

ANEJO Nº1

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA LA DESALADORA DE CARBONERAS, ALMERÍA (ANDALUCÍA)

ÍNDICE	
1. INTRODUCCIÓN	4
2. ANTECEDENTES. ESTUDIO CUENCAS LEVANTE ALMERIENSE.....	4
3. REGULACIÓN, GUÍAS Y NORMATIVA APLICABLES.....	7
3.1. REGLAMENTO DEL DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO (RDPH).....	7
3.2. PLAN DE ORDENACIÓN TERRITORIAL DE ANDALUCÍA (POTA).....	9
3.3. GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DE EIA EN PROYECTO DE PLANTAS SOLARES	9
4. OBJETO DEL ESTUDIO.....	10
5. ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO.....	10
6. MODELACIÓN HIDROLÓGICO-HIDRÁULICA	12
6.1. METODOLOGÍA	12
6.1.1. SOFTWARE.....	12
6.1.2. MODELO DIGITAL DEL TERRENO	12
6.1.3. DELIMITACIÓN DEL MODELO Y MALLA DEL CÁLCULO	12
6.1.4. ESTUDIO PLUVIOMÉTRICO.....	13
6.1.5. MÉTODO DE INFILTRACIÓN.....	13
6.1.6. RUGOSIDAD.....	13
6.1.7. CONDICIONES DE CONTORNO	16
6.1.8. PARÁMETROS DE SIMULACIÓN	16
6.1.9. RESULTADOS	16
6.2. ESCENARIOS ANALIZADOS	18
6.2.1. SITUACIÓN ACTUAL.....	19
6.2.2. CRITERIOS DE DISEÑO	26
6.2.3. SITUACIÓN FUTURA.....	27
6.3. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	32
6.3.1. SITUACIÓN ACTUAL.....	32
6.3.2. SITUACIÓN FUTURA.....	40
7. COMPATIBILIDAD CON EL RIESGO DE INUNDACIÓN	47
7.1. AFECCIÓN AL RÉGIMEN DE ESCORRENTÍAS	47
7.2. AFECCIÓN A LA ZONA INUNDABLE. CRITERIOS DE DISEÑO	47
7.2.1. INUNDABILIDAD FLUVIAL.....	47
7.2.2. INUNDABILIDAD PLUVIAL	47
7.2.3. DRENAJE DE CAMINOS	48
7.2.4. ENVOLVENTE DE CRITERIOS	48
8. CUNETA EN EL ACCESO A LOS RECINTOS 1A Y 1B	49

APÉNDICE 1: PLANOS 51

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Ámbito de estudio	4	Ilustración 25. Mapa del número de curva. Situación Actual. Fuente: REDIAM	24
Ilustración 2. Pequeñas cuencas de la franja litoral analizadas en el estudio hidrológico. Fuente: EH Levante almeriense.....	5	Ilustración 26. Usos del suelo del SIOSE 14. Sit. Actual	24
Ilustración 3. Tramos modelados en la rambla de los Rincones. Fuente: EH Levante almeriense	5	Ilustración 27. Estado actual del recinto 1A	25
Ilustración 4. Tramos modelados en la rambla de Olivera. Fuente: EH Levante almeriense	6	Ilustración 28. Estado actual del recinto 1B	25
Ilustración 5. Ejemplos de criterios e indicadores que pueden emplearse para la comparación ambiental de alternativas. Se marcan con * los que a priori tienen más peso en este tipo de proyectos. Fuente: Guía para la elaboración de EIA en proyectos de plantas solares.	9	Ilustración 29. Estado actual del recinto X	25
Ilustración 6. Cuencas y red de drenaje	11	Ilustración 30. Condiciones de contorno	26
Ilustración 7. Unidades litológicas. Fuente: REDIAM.....	11	Ilustración 31. Estimación del riesgo para vidas humanas en función del calado y la velocidad en áreas de vivienda y núcleos urbanos siguiendo la “Guía técnica clasificación de presas” (1996). Fuente: Guía de aplicación del RDPH.	26
Ilustración 8. Estimación de la longitud de acomodación. Fuente: “Guía metodológica del SNCZI”	16	Ilustración 32. Planta básica del proyecto de PSFV	27
Ilustración 9. <i>Dominio Público Hidráulico y márgenes del río</i>	17	Ilustración 33. Comparativa entre MDT's (Actual vs Futuro). Recinto 1A	28
Ilustración 10. Delimitación de los modelos generados	18	Ilustración 34. Comparativa entre MDT's (Actual vs Futuro). Recinto 1B	28
Ilustración 11. MDT empleado para la simulación hidrológica-hidráulica.....	19	Ilustración 35. Comparativa entre MDT's (Actual vs Futuro). Recinto 1C	28
Ilustración 12. Detalle del MDT. Recinto 1A	19	Ilustración 36. Comparativa entre MDT's (Actual vs Futuro). Recinto X	29
Ilustración 13. Detalle del MDT. Recintos 1B y 1C	19	Ilustración 37. Nuevos usos del suelo. Sit. Futura.....	29
Ilustración 14. Detalle del MDT. Recinto X	20	Ilustración 38. Unidades litológicas. Fuente: REDIAM	30
Ilustración 15. Delimitación y distribución de los tamaños de malla en el modelo 1.....	20	Ilustración 39. Mapa de pendientes. Sit. Futura	30
Ilustración 16. Malla generada para el modelo 1	20	Ilustración 40. Mapa del número de curva. Sit. Futura	30
Ilustración 17. Delimitación y distribución de los tamaños de malla en el modelo 2.....	21	Ilustración 41. Usos del suelo. Sit. Futura	31
Ilustración 18. Malla generada para el modelo 2	21	Ilustración 42. Localización de las secciones de control	32
Ilustración 19. Delimitación, líneas de rotura y distribución de los tamaños de malla en el modelo 3	21	Ilustración 43. Hidrogramas en sección S- RinconesOut (Sit. Actual)	32
Ilustración 20. Malla generada para el modelo 3	21	Ilustración 44. Hidrogramas en sección S-CintoOut (Sit. Actual).....	32
Ilustración 21. Mapa del Coeficiente de variación (Cv) y Precipitación media (Pm). Fuente: Máximas Lluvias Diarias en la España Peninsular	22	Ilustración 45. Mapa de calados máximos para T=10 años. Recinto 1A (Sit. Actual)	33
Ilustración 22. Hietograma de diseño para T= 50 años	23	Ilustración 46. Mapa de calados máximos para T=10 años. Recinto 1B (Sit. Actual)	33
Ilustración 23. Hietograma de diseño para T= 100 años	23	Ilustración 47. Mapa de calados máximos para T=10 años. Recinto 1C (Sit. Actual)	33
Ilustración 24. Hietograma de diseño para T= 500 años	23	Ilustración 48. Mapa de calados máximos para T=10 años. Recinto X (Sit. Actual)	34
		Ilustración 49. Dominio Público Hidráulico. T=10 años. Recinto 1A (Sit. Actual)	34
		Ilustración 50. Dominio Público Hidráulico. T=10 años. Recinto 1B (Sit. Actual)	34
		Ilustración 51. Dominio Público Hidráulico. T=10 años. Recinto 1C (Sit. Actual)	35
		Ilustración 52. Dominio Público Hidráulico. T=10 años. Recinto X (Sit. Actual)	35
		Ilustración 53. Mapa de calados máximos para T= 50 años. Recinto 1A (Sit. Actual)	35
		Ilustración 54. Mapa de calados máximos para T= 50 años. Recinto 1B (Sit. Actual)	35
		Ilustración 55. Mapa de calados máximos para T= 50 años. Recinto 1C (Sit. Actual)	36

