

Confederación Hidrográfica del Guadalquivir

ESTUDIO COSTE – BENEFICIO DE MEJORA DE LA INUNDABILIDAD DE LOS CAUCES PÚBLICOS EN EL T.M. DE VILLAVERDE DEL RÍO

MEMORIA

MEMORIA

Índice

1. Marco general de la actuación	1
2. Antecedentes	4
2.1 Directiva de Inundaciones y PGRI	4
2.1.1 Medida en PGRI	8
2.2 Inundaciones históricas, noticias en prensa y datos CCS en daños	11
2.3 Infraestructuras contra inundaciones existentes en Villaverde del Río	15
2.4 Comparativa histórica y cambios de usos de suelo.....	18
3. Descripción de las alternativas	21
3.1 Resumen alternativas propuestas	21
3.2 Alternativa 0	24
3.3 Alternativa 1	24
3.4 Alternativa 2	30
4. Definición del área de estudio	31
5. Análisis de modelos existentes y preparación de información base para el modelo	32
5.1 MDT	32
5.2 Rugosidad	34
5.3 Caudales.....	34
5.4 Condiciones de contorno e iniciales	34
5.5 Estructuras	35
6. Modelos digitales del terreno	36
6.1 MDT de la Alternativa 0.....	36
6.2 MDT de la Alternativa 1.....	37
6.3 MDT de la Alternativa 2.....	39
7. Análisis hidrológico de cada alternativa.....	40
8. Modelo hidráulico	41
8.1 Características del modelo comunes a todas las alternativas	41
8.2 Modelo hidráulico para la situación actual. Alternativa 0	42
8.3 Modelo hidráulico para la Alternativa 1	44
8.4 Modelo hidráulico para la Alternativa 2.....	47

9. Análisis coste-beneficio	51
9.1 Metodología análisis coste-beneficio	51
9.1.1 Selección del periodo de análisis	51
9.1.2 Definición de la situación de referencia y alternativas	52
9.1.3 Estimación de los costes de actuación	52
9.1.4 Estimación de los costes de expropiación	53
9.1.5 Preparación de la información base para la obtención del valor de los daños ocasionados por las avenidas	56
9.1.6 Cálculo automatizado de daños	59
9.1.7 Calibración CCS	59
9.1.8 Cálculo del beneficio generado con la actuación	59
9.1.9 Análisis coste-beneficio	60
9.1.10 Aplicación de los criterios de rentabilidad económica	61
9.1.11 Análisis de sensibilidad	61
9.2 Valoración económica de cada alternativa	61
9.3 Puntos de especial importancia	62
9.4 Análisis de daños y beneficio estimado	64
9.5 Análisis de sensibilidad	66
9.6 Conclusiones análisis coste-beneficio	67
10. Fases y plazo de la actuación	68
11. Análisis ambiental	69
11.1 Análisis de los efectos sobre los objetivos ambientales de las masas de agua	69
11.2 Análisis de los efectos sobre la hidromorfología	72
11.3 Análisis de la tramitación ambiental	73
12. Análisis social	76
12.1 Análisis de la demanda	76
12.2 Análisis de la aceptación social	78
12.3 Análisis de la población afectada	79
12.4 Disponibilidad de los terrenos	81
13. Conclusiones	83
13.1 Sobre la reducción de la peligrosidad y riesgo de la inundación	83
13.2 Sobre el coste beneficio	84

13.3 Sobre la viabilidad social y la disponibilidad de terrenos	84
13.4 Sobre el posible impacto ambiental y la complejidad de la tramitación ambiental	85
13.5 Sobre la solución	86
13.6 Conclusión general.....	87
14. Planos.....	89

Índice de Figuras

<i>Figura 1. Ámbito de la actuación con los tramos de estudio. Fuente: MTN25 IGN.</i>	<i>2</i>
<i>Figura 2. Localización de los tramos de estudio respecto a la cuenca del Guadalquivir</i>	<i>3</i>
<i>Figura 3. Zonas inundables del MAPRI 2º ciclo el ARPSI del Guadalquivir ES050_APSFR_BG004-01 a la altura de Villaverde del Río.</i>	<i>5</i>
<i>Figura 4. Detalle de las zonas inundables del MAPRI 2º ciclo el ARPSI del Guadalquivir ES050_APSFR_BG004-01 a la altura de Villaverde del Río.</i>	<i>6</i>
<i>Figura 5. Detalle del mapa de peligrosidad (altura del agua) para un periodo de retorno de 10 años (T010) del MAPRI 2º ciclo en el ARPSI del Guadalquivir ES050_APSFR_BG004-01 a la altura de Villaverde del Río.</i>	<i>7</i>
<i>Figura 6. Imagen del interceptor oriental que el Ayuntamiento de Villaverde del Río adjunta en la ficha de actuaciones enviada durante la consulta pública del PGRI del Guadalquivir de 2º ciclo.</i>	<i>9</i>
<i>Figura 7. Localización aproximada (rectángulo rojo) del interceptor propuesto por el Ayuntamiento de Villaverde del Río según la ficha para el PGRI.</i>	<i>9</i>
<i>Figura 8. Extracto de la ficha de actuación enviada por el Ayuntamiento de Villaverde del Río para el PGRI de 2º ciclo del Guadalquivir.</i>	<i>10</i>
<i>Figura 9. Localización aproximada de la mejora de colectores (líneas verdes) propuesta por el Ayuntamiento de Villaverde del Río para la reducción de inundaciones.</i>	<i>14</i>
<i>Figura 10. Imagen aérea del nuevo y antiguo cauce del arroyo de Siete Arroyos, visto hacia aguas arriba. Se indica también la situación del muro de defensa. Fuente: José Fresco Fresco, Google Maps.</i>	<i>17</i>
<i>Figura 11. Imagen aérea del nuevo y antiguo cauce del Siete Arroyos, visto hacia aguas abajo. Se indica también la situación del muro de defensa. Fuente: José Fresco Fresco, Google Maps.</i>	<i>17</i>
<i>Figura 12. Modelo digital del terreno de la zona de Villaverde donde se indican con círculos rojos las obras de defensa frente a inundaciones existentes y los distintos cauces.</i>	<i>18</i>
<i>Figura 13. Evolución de la población de hecho en Villaverde del Río de 1900 a 1991. Fuente: INE... ..</i>	<i>19</i>
<i>Figura 14. Evolución de la población empadronada en Villaverde del Río de 1996 a 2022. Fuente: INE.</i>	<i>19</i>
<i>Figura 15. Comparativa de ortofotos históricas en el entorno de Villaverde del Río y río Guadalquivir. El ARPSI del ES050_APSFR_BG004-01 se muestra con una línea rosa. Imagen superior izquierda: vuelo americano 1956-57. Imagen superior derecha: vuelo Interministerial 1977. Imagen inferior izquierda: Ortofografía Coloreada de Andalucía 1998. Imagen inferior derecha: PNOA 2019. Fuentes: IDE Andalucía y PNOA IGN.</i>	<i>20</i>
<i>Figura 16. Detalle del mapa de peligrosidad (altura del agua) para un periodo de retorno de 10 años (T010) del MAPRI 2º ciclo en el ARPSI del Guadalquivir ES050_APSFR_BG004-01 a la altura de Villaverde del Río.</i>	<i>22</i>

<i>Figura 17. Trazado del interceptor propuesto para las alternativas 1 y 2 (línea morada) respecto al trazado aproximado del interceptor propuesto en las consultas públicas del PGRI por el Ayuntamiento de Villaverde del Río (línea verde discontinua).</i>	25
<i>Figura 18. Croquis del perfil transversal del interceptor en la alternativa 1.</i>	26
<i>Figura 19. Imágenes del modelo digital del terreno utilizado en el modelo hidráulico en el que se aprecia el rebaje del terreno en el interceptor y los cruces de caminos.</i>	27
<i>Figura 20. Perfil longitudinal del interceptor (línea rosa), respecto al perfil longitudinal del terreno actual (línea marrón), según el MDT utilizado en el modelo hidráulico en la situación actual.</i>	28
<i>Figura 21. Profundidad del interceptor respecto al terreno actual según el MDT utilizado en el modelo hidráulico en la situación actual.</i>	28
<i>Figura 22. Tramo final del interceptor respecto al DPH cartográfico disponible en los ríos Viar y Guadalquivir, según el MAPRI de 2º ciclo.</i>	29
<i>Figura 23. Interceptor respecto a la zona de flujo preferente, según el MAPRI de 2º ciclo.</i>	29
<i>Figura 24. Croquis del perfil transversal del interceptor en la alternativa 2.</i>	30
<i>Figura 25. Croquis del área de actuación.</i>	31
<i>Figura 26. Comparativa de la extensión entre el ámbito de estudio de este ACB respecto a la extensión del MDT utilizado en el ARPSI ES050_APSFR_BG004-01 en su tramo 6.</i>	32
<i>Figura 27. Diferencia de cotas entre el MDT elaborado para este análisis coste-beneficio respecto al MDT utilizado en el ARPSI ES050_APSFR_BG004-01.</i>	33
<i>Figura 28. MDT de Alternativa 0 o situación actual.</i>	36
<i>Figura 29. MDT modificado con el interceptor planteado en las alternativas 1 y 2.</i>	38
<i>Figura 30. Perfil longitudinal del interceptor (línea rosa), respecto al perfil longitudinal del terreno actual (línea marrón), según el MDT utilizado en el modelo hidráulico en la situación actual.</i>	39
<i>Figura 31. Puntos de entrada de los caudales (puntos rojos) introducidos en los modelos hidráulicos.</i>	40
<i>Figura 32. Calados de la zona inundable para T010 en la alternativa 0.</i>	42
<i>Figura 33. Calados de la zona inundable para T100 en la alternativa 0.</i>	43
<i>Figura 34. Calados de la zona inundable para T500 en la alternativa 0.</i>	44
<i>Figura 35. Calados de la zona inundable para T010 en la alternativa 1.</i>	45
<i>Figura 36. Calados de la zona inundable para T100 en la alternativa 1.</i>	46
<i>Figura 37. Calados de la zona inundable para T500 en la alternativa 1.</i>	47
<i>Figura 38. Calados de la zona inundable para T010 en la alternativa 2.</i>	48
<i>Figura 39. Calados de la zona inundable para T100 en la alternativa 2.</i>	49
<i>Figura 40. Calados de la zona inundable para T500 en la alternativa 2.</i>	50

<i>Figura 41. Situación del interceptor respecto a las parcelas que estarían afectadas por expropiación de acuerdo con la información del Catastro. Se muestran las referencias catastrales de aquellas parcelas privadas afectadas por expropiación (no se muestran las referencias de las parcelas públicas).</i>	<i>55</i>
<i>Figura 42. Mapa con la localización de los puntos de especial importancia en Villaverde según la zona inundable (ZI) en la que se encuentran en la situación actual (alternativa 0). La numeración de cada punto se corresponde con el campo Id de la tabla anterior.</i>	<i>64</i>
<i>Figura 43. Localización masa agua ES050MSPF011006009, - Arroyo de Siete Arroyos, según el Plan hidrológico del Guadalquivir de 3^{er} ciclo.....</i>	<i>70</i>
<i>Figura 44. Localización masa agua ES050MSPF011100012 - Embalses de Cantillana y de Alcalá del Río (marcado en azul oscuro), según el Plan hidrológico del Guadalquivir de 3^{er} ciclo, , que abarca el tramo final del Siete Arroyos.</i>	<i>70</i>
<i>Figura 45. Ubicación de las vías pecuarias (líneas verdes) en el ámbito de estudio. Fuente: Red de Información Ambiental de Andalucía de la Junta de Andalucía.....</i>	<i>74</i>
<i>Figura 46. Secciones censales, edificaciones y zonas inundables para T100 en la situación actual (alternativa 0).</i>	<i>80</i>
<i>Figura 47. Plano de ordenación detallada propuesta la clasificación y determinación en el suelo no urbanizable (tipos de zonas) en la zona del núcleo de Villaverde del Río, según el avance del PGOU de Villaverde del Río del 2014.</i>	<i>82</i>

Índice de Tablas

<i>Tabla 1. Caudales introducidos en los modelos.</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 2. Datos de precios de la tierra para la provincia de Sevilla, según la Encuesta de precios de la tierra en Andalucía, año 2022 (datos provisionales).....</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 3. Parcelas afectadas según el Catastro que serían objeto de expropiación en las alternativas 1 y 2.</i>	<i>55</i>
<i>Tabla 4. Resumen del coste estimado de expropiaciones por alternativa.....</i>	<i>56</i>
<i>Tabla 5. Valor del riesgo por uso del suelo (actividad económica) según la Propuesta de Mínimos para la Realización de los Mapas de Riesgo de Inundación del MITECO.</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 6. Puntos de especial importancia, tipo Protección Civil, según la Propuesta de Mínimos para la Realización de los Mapas de Riesgo de Inundación del MITECO.</i>	<i>58</i>
<i>Tabla 7. Coeficientes minorizantes de afección en relación con el calado, según la Propuesta de Mínimos para la Realización de los Mapas de Riesgo de Inundación del MITECO.....</i>	<i>58</i>
<i>Tabla 8. Resumen costes de las alternativas.....</i>	<i>61</i>
<i>Tabla 9. Resumen costes asociados a las obras de la alternativa 1.</i>	<i>62</i>
<i>Tabla 10. Resumen costes asociados a las obras de la alternativa 2.</i>	<i>62</i>
<i>Tabla 11. Puntos de especial importancia en Villaverde del Río según la zona inundable (ZI) en la que</i>	

se encuentran	63
Tabla 12. Resumen de los resultados de los daños estimados para las alternativas estudiadas.	64
Tabla 13. Daños por usos de suelo en la alternativa 0.	65
Tabla 14. Resumen de los daños y beneficios anuales generados en las diferentes actuaciones estudiadas.	65
Tabla 15. Resumen de la rentabilidad de las alternativas estudiadas.	66
Tabla 16. Alternativas más rentables según el indicador de rentabilidad.	66
Tabla 17. Resumen de la sensibilidad de la rentabilidad de las alternativas a cambios en la tasa de descuento.	67
Tabla 18. Evaluación del estado la masa de agua ES050MSPF011100012 en el 3er ciclo. Fuente: PH Guadalquivir 2022-2027.	71
Tabla 19. Objetivos ambientales para la masa de agua ES050MSPF011006009. Fuente: PH Guadalquivir 2022-2027.	71
Tabla 20. Resumen de análisis del medio.	73
Tabla 21. Descripción de los agentes seleccionados	78
Tabla 22. Datos generales de la encuesta	78
Tabla 23. Población afectada en Villaverde del Río en cada alternativa.	81
Tabla 24. Índice descriptivo de los planos del Estudio	90

1. Marco general de la actuación

El ámbito de estudio se sitúa en el municipio de Villaverde del Río. Pertenece a la comarca de la Vega del Guadalquivir, en la provincia de Sevilla, a unos 25 kilómetros al noreste de su capital. Según datos del padrón del INE para 2022, Villaverde del Río cuenta con 7.711 habitantes, la mayoría en el núcleo de Villaverde del Río y una pequeña parte en núcleos diseminados.

Se ubica en la margen derecha del río Guadalquivir, con las viviendas del extremo sur del núcleo de población localizadas a unos 200-250 metros de este cauce. A su vez, Villaverde del Río se encuentra cerca de la confluencia de dos afluentes del Guadalquivir, el Arroyo de Siete Arroyos que discurre al oeste de la población, y el río Viar en el sureste de la población. Por tanto, la problemática de inundaciones en Villaverde del Río puede provenir de diversos cauces, **aunque este estudio-coste beneficio se centrará en la inundabilidad originada por el arroyo de Siete Arroyos, así como tres de sus afluentes por la margen izquierda (arroyo de la Meona y dos arroyos sin nombre) que atraviesan la zona urbana de Villaverde.** Estos cauces se denominan internamente con los códigos MP223 (arroyo de Siete Arroyos), MP224 (arroyo de la Meona), MP225 (arroyo Sin nombre 01) y MP226 (arroyo Sin nombre 02 o arroyo Regajo Hondo).

Por tanto, las actuaciones planteadas en este estudio-coste beneficio tienen como objeto disminuir las afecciones negativas de las inundaciones del arroyo de Siete Arroyos y sus afluentes a su paso por Villaverde del Río.

Estos cauces objeto de este estudio coste-beneficio no están declarados como ARPSI (Área de Riesgo Potencial Significativo de Inundación). Sin embargo, el tramo del Guadalquivir cercano a Villaverde sí está declarado como ARPSI, denominado ES050_APSFR_BG004-01 – Río Guadalquivir entre Peñaflor y Alcalá del Río, durante el [primer ciclo de la Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación \(EPRI\) de la CH Guadalquivir](#) (año 2013), con una longitud total de 70,48 km en el río Guadalquivir desde Lora del Río hasta Alcalá del Río.

Esta actuación está contemplada en el programa de medidas tanto en el Plan de Gestión del Riesgo de Inundación (PGRI) de 2º ciclo de la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir, como en el Plan Hidrológico de 3º ciclo del Guadalquivir, con el nombre de “Estudio coste-beneficio de mejora de la inundabilidad de los cauces públicos en el T.M. de Villaverde del Río” con el código ES050_3_Guadalquivir5778 para ambos Planes (también se ha usado este código en el reporting a la Comisión Europea). Tiene asignado un presupuesto de 50.000 euros y un plazo de ejecución previsto entre 2022 y 2027.

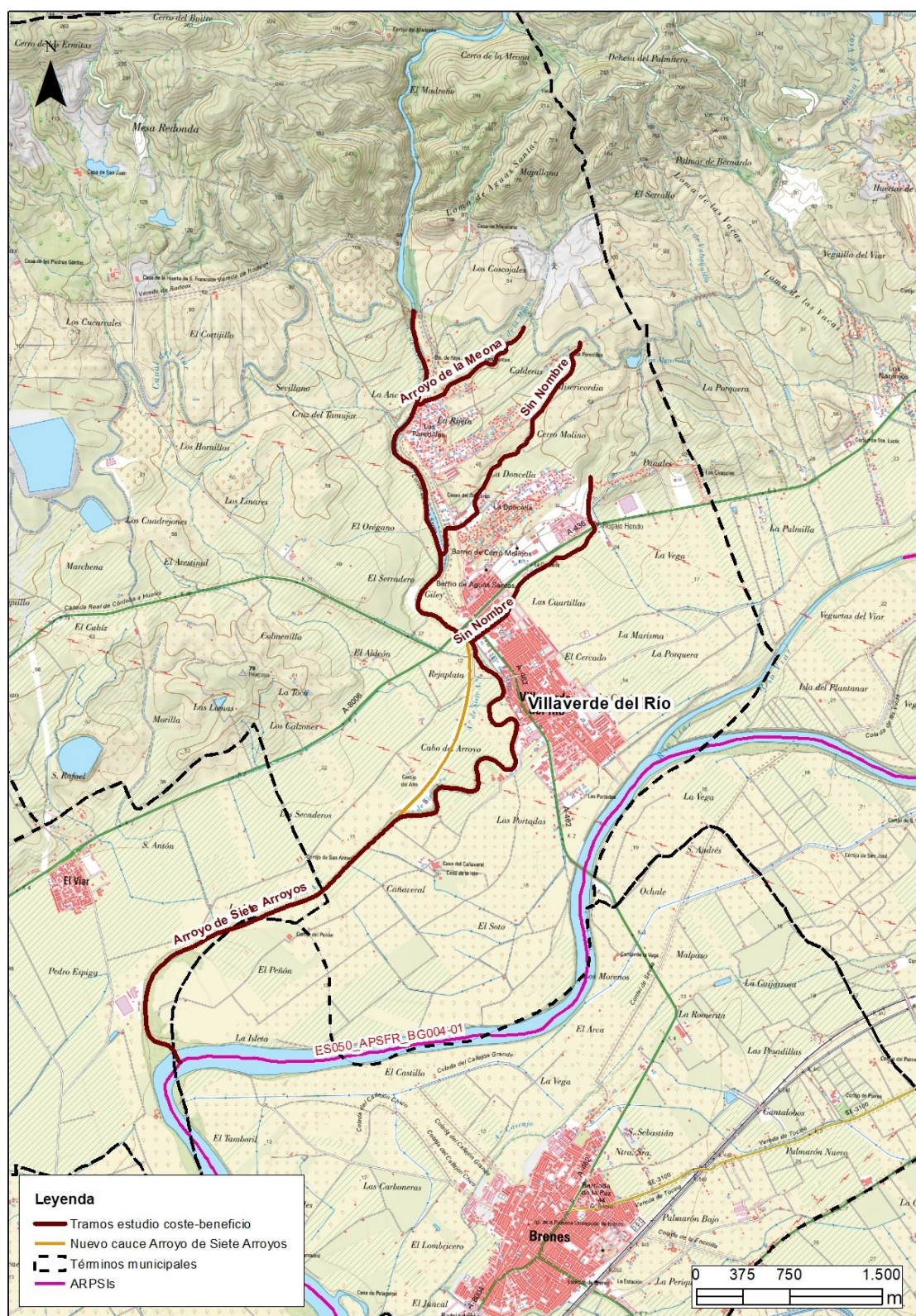


Figura 1. Ámbito de la actuación con los tramos de estudio. Fuente: MTN25 IGN.

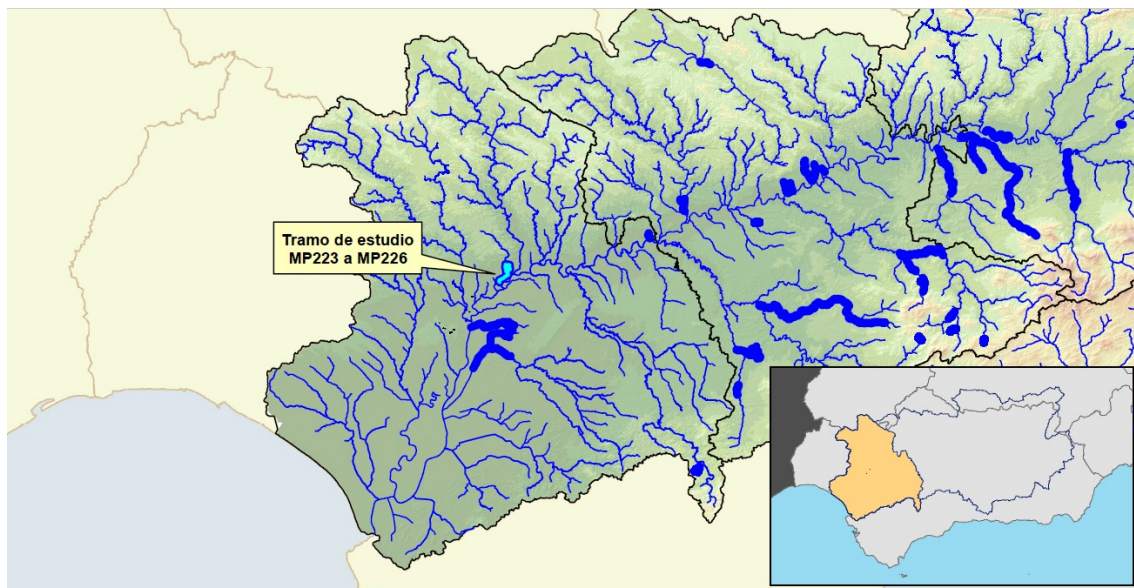


Figura 2. Localización de los tramos de estudio respecto a la cuenca del Guadalquivir

2. Antecedentes

2.1 Directiva de Inundaciones y PGRI

Como se ha indicado anteriormente, los cauces objeto de estudio (arroyo de Siete Arroyos y afluentes a su paso por Villaverde del Río) no están declarados como ARPSI (Área de Riesgo Potencial Significativo de Inundación) de acuerdo a la [Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación \(EPRI\) Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir \(DHG\) 2º ciclo](#) (año 2019), que sigue lo establecido en el [Real Decreto 903/2010](#), de 9 de julio, de evaluación y gestión de riesgos de inundación, que transpone la [Directiva 2007/60/CE](#) del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa a Evaluación y Gestión de los Riesgos de Inundación (Directiva de Inundaciones).

Sin embargo, el tramo del Guadalquivir cercano a Villaverde sí está declarado como ARPSI, denominado ES050_APSFR_BG004-01 - Río Guadalquivir entre Peñafior y Alcalá del Río, durante el [primer ciclo de la Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación \(EPRI\) del Guadalquivir](#) (año 2013), con una longitud total de 70,48 km en el río Guadalquivir desde Lora del Río hasta Alcalá del Río.

Por su parte, los artículos 8 y 9 del RD 903/2010 establecen la obligación de desarrollar los Mapas de Peligrosidad y los Mapas de Riesgo de Inundación (MAPRI) para cada Área de Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSI), identificada en la EPRI, para los escenarios de alta (cuando proceda), media y baja probabilidad, correspondientes a las avenidas con periodos de retorno de 10, 100 y 500 años.

Dado que los cauces que se analizan en este estudio coste-beneficio no están declarados como ARPSI, no se dispone de mapas de peligrosidad y riesgo, ni de otro tipo de cartografía de inundaciones. Por ello, en **este estudio coste-beneficio se elaborará al efecto esta cartografía de inundaciones en estos cauces** para analizar la situación actual y zonas inundables y evaluar las alternativas propuestas y la potencial reducción de la zona inundable y daños ocasionados.

Únicamente se dispone de cartografía de inundaciones para el tramo ARPSI del río Guadalquivir a su paso por Villaverde del Río (ES050_APSFR_BG004-01), que no es objeto de este estudio coste-beneficio, pero que afecta a Villaverde del Río por la amplitud de la zona inundable y por el remonte del agua por el Arroyo de Siete Arroyos en situación de crecida. Los mapas de peligrosidad y riesgo para este tramo ARPSI del río Guadalquivir se elaboraron en el contexto de los trabajos del [MAPRI 1º ciclo](#), aprobados en mayo de 2015, y se han revisado y actualizado en el marco de los trabajos del [MAPRI 2º ciclo](#), aprobados en mayo de 2021. Por tanto, la cartografía disponible de este ARPSI es de 2º ciclo y comprende: mapas de peligrosidad (calados), riesgo y zonas inundables para los periodos de retorno de 10, 100 y 500 años (T010, T100 y T500), así como mapas de DPH cartográfico y zona de flujo preferente (ZFP). Esta cartografía se puede consultar tanto en el [visor de zonas inundables de la CHG](#), como en el visor del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables ([SNCZI](#)).

En las siguientes imágenes se muestra la cartografía actual de zonas inundables, procedente del MAPRI de 2º ciclo: zonas inundables del río Guadalquivir para el entorno

de Villaverde del Río y en detalle para la zona de los cauces de estudio, tanto zonas inundables como mapa de peligrosidad (calados) para 10 años de periodo de retorno. Se puede observar que la zona inundable tiene una gran extensión en esta zona, llegando a la población de Villaverde del Río, incluso para 10 años.

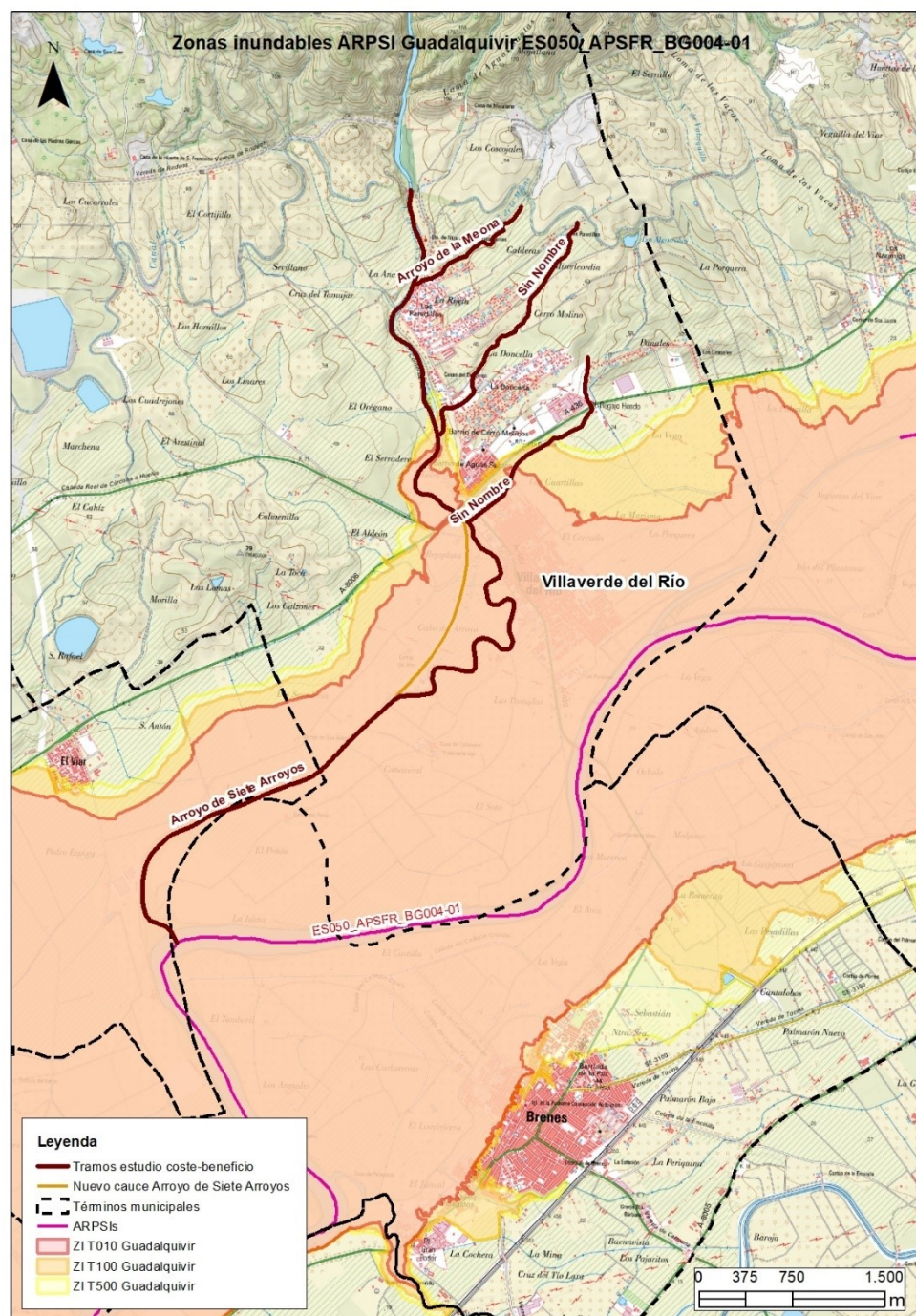


Figura 3. Zonas inundables del MAPRI 2º ciclo el ARPSI del Guadalquivir ES050_APSFR_BG004-01 a la altura de Villaverde del Río.

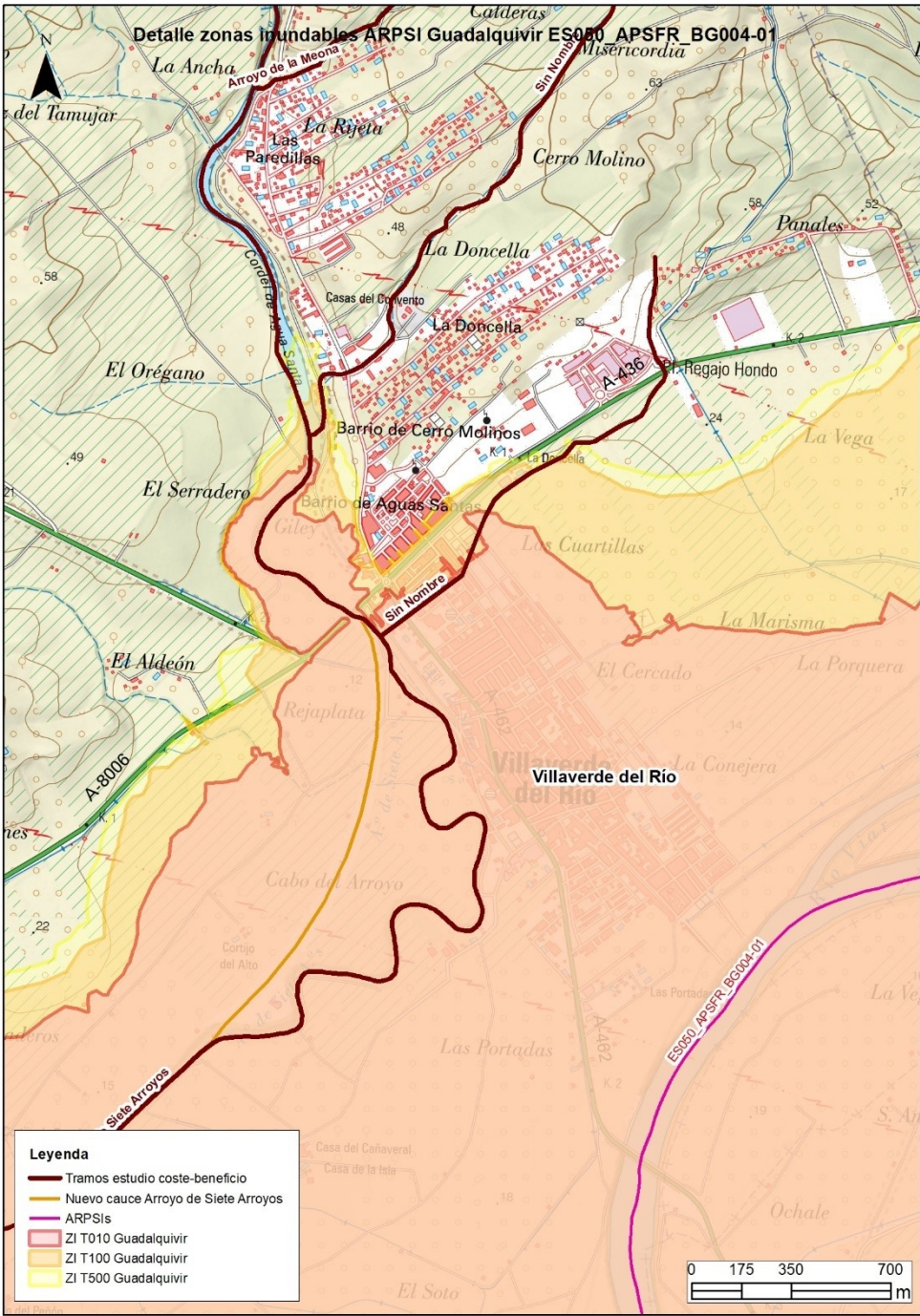


Figura 4. Detalle de las zonas inundables del MAPRI 2º ciclo el ARPSI del Guadalquivir ES050_APSFR_BG004-01 a la altura de Villaverde del Río.

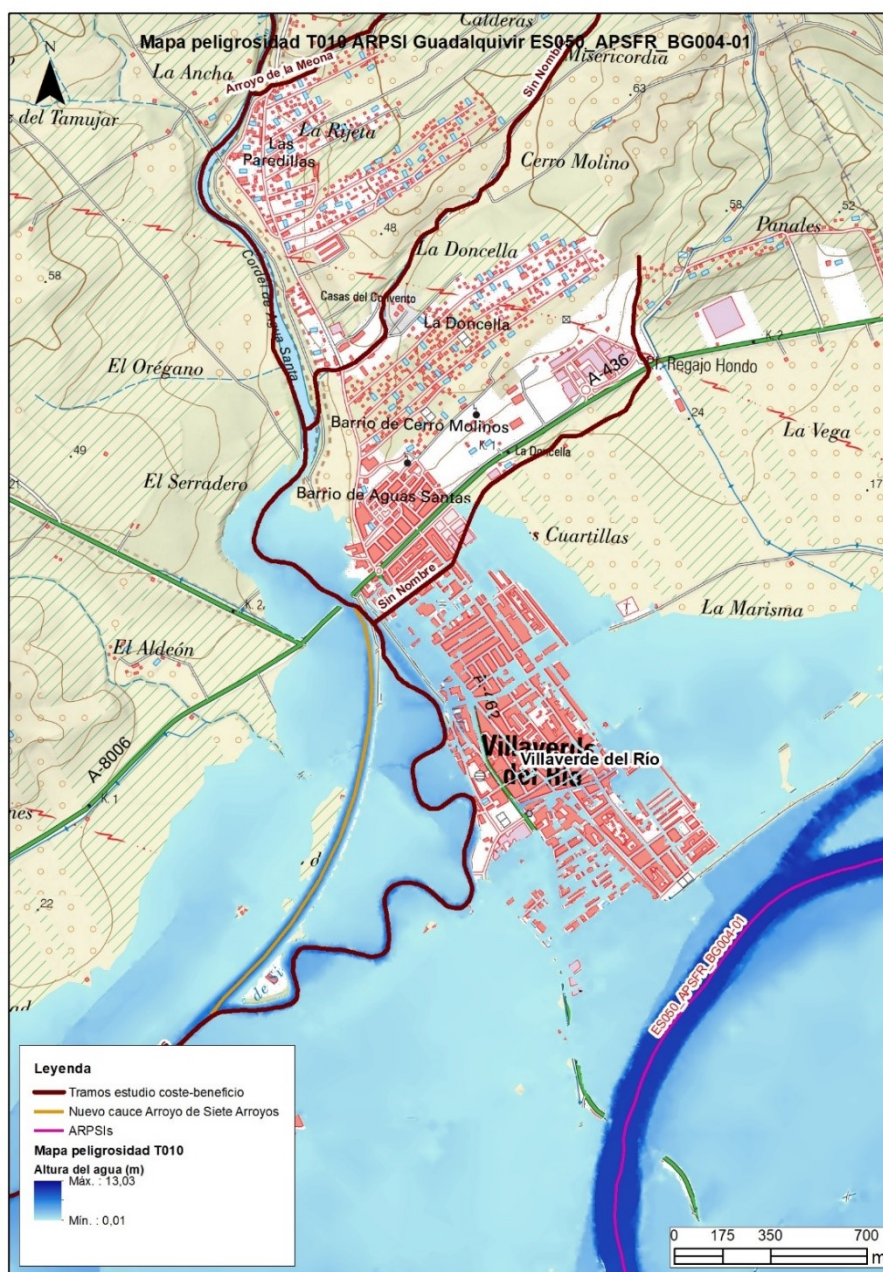


Figura 5. Detalle del mapa de peligrosidad (altura del agua) para un periodo de retorno de 10 años (T010) del MAPRI 2º ciclo en el ARPSI del Guadalquivir ES050_APSFR_BG004-01 a la altura de Villaverde del Río.

La Directiva de Inundaciones exige también la elaboración, aprobación e implantación de los planes de gestión del riesgo de inundación (PGRIs), regulado en la legislación española mediante los artículos 11 al 17 del RD 903/2010, y que contemplan un programa de medidas con el objetivo de reducir las consecuencias negativas de las inundaciones. Actualmente, se está iniciando la implantación del PGRI de 2º ciclo en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir, aprobado mediante [Real Decreto 26/2023](#), de 17 de enero.

2.1.1 Medida en PGRI

Para este PGRI de 2º ciclo del Guadalquivir, el Ayuntamiento de Villaverde del Río envió a la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir el 1 de junio de 2021 un escrito en respuesta a la consulta realizada por dicho organismo como parte de la información y consulta pública del PGRI del Guadalquivir. Dicho escrito es una ficha de propuesta actuación en el que se proponen dos actuaciones distintas: el interceptor oriental y las mejoras en el cauce antiguo y muro de defensa.

Respecto al interceptor se explica en la ficha que: *“El proyecto del interceptor oriental frente a inundaciones fue estudiado a principios del 2.000, dicho proyecto resolvía el grave problemas de inundaciones de Villaverde del Río, pero finalmente no pudo ser ejecutado.” “El interceptor oriental es un canal a cielo abierto que recoge el agua de cuatro regajos que inundan frecuentemente el municipio y las desvía al río Guadalquivir”. “El objetivo del interceptor oriental es acabar con las periódicas inundaciones que sufre el municipio debido a los regajos que cruzan el alcantarillado urbano.” “El interceptor oriental fue un proyecto que no se culminó en su momento, y que hay que retomar por el bien del municipio.”*

Respecto a las mejoras en el cauce antiguo y muro de defensa se explica en la ficha que: *“Las mejoras en el cauce antiguo y en el muro de defensa de Villaverde del Río, son actuaciones que en distintas ocasiones se han solicitado por el ayuntamiento de Villaverde en los últimos años.” “Las mejoras en el antiguo cauce del arroyo siete arroyos pretenden regenerar este degradado espacio, que, con la construcción de la EDAR y la eliminación de las aguas residuales, permitirá ser regenerado. de forma intrínseca a esta actuación, se debe adecuar el muro de defensa mejorándolo ante la nueva situación”. “Con la regeneración del antiguo cauce y las mejoras en el muro de defensa, se pretende adecuar este espacio muy cercano al casco urbano, evitando malos olores, plagas, etc. así como posible inundaciones por su falta de limpieza.” “para las mejoras en el antiguo cauce y mejoras en el muro de defensa, se han realizado distintas peticiones solicitando su limpieza. hay que realizar un proyecto que afronte en profundidad la problemática existente por su cercanía a la zona urbana.”* En la ficha se adjunta la siguiente imagen del interceptor propuesto, que se localizaría en la zona este de la población de Villaverde, desembocando en el Guadalquivir:



Figura 6. Imagen del interceptor oriental que el Ayuntamiento de Villaverde del Río adjunta en la ficha de actuaciones enviada durante la consulta pública del PGRI del Guadalquivir de 2º ciclo.



Figura 7. Localización aproximada (rectángulo rojo) del interceptor propuesto por el Ayuntamiento de Villaverde del Río según la ficha para el PGRI.

En la respuesta de la CH Guadalquivir al Ayuntamiento de Villaverde del Río tras la recepción de la ficha de actuaciones, se indica que *“las peticiones de limpieza del cauce es importante señalar que los Ayuntamientos son las administraciones competentes en la conservación y mantenimiento ordinario de cauces públicos urbanos”*. Y que en el PGRI del Guadalquivir de 2º ciclo se cuenta con la medida *“Programa de conservación y mejora de los cauces en el ámbito de la cuenca del Guadalquivir con un presupuesto de 15,4 millones de euros”*. También se indica que *“Según lo explicado y debido a que se pedían medidas totalmente definidas, se concluye que la medida propuesta del interceptor oriental no puede ser incorporada en el PGRI al no incluir un estudio Coste/Beneficio necesario para justificarla adecuadamente”*. Finalmente, teniendo en cuenta estos antecedentes, se incluyó en el PGRI de 2º ciclo la medida *“Estudio coste-beneficio de mejora de la inundabilidad de los cauces públicos en el T.M. de Villaverde del Río”*, con código ES050_3_ Guadalquivir5778 y presupuesto de 50.000 €. De igual manera, esta misma medida se ha incluido en el Plan Hidrológico del Guadalquivir de 3º ciclo dentro de las medidas de protección frente a inundaciones.



MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

SECRETARÍA DE ESTADO
DE MEDIO AMBIENTE
DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA

FICHA DE PROPUESTA DE ACTUACIÓN DE PROTECCIÓN Y ADAPTACIÓN AL RIESGO DE INUNDACIÓN E INTEGRACIÓN AMBIENTAL EN NÚCLEOS URBANOS

DATOS GENERALES

TÍTULO DE LA ACTUACIÓN	MEJORAS EN CAUCE ANTIGUO Y MURO DE DEFENSA, E INTERCEPTOR ORIENTAL FRENTE A INUNDACIONES			PRESUPUESTO ESTIMADO PARA LA EJECUCIÓN DE LA ACTUACIÓN:	3.150.000 €
NOMBRE CAUCE:	GUADALQUIVIR, ARROYO SIETE ARROYOS	MUNICIPIO:	VILLADERDE DEL RÍO	PROVINCIA:	SEVILLA
COMUNIDAD AUTÓNOMA:	ANDALUCÍA	CODIGO MEDIDA PHC:		CODIGO MEDIDA PGRI:	
CODIGO MASA DE AGUA:		CODIGO ARPSI:		RELACIÓN CON ESPACIOS PROTEGIDOS	
COORDENADA REPRESENTATIVA X:		37º 35' 22" N	COORDENADA REPRESENTATIVA Y:	5º 52' 38" W	

DESCRIPCIÓN DE LOS ASPECTOS CLAVES A LA HORA DE IMPLANTAR LA ACTUACIÓN

1. ESTADO DE REDACCIÓN DEL PROYECTO	EN ESTUDIO PREVIO.
2. ESTADO DE LA TRAMITACIÓN AMBIENTAL	NO TRAMITADO.
3. DISPONIBILIDAD DE LOS TERRENOS NECESARIOS PARA LA ACTUACIÓN	SUELO PÚBLICO, SUELO PRIVADO SIN EXPROPIAR.
4. APOYO SOCIAL Y PARTICIPACIÓN PÚBLICA ASOCIADA AL PROYECTO	BENEFICIA AL 100% DE LA POBLACIÓN POR LO QUE EL APOYO ES MUY ELEVADO.
5. RESULTADO DE LOS ESTUDIOS DE COSTE BENEFICIO Y VALORACIÓN DE LA DISMINUCIÓN DE DAÑOS PREVISTOS	ESTUDIOS REALIZADOS PARA INTERCEPTOR ORIENTAL.
6. PRESUPUESTO DESTINADO A LA CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA ACTUACIÓN EJECUTADA	PENDIENTE DE ESTABLECER.

Figura 8. Extracto de la ficha de actuación enviada por el Ayuntamiento de Villaverde del Río para el PGRI de 2º ciclo del Guadalquivir.

Sobre el interceptor oriental mencionado en la ficha del PGRI, se ha encontrado información adicional en la [Resolución](#) de 19 de septiembre de 1996, de la Delegación Provincial de Sevilla, por la que se somete a trámite de información pública el Proyecto A5.341.602/2111: Defensa contra Inundaciones en Villaverde del Río, Sevilla, cuyas obras se desarrollarán en el término municipal de Villaverde del Río. En dicha resolución, se indica que “El presente Proyecto tiene por objeto definir las obras del nuevo cauce del arroyo Sietearroyos y otro nuevo cauce interceptor de las cuencas orientales afluentes al anterior cuyos desagües atraviesan el casco de Villaverde.” El nuevo cauce del arroyo de Siete Arroyos sí se ejecutó, pero no así el nuevo cauce interceptor. Sobre el cauce interceptor en la Resolución se recoge que las obras consisten en:

- *Interceptor oriental con una longitud de 1.746 m.*
- *Ancho solera 3 m.*
- *Taludes de cajero 1,5 H: 1V.*
- *Altura banquetas: Izquierda variable, derecha 2,30 m.*
- *Pendiente geométrica 0,0012”.*
- *Caudal de proyecto 15 m³/s.*
- *Calado 2 m.*
- *Canal de aguas bajas: No tiene.*
- *Camino de servicio: Localización sobre banqueta derecha, anchura 3 m., firme: Material zahorra, espesor 25 cm.*
- *Revestimientos: Cajeros del encauzamiento Cynodon Dactylon, solera del encauzamiento desnuda.*
- *Obras singulares: Inicio incorporación al cauce principal badenes 3 unidades, incorporación de arroyos 3 unidades.*
- *Cruce dique de Confederación: Núm. de tubos 7 unidades de diámetro 1.000 mm., antirretorno válvulas de clapeta.*
- *Estructura de entrega: Cota inicial 14,50, cota de entrega 10, cota solera 9, rápida 3H:1V, taludes laterales 1,5H:1V, protección, coraza de gaviones.*
- *Mediciones: Excavación 13.799 m³, terraplenado 67.483 m³, y recubrimiento vegetal 12.851 m²*

2.2 Inundaciones históricas, noticias en prensa y datos CCS en daños

En Villaverde del Río se han dado históricamente inundaciones producidas por el desbordamiento del río Guadalquivir, algo sido habitual desde hace siglos, anegando de manera periódica, en mayor o menor magnitud según el episodio, su llanura de inundación y poblaciones ribereñas. En el último siglo, la cuenca ha sufrido una mayor regulación y laminación de sus caudales mediante la construcción de presas en el propio río Guadalquivir y afluentes, encauzamientos y construcción de obras de defensa frente a inundaciones, pero a la vez una mayor ocupación y antropización de su llanura de inundación. En los últimos años, de acuerdo con la información recopilada en prensa y otros documentos, se han producido varias crecidas del Guadalquivir con afecciones a las poblaciones ribereñas: febrero 1963, diciembre 1996 y enero 1997, febrero de 2010 y diciembre de 2010.

Según la Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación (EPRI) de la CH Guadalquivir de 2º ciclo, a lo largo de la historia en Villaverde del Río se han producido 7 episodios de inundación con un total de 2.500 evacuados, una de las cifras más altas de toda la demarcación.

Se debe tener en cuenta que en los últimos años se han ejecutado obras de defensa frente a las inundaciones del Guadalquivir en Villaverde del Río que ha reducido las afecciones, así como un nuevo encauzamiento del arroyo de Siete Arroyos a su paso por Villaverde. Estas infraestructuras se describen con mayor detalle más adelante en el *apartado 2.3* de este documento.

Respecto a las inundaciones causadas por el arroyo de Siete Arroyos y sus afluentes en Villaverde del Río, objeto de este estudio coste-beneficio, no se ha encontrado información concreta sobre episodios históricos de inundación, aunque se menciona esta problemática en varios documentos, que se citan a continuación.

En el [Plan de Prevención de Avenidas e Inundaciones en cauces andaluces](#), aprobado por el Decreto 189/2002, de 2 de julio en 2002, en su Anexo IV en el término municipal de Villaverde del Río se identifican dos puntos de riesgo por inundación: arroyo Regajo Hondo clasificado con nivel de riesgo B, y arroyo de Siete Arroyos clasificado con nivel de riesgo D. Los niveles de riesgo se clasifican de mayor a menor gravedad de A, B, C y D. El arroyo Regajo Hondo correspondería con el arroyo sin nombre, afluente del arroyo de Siete Arroyos que atraviesa el casco urbano de Villaverde por su zona norte, paralelo a la carretera A-436.

Según el [Documento de información del Avance del Plan General de Ordenación Urbanística de Villaverde del Río](#), de diciembre de 2014, se indica que *“Debido a la topografía y a la influencia del río Guadalquivir, toda la zona sur del término municipal es inundable, por lo que el núcleo urbano está protegido por un muro de defensa bordeando el pueblo desde la carretera de Cantillana, hasta cerrarlo de cara al río y al Siete Arroyos, por el borde del núcleo urbano. Este muro en la actualidad se encuentra en buenas condiciones y cumple su función, sólo en algunos puntos ha sufrido con el paso de los años algunos daños, que será necesario subsanar.”* *“El actual encauzamiento del arroyo Siete Arroyos, del tramo al sur de la carretera Alcalá del Río-El Viar, ha resuelto la inundabilidad del núcleo principal, si bien ha dejado pendiente la menor inundabilidad o saturación de la red de saneamiento urbano que ha de resolverse según se manifestó al tratar el proyecto de Concentración de Vertidos.”*

“A falta de las conclusiones que se deriven del estudio de inundabilidad, este planeamiento general, y una vez resuelta satisfactoriamente la no inundabilidad del núcleo urbano originario, mediante el dique de protección Viar-Guadalquivir y la defensa Sietearroyos-Guadalquivir, deberá eliminar las zonas inundables provocadas por el Siete Arroyos y afluentes de La Meona, La Doncella y otros menores, sobre los asentamientos en el camino del Convento a incorporar al planeamiento urbanístico.”

Por tanto, tal y como se describe en este Avance del PGOU de Villaverde, se dan problemas de inundaciones originados por el arroyo de Siete Arroyos y sus afluentes, objeto de este estudio coste-beneficio.

Por otro lado, se ha encontrado una [publicación reciente en el perfil de Facebook del Ayuntamiento de Villaverde del Río](#) del 20 de abril de 2023, en el que se anuncian la redacción de un proyecto para realizar actuaciones en la red pluvial y alcantarillado para reducir las inundaciones causadas por estos afluentes del Siete Arroyos, y que se reproduce a continuación:

“MÁS DE UN MILLÓN DE EUROS PARA REFORZAR LAS ZONAS VULNERABLES POR INUNDABILIDAD

El Ayuntamiento de Villaverde del Río está redactando el proyecto y haciendo las mediciones para poder reforzar las zonas vulnerables de inundabilidad del municipio. La Diputación Provincial de Sevilla dotará este proyecto con más de un millón euros.

Según el alcalde, José María Martín: “Villaverde no se puede quedar fuera. Era algo ya demandado con anterioridad. No queremos volver a tener problemas de inundabilidad y reforzar estas zonas es primordial”.

No era raro ver, en el pasado, como las zonas de la carretera o el Castillo se veían afectadas cuando llegaban las lluvias, lo que ocasionaba grandes problemas para los vecinos y vecinas, ya sea por destrozos en las viviendas o en lugares de trabajo.

Las zonas se han decidido en base a un estudio hidráulico del Ministerio de Medio Ambiente (Confederación Hidrográfica del Guadalquivir) con las zonas vulnerables frente a inundaciones.

El proyecto se compone de dos actuaciones: primero; ampliación del colector urbano de alcantarillado desde calle Cruz, hasta el muro de defensa en calle Siete Arroyos. Este colector de alcantarillado de gran capacidad, llevará las aguas pluviales y fecales en caso de inundaciones en la zona, hasta la nueva estación de bombeo recién construida en el muro de defensa en calle Siete Arroyos. Así se evitarán las inundaciones que, históricamente, se daban en calle Cabalgata de Reyes Magos, Siete Arroyos, Castillo, etc.

Como complemento, se reurbanizarán las calles Cabalgata de Reyes Magos y Siete Arroyos, con aceras accesibles, nueva calzada e instalaciones de abastecimiento de agua potable, alumbrado público, etc.

Segundo, la ampliación del colector urbano de alcantarillado desde calle Goya hasta el muro de defensa tras el almacén municipal, junto a calle Cádiz. De esta forma, se podrán llevar las aguas pluviales procedentes del arroyo Regajo Hondo fuera del casco urbano.

Como complemento se reurbanizará el aparcamiento junto al cuartel de la Guardia Civil, dotando la zona de aceras accesibles y calzada nueva.

La zona de la rotonda también se tendrá en cuenta.”

Las calles y zonas que se mencionan en esta publicación se muestran en el siguiente mapa de manera aproximada:

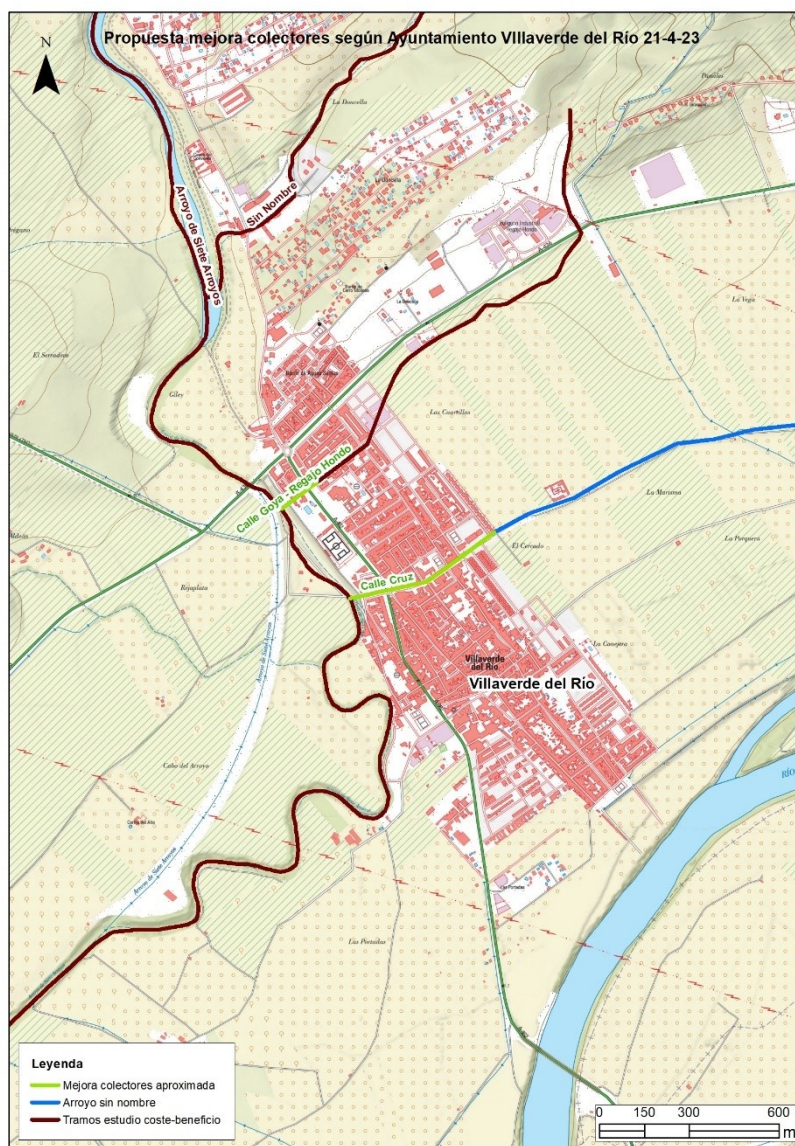


Figura 9. Localización aproximada de la mejora de colectores (líneas verdes) propuesta por el Ayuntamiento de Villaverde del Río para la reducción de inundaciones.

Actualmente se está construyendo una nueva EDAR y una nueva red de colectores para la depuración de aguas residuales en Villaverde. En marzo de 2021 se firmó un [“Convenio”](#) entre la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible y el Ayuntamiento de Villaverde del Río (Sevilla) para la construcción, financiación y puesta en funcionamiento de infraestructuras hidráulicas de depuración de interés de la Comunidad Autónoma de Andalucía en el que se detalla que “El colector de agrupación recoge los vertidos evacuados hacia Sietearroyos, y los transporta hasta una estación de bombeo principal, que los bombea hasta la EDAR, y en la que también se recogen los vertidos, elevados desde una impulsión secundaria, de las aguas fecales evacuadas hacia el Guadalquivir. Colector y tuberías de impulsión se encuentran dentro del municipio de Villaverde del Río. La ubicación de la EDAR está prevista en una parcela situada en la confluencia del Antiguo cauce del Sietearroyos y su actual encauzamiento, con superficie disponible de aproximadamente 8.708,6 m². El efluente tratado será vertido al arroyo Sietearroyos.”

También se ha estudiado la información proporcionada por el Consorcio de Compensación de Seguros (CCS) sobre las indemnizaciones pagadas por inundación extraordinaria en el periodo 2006-2020 en el ámbito de actuación, consultadas en su [visor de indemnizaciones por inundación extraordinaria](#). Según estos datos, en Villaverde del Río las indemnizaciones por inundaciones para todos los bienes fueron de 60.537,47 euros, es decir, 4.035,83 euros anuales. De estos 4.035,83 euros anuales, 2.218,49 euros (54,97%) corresponden a “Viviendas”, 1.776,14 euros (44,01%) corresponden a “Industrias, comercios y otros bienes similares”, y 41,21 euros (1,02%) corresponden a “Vehículos automóviles”. En estos datos no se distingue entre inundación fluvial y pluvial ni por cauce, por lo que no se puede determinar la cuantía asociada al desbordamiento del río Guadalquivir o a los cauces objeto de este estudio-beneficio. Además, se debe tener en cuenta que estos daños son solo una parte de los daños por inundación que se producen, ya que las indemnizaciones del CCS dependen de la disposición de pólizas privadas en los bienes dañados y pueden existir bienes dañados no indemnizables por el CCS (como bienes agrícolas o servicios urbanos).

2.3 Infraestructuras contra inundaciones existentes en Villaverde del Río

Como ya se ha mencionado anteriormente, Villaverde del Río actualmente dispone de distintas infraestructuras en defensa contra las inundaciones del río Guadalquivir y del arroyo de Siete Arroyos: muro de defensa en la parte sur para hacer frente a las inundaciones del Guadalquivir, encauzamiento del arroyo de Siete Arroyos y muro de defensa junto al antiguo cauce del Siete Arroyos. Esto se recoge en el [Documento de información del Avance del Plan General de Ordenación Urbanística de Villaverde del Río](#), de diciembre de 2014: *“Debido a la topografía y a la influencia del río Guadalquivir, toda la zona sur del término municipal es inundable, por lo que el núcleo urbano está protegido por un muro de defensa bordeando el pueblo desde la carretera de Cantillana, hasta cerrarlo de cara al río y al Siete Arroyos, por el borde del núcleo urbano. Este muro en la actualidad se encuentra en buenas condiciones y cumple su función, sólo en algunos puntos ha sufrido con el paso de los años algunos daños, que será necesario subsanar.” “El actual encauzamiento del arroyo Siete Arroyos, del tramo al sur de la carretera Alcalá del Río- El Viar, ha resuelto la inundabilidad del núcleo principal, si bien ha dejado pendiente la menor inundabilidad o saturación de la red de saneamiento urbano que ha de resolverse según se manifestó al tratar el proyecto de Concentración de Vertidos.”*

Sobre el interceptor oriental mencionado en la ficha del PGRI, se ha encontrado información adicional en la [Resolución](#) de 19 de septiembre de 1996, de la Delegación Provincial de Sevilla, por la que se somete a trámite de información pública el Proyecto A5.341.602/2111: Defensa contra Inundaciones en Villaverde del Río, Sevilla, cuyas obras se desarrollarán en el término municipal de Villaverde del Río. En dicha resolución, se indica que “El presente Proyecto tiene por objeto definir las obras del nuevo cauce del arroyo Sietearroyos y otro nuevo cauce interceptor de las cuencas orientales afluentes al anterior cuyos desagües atraviesan el casco de Villaverde.”

