegetación	n_4	Poca	0.002 - 0.010	Profundidad del flujo mayor que 2 veces la altura de la vegetación
		Mucha	0.010 - 0.025	Profundidad del flujo mayor que la altura de vegetación
		Bastante	0.025 - 0.050	Profundidad del flujo menor que la altura de vegetación
		Excesiva	0.050 - 0.100	Profundidad del flujo menor que 0.5 la altura de la vegetación
Sinuosidad	n_5	Pequeña	1.00	Sinuosidad < 1.2
		Media	1.15	1.2 < sinuosidad < 1.5
		Fuerte	1.30	Sinuosidad > 1.5

APÉNDICE 4: HIDROGRAMA SINTÉTICO A PARTIR DE CAUDAL PUNTA DEL SNCZI

HIDROGRAMA SINTÉTICO A PARTIR DE CAUDAL PUNTA SNCZI T= 500 AÑOS

Tiempo (segundos)	Caudal (m ³ /s)
0	0.00
954	11.14
1908	37.13
2862	70.55
3816	115.10
4770	174.51
5724	245.06
6679	304.47
7633	345.31
8587	367.59
9541	371.30
10495	367.59
11449	345.31
12403	319.32
13357	289.61
14311	252.48
15265	207.93
16219	170.80
17173	144.81
18128	122.53
19082	103.96
20990	76.86
22898	54.58
24806	39.73
26714	28.59
28622	20.42
30531	14.85
32439	10.77
34347	7.80
36255	5.57
38163	4.08
42934	1.86
47704	0.00

APÉNDICE 5: PLANOS

1. SITUACIÓN

2. SUBCUENCAS DE APORTACIÓN

3. LLANURAS PUBLICADAS POR EL SISTEMA NACIONAL DE CARTOGRAFÍA DE ZONA INUNDABLE

3.1 PROBABILIDAD BAJA 500 AÑOS

3.2 PROBABILIDAD MEDIA 100 AÑOS

3.3 PROBABILIDAD ALTA 50 AÑOS

3.4 PROBABILIDAD MUY ALTA 10 AÑOS

4. MODELO DIGITAL DEL TERRENO

5. USOS DEL SUELO SEGÚN SIOSE

6. ESTUDIO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

6.1 HIDROLOGÍA SNCZI CALADOS MÁXIMOS PARA T = 500 AÑOS

6.2 HIDROLOGÍA SNCZI VELOCIDADES MÁXIMAS PARA T = 500 AÑOS

6.3 HIDROLOGÍA PROPIA CALADOS MÁXIMOS PARA T = 500 AÑOS

6.4 HIDROLOGÍA PROPIA VELOCIDADES MÁXIMAS PARA T = 500 AÑOS

6.5 HIDROLOGÍA PROPIA ELEVACIONES MÁXIMAS PARA T = 500 AÑOS

6.6 HIDROLOGÍA PROPIA CALADOS MÁXIMOS PARA T = 100 AÑOS

6.7 HIDROLOGÍA PROPIA VELOCIDADES MÁXIMAS PARA T = 100 AÑOS

6.8 HIDROLOGÍA PROPIA ELEVACIONES MÁXIMAS PARA T = 100 AÑOS

6.9 HIDROLOGÍA PROPIA ZONA DE INUNDACIÓN PELIGROSA

6.10 HIDROLOGÍA PROPIA VIA DE INTENSO DESAGÜE

6.11 HIDROLOGÍA PROPIA ZONA DE FLUJO PREFERENTE

7. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

7.1 MOTAS DE PROTECCIÓN MÁXIMOS CALADOS PARA T = 500 AÑOS

7.2 MOTAS DE PROTECCIÓN MÁXIMAS VELOCIDADES PARA T = 500 AÑOS

7.3 MOTAS DE PROTECCIÓN MÁXIMAS ELEVACIONES PARA T = 500 AÑOS

7.4 REEMPLAZO DE PUENTE Y MOTAS MÁXIMOS CALADOS PARA T = 500 AÑOS

7.5 REEMPLAZO DE PUENTE Y MOTAS MÁXIMAS VELOCIDADES PARA T = 500 AÑOS

7.6 REEMPLAZO DE PUENTE Y MOTAS MÁXIMAS ELEVACIONES PARA T = 500 AÑOS

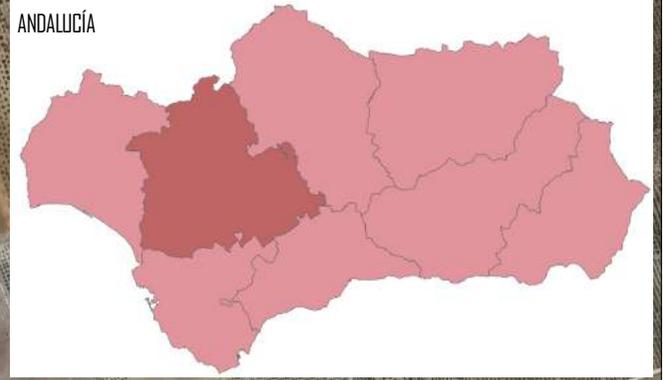
7.7 CONSTRUCCIÓN BAJO CONDICIONES DE SEGURIDAD MÁXIMOS CALADOS PARA T = 500 AÑOS

7.8 CONSTRUCCIÓN BAJO CONDICIONES DE SEGURIDAD MÁXIMAS VELOCIDADES PARA T = 500 AÑOS

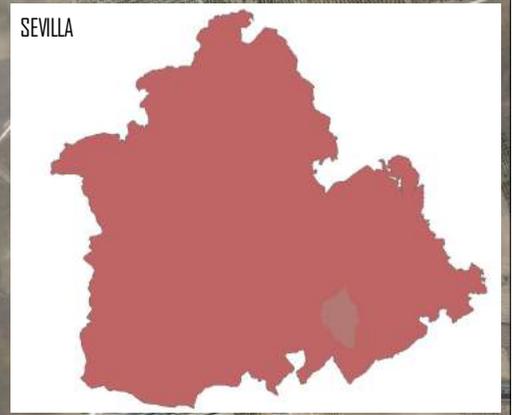
7.9 CONSTRUCCIÓN BAJO CONDICIONES DE SEGURIDAD MÁXIMAS ELEVACIONES PARA T = 500 AÑOS