Ilustración 56. Mapa de calados máximos para T= 50 años. Recinto X (Sit. Actual)	36	Ilustración 89. Zona de Flujo Preferente. T=100 años. Recinto 1C (Sit. Futura).....	46
Ilustración 57. Mapa de calados máximos para T= 100 años. Recinto 1A (Sit. Actual).....	36	Ilustración 90. Zona de Flujo Preferente. T=100 años. Recinto X (Sit. Futura).....	46
Ilustración 58. Mapa de calados máximos para T= 100 años. Recinto 1B (Sit. Actual).....	36	Ilustración 91. Mapa de calados máximos. T= 500 años. Recinto 1A (Sit. Futura).....	46
Ilustración 59. Mapa de calados máximos para T= 100 años. Recinto 1C (Sit. Actual)	37	Ilustración 92. Mapa de calados máximos. T= 500 años. Recinto 1B (Sit. Futura).....	46
Ilustración 60. Mapa de calados máximos para T= 100 años. Recinto X (Sit. Actual)	37	Ilustración 93. Mapa de calados máximos. T= 500 años. Recinto 1C (Sit. Futura).....	47
Ilustración 61. Zona de Flujo Preferente. T=100 años. Recinto 1A (Sit. Actual)	37	Ilustración 94. Mapa de calados máximos. T= 500 años. Recinto X (Sit. Futura).....	47
Ilustración 62. Zona de Flujo Preferente. T=100 años. Recinto 1B (Sit. Actual)	38	Ilustración 95. Envolvente de criterios para T=500 años. Recinto 1A.....	48
Ilustración 63. Zona de Flujo Preferente. T=100 años. Recinto 1C (Sit. Actual)	38	Ilustración 96. Envolvente de criterios para T=500 años. Recinto 1B.....	48
Ilustración 64. Zona de Flujo Preferente. T=100 años. Recinto X (Sit. Actual)	38	Ilustración 97. Envolvente de criterios para T=500 años. Recinto 1C	49
Ilustración 65. Mapa de calados máximos para T= 500 años. Recinto 1A (Sit. Actual).....	38	Ilustración 98. Envolvente de criterios para T=500 años. Recinto X.....	49
Ilustración 66. Mapa de calados máximos para T= 500 años. Recinto 1B (Sit. Actual).....	39		
Ilustración 67. Mapa de calados máximos para T= 500 años. Recinto 1C (Sit. Actual)	39		
Ilustración 68. Mapa de calados máximos para T= 500 años. Recinto X (Sit. Actual)	39		
Ilustración 69. Hidrogramas en sección S- RinconesOut (Sit. Futura)	40		
Ilustración 70. Hidrogramas en sección S-CintoOut (Sit. Futura).....	40		
Ilustración 71. Mapa de calados máximos para T=10 años. Recinto 1A (Sit. Futura)	41		
Ilustración 72. Mapa de calados máximos para T=10 años. Recinto 1B (Sit. Futura)	41		
Ilustración 73. Mapa de calados máximos para T=10 años. Recinto 1C (Sit. Futura).....	41		
Ilustración 74. Mapa de calados máximos para T=10 años. Recinto X (Sit. Futura)	41		
Ilustración 75. Dominio Público Hidráulico. T=10 años. Recinto 1A (Sit. Futura).....	42		
Ilustración 76. Dominio Público Hidráulico. T=10 años. Recinto 1B (Sit. Futura).....	42		
Ilustración 77. Dominio Público Hidráulico. T=10 años. Recinto 1C (Sit. Futura).....	42		
Ilustración 78. Dominio Público Hidráulico. T=10 años. Recinto X (Sit. Futura).....	43		
Ilustración 79. Mapa de calados máximos. T= 50 años. Recinto 1A (Sit. Futura)	43		
Ilustración 80. Mapa de calados máximos. T= 50 años. Recinto 1B (Sit. Futura)	43		
Ilustración 81. Mapa de calados máximos. T= 50 años. Recinto 1C (Sit. Futura).....	43		
Ilustración 82. Mapa de calados máximos. T= 50 años. Recinto X (Sit. Futura)	44		
Ilustración 83. Mapa de calados máximos. T= 100 años. Recinto 1A (Sit. Futura)	44		
Ilustración 84. Mapa de calados máximos. T= 100 años. Recinto 1B (Sit. Futura)	44		
Ilustración 85. Mapa de calados máximos. T= 100 años. Recinto 1C (Sit. Futura).....	44		
Ilustración 86. Mapa de calados máximos. T= 100 años. Recinto X (Sit. Futura)	45		
Ilustración 87. Zona de Flujo Preferente. T=100 años. Recinto 1A (Sit. Futura)	45		
Ilustración 88. Zona de Flujo Preferente. T=100 años. Recinto 1B (Sit. Futura)	45		