El nuevo cauce del arroyo de Siete Arroyos (o Sietearroyos) sí se ejecutó, pero no así el nuevo cauce interceptor. Sobre el cauce interceptor, en la Resolución se recoge que las obras consisten en:

- *Interceptor oriental con una longitud de 1.746 m.*
- *Ancho solera 3 m.*
- *Taludes de cajero 1,5 H:1V.*
- *Altura banquetas: Izquierda variable, derecha 2,30 m.*
- *Pendiente geométrica 0,0012''.*
- *Caudal de proyecto 15 m³/s.*
- *Calado 2 m.*
- *Canal de aguas bajas: No tiene.*
- *Camino de servicio: Localización sobre banqueta derecha, anchura 3 m., firme: Material zahorra, espesor 25 cm.*
- *Revestimientos: Cajeros del encauzamiento Cynodon Dactylon, solera del encauzamiento desnuda.*
- *Obras singulares: Inicio incorporación al cauce principal badenes 3 unidades, incorporación de arroyos 3 unidades.*
- *Cruce dique de Confederación: Núm. de tubos 7 unidades de diámetro 1.000 mm antirretorno válvulas de clapeta.*
- *Estructura de entrega: Cota inicial 14,50, cota de entrega 10, cota solera 9, rápida 3H:1V, taludes laterales 1,5H:1V, protección, coraza de gaviones.*
- *Mediciones: Excavación 13.799 m³, terraplenado 67.483 m³, y recubrimiento vegetal 12.851 m².*

Respecto al nuevo cauce del Siete Arroyos, en la Resolución se indica que las obras de este encauzamiento consisten en:

- *Arroyo Sietearroyos con una longitud total de 1.607,182 m.*
- *Ancho solera: Inicio 20 m., final 14 m., variación lineal.*
- *Taludes de cajero 3H:1V.*
- *Alturas de banquetas izquierda 6 m., derecha variable.*
- *Pendiente geométrica 0,00159.*
- *Pendiente hidráulica 0,001416.*
- *Caudal de proyecto 250 m³/s.*
- *Calado: Inicial 3,95 m., final 4,48 m.*
- *Canal de aguas bajas: Ancho solera 2 m., calado 1 m., taludes de cajero 1,5H:1V, capacidad 2,60 m³/s.*
- *Camino de servicio, localización sobre banqueta izquierda anchura 5 m., firme: Material zahorra, espesor 25 cm.*
- *Revestimientos: Cajeros del encauzamiento Cynodon Dactylon, solera del encauzamiento Cynodon Dactylon, cajeros del canal de aguas bajas escolleras de 20 Kg.*
- *Obras singulares: Badenes, una unidad; conexión con cauce antiguo, dos unidades.*
- *Mediciones: Excavación 308.859 m³, terraplenado 42.832 m³, recubrimiento vegetal 73.718 m².*

El caudal de proyecto del nuevo cauce del Siete Arroyos es de 250 m³/s, que sería equivalente a un periodo de retorno de unos 40 años de acuerdo con los caudales disponibles en el Mapa de Caudales Máximos (CAUMAX), según la versión de mayo 2014.

En las siguientes imágenes aéreas se muestra la localización del nuevo cauce del Siete Arroyos y del antiguo cauce, así como del muro de defensa levantado en la zona norte de Villaverde, entre el antiguo cauce y el núcleo urbano. Primeramente, se muestra hacia aguas arriba y después hacia aguas abajo.

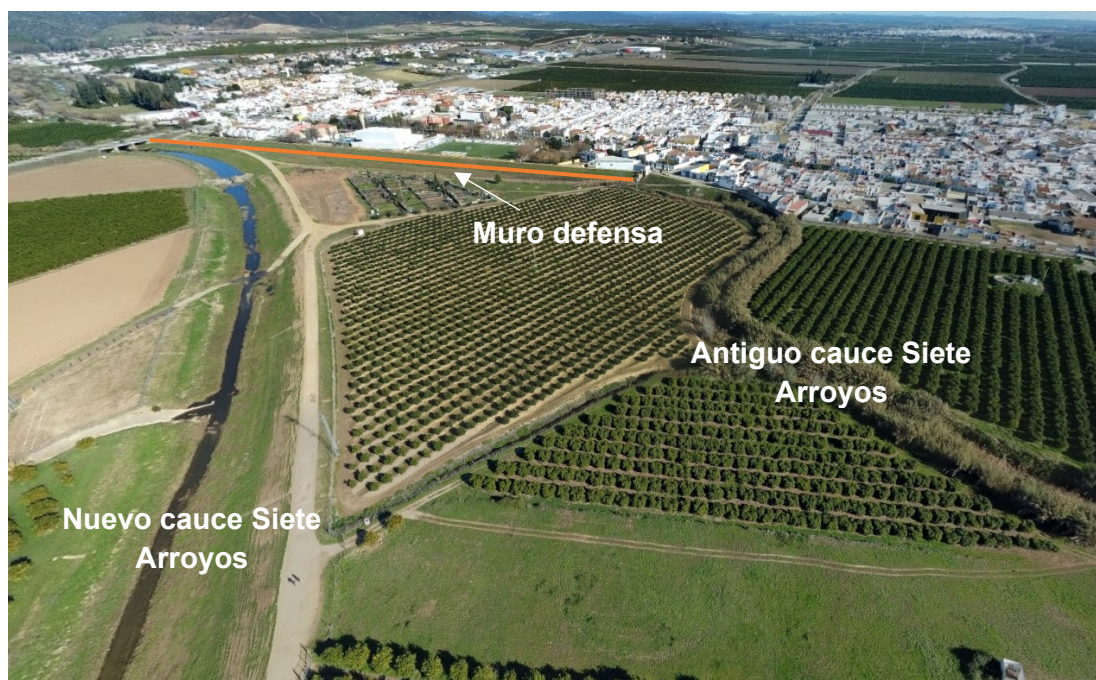


Figura 10. Imagen aérea del nuevo y antiguo cauce del arroyo de Siete Arroyos, visto hacia aguas arriba. Se indica también la situación del muro de defensa. Fuente: José Fresco Fresco, Google Maps.



Figura 11. Imagen aérea del nuevo y antiguo cauce del Siete Arroyos, visto hacia aguas abajo. Se indica también la situación del muro de defensa. Fuente: José Fresco Fresco, Google Maps.

Sobre la imagen del modelo digital del terreno (MDT) se pueden visualizar las distintas infraestructuras lineales de defensa en el ámbito de estudio. Se pueden distinguir los muros de defensa en la parte sur junto al Guadalquivir, el muro de defensa junto al antiguo cauce del Siete Arroyos y el nuevo cauce del Siete Arroyos, que además está algo más recrecido en su margen izquierda para proteger la población de Villaverde. Sobre dicha imagen del MDT se ha indicado también la localización aproximada del interceptor propuesto por el Ayuntamiento de Villaverde en el PGRI del Guadalquivir.

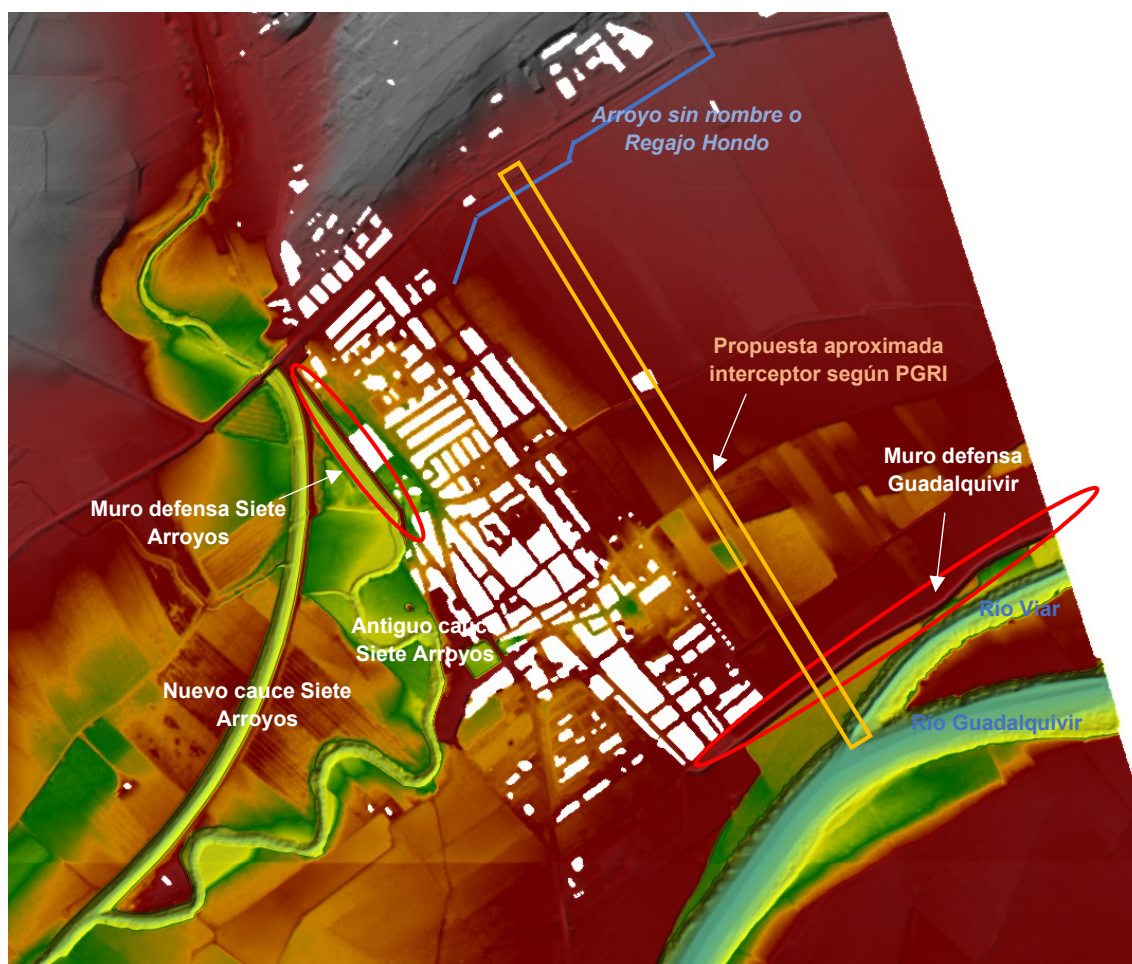


Figura 12. Modelo digital del terreno de la zona de Villaverde donde se indican con círculos rojos las obras de defensa frente a inundaciones existentes y los distintos cauces.

2.4 Comparativa histórica y cambios de usos de suelo

Actualmente Villaverde del Río cuenta con 7.711 habitantes empadronados en 2022, según el INE. Su población ha ido incrementándose a lo largo del siglo XX, con un estancamiento al final de los años 90 y principio de los 2000, un nuevo Incremento entre 2005 y 2015, y un posterior estancamiento.

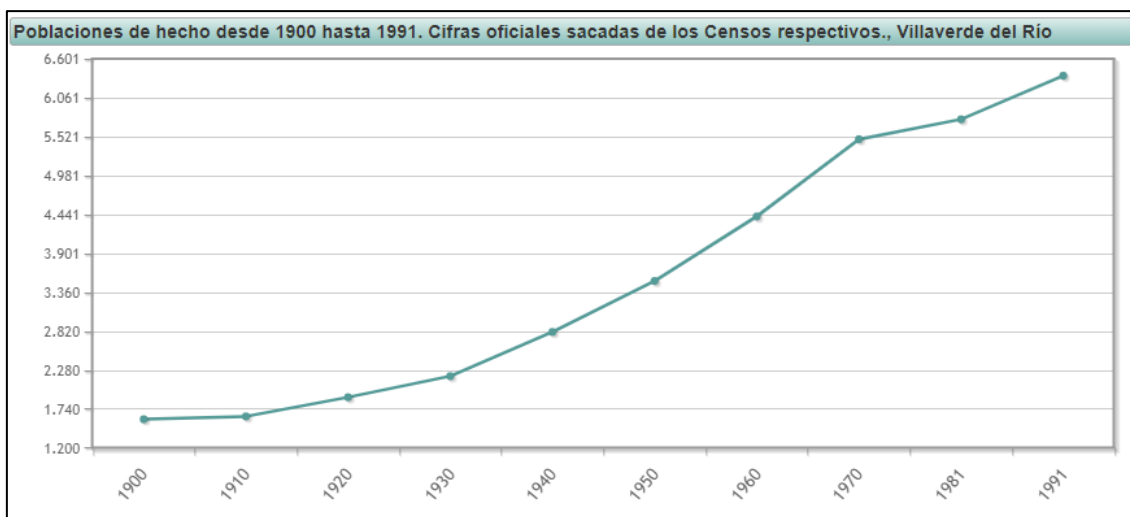


Figura 13. Evolución de la población de hecho en Villaverde del Río de 1900 a 1991. Fuente: INE.



Figura 14. Evolución de la población empadronada en Villaverde del Río de 1996 a 2022. Fuente: INE.

A partir de las [ortofotografías históricas del PNOA \(Plan Nacional de Ortofotografía Aérea\) del IGN](#) y del [IDE Andalucía](#) se han analizado las modificaciones a lo largo del tiempo de los usos de suelo y las edificaciones en el núcleo urbano de Villaverde del Río. Se han comparado 4 ortofotos: vuelo Americano Serie B (1956-1957), vuelo interministerial (1977), Ortofografía Coloreada de Andalucía 1998 y ortofoto PNOA de máxima actualidad (2019). Se puede observar que el núcleo de población de Villaverde del Río ha crecido notablemente a lo largo de las décadas, tanto hacia el sur (hacia el Guadalquivir), como hacia el norte. Respecto al arroyo de Siete Arroyos, en la última ortofoto se observa ya el nuevo encauzamiento a su paso por Villaverde.



Figura 15. Comparativa de ortofotos históricas en el entorno de Villaverde del Río y río Guadalquivir. El ARPSI del ES050_APSFR_BG004-01 se muestra con una línea rosa. Imagen superior izquierda: vuelo americano 1956-57. Imagen superior derecha: vuelo Interministerial 1977. Imagen inferior izquierda: Ortofografía Coloreada de Andalucía 1998. Imagen inferior derecha: PNOA 2019. Fuentes: IDE Andalucía y PNOA IGN.

3. Descripción de las alternativas

3.1 Resumen alternativas propuestas

Se han estudiado un total de 3 alternativas para esta actuación (alternativas 0, 1 y 2). Primeramente, para la situación actual (alternativa 0) se ha analizado la cartografía disponible y publicada. Únicamente se dispone de cartografía de inundaciones para el tramo ARPSI del río Guadalquivir a su paso por Villaverde del Río (ES050_APSFR_BG004-01), que no es objeto de este estudio coste-beneficio, pero que afecta a Villaverde del Río por la amplitud de la zona inundable y por el remonte del agua por el arroyo de Siete Arroyos en situación de crecida. Los mapas de peligrosidad y riesgo para este tramo ARPSI del río Guadalquivir se elaboraron en el contexto de los trabajos del [MAPRI 1^{er} ciclo](#), aprobados en mayo de 2015, y se han revisado y actualizado en el marco de los trabajos del [MAPRI 2º ciclo](#), aprobados en mayo de 2021.

Por tanto, los cuatro cauces que se analizan en este estudio coste-beneficio (arroyo de Siete Arroyos y sus 3 afluentes) no están declarados como ARPSI y no se dispone de mapas de peligrosidad y riesgo, ni de otro tipo de cartografía de inundaciones. Por ello, **para la alternativa 0 se ha elaborado una nueva cartografía de inundaciones en estos cauces** a partir de la ejecución de nuevos modelos hidráulicos. Esta nueva cartografía solo incluye el estudio de la avenida de los cuatro cauces de estudio, **sin crecida simultánea del Guadalquivir, para el que no se introduce caudal de entrada**. Esto es debido a que la cartografía del Guadalquivir disponible para el ámbito de estudio (zonas inundables del ARPSI ES050_APSFR_BG004-01) indica una mancha de inundación muy amplia, incluso con avenidas de periodo de retorno bajo como T010, que alcanza el núcleo de Villaverde, la parte inferior del Siete Arroyos y el arroyo sin nombre (o Regajo Hondo), afectando a su desagüe y a su zona inundable. Por ello, para estudiar de manera independiente la inundabilidad de los cuatro cauces de estudio y poder proponer distintas actuaciones a los posibles problemas que se originen, se ha optado por descartar la afección del Guadalquivir.

Además, se debe tener en cuenta que es poco probable que se produzca una crecida simultánea del río Guadalquivir y de los cuatro cauces de estudio, ya que tienen características hidrológicas muy distintas. El río Guadalquivir forma una gran cuenca con avenidas lentas (varias horas o días) que se suelen producir tras episodios largos de precipitaciones. En cambio, los cuatro cauces de estudio tienen cuencas pequeñas (especialmente los tres afluentes del Siete Arroyos) que se caracterizan por avenidas rápidas muy condicionadas por tormentas o precipitación in situ.

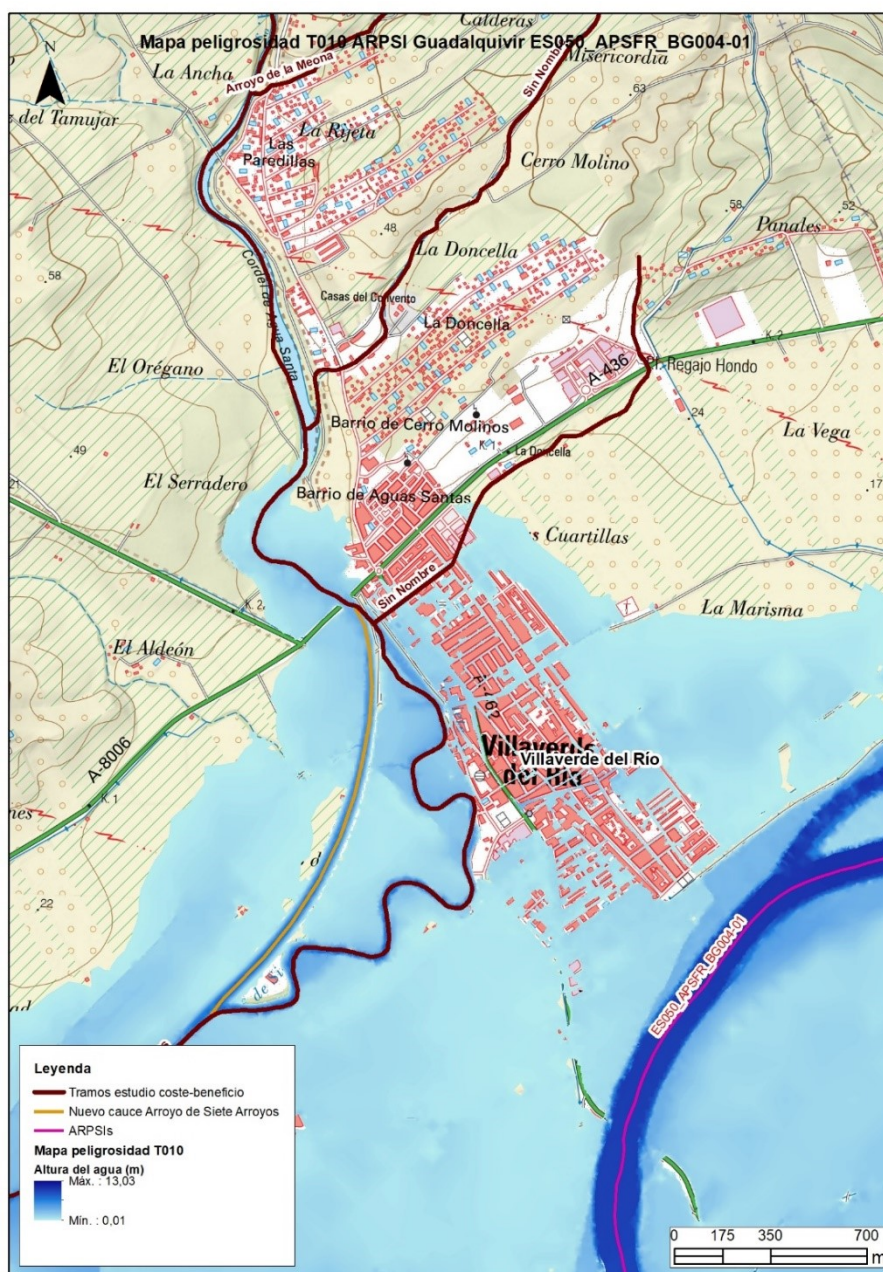


Figura 16. Detalle del mapa de peligrosidad (altura del agua) para un periodo de retorno de 10 años (T010) del MAPRI 2º ciclo en el ARPSI del Guadalquivir ES050_APSFR_BG004-01 a la altura de Villaverde del Río.

A partir de la situación actual, los problemas descritos por el Ayuntamiento y las afecciones que se han observado tras la ejecución de los modelos hidráulicos para la alternativa 0, se han planteado las alternativas. La situación actual (alternativa 0) muestra que el cauce que mayores daños ocasiona potencialmente es el arroyo sin nombre o Regajo Hondo a su paso por Villaverde. Este arroyo tiene una insuficiente capacidad de su cauce actual una vez atravesada la carretera A-436, produciendo una amplia mancha de inundación que abarca una gran superficie y entra hacia el núcleo de Villaverde por diversos puntos. El resto de los cauces de estudio (el Siete Arroyos y los otros dos afluentes) apenas producen daños notables en zonas urbanas y/o edificaciones e inundan mayoritariamente usos agrícolas, que pueden ser compatibles

con las inundaciones. Por ello, y de manera coherente con lo indicado por el Ayuntamiento de Villaverde del Río para el PGRI, las alternativas planteadas se han centrado en disminuir los daños ocasionados por el desbordamiento del Regajo Hondo.

Las actuaciones que se pueden plantear están condicionadas por la topografía del terreno, con un terreno prácticamente llano y con **escasa pendiente** (especialmente entre la carretera A-436 y el río Guadalquivir) y por el **soterramiento del Regajo Hondo a su paso por Villaverde**, probablemente por un entubamiento de insuficiente capacidad, aunque se desconocen sus características.

Primeramente, en la alternativa 1 se ha analizado la posibilidad de la ejecución del interceptor oriental para desviar el agua procedente del arroyo sin nombre o Regajo Hondo, tal y como propone el Ayuntamiento de Villaverde del Río en el PGRI y de manera similar al proyecto de la Resolución de la de la Delegación Provincial de Sevilla de 1996, aunque con un trazado algo diferente. Se ha diseñado con 3 metros de anchura en solera y taludes 1,5H:1V con anchura variable, con una altura variable de entre 2 y 3 metros de media (aunque con un tramo que alcanza los 4,2 metros), realizado en tierra desnuda, con los taludes vegetados sobre una instalación de geoceldas. Para la alternativa 2 se propone también la construcción del interceptor de la alternativa 1, pero realizado en hormigón, por lo que, para las mismas dimensiones, tendría una mayor capacidad.

Estas alternativas 1 y 2 se han mostrado como las más factibles para estudiar su viabilidad y rentabilidad respecto a la situación actual observada en el entorno de Villaverde del Río y los cauces que ocasionan los mayores problemas de inundaciones. El interceptor recoge el agua que se esparce por la zona este de Villaverde debido a la escasa pendiente y evita que se introduzca hacia el núcleo de Villaverde, que posiblemente no dispone de un sistema de drenaje adecuado para la evacuación de estas aguas pluviales (en este estudio coste-beneficio no se ha analizado el sistema de drenaje de Villaverde del Río al ser competencia municipal).

Resumidamente, se proponen las siguientes alternativas, que se desarrollan en mayor detalle en los siguientes subapartados:

- **Alternativa 0:** Situación actual, sin actuaciones. Se han ejecutado nuevos modelos hidráulicos de los cuatro cauces de estudio, sin incluir el Guadalquivir, para el que no se introduce caudal de entrada.
- **Alternativa 1:** Creación de un interceptor oriental, con solera de 3 metros y taludes 1,5H:1V con anchura variable, con una altura variable de entre 2 y 3 metros de media (aunque con un tramo que alcanza los 4,2 metros), realizado en tierra desnuda, con los taludes vegetados
- **Alternativa 2:** Creación de un interceptor oriental, con solera de 3 metros y taludes 1,5H:1V con anchura variable, con una altura variable de entre 2 y 3 metros de media (aunque con un tramo que alcanza los 4,2 metros), realizado en hormigón.

Para consultar información gráfica de los croquis de las diferentes alternativas consultar el [Apéndice 4. Planos](#), plano PL02-01 Croquis de alternativas.

3.2 Alternativa 0

Esta alternativa representa la no actuación en la zona de estudio. Se calcula la zona inundable y los daños a partir de la ejecución de nuevos modelos hidráulicos de los cuatro cauces de estudio (Siete Arroyos y sus tres afluentes), sin incluir el Guadalquivir, para el que no se introduce caudal de entrada. Estos modelos se han realizado para 10, 100 y 500 años de periodo de retorno. Este escenario permitirá contrastar los resultados obtenidos en el análisis de las distintas alternativas que aquí se plantean.

3.3 Alternativa 1

En esta alternativa se propone la creación de un nuevo cauce interceptor oriental, similar al propuesto por el Ayuntamiento de Villaverde del Río en la consulta pública para el PGRI y al descrito en el proyecto de 1996 de la Resolución de la Delegación Provincial de Sevilla (ver *apartado 2.3* de este documento). Con este interceptor se pretende generar un nuevo cauce que desvíe el agua procedente del arroyo sin nombre o Regajo Hondo, causante de los mayores daños por inundación en el núcleo urbano de Villaverde de acuerdo con lo observado en la situación actual (alternativa 0). Es posible que este interceptor también pueda recoger aguas pluviales procedentes de otros pequeños cauces de la parte oriental de Villaverde, pero que no se han estudiado en la alternativa 0 dada su pequeña entidad.

El trazado propuesto en esta alternativa es algo diferente al que se observa en la imagen proporcionada por el Ayuntamiento del Villaverde del Río para el PGRI. Se inicia junto al Regajo Hondo algo más aguas abajo para recoger la mayor superficie de cuenca posible. Discurre en diagonal hacia el sureste, dirigiéndose hacia el este del cementerio para evitar que en caso de avenida el interceptor impida el acceso al cementerio municipal desde Villaverde. Desde la zona próxima al cementerio el interceptor continúa aproximadamente en paralelo a la trama urbana de Villaverde, hacia el río Viar. En este tramo se ha tratado de que el interceptor discurra la mayor distancia posible entre límites de parcelas para evitar la menor división posible de parcelas y de cultivos, así como evitar los accesos principales a las parcelas. En la siguiente imagen se puede observar el trazado propuesto en esta alternativa 1 y en la alternativa 2 (que sigue el mismo trazado) respecto al trazado aproximado propuesto por el Ayuntamiento de Villaverde del Río en las consultas públicas del PGRI.

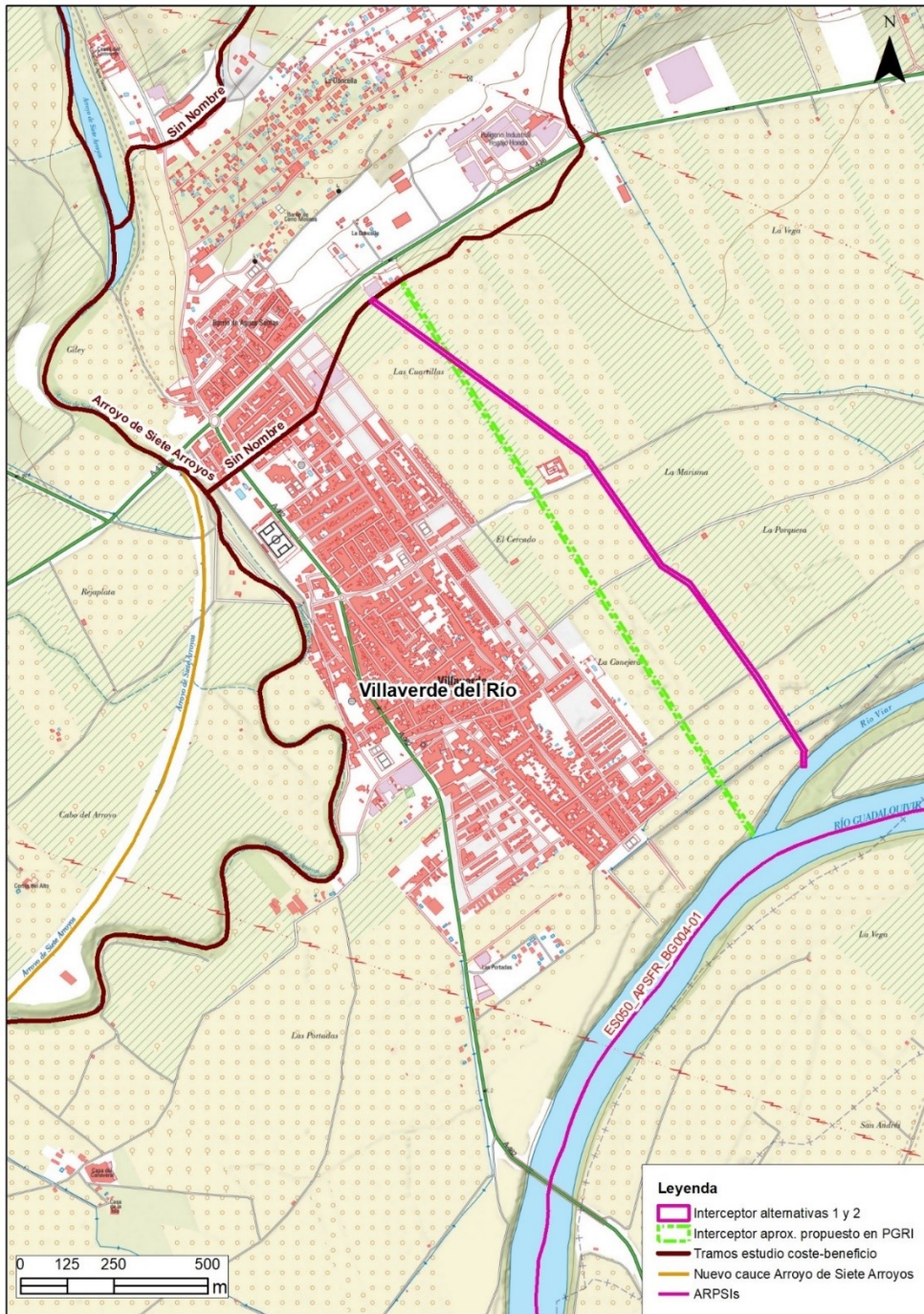


Figura 17. Trazado del interceptor propuesto para las alternativas 1 y 2 (línea morada) respecto al trazado aproximado del interceptor propuesto en las consultas públicas del PGRI por el Ayuntamiento de Villaverde del Río (línea verde discontinua).

El interceptor propuesto en esta alternativa tiene las siguientes características:

- Longitud aproximada: 1750 metros.
- Ancho solera 3 m.
- Taludes de cajero 1,5 H:1V. Anchura variable según la altura de cada punto.
- Altura: variable, con una altura media entre 2 y 3 metros de inicio a 1.400 metros de longitud, de 3 a 4,2 metros de 1.400 a 1.600 metros de longitud (antes del

cruce con la mota del Guadalquivir) y de 2 a 3 metros desde la mota hasta la estructura de entrega.

- Pendiente: de inicio hasta 900 metros longitud: 0,012 (0,12%); de 900 a 1200 metros longitud: 0,02 (0,2%); de 1200 metros longitud hasta estructura de entrega: 0,015 (0,15%).
- Cota inicio: 15,1 msnm. Cota final (antes de estructura de entrega): 12,62 msnm.
- Volumen aproximado excavación: 33.460 m³.
- Caudal aproximado de proyecto 12 m³/s (periodo de retorno 500 años).
- Revestimientos: Cajeros del encauzamiento vegetado con instalación de geoceldas de polipropileno para estabilización de taludes, solera del encauzamiento desnuda.
- Obras singulares:
 - 3 badenes en 3 cruces de caminos, contruidos en hormigón en el cruce con el interceptor. Se rebajan los caminos de cruce a lo largo de unos 40-50 metros hasta cada badén.
 - 4 tubos de hormigón de diámetro 1.000 mm bajo la obra de defensa paralela al Guadalquivir. Se incluye embocadura de los tubos y 4 válvulas antirretorno de clapeta de 1.000 mm de diámetro a la salida de los tubos.
 - Estructura de entrega al río Viar en los últimos 40 metros: bajante escalonada de hormigón de unos 9 metros de anchura. Cota inicial: 12,62 msnm, cota final (río Viar): 9 msnm.

Estas características del interceptor se han tomado parcialmente del proyecto de 1996 de la Resolución de la de la Delegación Provincial de Sevilla y se deberán ajustar y estudiar en detalle en el futuro proyecto en el caso de que se ejecute.

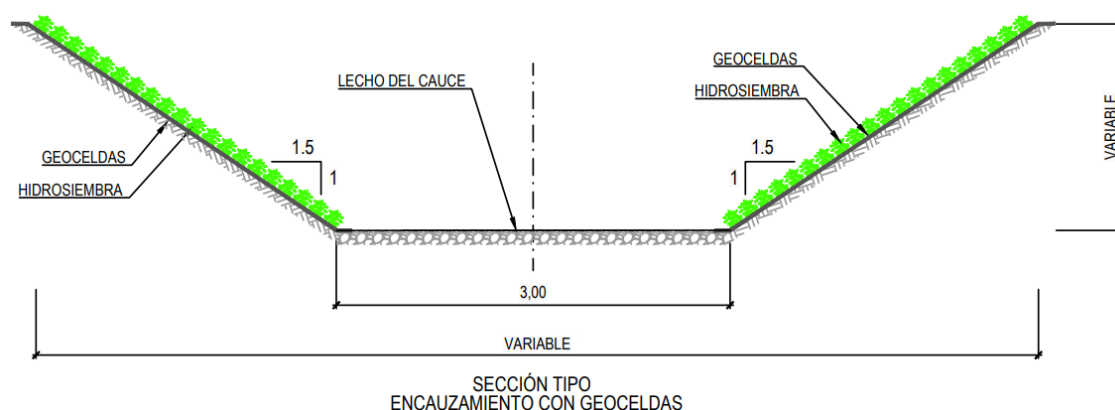


Figura 18. Croquis del perfil transversal del interceptor en la alternativa 1.

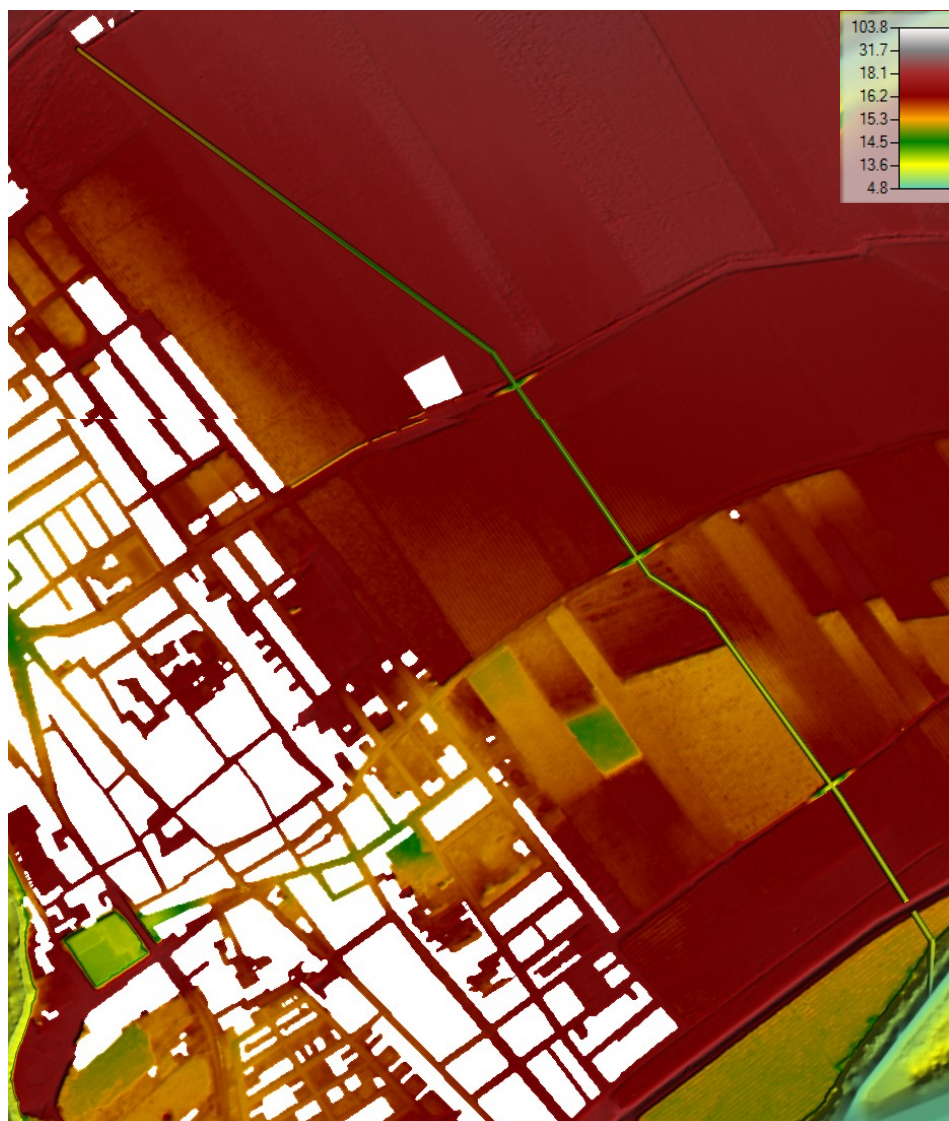


Figura 19. Imágenes del modelo digital del terreno utilizado en el modelo hidráulico en el que se aprecia el rebaje del terreno en el interceptor y los cruces de caminos.

El interceptor se ha calculado para que aproximadamente contenga una avenida de hasta 500 años de periodo de retorno del arroyo sin nombre o Regajo Hondo que, según el análisis hidrológico realizado a partir de datos de CAUMAX, corresponde a $12 \text{ m}^3/\text{s}$. Las cotas de inicio y final y las pendientes de cada tramo se han tratado de ajustar según esta capacidad hidráulica prevista y, a su vez, tratando de minimizar el volumen de tierra excavada. Debido a estos condicionantes y a la pendiente irregular del terreno por el que se ha trazado la infraestructura, la profundidad del interceptor es variable, con una altura media entre 2 y 3 metros, a excepción del tramo antes del cruce con la obra de defensa del Guadalquivir que llega a 4,2 metros. Así, el perfil longitudinal del interceptor respecto a la cota de terreno existente, según el MDT usado en el modelo hidráulico, es el siguiente:

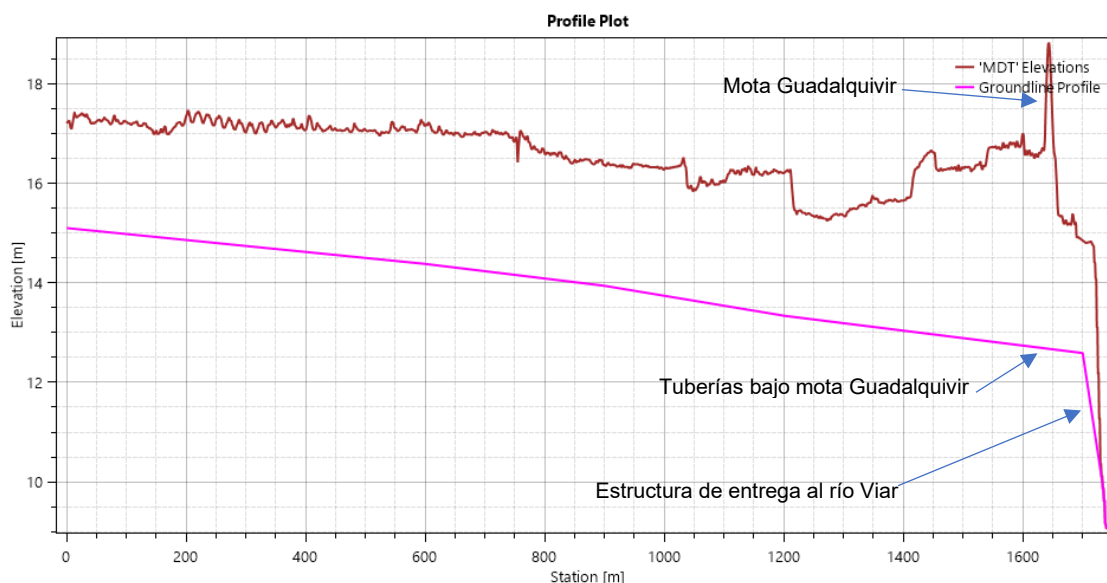


Figura 20. Perfil longitudinal del interceptor (línea rosa), respecto al perfil longitudinal del terreno actual (línea marrón), según el MDT utilizado en el modelo hidráulico en la situación actual.

En el siguiente gráfico se muestra la profundidad del interceptor a lo largo de su trazado hasta el cruce con la mota del Guadalquivir, en el que se puede ver que la altura media está entre 2 y 3 metros, excepto el tramo antes del cruce con la obra de defensa del Guadalquivir que llega a 4,2 metros.



Figura 21. Profundidad del interceptor respecto al terreno actual según el MDT utilizado en el modelo hidráulico en la situación actual.

Respecto a la localización del interceptor frente a la zonificación fluvial, los últimos metros del interceptor y la estructura de entrega se ubican dentro del dominio público hidráulico cartográfico del río Viar, así como dentro de las zonas de servidumbre y policía, tal y como se puede comprobar en la siguiente imagen:

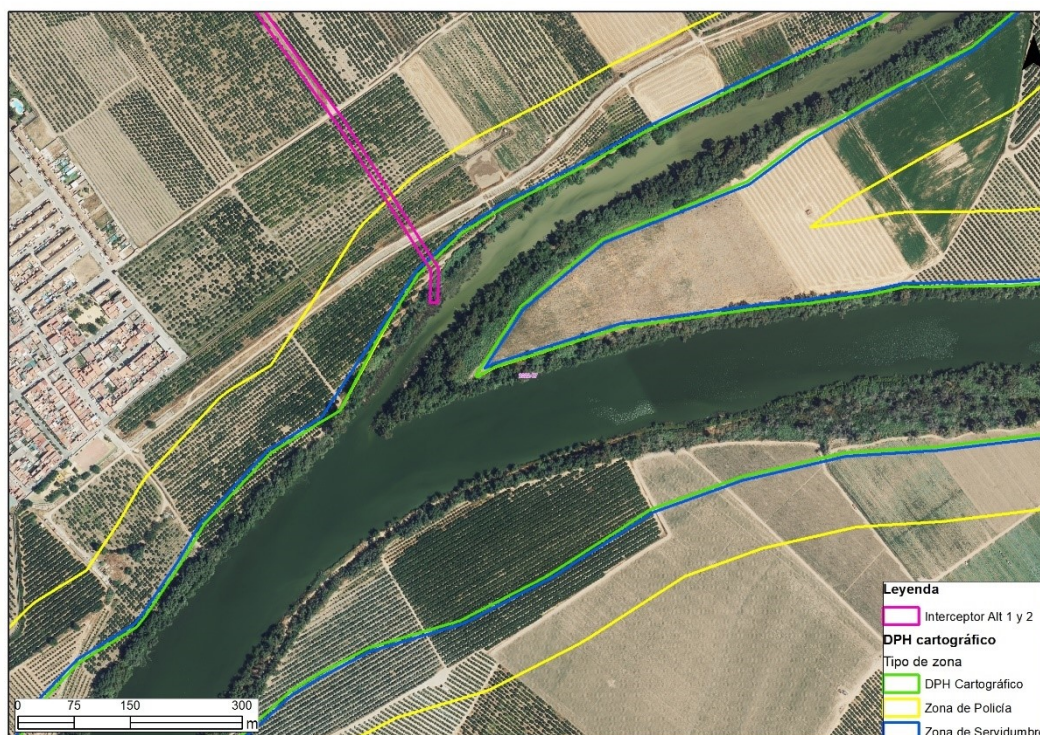


Figura 22. Tramo final del interceptor respecto al DPH cartográfico disponible en los ríos Viar y Guadalquivir, según el MAPRI de 2º ciclo.

El interceptor planteado se ubica en su integridad dentro de la zona de flujo preferente del río Guadalquivir perteneciente al ARPSI ES050_APSFR_BG004-01 según el MAPRI de 2º ciclo:

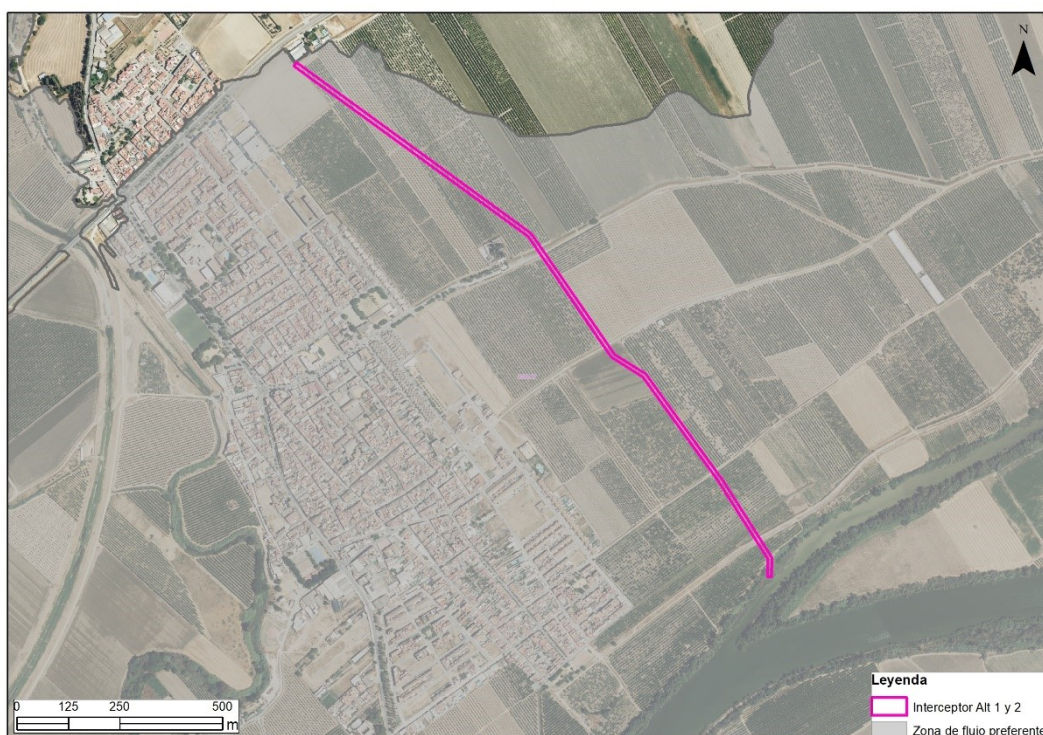


Figura 23. Interceptor respecto a la zona de flujo preferente, según el MAPRI de 2º ciclo.

3.4 Alternativa 2

Esta alternativa se propone la creación del mismo interceptor descrito en la alternativa 1, con las mismas características, pero revestido completamente de hormigón. Esta construcción de hormigón hace que disminuya la rugosidad del paramento, por lo que, para la misma sección, aumenta la velocidad del agua y la capacidad hidráulica. Por ello, al tener una mayor capacidad, esta alternativa 2 podría ser una mejor opción si en la alternativa 1 (realizado en suelo desnudo) se producen desbordamientos, ya que, a pesar de estar diseñado para caudales de hasta 500 años de periodo de retorno, la resolución del MDT y la altura variable del interceptor es variable a lo largo de su recorrido por las cotas irregulares del terreno sobre el que discurre, y la capacidad real podría ser menor respecto a la teórica calculada.

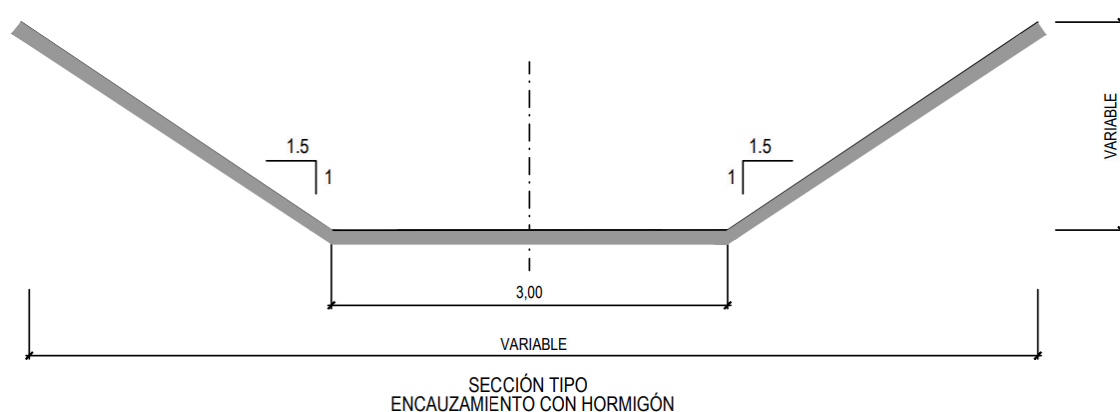


Figura 24. Croquis del perfil transversal del interceptor en la alternativa 2.

4. Definición del área de estudio

La definición del área estudiada se ha realizado considerando los siguientes criterios:

- La localización de las actuaciones.
- La zona inundable correspondiente a 500 años de periodo de retorno y de las áreas de interés para el cálculo de daños.
- La extensión de los cauces de estudio.
- Las ARPSIs cercanas.

Se han estudiado los cauces en el entorno de Villaverde del Río, que sería el arroyo de Siete Arroyos a su paso por los núcleos de población del municipio, así como la cuenca de los tres afluentes por su margen derecha que atraviesan la población. Asimismo, se ha tenido en cuenta la zona cercana de los ríos Guadalquivir y Vía en el entorno de la desembocadura de los cauces de estudio.

La representación gráfica del área de estudio se representa en el PL01-01. *Mapa del ámbito de estudio* incluido en el [Apéndice 4. Planos](#) del presente documento.

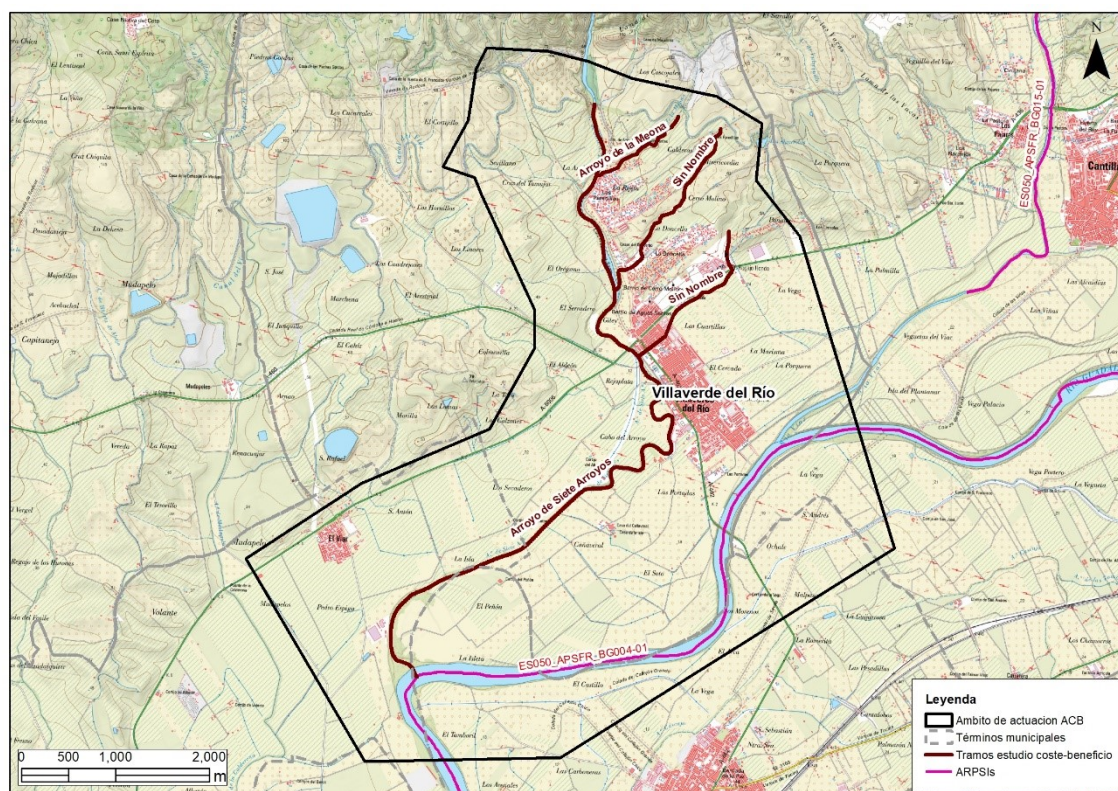


Figura 25. Croquis del área de actuación.

5. Análisis de modelos existentes y preparación de información base para el modelo

Como se ha mencionado anteriormente, para este estudio coste-beneficio se han ejecutado nuevos modelos hidráulicos para los cauces de estudio, sin tener en cuenta el río Guadalquivir. Sin embargo, el modelo existente del río Guadalquivir (ARPSI ES050_APSFR_BG004-01) del MAPRI de 2º ciclo en su tramo 6 (debido a su gran longitud, los modelos de este ARPSI se dividieron en 7 tramos) se solapa en una gran extensión con el ámbito de estudio y el nuevo modelo, por lo que se ha analizado su información y datos. En este apartado se resume cómo se ha tenido en cuenta para la preparación de la información base para los nuevos modelos hidráulicos.

En la siguiente imagen se muestra el ámbito de actuación de este estudio coste-beneficio (polígono negro) respecto al ámbito del modelo del ARPSI ES050_APSFR_BG004-01, en su tramo 6 (polígono rojo):

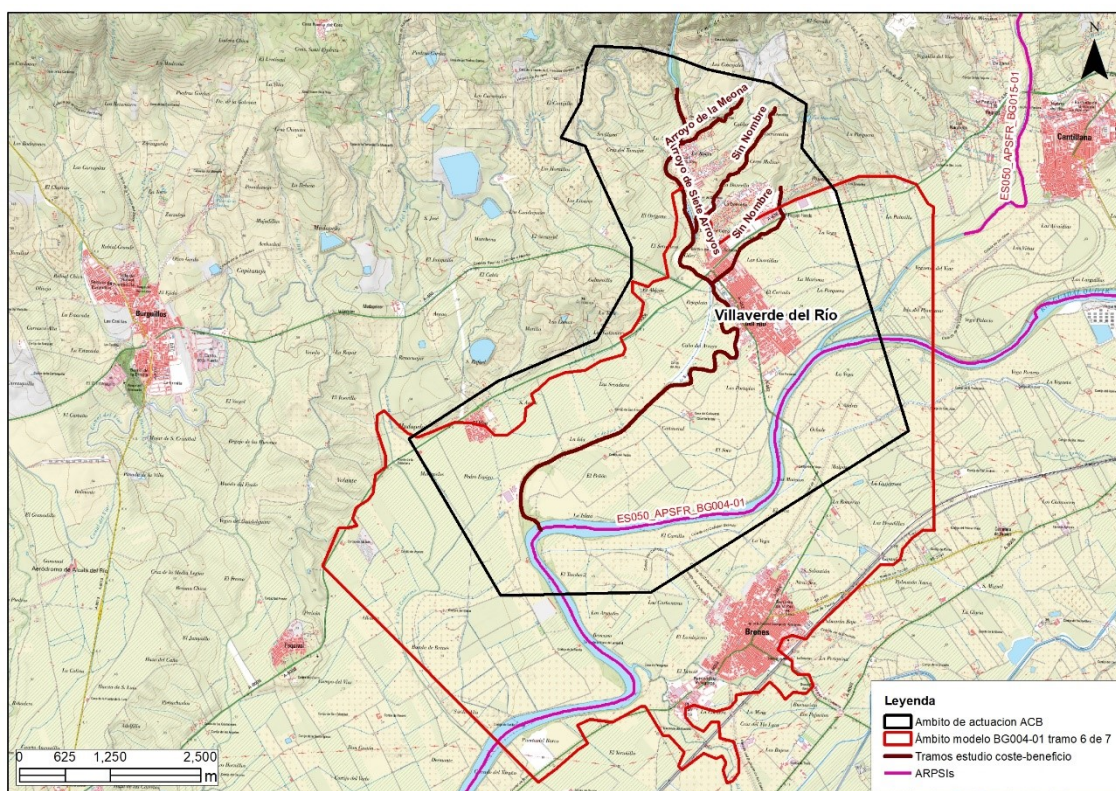


Figura 26. Comparativa de la extensión entre el ámbito de estudio de este ACB respecto a la extensión del MDT utilizado en el ARPSI ES050_APSFR_BG004-01 en su tramo 6.

5.1 MDT

Para el nuevo modelo, se ha generado un MDT a partir del vuelo LiDAR realizado en 2020 en la zona de Andalucía noroeste por el Instituto Geográfico Nacional ([IGN](#)) en el marco del proyecto [PNOA – LiDAR](#) (Plan Nacional de Ortofotografía Aérea), 2ª cobertura, que tiene una densidad de 1,5 puntos por metro cuadrado y una precisión altimétrica de 0,15 metros. Se ha trabajado sobre mallas con resolución 1x1 m.

Este MDT se ha contrastado con el existente en el ARPSI ES050_APSFR_BG004-01, que procede de los trabajos del MAPRI 1^{er} ciclo de la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir (DHG) (año 2014), los cuales fueron revisados y actualizados en el marco de los trabajos del [MAPRI 2º ciclo](#) (año 2019). El MDT utilizado en la revisión del MAPRI 2º ciclo 2019 fue el mismo que el generado en los trabajos de MAPRI 1^{er} ciclo. Se generó a partir del vuelo LiDAR realizado en 2014 por el IGN en el marco del proyecto PNOA – LiDAR, 1ª cobertura, que tiene una densidad de 0,5 puntos por metro cuadrado y una precisión altimétrica de 0,2 metros. La malla tiene una resolución de 2x2 m. Además, este MDT incluye cartografía batimétrica en el cauce del río Guadalquivir.

Para determinar de manera analítica las diferencias entre ambos MDT, y si ha habido modificaciones del terreno, más allá de las derivadas de las precisiones altimétricas de cada MDT, se ha realizado una resta del MDT generado para este análisis coste-beneficio respecto al MDT del ARPSI ES050_APSFR_BG004-01.

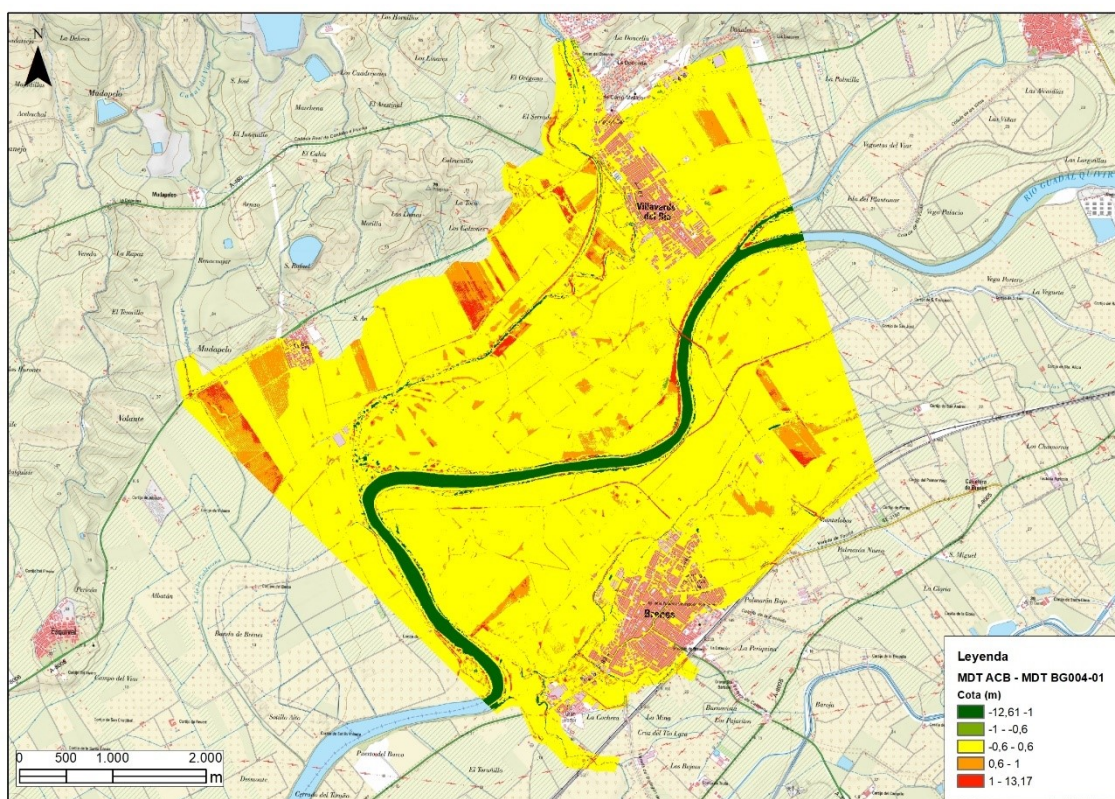


Figura 27. Diferencia de cotas entre el MDT elaborado para este análisis coste-beneficio respecto al MDT utilizado en el ARPSI ES050_APSFR_BG004-01.