ANDALUCÍA

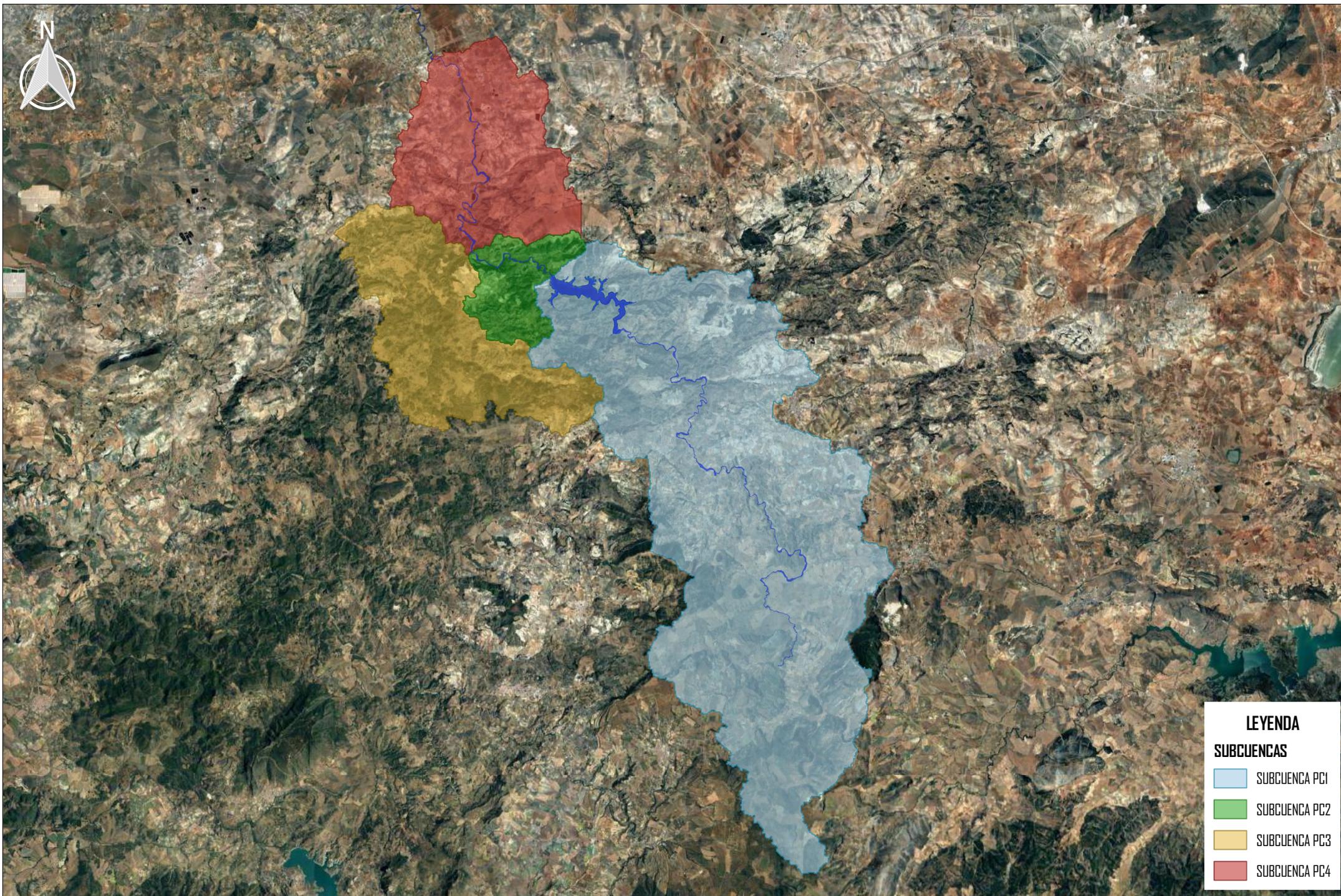


SEVILLA

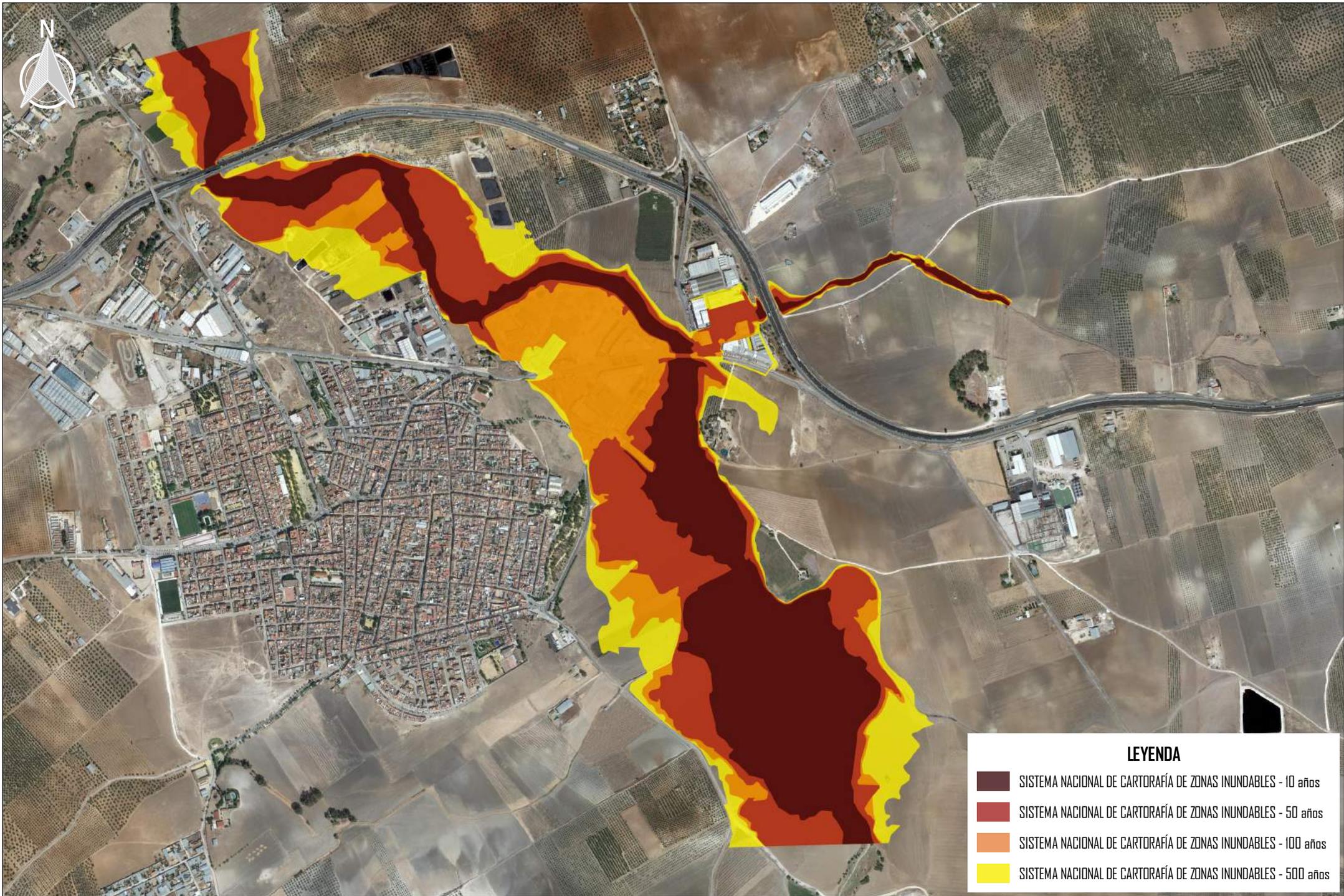


LA PUEBLA DE CAZALLA





LEYENDA	
SUBCUENCAS	
	SUBCUENCA PC1
	SUBCUENCA PC2
	SUBCUENCA PC3
	SUBCUENCA PC4



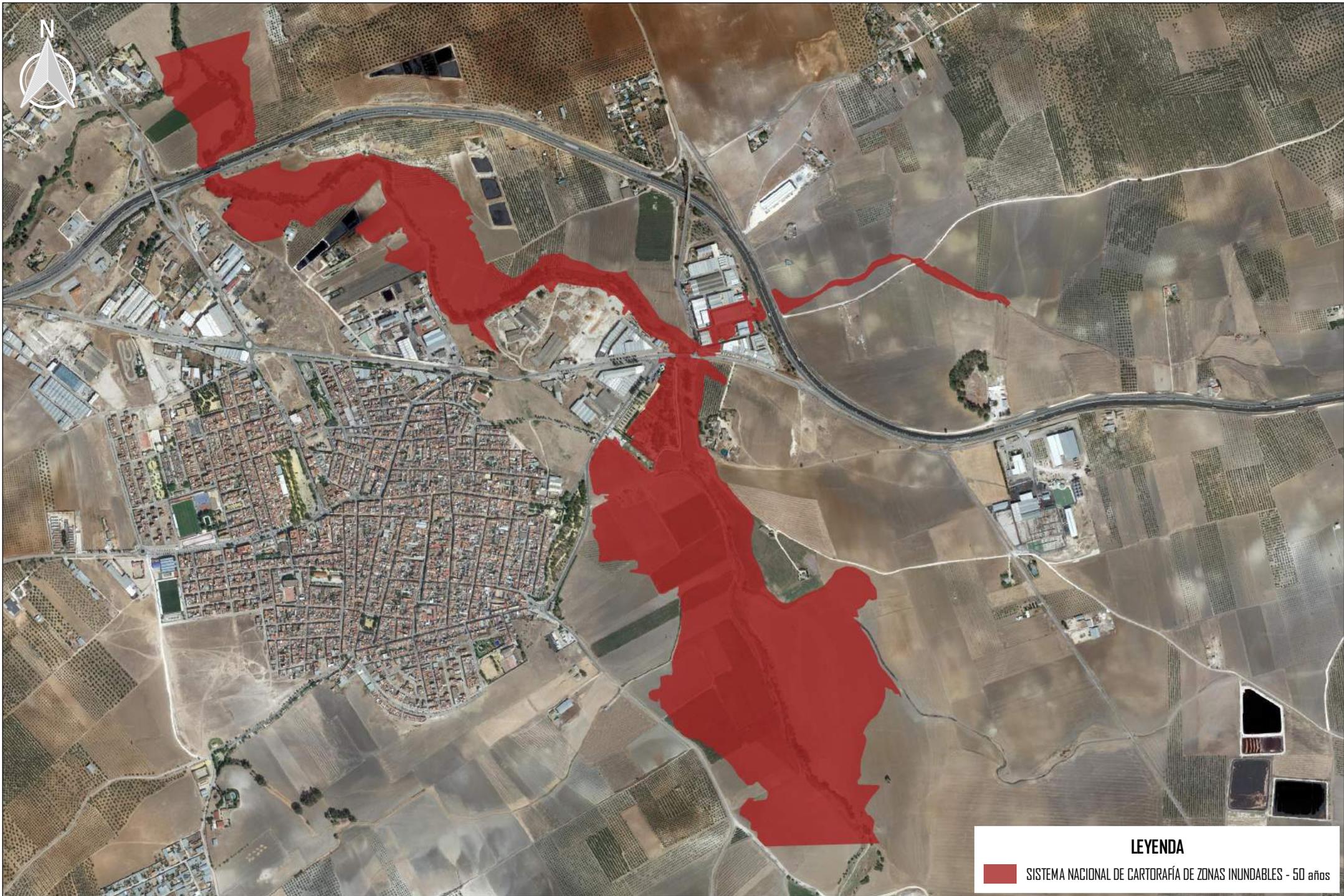
LEYENDA

- SISTEMA NACIONAL DE CARTOGRAFÍA DE ZONAS INUNDABLES - 10 años
- SISTEMA NACIONAL DE CARTOGRAFÍA DE ZONAS INUNDABLES - 50 años
- SISTEMA NACIONAL DE CARTOGRAFÍA DE ZONAS INUNDABLES - 100 años
- SISTEMA NACIONAL DE CARTOGRAFÍA DE ZONAS INUNDABLES - 500 años