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Caudales punta obtenidos del estudio hidrológico para las cuencas afectadas por la PSFV. Fuente: EH Levante almeriense..... 5

Tabla 2. Características principales 11

Tabla 3. Coordenadas de los puntos de salida de cada cuenca (SRC: ETRS89-H30) 11

Tabla 4. Valores del coeficiente de rugosidad de Manning asignados a los usos del suelo del SIOSE y CLC2000 (Fuente: Guía metodológica del SNCZI) 16

Tabla 5. Relación de modelos generados, cuencas vertientes y condiciones de contorno de entrada..... 18

Tabla 6. Características básicas de la malla generada 20

Tabla 7. Obtención de los cuantiles de precipitación 22

Tabla 8. Factores de ampliación K_T : Fuente: Máximas Lluvias Diarias en la España Peninsular 22

Tabla 9. Características de los hietogramas de diseño 23

Tabla 10. Valores punta de los hietogramas de diseño 23

Tabla 11. Valores promedio del NC para las cuencas de referencia obtenidas en el análisis geomorfológico. Sit. Actual..... 24

Tabla 12. Usos del suelo y valores de manning asociados 25

Tabla 13 Cálculo del valor de NC en las zonas con nuevos usos. Sit. Futura 30

Tabla 14 Valores promedio del NC para las cuencas de referencia obtenidas en el análisis geomorfológico. Sit. Futura 31

Tabla 15. Resumen de los caudales punta (m^3/s) en las secciones de control (Sit. Actual) ... 33

Tabla 16. Resumen de los caudales punta (m^3/s) en las secciones de control (Sit. Futura) ... 40

Tabla 17. Análisis de afecciones al régimen de escorrentías. Diferencias de caudales en las secciones de control. 47

1. INTRODUCCIÓN

A continuación se presenta el “*Estudio hidrológico e hidráulico*” con el objeto de identificar y describir los mecanismos que originan la posible inundabilidad, así como definir los niveles de peligrosidad del ámbito objeto de estudio para, posteriormente, definir, en caso de que sean necesarias, las medidas de disminución de la vulnerabilidad y autoprotección que permitan cumplir con la regulación existente.