Comparando ambos MDT se ha observado que, de manera general, el MDT de este coste-beneficio es más preciso y con mejor resolución que el del ARPSI BG004-01, especialmente en la zona del cauce del Siete Arroyos. Tal y como se observa en la imagen anterior, hay una coherencia general, en el ámbito de coincidencia de ambos modelos, con la mayoría de las diferencias asumibles a las precisiones de los datos (60 cm). Sin embargo, se observan diferencias destacables en la zona de cauce del Guadalquivir debido a que el MDT del ARPSI BG004-01 tiene datos procedentes de un estudio batimétrico que se realizó al efecto de esta cartografía, mientras que el MDT de este estudio coste-beneficio, procedente del LiDAR del IGN, en la zona de cauce del

Guadalquivir no llega a dicho nivel de detalle. Por otro lado, también se observan algunos cultivos con una diferencia superior a 0,6 metros en el MDT que puede proceder de diferentes roturaciones y/o rellenos a lo largo del tiempo.

Finalmente, tras una revisión exhaustiva se ha considerado como mejor opción y más precisa utilizar **el MDT generado para este análisis coste-beneficio** (procedente de LiDAR 2ª cobertura), **pero combinado con la zona del cauce del Guadalquivir procedente del MDT del ARPSI ES050_APSFR_BG004-01**, que contiene datos de la batimetría. Por tanto, el MDT utilizado para los nuevos modelos hidráulicos de este coste-beneficio es una combinación de ambos.

5.2 Rugosidad

Debido a que no coinciden exactamente la extensión de los modelos de este estudio coste-beneficio y del ARPSI BG004-01, se ha generado una nueva capa de rugosidad a partir de los datos de usos de suelo del SIOSE 2014 y los valores del número de Manning por uso de suelo procedentes de la “Guía Metodológica para el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables” (MITECO 2011) y otras fuentes. Los usos de suelo procedentes del SIOSE 2014 han sido contrastados con la ortofotografía aérea del PNOA máxima actualidad (2022) y se han modificado en algunas zonas.

5.3 Caudales

Los datos de caudales se han tomado siguiendo la misma metodología que en el MAPRI de 2º ciclo, con datos procedentes del Mapa de Caudales Máximos ([CAUMAX](#)), para los periodos de retorno de 10, 100 y 500 años. Se han introducido cuatro entradas de caudal para cada cauce de estudio, no teniendo en cuenta el Guadalquivir, para el que no se introduce caudal de entrada. Se han introducido caudales constantes, sin hidrogramas, y en régimen natural, sin laminación

5.4 Condiciones de contorno e iniciales

Como condición de entrada se han introducido los caudales punta anteriormente mencionados de manera constante a lo largo del tiempo de simulación, en los cuatro cauces de estudio.

En el estudio del ARPSI BG004-01 del MAPRI de 2º ciclo solo se introducía una única entrada correspondiente al Guadalquivir, tomando los caudales de CAUMAX, pero calculando la laminación producida por los embalses de Iznájar y Negratín. Los datos de caudales de CAUMAX se tomaron aguas abajo de los ríos Viar y arroyo de Siete Arroyos, por lo que se incluían los caudales de estos cauces.

Como condición de salida se introduce condición supercrítica/crítica. La zona de salida asignada en el modelo es extremo inferior del modelo que se corresponde con el Guadalquivir unos 3.000 metros aguas abajo de la desembocadura del Siete Arroyos. En el modelo del ARPSI BG004-01 se introdujo condición subcrítica con una cota de nivel igual a la del ráster del tramo de aguas abajo para mantener la coherencia de

calados en todo el Guadalquivir. En el caso del nuevo modelo para este estudio coste-beneficio no se introduce condición de salida subcrítica dado que no se modeliza el Guadalquivir y no hace falta mantener coherencia de calados entre tramos o modelos contiguos.

La condición inicial ha sido calado con valor nulo, de igual manera que en el modelo del ARPSI.

5.5 Estructuras

Se ha realizado un nuevo estudio de obras de fábrica y estructuras presentes en los cauces de estudio, incluyendo un total de 22 estructuras en el modelo, de las cuales 5 se han introducido como puentes y 16 como alcantarillas (culverts). No se ha incluido ninguna procedente del modelo del ARPSI BG004-01 al no considerarlas necesarias para el nuevo modelo.

6. Modelos digitales del terreno

6.1 MDT de la Alternativa 0

El MDT utilizado en la modelización hidráulica de la situación actual (alternativa 0) se ha generado a partir del vuelo LiDAR realizado en 2020 en la zona de Andalucía noroeste por el Instituto Geográfico Nacional ([IGN](#)) en el marco del proyecto [PNOA – LiDAR](#) (Plan Nacional de Ortofotografía Aérea), 2ª cobertura, que tiene una densidad de 1,5 puntos por metro cuadrado y una precisión altimétrica de 0,15 metros. Se ha trabajado sobre mallas con resolución 1x1 m.

Como se ha mencionado y analizado anteriormente en el *apartado 5.1* de este documento, este MDT se ha combinado con el MDT del MAPRI de 2º ciclo del ARPSI ES050_APSFR_BG004-01 (procedente de vuelo LiDAR 1ª cobertura del PNOA de 2014) en la zona del cauce del Guadalquivir, que contiene datos de batimetría. El MDT final utilizado para los nuevos modelos hidráulicos de esta alternativa es una combinación de ambos.

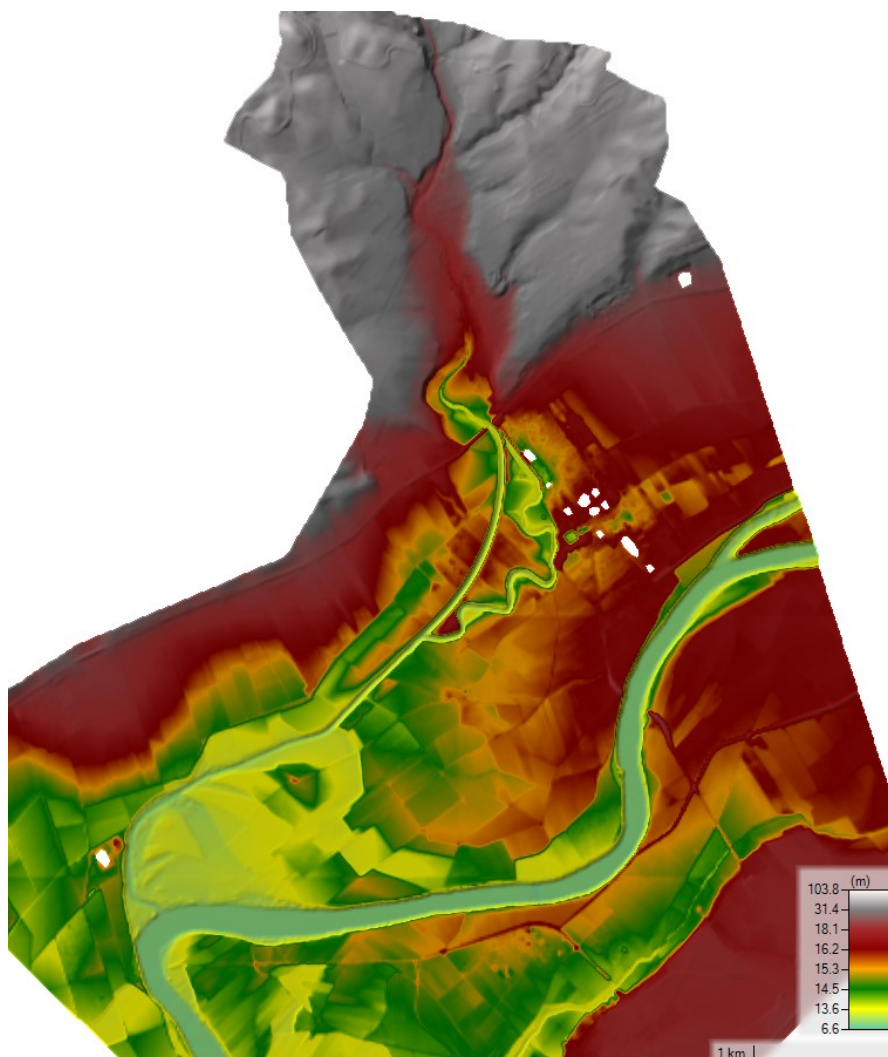


Figura 28. MDT de Alternativa 0 o situación actual.

Asimismo, se ha comprobado la ortofoto del PNOA 2019 (la más cercana a la fecha de obtención del MDT) respecto a la de máxima actualidad (2022) para tratar de detectar modificaciones en el terreno y usos de suelo que se hayan podido producir desde el 2020. No se han observado cambios destacables en la zona modelizada que pudieran afectar a los resultados de la modelización.

6.2 MDT de la Alternativa 1

El MDT de la alternativa 1 se ha obtenido a partir del MDT de situación actual modificándolo para incluir el interceptor propuesto en la alternativa 1. Este MDT también se ha utilizado en la alternativa 2, cuyo interceptor propuesto sigue el mismo trazado. Esta modificación del MDT ha consistido en rebajar la cota del terreno a lo largo del trazado propuesto de 3 metros de ancho de solera y unos 3 metros de talud a cada lado, comenzando en la cota 15,1 msnm y terminando en 12,62 msnm (antes del inicio de la estructura de entrega), con puntos intermedios de acuerdo a la pendiente del interceptor en cada tramo: desde el inicio hasta 900 metros longitud: 0,012 (0,12%); de 900 a 1200 metros longitud: 0,02 (0,2%); de 1200 metros longitud hasta estructura de entrega: 0,015 (0,15%). En la estructura de entrega se ha rebajado el MDT desde los 12,62 metros hasta la cota del río Viar, ubicada a unos 9 metros. También se han rebajado las cotas de los tres caminos que cruzan el interceptor a lo largo de unos 40-50 metros a cada lado, rebajando su cota progresivamente hasta la cota del interceptor donde se ubican los badenes previstos. No se ha rebajado la cota en el cruce del interceptor con la obra de defensa del Guadalquivir, bajo la que se ha previsto la ejecución de tuberías con válvulas antirretorno, ya que se ha introducido en el modelo hidráulico un culvert (alcantarilla) para simular el flujo del agua bajo la infraestructura.

En las siguientes imágenes se muestra el MDT modificado con el cauce de alivio y un perfil transversal trazado sobre el mismo, comparando sus cotas con el MDT de la situación actual:

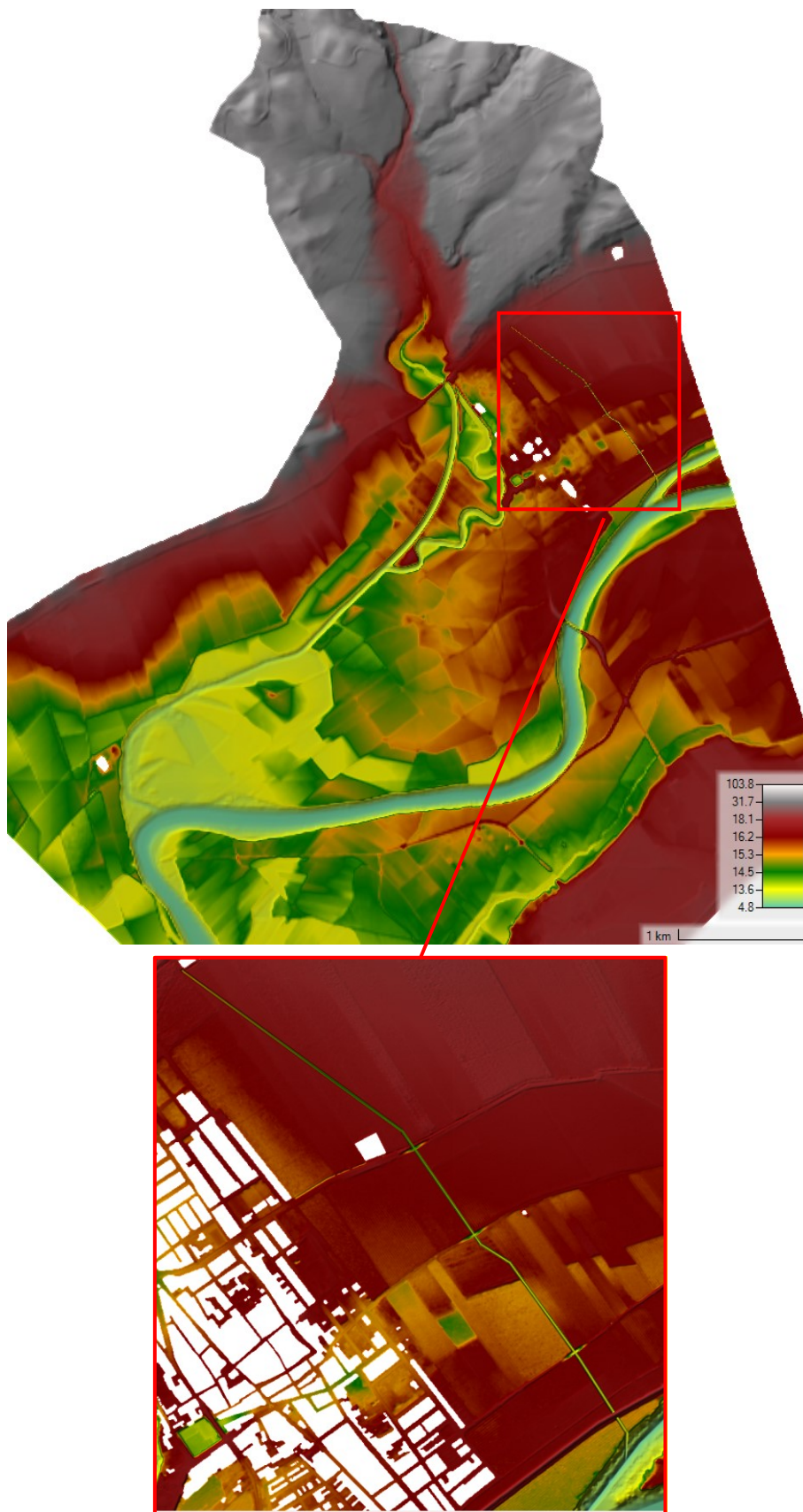


Figura 29. MDT modificado con el interceptor planteado en las alternativas 1 y 2.

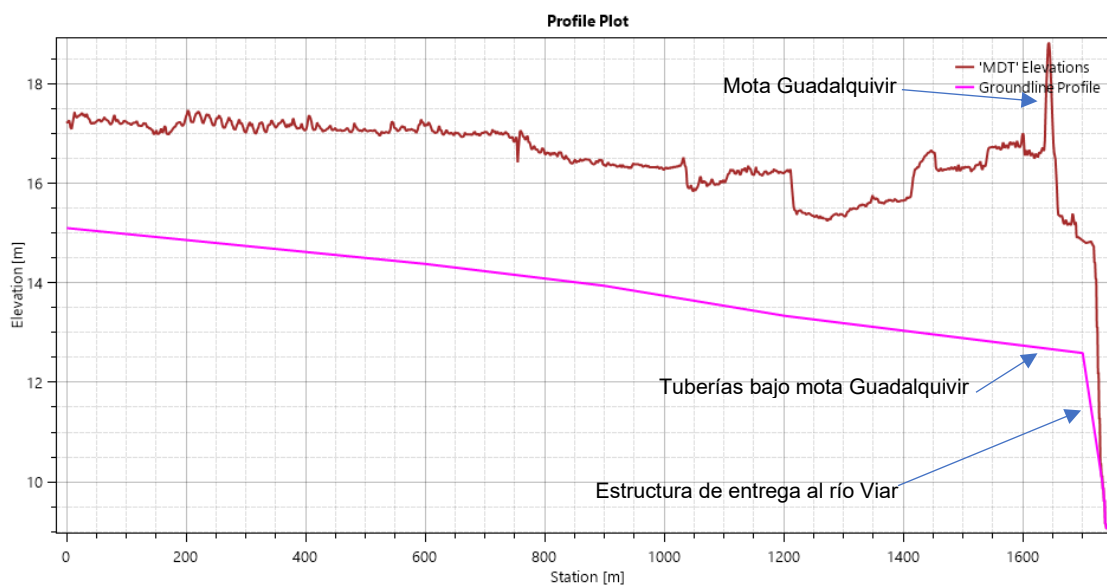


Figura 30. Perfil longitudinal del interceptor (línea rosa), respecto al perfil longitudinal del terreno actual (línea marrón), según el MDT utilizado en el modelo hidráulico en la situación actual.

6.3 MDT de la Alternativa 2

El MDT de la alternativa 2 es el mismo MDT empleado en la alternativa 1. El trazado y la rebaja de cotas de la alternativa 2 es el mismo que en la alternativa 1, pues para esta alternativa 2 se propone un cambio de material de construcción del interceptor, que se ha introducido en el modelo hidráulico mediante una modificación en la rugosidad .

7. Análisis hidrológico de cada alternativa

Los datos de caudales se han tomado siguiendo la misma metodología que en el MAPRI de 2º ciclo, con datos procedentes del Mapa de Caudales Máximos ([CAUMAX](#)), para los periodos de retorno de 10, 100 y 500 años. Se han introducido cuatro entradas de caudal para cada cauce de estudio, no teniendo en cuenta el río Guadalquivir ni el río Viar, para los que no se introducen caudales de entrada. También de igual manera que en el MAPRI, se han introducido caudales constantes, sin hidrogramas, y en régimen natural, sin laminación. Se han introducido los mismos caudales de entrada en todas las alternativas, cuyos valores para cada cauce y periodo de retorno son:

Cauce	Q10 (m³/s)	Q100 (m³/s)	Q500 (m³/s)
Arroyo de Siete Arroyos	153	297	415
Arroyo de la Meona	3	8	13
Sin nombre 01	2	6	9
Sin nombre 02 o Regajo Hondo	3	7	12

Tabla 1. Caudales introducidos en los modelos.

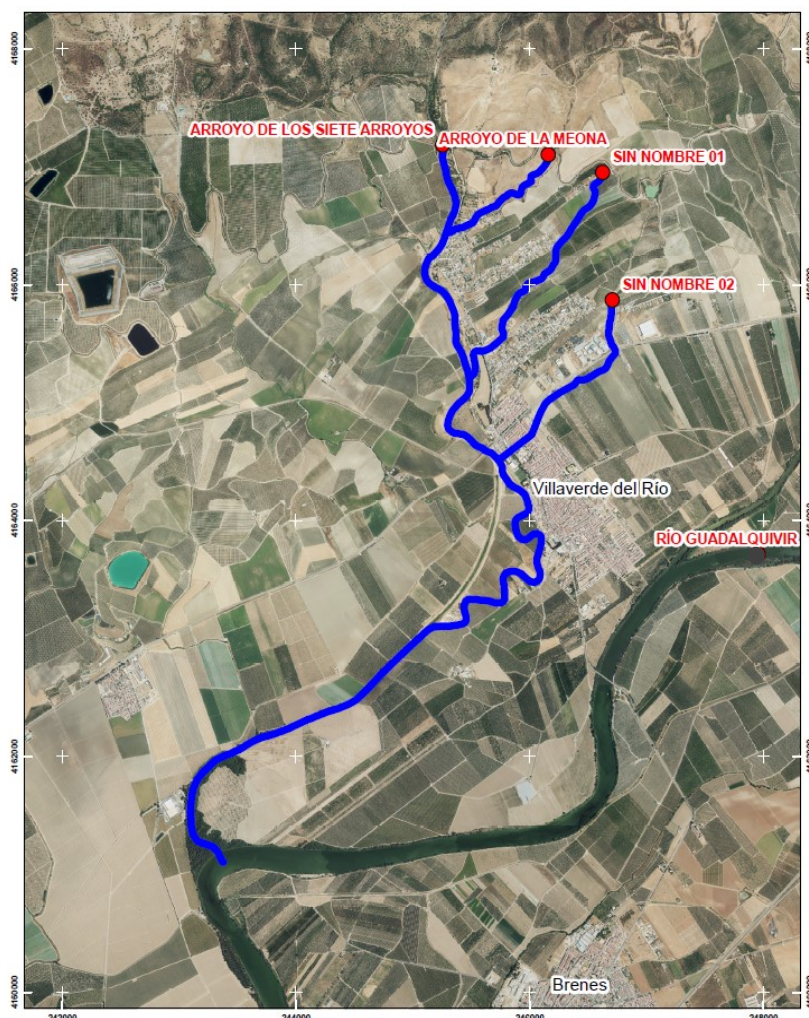


Figura 31. Puntos de entrada de los caudales (puntos rojos) introducidos en los modelos hidráulicos.

8. Modelo hidráulico

A continuación, se describen los modelos hidráulicos empleados en la modelización de las diferentes alternativas. Primeramente, se resumen algunas características de los modelos, comunes a los modelos de todas las alternativas y, posteriormente, se resumen las características propias de cada modelo y los principales resultados.

Las zonas inundables resultantes se pueden consultar en el [Apéndice 4. Planos](#), colección de planos *PL03 Mapa de Zonas Inundables (ZI)*. Para consultar la comparativa de las zonas inundables de las alternativas frente a la situación actual, consultar la colección de planos *PL04 Comparativa de Zonas Inundables*.

8.1 Características del modelo comunes a todas las alternativas

Los modelos ejecutados para cada alternativa presentan las siguientes características e información de base, parte de la cual, como el MDT o caudales de entrada, se ha resumido en los apartados anteriores:

- Modelo: software bidimensional IBER v 2.6.
- MDT: se ha utilizado un MDT generado a partir del vuelo LiDAR del IGN de 2ª cobertura de 2020, combinado con el MDT del MAPRI de 2º ciclo del ARPSI ES050_APSFR_BG004-01 (procedente de vuelo LiDAR 1ª cobertura del PNOA de 2014) en la zona del cauce del Guadalquivir, que contiene datos de batimetría. Para las alternativas 1 y 2 se modifica este MDT para incluir el interceptor.
- Rugosidad: nueva capa de rugosidad generada a partir de los datos de usos de suelo del SIOSE de 2014 y modificado en algunas zonas según lo observado en ortofotografía. Esta rugosidad se modifica en el interceptor en las alternativas-
- Condición inicial: calado con valor nulo.
- Condiciones de entrada: se han introducido los caudales punta anteriormente mencionados de manera constante a lo largo del tiempo de simulación en las cuatro entradas de los cauces de estudio. No se introducen caudales ni en el Guadalquivir ni en el Viar.
- Condiciones de salida: se ha establecido condición supercrítica/crítica en la zona de salida, que se localiza en el Guadalquivir unos 3.000 metros aguas abajo de la desembocadura del Siete Arroyos.
- Mallado: malla triangular no estructurada de tipo RTIN, con tamaño mínimo de arista 1 m y máximo de 45,6 m, con mayor detalle en cauce, edificaciones, infraestructuras y otros cambios de cota, y menor detalle en zonas llanas. Se modifica o reduce el tamaño de arista en las zonas de actuación de las alternativas, si es necesario.
- Estructuras: se introducen un total de 22 estructuras en el modelo, de las cuales 5 se han introducido como puentes y 16 como alcantarillas (culverts) obras de drenaje transversal en forma de “culverts” (alcantarillas). Es posible que no se hayan introducido todas las obras de fábrica existentes en los cauces debido a la complejidad del terreno y dificultad de acceso, especialmente en el arroyo sin nombre o Regajo Hondo. En las alternativas 1 y 2 se introduce un nuevo culvert para las tuberías del interceptor bajo la obra de defensa del Guadalquivir.

- Resultados: Se obtienen a partir de resultados del último paso de tiempo de cálculo (no a partir de máximos), en el que el modelo ya se ha estabilizado en cuanto a extensión y calados. Para la alternativa 0 se obtiene en 48.000 segundos (13,33 horas) para todos los periodos de retorno (10, 100 y 500 años), y en las alternativas 1 y 2 en 70.000 segundos (19,44 horas) para todos los periodos de retorno.

8.2 Modelo hidráulico para la situación actual. Alternativa 0

Esta es la alternativa que representa la situación actual de las inundaciones en el ámbito de estudio. Se realizan nuevos modelos hidráulicos de los cuatro cauces de estudio (Siete Arroyos y sus tres afluentes), sin incluir el Guadalquivir, para el que no se introduce caudal de entrada. Estos modelos se han realizado para 10, 100 y 500 años de periodo de retorno, en los que se muestran a continuación las láminas de inundación y sus calados en la zona urbana de Villaverde:

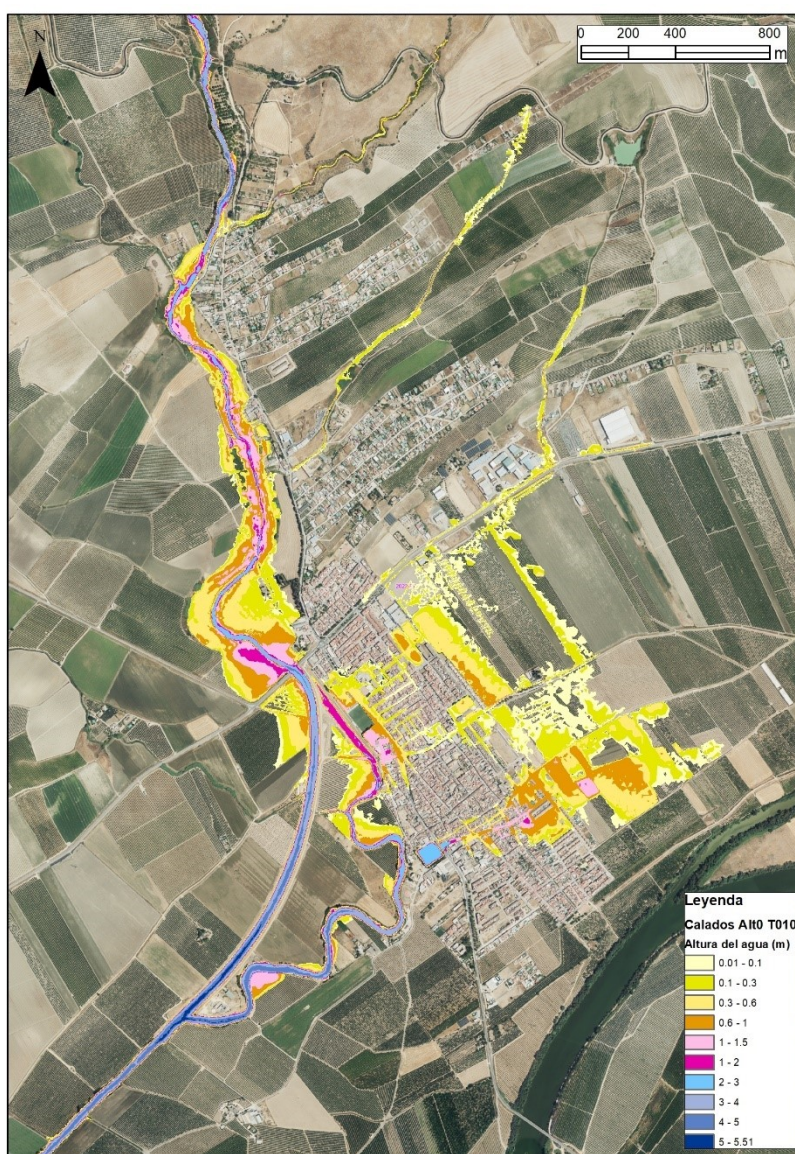


Figura 32. Calados de la zona inundable para T010 en la alternativa 0.

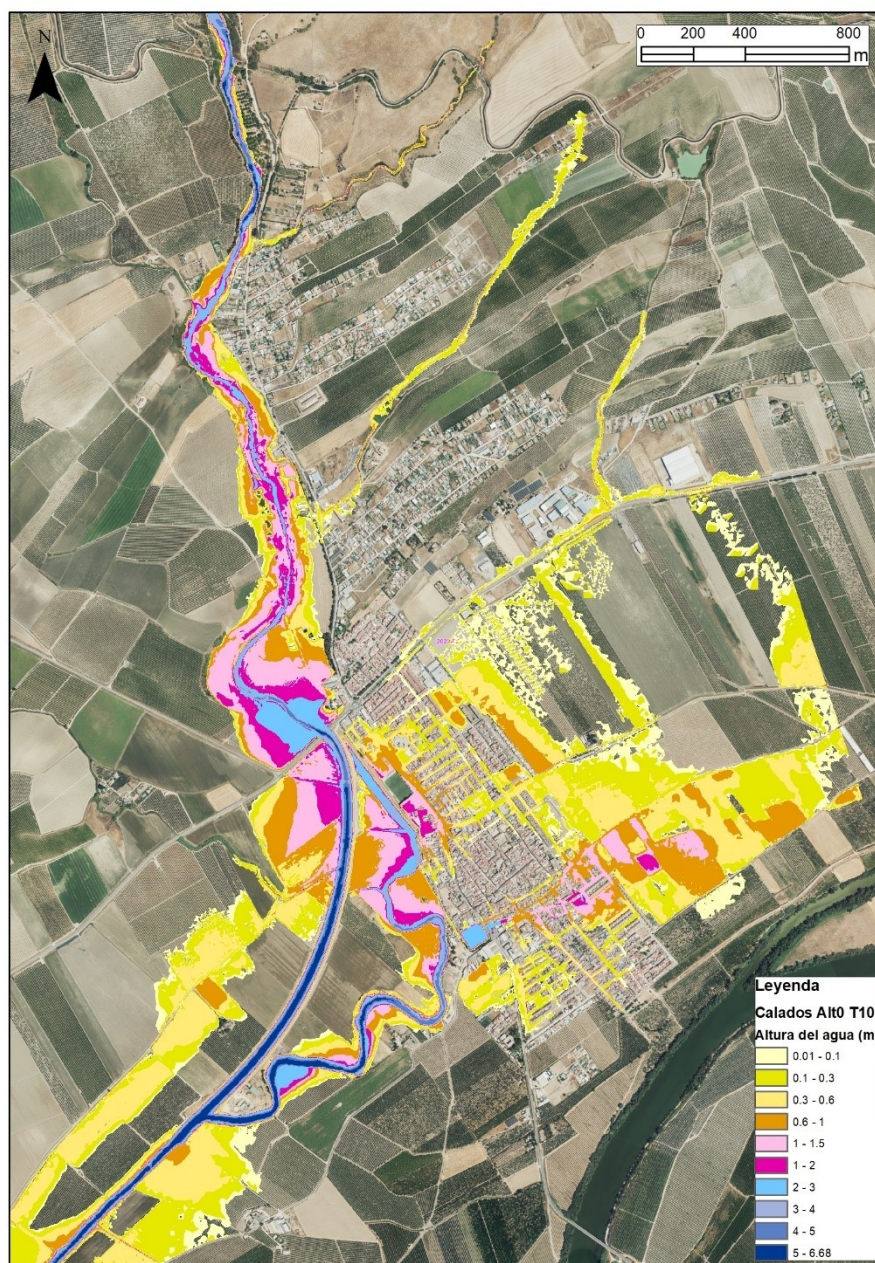
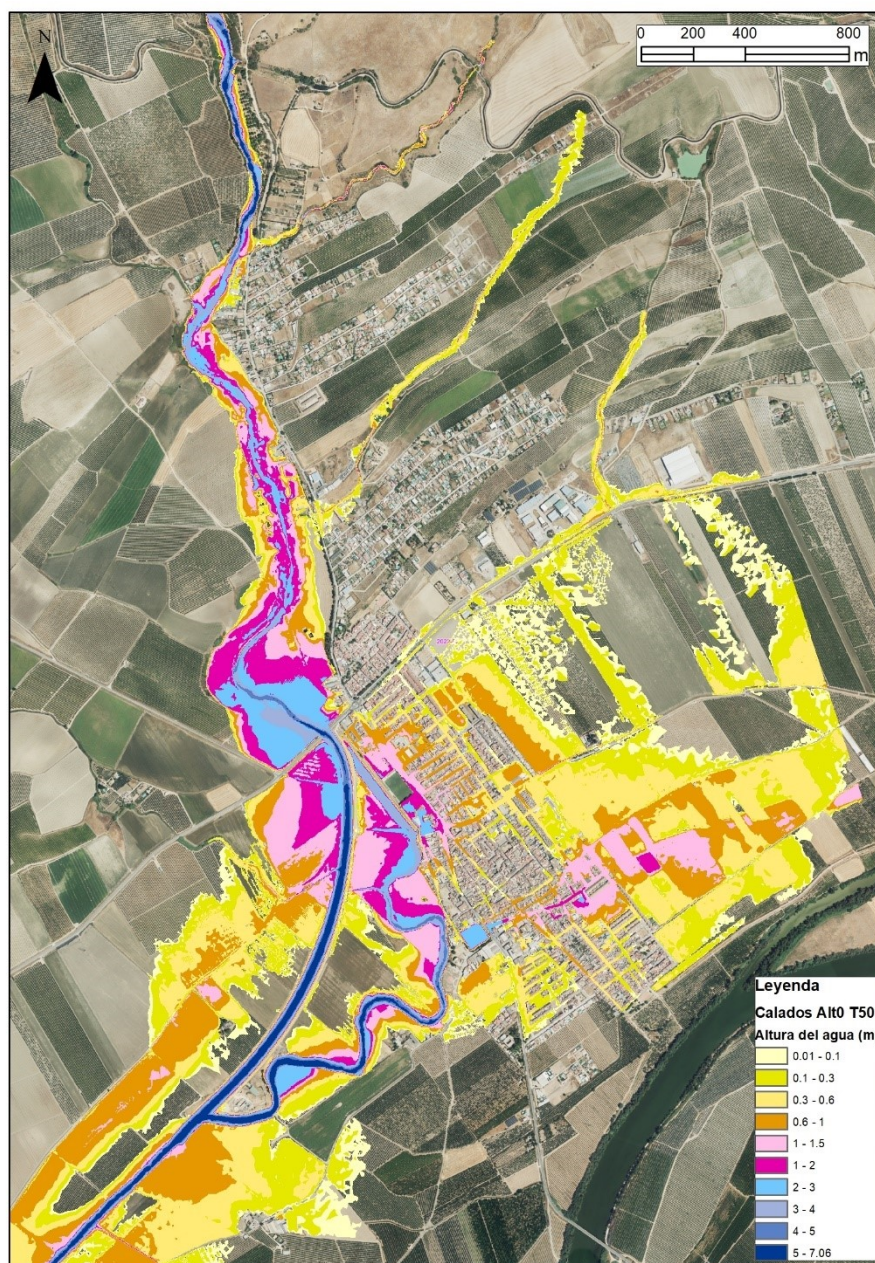


Figura 33. Calados de la zona inundable para T100 en la alternativa 0.



8.3 Modelo hidráulico para la Alternativa 1

Este modelo representa la alternativa 1 que consiste en la creación de un interceptor realizado en suelo desnudo y taludes vegetados de unos 1750 metros de largo al este de Villaverde, con 3 metros de solera y unos 3 metros de talud a cada lado con pendiente 1,5H:1V. Sobre el MDT de la alternativa 0 se ha realizado el rebaje de la cota, desde 15,1 msnm, con un descenso progresivo hasta los 12,62 msnm. La rugosidad también se ha modificado a lo largo del recorrido del interceptor, con un número de Manning de 0,04, de acuerdo con la “Guía Metodológica para el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables” (MITECO 2011) para el uso de suelo “Cursos de agua”. A continuación, se muestran las láminas de inundación y sus calados en la zona

urbana de Villaverde en esta alternativa 1, donde se puede observar que para T500 se produce un desbordamiento del interceptor hacia Villaverde en su tramo final:

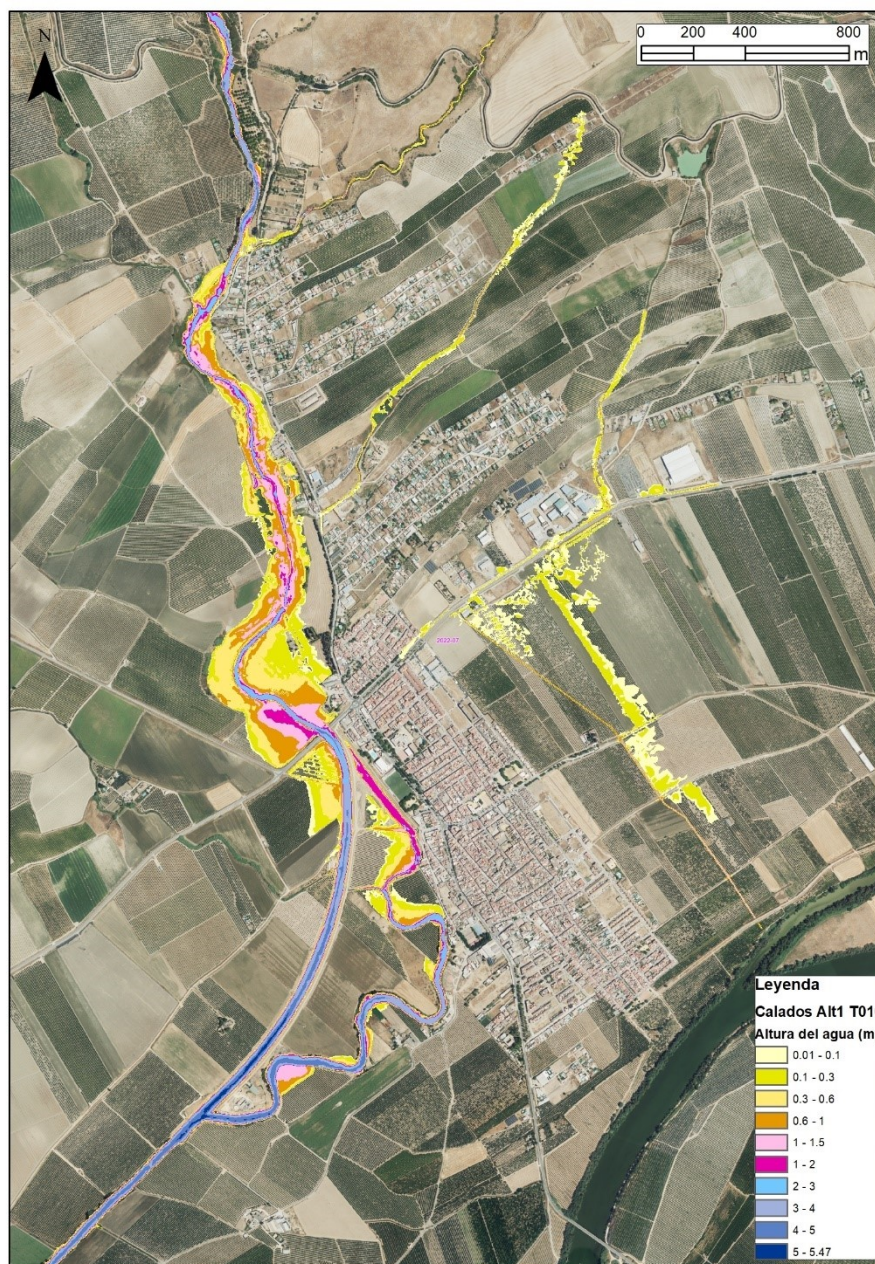


Figura 35. Calados de la zona inundable para T010 en la alternativa 1.

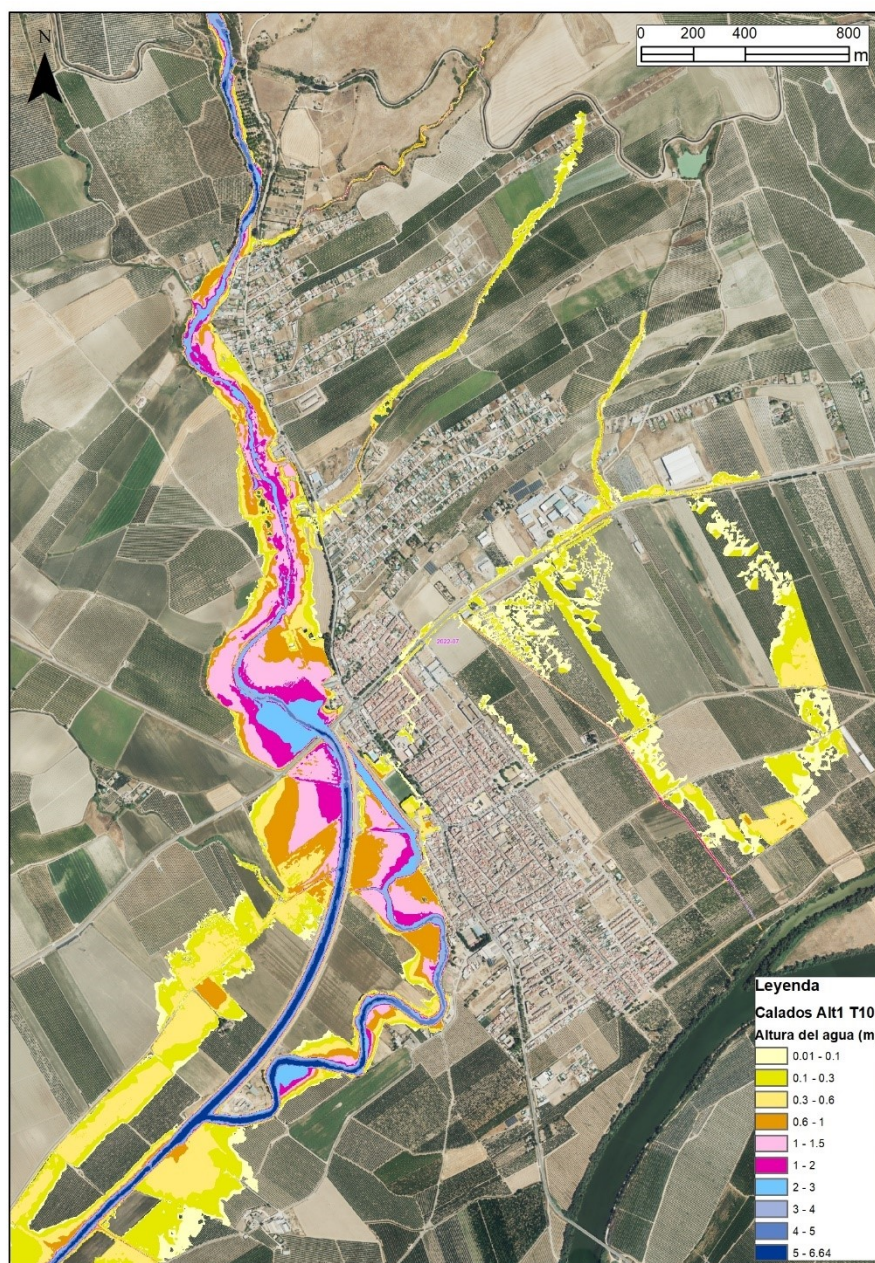


Figura 36. Calados de la zona inundable para T100 en la alternativa 1.

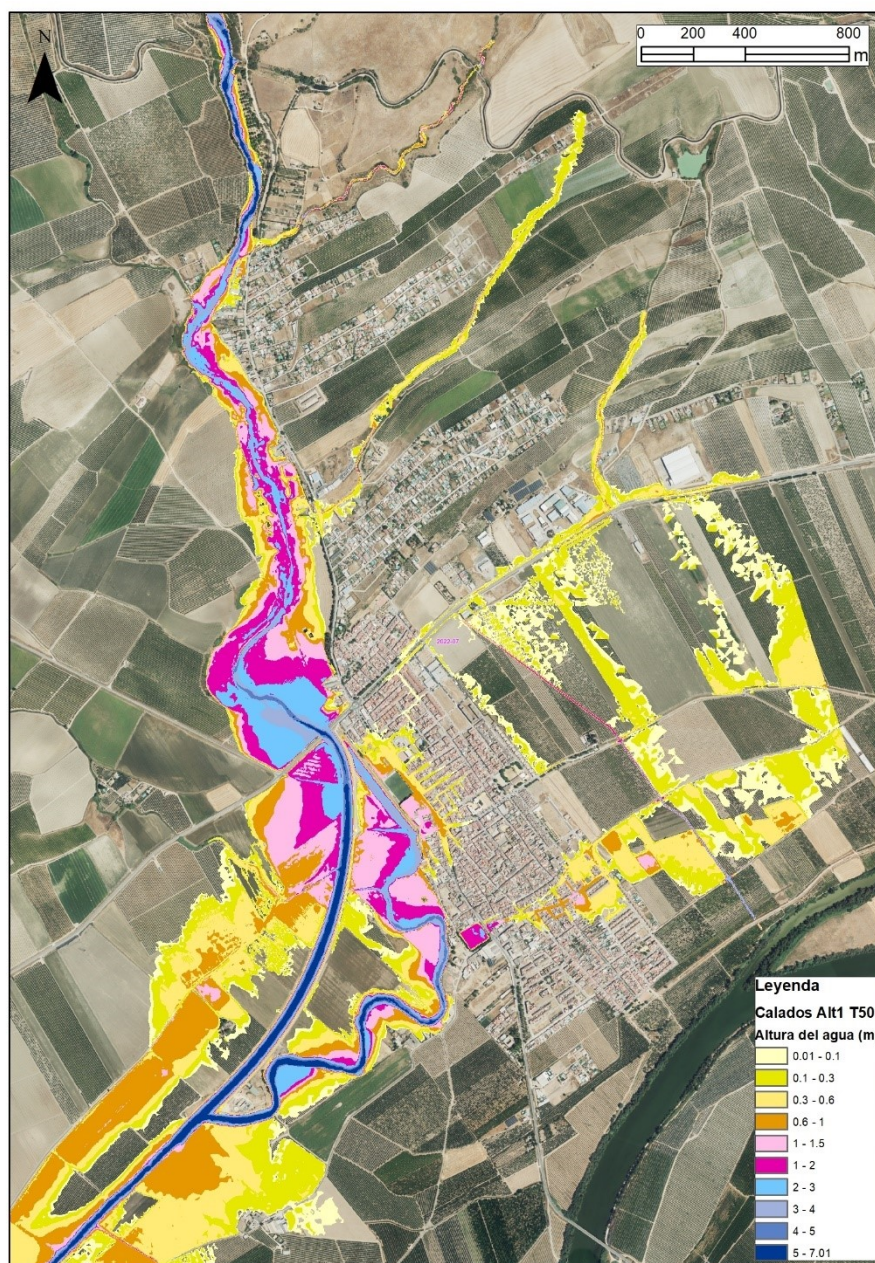


Figura 37. Calados de la zona inundable para T500 en la alternativa 1.

8.4 Modelo hidráulico para la Alternativa 2

Este modelo representa la alternativa 2 que consiste en la creación del interceptor descrito en la alternativa 1, pero realizado en hormigón. Se ha utilizado el MDT modificado en la alternativa 1 y se ha modificado la rugosidad a lo largo del recorrido del interceptor, con un número de Manning de 0,015, de acuerdo con la "Guía Metodológica para el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables" (MITECO 2011) para el uso de suelo "Conducciones y canales". A continuación, se muestran las láminas de inundación y sus calados en la zona urbana de Villaverde en esta alternativa 2, donde se puede observar que para T500 también se produce un desbordamiento del

interceptor hacia Villaverde en su tramo final, pero con menores calados que en la alternativa 1:

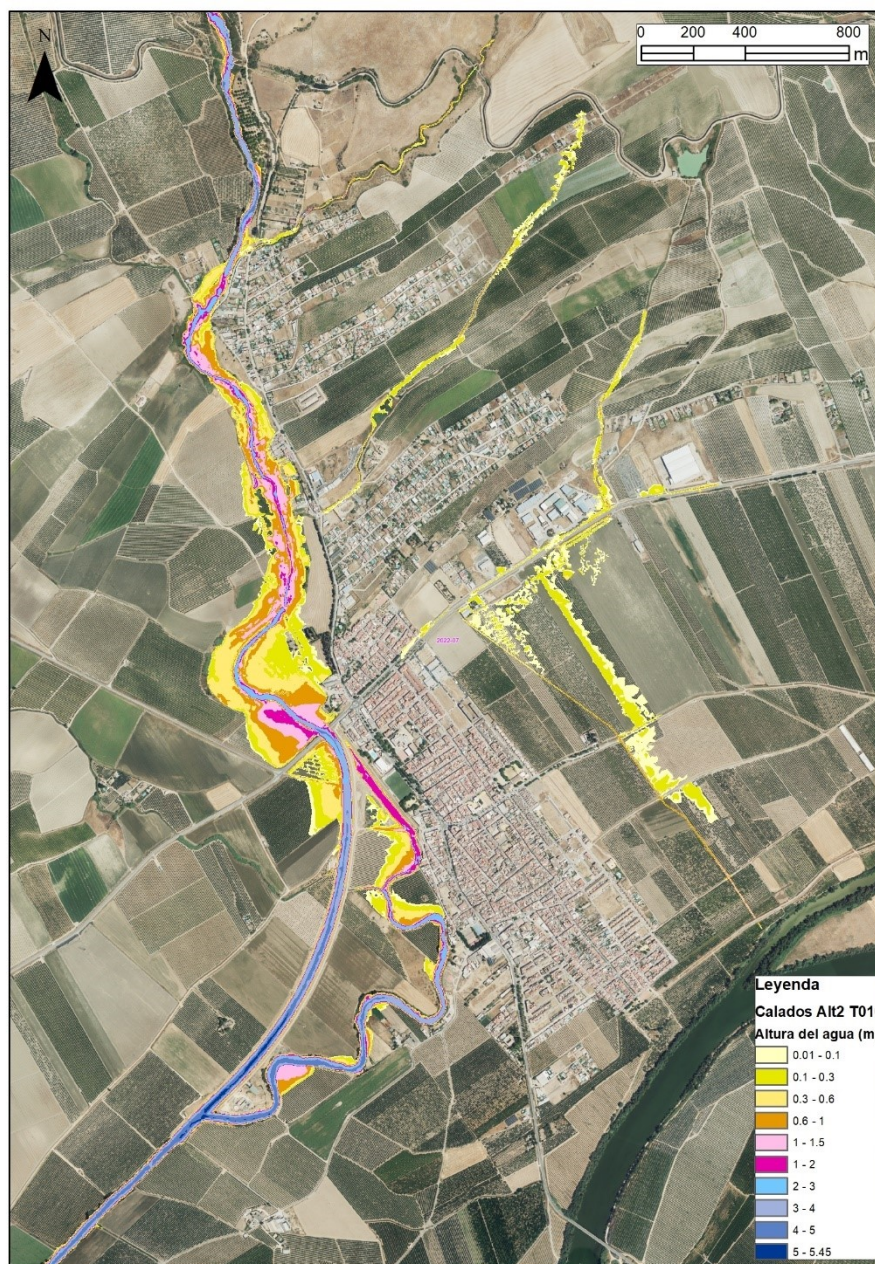


Figura 38. Calados de la zona inundable para T010 en la alternativa 2.

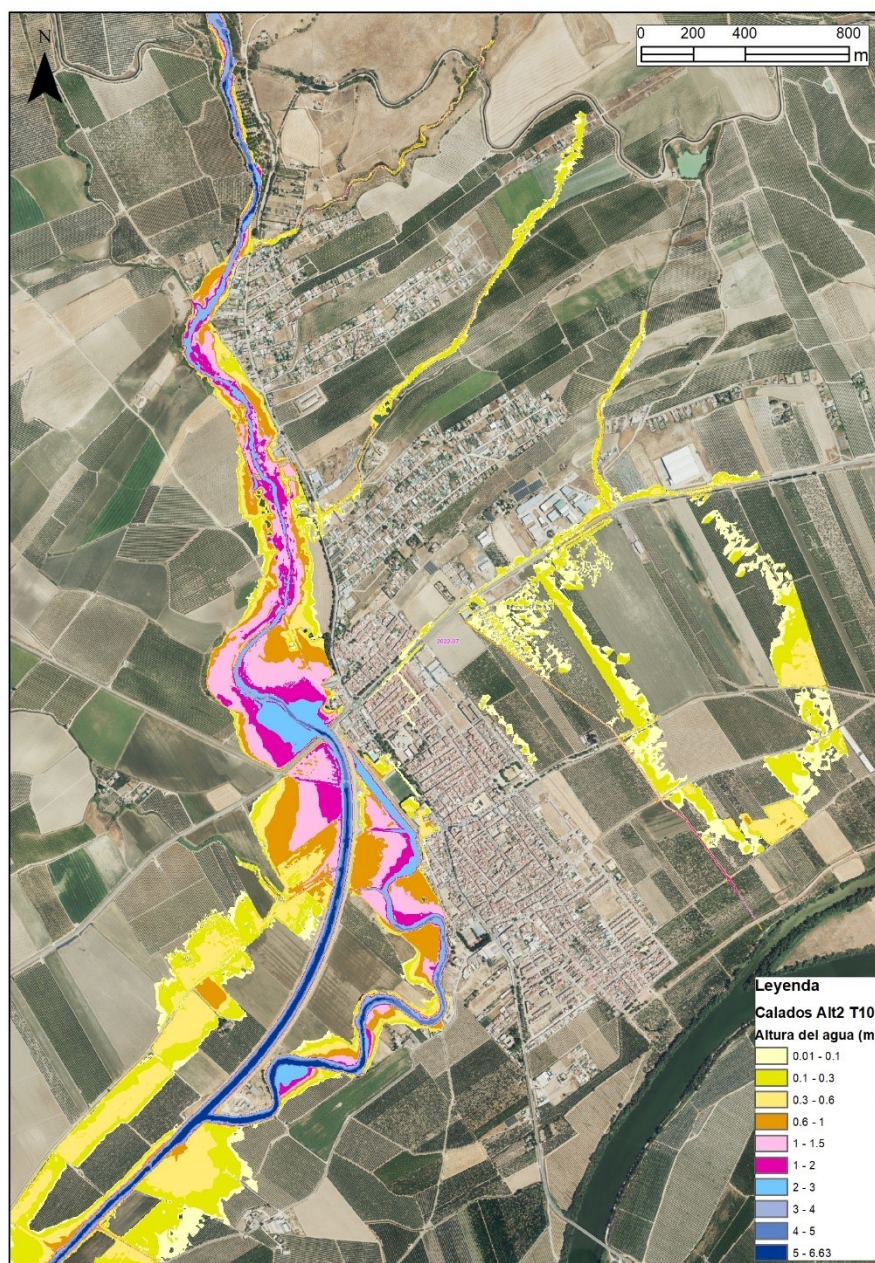


Figura 39. Calados de la zona inundable para T100 en la alternativa 2.

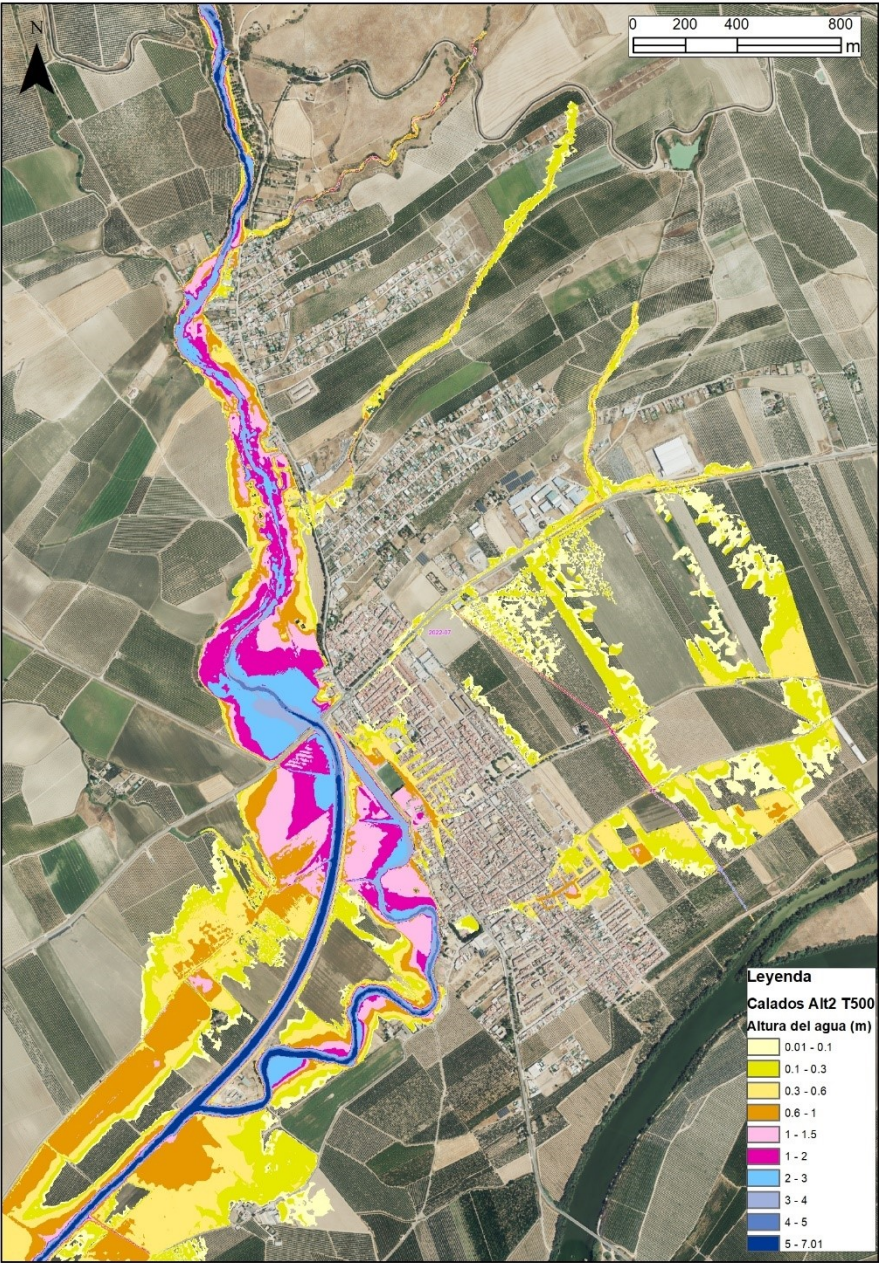


Figura 40. Calados de la zona inundable para T500 en la alternativa 2.

9. Análisis coste-beneficio

El análisis coste beneficio de las alternativas planteadas se ha llevado a cabo mediante un estudio detallado de los costes asociados a cada medida y el beneficio económico que estas generan respecto a la reducción de daños para cada periodo de retorno (T010, T100 y T500) y alternativa. Este estudio se ha basado principalmente en las recomendaciones recogidas en la [“Guía metodológica para el análisis coste-beneficio de actuaciones estructurales de defensa frente a inundaciones”](#) (CEDEX, 2021) (en adelante, *Guía ACB*). También se han tomado como referencia otras metodologías y documentos relacionados como la *“Metodología Análisis Coste Beneficio y Análisis Multicriterio”* de Augas de Galicia o la [“Propuesta de Mínimos para la Realización de los Mapas de Riesgo de Inundación. Actualización de la metodología de elaboración de la cartografía de peligrosidad y riesgo de inundación. Directiva de Inundaciones – 2º Ciclo. Versión 2”](#) (MITECO, 2022). Se debe tener en cuenta que no se tiene constancia de la existencia de proyectos previos en la zona de estudio, sin embargo, se han consultado algunos proyectos de tipología y alcance similar.

9.1 Metodología análisis coste-beneficio

Básicamente, el proceso consiste en contrastar los beneficios que generará la actuación, como valor diferencial entre los daños producidos por las inundaciones sin actuación frente a los generados con actuación, y los costes derivados de la implantación de las medidas. Realizado este análisis se realiza el cálculo de los indicadores económicos de rentabilidad (VAN, TIR, B/C).

En el presente estudio solamente se han considerado beneficios y costes materiales directos y tangibles ligados a medidas estructurales. Es decir, sólo se han considerado beneficios y costes generados por la acción directa del agua, con valor tangible y susceptibles de ser cuantificados económicamente. No se han contemplado los costes indirectos, como puedan ser los desvíos de tráfico o las pérdidas de negocios; ni los intangibles, como puedan ser los daños personales o ambientales.

De manera resumida, para este análisis coste-beneficio se han seguido los siguientes pasos con las siguientes consideraciones:

9.1.1 Selección del periodo de análisis

El periodo de análisis es el plazo a lo largo del cual se analiza el flujo de costes y beneficios del proyecto para determinar su rentabilidad económica. **En este estudio se establece en 50 años**, de acuerdo a las recomendaciones de la *Guía ACB*, a partir de guías y documentos publicados por la Comisión Europea para proyectos de protección y prevención de riesgos naturales y de inundaciones.