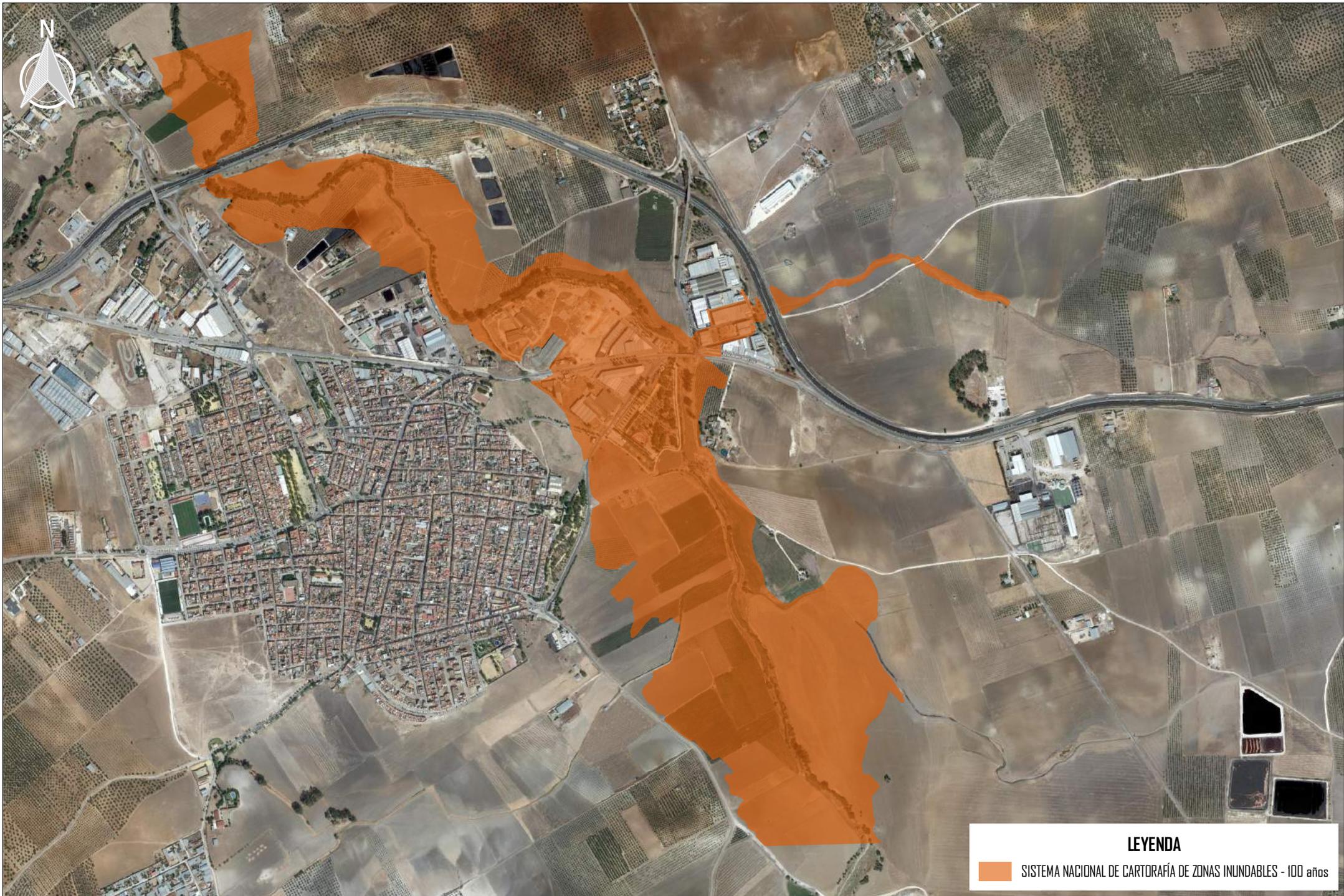
LEYENDA

 SISTEMA NACIONAL DE CARTOGRAFÍA DE ZONAS INUNDABLES - 10 años



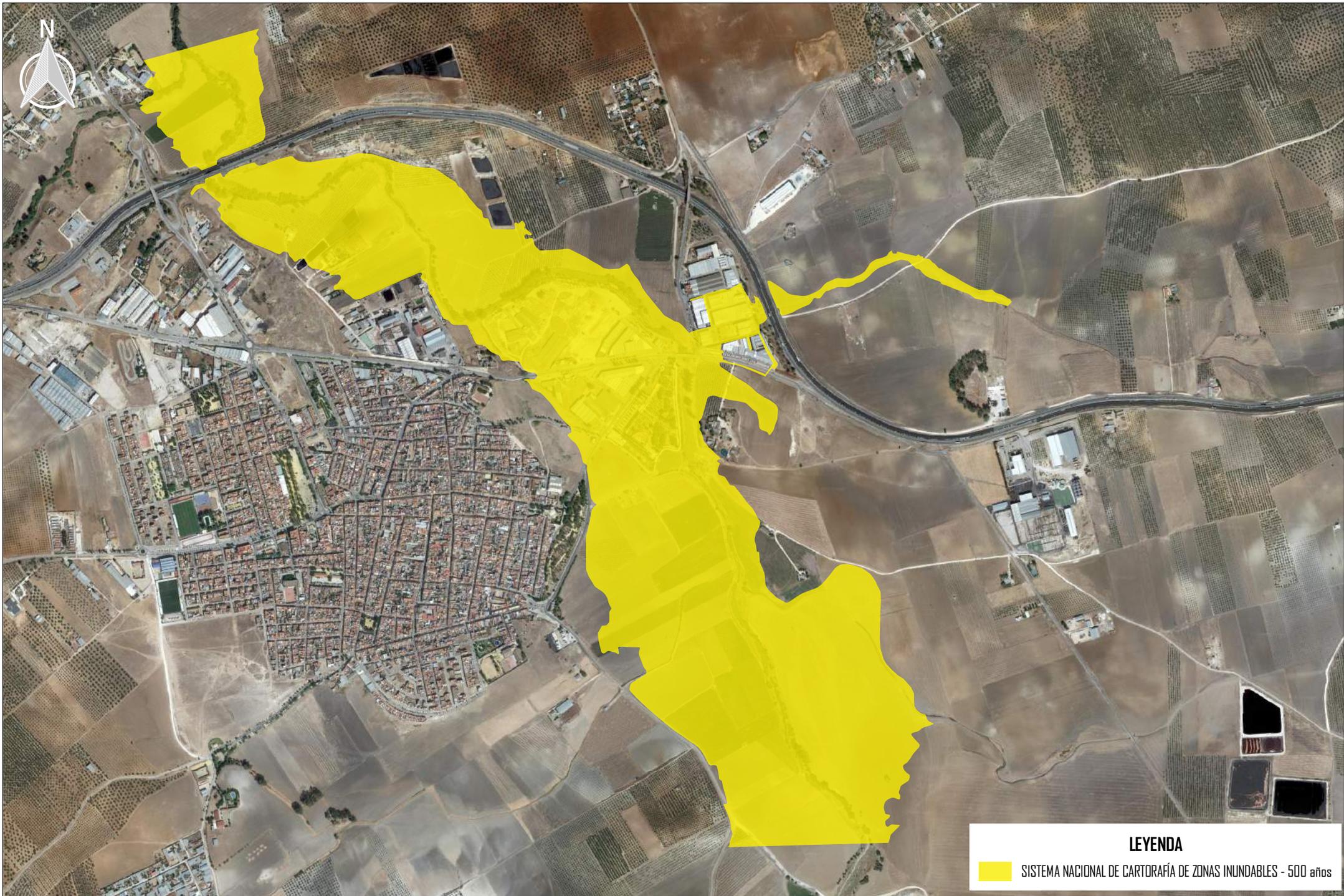
LEYENDA

 SISTEMA NACIONAL DE CARTOGRAFÍA DE ZONAS INUNDABLES - 50 años



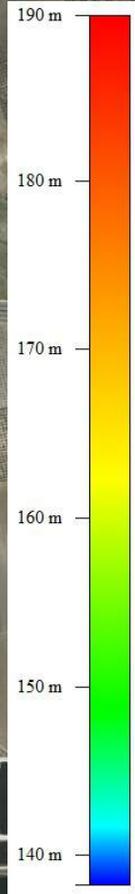
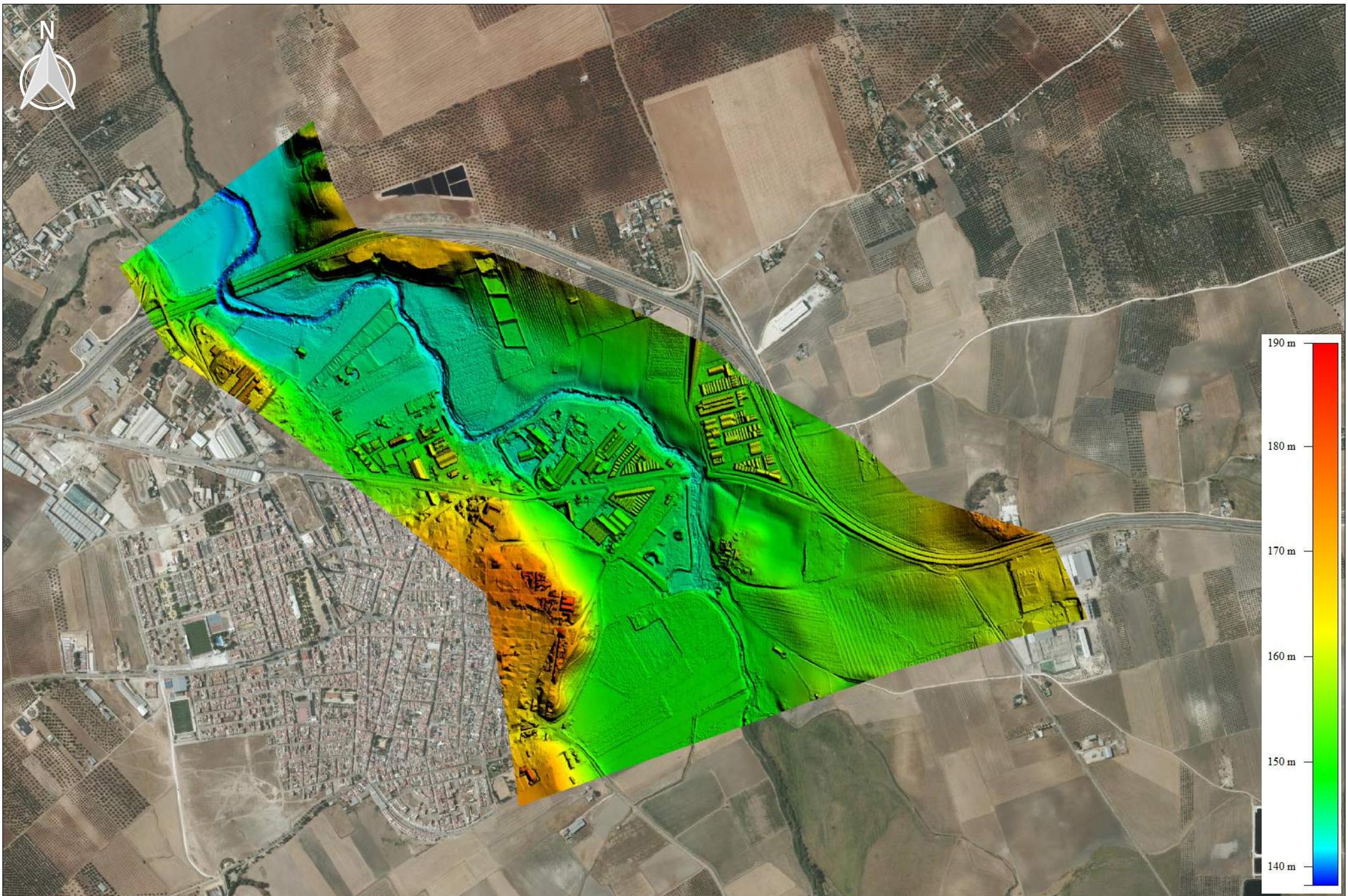
LEYENDA