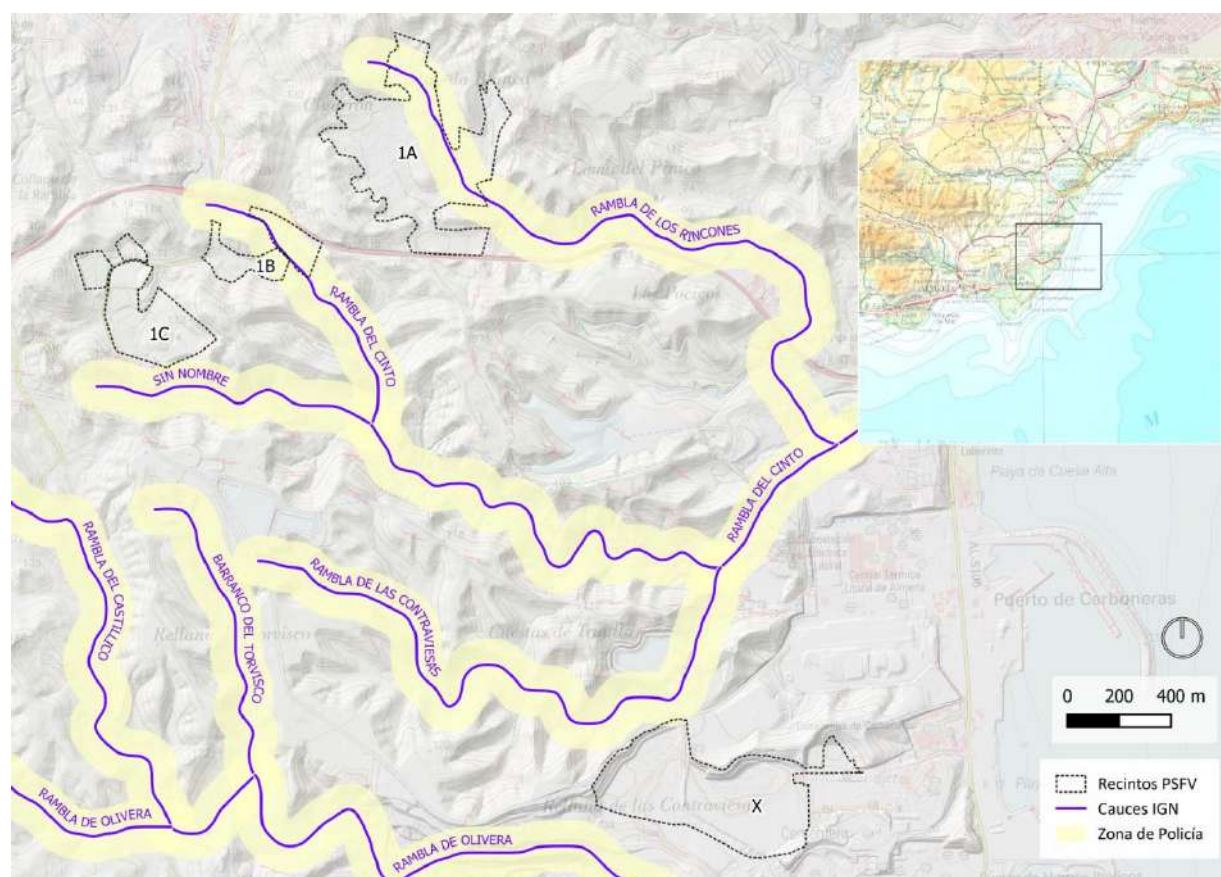


Ilustración 1. Ámbito de estudio

El ámbito de análisis se localiza en el término municipal de Carboneras (Almería) y se divide en 4 recintos (1A, 1B, 1C y X). Partiendo de la información disponible en la red de cauces del Instituto Geográfico Nacional (IGN), la PSFV se encuentra afectada por Zona de Policía de los siguientes cauces

- Rambla de los Rincones (recinto 1A)

- Rambla del Cinto (recinto 1B)
- Rambla Sin Nombre, afluente del Cinto (recinto 1C)
- Rambla de las Contraviesas, afluente del Cinto (recinto X)
- Rambla de Olivera (recinto X)

, así como por numerosas vaguadas sin Dominio Público Hidráulico (DPH) asociado, caracterizadas por una escorrentía en flujo difuso en la mayor parte de los casos.

2. ANTECEDENTES. ESTUDIO CUENCAS LEVANTE ALMERIENSE

Con fecha febrero de 2004, la Consejería de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía inicia el contrato de consultoría y asistencia técnica para la “Elaboración del estudio hidráulico para la ordenación de las cuencas del Levante almeriense” 2003/2152 (A6.803.672/0411) (*en adelante, EH Levante almeriense*).

El objeto de este estudio fue el de definir el comportamiento hidráulico de los cauces de agua que discurren por el ámbito territorial del Levante almeriense, de forma que fue posible obtener:

- La delimitación de zonas inundables para distintos periodos de retorno.
- La identificación de los niveles de riesgo de acuerdo con los criterios de la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el riesgo de inundaciones.
- La identificación de núcleos urbanos con riesgo de inundaciones y su nivel de riesgo de acuerdo a los niveles establecidos en el Plan de Prevención de avenidas e inundaciones en cauces urbanos andaluces.
- El inventario de infraestructuras y edificaciones en zonas inundables rurales.
- Hacer una propuesta de aptitud de los terrenos inundables para distintos usos.
- Estudiar las actuaciones y medidas de carácter preventivo que eliminen o reduzcan la problemática de las inundaciones.

El ámbito geográfico del estudio abarcó los municipios almerienses de Antas, Bédar, Carboneras, Cuevas del Almanzora, Los Gallardos, Garrucha, Huércal-Overa, Mojácar, Pulpí, Turre y Vera.

En el estudio se realiza un análisis hidrológico de las principales cuencas del Levante almeriense (río Almanzora, río Antas, río Aguas, río Carboneras), así como de todas las pequeñas cuencas de la franja litoral con extensión superior a 1 km², entre las que se encuentran la Rambla del Cinto, Rambla de Olivera y Rambla de Rincones.