9.1.2 Definición de la situación de referencia y alternativas

La situación de referencia consiste en no realizar ninguna actuación manteniendo el estado actual en el ámbito de estudio, es decir, la denominada situación actual o alternativa 0. Las distintas alternativas en la que se proponen diferentes medidas se comparan con esta alternativa 0.

9.1.3 Estimación de los costes de actuación

El cálculo de los costes de las actuaciones se ha realizado a nivel macro, sin entrar en detalle en cada una de las partidas, puesto que se considera que dicho detalle se llevará a cabo en la futura redacción del proyecto de la alternativa seleccionada. Así pues, todos los costes aquí contemplados son meras estimaciones, elaboradas con el objeto de tener un orden de magnitud en la presente fase pero sin validez para fases posteriores, en las que deberán ser recalculados.

En términos generales se han considerado dos tipos de costes: los periódicos, de carácter anual, y los no periódicos. Los costes periódicos abarcan los costes de operación y mantenimiento anual. Los costes no periódicos se aplican al año de referencia o año 0 y se corresponden con los costes de inversión o ejecución de la medida, los costes de redacción del proyecto, los de dirección de la obra, los asociados a tareas de mantenimiento ocasional y expropiaciones, si procede. La estimación de los costes se ha realizado a través de diversas fuentes y bases de precios: precios de Tragsa 2022 no sujetas a impuesto, precios Caminos Naturales 2020, precios Dirección General de Carreteras 2021 y proyectos de tipología y alcance similar. A todos los precios de las fuentes anteriores se les ha incrementado un 10% de su valor para ajustarlos a la realidad del mercado en 2022 y absorber las simplificaciones realizadas o el nivel de detalle del presupuesto macro. Para definir el Presupuesto de Ejecución Material, a nivel general, se han asumido las siguientes hipótesis, siguiendo las directrices de los documentos de referencias, como la *Guía ACB*:

- El coste de construcción representa todos los costes asociados a la ejecución de las medidas planteadas;
- El coste de inversión sería el resultado de incrementar los costes de construcción en un 20%, por posibles imprevistos y contingencias;
- Los costes de redacción del proyecto de cada alternativa se fijan en un 8% del coste de inversión (incluyendo trabajos de redacción de estudios y proyectos, ensayos y campañas requeridas);
- En la dirección de la obra, se asume como un 5% del coste de inversión;
- En concepto de tareas de **mantenimiento ocasional (reposición) se considera un 30% del coste de inversión para la alternativa 1 y un 20% para la alternativa 2**. Estas tareas, sin cadencia prevista, incluirían posibles reparaciones y reposiciones de toda o parte de la estructura. Para la alternativa 1 se ha considerado un valor mayor al recomendado normalmente (20%) debido a la importancia del mantenimiento del interceptor por el tipo de material empleado (suelo desnudo y vegetado en taludes), que se debe

limpiar periódicamente para asegurar el mantenimiento de la capacidad y evitar obstrucciones;

- Se estiman costes de expropiación, si es necesario;
- Para poder realizar el estudio de rentabilidad de manera adecuada, los costes de construcción no contemplan impuestos indirectos, subvenciones, IVA, etc. Tampoco se ha estimado el Presupuesto Base de Licitación, no incluyéndose Gastos Generales ni Beneficio Industrial;
- Dentro de los costes de construcción se ha incluido una partida alzada en seguridad y salud por un importe del 3% sobre los costes, y una partida alzada de control de calidad equivalente al 1% de los costes;
- Dado que se trata de una estimación de costes, el total de costes que se asume para las actuaciones en cada alternativa se ha redondeado al alza.

En este estudio coste-beneficio no se han estimado costes de operación y mantenimiento anual ya que, para el tipo de actuaciones previstas, no se aplicarían, tal y como se indica en la *Guía ACB* del CEDEX: *“En muchas de las obras de defensa frente a inundaciones, como los encauzamientos, los diques longitudinales, las motas, etc., no existen costes de operación o son muy reducidos”*.

9.1.4 Estimación de los costes de expropiación

De acuerdo con lo previsto en las distintas alternativas, será preciso expropiar los terrenos particulares que puedan ser ocupados de forma permanente para implantar alguna de las medidas. En este ACB **se realiza un cálculo aproximado de los posibles costes de expropiación**, que se incluirá en la estimación de los costes de las actuaciones de las alternativas. Este cálculo aproximado de expropiaciones se deberá ajustar y detallar en el futuro proyecto de la alternativa seleccionada.

Se ha intentado, en la medida de lo posible, disminuir estas expropiaciones, localizando las actuaciones siempre que se pueda en terrenos de titularidad pública, si bien esto no siempre ha sido posible. Para la determinación de los límites del dominio público hidráulico (DPH), se ha considerado tanto la cartografía del Catastro (DPH catastral) como la del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables ([SNCZI](#)) (DPH cartográfico). En el tramo de estudio se ha comprobado que los límites del DPH catastral no concuerdan con la realidad del terreno y tienen una anchura menor al DPH cartográfico, más preciso respecto a la situación actual del río Guadalquivir. Por ello, para la estimación de la superficie a expropiar se ha tomado como referencia el DPH cartográfico disponible, estimado durante la elaboración de la cartografía de zonas inundables del MAPRI de 2º ciclo del ARPSI ES050_APSFR_BG004-01.

Para el cálculo del coste de las expropiaciones se ha tenido en cuenta la superficie afectada a expropiar y los valores unitarios por superficie que se dan a continuación, tomados de la ["Encuesta de precios de la tierra en Andalucía, año 2022 \(provisional\)"](#) del Servicio de Estudios y Estadísticas de la Consejería de Agricultura, Ganadería y Alimentación (Junta de Andalucía). Dichas cantidades, que dependen del tipo de cultivo o uso del suelo afectado, varían en cada provincia. Se ha empleado la encuesta del año 2022 que, aunque tiene datos provisionales, es la última publicada. Estos precios para la provincia de Sevilla son los siguientes:

Provincia de Sevilla			
Cultivo	Precio Max (€/Ha)	Precio Mín (€/Ha)	Precio más Frecuente (€/Ha)
Arroz	38.312	31.930	35.257
Frutal originarios de clima templado regadío	41.244	32.795	37.747
Herbáceos regadío	35.138	29.861	32.557
Herbáceos secano + barbecho	16.083	11.870	13.990
Cítricos regadío (mandarino)	48.107	40.400	44.338
Cítricos regadío (naranja)	53.145	41.399	47.733
Aceitunas de mesa regadío	32.851	26.814	30.007
Aceitunas de mesa secano	22.717	15.992	18.992
Aceitunas de almazara regadío	45.457	35.483	40.847
Aceitunas de almazara secano	25.315	20.295	22.746
Otras superficies para pastos	6.201	4.405	5.280
Uva para mesa + uva para pasas regadío	35.121	29.555	32.984

*Para la valoración de las expropiaciones se utilizan los Precios más Frecuentes

Tabla 2. Datos de precios de la tierra para la provincia de Sevilla, según la Encuesta de precios de la tierra en Andalucía, año 2022 (datos provisionales).

Para la construcción del interceptor planteado en las alternativas 1 y 2 se requiere expropiar pequeñas franjas de terreno en terrenos particulares a lo largo de buena parte del mismo. Cuando ha sido posible, se ha tratado de trazar la infraestructura a través de límites entre parcelas para evitar la división en dos de las parcelas. El interceptor planteado tiene un ancho variable (3 metros de solera y taludes 1,5H:1V de ancho variable según la altura en cada punta), aunque a efectos del cálculo de expropiación se ha tomado un ancho fijo de 10 metros.

Los terrenos privados afectados por la expropiación para las alternativas 1 y 2 son los mismos dado que se sigue el mismo trazado en ambos casos. Pertenecen a distintas parcelas, todas ellas en el término municipal de Villaverde del Río, y suman una superficie total de 19.431,23 m², ya descontados todos aquellos caminos, canales o cauces que forman parte de dominio público. La relación de parcelas privadas afectadas y su uso, según el Catastro, es la siguiente:

Alternativas 1 y 2 – parcelas afectadas por expropiación		
Referencia catastral	Superficie afectada (m ²)	Tipo suelo
41101A00400174	116,45	Labor o labradío regadío
41101A00400177	471,26	Agrios regadío
41101A00400178	1.497,29	Agrios regadío
41101A00400180	1.970,12	Labor o labradío regadío
41101A00400181	2.572,70	Agrios regadío
41101A00400184	2.243,39	Agrios regadío
41101A00800009	1.695,24	Agrios regadío

Alternativas 1 y 2 – parcelas afectadas por expropiación		
Referencia catastral	Superficie afectada (m²)	Tipo suelo
41101A00800010	347,66	Agrios regadío
41101A00800011	1.082,34	Labor o labradío regadío
41101A00800043	1.831,84	Agrios regadío
41101A00800044	1.375,14	Agrios regadío
41101A00800045	1.573,26	Labor o labradío regadío
41101A00800053	1.744,78	Agrios regadío
41101A00800054	523,04	Agrios regadío
41101A00800055	386,74	Agrios regadío
Total superficie	19.431,23	

Tabla 3. Parcelas afectadas según el Catastro que serían objeto de expropiación en las alternativas 1 y 2.

A continuación, se exponen una imagen resumen en las que se pueden observar las afecciones a estos terrenos particulares respecto a la cartografía catastral de la [Dirección General del Catastro](#). Una representación gráfica más detallada se puede consultar en el PL06-01 Mapa expropiaciones incluido en el [Apéndice 4. Planos](#) del presente documento.

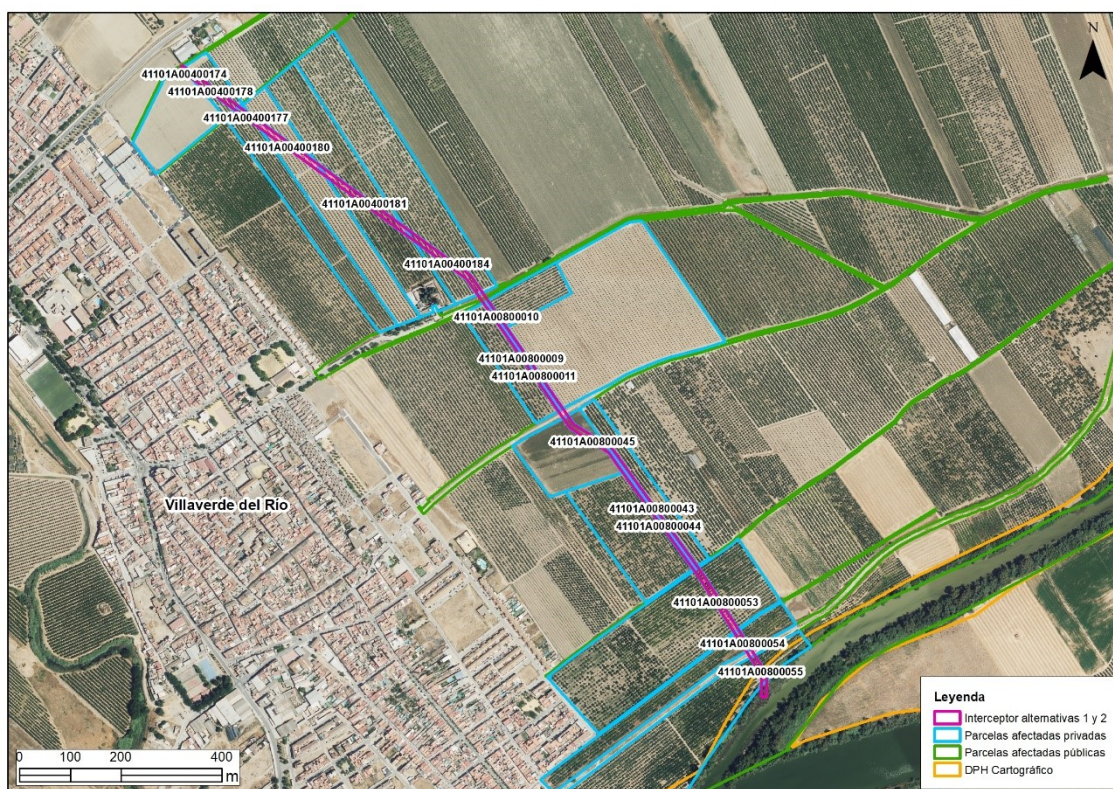


Figura 41. Situación del interceptor respecto a las parcelas que estarían afectadas por expropiación de acuerdo con la información del Catastro. Se muestran las referencias catastrales de aquellas parcelas privadas afectadas por expropiación (no se muestran las referencias de las parcelas públicas).

Se debe considerar que para el cálculo de las expropiaciones de los tipos de suelo procedentes del Catastro respecto a la “Encuesta de precios de la tierra en Andalucía, año 2022 (provisional)” se ha asumido los tipos de suelo “Agríos regadío” del Catastro a “Cítricos regadío (naranja)” de la Encuesta, y “Labor o labradío regadío” del Catastro a “Herbáceos regadío” de la Encuesta.

Finalmente, el coste aproximado de las expropiaciones para cada alternativa es el siguiente:

	Coste total estimado expropiaciones
Alternativa 1	85.554,38 €
Alternativa 2	85.554,38 €

Tabla 4. Resumen del coste estimado de expropiaciones por alternativa.

9.1.5 Preparación de la información base para la obtención del valor de los daños ocasionados por las avenidas

- Elaboración de las capas de información geográfica de ocupación del suelo, a partir de la capa del Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España ([SIOSE](#) 2014). A partir del documento de la “Propuesta de Mínimos” (MITECO, 2022), se ha determinado la equivalencia existente entre las diferentes coberturas recogidas por el SIOSE y las actividades económicas asociadas, es decir, las tipologías estandarizadas de los mapas de riesgo del SNCZI.
- Asignación de los precios (€/m²) asociados a cada actividad económica, según la “Propuesta de Mínimos”, de acuerdo con la tabla inferior. Respecto a los valores de la tabla inferior, se han modificado los valores para “Infraestructuras: carreteras” y “Infraestructuras: ferrocarriles”, que pasan a tener 10 €/m² y 15 €/m², respectivamente, de acuerdo con las recomendaciones de la *Guía ACB* del CEDEX. Para las **actividades económicas comprendidas dentro de DPH cartográfico se ha dado un valor de 0 €/m²** por entenderse que cualquier edificación o uso del suelo que quede dentro del DPH no puede ser contemplado como susceptible de ser dañado porque en teoría no deberían ocupar este espacio. Asimismo, **la superficie del interceptor planteado en las alternativas 1 y 2 se ha dado un valor de 0 €/m²**, al no entenderse como daños en el caso de que el agua contacte o se sobrepase la infraestructura, pues se ha diseñado al efecto.

USO DEL SUELO	VALOR DEL RIESGO INICIAL (€/m²)
Urbano concentrado	
Edificación asociada a urbano concentrado (sin desagregar edificaciones)	350
Edificación asociada a urbano concentrado (edificaciones desagregadas)	400
Urbano disperso	
Edificación asociada a urbano disperso (sin desagregar edificaciones)	170
Edificación asociada a urbano disperso (edificaciones desagregadas)	260
Asociado a urbano	150
Infraestructura social	200
Terciario	380
Industrial concentrado	
Industrial concentrado (sin desagregar edificaciones)	450
Industrial concentrado (edificaciones desagregadas)	380
Industrial disperso	
Industrial disperso (sin desagregar edificaciones)	170
Industrial disperso (edificaciones desagregadas)	380
Agrícola-secano	1
Agrícola-regadío	5
Otros usos rurales	0.5
Forestal	0
Infraestructuras: carreteras	250
Infraestructuras: ferrocarriles	350
Infraestructuras: puertos y aeropuertos	450
Infraestructuras: energía	500
Infraestructuras: comunicaciones	500
Infraestructuras: hidráulico-sanitarias	500
Infraestructuras. Residuos	150
Masas de agua	0
Otras áreas sin riesgo	0

Tabla 5. Valor del riesgo por uso del suelo (actividad económica) según la Propuesta de Mínimos para la Realización de los Mapas de Riesgo de Inundación del MITECO.

- Identificación de puntos de especial importancia que, por su valor estratégico, servicio social, afluencia de personas, posibilidad de vertidos o contaminación, disponibilidad en la emergencia, etc. deben tener un valor mayor que repercuta en aumentar la importancia de protegerlos frente a inundaciones. Para lograrlo, se les asigna un coste adicional que, por tanto, incrementará el valor de los daños producidos por la inundación. La localización de estos puntos se realiza a través de la cartografía de riesgo de inundación de los puntos de especial importancia del MAPRI de 2º ciclo (realizada según los criterios de la “Propuesta de mínimos”), y a partir del cruce de la capa de zonas inundables con el buscador de Google Maps para encontrar elementos adicionales.

<i>Puntos de Protección Civil</i>	
<i>Campo "TIPO_ELTO"</i>	<i>Campo "SUBTIPO_EL"</i>
TIPOS	SUBTIPOS
SEGURIDAD	- Bomberos - Policía - Guardia Civil
SANIDAD	Hospital
EDUCACIÓN	- Educación infantil - Escuela - Educación especial - Campus
RESIDENCIAL ESPECIAL	- Residencia de ancianos - Centro penitenciario - Camping
CONCURRENCIA PÚBLICA DESTACADA	- Centro comercial - Instalación deportiva - Centro de ocio - Centro religioso
SERVICIOS BÁSICOS	- Energía - Agua
TRANSPORTE	- Estación de autobús o ferrocarril - Puerto - Aeropuerto
INDUSTRIA	- Nuclear - Radiactiva - Química SEVESO

Tabla 6. Puntos de especial importancia, tipo Protección Civil, según la Propuesta de Mínimos para la Realización de los Mapas de Riesgo de Inundación del MITECO.

- Tratamiento de las capas de calado procedentes de la modelización hidráulica, para cada periodo de retorno simulado (T010, T100 y T500) y para todas las alternativas. Se rellenan los huecos de los edificios (que salen como huecos, sin valor de calado, en el modelo), se eliminan islas o pequeñas zonas inundables desconectadas y se reclasifican los calados. Esta reclasificación de los calados se realiza mediante unos coeficientes minorizantes que tratan de reflejar el grado de afección en función del calado real, ya que los daños producidos por las inundaciones están íntimamente ligados a sus calados. Los coeficientes empelados son los propuestos en la "Propuesta de Mínimos" del MITECO, según la tabla inferior, y se aplican únicamente a los usos de suelo: urbano concentrado; urbano disperso, asociado a urbano, infraestructura social, terciario, industrial concentrado, industrial disperso. El resto de los usos tendrán una afección del 100% al entenderse que sobre ellos los daños se producirán de igual manera con independencia del calado generado.

ALTURA DEL AGUA (m)	COEFICIENTE
0 – 0.3	20%
0.3 – 0.7	60%
0.7 – 2	90%
> 2	100%

Tabla 7. Coeficientes minorizantes de afección en relación con el calado, según la Propuesta de Mínimos para la Realización de los Mapas de Riesgo de Inundación del MITECO.

9.1.6 Cálculo automatizado de daños

Para la realización del cálculo de los daños producidos por un episodio de inundación se ha desarrollado ad hoc una herramienta de ArcGIS que permite la realización de las diferentes tareas que son necesarias para poder obtener una capa resultante de polígonos con su área (m²), calado (m) y daños (€) asociados. De forma resumida las tareas que realiza la herramienta son:

- Reclasificar calados: se reclasifican los calados en intervalos de altura y se les asocia un coeficiente según el rango de calados en el que se encuentre;
- Cruce de archivos shape de calado con SIOSE: mediante un intersect se cruzan ambas capas para obtener una capa de polígonos con datos de calado reclasificado y valor de suelo;
- Cálculo de daños: A partir de la capa anterior se ha añadido un campo denominado Valor riesgo final y se calcula este campo mediante la siguiente fórmula: *Valor del riesgo (€/m²) x Coeficiente x Área del polígono (m²) = Daño final en polígono.*

9.1.7 Calibración CCS

Para calibrar la bondad de la metodología empleada, se comparan los datos de daños obtenidos respecto a las indemnizaciones pagadas por inundaciones extraordinarias por el Consorcio de Compensación de Seguros (CCS). Sin embargo, estos datos del CCS no son directamente extrapolables para poder hacer comprobaciones, y se deben tener en cuenta ciertas apreciaciones. El CCS solo indemniza a los titulares de pólizas suscritas con cualquier compañía privada, de acuerdo con el capital asegurado, por lo que se excluye a aquellos sin póliza de seguros, y también excluye otras ayudas y subvenciones de las Administraciones. El CCS indemniza algunos aspectos como pérdidas de beneficios o daños en vehículos que no son tenidos en cuenta en el cálculo de daños de esta metodología de análisis coste-beneficio. Y a su vez, no indemniza el ámbito agrario (que se realiza a través de Agroseguro) cuyos daños sí son contemplados en esta metodología. Además, se debe comprobar la frecuencia del episodio de calibración respecto de los 3 periodos de retorno estudiados.

9.1.8 Cálculo del beneficio generado con la actuación

La obtención del beneficio generado sería la reducción del riesgo que genera la realización de las medidas respecto de la situación actual, es decir, el daño evitado. Como se ha comentado anteriormente, solo se tienen en cuenta los daños directos, con valor tangible y susceptibles de ser cuantificados económicamente, generados por la acción directa del agua. No se han tenido en cuenta los costes indirectos como pueden ser desvíos de tráfico, pérdidas en negocios o salarios. Tampoco se han considerado en este estudio los costes intangibles, que por sus características no pueden ser cuantificados. Para la obtención del valor de los daños producidos como consecuencia de un episodio de inundaciones, se realizan las siguientes acciones en el orden indicado:

- Cruce de las capas de resultados del modelo hidráulico con la capa de usos del suelo para el cálculo de daños directos;
- Cálculo de los daños;
- Definición del daño para cada periodo de retorno, los daños incrementales y el daño esperado anual. Los daños estimados se calculan incrementados en un 5% por el coste de los servicios de emergencia;
- Contraste de resultados en situación actual y las diferentes alternativas;
- Cálculo del beneficio esperado anual y del beneficio esperado durante el período de análisis (50 años).

9.1.9 Análisis coste-beneficio

El análisis coste-beneficio se basa en expresar en valores económicos todos los costes y beneficios del proyecto y compararlos en un mismo año común. El beneficio es el daño evitado, respecto a una situación actual o de referencia (Alternativa 0), por la realización de las obras propuestas en la alternativa. El beneficio del daño anual esperado es la integración de la curva probabilidad-daño, de acuerdo con la fórmula de Ven Te Chow, que recomienda la *Guía ACB* del CEDEX. Conocida la naturaleza probabilística de un suceso hidrológico y los daños que se producirían en el caso de que este suceso se produjera (Chow et al, 1994), se calcula el coste anual de daños esperado por avenidas mediante la siguiente fórmula que integra los daños y sus frecuencias:

$$D = \sum_{i=1}^{\infty} \frac{D(x_{i-1}) + D(x_i)}{2} [P(x \geq x_{i-1}) - P(x \geq x_i)]$$

Donde $D(x)$ es el coste del daño anual esperado que resultaría de ese evento xx y $P(x)$ es la probabilidad de que un evento de magnitud xx ocurra en un año dado, es decir, la inversa del periodo de retorno.

Para la realización de estos cálculos se han contemplado los periodos de retorno (T) de 10, 100 y 500 años. Para la determinación de los daños asociados a los extremos de la curva se ha asumido que para $T = 4,5$ años (T para máxima crecida ordinaria a partir de la cual se delimita el DPH cartográfico) los daños son nulos y que para $T = 500$ años los daños son máximos.

Los daños vienen dados por el producto entre el valor económico en función de las actividades desarrolladas en los terrenos afectados por la inundación (según los modelos hidráulicos), para el periodo de retorno de estudio, el área de estos terrenos y un coeficiente minorizante en función del calado alcanzado.

En este estudio, los beneficios, o daño anual evitado, han sido repartidos de manera uniforme a lo largo del periodo de análisis de cada actuación.

Respecto a los costes, son todos los gastos generados por las obras, su mantenimiento y explotación, estimados como se ha explicado anteriormente.

9.1.10 Aplicación de los criterios de rentabilidad económica

El procedimiento matemático que cuantifica el retorno económico del proyecto se basa en los siguientes indicadores económicos, de acuerdo con la *Guía ACB*:

- VAN (valor actual neto). El VAN calcula la diferencia entre el valor actualizado de los beneficios y de los costes a lo largo de todo el periodo de análisis del proyecto;
- B/C (relación beneficio/coste). La relación B/C calcula el cociente entre los valores actualizados de los beneficios y los costes del proyecto;
- TIR (tasa interna de retorno). Este indicador calcula la tasa de descuento que iguala el valor actualizado de los beneficios y de los costes a lo largo del periodo de análisis de la actuación, es decir, la tasa de descuento que hace el VAN igual a cero.

Estos indicadores se utilizarán para la selección de la alternativa seleccionada y para la priorización de actuaciones. Los criterios económicos aplicados para cada indicador son los siguientes:

- $VAN > 0 \text{ €}$
- $B/C > 1$
- $TIR > \text{tasa de descuento aplicada (3\%)}^*$

*Según la *Guía ACB* del CEDEX, se recomienda tomar una tasa de descuento del 3%, que es la tasa establecida por la Comisión Europea en su guía de 2014 (para el periodo 2014-2020) sobre el análisis coste-beneficio de los proyectos de inversión para países que no reciben fondos de cohesión, entre los que está España.

9.1.11 Análisis de sensibilidad

Finalmente se ha realizado un análisis de sensibilidad en el que se incluye un estudio de comparación de cómo evolucionan los indicadores de rentabilidad (VAN, B/C y TIR) ante variaciones en la tasa de descuento, de forma que se pueda observar la volatilidad/robustez de los resultados de cada alternativa.

9.2 Valoración económica de cada alternativa

En la siguiente tabla se resumen los costes estimados de cada alternativa, que se han calculado siguiendo los criterios generales descritos anteriormente en la metodología coste-beneficio.

	Coste total estimado actuaciones
Alternativa 1	850.000 €
Alternativa 2	2.000.000 €

Tabla 8. Resumen costes de las alternativas.

A continuación, se muestran los desgloses de costes ligados a cada una de las alternativas estudiadas.

El presupuesto de las obras propuestas en la alternativa 1 se resume en la siguiente tabla:

Concepto	Importe
Coste de inversión (incluye +20% coste construcción)	532.911,63 €
Coste redacción proyectos, con estudios y ensayos (8%)	42.632,93 €
Expropiaciones	85.554,38 €
Dirección de la obra (5%)	26.645,58 €
Mantenimiento ocasional (30%)	159.873,49 €
Total costes no periódicos	847.618,01 €
Operación y mantenimiento anual (0%)	0,00 €
Coste total medida	847.618,01 €
Coste total asumido	850.000,00 €

Tabla 9. Resumen costes asociados a las obras de la alternativa 1.

El presupuesto de las obras propuestas en la alternativa 2, se resume en la siguiente tabla:

Concepto	Importe
Coste de inversión (incluye +20% coste construcción)	1.437.525,86 €
Coste redacción proyectos, con estudios y ensayos (8%)	115.002,07 €
Expropiaciones	85.554,38 €
Dirección de la obra (5%)	71.876,29 €
Mantenimiento ocasional (20%)	287.505,17 €
Total costes no periódicos	1.997.463,77 €
Operación y mantenimiento anual (1,2% anual en 50 años)	0,00 €
Coste total medida	1.997.463,77 €
Coste total asumido	2.000.000,00 €

Tabla 10. Resumen costes asociados a las obras de la alternativa 2.

9.3 Puntos de especial importancia

Como se ha mencionado anteriormente, para el correcto cálculo de las actuaciones es necesario realizar una búsqueda de todos los elementos de especial importancia (valor estratégico, servicio social, disponibilidad en la emergencia, etc.) presentes dentro del ámbito de estudio, en este caso, en el núcleo de Villaverde del Río. Se ha revisado la información incluida en los mapas de riesgo de puntos de especial importancia de 2º ciclo del ARPSI BG004-01 (cuya zona inundable alcanza Villaverde del Río), ampliándose con una búsqueda específica en Google Maps. Se han identificado 16 puntos de especial importancia dentro de la zona inundable (ZI) para T010, 18 dentro de T100 y 20 dentro de T500. Este gran número de puntos de especial importancia se debe a la afección de la zona inundable a buena parte del centro histórico donde se ubican la mayoría de los servicios y comercios. El número de puntos afectados apenas varía desde T010 a T500, aunque para los mismos puntos la afección será más grave al registrarse mayor calado en los periodos de retorno más elevados.

A continuación, se adjunta una tabla con el listado de estos puntos identificados en la situación actual (alternativa 0) y un mapa con su ubicación, según su número de Id del listado:

Puntos de especial importancia alternativa 0					
Id	Descripción	Fuente	ZI T010	ZI T100	ZI T500
1	Castillo de Villaverde del Río (restos)	MAPRI 2º ciclo		X	X
2	Depósito Villaverde del Río	MAPRI 2º ciclo	X	X	X
3	Puesto Guardia Civil de Villaverde del Río	MAPRI 2º ciclo	X	X	X
4	Instituto de educación secundaria Pepe Ruiz Vela	MAPRI 2º ciclo	X	X	X
5	Estadio municipal de San Sebastián	MAPRI 2º ciclo	X	X	X
6	Colegio de educación primaria Nuestra Señora de Aguas Santas	MAPRI 2º ciclo	X	X	X
7	Instalaciones deportivas	MAPRI 2º ciclo	X	X	X
8	Colegio de educación primaria Nuestra Señora de Aguas Santas	MAPRI 2º ciclo	X	X	X
9	Colegio educación primaria Alpasa	Google Maps	X	X	X
10	Consulta local Villaverde del Río	Google Maps	X	X	X
11	Parroquia de la Purísima Concepción	Google Maps			X
12	Ayuntamiento de Villaverde del Río	Google Maps			X
13	Farmacia Saldaña	Google Maps	X	X	X
14	Farmacia Sánchez Matarí	Google Maps	X	X	X
15	Farmacia Torres Jiménez	Google Maps	X	X	X
16	Centro cívico/Juzgado de paz	Google Maps	X	X	X
17	Pabellón municipal de deportes de Villaverde del Río	Google Maps	X	X	X
18	Policía local Villaverde del Río	Google Maps	X	X	X
19	Centro de mayores Atalaya	Google Maps		X	X
20	Cementerio de Villaverde del Río	Google Maps	X	X	X

Tabla 11. Puntos de especial importancia en Villaverde del Río según la zona inundable (ZI) en la que se encuentran.

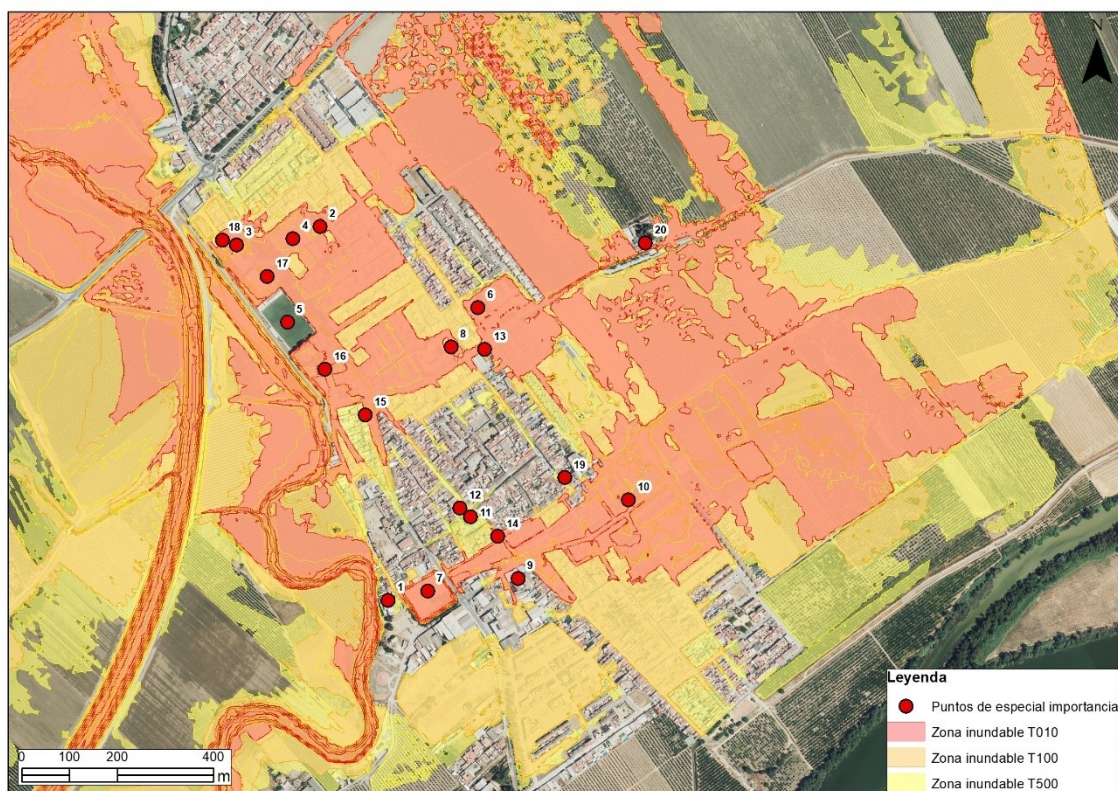


Figura 42. Mapa con la localización de los puntos de especial importancia en Villaverde según la zona inundable (ZI) en la que se encuentran en la situación actual (alternativa 0). La numeración de cada punto se corresponde con el campo Id de la tabla anterior.

9.4 Análisis de daños y beneficio estimado

El cálculo de los daños se ha realizado según la metodología descrita anteriormente, calculando primero los daños para cada periodo de retorno en cada alternativa que se resumen en la siguiente tabla:

Daños estimados asociados a eventos de período de retorno (T años), en millones de euros			
	T010	T100	T500
Alternativa 0	53,02 M€	137,57 M€	269,25 M€
Alternativa 1	7,01 M€	35,89 M€	153,03 M€
Alternativa 2	6,94 M€	34,10 M€	146,87 M€

Tabla 12. Resumen de los resultados de los daños estimados para las alternativas estudiadas.

Se puede observar que en las alternativas 1 y 2 se produce una notable reducción de daños respecto a la alternativa 0, especialmente en T010 y T100. A continuación, se incluye una tabla con un ejemplo de la distribución de los daños por usos de suelo, clasificado según las actividades económicas de los mapas de riesgo, para la alternativa 0. Se puede observar que una parte importante de los daños se producen sobre los usos urbanos, que aumentan exponencialmente con mayores periodos de retorno. Son precisamente estos **daños sobre usos urbanos los que principalmente se reducen en las alternativas 1 y 2.**

Alternativa 0: daños por usos de suelo por periodo de retorno (T años), en euros			
Usos de suelo – actividades económicas	T010	T100	T500
Agrícola regadío	4.519.644,94 €	10.717.579,70 €	15.611.987,89 €
Agrícola seco	8.231,37 €	17.141,48 €	87.567,97 €
Asociado a urbano	3.971.954,85 €	5.809.743,07 €	6.418.833,18 €
DPH cartográfico	0 €	0 €	0 €
Forestal	0 €	0 €	0 €
Industrial concentrado	4.007.481,19 €	6.477.198,61 €	8.747.584,98 €
Industrial disperso	197.836,51 €	526.549,39 €	608.976,67 €
Infraestructura social	5.391.387,44 €	7.226.033,25 €	9.226.713,62 €
Infraestructuras: carreteras	94.628,11 €	147.648,56 €	182.058,93 €
Infraestructuras: hidráulico-sanitarias	383.852,86 €	808.345,83 €	1.306.172,00 €
Otras áreas sin riesgo	0 €	0 €	0 €
Otros usos rurales	4.236,52 €	9.480,94 €	13.375,48 €
Urbano concentrado	32.978.770,26 €	79.236.846,84 €	109.195.877,17 €
Urbano disperso	1.458.902,63 €	26.588.988,00 €	117.846.635,22 €
Total general	53.016.926,67 €	137.565.555,64 €	269.245.783,10 €

Tabla 13. Daños por usos de suelo en la alternativa 0.

Posteriormente, se ha calculado el daño anual medio para cada alternativa y el beneficio anual esperado (disminución del daño en cada alternativa respecto a la situación actual). Ambos se resumen en la siguiente tabla, cuyos valores de la tabla no incluyen aún sobrecostes por intervención de los servicios de emergencias:

Daños y beneficios anuales estimados (en millones de euros)		
	Daño anual esperado	Beneficio anual esperado
Alternativa 0	13,98 M€	-
Alternativa 1	3,42 M€	10,56 M€
Alternativa 2	3,29 M€	10,69 M€

Tabla 14. Resumen de los daños y beneficios anuales generados en las diferentes actuaciones estudiadas.

Para consultar información gráfica más detallada los daños en las diferentes alternativas consultar el [Apéndice 4. Planos](#), colección de planos *PL05 Mapa de Daños (€/m²)*

A partir de los datos presentados en los apartados anteriores, se ha realizado un estudio de la rentabilidad de las alternativas para analizar la viabilidad económica de las obras propuestas en cada una de ellas. Como ya se ha mencionado, el periodo de análisis de la rentabilidad es de 50 años de explotación y mantenimiento, sin contar el plazo de construcción, y una tasa de descuento del 3%.

En la siguiente tabla se muestran los principales indicadores de rentabilidad (VAN, TIR y B/C (con valores actualizados) de las alternativas estudiadas:

Alternativa	VAN	TIR	B/C
Alternativa 1	284,34 M€	1308%	336,46
Alternativa 2	286,75 M€	562%	144,55

Tabla 15. Resumen de la rentabilidad de las alternativas estudiadas.

Alternativa más rentable de acuerdo con cada indicador	
VAN	Alt2
TIR	Alt1
B/C	Alt1
En caso de existir limitaciones en la financiación, la alternativa que económicamente saldrá más rentable será:	Alt1
En caso de no existir limitaciones en la financiación, la alternativa que económicamente saldrá más rentable será:	Alt2

Tabla 16. Alternativas más rentables según el indicador de rentabilidad.

Se observa que la rentabilidad de las alternativas 1 y 2 son muy positivas en todos indicadores estudiados, VAN, TIR y B/C, debido a la gran reducción de daños que se ha estimado tras la ejecución del interceptor. En la alternativa 2 la rentabilidad es algo menor respecto a la alternativa 1 debido a un mayor gasto de inversión por el coste del hormigón respecto al suelo desnudo y vegetado, aunque su rentabilidad sigue siendo muy alta y con una reducción de daños algo mayor. Por tanto, la alternativa 1 es la más rentable según el análisis realizado, aunque la alternativa 2 sería ligeramente más beneficiosa en la reducción de daños si no existen limitaciones en la financiación.

En el [Apéndice 1. Fichas resumen análisis coste-beneficio alternativas propuestas](#) se puede consultar un resumen de las alternativas propuestas y de la estimación de daños, costes y rentabilidad detallado anteriormente.

9.5 Análisis de sensibilidad

El estudio de sensibilidad se realiza para estudiar qué factores son los que provocan mayores variaciones de los indicadores de rentabilidad, y ver si con variaciones pequeñas de los datos de partida provocan el cambio de signo en la rentabilidad obtenida.

A continuación, se presenta de forma resumida la variación del VAN, TIR y el ratio B/C a modificaciones de $\pm 1,5$ en la tasa de descuento.

		VAN	TIR	B/C
Alt 1	Variación en tasa de descuento -1,5	387,08 M€	1308%	457,67
	Variación en tasa de descuento +1,5	218,19 M€	1308%	258,42
Alt 2	Variación en tasa de descuento -1,5	390,77 M€	562%	196,64

	Variación en tasa de descuento +1,5	219,77 M€	562%	111,03
--	-------------------------------------	-----------	------	--------

Tabla 17. Resumen de la sensibilidad de la rentabilidad de las alternativas a cambios en la tasa de descuento.

Se puede observar cómo, ante variaciones en la tasa de descuento, las alternativas propuestas presentan una rentabilidad positiva consistente ante cambios en la tasa de descuento.

9.6 Conclusiones análisis coste-beneficio

Desde el punto de vista económico, **las dos alternativas propuestas son muy rentables como sistema de protección contra inundaciones en los indicadores analizados**: VAN, TIR y B/C. Esto se debe principalmente a que se estima que la ejecución de las medidas tanto de la alternativa 1 como de la alternativa 2 reducen los daños muy notablemente (en T010 un 87% para ambas alternativas, y en T100 un 74% y 75% para las alternativas 1 y 2, respectivamente), por la reducción de afecciones en zona urbana. Además, el coste de inversión de la ejecución del interceptor previsto en las alternativas es relativamente moderado (850.000 euros y 2.000.000 euros, respectivamente) en comparación a la reducción de daños

La alternativa 1 presenta una rentabilidad algo mejor debido a su menor coste de inversión, con un VAN algo menor que la alternativa 2 (284,34 M€ respecto a 286,75 M€), pero con unos valores de TIR y B/C mejores. Aun así, ambas alternativas se deben tener en cuenta ya que presentan rentabilidades muy altas.

Por tanto, desde un punto de vista económico tanto la alternativa 1 como la 2 son recomendables, aunque finalmente **se ha seleccionado la alternativa 1**, que posee unos mejores indicadores de rentabilidad. A pesar de que la reducción de daños es ligeramente menor que en la alternativa 2, presenta unos mejores índices de TIR y B/C al tener un coste de inversión menor.

10. Fases y plazo de la actuación

Las obras planteadas dentro de cada alternativa se consideran indivisibles. El plazo estimado para la ejecución de las obras de cada alternativa es inferior a 6 meses.

11. Análisis ambiental

En este apartado se analiza el posible impacto que tendrán las actuaciones previstas sobre los objetivos ambientales de las masas de agua y sobre la hidromorfología, de acuerdo con lo establecido en la Directiva Marco del Agua, [Directiva 2000/60/CE](#), y si este impacto sobre el medio haría necesaria realizar una tramitación ambiental.

11.1 Análisis de los efectos sobre los objetivos ambientales de las masas de agua

Para el análisis de la afectación a los objetivos ambientales se ha utilizado la guía de [“Recomendaciones para incorporar la evaluación de efectos sobre los objetivos ambientales de las masas de agua y zonas protegidas en los documentos de evaluación de impacto ambiental de la A.G.E.”](#) (MITECO, 2019), que recoge los objetivos ambientales determinados por la Directiva Marco del Agua

Según el Plan Hidrológico del Guadalquivir de 3^{er} ciclo 2022-2027, **de los cuatro cauces objeto este estudio coste-beneficio, solo el arroyo de Siete Arroyos está considerado masa de agua**, por lo que el **arroyo sin nombre o Regajo Hondo sobre el que se han propuesto las actuaciones de las alternativas no está considerado masa de agua**.

Respecto a la masa de agua arroyo de Siete Arroyos, tiene asignado el código ES050MSPF011006009 y nombre “Arroyo de Siete Arroyos”. Esta masa de agua está considerada como natural y tiene una longitud de 24 km. El límite inferior de esta masa de agua se localiza a la altura del núcleo de Villaverde (en la zona del nuevo encauzamiento) ya que el tramo final del Siete Arroyos está incluido dentro de la masa de agua con el código ES050MSPF011100012, nombre “Embalses de Cantillana y de Alcalá del Río”, considerada como muy modificada, con la categoría lago, con una longitud aproximada de 41 km sobre el eje del río Guadalquivir, desde Villanueva del Río hasta Alcalá del Río.

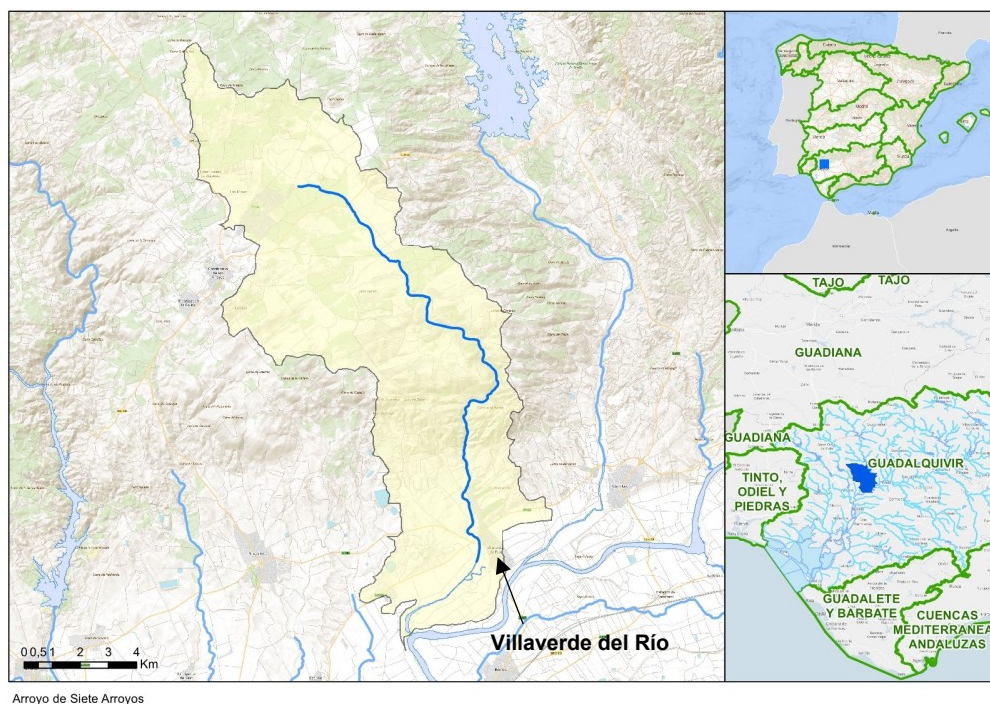


Figura 43. Localización masa agua ES050MSPF011006009, - Arroyo de Siete Arroyos, según el Plan hidrológico del Guadalquivir de 3er ciclo.

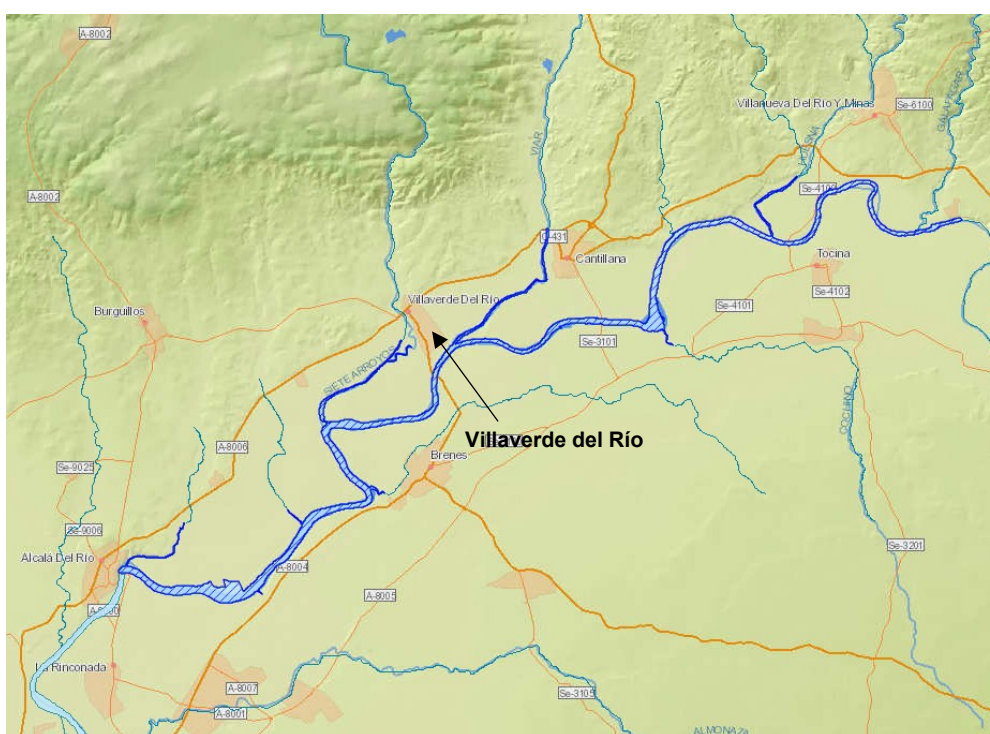


Figura 44. Localización masa agua ES050MSPF011100012 - Embalses de Cantillana y de Alcalá del Río (marcado en azul oscuro), según el Plan hidrológico del Guadalquivir de 3er ciclo, que abarca el tramo final del Siete Arroyos.

La evaluación de estado de la masa de agua ES050MSPF011006009, - Arroyo de Siete Arroyos, se define como peor que bueno en el Plan Hidrológico del Guadalquivir del 3er ciclo (2022-2027), cuyo año/periodo de muestreo fue 2018. En la siguiente tabla se desglosa la valoración del estado:

Estado ecológico			Estado químico
Moderado			Cumple
Indicadores biológicos	Indicadores físico-químicos	Morfológico / EEII	
Bueno	Moderado	-	
Evaluación estado			
Peor que bueno			

Tabla 18. Evaluación del estado la masa de agua ES050MSPF011100012 en el 3er ciclo.
Fuente: PH Guadalquivir 2022-2027.

Este estado peor que bueno de la masa de agua ES050MSPF011006009 hace que no se cumpla el objetivo medioambiental (OMA) de este ciclo, algo que también se dio en el ciclo anterior, tal y como recoge el Plan Hidrológico del Guadalquivir de 3^{er} ciclo:

Objetivo medioambiental (OMA) 2º ciclo	Objetivo medioambiental (OMA) 3º ciclo	Evolución
Prórroga al 2021	Prórroga al 2027	No alcanza el objetivo

Tabla 19. Objetivos ambientales para la masa de agua ES050MSPF011006009. Fuente: PH Guadalquivir 2022-2027.

En el Plan Hidrológico del Guadalquivir de 3^{er} ciclo también se detallan los tipos de presiones significativas sobre la masa de agua ES050MSPF011006009 que pueden impedir que se alcance el buen estado. Para esta masa de agua, se han identificado las siguientes presiones: 1.1 - Fuentes puntuales - Aguas residuales urbanas, 1.3 - Fuentes puntuales - Plantas IED, 2.1 - Fuentes difusas - Escorrentía urbana, 2.10 - Fuentes difusas – Otros, 2.2 - Fuentes difusas – Agrícola, 2.3 - Fuentes difusas – Forestal, 2.8 - Fuentes difusas – Minería, 3.1 - Extracción / Desvío – Agricultura, 3.2 - Extracción / Desvío – Abastecimiento, 4.1.1 - Alteración morfológica del canal/ lecho/ área de ribera/ costa - Protección contra inundaciones, 4.2.8 - Presas, obstáculos y esclusas – Otros, 5.1 - Especies y enfermedades introducidas.

El Regajo Hondo, sobre el que se han propuesto las actuaciones de solución seleccionada (alternativa 1), es un cauce intermitente de unos 3 km de longitud con un régimen fundamentalmente pluvial y no está considerada masa de agua, según el Plan Hidrológico del Guadalquivir de 3^{er} ciclo. Por ello, no se puede evaluar directamente el impacto sobre los objetivos ambientales de la masa de agua y a la valoración de su estado, dado que no se dispone de ellos. De manera cualitativa, se puede considerar que la ejecución del interceptor puede afectar levemente al estado del cauce, dado que supone un desvío de su cauce natural. Sin embargo, el impacto será probablemente inapreciable dado que se trata de un cauce fuertemente alterado por la elevada antropización de su entorno. De acuerdo con el análisis de ortofotos históricas, su trazado ha sido modificado y estrechado debido a la presión agrícola y se ha soterrado a su paso por Villaverde del Río. La construcción del interceptor supondría solo actualmente el desvío de 200 metros de cauce natural (distancia entre el inicio del interceptor previsto y el inicio del soterramiento) y se crearía un nuevo cauce que generaría un nuevo ecosistema que se podría asemejar a un ecosistema fluvial

naturalizado. Por tanto, se prevé que la **ejecución de las medidas afecte de manera leve o inapreciable a los objetivos ambientales y al estado del cauce** debido a las características actuales del cauce sobre el que se actúa en la alternativa seleccionada

No se ha consultado esta información para las masas de agua subterránea presentes en la zona (ES050MSBT000054903 - Guillena – Cantillana y ES050MSBT000057300 - Aluvial del Guadalquivir - Sevilla) ya que, dada la naturaleza de las actuaciones, no se verían afectadas.

11.2 Análisis de los efectos sobre la hidromorfología

Como se ha mencionado anteriormente, el arroyo Regajo Hondo, sobre el que se proponen las medidas en este estudio coste-beneficio, no está designado como masa de agua según el Plan Hidrológico del Guadalquivir de 3^{er} ciclo. Sin embargo, se puede realizar un análisis cualitativo sobre el posible impacto en la hidromorfología de las actuaciones previstas en la alternativa seleccionada (alternativa 1). Este análisis se realiza sobre los elementos que se valoran en las masas de agua de los planes hidrológicos, en las que se aplica el [“Protocolo de caracterización hidromorfológica de masas de agua de la categoría ríos, M-R-HMF-2019”](#) (MITECO, 2019), (en adelante, Protocolo HMF). Mediante distintas variables, se caracteriza la hidromorfología de las masas de agua de tipo río con el fin de evaluar su estado o potencial ecológico. Los elementos que se estudian y caracterizan en este Protocolo HMF para los ríos son los siguientes:

1. Régimen hidrológico
 - 1.1. Caudales e hidrodinámica del flujo de las aguas
 - 1.2. Conexión con masas de agua subterránea y grado de alteración de la misma
2. Continuidad del río
3. Condiciones morfológicas
 - 3.1. Variación de la profundidad y anchura del río
 - 3.2. Estructura y sustrato del lecho del río
 - 3.3. Estructura de la zona ribereña

De manera cualitativa, los cambios que pueden sufrir los elementos que el Protocolo HMF valora tras la ejecución de las actuaciones previstas en la alternativa seleccionada son:

- En el régimen hidrológico de la masa de agua no se prevén cambios ya que no se actúa sobre el régimen de caudales o la conexión con las aguas subterráneas. Se creará un nuevo cauce, pero al ser de suelo desnudo será similar a un cauce natural. Se modifica el cauce en el que desemboca el Regajo Hondo, pasando de desembocar al río Viar en vez de al arroyo de Siete Arroyos, pero no se prevé un cambio de régimen de caudales sobre ninguno de los dos debido a la escasa entidad del Regajo Hondo respecto a dichos cauces: según CAUMAX, para T100, el Regajo Hondo tiene un caudal punta de 7 m³/s, el arroyo de Siete Arroyos de 297 m³/s y el río Viar de 1.350 m³/s.

- La continuidad del río mejorará levemente ya que tendrá continuidad hasta el cauce en el que desemboca, algo que actualmente no ocurre debido al soterramiento del cauce a su paso por Villaverde. Si bien, se debe tener en cuenta que el interceptor dispondrá de tuberías bajo la mota del Guadalquivir, que supondrían un obstáculo.
- Las condiciones morfológicas se alterarán notablemente respecto a la situación actual del cauce, aunque puede suponer una mejora. Actualmente el Regajo Hondo tiene unas condiciones morfológicas muy alteradas, con un cauce estrecho y encajado, ocupado parcialmente por usos agrícolas, con ausencia de vegetación de ribera y con un soterramiento a su paso por Villaverde. La creación del interceptor supone la creación de un nuevo cauce que, aunque artificial, dejaría un mayor espacio para el desarrollo de un ecosistema fluvial natural y la mejora de las condiciones morfológicas actuales.

Por tanto, tras la ejecución de las actuaciones se esperan alteraciones en la hidromorfología del Regajo Hondo ya que supone el desvío y la creación de un nuevo cauce, sin embargo, puede suponer una mejora del estado actual del cauce en algunos de sus elementos al dotarlo de mayor espacio y de continuidad hasta su desembocadura al eliminar el soterramiento existente.

11.3 Análisis de la tramitación ambiental

Previamente al análisis de la legislación vigente y la necesidad o no de realizar algún tipo de tramitación ambiental para la alternativa seleccionada, se ha analizado el medio en el que se aplican las actuaciones.

Se ha analizado la presencia de espacios naturales protegidos (ENP), afección a Red Natura 2000, vías pecuarias, bienes de interés cultural (BIC) y afección a hábitats interés comunitario. La información se ha obtenido del Banco de Datos de la Naturaleza del MITECO y de la Red de Información Ambiental de Andalucía de la Junta de Andalucía. Como se muestra en la siguiente tabla, no se ha constatado la presencia de ninguna de los 5 elementos del medio que podrían condicionar la tramitación ambiental del estudio:

Afección a ENP	Afección a Red Natura 2000	Afección a vías pecuarias	Afección a BIC	Afección a hábitats interés comunitario
No	No	No	No	No

Tabla 20. Resumen de análisis del medio.

En la siguiente imagen se muestra la ubicación de las vías pecuarias (líneas de color verde) en el ámbito de estudio:

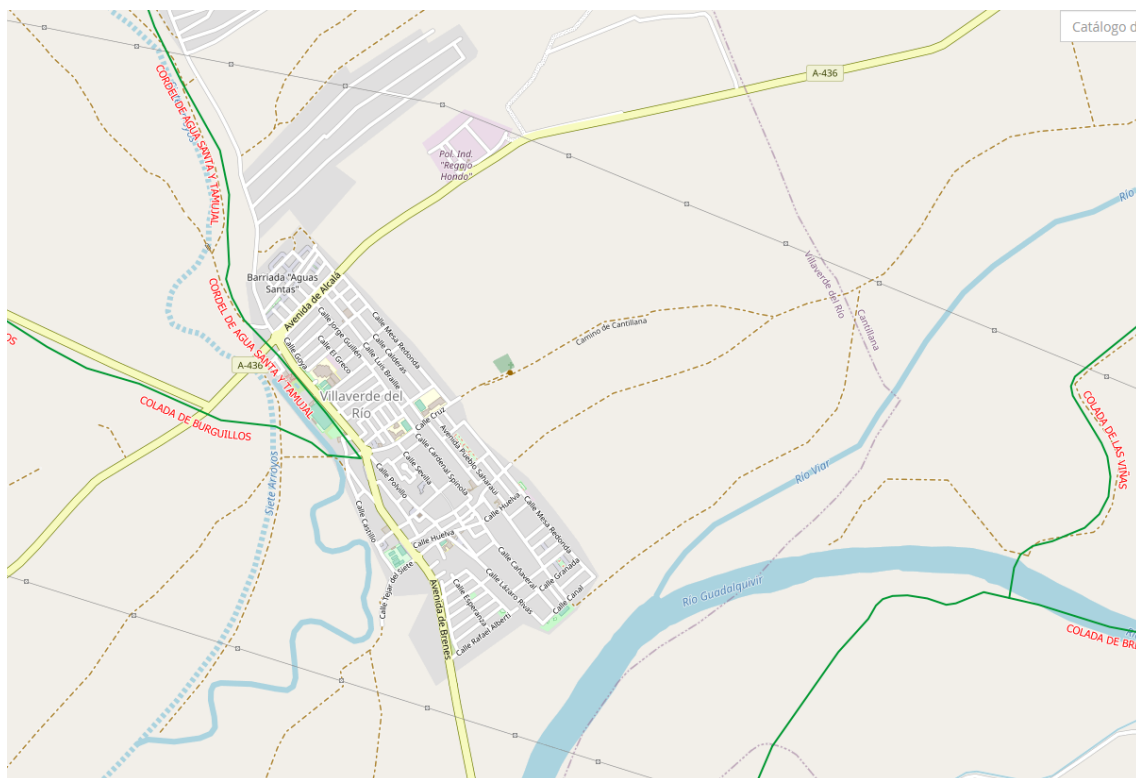


Figura 45. Ubicación de las vías pecuarias (líneas verdes) en el ámbito de estudio. Fuente: Red de Información Ambiental de Andalucía de la Junta de Andalucía.

Sobre la tramitación ambiental, la única información previa de la que se tiene constancia es la [Resolución](#) de 19 de septiembre de 1996, de la Delegación Provincial de Sevilla, por la que se somete a trámite de información pública el Proyecto “A5.341.602/2111: Defensa contra Inundaciones en Villaverde del Río, Sevilla, cuyas obras se desarrollarán en el término municipal de Villaverde del Río.” No se tiene constancia de que se haya realizado ninguna tramitación ambiental previa, por lo que se ha analizado la legislación nacional y autonómica respecto a las actuaciones previstas en la alternativa seleccionada. Estas actuaciones no se incluyen en ninguno de los supuestos que contempla la legislación nacional, Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, sobre la necesidad de realizar evaluación ambiental o no. Sin embargo, cabe destacar un supuesto similar en el anexo II, grupo 8 c), aunque condicionado a una longitud mayor a la planificada en el interceptor (de 1.750 metros de longitud), en el que se requiere realizar evaluación ambiental simplificada:

Anexo II, Grupo 8, c) Obras de encauzamiento y proyectos de defensa de cauces y márgenes cuando la longitud total del tramo afectado sea superior a 5 km. Se exceptúan aquellas actuaciones que se ejecuten para evitar el riesgo en zona urbana.