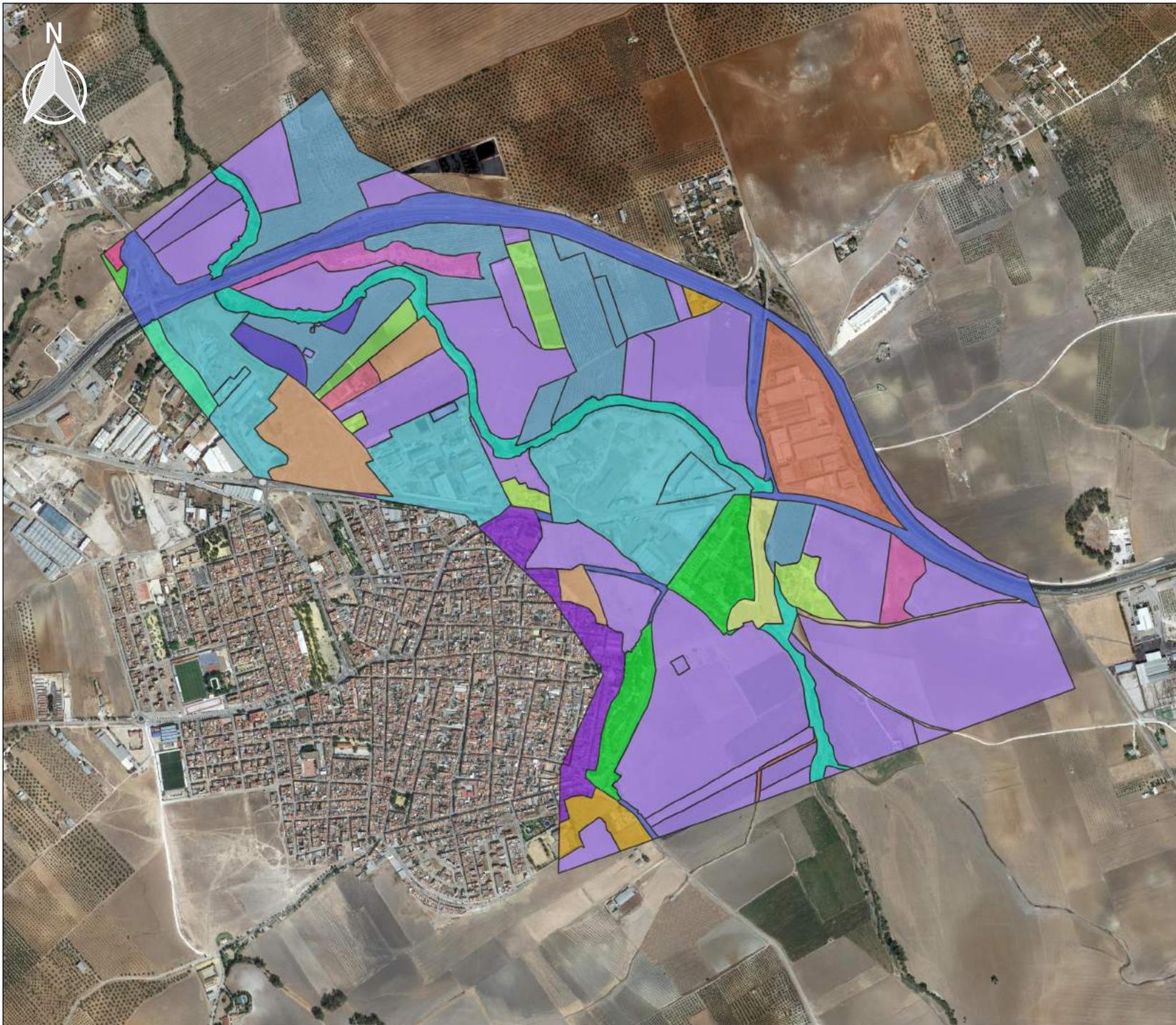
 SISTEMA NACIONAL DE CARTOGRAFÍA DE ZONAS INUNDABLES - 100 años