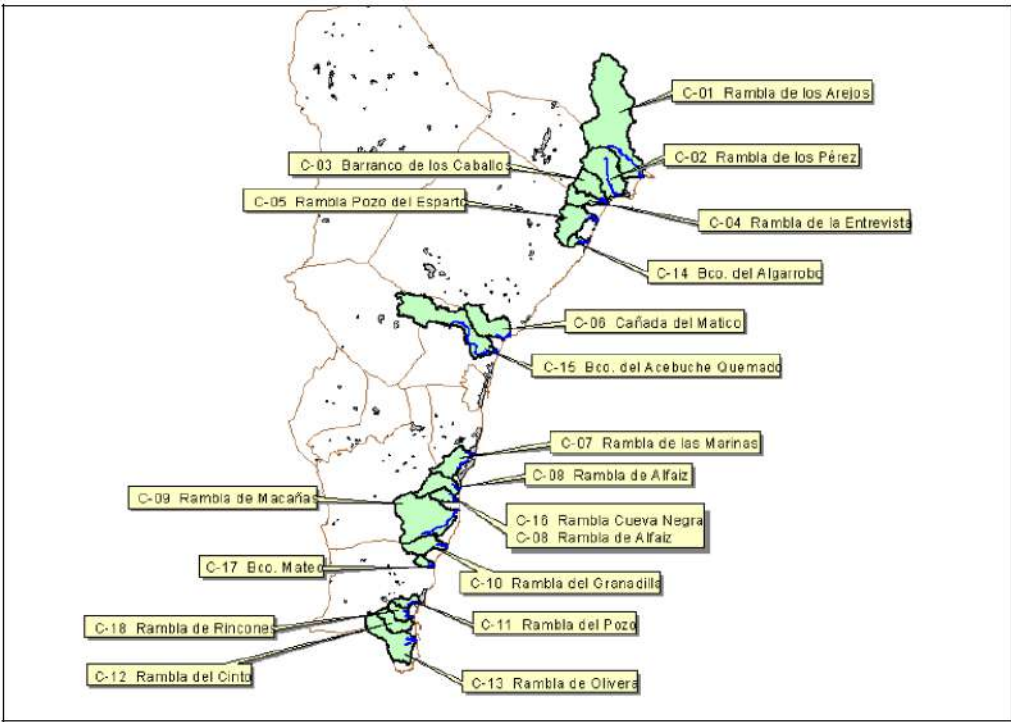


Ilustración 2. Pequeñas cuencas de la franja litoral analizadas en el estudio hidrológico. Fuente: EH Levante almeriense

Hay que señalar que los caudales obtenidos en las pequeñas cuencas fueron obtenidos en sus desembocaduras.

A continuación se muestran los valores calculados para las cuencas afectadas por la PSFV objeto del presente estudio:

Cuenca	Área (km²)	Caudal punta (m3/s)							
		T2	T5	T10	T25	T50	T100	T500	T1000
Rambla de Rincones	2.6	0.5	4.7	8.8	15.1	21.6	30.1	55.2	68.3
Rambla del Cinto	4.4	2.9	12.1	20.2	32	43.7	58.5	100.3	121.3
Rambla de Olivera	10.9	0.1	10.4	20.9	37.3	54.4	77.2	146.2	182.6

Tabla 1. Caudales punta obtenidos del estudio hidrológico para las cuencas afectadas por la PSFV. Fuente: EH Levante almeriense

En relación a los cálculos hidráulicos fueron modelizados los siguientes tramos:

- Rambla de Rincones: Se han estudiado un total de 1500 m de este cauce de forma que para su análisis se han dividido en dos tramos:
 - Tramo 1, desde la desembocadura, sección 0, hasta la sección 600. Este tramo es un desvío del cauce natural realizado probablemente como consecuencia de la construcción de la central térmica.
 - • Tramo 2, cauce natural ejecutado desde la citada sección 600 hasta el origen del tramo aguas arriba, sección 1505.

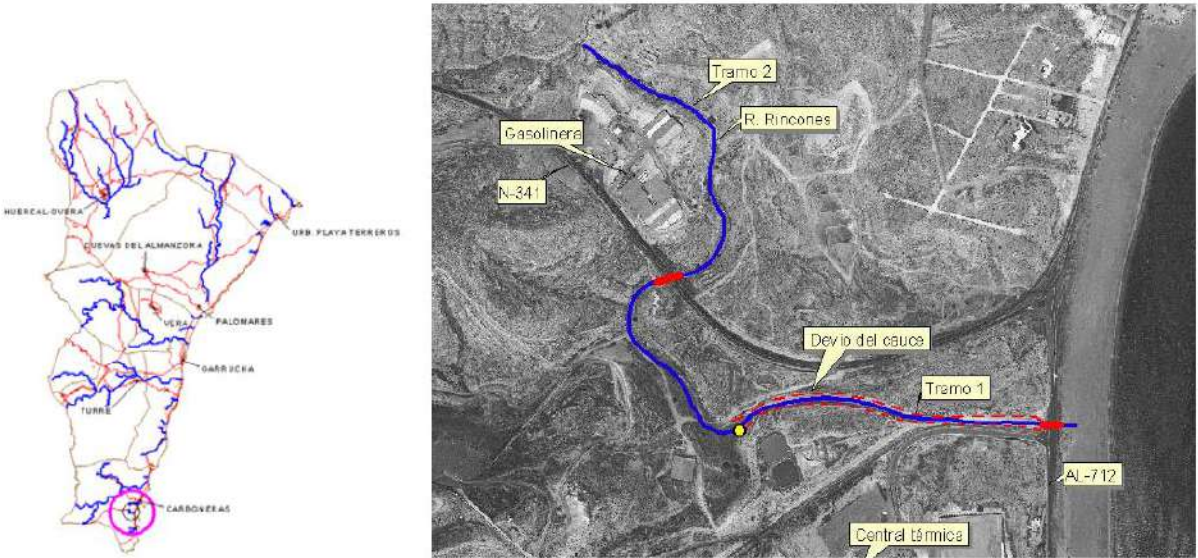


Ilustración 3. Tramos modelados en la rambla de los Rincones. Fuente: EH Levante almeriense

- Rambla de Olivera: el cálculo incluyó la propia rambla y el Barranco del Hondo, afluente de ésta por su margen derecha. La longitud total de cauce estudiada es de

2243 m, que para su análisis se divide en tres tramos:

- Tramo 1, desde la desembocadura, sección 0, hasta la confluencia de ambos cauces, sección 79.
- Tramo 2, rambla de Olivera desde la confluencia, sección 0, hasta origen del tramo aguas arriba, sección 1058.
- Tramo 3, barranco del Hondo desde la confluencia, sección 0, hasta origen del tramo aguas arriba, sección 1106.