El interceptor planificado podría asemejarse a un encauzamiento de un cauce, aunque su longitud es menor a los 5 km que contempla la ley por lo que no sería **necesaria la realización de una evaluación ambiental simplificada**. No obstante, debido a las dimensiones de la obra **se recomienda consultar al órgano ambiental la necesidad o no de realizar evaluación ambiental**, sin perjuicio de que se realice la

correspondiente tramitación y autorización en la CHG por encontrarse en zona de flujo preferente y actuar sobre el posible dominio público hidráulico del Regajo Hondo.

Respecto a la ley de referencia autonómica, la Ley 7/2007, de 9 de julio de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental (GICA) que regula la tramitación ambiental en Andalucía, formula hasta cuatro instrumentos diferentes de prevención ambiental aplicables a las actuaciones, de las que únicamente la Autorización Ambiental Unificada (AAU) aplicaría para actuaciones como las previstas en este análisis coste-beneficio, ya que integra en una resolución única la evaluación de impacto ambiental y las distintas autorizaciones y exigencias ambientales. Las categorías de actuaciones sometidas a estos instrumentos de prevención y control ambiental se encuentran recogidas en el anexo I de la ley GICA. En la categoría 7.9 BIS de dicho anexo se encuentra un supuesto similar a las actuaciones recogidas en la alternativa seleccionada, aunque condicionado a una mayor longitud, y que se debería someter a Autorización Ambiental Unificada (AAU), procedimiento abreviado:

Anexo I, Categoría 7.9.BIS - Obras de encauzamiento y proyectos de defensa de cauces y márgenes cuando la longitud total del tramo afectado sea superior a 5 km. Se exceptúan aquellas actuaciones que se ejecuten para evitar el riesgo en zona urbana. - Obras de encauzamiento y proyectos de defensa de cursos naturales cuando puedan suponer transformaciones ecológicas negativas para el espacio.

El tipo de actuaciones indicadas en la ley GICA se asemejan a las indicadas en la ley estatal de evaluación ambiental, con el mismo supuesto de longitud. Por tanto, tal y como se ha indicado anteriormente, aunque la obra de defensa planteada **no se incluye entre los supuestos a realizar tramitación ambiental**, por sus dimensiones, **se recomienda consultar al órgano ambiental**.

12. Análisis social

En este estudio coste-beneficio se ha tratado de estimar el nivel de viabilidad social de las actuaciones en el término municipal de Villaverde del Río a través del análisis de la información previa existente sobre la problemática de las inundaciones en la zona de estudio, de la encuesta realizada a los principales agentes de interés del área de actuación (que se puede consultar en el [Apéndice 2. Resumen encuesta a este documento](#)), del análisis de la población afectada en zona inundable y del estudio de la disponibilidad de terrenos para la actuación.

Las conclusiones de este análisis mostrarán el nivel de conocimiento y sensibilidad hacia la problemática de las inundaciones de la población en el área de actuación, así como el nivel de aceptación y, en definitiva, de la demanda de las actuaciones planteadas.

12.1 Análisis de la demanda

El estudio de la demanda se realiza a través del análisis de la información existente en relación con la problemática de las inundaciones en el ámbito de este estudio-coste beneficio. Se han analizado noticias de prensa, diferentes publicaciones y alegaciones y participación pública en el Plan de Gestión del Riesgo de Inundación (PGRI) del Guadalquivir. Este análisis se ha realizado también en este documento en el **apartado 2 de Antecedentes**, en el que se puede consultar un mayor detalle del mismo, ya que a continuación se incluye un resumen del mismo:

- Los cauces objeto de estudio (arroyo de Siete Arroyos y afluentes a su paso por Villaverde del Río) no están declarados como ARPSI (Área de Riesgo Potencial Significativo de Inundación), aunque el tramo del Guadalquivir cercano a Villaverde sí está declarado como ARPSI, denominado ES050_APSFR_BG004-01 - Río Guadalquivir entre Peñaflor y Alcalá del Río, durante el primer ciclo de la Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación (EPRI) del Guadalquivir (año 2013), y dicha declaración fue revisada y ratificada en el contexto de los trabajos de la [EPRI 2º ciclo](#).
- De acuerdo con la información recopilada en prensa y otros documentos, en Villaverde del Río se han dado históricamente inundaciones producidas por el desbordamiento del río Guadalquivir. En los últimos años se han producido varias crecidas del Guadalquivir con afecciones a las poblaciones ribereñas: febrero 1963, diciembre 1996 y enero 1997, febrero de 2010 y diciembre de 2010. Respecto a las inundaciones causadas por el arroyo de Siete Arroyos y sus afluentes en Villaverde del Río, objeto de este estudio coste-beneficio, no se ha encontrado información concreta sobre episodios históricos de inundación, aunque se menciona esta problemática en varios documentos, que se citan a continuación:
 - En el [Plan de Prevención de Avenidas e Inundaciones en cauces andaluces](#) aprobado por el Decreto 189/2002, de 2 de julio en 2002, en su Anexo IV en el término municipal de Villaverde del Río se identifican dos puntos de riesgo por inundación: arroyo Regajo Hondo clasificado

- con nivel de riesgo B, y arroyo de Siete Arroyos clasificado con nivel de riesgo D. Los niveles de riesgo se clasifican de mayor a menor gravedad de A, B, C y D.
- Según el [Documento de información del Avance del Plan General de Ordenación Urbanística de Villaverde del Río](#), de diciembre de 2014, están resueltos los problemas de inundabilidad procedentes del río Guadalquivir tras la construcción del muro de defensa, y procedentes del arroyo de Siete Arroyos tras la construcción de su nuevo encauzamiento. Si bien, el nuevo planteamiento *“deberá eliminar las zonas inundables provocadas por el Siete Arroyos y afluentes de La Meona, La Doncella y otros menores, sobre los asentamientos en el camino del Convento a incorporar al planeamiento urbanístico”*.
 - Una [publicación en el perfil de Facebook del Ayuntamiento de Villaverde del Río](#) del 20 de abril de 2023 anuncia la redacción de un proyecto para realizar actuaciones en la red pluvial y alcantarillado para reducir las inundaciones causadas por los afluentes del Siete Arroyos.
 - Según los datos del Consorcio de Compensación de Seguros (CCS) sobre las indemnizaciones pagadas por inundación extraordinaria en el periodo 2006-2020, en Villaverde del Río las indemnizaciones por inundaciones para todos los bienes fueron de 60.537,47 euros, es decir, 4.035,83 euros anuales.
 - Para el PGRI de 2º ciclo del Guadalquivir, el Ayuntamiento de Villaverde del Río envió a la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir el 1 de junio de 2021 un escrito en respuesta a la consulta realizada por dicho organismo como parte de la información y consulta pública del PGRI del Guadalquivir. Dicho escrito es una ficha de propuesta actuación en el que se proponen dos actuaciones distintas: el interceptor oriental y las mejoras en el cauce antiguo y muro de defensa. Respecto al interceptor se explica en la ficha que: *“El proyecto del interceptor oriental frente a inundaciones fue estudiado a principios del 2.000, dicho proyecto resolvía el grave problemas de inundaciones de Villaverde del Río, pero finalmente no pudo ser ejecutado.”* *“El interceptor oriental es un canal a cielo abierto que recoge el agua de cuatro regajos que inundan frecuentemente el municipio y las desvía al río Guadalquivir”*. *“El objetivo del interceptor oriental es acabar con las periódicas inundaciones que sufre el municipio debido a los regajos que cruzan el alcantarillado urbano.”* *“El interceptor oriental fue un proyecto que no se culminó en su momento, y que hay que retomar por el bien del municipio.”* Las mejoras en el cauce antiguo y muro de defensa se descartaron por parte de la CHG ya que las limpiezas de cauce en zona urbana son competencia de los Ayuntamientos y además el PGRI del Guadalquivir de 2º ciclo ya contempla la medida de “Programa de conservación y mejora de los cauces en el ámbito de la cuenca del Guadalquivir con un presupuesto de 15,4 millones de euros”. Respecto al interceptor oriental, dado que se trata de una medida estructural para la que se necesita la realización de un estudio coste-beneficio para analizar su viabilidad, se incluyó en el PGRI de 2º ciclo la medida “Estudio coste-beneficio de mejora de la inundabilidad de los cauces públicos en el T.M. de Villaverde del Río”, con código ES050_3_ Guadalquivir5778 y presupuesto de 50.000 €. De igual manera, esta misma medida se ha incluido

en el Plan Hidrológico del Guadalquivir de 3^{er} ciclo dentro de las medidas de protección frente a inundaciones.

12.2 Análisis de la aceptación social

Se ha analizado también la aceptación y demanda social de este estudio coste-beneficio a través de los resultados de las encuestas realizadas a los principales agentes de interés del área de actuación. El objetivo de las encuestas fue valorar la percepción del riesgo en el municipio de Villaverde del Río, así como la posible aceptación y rechazo a las actuaciones por parte de la población afectada. El resumen de esta encuesta y de las respuestas recibidas se puede consultar en el [Apéndice 2. Resumen encuesta](#) a este documento.

Primeramente, se identificaron los agentes de interés más representativos del municipio de Villaverde del Río en el momento de elaboración de la encuesta. Esta identificación ha sido realizada en colaboración con el personal técnico del ayuntamiento, al que se ha enviado una carta solicitando su colaboración, que se puede consultar en el [Apéndice 3 Comunicación con los ayuntamientos](#). Se ha obtenido una muestra de 10 organizaciones, todas ellas de tipo social (vecinales, culturales, medioambientales,...). Los agentes seleccionados se incluyen en la siguiente tabla:

nº	Nombre
1	Asociación Keka, Protección de Animales de Villaverde del Río
2	Asociación de Mujeres Fibrovega
3	Asociación Tartessos para la defensa del Patrimonio de Villaverde del Río
4	Ampa Carmen Muriel
5	Banda De música San Sebastián
6	Club De Pesca Los Anda-rios
7	Hermanidad de Ntra. Sra. de Aguas Santas
8	Hermanidad del Santísimo de Villaverde del Río
9	PSOE Villaverde del Río
10	Partido "Somos Villaverde"

Tabla 21. Descripción de los agentes seleccionados

Las encuestas fueron realizadas por correo electrónico mediante un sistema de cumplimentación en línea, entre X y X de 2023. El Ayuntamiento de Villaverde del Río participó en la propia encuesta, por lo que la muestra del estudio cuenta con un tamaño de X agentes.

Datos generales de la encuesta	
Muestra	X
Tipo	Correo electrónico mediante sistema de cumplimentación en línea
Fecha de realización	Periodo comprendido entre: DD/MM/AAAA y DD/MM/AAAA
Término municipal	Villaverde del Río

Tabla 22. Datos generales de la encuesta

De los X agentes antes consultados se ha recibido la devolución de X correos y la respuesta de un total de X agentes.

Los resultados de las encuestas muestran xxx...

12.3 Análisis de la población afectada

En este apartado se muestran los resultados de la población afectada en zona inundable de cada periodo de retorno en el municipio de Villaverde del Río partir de los datos del censo (INE 2021) y de densidad de población por sección censal y superficie edificada (edificaciones de la BTN), de acuerdo con la metodología establecida en la *Propuesta de mínimos para la realización de los mapas de riesgo de inundación 2º ciclo* del MITECO.

La población total del municipio de Villaverde del Río asciende a 7.819 habitantes según las cifras del censo de 2021 del INE, cifra ligeramente superior al padrón de 2022 del INE (7.711 habitantes). En la siguiente imagen se muestran las secciones censales en la zona de Villaverde del Río, junto con las edificaciones tenidas en cuenta en el cálculo de la población afectada, así como un ejemplo de cruce con las zonas inundables, en este caso T100 en la alternativa 0:

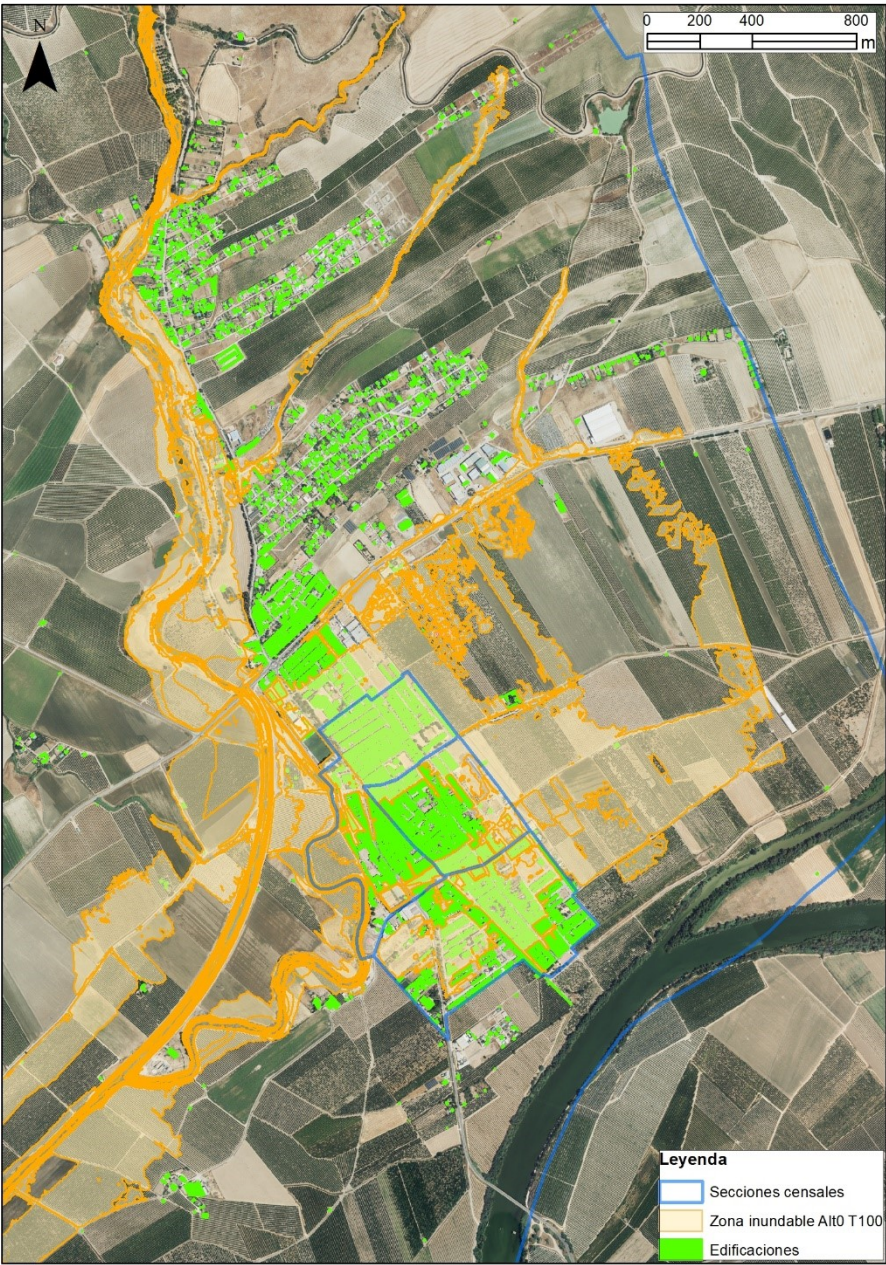


Figura 46. Secciones censales, edificaciones y zonas inundables para T100 en la situación actual (alternativa 0).

En la siguiente tabla se muestran los resultados de la población afectada en la zona inundable en Villaverde del Río, según cada alternativa. Como se puede observar, en las alternativas 1 y 2 se reduce notablemente la población afectada en todos los periodos de retorno. Se reduce un 99% en T010 y un 98% en T100 para ambas alternativas y en T500 un 84% para la alternativa 1 y un 88% para la alternativa 2. Por tanto, la alternativa 2 reduce algo más la población afectada, aunque en ambas alternativas la reducción es muy alta.

Población afectada en Villaverde del Río (nº habitantes)			
Periodo de retorno	Alt0	Alt1	Alt2
T010	1.130	8	8
T100	2.574	46	36
T500	3.083	481	365

Tabla 23. Población afectada en Villaverde del Río en cada alternativa.

12.4 Disponibilidad de los terrenos

En las dos alternativas previstas, en las que se construiría un interceptor, se requiere expropiar pequeñas franjas de terrenos particulares a lo largo de buena parte de la infraestructura. Se ha tratado de trazar la infraestructura minimizando las afecciones a edificaciones (como el cementerio municipal) y entradas a caminos, y tratando de disminuir las expropiaciones, cuando ha sido posible.

Los terrenos afectados por la expropiación en ambas alternativas pertenecen a distintas parcelas, todos ellos usos rurales e íntegramente en el término municipal de Villaverde del Río, y suman una superficie total de 19.431,23 m², ya descontados todos aquellos caminos, cauces o canales que forman parte de dominio público. El detalle de parcelas afectadas y su uso, según el Catastro, se recoge en el apartado 9.1.4 *Estimación de los costes de expropiación* de este documento.

Se ha comprobado el Plan General de Ordenación Urbana de Villaverde del Río, a través del sistema [Consulta de planes urbanísticos y territoriales de Andalucía](#) (Junta de Andalucía) y en la zona donde se ha previsto la ejecución del interceptor propuesto en las alternativas (al este del núcleo de Villaverde) no se prevé la recalificación en suelo urbano o la construcción de nuevas edificaciones, tal y como se puede comprobar en el siguiente plano:

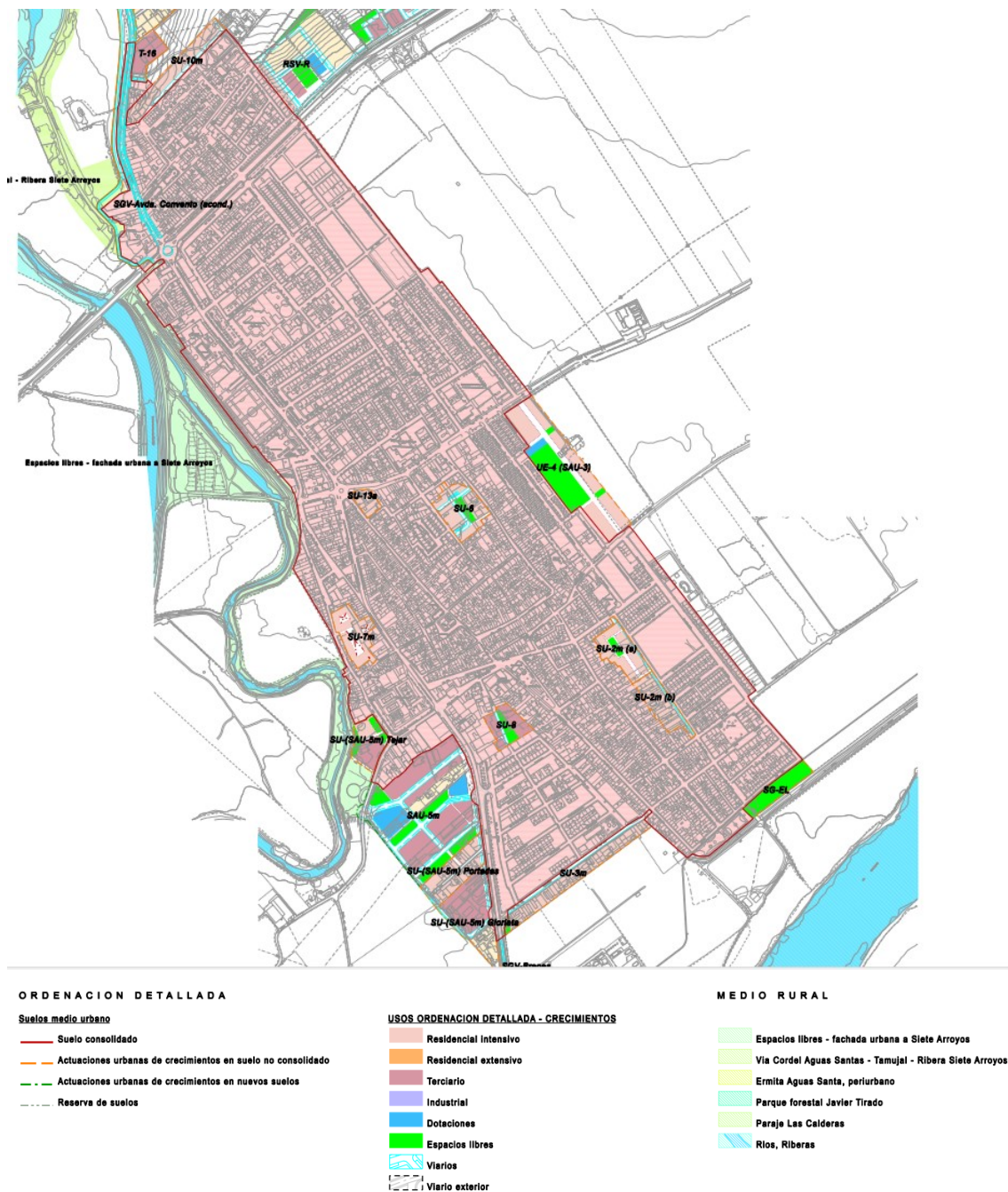


Figura 47. Plano de ordenación detallada propuesta la clasificación y determinación en el suelo no urbanizable (tipos de zonas) en la zona del núcleo de Villaverde del Río, según el avance del PGOU de Villaverde del Río del 2014.

13. Conclusiones

Las conclusiones del presente estudio se agrupan por cada una de las temáticas analizadas, siendo las siguientes:

- Sobre la reducción del riesgo de inundación
- Sobre el coste-beneficio
- Sobre viabilidad social y la disponibilidad de terrenos
- Sobre el posible impacto ambiental y la complejidad de la tramitación ambiental
- Sobre la solución
- Conclusión general

13.1 Sobre la reducción de la peligrosidad y riesgo de la inundación

Sobre la peligrosidad:

- Los calados (altura del agua) en la zona inundable en el núcleo urbano de Villaverde del Río pueden llegar a ser importantes, llegando a alcanzar más de 1 metro en algunas calles para 100 años de periodo de retorno, según la situación actual (alternativa 0). En la alternativa seleccionada (alternativa 1), la zona inundable en la zona urbana para 10 años de periodo de retorno (T010) se elimina en su totalidad, para 100 años de periodo de retorno (T100) se elimina casi en su totalidad y para 500 años de periodo de retorno (T500) se reduce la extensión y calados, especialmente en la zona norte.

Sobre el riesgo:

- Para la situación actual, la población afectada en el municipio de Villaverde del Río según la zona inundable de T010 asciende a 1.130 habitantes, que aumenta a 2.574 habitantes para T100 y a 3.083 habitantes para T500. La alternativa seleccionada reduce en un 99% la población afectada para T010 (pasa a 8 habitantes afectados), un 98% para T100 (pasa a 46 habitantes afectados) y un 84% para T500 (pasa a 481 habitantes afectados).
- El daño anual medio (que computa todos los periodos de retorno estudiados) en la actualidad asciende a 13,98 M€. La alternativa seleccionada reduce el daño total anual medio a 3,42 M€. Esto supone una disminución del 76%.
- Se reducen los puntos de especial importancia de 16 a 0 en la alternativa seleccionada respecto a la situación actual para T010, de 18 puntos a 5 para T100 y de 20 puntos a 12 para T500.

13.2 Sobre el coste beneficio

Desde el punto de vista económico, las dos alternativas propuestas son muy rentables como sistema de protección contra inundaciones en los indicadores analizados: VAN, TIR y B/C.

El beneficio anual esperado (reducción de daños respecto a situación actual combinando todos los periodos de retorno estudiados) es ligeramente mayor en la alternativa 2 (10,69 millones de euros) respecto a la alternativa 1 (10,56 millones de euros).

El coste de inversión de cada actuación, calculado para un periodo de 50 años y una tasa de descuento del 3%, es la principal influencia respecto a la rentabilidad en los indicadores de TIR y B/C. En la alternativa 1 el coste es más reducido (850.000 euros), con una gran reducción de daños, mientras que en la alternativa 2 el coste es mayor (2 millones de euros) y la reducción de daños solo es ligeramente mayor a la alternativa 1.

Por tanto, desde un punto de vista económico tanto la alternativa 1 como la 2 son recomendables, aunque finalmente **se ha seleccionado la alternativa 1**, que posee unos **mejores indicadores de rentabilidad**. A pesar de que la reducción de daños es ligeramente menor que en la alternativa 2, presenta unos mejores índices de TIR y B/C al tener un coste de inversión menor.

13.3 Sobre la viabilidad social y la disponibilidad de terrenos

El análisis de la viabilidad social, tanto a través del estudio realizado de noticias y publicaciones **como los resultados del análisis de las encuestas realizadas**, hacen suponer que las actuaciones de la alternativa seleccionada serán aceptadas socialmente y que no se encontrará con oposición social en el momento de su tramitación y ejecución.

Los cauces objeto de estudio (arroyo de Siete Arroyos y afluentes a su paso por Villaverde del Río) no están declarados como ARPSI (Área de Riesgo Potencial Significativo de Inundación), aunque el tramo del Guadalquivir cercano a Villaverde sí está declarado como ARPSI, denominado ES050_APSFR_BG004-01 - Río Guadalquivir entre Peñaflor y Alcalá del Río.

En Villaverde del Río se han dado históricamente inundaciones producidas por el desbordamiento del río Guadalquivir, aunque no se ha encontrado información concreta sobre episodios históricos de inundación producidos por el arroyo de Siete Arroyos y sus afluentes en Villaverde del Río. Una parte de estos daños se han podido comprobar en los datos del Consorcio de Compensación de Seguros (CCS) sobre las indemnizaciones pagadas por inundación extraordinaria en el periodo 2006-2020, que en Villaverde del Río fueron de 60.537,47 euros, es decir, 4.035,83 euros anuales.

La problemática ocasionada por el Siete Arroyos y sus afluentes se mencionan en varias documentos y publicaciones como en el *Plan de Prevención de Avenidas e Inundaciones en cauces andaluces de 2004*, en el *Documento de información del*

Avance del Plan General de Ordenación Urbanística de Villaverde del Río de 2014 o en una publicación en el perfil de Facebook del Ayuntamiento de Villaverde del Río en 2023.

Para la ejecución de las actuaciones de la alternativa seleccionada será preciso expropiar los terrenos particulares que puedan ser ocupados de forma permanente. Estos terrenos, localizados dentro del término municipal de Villaverde del Río, son de uso rural, donde predomina el cultivo de regadío, y la superficie total a expropiar sería de 19.431,23 m², ya descontados todos aquellos caminos, cauces y canales que forman parte de dominio público. En la zona de actuaciones no se prevé la recalificación en suelo urbano o la construcción de nuevas edificaciones de acuerdo con el avance al Plan General de Ordenación Urbana de Villaverde del Río.

13.4 Sobre el posible impacto ambiental y la complejidad de la tramitación ambiental

Las actuaciones de la alternativa seleccionada se sitúan fuera de espacios naturales protegidos (ENP) y espacios Red Natura 2000 y no afecta a bienes de interés cultural (BIC), hábitats de interés comunitarios o vías pecuarias.

Analizada la legislación de evaluación ambiental, a nivel estatal las actuaciones contempladas la alternativa seleccionada en este estudio coste-beneficio se podrían asemejar a las contempladas (aunque no es exactamente un encauzamiento y tiene una menor longitud) en el anexo II, grupo 8 c) de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, relativo a la necesidad de realizar evaluación ambiental simplificada:

Anexo II, Grupo 8, c) Obras de encauzamiento y proyectos de defensa de cauces y márgenes cuando la longitud total del tramo afectado sea superior a 5 km. Se exceptúan aquellas actuaciones que se ejecuten para evitar el riesgo en zona urbana.

Respecto a la ley de referencia autonómica en Andalucía, la Ley 7/2007, de 9 de julio de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental (GICA) en la categoría 7.9 BIS del anexo I se recoge un supuesto similar a las actuaciones como las recogidas en la alternativa seleccionada, a someter a Autorización Ambiental Unificada (AAU), procedimiento abreviado:

Anexo I, Categoría 7.9.BIS - Obras de encauzamiento y proyectos de defensa de cauces y márgenes cuando la longitud total del tramo afectado sea superior a 5 km. Se exceptúan aquellas actuaciones que se ejecuten para evitar el riesgo en zona urbana. - Obras de encauzamiento y proyectos de defensa de cursos naturales cuando puedan suponer transformaciones ecológicas negativas para el espacio.

El interceptor planificado podría asemejarse a un encauzamiento de un cauce, aunque su longitud es menor a los 5 km que contempla la ley nacional y autonómica, por lo que no sería necesaria la realización de una evaluación ambiental simplificada, según la ley estatal, ni a Autorización Ambiental Unificada (AAU), procedimiento abreviado, según la ley autonómica. No obstante, debido a las dimensiones de la obra, **se recomienda**

consultar al órgano ambiental la necesidad o no de realizar evaluación ambiental, sin perjuicio de que se realice la correspondiente tramitación y autorización en la CHG por encontrarse en zona de flujo preferente y actuar sobre el posible dominio público hidráulico del Regajo Hondo.

13.5 Sobre la solución

Por último, se describen las conclusiones sobre la solución adoptada (alternativa 1), así como aquellas singularidades de la actuación o de la conclusión, sobre las que es necesario incidir porque no se atienen a una valoración cuantitativa o cualitativa al uso.

- **Se han ejecutado nuevos modelos hidráulicos en los cauces de estudio** (arroyo de Siete Arroyos y tres de sus afluentes) al no disponer de cartografía de inundaciones publicada. Estos modelos se han ejecutado **sin considerar caudal en el río Guadalquivir** ya que su zona inundable es muy amplia y distorsiona la inundabilidad de los cuatro cauces de estudio. Los resultados de estos nuevos modelos es la situación actual (alternativa 0), a partir de la cual se han planteado las alternativas.
- En la situación actual (alternativa 0) se observó que **el cauce que mayores daños ocasiona potencialmente es el arroyo sin nombre o Regajo Hondo a su paso por Villaverde**, con una insuficiente capacidad de su cauce actual una vez atravesada la carretera A-436, produciendo una amplia mancha de inundación que abarca una gran superficie y entra hacia el núcleo de Villaverde por diversos puntos. El resto de los cauces de estudio (Siete Arroyos y los otros dos afluentes) apenas producen daños notables en zonas urbanas y/o edificaciones e inundan mayoritariamente usos agrícolas, que pueden ser compatibles con las inundaciones.
- Las **actuaciones que se pueden plantear están condicionadas por la topografía del terreno**, con un terreno prácticamente llano y con escasa pendiente, y por el **soterramiento del Regajo Hondo a su paso por Villaverde**, probablemente por un entubamiento de insuficiente capacidad, aunque se desconocen sus características.
- Se concluyó que la **alternativa más viable y con mayores posibilidades de reducir los daños por inundación era la construcción de un interceptor en la zona oriental** del núcleo de Villaverde, de manera coherente con lo indicado por el Ayuntamiento de Villaverde del Río en las consultas para el PGRI del Guadalquivir de 2º ciclo. Este interceptor desvía el agua procedente del arroyo sin nombre o Regajo Hondo hacia el sur desembocando en el río Viar.
- El diseño del interceptor es similar al planteado en el proyecto de la Resolución de la de la Delegación Provincial de Sevilla de 1996. El **trazado seguido es algo diferente al que se muestra en las consultas del Ayuntamiento de Villaverde del Río para el PGRI** para tratar de disminuir afecciones, en especial, en el acceso al cementerio municipal.

- En la alternativa 1 se ha propuesto unos materiales similares a los de dicha Resolución (solera de tierra desnuda y taludes vegetados) y en la alternativa 2 se ha propuesto de hormigón. Para las mismas dimensiones, la construcción de hormigón tiene una mayor capacidad hidráulica, aunque también un mayor coste económico e impacto ambiental.
- Se ha observado que el interceptor tiene una **capacidad para caudales de entre 100 y 500 años** de periodo de retorno. Para T500 se produce un desbordamiento en el tramo final, aunque produciendo unos daños mucho menores respecto a la situación actual.
- El trazado del interceptor debe atravesar la obra de defensa longitudinal del Guadalquivir, para lo cual se ha previsto la inclusión de **4 tuberías de 1.000 mm de diámetro con válvulas antirretorno** para evitar la entrada del agua en el caso de avenida del Guadalquivir. En los tres cruces de caminos que atraviesan perpendicularmente el interceptor, se han diseñado badenes, rebajando las cotas de los caminos en su aproximación.
- Se debe **asegurar un adecuado mantenimiento del interceptor planificado para asegurar su buen estado, capacidad y funcionamiento en caso de avenida**. Por ello, en la alternativa seleccionada (alternativa 1) se ha presupuestado un importe algo más elevado en el mantenimiento ocasional (un 30% del coste de inversión frente al 20% habitual). En la alternativa 2 el mantenimiento tiene un coste menor al estar construido de hormigón.

13.6 Conclusión general

En este estudio coste-beneficio se han planteado y analizado un total de **3 alternativas** para esta actuación (alternativas 0, 1 y 2). La alternativa 0 es la situación actual, en la que se calculan los daños con nuevos modelos hidráulicos para los cuatro cauces de estudio, sin considerar el río Guadalquivir. A partir de esta situación actual, se han planteado las alternativas para tratar de reducir los daños por inundación, centrado en reducir el desbordamiento del arroyo sin nombre o Regajo Hondo a su paso por Villaverde, que es el cauce que mayores daños ocasiona. Las actuaciones están condicionadas por un terreno prácticamente llano y con escasa pendiente, y por el soterramiento del Regajo Hondo a su paso por Villaverde del Río, probablemente por un entubamiento de insuficiente capacidad.

Se comprueba que **la medida estructural planteada por el Ayuntamiento de Villaverde del Río para el PGRI del Guadalquivir, denominado interceptor oriental, es la más viable** y con mayores posibilidades de reducir los daños por inundación dados los condicionantes de la zona de estudio. Este interceptor desvía el agua procedente del arroyo sin nombre o Regajo Hondo hacia el sur desembocando en el río Viar. El diseño del interceptor planteado en este estudio coste-beneficio parte del proyecto de la Resolución de la Delegación Provincial de Sevilla de 1996. El trazado seguido es algo diferente al que se muestra en las consultas del Ayuntamiento de Villaverde del Río para el PGRI para tratar de disminuir afecciones. Tiene una longitud de 1.750 metros, con 3 metros de anchura en solera y taludes 1,5H:1V de anchura variable, con una altura

variable de entre 2 y 4 metros. El interceptor atraviesa la obra de defensa longitudinal del Guadalquivir, para lo cual se ha previsto que discurra bajo la misma mediante la inclusión de 4 tuberías de 1.000 mm de diámetro con válvulas antirretorno para evitar la entrada del agua en el caso de avenida del Guadalquivir. En los tres cruces de caminos que atraviesan perpendicularmente el interceptor, se ha diseñado badenes, rebajando las cotas de los caminos en su aproximación.

Las **alternativas 1 y 2 planteadas tienen el mismo diseño y trazado, pero difieren en los materiales empleados**: en la alternativa 1 se realiza en tierra desnuda, con los taludes vegetados sobre geoceldas; en la alternativa 2 se realiza completamente en hormigón. Se comprueba que **ambas alternativas son muy efectivas en la reducción de la zona inundable** en el núcleo de Villaverde del Río, que se reduce totalmente para T010, casi en su totalidad para T100 y se reduce extensión y calados en T500. En la alternativa 2 la reducción es ligeramente mayor que en la alternativa 1.

Desde un punto de vista económico, tanto la alternativa 1 como la 2 son recomendables, aunque finalmente **se ha seleccionado la alternativa 1**, que posee unos **mejores indicadores de rentabilidad**. A pesar de que la reducción de daños es ligeramente menor que en la alternativa 2, presenta unos mejores índices de TIR y B/C al tener un coste de inversión menor.

La reducción de riesgos es muy alta en la alternativa seleccionada. La población afectada se reduce respecto a la situación actual en un 99% para T010, un 98% para T100 y un 84% para T500. Se reducen los puntos de especial importancia de 16 puntos a 0 para T010, de 18 puntos a 5 para T100 y de 20 puntos a 12 para T500.

Para la ejecución del interceptor **se requiere expropiar pequeñas franjas de terrenos particulares** a lo largo de su trazado. Estos terrenos, localizados dentro del término municipal de Villaverde del Río, son de uso rural, donde predomina el cultivo de regadío, y la superficie total a expropiar sería de 19.431,23 m², ya descontados todos aquellos caminos, cauces y canales que forman parte de dominio público.

Se debe analizar y consultar en el futuro la tramitación ambiental necesaria para la alternativa seleccionada, ya que, una vez analizada la legislación nacional y autonómica, **no sería necesaria realizar evaluación ambiental o Autorización Ambiental Unificada (AAU)**, dada la menor longitud de la obra (1.750 metros) respecto a lo contemplado en la legislación (5.000 metros) que se puede asemejar a un encauzamiento. No obstante, debido a las dimensiones de la obra, **se recomienda consultar al órgano ambiental la necesidad o no de realizar evaluación ambiental**, sin perjuicio de que se realice la correspondiente tramitación y autorización en la CHG por encontrarse en zona de flujo preferente y actuar sobre el posible dominio público hidráulico del Regajo Hondo.

Los **diseños planteados tienen carácter preliminar**, con unos **niveles de detalle básicos** y acordes a un análisis coste - beneficio. Si se plantea que alguna de estas soluciones prospere a fases posteriores se requerirá de estudios de detalle, incluyendo modelizaciones hidráulicas de precisión, estudios de estabilidad de la obra, plantaciones, afecciones a terceros, etc.

14. Planos

El **Apéndice 4. Planos** recoge todos los mapas relacionados con la actuación. En la siguiente tabla se representa un índice descriptivo de todos los planos del presente documento.

Código	Título Plano	Descripción
PL01	Mapa del ámbito de actuación	
PL01-01	Mapa del ámbito de estudio	Mapa de ubicación y representación del área donde se desarrolla el estudio.
PL02	Croquis de alternativas	
PL02-01	Alternativas 1 y 2	Mapa donde se representa mediante un croquis las medidas incluidas en cada las 2 alternativas estudiadas.
PL03	Mapa de Zonas Inundables (ZI)	
PL03-01	Mapa ZI Alt0. Plano general	Colección de mapas donde se representan las zonas inundables, mediante un plano general y uno de detalle, correspondientes a los 3 periodos de retorno estudiados (10, 100 y 500 años) para las 2 alternativas estudiadas.
PL03-02	Mapa ZI Alt0. Plano detalle	
PL03-03	Mapa ZI Alt1. Plano general	
PL03-04	Mapa ZI Alt1. Plano detalle	
PL03-05	Mapa ZI Alt2. Plano general	
PL03-06	Mapa ZI Alt2. Plano detalle	
PL04	Comparativa de zonas inundables	
PL04-01	Comparativa zona inundable Sit. actual- Alternativa 1 T010	Colección de mapas donde se compara la zona inundable de la situación actual, alternativa 0, con las zonas inundables generadas en la alternativa 1 para los 3 periodos de retorno estudiados (10, 100 y 500 años).
PL04-02	Comparativa zona inundable Sit. actual- Alternativa 1 T100	
PL04-03	Comparativa zona inundable Sit. actual- Alternativa 1 T500	
PL04-04	Comparativa zona inundable Sit. actual- Alternativa 2 T010	Colección de mapas donde se compara la zona inundable de la alternativa 0 con las zonas inundables generadas en la alternativa 2 para los 3 periodos de retorno estudiados (10, 100 y 500 años).
PL04-05	Comparativa zona inundable Sit. actual- Alternativa 2 T100	
PL04-06	Comparativa zona inundable Sit. actual- Alternativa 2 T500	
PL05	Mapa de Daños (€/m²)	
PL05-01	Mapa Daños (€/m ²) Alt0 T010	Colección de mapas donde se representan los polígonos afectados por la zona inundable de la situación actual, alternativa 0 , con el valor total del daño por m ² (en €/m ²), para los 3 periodos de retorno
PL05-02	Mapa Daños (€/m ²) Alt0 T100	

Código	Título Plano	Descripción
PL05-03	Mapa Daños (€/m ²) Alt0 T500	estudiados (10, 100 y 500 años). La metodología seguida es la descrita en el Apartado 9. Análisis coste-beneficio .
PL05-04	Mapa Daños (€/m ²) Alt1 T010	Colección de mapas donde se representan los polígonos afectados por la zona inundable de la alternativa 1 con el valor total del daño por m ² (en €/m ²), para los 3 periodos de retorno estudiados (10, 100 y 500 años). La metodología seguida es la descrita en el Apartado 9. Análisis coste-beneficio .
PL05-05	Mapa Daños (€/m ²) Alt1 T100	
PL05-06	Mapa Daños (€/m ²) Alt1 T500	
PL05-07	Mapa Daños (€/m ²) Alt2 T010	Colección de mapas donde se representan los polígonos afectados por la zona inundable de la alternativa 2 con el valor total del daño por m ² (en €/m ²), para los 3 periodos de retorno estudiados (10, 100 y 500 años). La metodología seguida es la descrita en el Apartado 9. Análisis coste-beneficio .
PL05-08	Mapa Daños (€/m ²) Alt2 T100	
PL05-09	Mapa Daños (€/m ²) Alt2 t500	
PL06	Mapa de Expropiaciones	
PL06-01	Mapa expropiaciones Alt 1 y 2.	Mapa donde se representa las expropiaciones asociadas a las alternativas 1 y 2 .

Tabla 24. Índice descriptivo de los planos del Estudio

Confederación Hidrográfica del Guadalquivir

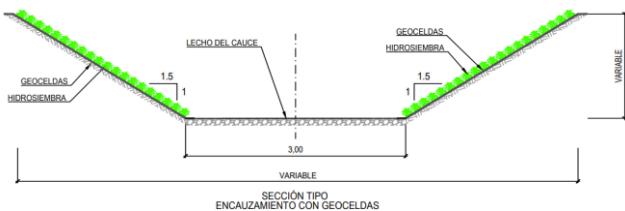
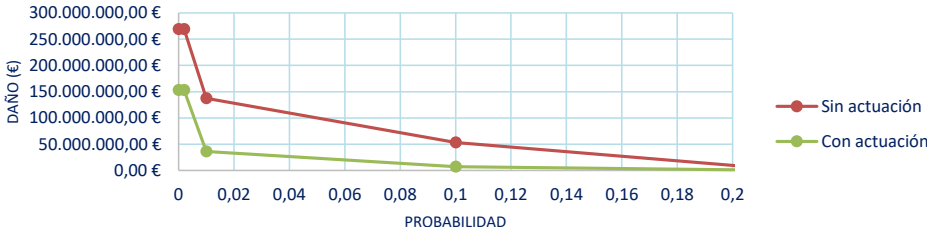
ESTUDIO COSTE – BENEFICIO DE MEJORA DE LA INUNDABILIDAD DE LOS CAUCES PÚBLICOS EN EL T.M. DE VILLVERDE DEL RÍO

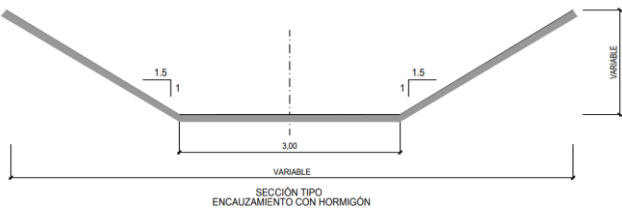
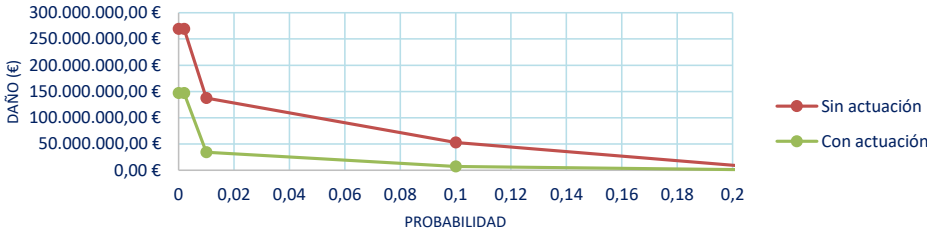
APÉNDICE Nº1

FICHAS RESUMEN ANÁLISIS COSTE-BENEFICIO ALTERNATIVAS PROPUESTAS

APÉNDICE Nº1

FICHAS RESUMEN ANÁLISIS COSTE- BENEFICIO ALTERNATIVAS PROPUESTAS

FICHA ANÁLISIS COSTE/BENEFICIO ALTERNATIVAS PROPUESTAS					
ESTUDIO COSTE – BENEFICIO DE MEJORA DE LA INUNDABILIDAD DE LOS CAUCES PÚBLICOS EN EL T.M. DE VILLAVERDE DEL RÍO					
NOMBRE DE LA MEDIDA		Alternativa 1	TIPOLOGIA DE LA MEDIDA PGRI	14.03.02 - Medidas estructurales (encauzamientos, motas, diques, etc.)	
DESCRIPCIÓN		Interceptor de suelo desnudo con taludes vegetados			
PERIODO DE ANÁLISIS ECONÓMICO (AÑOS)			50		
UBICACIÓN DE LA MEDIDA					
La medida se ubica al este de la población de Villaverde del Río. Comienza en el cauce natural del arroyo Sin nombre o Regajo Hondo a unos 170 metros de la calle Mesa Redonda y transcurre de noroeste a sureste a lo largo de 1750 metros, desembocando en el río Viar.					
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA					
- Interceptor para desviar el caudal procedente del arroyo sin nombre o Regajo Hondo y otros posibles pequeños cauces pluviales de la zona, de 9 metros de ancho, con 3 metros de solera y taludes 1,5 H:V. Longitud: 1750 metros. - Material: suelo desnudo, tierra compactada, vegetado en taludes - En el interceptor se incluyen las siguientes estructuras: 3 badenes de hormigón en el cruce con tres caminos; 4 tubos de hormigón de 1 metro de diámetro bajo la mota paralela del Guadalquivir; 4 válvulas antirretorno de 1 metro de diámetro a la salida de los tubos bajo la mota; una estructura de entrega al río Viar de hormigón escalonado.					
CÁLCULO DE BENEFICIOS (DAÑOS)					
T (años)	PROBABILIDAD (P)	DAÑOS SIN ACTUACIÓN	DAÑOS CON ACTUACIÓN		
T4,5	0,222	0,00 €	0,00 €		
T10	0,1	53.016.926,67 €	7.009.040,46 €		
T100	0,01	137.565.555,64 €	35.893.321,67 €		
T500	0,002	269.245.783,10 €	153.030.126,89 €		
-	0	269.245.783,10 €	153.030.126,89 €		
DAÑO ANUAL ESPERADO					
					
Costes de servicios de emergencia			5,00%		
		DAÑOS ESTIMADOS	DAÑOS ESTIMADOS + COSTES SERVICIOS EMERGENCIAS (5%)		
DAÑO ANUAL ESPERADO SIN ACTUACIÓN		13.975.981,15 €	14.674.780,21 €		
DAÑO ANUAL ESPERADO CON ACTUACIÓN		3.419.911,81 €	3.590.907,40 €		
BENEFICIO ANUAL ESPERADO		10.556.069,34 €	11.083.872,81 €		
DAÑO ESPERADO SIN ACTUACIÓN DURANTE EL PERIODO DE ANÁLISIS		698.799.057,59 €	733.739.010,47 €		
DAÑO ESPERADO CON ACTUACIÓN DURANTE EL PERIODO DE ANÁLISIS		170.995.590,57 €	179.545.370,10 €		
BENEFICIO ESPERADO DURANTE EL PERIODO DE ANÁLISIS		527.803.467,02 €	554.193.640,37 €		
CÁLCULO DE COSTES					
COSTE DE CONSTRUCCIÓN			444.093,03 €		
COSTE DE INVERSIÓN (COSTE DE CONSTRUCCIÓN + 20%)			532.911,63 €		
COSTE DE REDACCIÓN DEL PROYECTO (8% COSTE DE INVERSIÓN)			42.632,93 €		
COSTE DE DIRECCIÓN DE OBRA (5% COSTE DE INVERSIÓN)			26.645,58 €		
COSTE DE MANTENIMIENTO OCASIONAL (30% COSTE DE INVERSIÓN)			159.873,49 €		
EXPROPIACIONES			85.554,38 €		
TOTAL COSTES NO PERIODICOS			847.618,01 €		
EXPLOTACIÓN Y MANTENIMIENTO ANUAL (0% COSTE DE INVERSIÓN)			0,00 €		
COSTE TOTAL MEDIDA			847.618,01 €		
COSTE TOTAL CONSIDERADO			850.000,00 €		
ESTUDIO DE RENTABILIDAD					
TASA DE DESCUENTO (%)		3,00%	VAN (€)		284.337.813,61 €
			TIR (%)		1308%
			RELACIÓN B/C (VALORES ACTUALIZADOS)		336,46
			RELACIÓN B/C (VALORES ABSOLUTOS)		653,82
VAN	MEDIDA RENTABLE	TIR	MEDIDA RENTABLE	B/C	MEDIDA RENTABLE

FICHA ANÁLISIS COSTE/BENEFICIO ALTERNATIVAS PROPUESTAS					
ESTUDIO COSTE – BENEFICIO DE MEJORA DE LA INUNDABILIDAD DE LOS CAUCES PÚBLICOS EN EL T.M. DE VILLAVERDE DEL RÍO					
NOMBRE DE LA MEDIDA		Alternativa 2	TIPOLOGIA DE LA MEDIDA PGRI	14.03.02 - Medidas estructurales (encauzamientos, motas, diques, etc.)	
DESCRIPCIÓN		Interceptor de hormigón			
PERIODO DE ANÁLISIS ECONÓMICO (AÑOS)			50		
UBICACIÓN DE LA MEDIDA					
La medida se ubica al este de la población de Villaverde del Río. Comienza en el cauce natural del arroyo Sin nombre o Regajo Hondo a unos 170 metros de la calle Mesa Redonda y transcurre de noroeste a sureste a lo largo de 1750 metros, desembocando en el río Viar.					
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA					
- Interceptor para desviar el caudal procedente del arroyo sin nombre o Regajo Hondo y otros posibles pequeños cauces pluviales de la zona, de 9 metros de ancho, con 3 metros de solera y taludes 1,5 H:V. Longitud: 1750 metros. - Material: hormigón - En el interceptor se incluyen las siguientes estructuras: 3 badenes de hormigón en el cruce con tres caminos; 4 tubos de hormigón de 1 metro de diámetro bajo la mota paralela del Guadalquivir; 4 válvulas antirretorno de 1 metro de diámetro a la salida de los tubos bajo la mota; una estructura de entrega al río Viar.					
CÁLCULO DE BENEFICIOS (DAÑOS)					
T (años)	PROBABILIDAD (P)	DAÑOS SIN ACTUACIÓN	DAÑOS CON ACTUACIÓN		
T4,5	0,222	0,00 €	0,00 €		
T10	0,1	53.016.926,67 €	6.943.685,14 €		
T100	0,01	137.565.555,64 €	34.101.106,57 €		
T500	0,002	269.245.783,10 €	146.873.724,87 €		
-	0	269.245.783,10 €	146.873.724,87 €		
DAÑO ANUAL ESPERADO					
					
Costes de servicios de emergencia			5,00%		
		DAÑOS ESTIMADOS	DAÑOS ESTIMADOS + COSTES SERVICIOS EMERGENCIAS (5%)		
DAÑO ANUAL ESPERADO SIN ACTUACIÓN		13.975.981,15 €	14.674.780,21 €		
DAÑO ANUAL ESPERADO CON ACTUACIÓN		3.288.227,20 €	3.452.638,56 €		
BENEFICIO ANUAL ESPERADO		10.687.753,96 €	11.222.141,65 €		
DAÑO ESPERADO SIN ACTUACIÓN DURANTE EL PERIODO DE ANÁLISIS		698.799.057,59 €	733.739.010,47 €		
DAÑO ESPERADO CON ACTUACIÓN DURANTE EL PERIODO DE ANÁLISIS		164.411.359,79 €	172.631.927,78 €		
BENEFICIO ESPERADO DURANTE EL PERIODO DE ANÁLISIS		534.387.697,80 €	561.107.082,69 €		
CÁLCULO DE COSTES					
COSTE DE CONSTRUCCIÓN			1.197.938,22 €		
COSTE DE INVERSIÓN (COSTE DE CONSTRUCCIÓN + 20%)			1.437.525,86 €		
COSTE DE REDACCIÓN DEL PROYECTO (8% COSTE DE INVERSIÓN)			115.002,07 €		
COSTE DE DIRECCIÓN DE OBRA (5% COSTE DE INVERSIÓN)			71.876,29 €		
COSTE DE MANTENIMIENTO OCASIONAL (20% COSTE DE INVERSIÓN)			287.505,17 €		
EXPROPIACIONES			85.554,38 €		
TOTAL COSTES NO PERIODICOS			1.997.463,77 €		
EXPLOTACIÓN Y MANTENIMIENTO ANUAL (0% COSTE DE INVERSIÓN)			0,00 €		
COSTE TOTAL MEDIDA			1.997.463,77 €		
COSTE TOTAL CONSIDERADO			2.000.000,00 €		
ESTUDIO DE RENTABILIDAD					
TASA DE DESCUENTO (%)		3,00%	VAN (€)		286.745.592,63 €
			TIR (%)		562%
			RELACIÓN B/C (VALORES ACTUALIZADOS)		144,55
			RELACIÓN B/C (VALORES ABSOLUTOS)		280,91
VAN	MEDIDA RENTABLE	TIR	MEDIDA RENTABLE	B/C	MEDIDA RENTABLE

Confederación Hidrográfica del Guadalquivir

ESTUDIO COSTE – BENEFICIO DE MEJORA DE LA INUNDABILIDAD DE LOS CAUCES PÚBLICOS EN EL T.M. DE VILLVERDE DEL RÍO

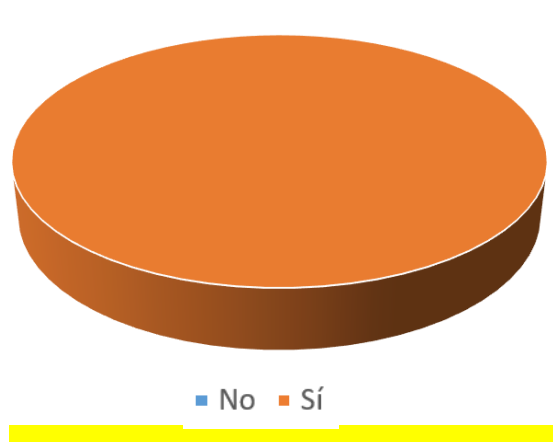
APÉNDICE Nº2

RESUMEN ENCUESTA

APÉNDICE N°2 RESUMEN ENCUESTA

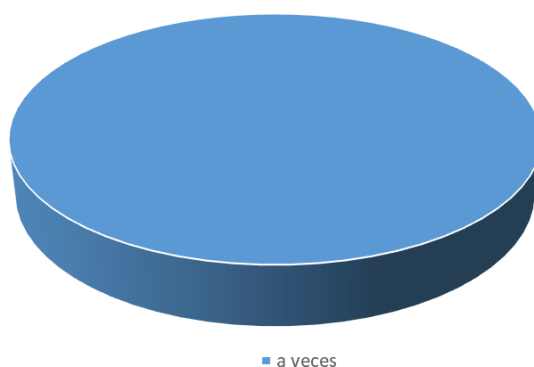
1. ¿Ha sufrido usted (o alguna persona que conozca) algún episodio de inundación causado por el desbordamiento de algún cauce en Villaverde del Río?

XXXX



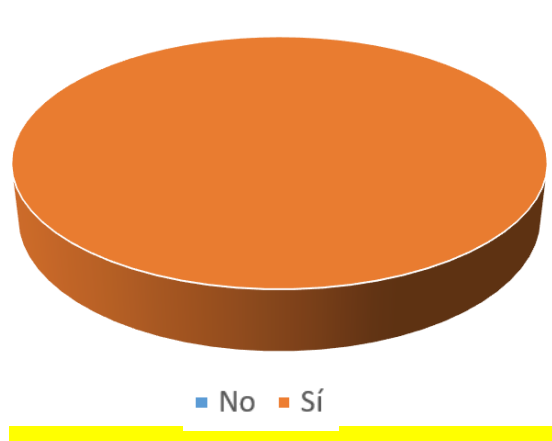
2. ¿Con qué frecuencia?

XXXX



3. ¿Qué cauce o cauces fueron los causantes de la inundación? (se adjunta plano de localización)?

4. ¿Ha sufrido algún tipo de daño (bienes o personales)?



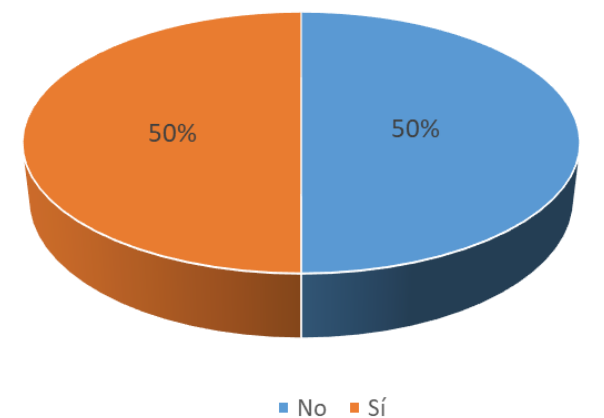
5. ¿Puede describir qué tipo de daños y su localización?

Por ejemplo, daños agrícolas, inundaciones en vivienda o nave, inundaciones en garajes, bloqueo de carretera, coches dañados...

XXXX

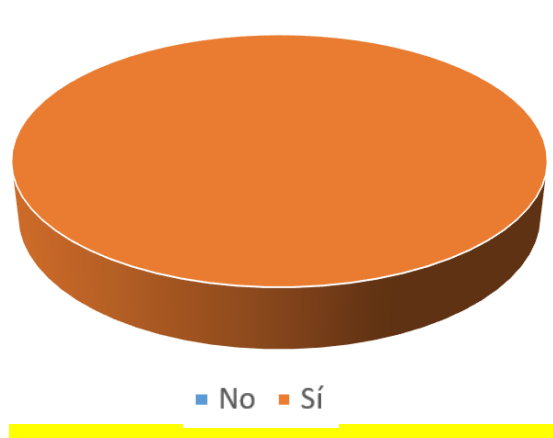
6. ¿Recibió ayudas de las administraciones?

XXXX

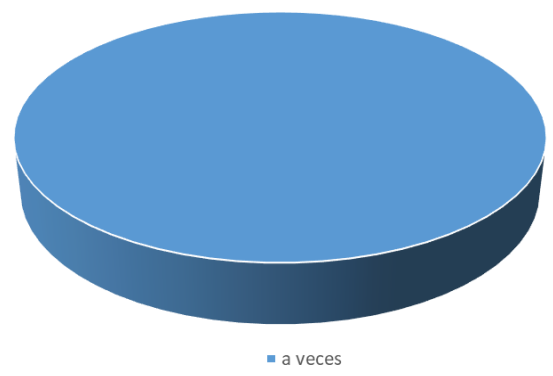


7. ¿Su municipio sufre inundaciones que generan daños importantes?

XXXX



8. ¿Con qué frecuencia se han producido esos daños importantes?



9. ¿Puede decir cuándo fue la última inundación?

XXXX

10. ¿Qué zonas se ven más afectadas del municipio?

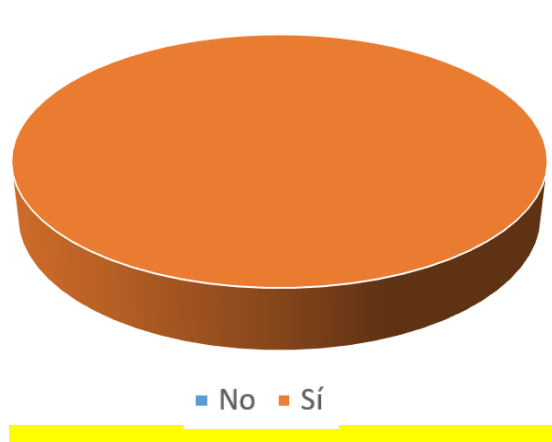
XXXX

11. ¿Cuál es el foco de inicio de estas inundaciones?

XXXX

12. ¿Considera que estas inundaciones son un problema para el normal desarrollo del municipio?

XXXX



13. ¿Sabe qué áreas del término municipal son consideradas zonas inundables?

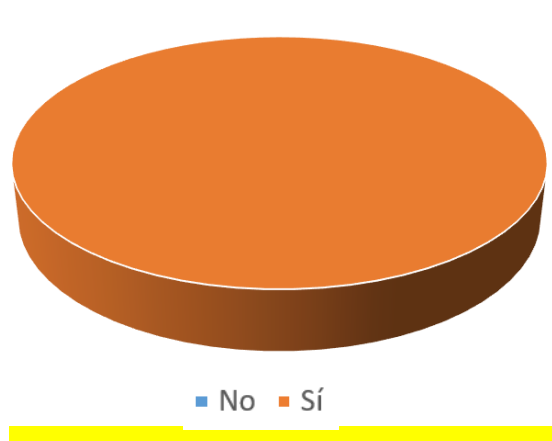
XXXX

14. ¿Ha consultado alguna vez las zonas inundables?