LEYENDA

 SISTEMA NACIONAL DE CARTOGRAFÍA DE ZONAS INUNDABLES - 500 años

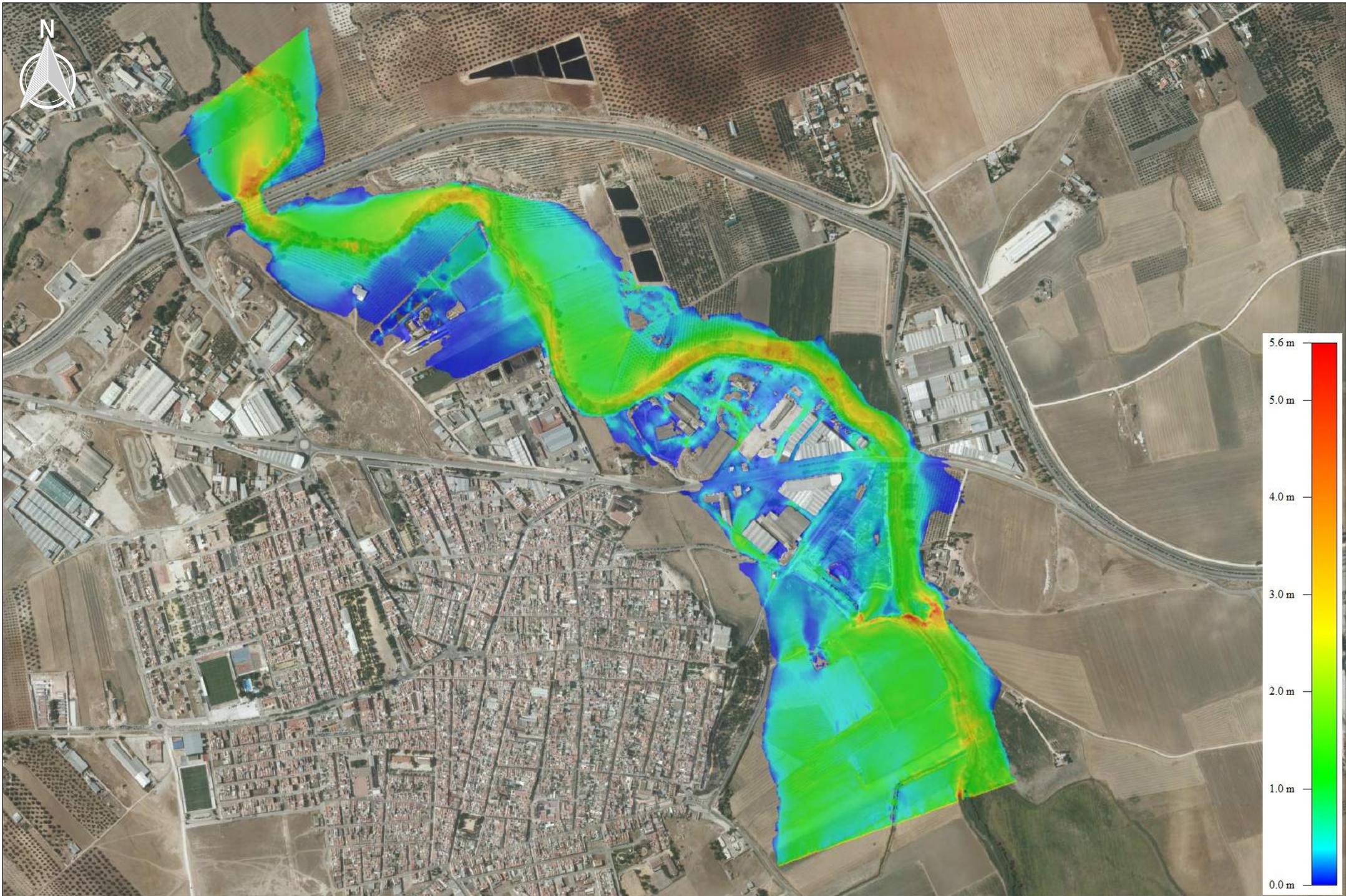


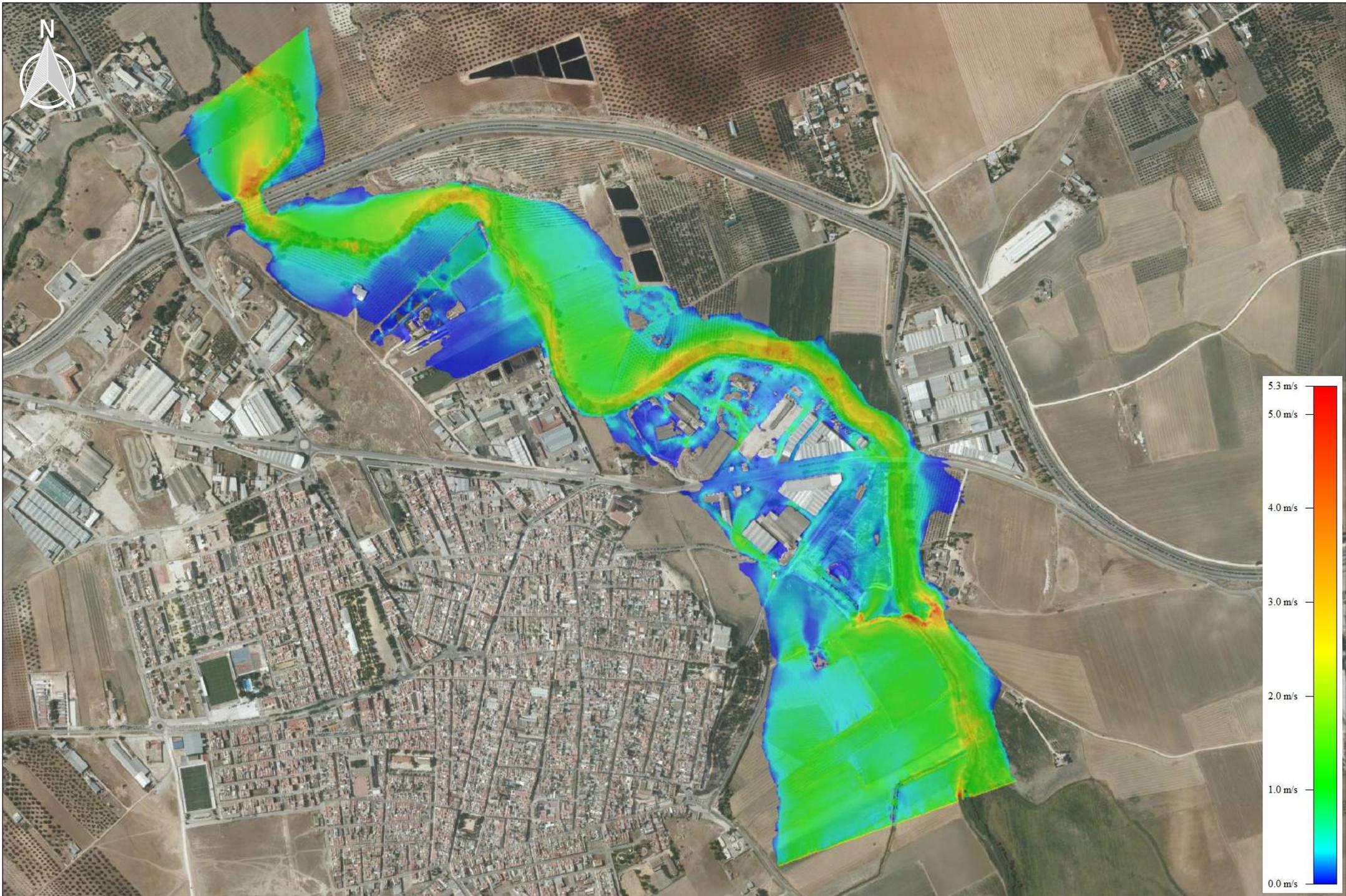


LEYENDA

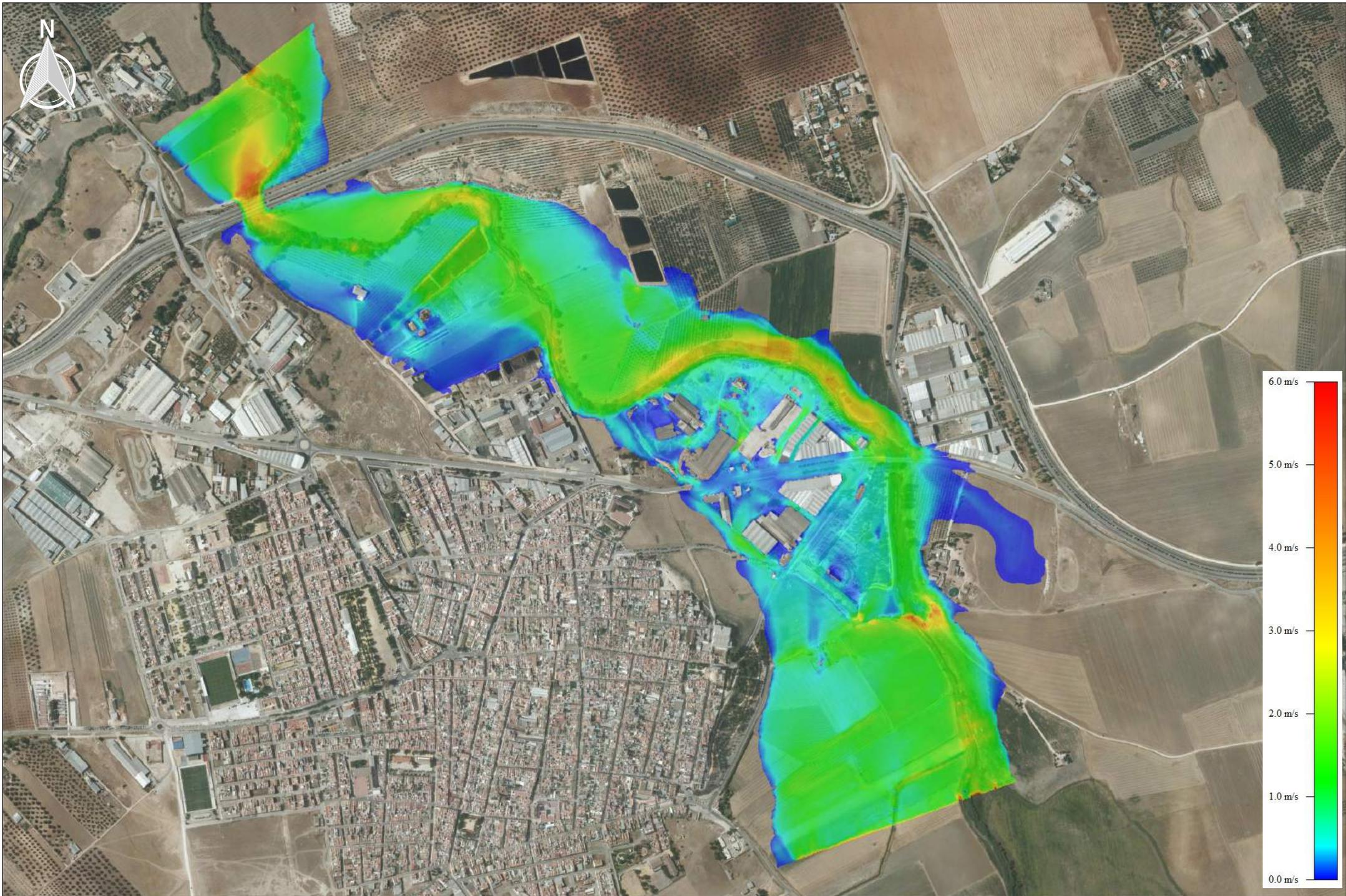
USOS DEL SUELO SEGUN SIOSE

- AGRÍCOLA RESIDENCIAL
- AGRÍCOLA/GANADERO
- CASCO
- CAUCE SIN VEGETACIÓN
- CULTIVO HERBÁCEO DISTINTO DE ARROZ
- DEPÓSITO DE ALPECHÍN
- ENSANCHE
- INDUSTRIA AISLADA
- INFRAESTRUCTURA TECNICA
- LÁMINA DE AGUA ARTIFICIAL
- MATORRAL DISPERSO CON PASTIZAL
- MATORRAL DISPERSO CON PASTO Y ROCA O SUELO
- OLIVAR
- PARQUES, PLAZAS, JARDINES, PASEOS MARÍTIMOS
- PASTIZAL CON CLAROS (ROCA, SUELO)
- POLÍGONO INDUSTRIAL ORDENADO
- POLÍGONO INDUSTRIAL SIN ORDENAR
- RED VIARIA
- RÍOS Y CAUCES NAT: OTRAS FORMAS RIPARIAS
- RÍOS Y CAUCES NATURALES: BOSQUE GALERÍA
- SUELO DESNUDO
- VIAL, APARCAMIENTO O ZONA PEATONAL SIN VEGETACIÓN
- ZONA DE EXTRACCIÓN O VERTIDO
- ZONA VERDE AJARDINADA