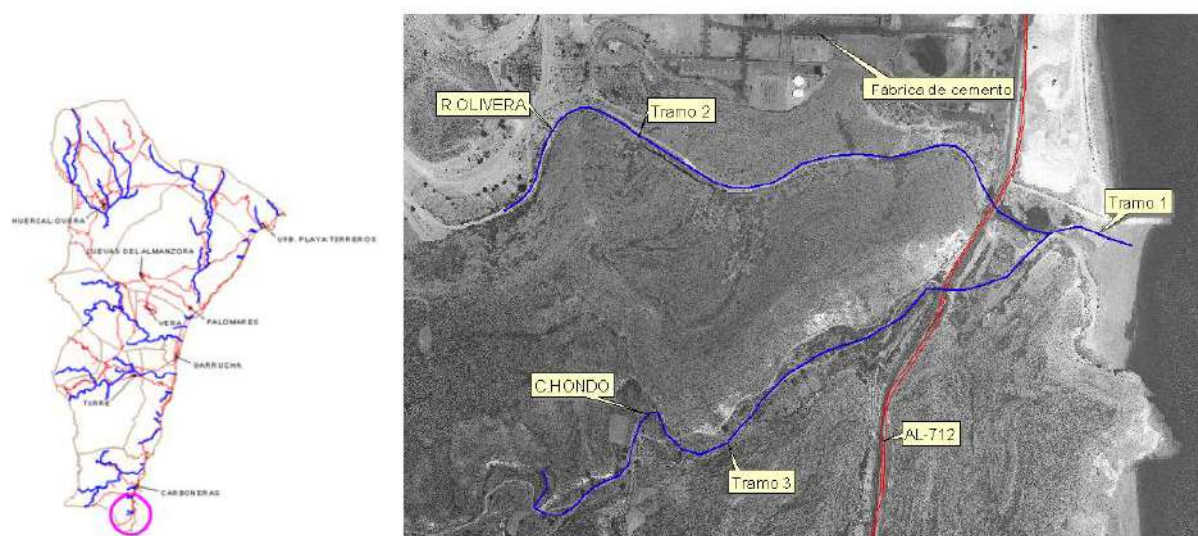


Ilustración 4. Tramos modelados en la rambla de Olivera. Fuente: EH Levante almeriense

Realizadas las simulaciones hidráulicas se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- Rambla de Rincones: en el tramo 1 se ha construido como desvío del cauce natural, para lo que ha sido necesario realizar una gran excavación, con lo que es prácticamente imposible que se produzcan desbordamientos en este tramo. El tramo 2, coincidente con el cauce natural, cuenta con un cauce amplio y bien encajado en el terreno. En general no se producen desbordamientos, salvo en la confluencia de ambos tramos donde la pendiente longitudinal del cauce es más suave.
- Rambla de Olivera: el tramo 1, de apenas 80 m de longitud junto a la desembocadura, no presenta problemas de inundabilidad. La mayor parte del tramo 2, rambla de

Olivera, es un desvío artificial del cauce original de dicha rambla, posiblemente modificado como consecuencia de la construcción de la cementera localizada al norte de ésta. El nuevo cauce, al construirse muy encajado en el terreno no presente problemas de capacidad con ninguna de las avenidas estudiadas. El barranco del Hondo, tramo 3, tampoco presenta problemas de capacidad, ya que cuenta con un cauce natural bastante amplio y encajado entre un terreno bastante accidentado

Analizados los resultados y realizado el diagnóstico de la situación actual el estudio concluye con la definición de una serie de actuaciones necesarias para prevenir y combatir los riesgos por inundación en los núcleos urbanos, dividiéndolas en dos tipos:

- Actuaciones preventivas: dirigidas a la prevención de riesgos y son de carácter cualitativo. Su finalidad es establecer los indicadores de alerta necesarios para detectar los focos de riesgo por inundación, con la anticipación necesaria, así como implantar los procedimientos adecuados para su prevención.
- Actuaciones correctoras de riesgos: enfocadas a la corrección de los riesgos por inundación existentes

En conclusión, y considerando las cuencas de interés para el estudio de la PSFV (rambla de Rincones, rambla del Cinto y rambla Olivera), se tiene lo siguiente:

- Las cuencas que fueron analizadas en el estudio hidrológico consideraron el área vertiente hasta su desembocadura.
- Los tramos modelizados hidráulicamente se sitúan fuera del ámbito de implantación de la PSFV.
- Como se detallará más adelante, de toda la información disponible se emplearán para la modelización hidráulica los caudales de la rambla del Cinto y de la rambla Olivera.

3. REGULACIÓN, GUÍAS Y NORMATIVA APLICABLES

La Directiva 2007/60/CE, de 23 de octubre de 2007, relativa a la evaluación y gestión de los riesgos de inundación, (Directiva de Inundaciones), establece un marco comunitario conjunto para la disminución de los daños que producen las inundaciones en Europa. Esta Directiva trata todo tipo de inundaciones, distinguiendo tres tipologías esenciales:

- Inundaciones pluviales: derivadas de importantes precipitaciones in situ.
- Inundaciones fluviales: derivadas del desbordamiento de cauces.
- Inundaciones marinas: derivadas de temporales marinos en la costa.