Consulta en algún mapa, plano, visor cartográfico, etc.

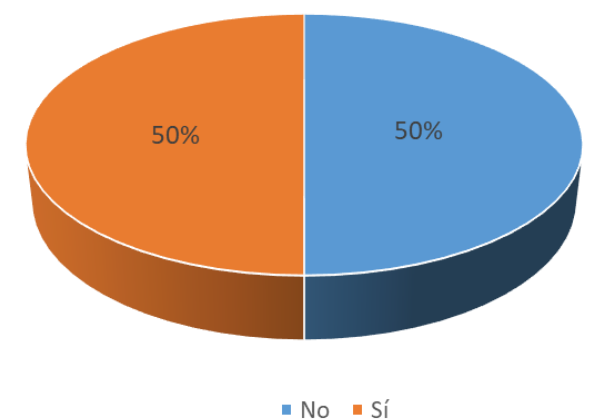
Nota: puede consultar las zonas inundables del río Guadalquivir a su paso por Villaverde del Río en el [visor nacional de zonas inundables - SNCZI](#) o en los [visores cartográficos de la CHG](#) (el río Guadalquivir en esta zona se encuentra en el visor "[Inundaciones \(1er ciclo 2016-2021\)](#)"). La cartografía de zonas inundables del arroyo de Siete Arroyos y sus afluentes se encuentra actualmente en elaboración y aún no está disponible.

XXXX



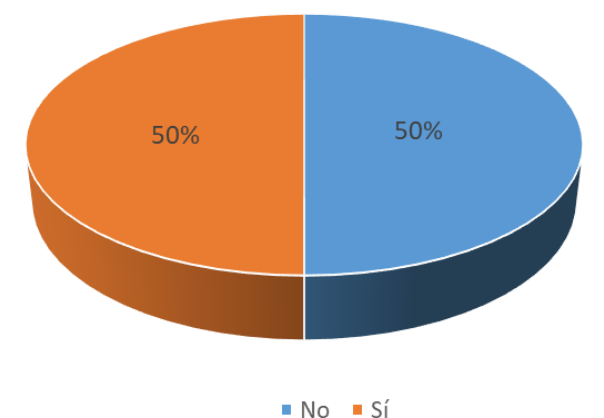
15. ¿Sabe si el municipio dispone de un plan municipal de emergencia frente a inundaciones?

XXXX



16. ¿Alguna vez ha participado en un simulacro del plan de emergencia frente a inundaciones?

XXXX



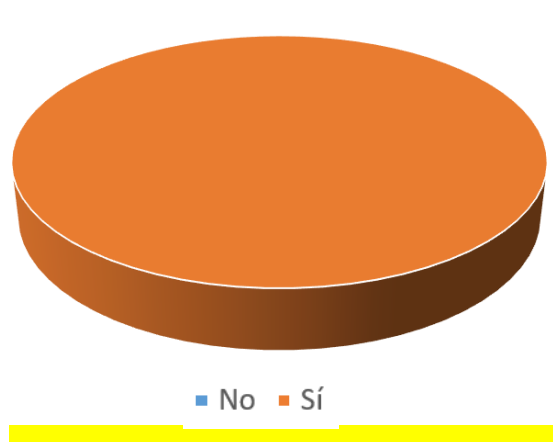
17. ¿Conoce usted algún plan o programa que trate de resolver los problemas que producen las inundaciones en su municipio? ¿Cuál?

XXXX

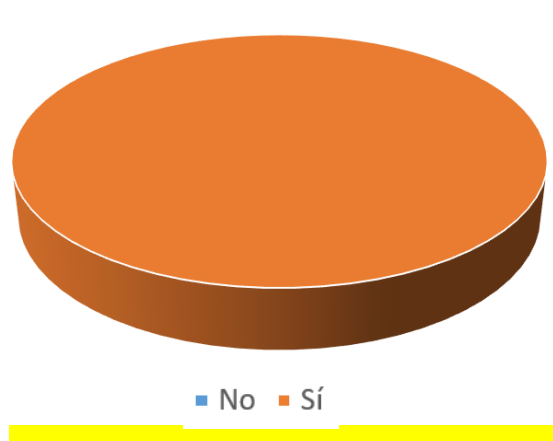
18. ¿Sabe que su término municipal está incluido en el Plan de Gestión del Riesgo frente a Inundaciones (PGRI), elaborado por la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir (CHG)?

Nota: El río Guadalquivir en esta zona (desde Lora del Río hasta Alcalá del Río) está considerado por la CHG como Área de Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSI) desde 2013 (primer ciclo Directiva Inundaciones), con código ES050_APSFR_BG004-01. Además, en el PGRI de segundo ciclo del Guadalquivir (aprobado en enero de 2023), se incluye como medida la actuación "Estudio coste – beneficio de mejora de la inundabilidad de los cauces públicos en el T.M. de Villaverde del Río", con un presupuesto de 50.000 euros.

XXXX



19. ¿Conoce si su ayuntamiento ha considerado la problemática de las inundaciones o ha considerado alguna intervención en su Plan General de Ordenación Urbana?

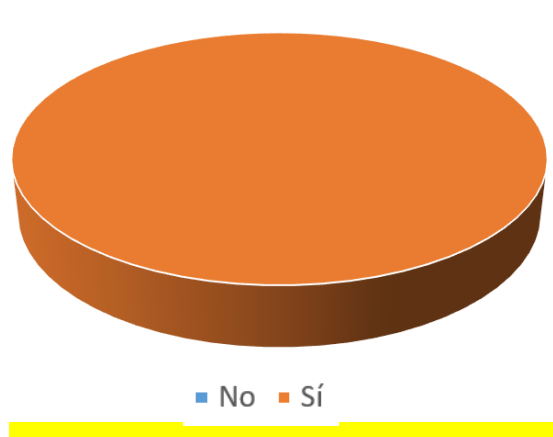


20. ¿Conoce alguna actuación propuesta que se esté llevando a cabo o que se haya planteado para reducir los daños por inundación? Si la conoce, descríbala brevemente.

XXXX

21. ¿Considera que estas intervenciones han surgido efecto?

XXXX

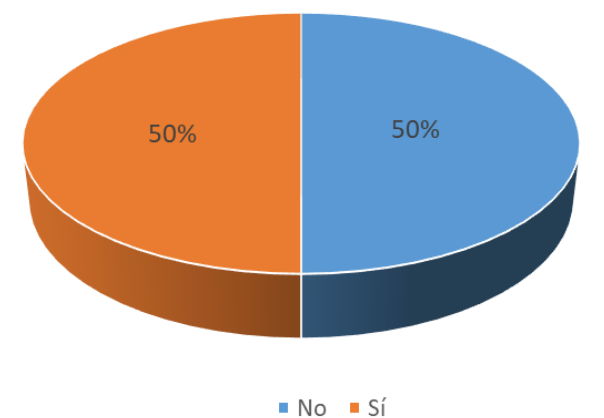


22. ¿Cuál considera que sería la solución para el problema de inundaciones en su municipio?

XXXX

23. ¿Considera que el estado y mantenimiento de los cauces del entorno es adecuado?

XXXX



24. ¿Estaría en contra de algún tipo de intervención concreta? ¿Cuál?

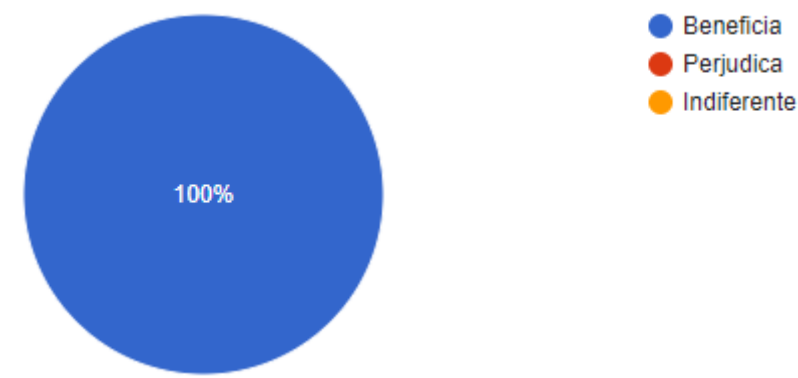
XXXX

25. ¿Conoce la opinión de algún vecino del municipio al respecto de las inundaciones?

XXXX

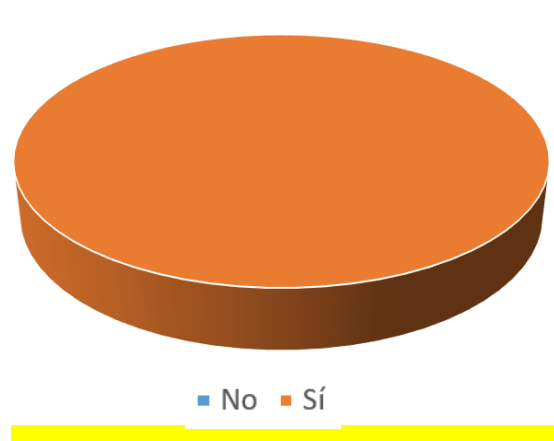
26. ¿A título personal esta obra le beneficia, le perjudica o le es indiferente? ¿En qué sentido?

XXXX



27. ¿Considera que realizar intervenciones es positivo para el desarrollo de su municipio?

XXXX



28. ¿Quiere comentar alguna cosa más?

XXXX

Confederación Hidrográfica del Guadalquivir

ESTUDIO COSTE – BENEFICIO DE MEJORA DE LA INUNDABILIDAD DE LOS CAUCES PÚBLICOS EN EL T.M. DE VILLVERDE DEL RÍO

APÉNDICE Nº3

COMUNICACIÓN CON LOS AYUNTAMIENTOS



APÉNDICE N°3 COMUNICACIÓN CON LOS AYUNTAMIENTOS



**MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO**

**Confederación
Hidrográfica del Guadalquivir**

Documento firmado electrónicamente			
Firmado por		Fecha de firma	Sello de tiempo
RAFAEL POYATO SALAMANCA		18/10/2023 13:06:19	18/10/2023 13:06:21
URL de validación	https://sede.miteco.gob.es https://pfirma.chguadalquivir.es/gestorcsv		
Código CSV			
MA0017QJ0ZO6M0QY6K80QC21IMXKL0OD5M			

Este documento es una copia en soporte papel de un documento electrónico según lo dispuesto en el artículo 27 de la Ley 39/2015 del Procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas y la Norma Técnica de Interoperabilidad de Procedimientos de copiado auténtico y conversión entre documentos electrónicos.



S/REF.

N/REF.

FECHA

ASUNTO

Ver fecha Firma electrónica

Estudio coste – beneficio de la mejora de la inundabilidad de los cauces públicos.

AYUNTAMIENTO DE VILLAVERDE
DEL RÍO

A/A SR. ALCALDE (José Maía Martín
Vera)

Plaza de Andalucía, nº 3
VILLAVERDE DEL RÍO
41381 – SEVILLA

La Dirección General del Agua, del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, está elaborando los trabajos de “Revisión y actualización de los Planes de Gestión del Riesgo de Inundación (PGRI) de las cuencas de las demarcaciones hidrográficas intercomunitarias e implantación de varias medidas”, Lote 6, ámbito de gestión de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir. Clave: 21.499-0005/0411_LOTE 6.

Dentro de estos trabajos de revisión y actualización del PGRI del Guadalquivir, la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir O.A. está elaborando diversos estudios de Análisis de Coste – Beneficio de diferentes medidas estructurales recogidas en dicho PGRI, que estudian posibles actuaciones para reducir el riesgo de inundación en determinadas zonas. Uno de estos Análisis de Coste – Beneficio se localiza en el municipio de Villaverde del Río, el denominado “Estudio coste – beneficio de la mejora de la inundabilidad de los cauces públicos en el T.M. de Villaverde del Río”, en el que se pretende reducir los posibles daños por inundación por los desbordamientos del arroyo de Siete Arroyos y tres de sus afluentes por su margen izquierda (Arroyo de la Meona, arroyo sin nombre y arroyo sin nombre o arroyo Regajo Hondo) que atraviesan la zona urbana de Villaverde del Río.

El objetivo de los Análisis de Coste – Beneficio es la evaluación de la rentabilidad económica, social y medioambiental de las diferentes alternativas de actuación propuestas. Para ello, se realiza una recopilación de antecedentes, análisis de su funcionalidad en materia de reducción del riesgo de inundación existente, estudios de coste - beneficio, de compatibilidad con los objetivos ambientales de los planes hidrológicos, disponibilidad de terrenos, apoyo social, etc.

Para analizar la demanda y viabilidad social de la actuación se realizan una serie de encuestas en las que se consulta sobre los problemas de inundaciones en el municipio, medidas adoptadas y posibles soluciones, con el objeto de valorar la percepción del riesgo de inundación en el municipio y la aceptación y rechazo de las actuaciones planteadas.

Por este motivo, es necesario identificar a los principales agentes sociales en el municipio, consiguiendo una muestra de personas o grupos de interés que se consideren más representativas en la actualidad.

Por todo lo expuesto, **solicitamos la colaboración del Excelentísimo Ayuntamiento de Villaverde del Río para la recopilación de los datos de contacto de los diferentes agentes sociales existentes en el municipio.**





Este listado debería incluir: equipo del gobierno municipal, partidos políticos con representación municipal, principales asociaciones ecologistas, asociaciones agrarias, asociaciones de comercio/empresariales, comunidades de regantes, ONGs y otros grupos de actividad.

Para la realización de esta encuesta, cumpliendo con la Ley de Protección de Datos, se rogaría facilitasen los nombres, correos electrónicos, teléfonos o webs oficiales, de los agentes sociales citados, sin particularizar en persona alguna.

Las encuestas se realizarán preferentemente mediante un formulario en internet, pudiendo, en caso de ser necesario realizarse telefónicamente o vía correo electrónico, según la preferencia de la persona encuestada.

En cumplimiento de la ley de protección datos, en el caso de que el Ayuntamiento proporcione datos personales, no siendo esto lo requerido, las personas encuestadas serán informadas sobre quien facilitó su teléfono, dirección de correo, etc. o si estos se consiguieron en una web pública. Es importante, que los datos que se faciliten se encuentren en directorios públicos. En caso de enviar un número telefónico personal no se debe acompañar con el nombre de la persona propietaria. En el caso de identificar organismos, asociaciones, etc. el contacto se obtendría en servicios públicos como las páginas amarillas, páginas web o similar.

Las respuestas de la encuesta finalmente se vuelcan en una base de datos, de la que se extraerán conclusiones sobre el grado de aceptación o de rechazo del proyecto, el grado del conocimiento del problema de las inundaciones, etc.

Agradeciendo de antemano su colaboración, reciba un cordial saludo.

EL JEFE DE ÁREA DE GESTIÓN
MEDIOAMBIENTAL E HIDROLOGÍA

Fdo.: Rafael Poyato Salamanca



Confederación Hidrográfica del Guadalquivir

ESTUDIO COSTE – BENEFICIO DE MEJORA DE LA INUNDABILIDAD DE LOS CAUCES PÚBLICOS EN EL T.M. DE VILLAVERDE DEL RÍO

APÉNDICE Nº4

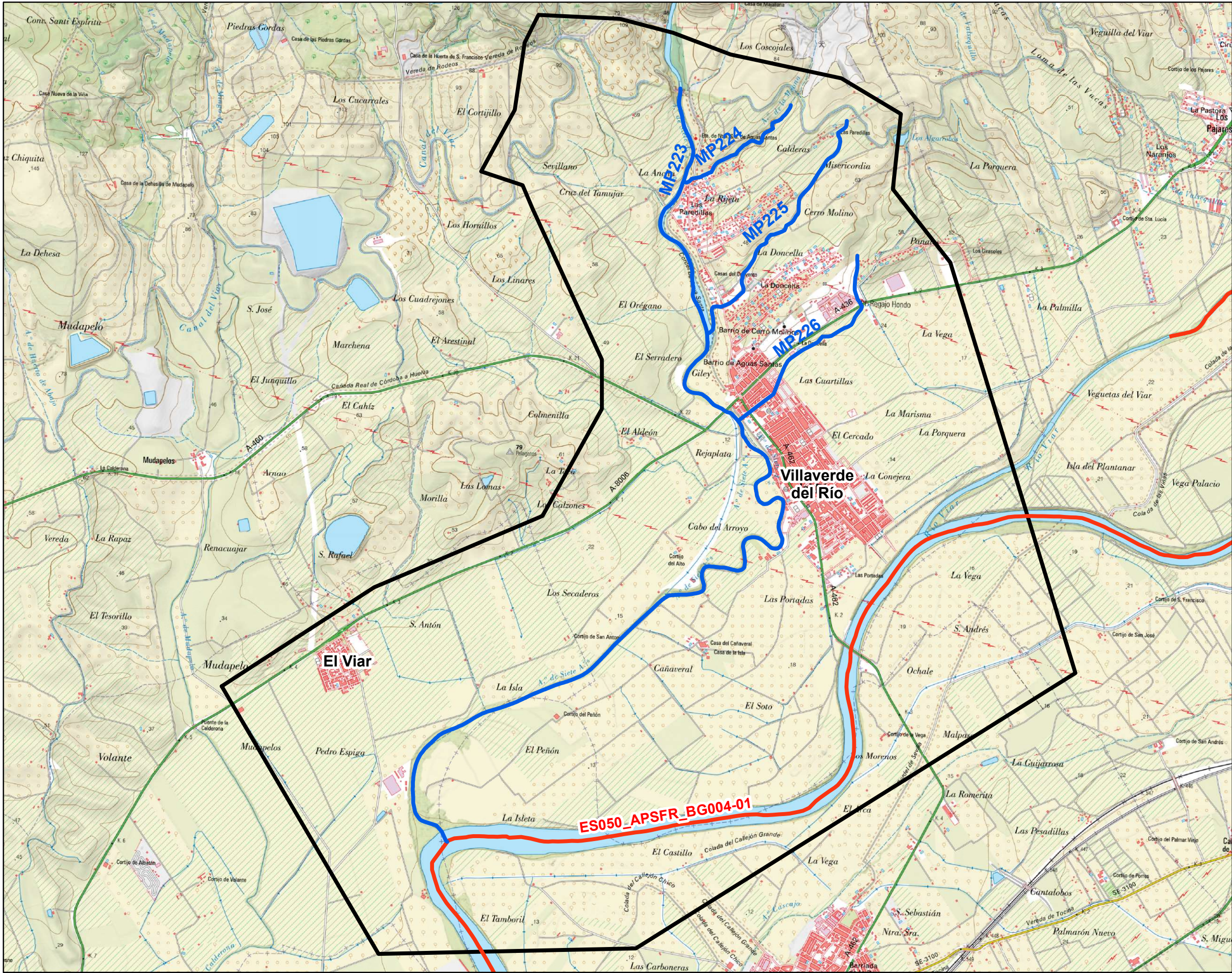
PLANOS

APÉNDICE N°4 PLANOS

Índice descriptivo de los planos

Código	Título Plano	Descripción
PL01	Mapa del ámbito de actuación	
PL01-01	Mapa del ámbito de estudio	Mapa de ubicación y representación del área donde se desarrolla el estudio.
PL02	Croquis de alternativas	
PL02-01	Alternativas 1 y 2	Mapa donde se representa mediante un croquis las medidas incluidas en cada las 2 alternativas estudiadas.
PL03	Mapa de Zonas Inundables (ZI)	
PL03-01	Mapa ZI Alt0. Plano general	Colección de mapas donde se representan las zonas inundables, mediante un plano general y uno de detalle, correspondientes a los 3 periodos de retorno estudiados (10, 100 y 500 años) para las 2 alternativas estudiadas.
PL03-02	Mapa ZI Alt0. Plano detalle	
PL03-03	Mapa ZI Alt1. Plano general	
PL03-04	Mapa ZI Alt1. Plano detalle	
PL03-05	Mapa ZI Alt2. Plano general	
PL03-06	Mapa ZI Alt2. Plano detalle	
PL04	Comparativa de zonas inundables	
PL04-01	Comparativa zona inundable Sit. actual- Alternativa 1 T010	Colección de mapas donde se compara la zona inundable de la situación actual, alternativa 0, con las zonas inundables generadas en la alternativa 1 para los 3 periodos de retorno estudiados (10, 100 y 500 años).
PL04-02	Comparativa zona inundable Sit. actual- Alternativa 1 T100	
PL04-03	Comparativa zona inundable Sit. actual- Alternativa 1 T500	
PL04-04	Comparativa zona inundable Sit. actual- Alternativa 2 T010	Colección de mapas donde se compara la zona inundable de la alternativa 0 con las zonas inundables generadas en la alternativa 2 para los 3 periodos de retorno estudiados (10, 100 y 500 años).
PL04-05	Comparativa zona inundable Sit. actual- Alternativa 2 T100	
PL04-06	Comparativa zona inundable Sit. actual- Alternativa 2 T500	
PL05	Mapa de Daños (€/m²)	
PL05-01	Mapa Daños (€/m²) Alt0 T010	Colección de mapas donde se representan los polígonos afectados por la zona inundable de la situación actual, alternativa 0 , con el valor total del daño por m² (en €/m²), para los 3 periodos de retorno estudiados (10, 100 y 500 años). La metodología seguida es la descrita en el Apartado 9. Análisis coste-beneficio .
PL05-02	Mapa Daños (€/m²) Alt0 T100	
PL05-03	Mapa Daños (€/m²) Alt0 T500	

Código	Título Plano	Descripción
PL05-04	Mapa Daños (€/m ²) Alt1 T010	Colección de mapas donde se representan los polígonos afectados por la zona inundable de la alternativa 1 con el valor total del daño por m ² (en €/m²), para los 3 periodos de retorno estudiados (10, 100 y 500 años). La metodología seguida es la descrita en el Apartado 9. Análisis coste-beneficio .
PL05-05	Mapa Daños (€/m ²) Alt1 T100	
PL05-06	Mapa Daños (€/m ²) Alt1 T500	
PL05-07	Mapa Daños (€/m ²) Alt2 T010	Colección de mapas donde se representan los polígonos afectados por la zona inundable de la alternativa 2 con el valor total del daño por m ² (en €/m²), para los 3 periodos de retorno estudiados (10, 100 y 500 años). La metodología seguida es la descrita en el Apartado 9. Análisis coste-beneficio .
PL05-08	Mapa Daños (€/m ²) Alt2 T100	
PL05-09	Mapa Daños (€/m ²) Alt2 t500	
PL06	Mapa de Expropiaciones	
PL06-01	Mapa expropiaciones Alt 1 y 2.	Mapa donde se representa las expropiaciones asociadas a las alternativas 1 y 2 .



ESCALA

GRÁFICA

0 250 500 1.000 m

NUMÉRICA

1:30.000

Original en A-3

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS

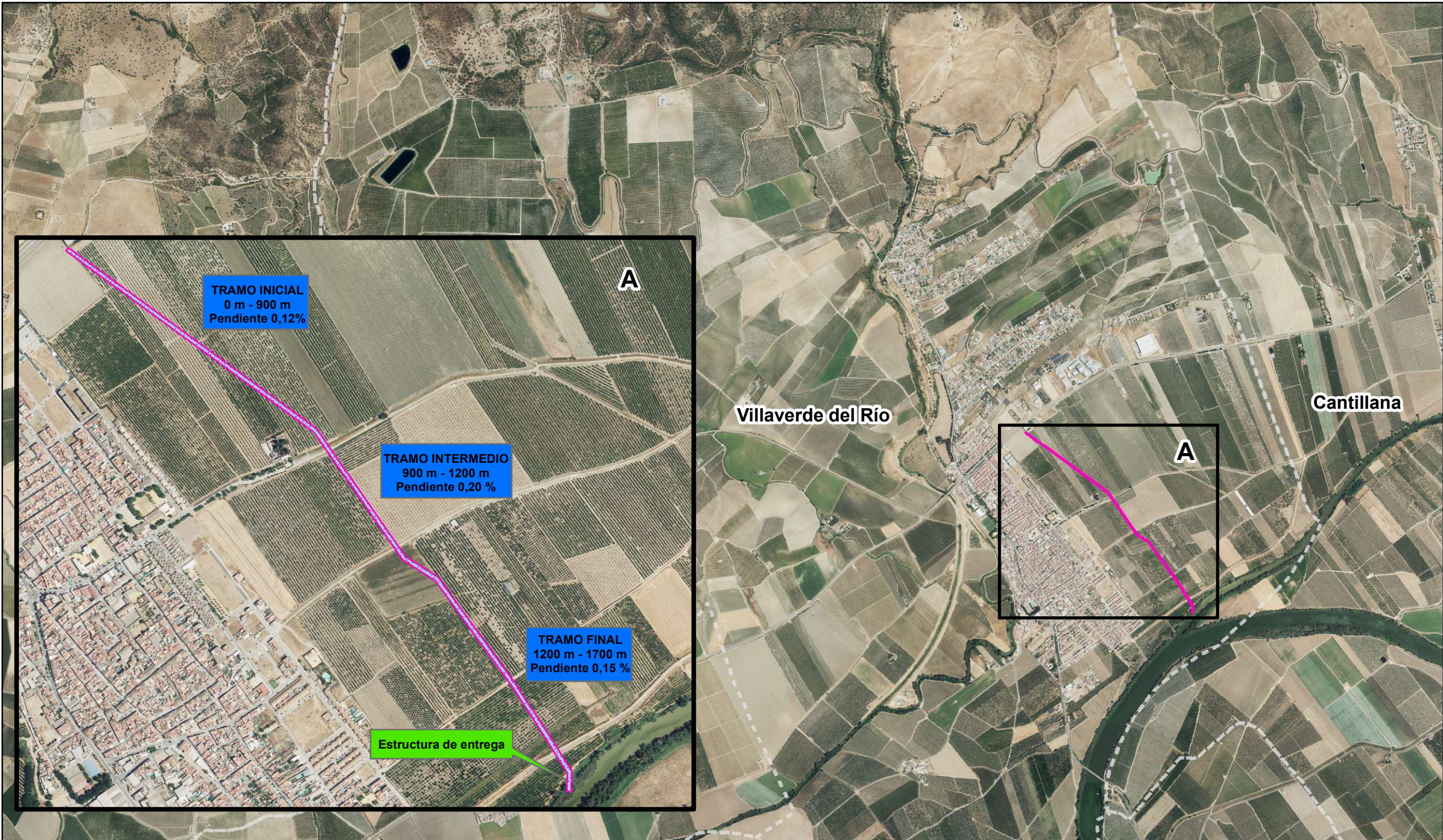


ÁMBITO



SITUACIÓN





ESCALA

GRÁFICA

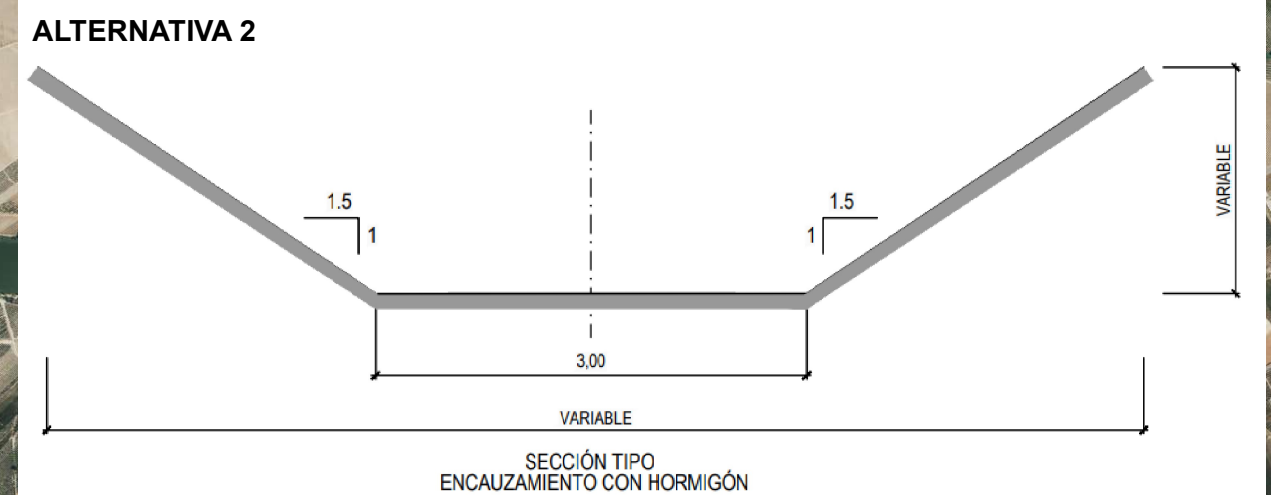
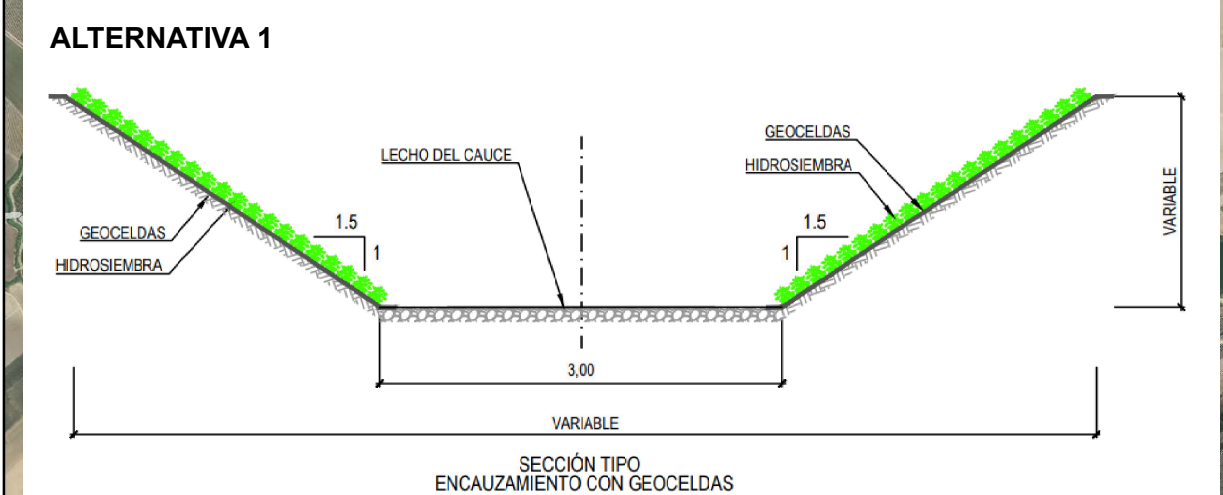
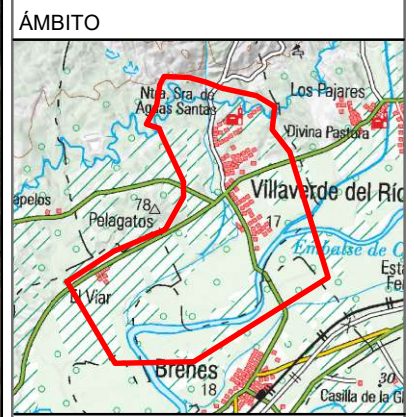
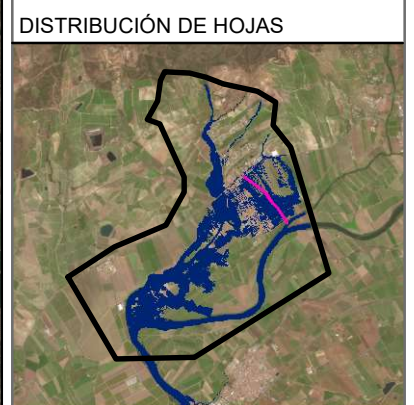
0 250 500 1.000 m

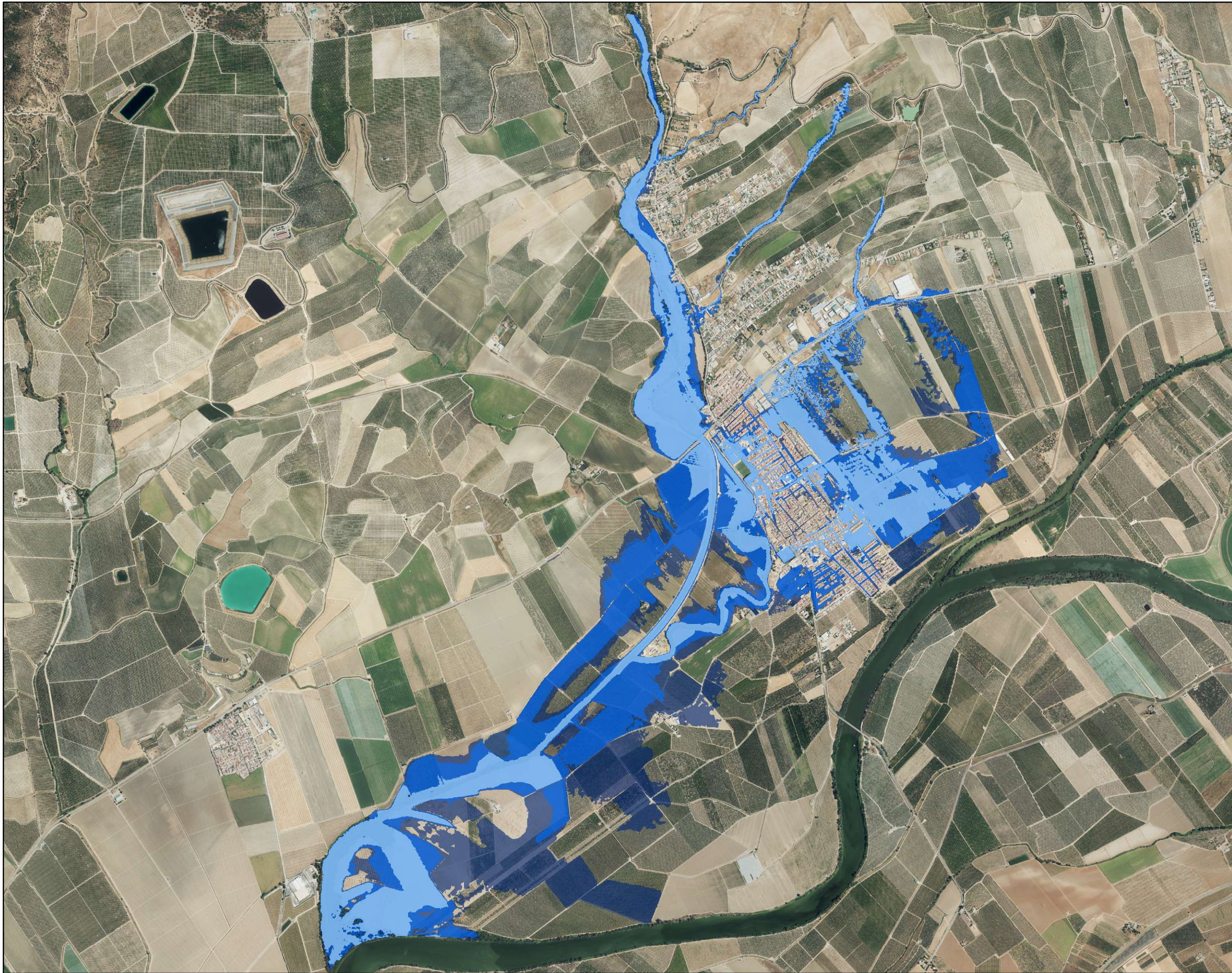
NUMÉRICA

1:30.000

Original en A-3

N





ESCALA

GRÁFICA

0 250 500 m

NUMÉRICA

1:25.000

Original en A-3

N

Legenda

Zona inundable T010

Zona inundable T100

Zona inundable T500





ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

1:10.000

Original en A-3

N

Leyenda

Zona inundable T010

Zona inundable T100

Zona inundable T500

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS

1

2

3

4

ÁMBITO

Ntra. Sra. de
Agua Santa

Los Pajares

Divina Pastor

Villaverde de

78

17

Pelagatos

Viñar

Brenes

SITUACIÓN

ESPAÑA

PORTUGAL

FRANCIA

ITALIA

GRUPO DE ISLAS

BALEARES

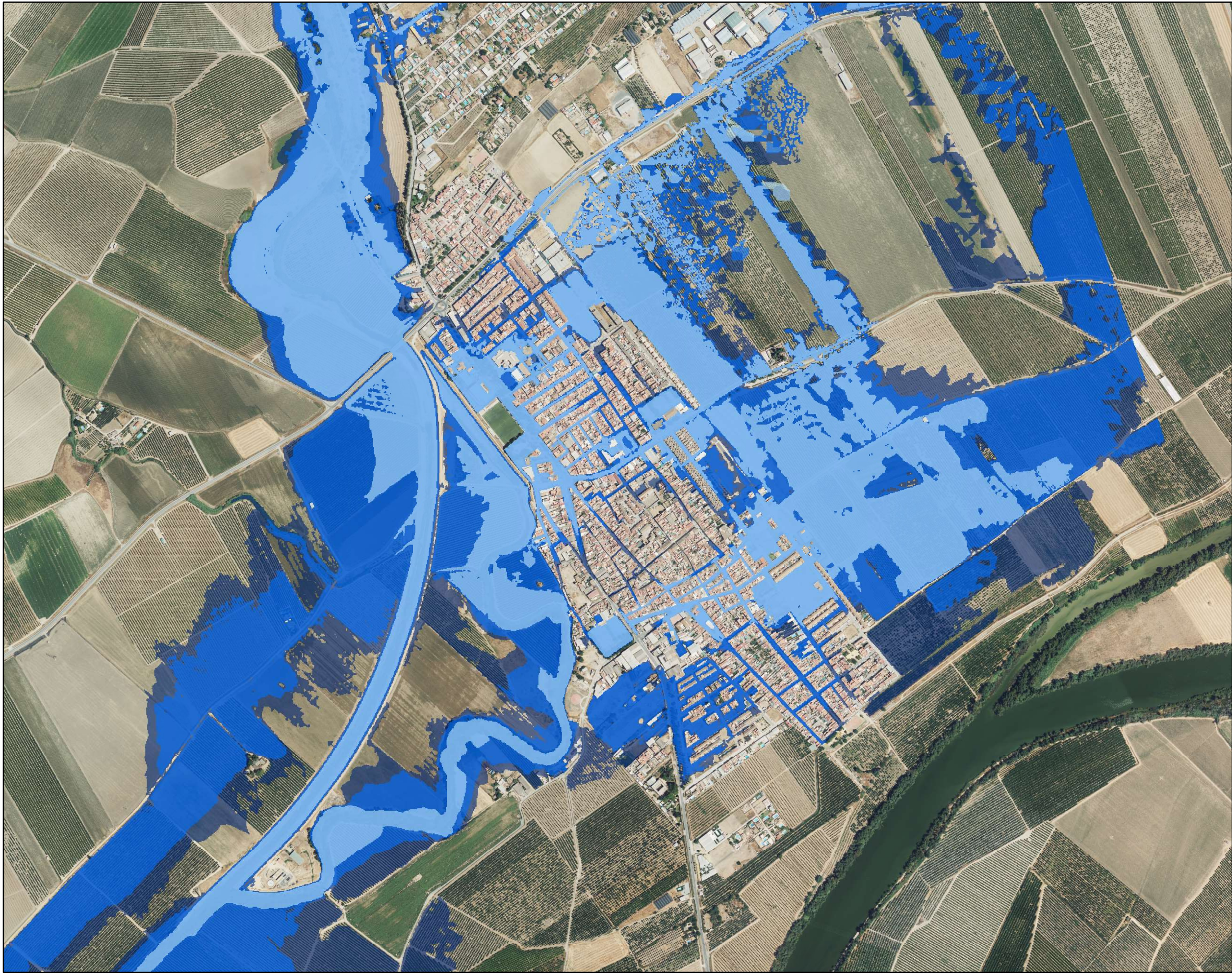
CANARIAS

CEUTA

MELILLA

MAR MEDITERRANEO

MAR ATLÁNTICO



ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

1:10.000

Original en A-3

N

Legenda

Zona inundable T010

Zona inundable T100

Zona inundable T500

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS

ÁMBITO

SITUACIÓN



ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

1:10.000

Original en A-3

N

Legenda

Zona inundable T010

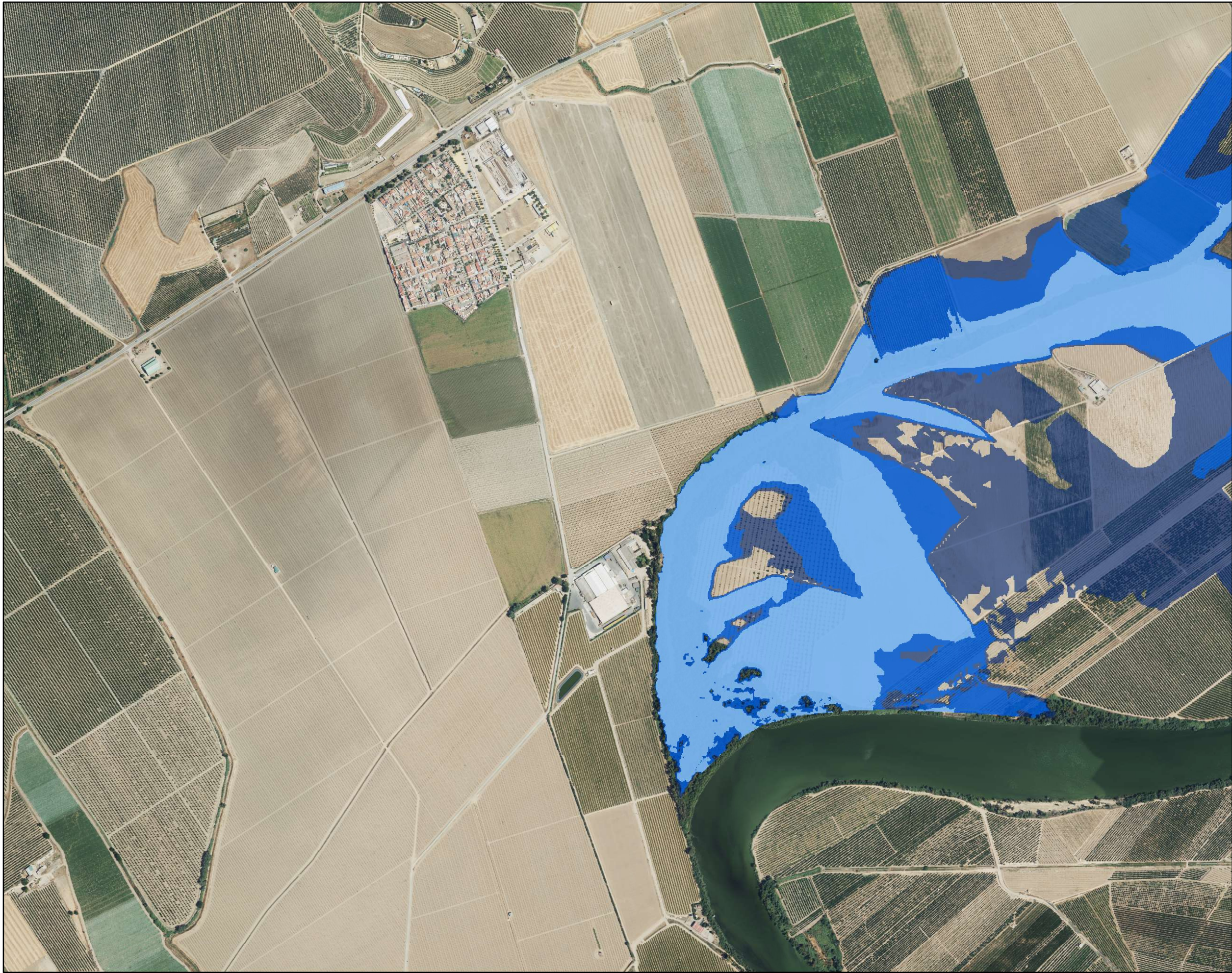
Zona inundable T100

Zona inundable T500

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS

ÁMBITO

SITUACIÓN



ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

1:10.000

Original en A-3

N

Leyenda

Zona inundable T010

Zona inundable T100

Zona inundable T500

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS

ÁMBITO

SITUACIÓN



ESCALA

GRÁFICA

0 250 500 m

NUMÉRICA

1:25.000

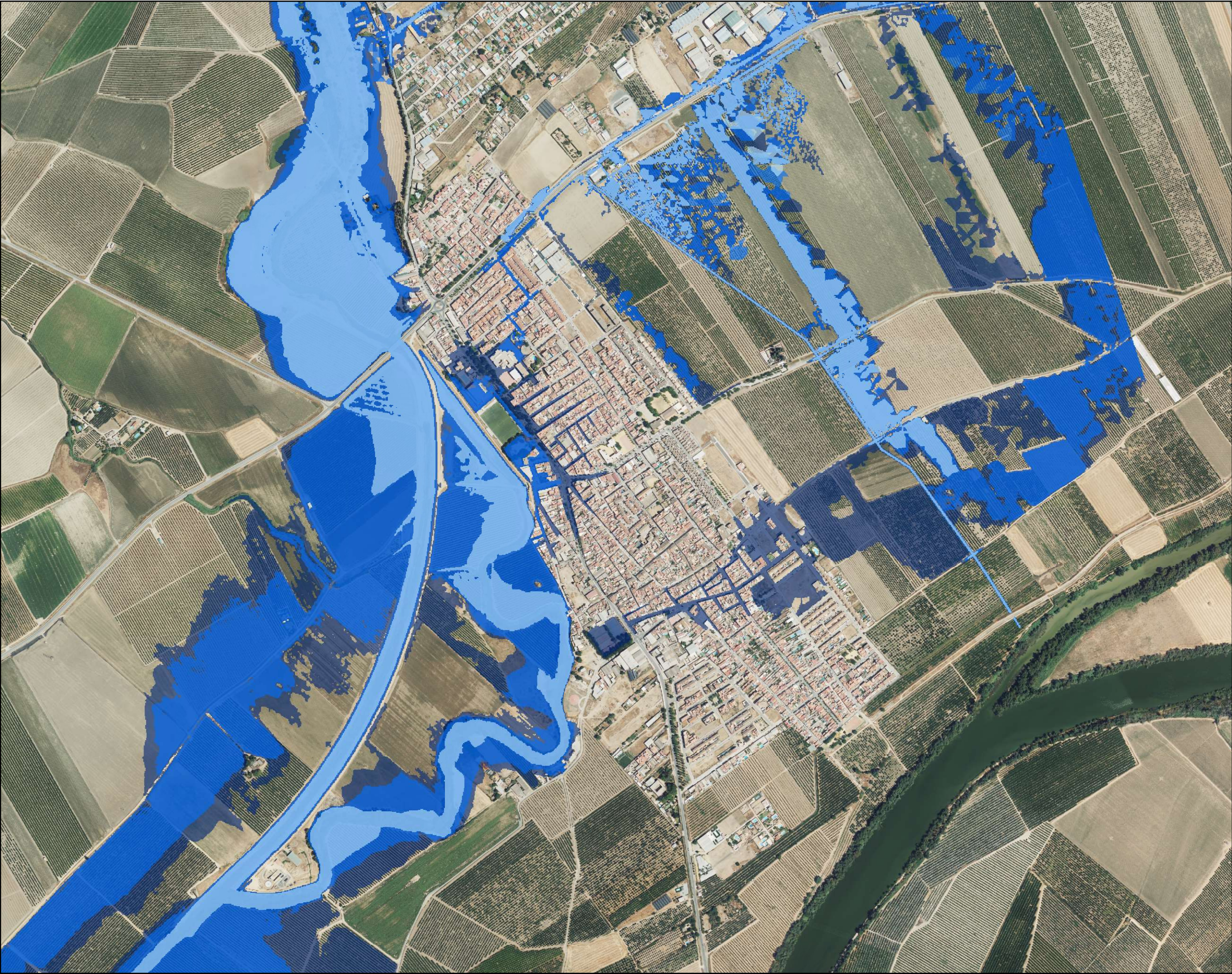
Original en A-3

N

Leyenda

- Zona inundable T010
- Zona inundable T100
- Zona inundable T500





ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

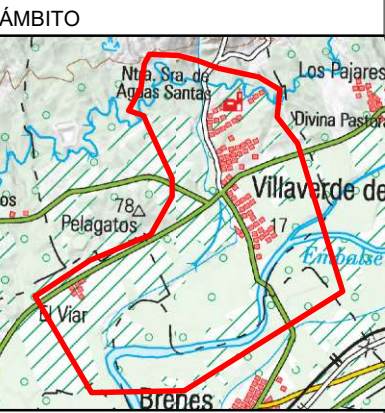
1:10.000

Original en A-3

N

Legenda

- Zona inundable T010
- Zona inundable T100
- Zona inundable T500





ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

1:10.000

Original en A-3

N

Legenda

Zona inundable T010

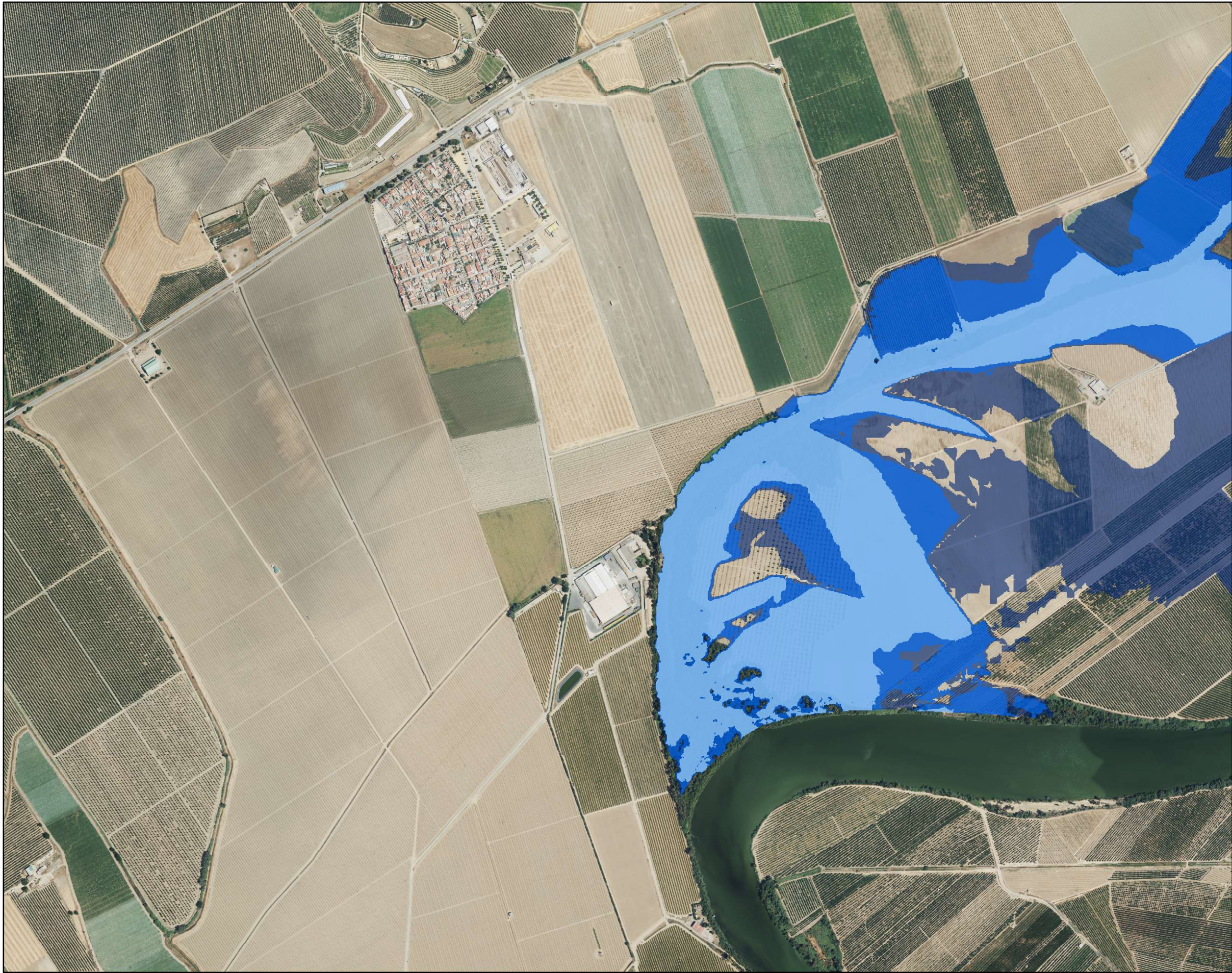
Zona inundable T100

Zona inundable T500

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS

ÁMBITO

SITUACIÓN



ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

1:10.000

Original en A-3

N

Leyenda

Zona inundable T010

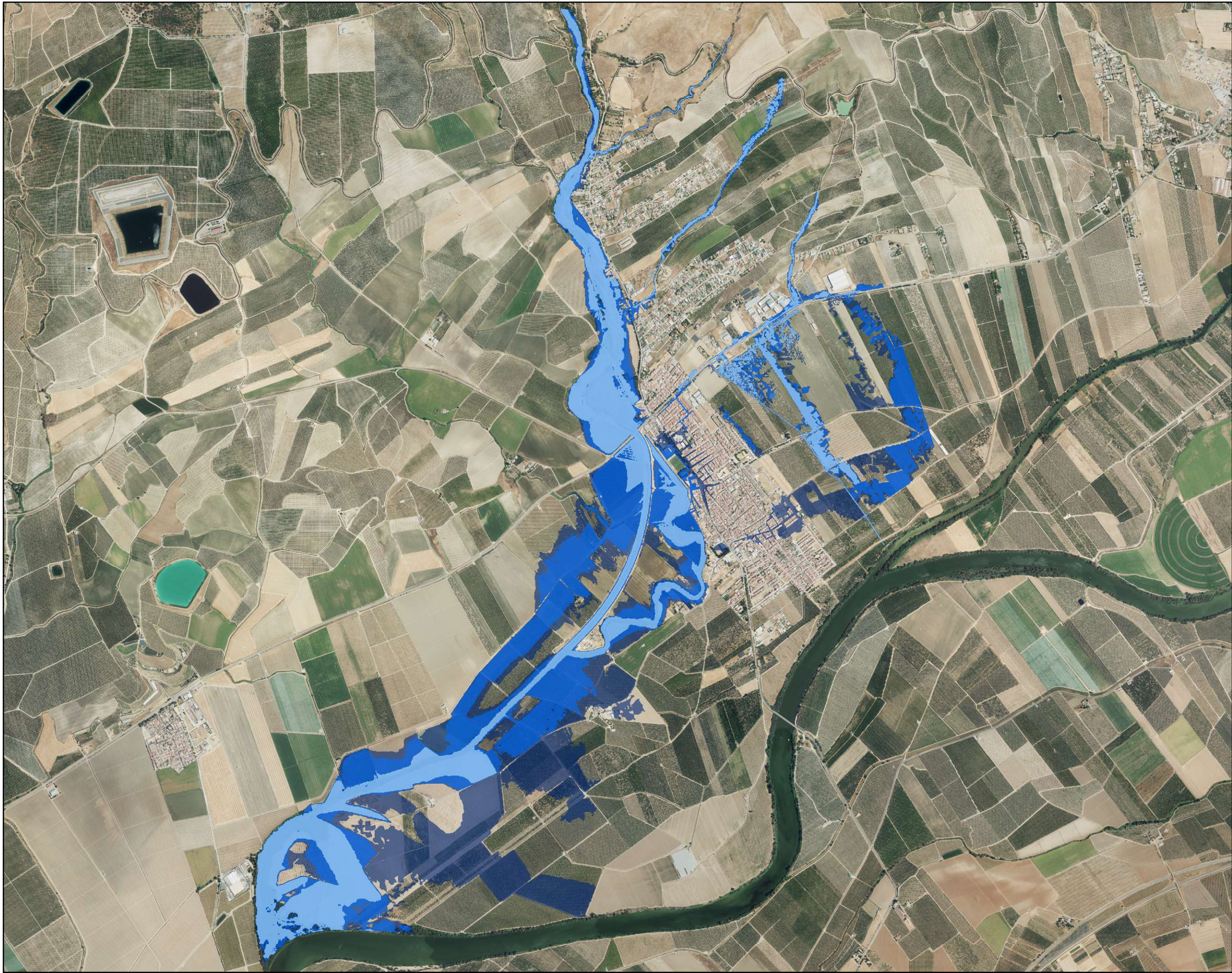
Zona inundable T100

Zona inundable T500

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS

ÁMBITO

SITUACIÓN



ESCALA

GRÁFICA

0 250 500 m

NUMÉRICA

1:25.000

Original en A-3

N

Leyenda

Zona inundable T010

Zona inundable T100

Zona inundable T500

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS

ÁMBITO

SITUACIÓN



ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

1:10.000

Original en A-3

N

Leyenda

Zona inundable T010

Zona inundable T100

Zona inundable T500

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS

1

2

3

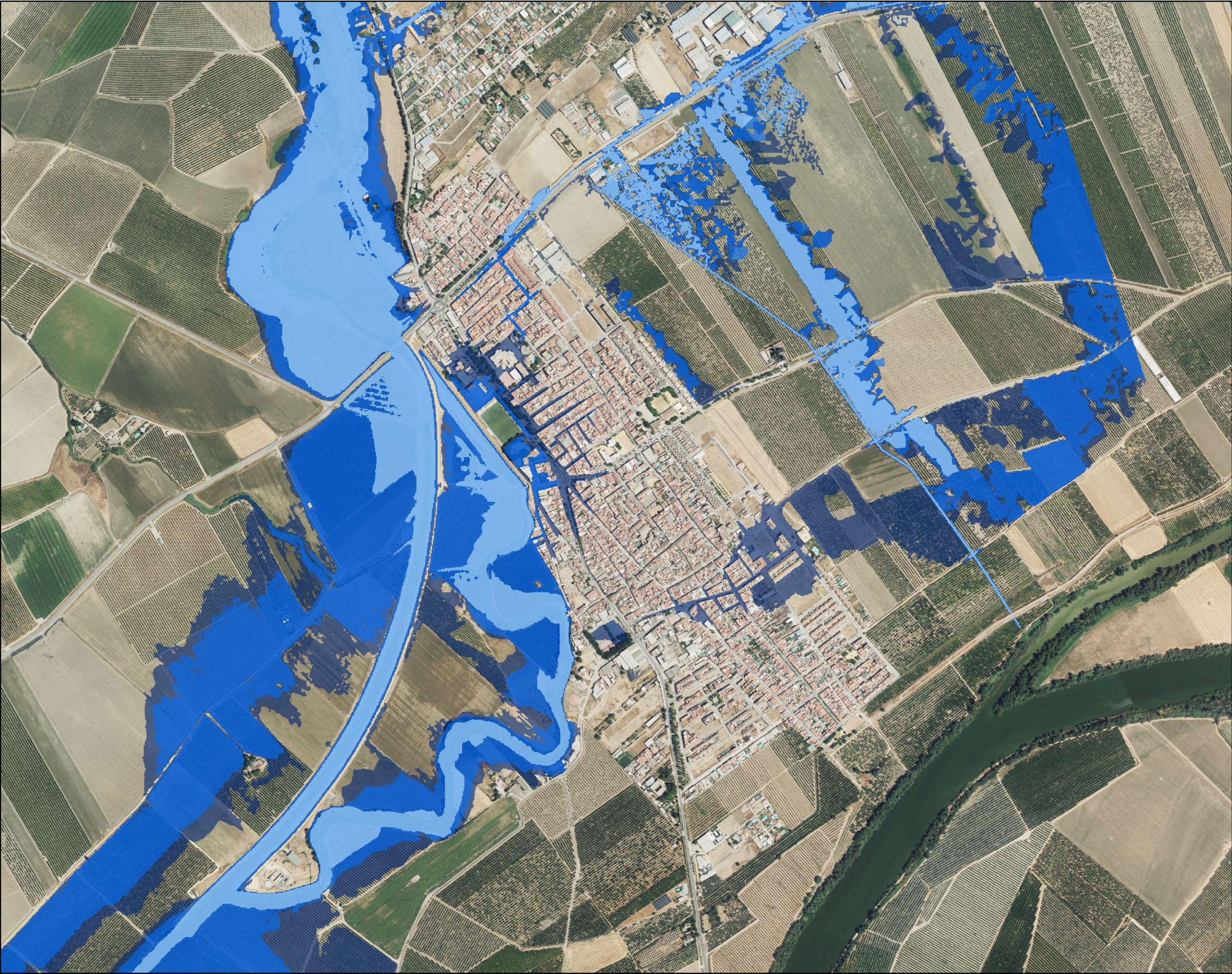
4

ÁMBITO

Ntra. Sra. de las Aguilas, Los Peñales, Divina Pastora, Villaverde del Río, Pelagatos, Bienes, Casilla de Ja.