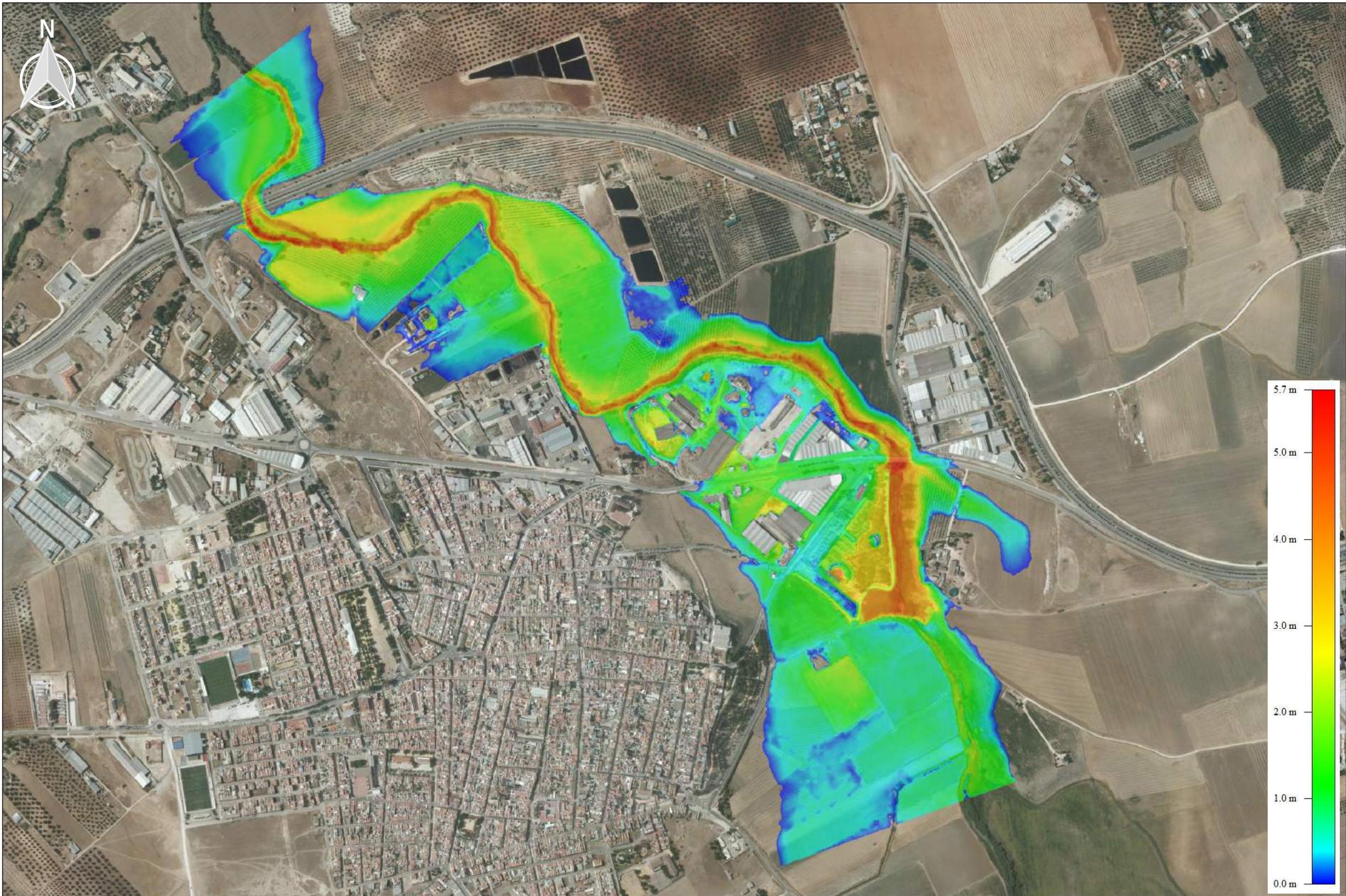


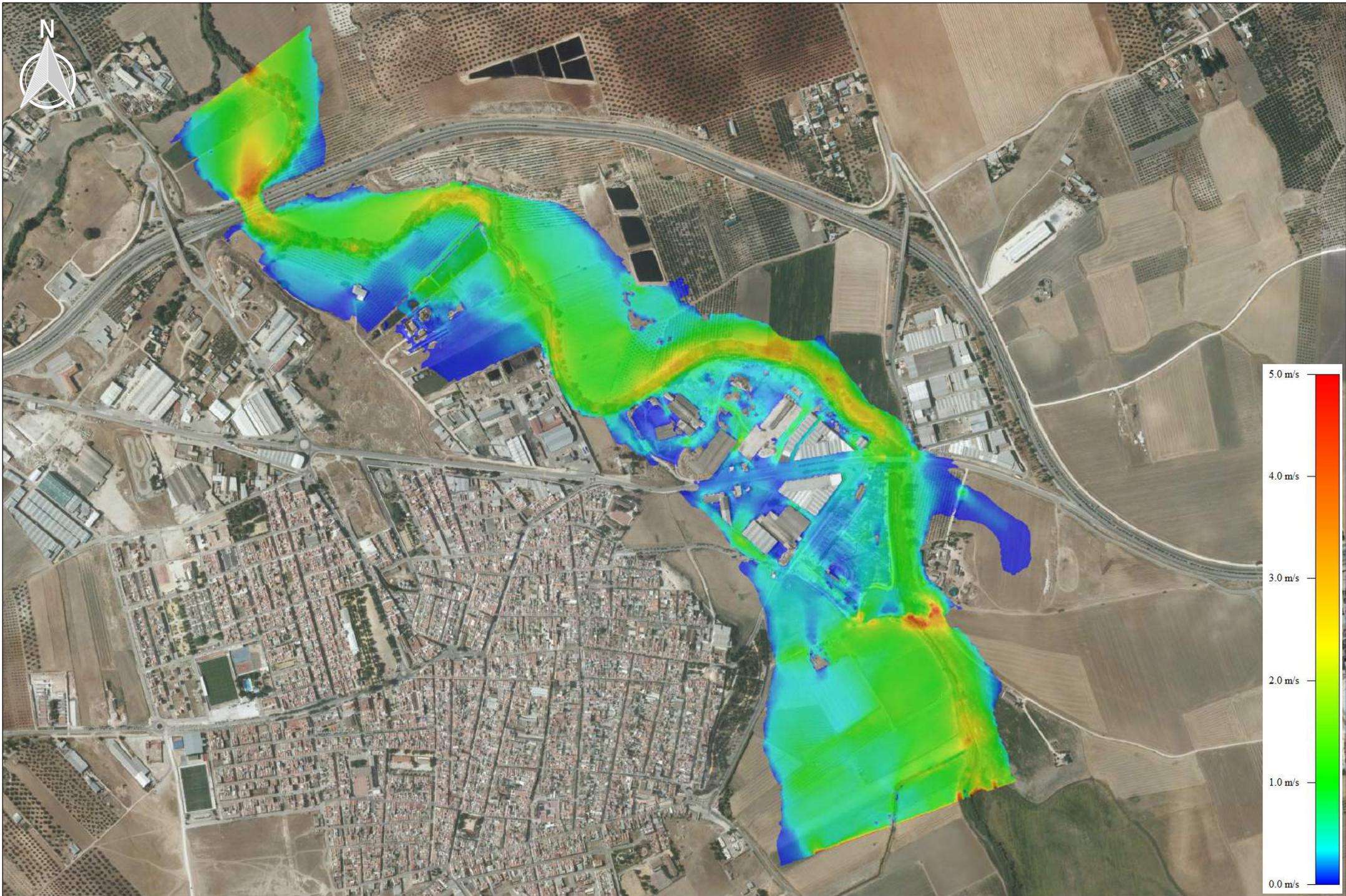


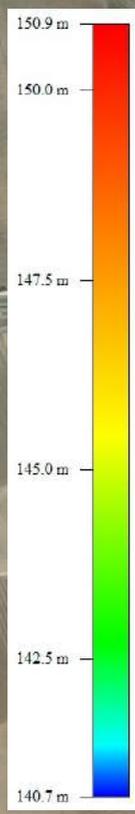


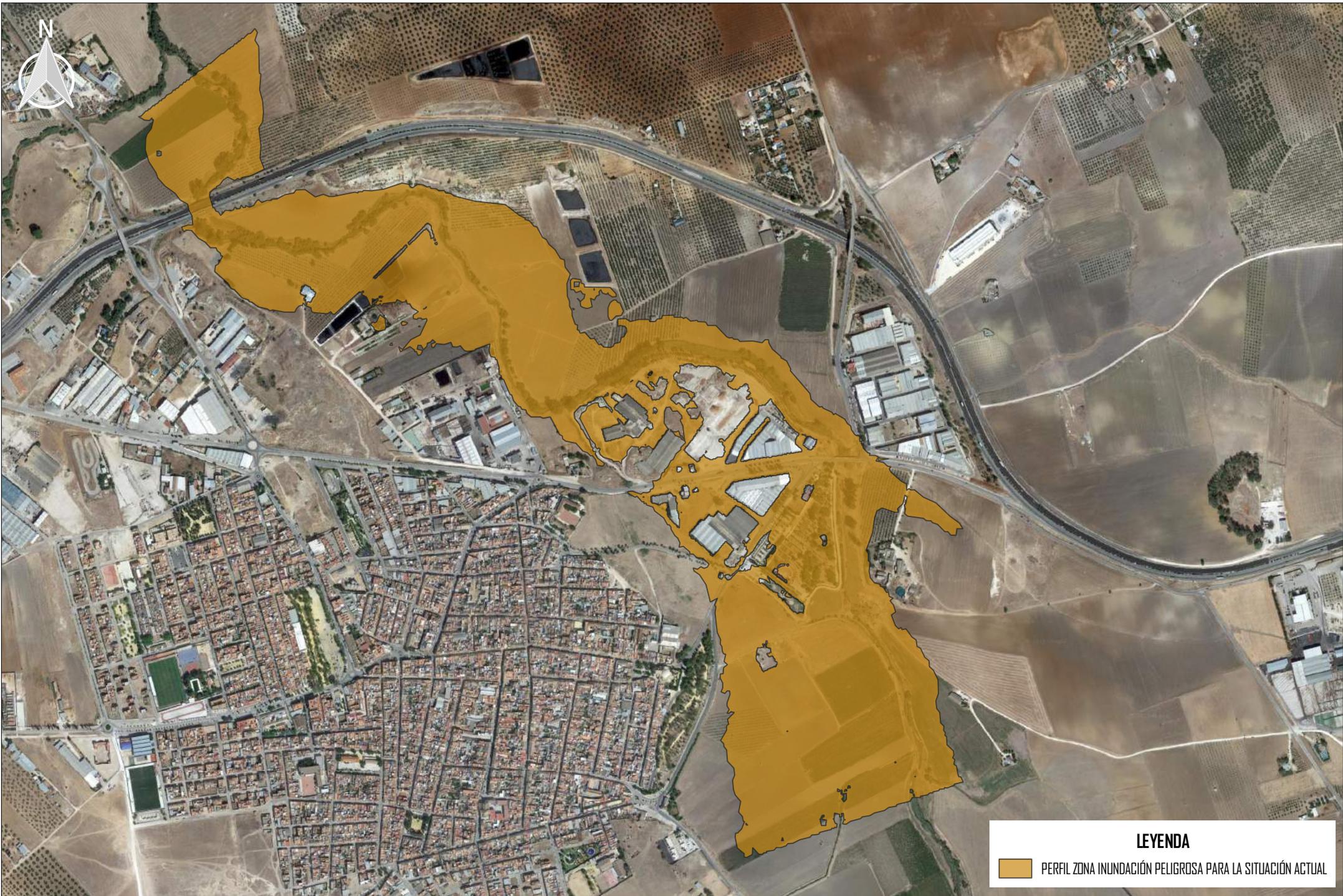












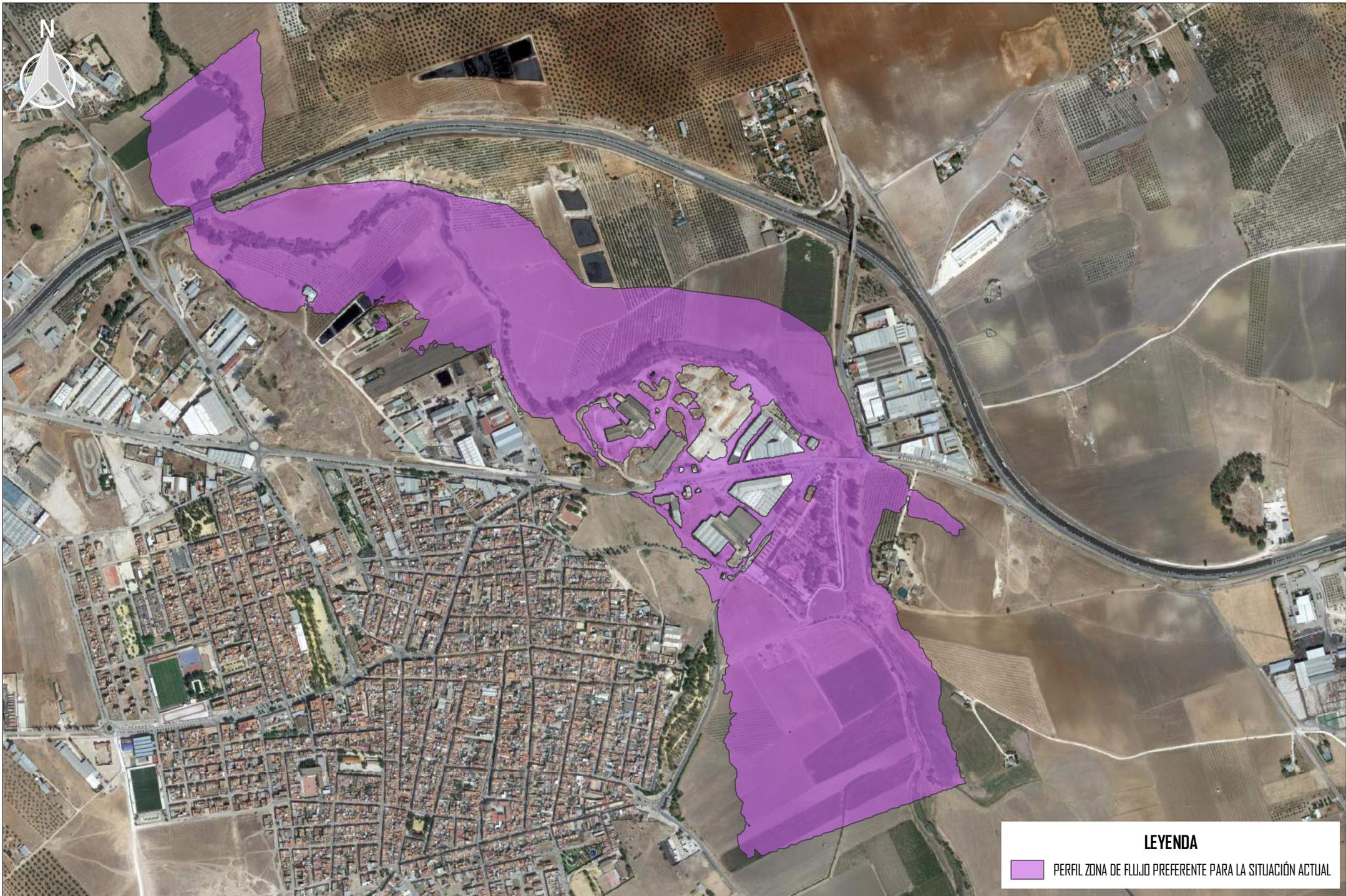
LEYENDA

 PERFIL ZONA INUNDACIÓN PELIGROSA PARA LA SITUACIÓN ACTUAL



LEYENDA

 PERFIL VIA DE INTENSO DESAGÜE PARA LA SITUACIÓN ACTUAL



LEYENDA

 PERFIL ZONA DE FLUJO PREFERENTE PARA LA SITUACIÓN ACTUAL