En materia de riesgos de inundación y de gestión del Dominio Público Hidráulico dentro del ámbito de Andalucía y en relación a los usos del suelo son de aplicación las siguientes regulaciones:

- Reglamento del Dominio Público Hidráulico (*en adelante, Reglamento del DPH*) aprobado por el Real Decreto 849/1986 y modificado por Real Decreto 638/2016, de 9 de diciembre y Real Decreto 665/2023, de 18 de julio.
- Plan de Ordenación del Territorio de Andalucía (*en adelante, POTA*), aprobado por Decreto 206/2006, de 28 de noviembre de 2006.

Como documentación de base para la definición de la metodología aplicada así como los criterios en relación a parámetros como infiltración, régimen de escorrentías y régimen de corrientes, se seguirán las recomendaciones establecidas en:

- “Guía metodológica para el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables” (*en adelante, “Guía metodológica del SNCZI”*), publicada por el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino en 2011.
- NORMA 5.2-IC de la Instrucción de carreteras “Drenaje superficial”, Orden FOM / 298 / 2016 por la que se aprueba la norma 5.2-IC de la Instrucción de Carreteras (BOE del 10 de marzo) y sus modificaciones posteriores hasta la Resolución de 26 de marzo de 2018 del Director General de Carreteras (BOE del 5 de junio de 2018)

- Guía técnica de apoyo a la aplicación del Reglamento del Dominio Público Hidráulico en las limitaciones a los usos del suelo en las zonas inundables de origen fluvial (*en adelante “Guía de aplicación del RDPH”*), publicada por el Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente en 2017.
- “Guía para la elaboración de EIA en proyectos de plantas solares (*en adelante, “Guía elaboración EIA PSFV”*), publicada por el MITECO en marzo de 2022.

En los siguientes apartados se realiza una recopilación de los principales artículos aplicables, con los cuales se realizará el análisis de compatibilidad de la actuación propuesta.

3.1. REGLAMENTO DEL DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO (RDPH)

Con relación a las competencias de los organismos de cuenca, su ámbito de gestión se centra, fundamentalmente, en la administración y control del dominio público hidráulico (art. 23 Texto Refundido de la Ley de Aguas TRLA) a través de la autorización de determinadas actividades en el dominio público hidráulico y la zona de policía de los cauces (art. 6 TRLA) y la emisión de informes sobre los actos y planes del resto de administraciones (art. 25.4 TRLA).

Hay que destacar que los Organismos de cuenca han de emitir el informe especificado en el artículo 25.4 del TRLA en tres supuestos diferentes:

- Que se afecte al régimen de las aguas continentales
- Que se afecte al aprovechamiento de las aguas continentales
- Que se afecte a los usos permitidos en terrenos de dominio público hidráulico y en sus zonas de servidumbre y policía

Es decir, cuando una operación autonómica o local afecte al aprovechamiento (en cualquier lugar) o al régimen de las aguas continentales (también en cualquier lugar) el informe ha de emitirse. Igualmente, si se afecta al DPH y sus zonas de servidumbre y policía.

Así, el régimen de las aguas continentales se refiere al modo de gobernarse o regirse los caudales circulantes en un cauce. Para que se afecte, es necesario que se modifique:

- El régimen de caudales: cantidad de agua que pasa por un punto de forma habitual, el cual se puede modificar fundamentalmente por actividades que afecten al aprovechamiento de las aguas.
- El régimen de corrientes: forma en la que circula el agua en avenidas. En este caso, todo lo que se encuentre fuera de la Zona de Flujo Preferente, por la propia definición de esta zona, no modifica el régimen de corrientes.

El Real Decreto 638/2016, de 9 de diciembre, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico aprobado por el Real Decreto 849/1986, es el principal instrumento del que disponen los Organismos de cuenca para la gestión, entre otros aspectos, del riesgo de inundación.

El ámbito de aplicación de esta normativa se basa en la situación básica del suelo del territorio, siguiendo para ello el Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana y que establece en su artículo 21 las siguientes situaciones básicas del suelo:

- Suelo rural
- Suelo urbanizado

Para mayor detalle, las definiciones y equivalencias específicas de las situaciones básicas del suelo pueden encontrarse en el apartado 2.3 de la “Guía técnica de apoyo a la aplicación del RDPH en las limitaciones a los usos del suelo en las zonas inundables de origen fluvial”.

La zona de flujo preferente, junto con el DPH y la zona de policía, son las zonas donde se centra el ámbito competencial esencial de los Organismos de cuenca.

A partir de lo anterior serán de aplicación, en función de la situación inicial (o básica) del uso del suelo, los siguientes artículos:

- Art.4, 5, 6 y 7: De los cauces, riberas y márgenes. Dominio Público Hidráulico, Zona de Servidumbre y Zona de Policía.
- Art 9.bis: Limitaciones a los usos en la zona de flujo preferente en suelo rural.

- Art 9.ter: Obras y construcciones en la zona de flujo preferente en suelos en situación básica de suelo urbanizado.
- Art 9 quater. Régimen especial en municipios con más de un tercio de su superficie incluida en la zona de flujo preferente.
- Art 14.bis: Limitaciones a los usos del suelo en la zona inundable.
- Art 14 ter: Procedimiento para la elaboración e integración de cartografía de zonas inundables en el Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables.
- Art 14 quater: Informe previo sobre actos y planes de las comunidades autónomas y entidades locales.

En caso del diseño de obras sobre el DPH, se deberá atender a los siguientes artículos:

- Art 126: Obras dentro y sobre el DPH.
- Art 126.bis: Condiciones para garantizar la continuidad fluvial.
- Art 126.ter: Criterios de diseño obras protección, modificación de cauces y obras de paso.
- Art 126 quater: Conservación y mantenimiento de cauces de dominio público hidráulico.
- Art 126 quinquies: Conservación, mantenimiento e inventario de las obras hidráulicas longitudinales de protección frente a inundaciones.