SITUACIÓN

Mapa de España



ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

1:10.000

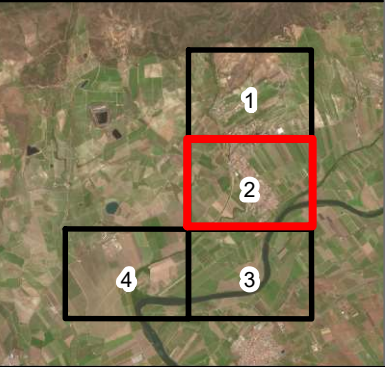
Original en A-3

N

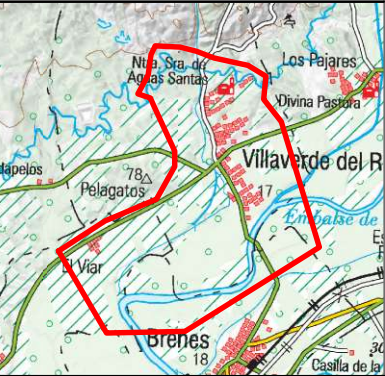
Legenda

- Zona inundable T010
- Zona inundable T100
- Zona inundable T500

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS



ÁMBITO



SITUACIÓN





ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

1:10.000

Original en A-3

N

Legenda

Zona inundable T010

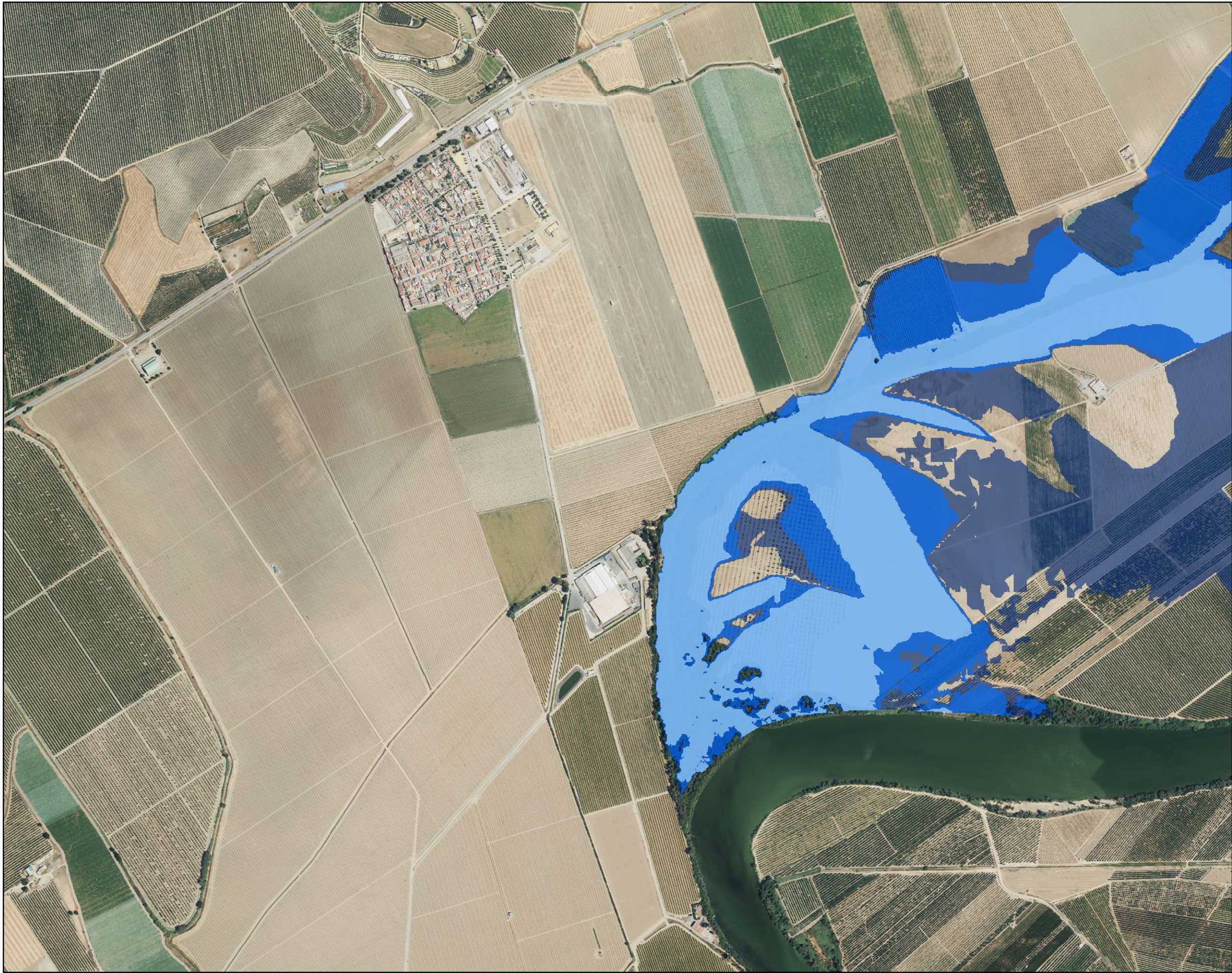
Zona inundable T100

Zona inundable T500

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS

ÁMBITO

SITUACIÓN



ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

1:10.000

Original en A-3

N

Leyenda

Zona inundable T010

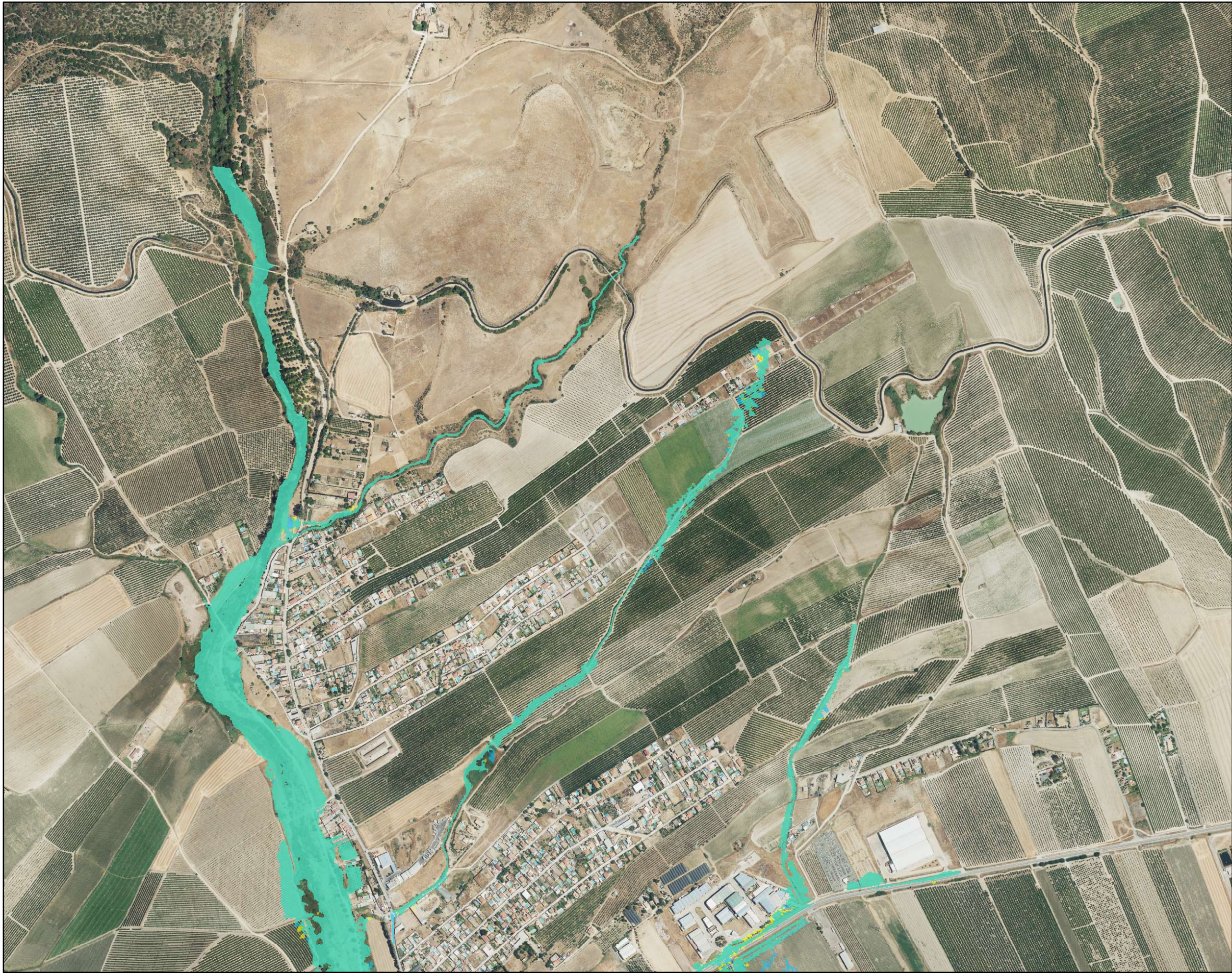
Zona inundable T100

Zona inundable T500

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS

ÁMBITO

SITUACIÓN



ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

1:10.000

Original en A-3

N

Leyenda

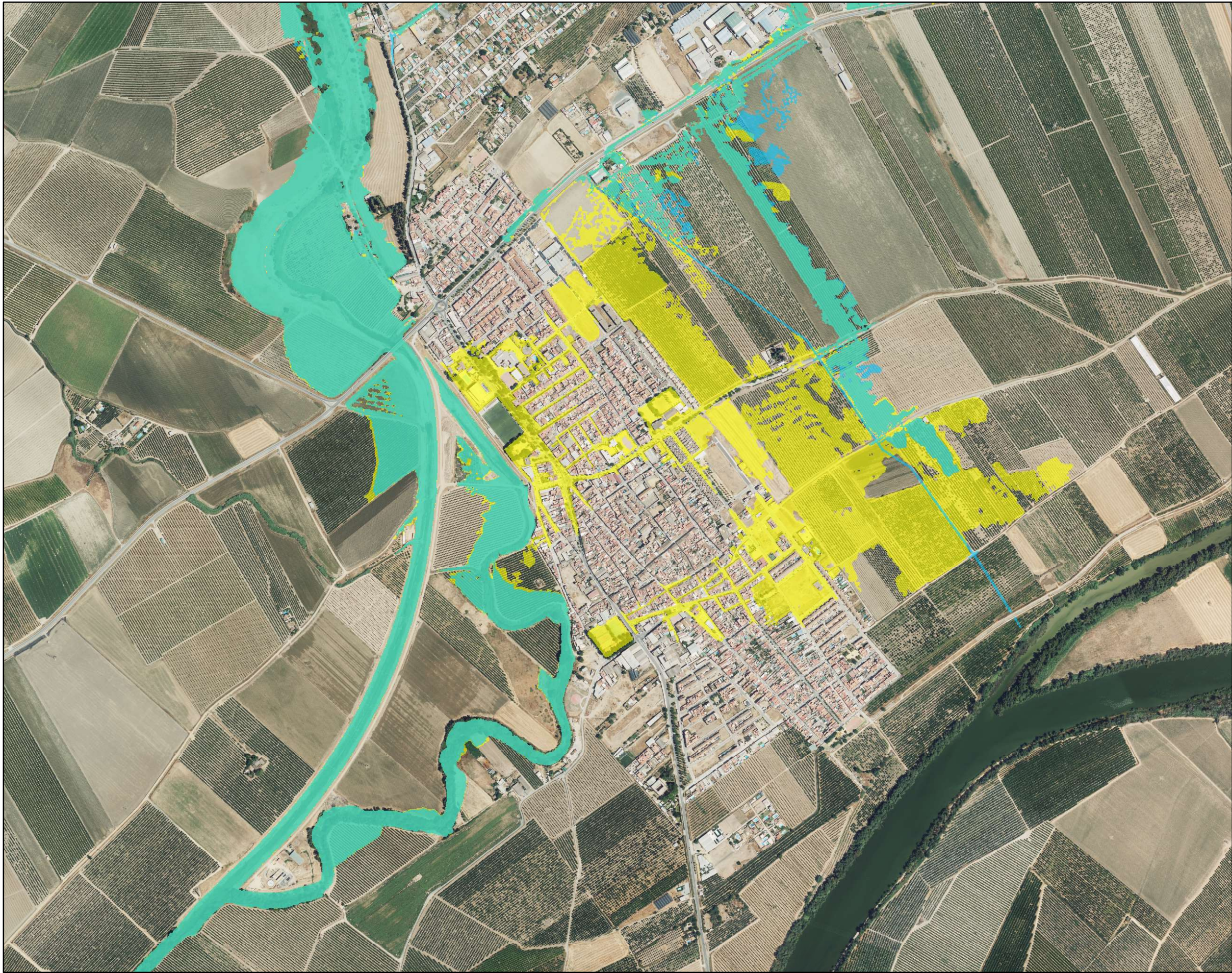
Zona inundable T010
Situación actual

Zona inundable T010
Alternativa 1

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS

ÁMBITO

SITUACIÓN



ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

1:10.000

Original en A-3

Leyenda

Zona inundable T010
Situación actual

Zona inundable T010
Alternativa 1

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS

ÁMBITO

SITUACIÓN



ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

1:10.000

Original en A-3

N

Leyenda

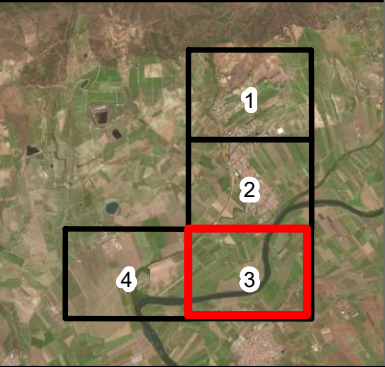
Zona inundable T010
Situación actual



Zona inundable T010
Alternativa 1



DISTRIBUCIÓN DE HOJAS



ÁMBITO



SITUACIÓN





ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

1:10.000

Original en A-3

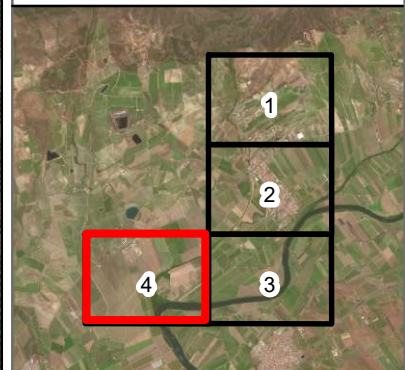
N

Leyenda

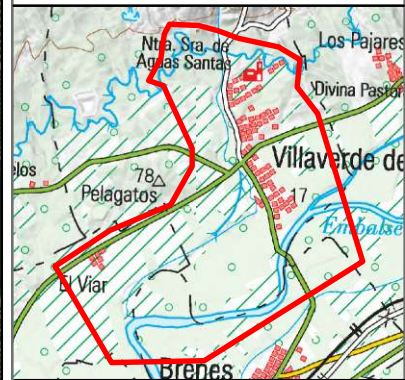
Zona inundable T010
Situación actual

Zona inundable T010
Alternativa 1

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS

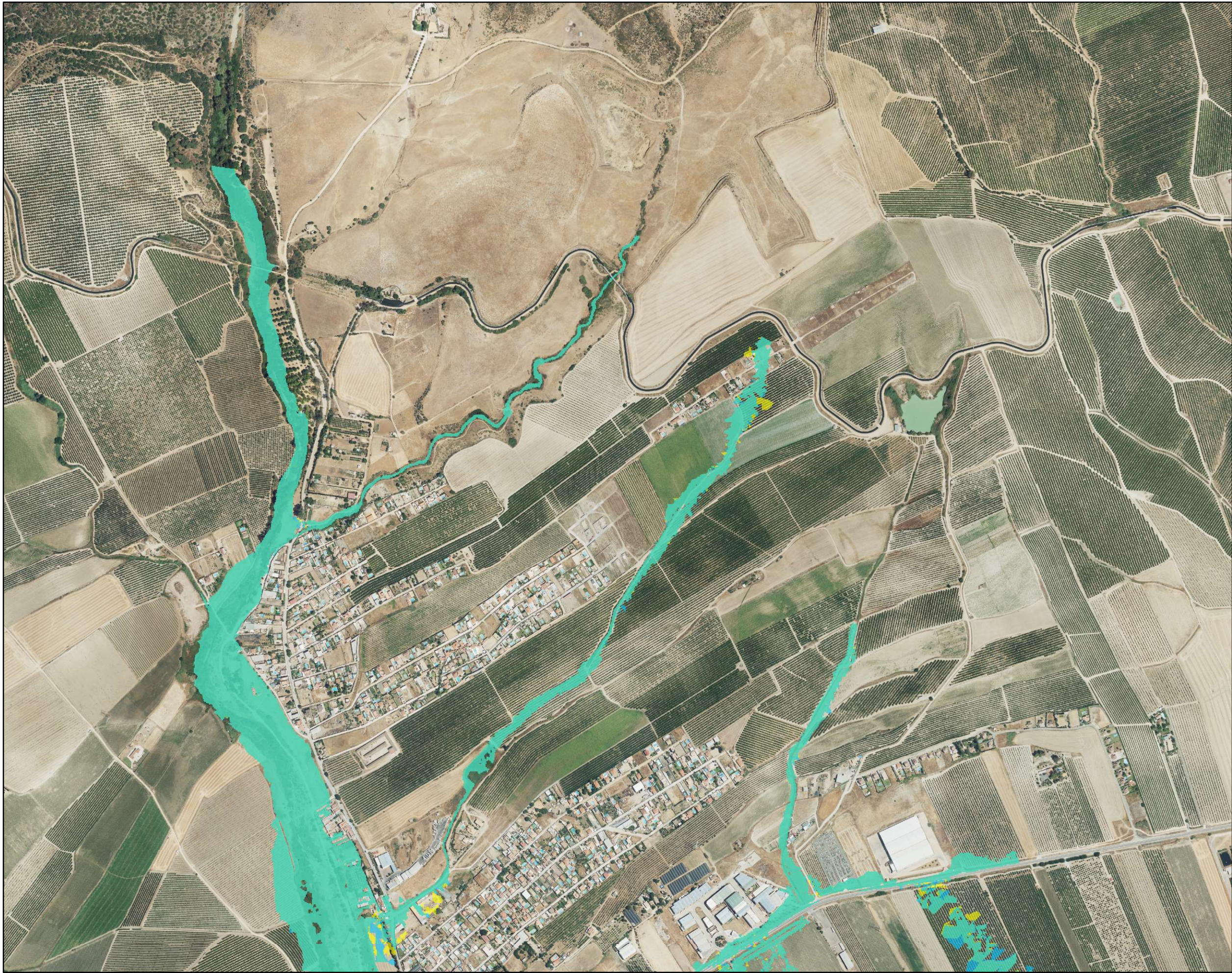


ÁMBITO



SITUACIÓN





ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

1:10.000

Original en A-3

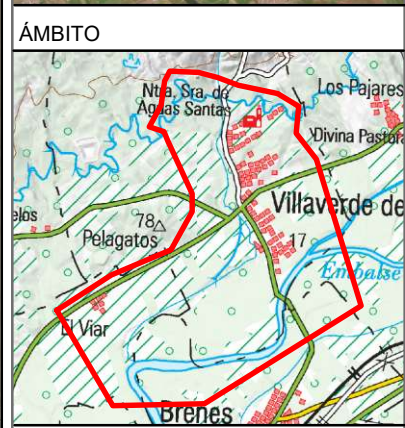
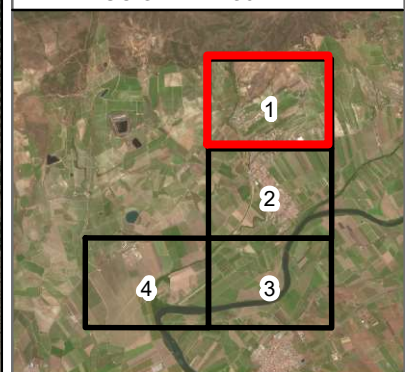
N

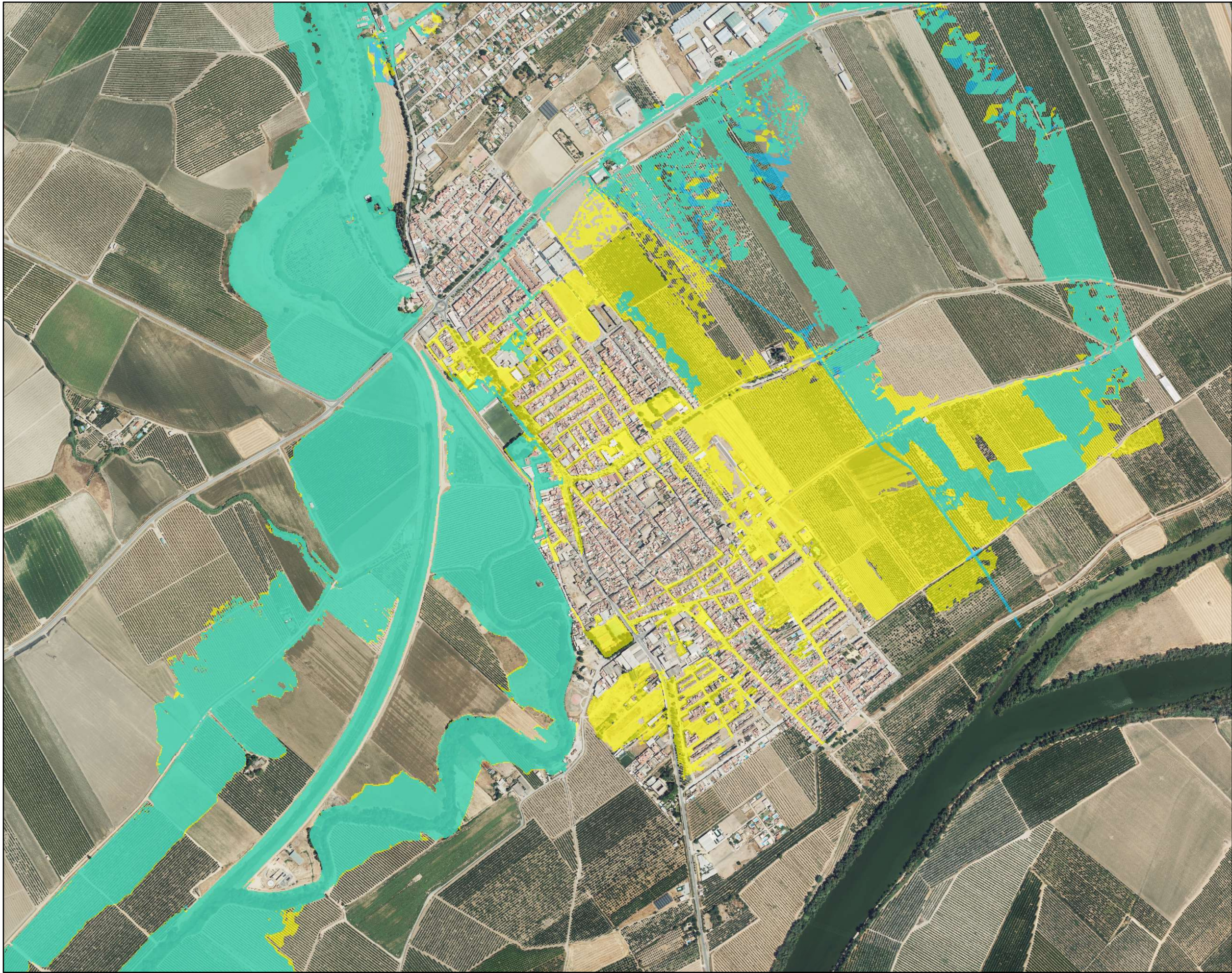
Leyenda

Zona inundable T100
Situación actual

Zona inundable T100
Alternativa 1

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS





ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

1:10.000

Original en A-3

N

Leyenda

Zona inundable T100
Situación actual

Zona inundable T100
Alternativa 1

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS

ÁMBITO

SITUACIÓN



ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

1:10.000

Original en A-3

N

Leyenda

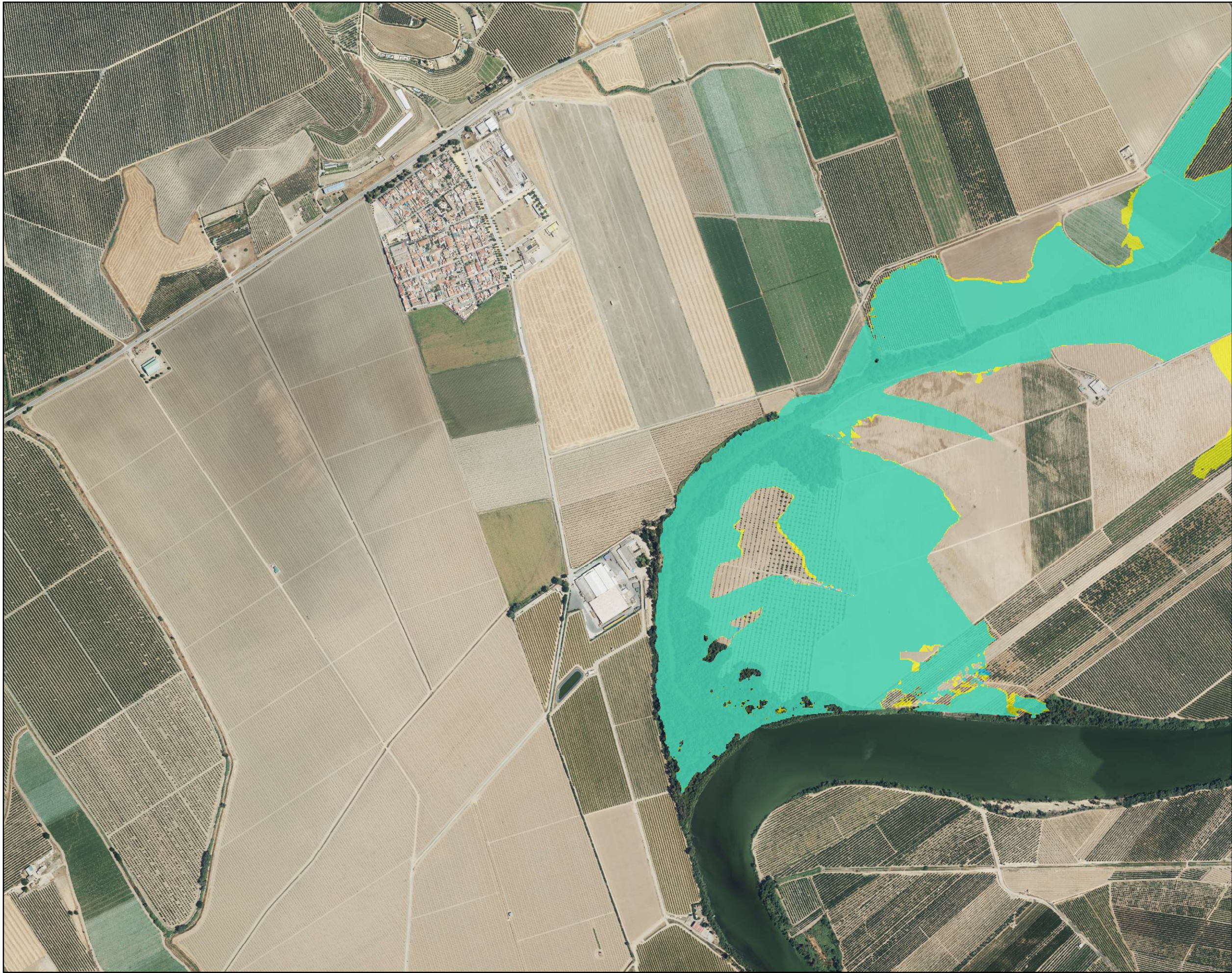
Zona inundable T100
Situación actual

Zona inundable T100
Alternativa 1

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS

ÁMBITO

SITUACIÓN



ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

1:10.000

Original en A-3

N

Leyenda

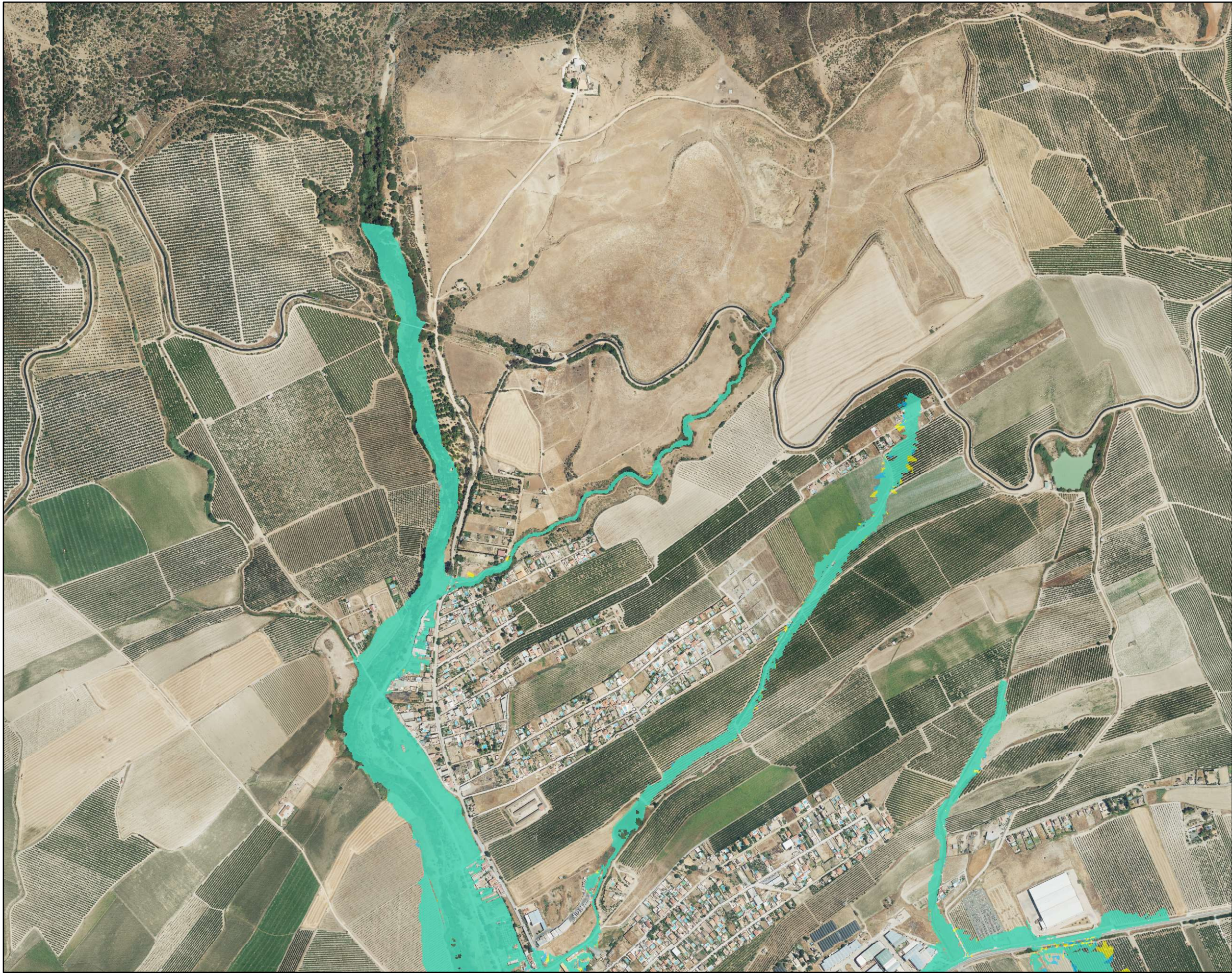
Zona inundable T100
Situación actual

Zona inundable T100
Alternativa 1

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS

ÁMBITO

SITUACIÓN



ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

1:10.000

Original en A-3

N

Leyenda

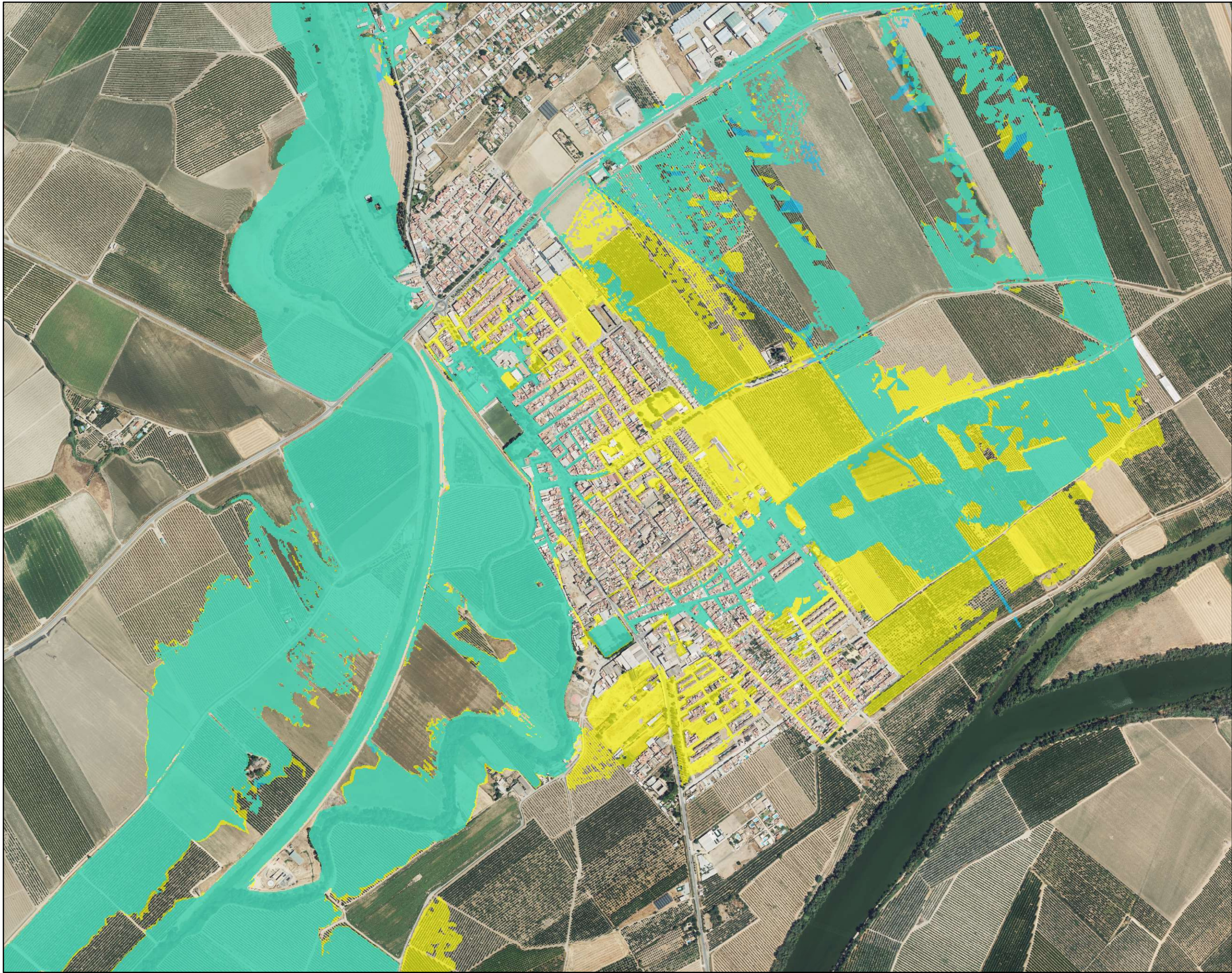
Zona inundable T500
Situación actual

Zona inundable T500
Alternativa 1

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS

ÁMBITO

SITUACIÓN



ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

1:10.000

Original en A-3

N

Leyenda

Zona inundable T500
Situación actual

Zona inundable T500
Alternativa 1

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS

ÁMBITO

SITUACIÓN



ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

1:10.000

Original en A-3

N

Leyenda

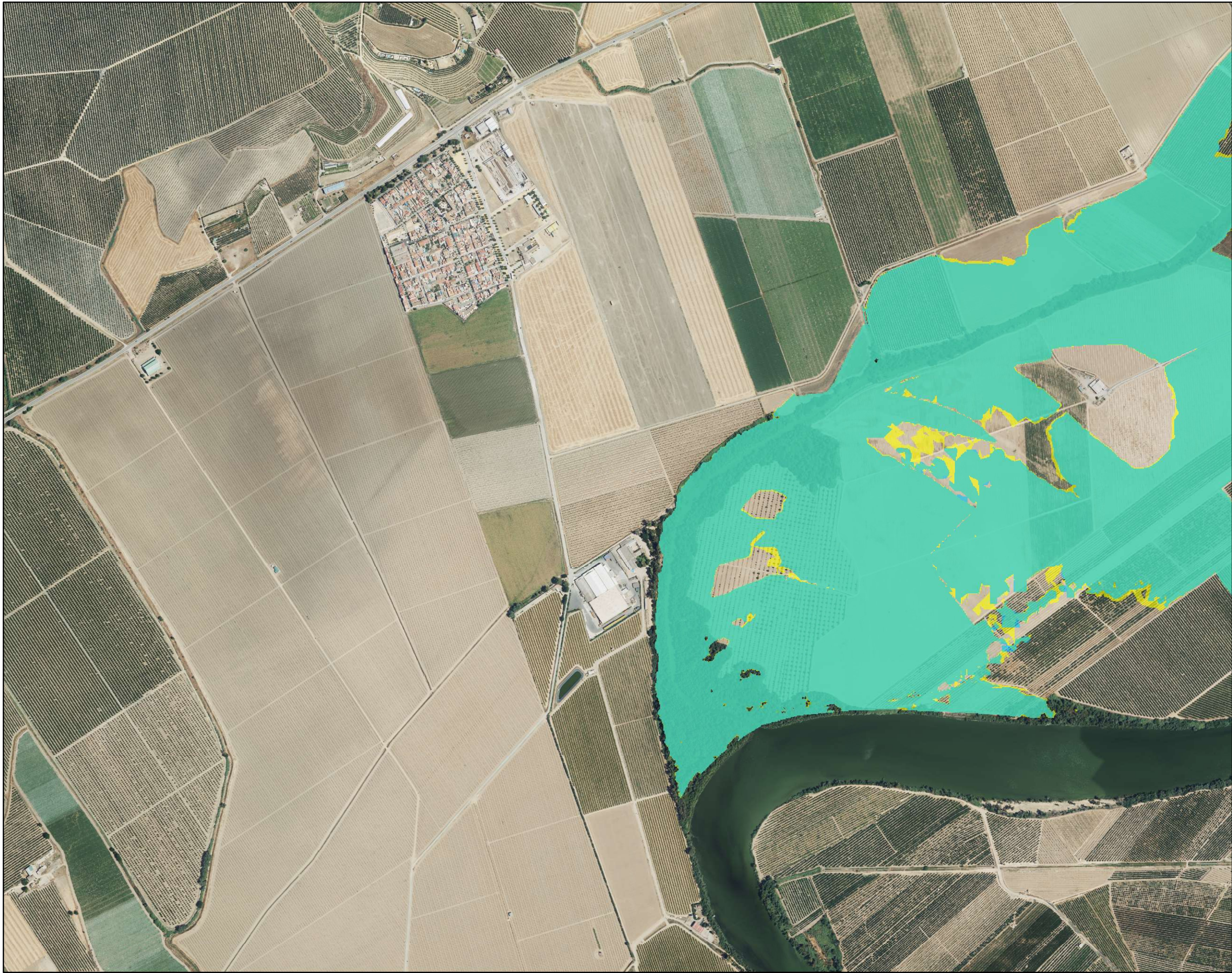
Zona inundable T500
Situación actual

Zona inundable T500
Alternativa 1

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS

ÁMBITO

SITUACIÓN



ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

1:10.000

Original en A-3

N

Leyenda

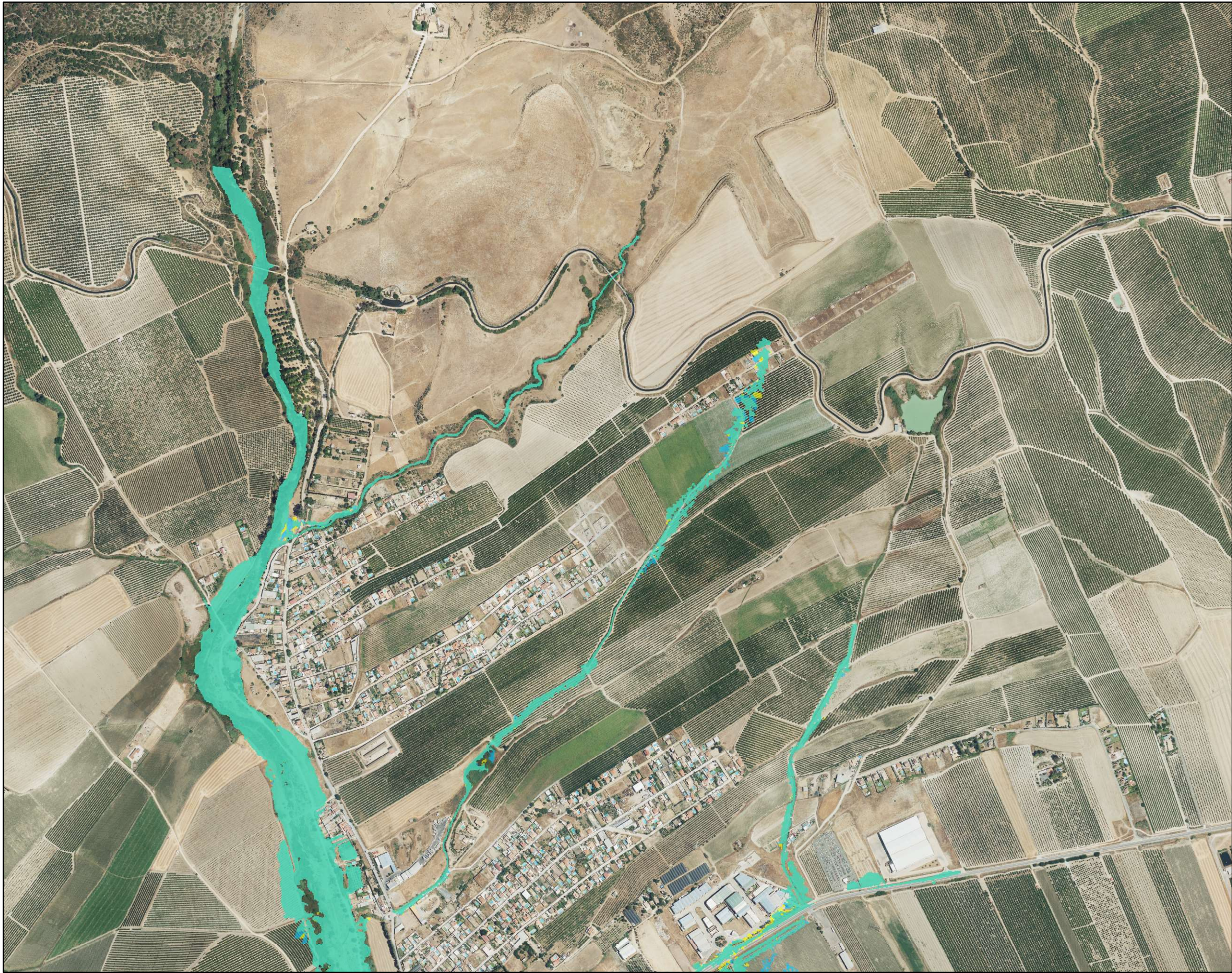
Zona inundable T500
Situación actual

Zona inundable T500
Alternativa 1

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS

ÁMBITO

SITUACIÓN



ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

1:10.000

Original en A-3

N

Leyenda

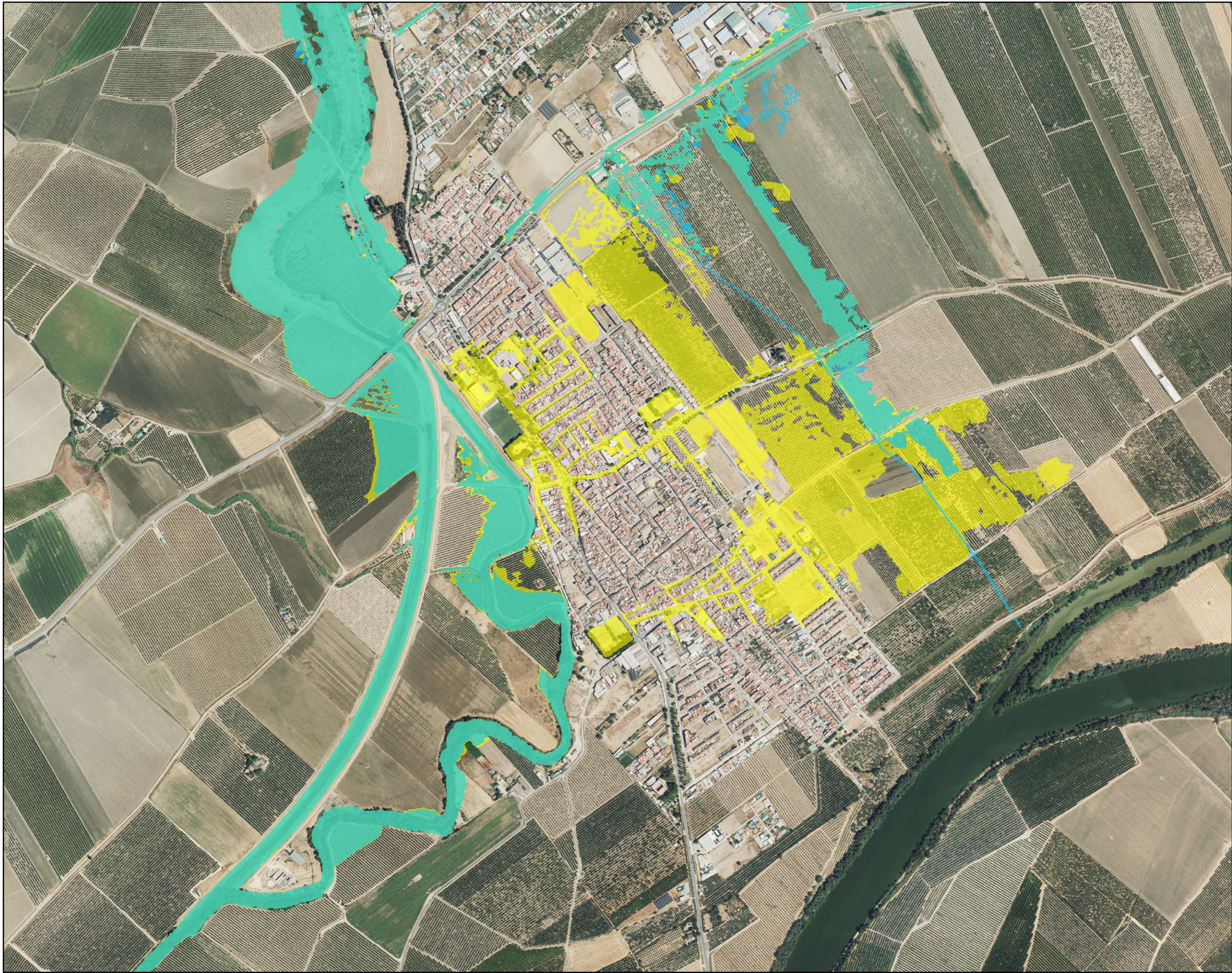
Zona inundable T010
Situación actual

Zona inundable T010
Alternativa 2

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS

ÁMBITO

SITUACIÓN



ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

1:10.000

Original en A-3

N

Leyenda

Zona inundable T010
Situación actual

Zona inundable T010
Alternativa 2

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS

ÁMBITO

SITUACIÓN



ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

1:10.000

Original en A-3

N

Leyenda

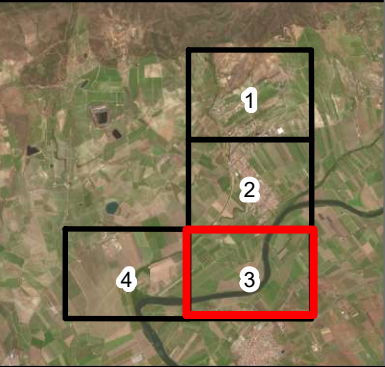
Zona inundable T010
Situación actual



Zona inundable T010
Alternativa 2



DISTRIBUCIÓN DE HOJAS



ÁMBITO



SITUACIÓN





ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

1:10.000

Original en A-3

N

Leyenda

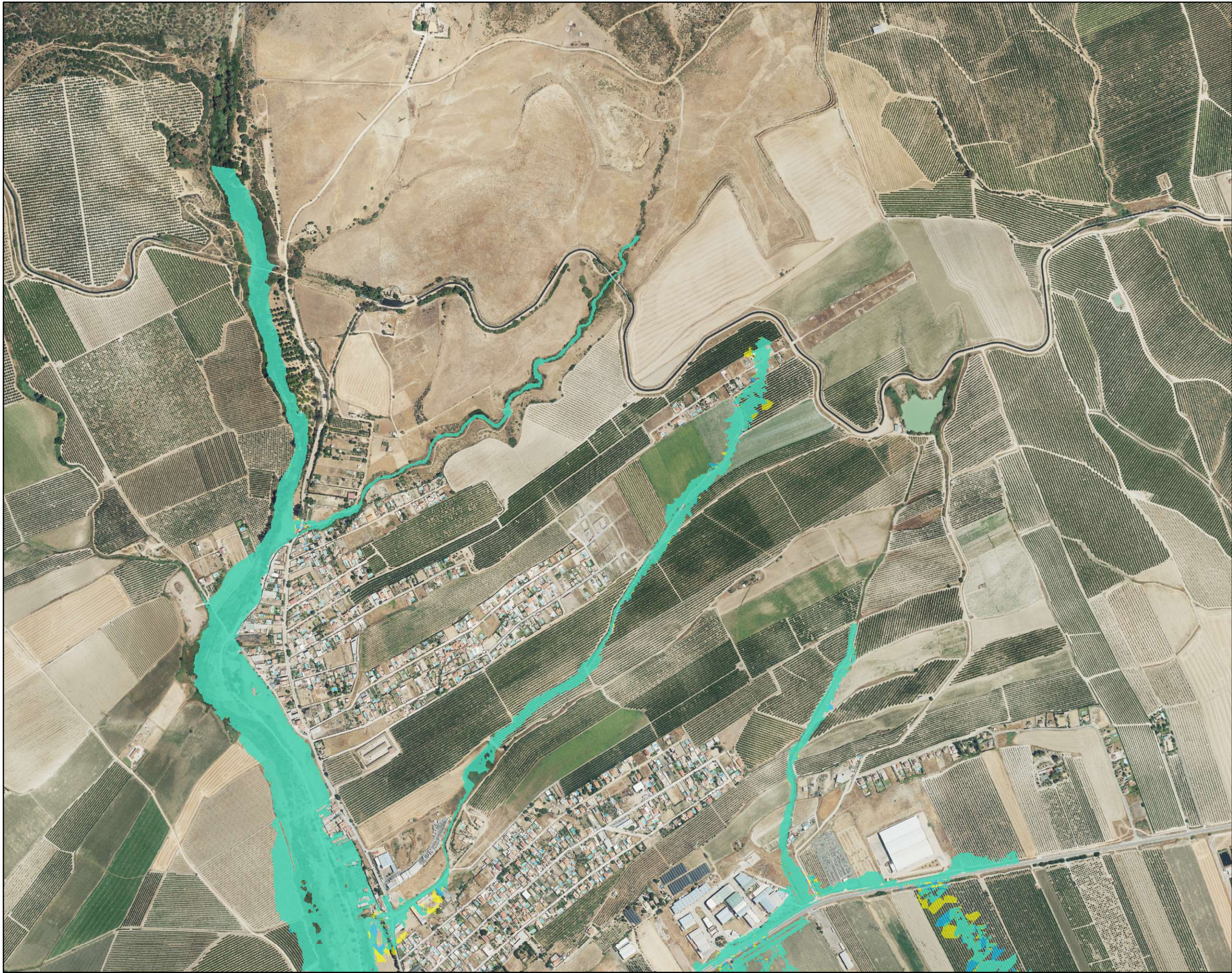
Zona inundable T010
Situación actual

Zona inundable T010
Alternativa 2

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS

ÁMBITO

SITUACIÓN



ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

1:10.000

Original en A-3

N

Leyenda

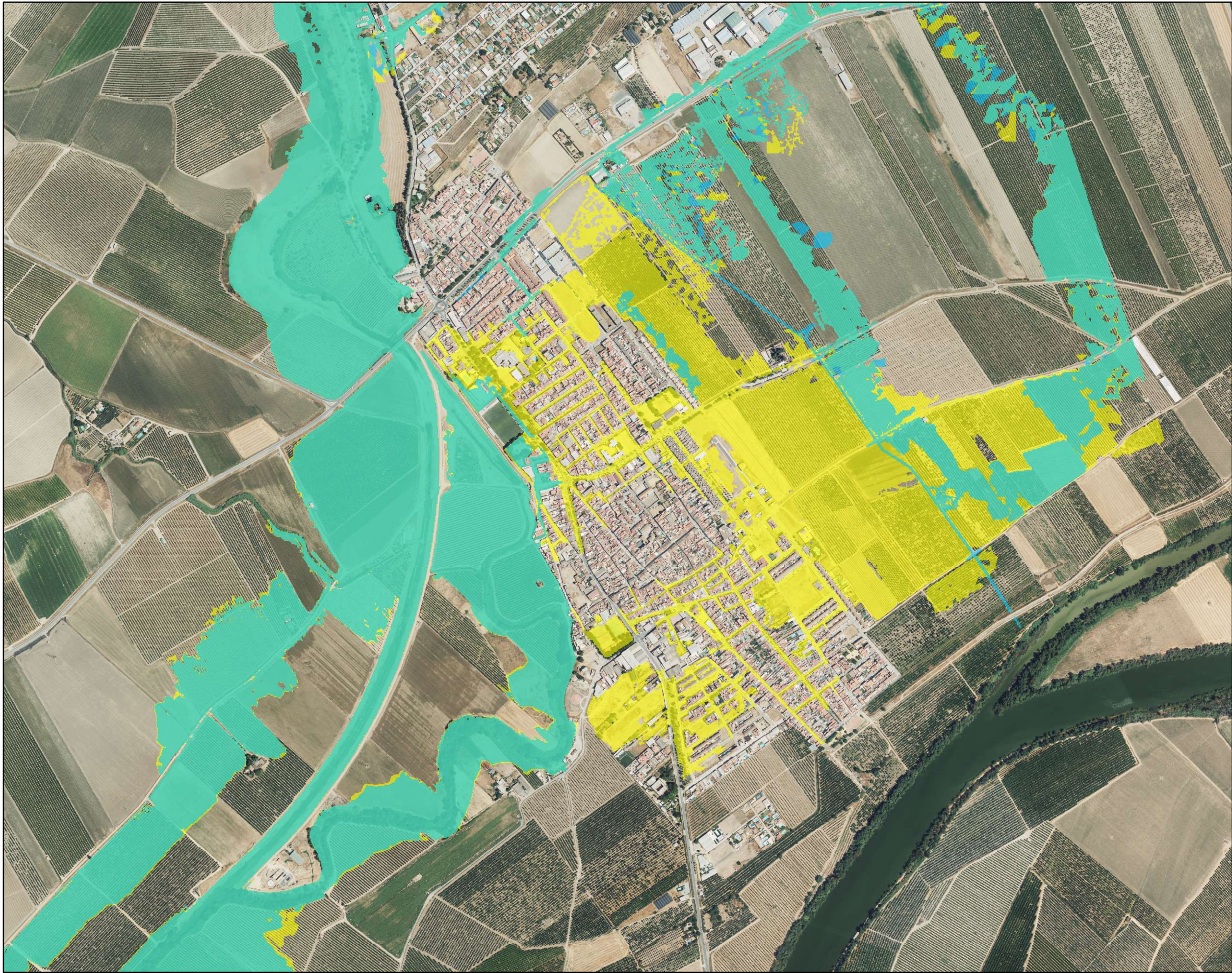
Zona inundable T100
Situación actual

Zona inundable T100
Alternativa 2

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS

ÁMBITO

SITUACIÓN



ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

1:10.000

Original en A-3

N

Leyenda

Zona inundable T100
Situación actual

Zona inundable T100
Alternativa 2

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS

ÁMBITO

SITUACIÓN



ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

1:10.000

Original en A-3

N

Leyenda

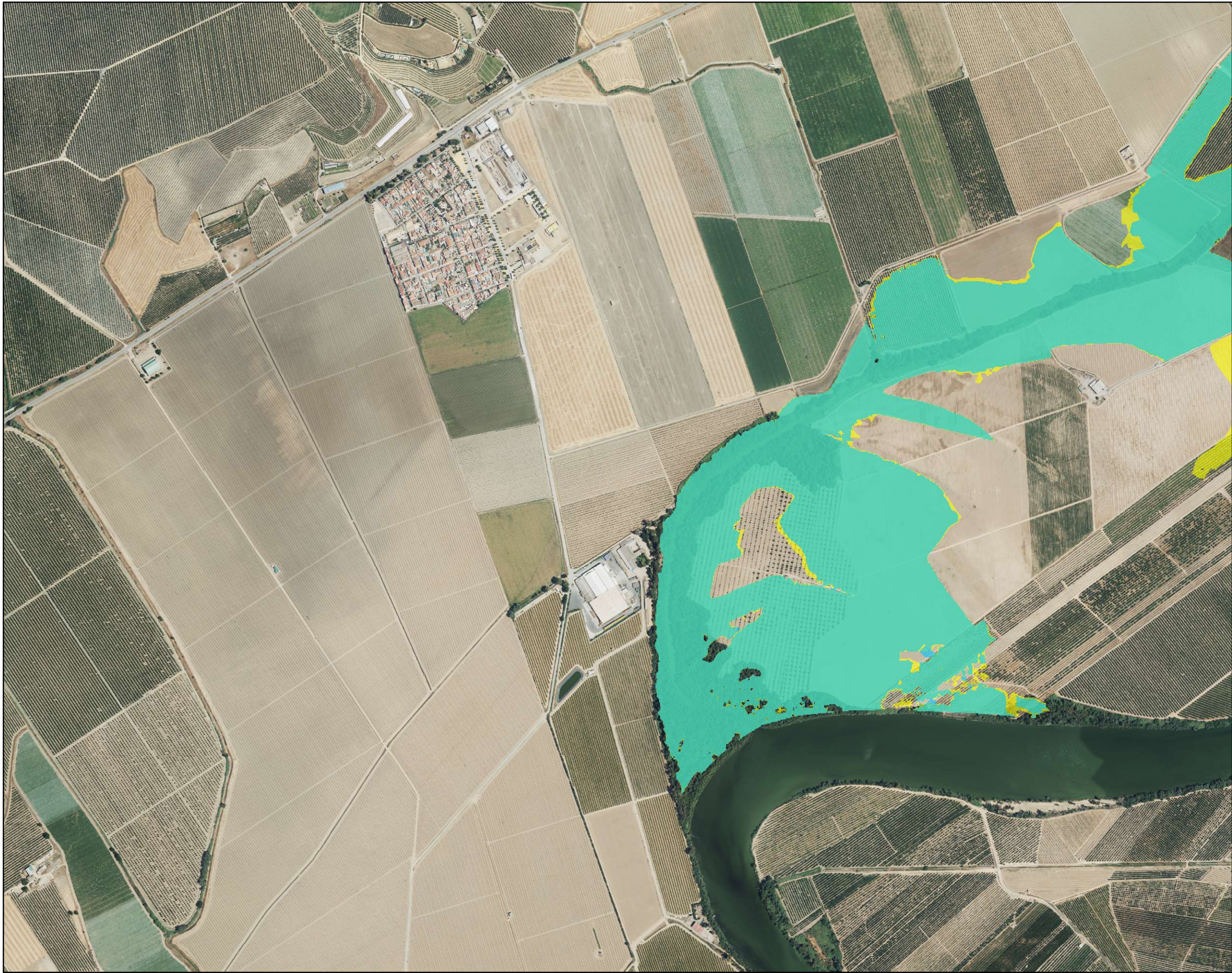
Zona inundable T100
Situación actual

Zona inundable T100
Alternativa 2

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS

ÁMBITO

SITUACIÓN



ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

1:10.000

Original en A-3

N

Leyenda

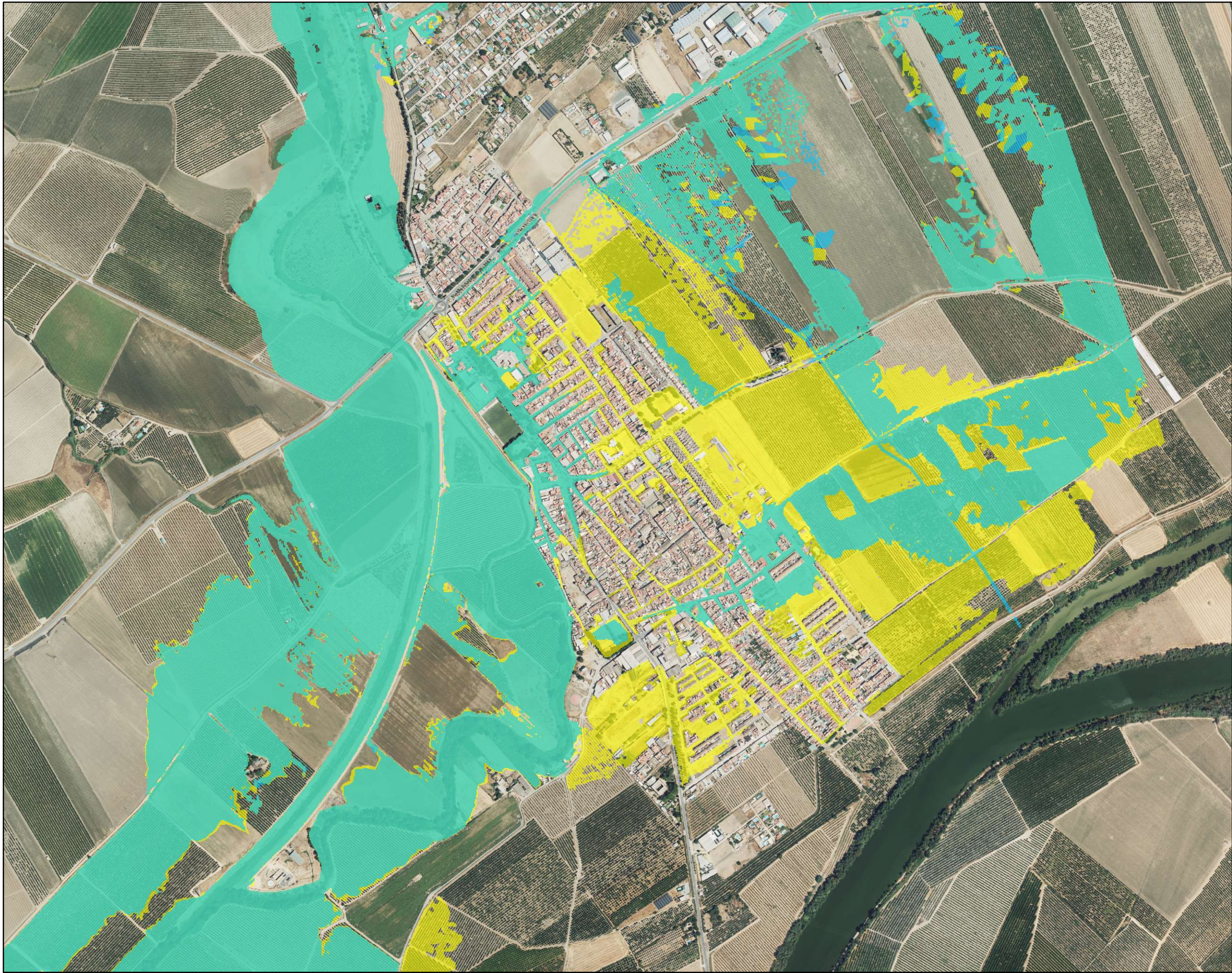
Zona inundable T100
Situación actual

Zona inundable T100
Alternativa 2

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS

ÁMBITO

SITUACIÓN



ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

1:10.000

Original en A-3

N

Leyenda

Zona inundable T500
Situación actual

Zona inundable T500
Alternativa 2

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS

ÁMBITO

SITUACIÓN



ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

1:10.000

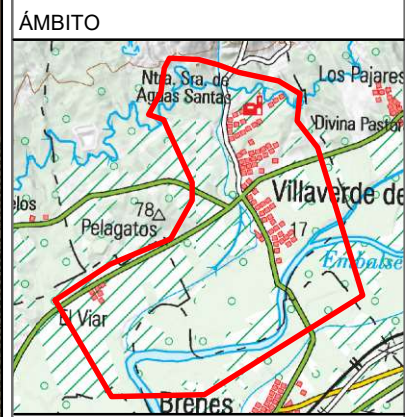
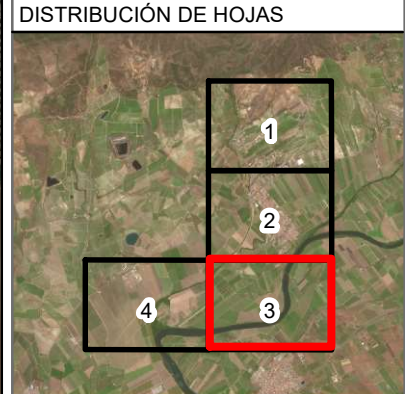
Original en A-3

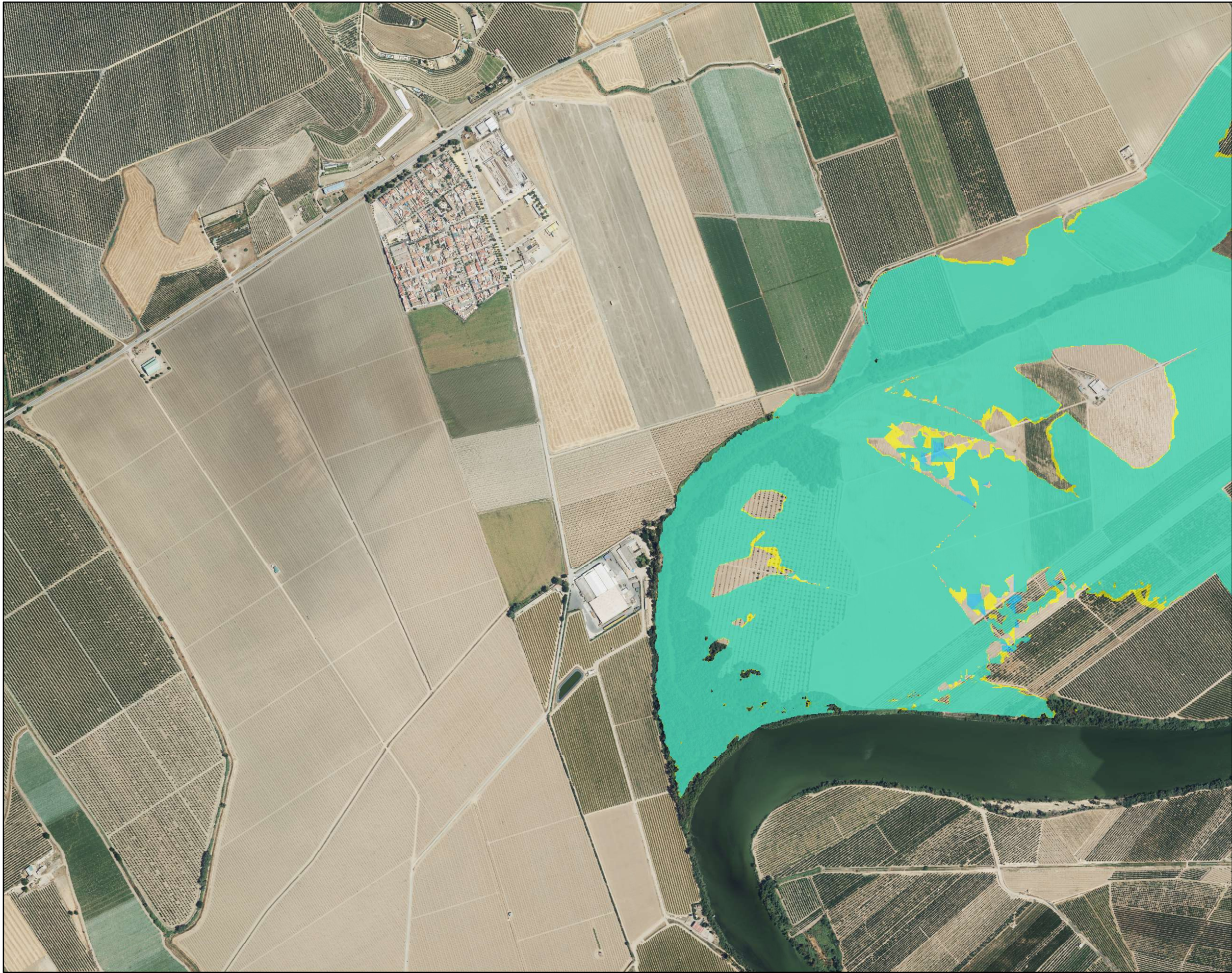
N

Leyenda

Zona inundable T500
Situación actual

Zona inundable T500
Alternativa 2





ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

1:10.000

Original en A-3

N

Leyenda

Zona inundable T500
Situación actual

Zona inundable T500
Alternativa 2

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS

ÁMBITO

SITUACIÓN



ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

1:10.000

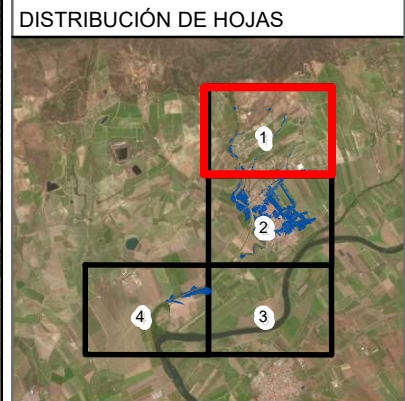
Original en A-3

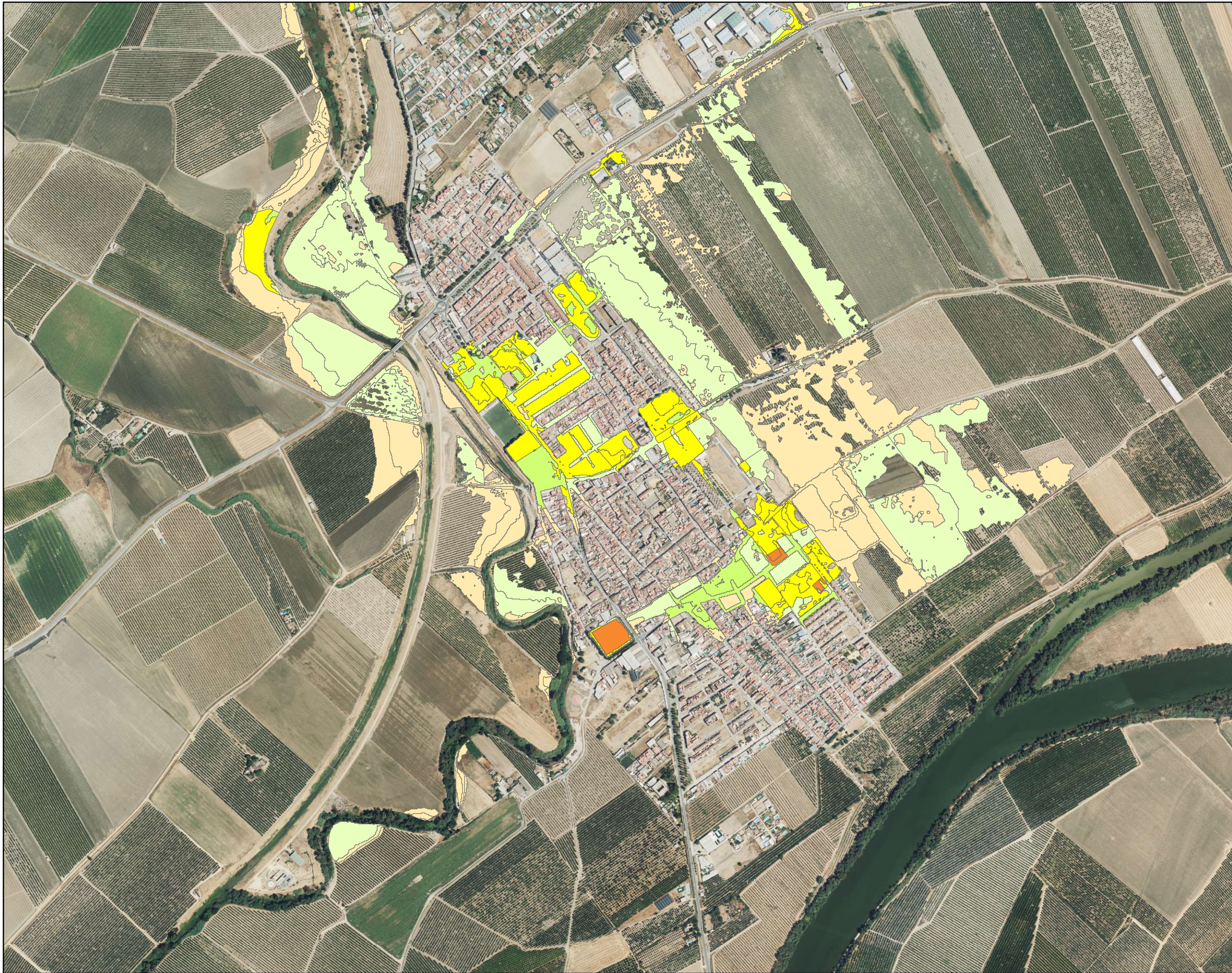
N

Leyenda

Daños (€/m²)

0,1 - 1
1 - 5
5 - 10
10 - 100
100 - 250
250 - 500





ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

1:10.000

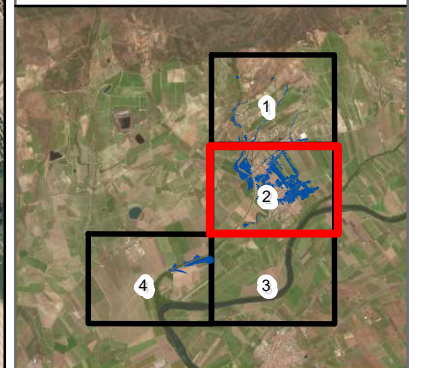
Original en A-3

N

Leyenda

Daños (€/m2)	
0,1 - 1	
1 - 5	
5 - 10	
10 - 100	
100 - 250	
250 - 500	

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS



ÁMBITO



SITUACIÓN





ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

1:10.000

Original en A-3

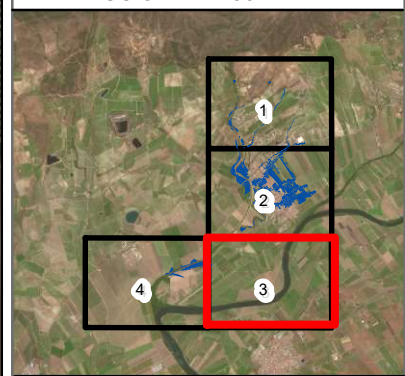
N

Leyenda

Daños (€/m2)

	0,1 - 1
	1 - 5
	5 - 10
	10 - 100
	100 - 250
	250 - 500

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS





ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

1:10.000

Original en A-3

N

Leyenda

Daños (€/m2)

0,1 - 1
1 - 5
5 - 10
10 - 100
100 - 250
250 - 500





ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

1:10.000

Original en A-3

N

Leyenda

Daños (€/m²)

0,1 - 1

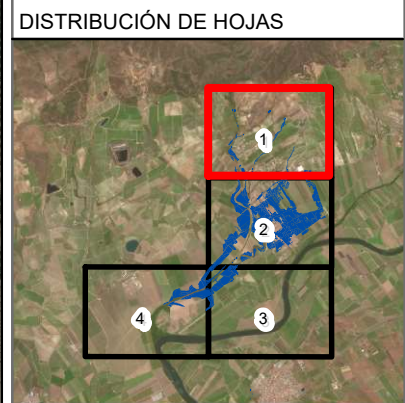
1 - 5

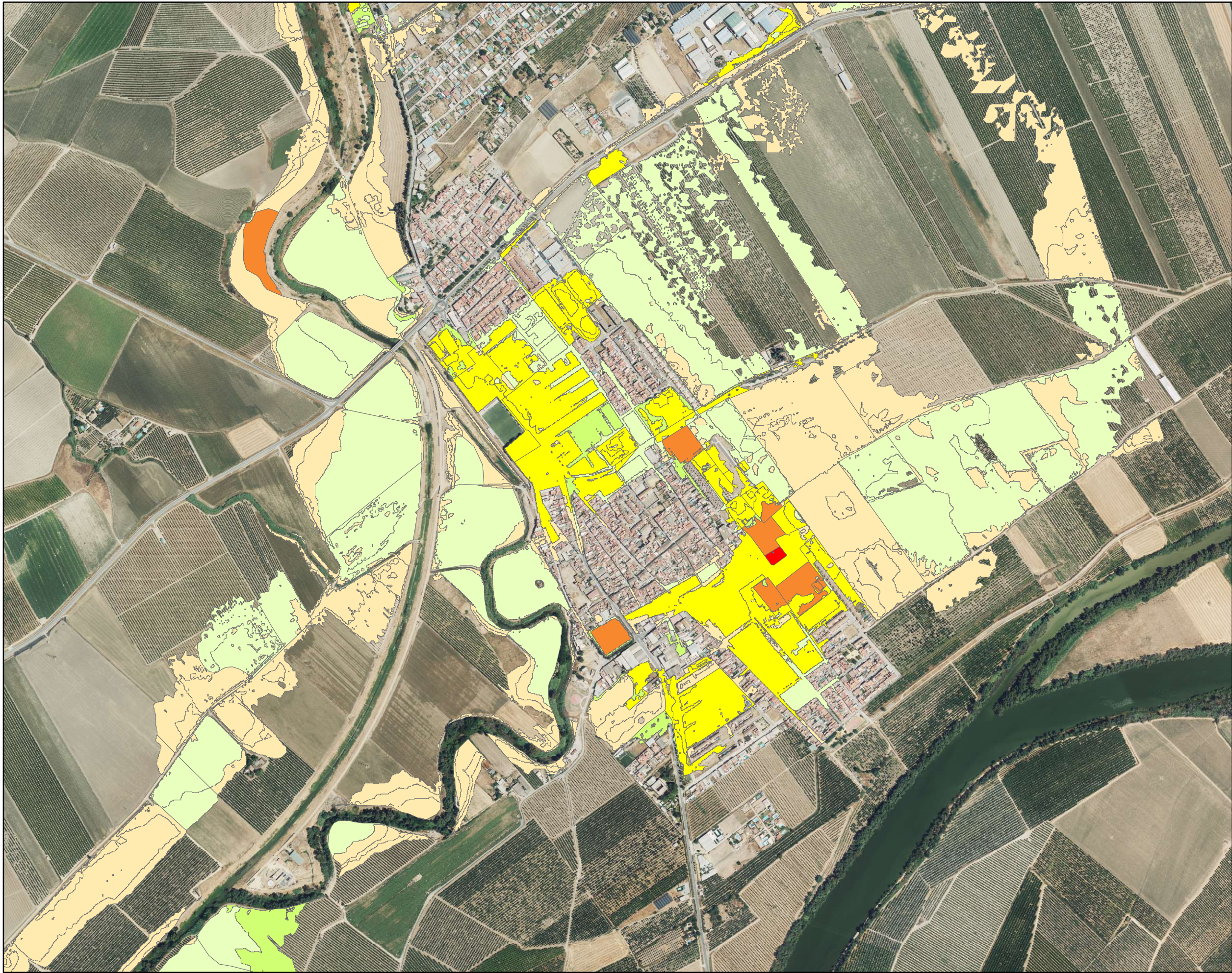
5 - 10

10 - 100

100 - 250

250 - 500





ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

1:10.000

Original en A-3

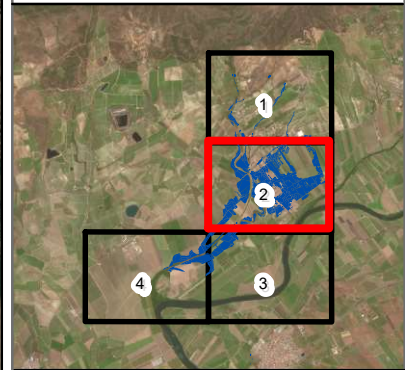
N

Leyenda

Daños (€/m²)

0,1 - 1
1 - 5
5 - 10
10 - 100
100 - 250
250 - 500

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS





ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

1:10.000

Original en A-3

N

Leyenda

Daños (€/m2)

0,1 - 1

1 - 5

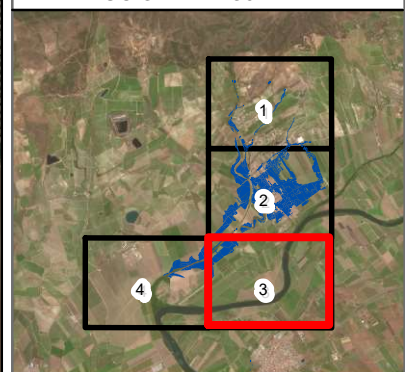
5 - 10

10 - 100

100 - 250

250 - 500

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS





ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

1:10.000

Original en A-3

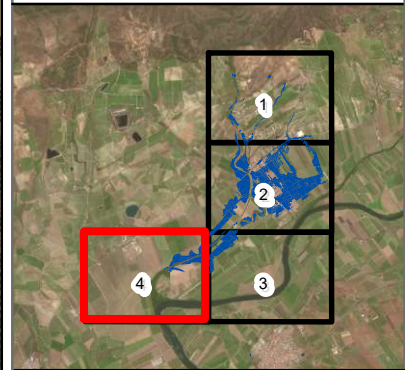
N

Leyenda

Daños (€/m2)

0,1 - 1
1 - 5
5 - 10
10 - 100
100 - 250
250 - 500

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS





ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

1:10.000

Original en A-3

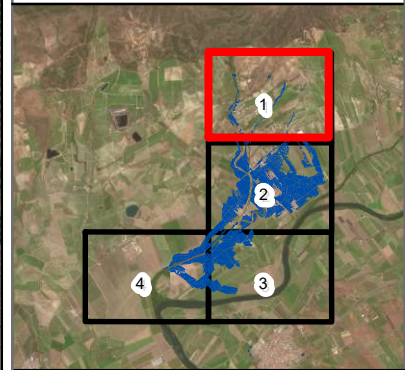
N

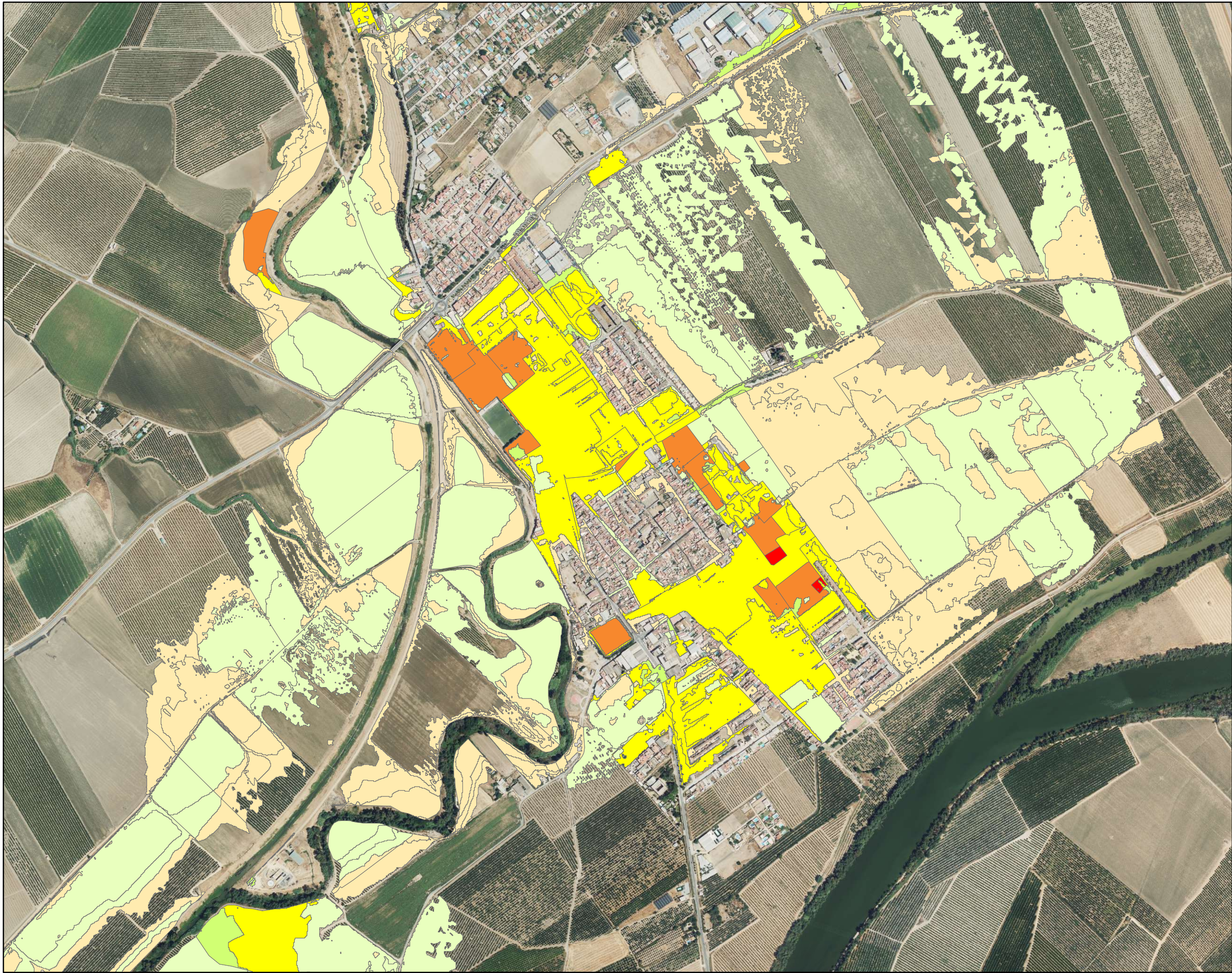
Leyenda

Daños (€/m2)

0,1 - 1
1 - 5
5 - 10
10 - 100
100 - 250
250 - 500

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS





ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

1:10.000

Original en A-3

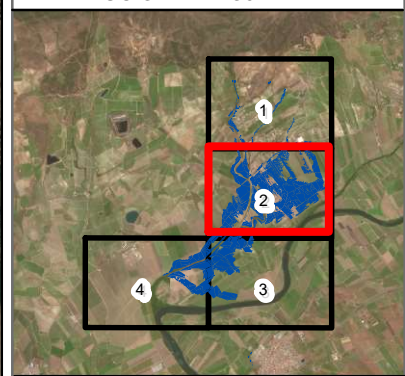
N

Leyenda

Daños (€/m2)

0,1 - 1
1 - 5
5 - 10
10 - 100
100 - 250
250 - 500

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS





ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

1:10.000

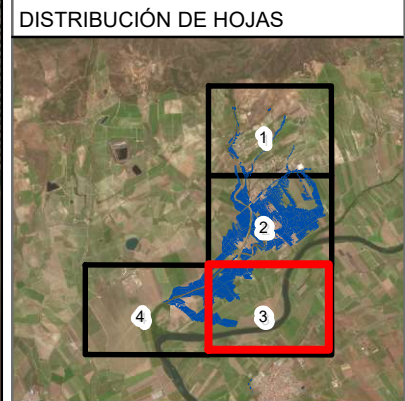
Original en A-3

N

Leyenda

Daños (€/m2)

0,1 - 1
1 - 5
5 - 10
10 - 100
100 - 250
250 - 500





ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

1:10.000

Original en A-3

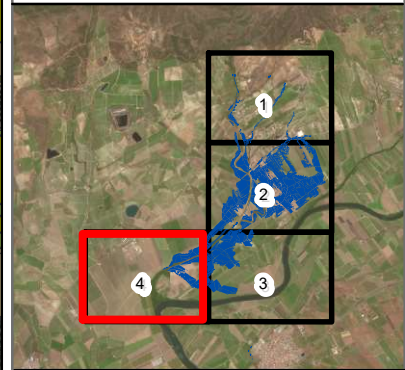
N

Leyenda

Daños (€/m²)

- 0,1 - 1
- 1 - 5
- 5 - 10
- 10 - 100
- 100 - 250
- 250 - 500

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS





ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

1:10.000

Original en A-3

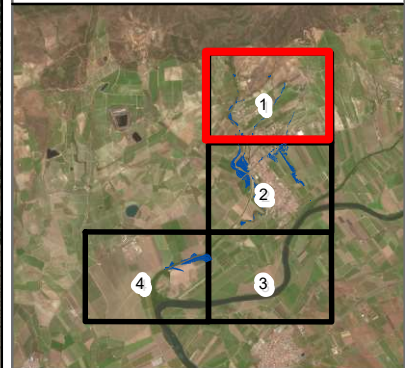
N

Leyenda

Daños (€/m2)

0,1 - 1
1 - 5
5 - 10
10 - 100
100 - 250
250 - 500

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS





ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

1:10.000

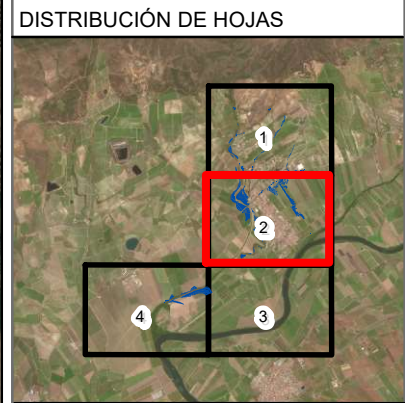
Original en A-3

N

Leyenda

Daños (€/m²)

0,1 - 1
1 - 5
5 - 10
10 - 100
100 - 250
250 - 500





ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

1:10.000

Original en A-3

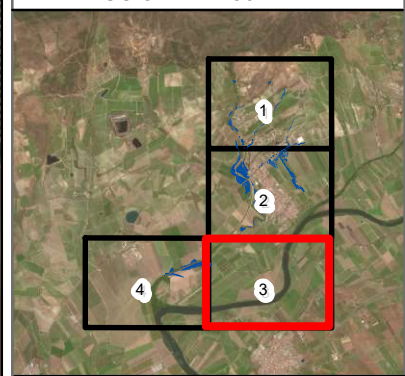
N

Leyenda

Daños (€/m2)

0,1 - 1
1 - 5
5 - 10
10 - 100
100 - 250
250 - 500

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS





ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

1:10.000

Original en A-3

N

Leyenda

Daños (€/m2)

0,1 - 1
1 - 5
5 - 10
10 - 100
100 - 250
250 - 500





ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

1:10.000

Original en A-3

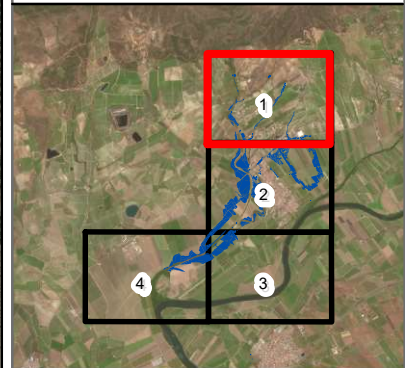
N

Leyenda

Daños (€/m2)

0,1 - 1
1 - 5
5 - 10
10 - 100
100 - 250
250 - 500

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS





ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

1:10.000

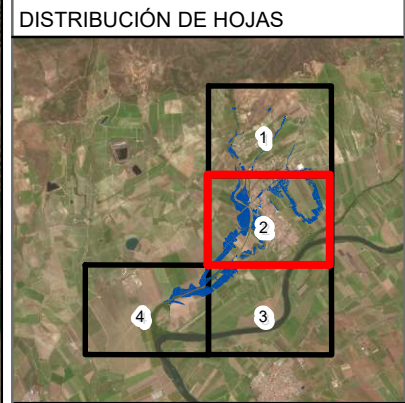
Original en A-3

N

Leyenda

Daños (€/m²)

0,1 - 1
1 - 5
5 - 10
10 - 100
100 - 250
250 - 500





ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

1:10.000

Original en A-3

N

Leyenda

Daños (€/m2)

0,1 - 1

1 - 5

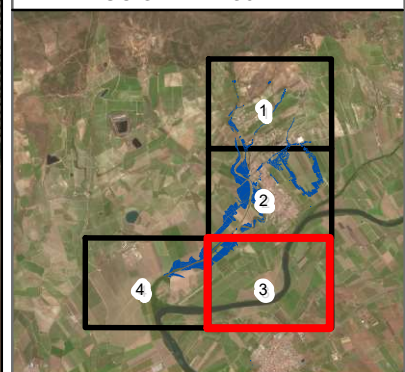
5 - 10

10 - 100

100 - 250

250 - 500

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS





ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

1:10.000

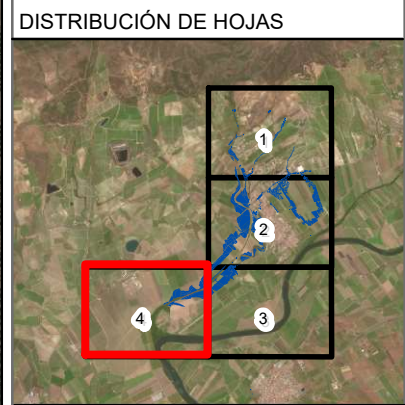
Original en A-3

N

Leyenda

Daños (€/m2)

0,1 - 1
1 - 5
5 - 10
10 - 100
100 - 250
250 - 500





ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

1:10.000

Original en A-3

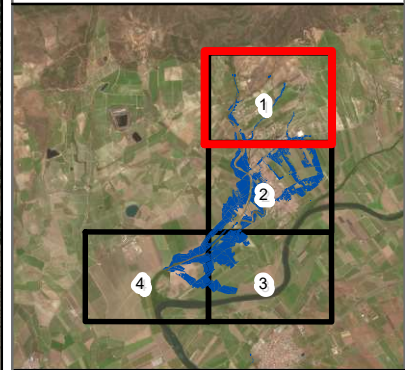
N

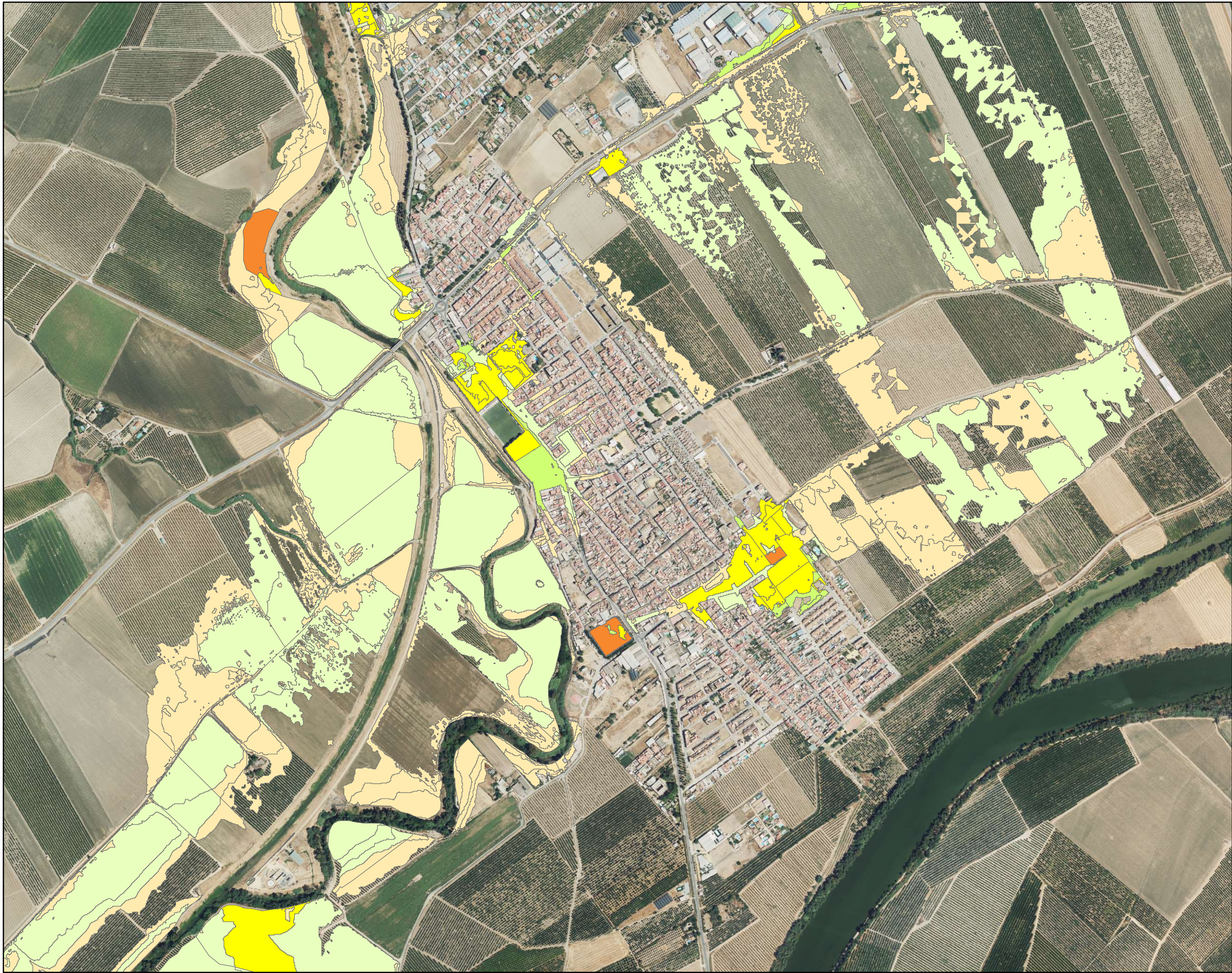
Leyenda

Daños (€/m2)

0,1 - 1
1 - 5
5 - 10
10 - 100
100 - 250
250 - 500

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS





ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

1:10.000

Original en A-3

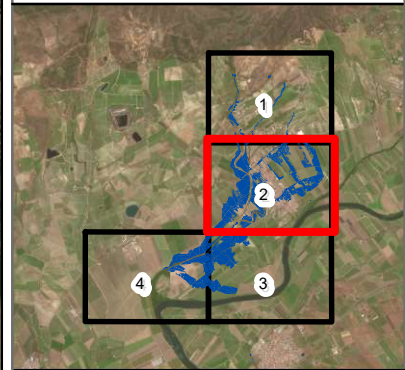
N

Leyenda

Daños (€/m²)

0,1 - 1
1 - 5
5 - 10
10 - 100
100 - 250
250 - 500

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS





ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

1:10.000

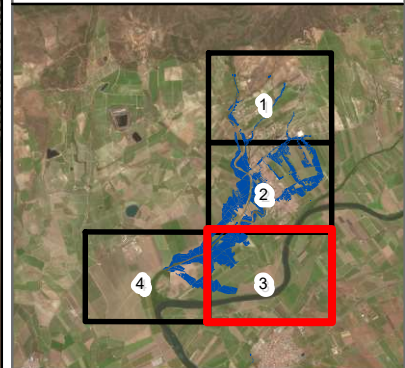
Original en A-3

N

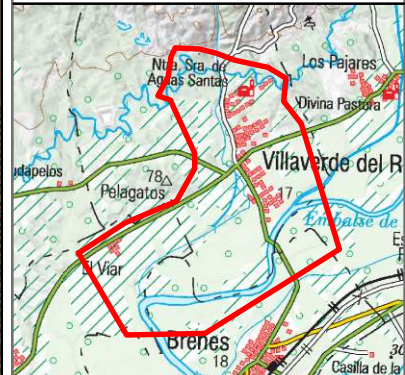
Leyenda

Daños (€/m2)	
	0,1 - 1
	1 - 5
	5 - 10
	10 - 100
	100 - 250
	250 - 500

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS



ÁMBITO



SITUACIÓN





ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

1:10.000

Original en A-3

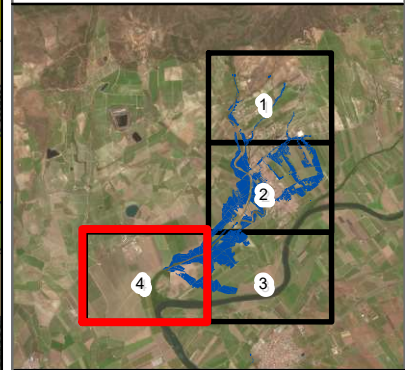
N

Leyenda

Daños (€/m2)

0,1 - 1
1 - 5
5 - 10
10 - 100
100 - 250
250 - 500

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS





ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

1:10.000

Original en A-3

N

Leyenda

Daños (€/m²)

0,1 - 1

1 - 5

5 - 10

10 - 100

100 - 250

250 - 500

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS

ÁMBITO

SITUACIÓN



ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

1:10.000

Original en A-3

N

Leyenda

Daños (€/m²)

0,1 - 1
1 - 5
5 - 10
10 - 100
100 - 250
250 - 500

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS

ÁMBITO

SITUACIÓN



ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

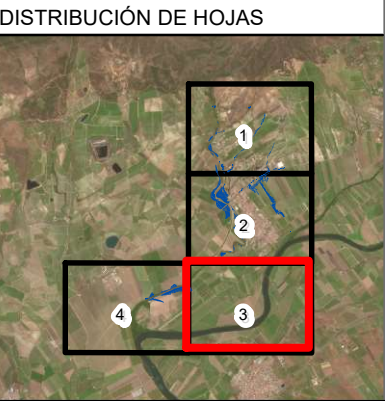
1:10.000

Original en A-3

N

Leyenda

Daños (€/m²)	
0,1 - 1	
1 - 5	
5 - 10	
10 - 100	
100 - 250	
250 - 500	





ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

1:10.000

Original en A-3

Leyenda

Daños (€/m2)

- 0,1 - 1
- 1 - 5
- 5 - 10
- 10 - 100
- 100 - 250
- 250 - 500





ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

1:10.000

Original en A-3

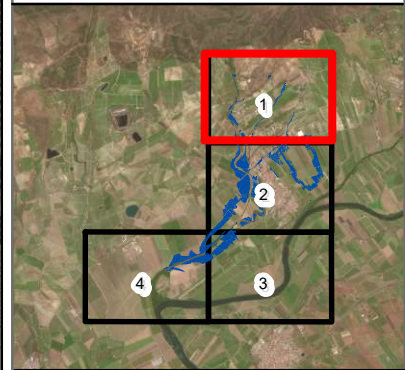
N

Leyenda

Daños (€/m2)

0,1 - 1
1 - 5
5 - 10
10 - 100
100 - 250
250 - 500

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS





ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

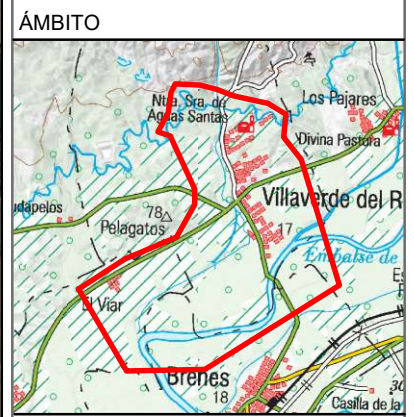
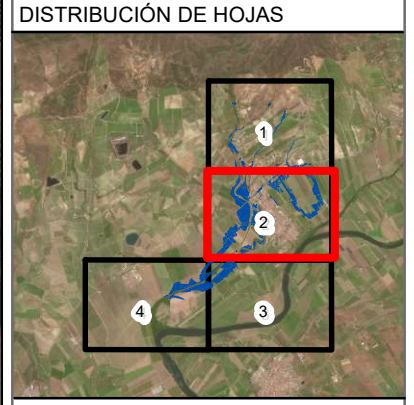
1:10.000

Original en A-3

Leyenda

Daños (€/m²)

0,1 - 1
1 - 5
5 - 10
10 - 100
100 - 250
250 - 500





ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

1:10.000

Original en A-3

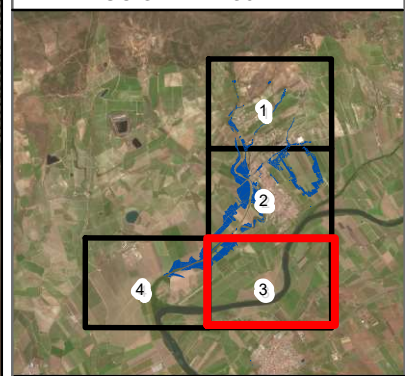
N

Leyenda

Daños (€/m2)

0,1 - 1
1 - 5
5 - 10
10 - 100
100 - 250
250 - 500

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS





ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

1:10.000

Original en A-3

N

Leyenda

Daños (€/m2)

0,1 - 1
1 - 5
5 - 10
10 - 100
100 - 250
250 - 500





ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

1:10.000

Original en A-3

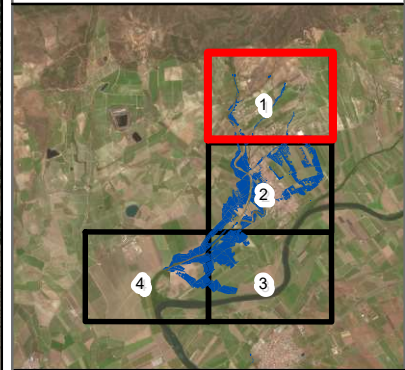
N

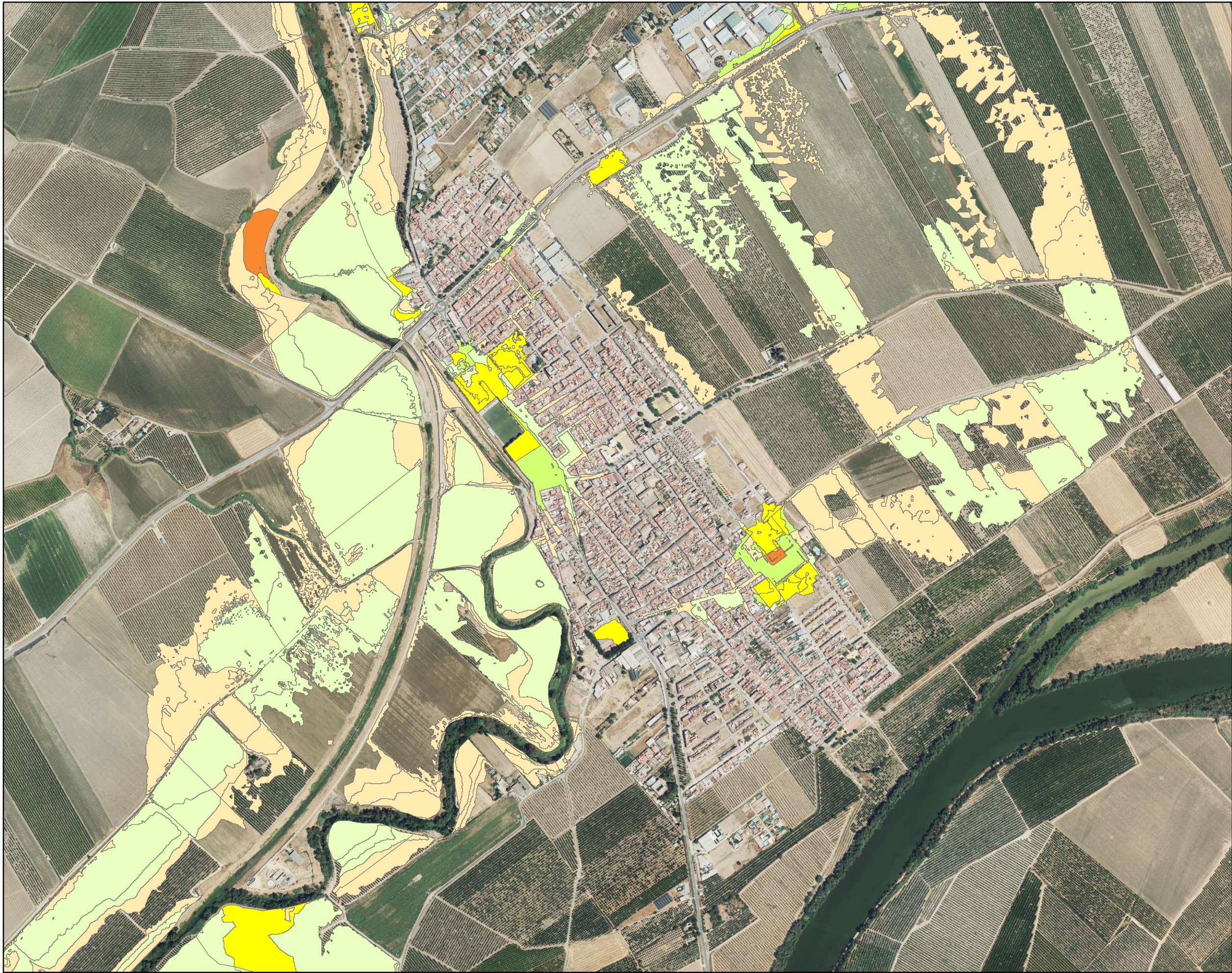
Leyenda

Daños (€/m2)

0,1 - 1
1 - 5
5 - 10
10 - 100
100 - 250
250 - 500

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS





ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

1:10.000

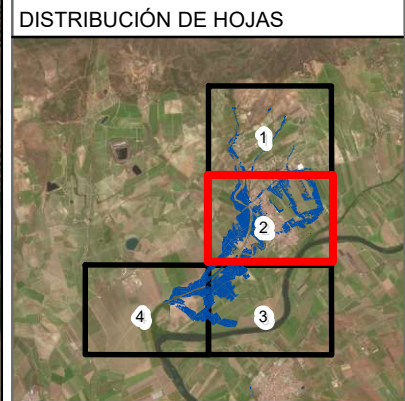
Original en A-3

N

Leyenda

Daños (€/m²)

0,1 - 1
1 - 5
5 - 10
10 - 100
100 - 250
250 - 500





ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

1:10.000

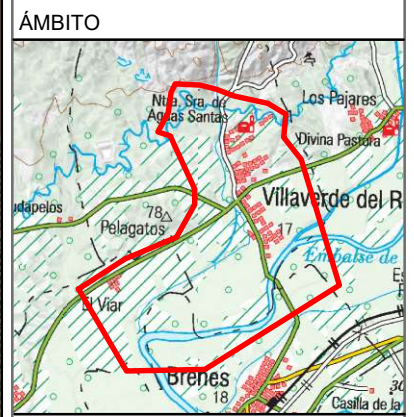
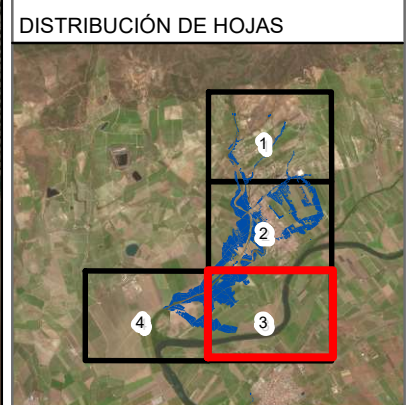
Original en A-3

N

Leyenda

Daños (€/m2)

0,1 - 1
1 - 5
5 - 10
10 - 100
100 - 250
250 - 500





ESCALA

GRÁFICA

0 100 200 m

NUMÉRICA

1:10.000

Original en A-3

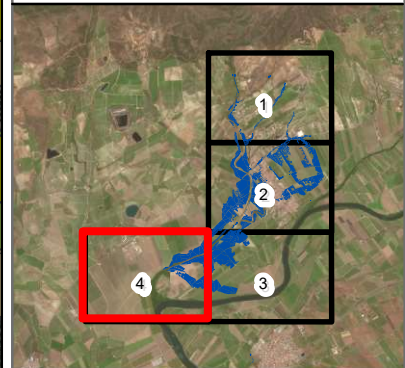
N

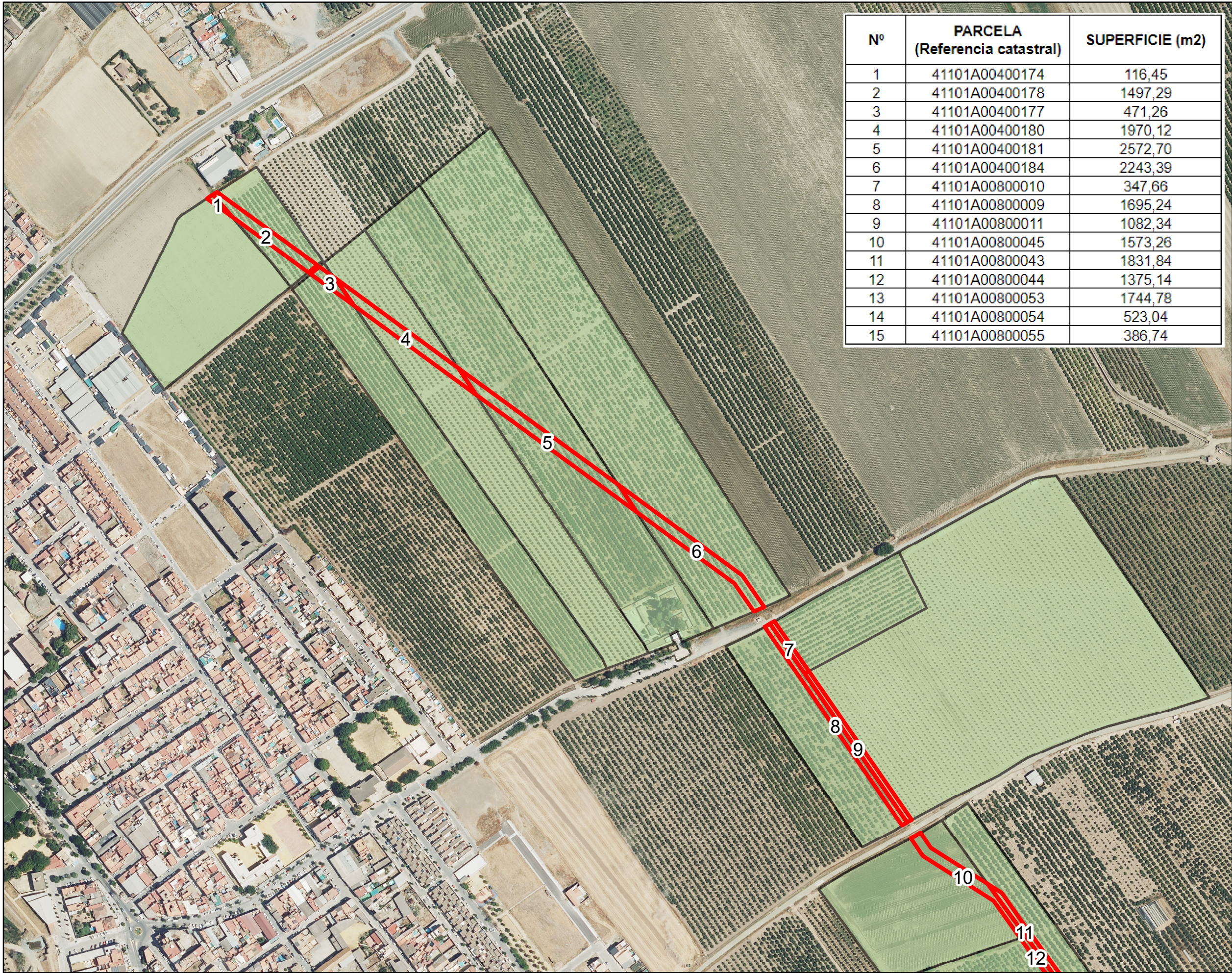
Leyenda

Daños (€/m²)

- 0,1 - 1
- 1 - 5
- 5 - 10
- 10 - 100
- 100 - 250
- 250 - 500

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS





Nº	PARCELA (Referencia catastral)	SUPERFICIE (m2)
1	41101A00400174	116,45
2	41101A00400178	1497,29
3	41101A00400177	471,26
4	41101A00400180	1970,12
5	41101A00400181	2572,70
6	41101A00400184	2243,39
7	41101A00800010	347,66
8	41101A00800009	1695,24
9	41101A00800011	1082,34
10	41101A00800045	1573,26
11	41101A00800043	1831,84
12	41101A00800044	1375,14
13	41101A00800053	1744,78
14	41101A00800054	523,04
15	41101A00800055	386,74

ESCALA

GRÁFICA

0 25 50 100 m

NUMÉRICA

1:4,000

Original en A-3

Leyenda

Parcelas Catastro

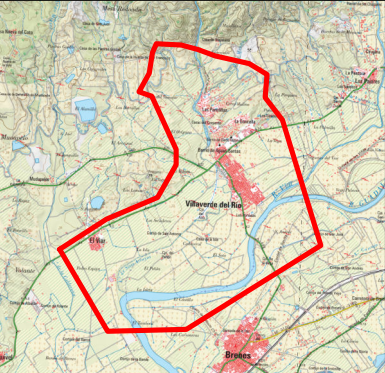
Expropiación Alt1-2

DPH Cartográfico

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS

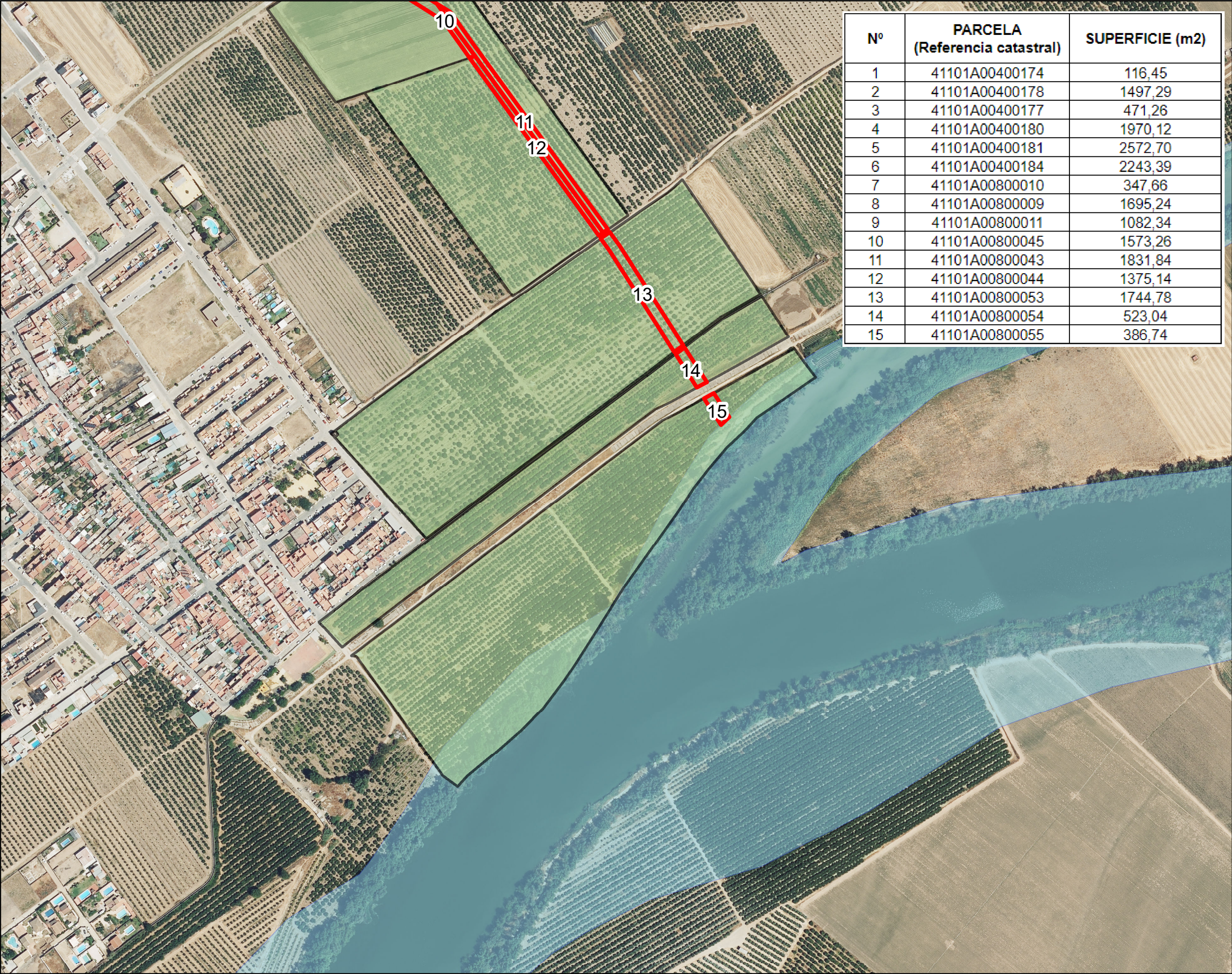


ÁMBITO



SITUACIÓN





Nº	PARCELA (Referencia catastral)	SUPERFICIE (m2)
1	41101A00400174	116,45
2	41101A00400178	1497,29
3	41101A00400177	471,26
4	41101A00400180	1970,12
5	41101A00400181	2572,70
6	41101A00400184	2243,39
7	41101A00800010	347,66
8	41101A00800009	1695,24
9	41101A00800011	1082,34
10	41101A00800045	1573,26
11	41101A00800043	1831,84
12	41101A00800044	1375,14
13	41101A00800053	1744,78
14	41101A00800054	523,04
15	41101A00800055	386,74

ESCALA

GRÁFICA

0 25 50 100 m

NUMÉRICA

1:4,000

Original en A-3

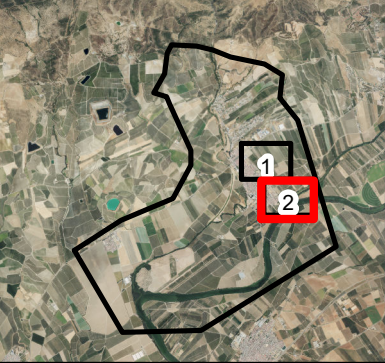
Leyenda

Parcelas Catastro

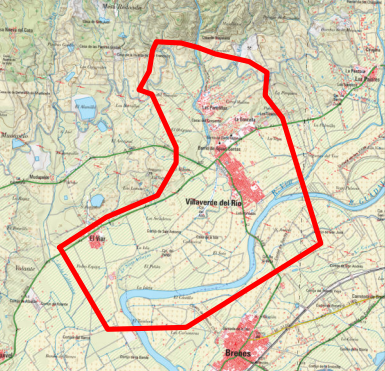
Expropiación Alt1-2

DPH Cartográfico

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS



ÁMBITO



SITUACIÓN