Específicamente para nuestro caso, será necesario considerar los artículos 9 bis y 14 bis de forma que se cumplan los siguientes criterios:

- Evitar la implantación en Dominio Público Hidráulico (DPH) y Zona de Flujo Preferente (T=100 años)
- En la medida de lo posible, también se evitará la zona inundable para T=500 años.

3.2. PLAN DE ORDENACIÓN TERRITORIAL DE ANDALUCÍA (POTA)

Tal y como establece el apartado 105.4 del POTA habrá que tener en cuenta de forma orientativa los criterios del Plan de Prevención de Avenidas e Inundaciones en Cauces Urbanos Andaluces:

- En las zonas con riesgo de inundación para un periodo de retorno de 50 años o calado superior a 0,5 metros se garantizará la ausencia de cualquier instalación o edificación, temporal o permanente. Excepcionalmente y por razones de interés público podrán instalarse edificaciones temporales.
- En las zonas con riesgo de inundación para un periodo de retorno de 50 a 100 años, se garantizará la ausencia de cualquier instalación de industria pesada y de industria contaminante según la legislación vigente, o con riesgo inherente de accidentes graves, así como de instalaciones destinadas a servicios públicos esenciales o que conlleven un alto nivel de riesgo en situación de avenida.
- En las zonas sometidas a riesgo de inundación para periodos de retorno de 100 a 500 años, se garantizará la ausencia de industrias contaminantes, según la legislación vigente, con riesgo inherente de accidentes graves, así como las instalaciones destinadas a servicios públicos esenciales o que conlleven un alto nivel de riesgo en situación de avenida.

Cómo se puede comprobar, los condicionantes definidos por el Reglamento del DPH (2016) son más específicos y restrictivos que los impuestos por el POTA (2006), pudiendo descartar estos últimos del análisis final que se derive de los resultados del estudio.

3.3. GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DE EIA EN PROYECTO DE PLANTAS SOLARES

El objeto de esta Guía es facilitar a los Promotores/Consultores que intervienen en procedimientos de evaluación de impacto ambiental de proyectos de plantas solares fotovoltaicas, cuyos órganos sustantivo y ambiental pertenecen a la Administración General del Estado unos contenidos mínimos y una metodología para la elaboración de los estudios de impacto ambiental.

La Guía confirma la necesidad de lo definido en el RDPH, estableciendo una serie de medidas preventivas generales, de las cuales, en relación a la red de drenaje, tenemos lo siguiente:

- Mantener el drenaje natural de la zona de manera que, una vez ejecutado el proyecto, se favorezca un régimen de escorrentía lo más similar posible al existente antes de su ejecución y se evite el riesgo de inundación en las parcelas afectadas y en las adyacentes. En ese sentido, debería respetarse la continuidad, tanto lateral como longitudinal, de los cursos fluviales, cauces y vaguadas, así como garantizar la conservación de las formaciones vegetales de la ribera estableciendo una separación suficientemente amplia para su protección.
- Evitar la ubicación de elementos del proyecto en zonas inundables, especialmente, en zonas de flujo preferente.

Estos dos puntos surgen a partir de los criterios e indicadores relacionados con el factor ambiental “agua”:

Factores Ambientales	Criterios para la valoración de cada alternativa.	Posibles indicadores para la comparación de alternativas.
Agua	<ul style="list-style-type: none">◦ *Evitar la alteración del DPH y su zona de servidumbre.◦ Evitar la ocupación de zonas inundables.◦ Minimizar la ocupación de la zona de policía.◦ Minimizar la pavimentación, ocupación e impermeabilización de zonas permeables.	<ul style="list-style-type: none">◦ Presencia y, en su caso, estimación de la longitud y superficie de cauces y zonas húmedas en los terrenos ocupados por el proyecto.◦ Distancia de las infraestructuras (incluido el vallado perimetral) a los elementos del DPH, a sus márgenes de protección y a zonas inundables.◦ Número y longitud de cauces interceptados por infraestructuras del proyecto.◦ Superficie de ocupación de zonas inundables.◦ Periodo de retorno de las zonas inundables ocupadas.◦ Superficie de zona de policía ocupada.◦ Incremento de superficie pavimentada sobre zonas de recarga de posibles acuíferos.

Ilustración 5. Ejemplos de criterios e indicadores que pueden emplearse para la comparación ambiental de alternativas. Se marcan con * los que a priori tienen más peso en este tipo de proyectos. Fuente: Guía para la elaboración de EIA en proyectos de plantas solares.

4. OBJETO DEL ESTUDIO

Con base en los antecedentes expuestos, y para poder dar cumplimiento a la regulación aplicable, se definen los siguientes objetivos:

- Identificar y describir los mecanismos que originan la esorrentía de las cuencas
- Delimitar los niveles de peligrosidad de inundación considerando diferentes criterios basados en las guías de aplicación, tanto para inundación fluvial como para pluvial.
- Análisis de la compatibilidad de la PSFV con los diferentes tipos de inundaciones:
 - A nivel de inundación fluvial considerando:
 - No afección a esorrentías
 - No afección a régimen de corrientes
 - Compatibilidad de usos (implantación de seguidores, CT, caminos, etc) con los niveles de peligrosidad definidos en base a calados y velocidades
 - A nivel de inundación pluvial considerando criterios de:
 - Mínima afección a la infiltración
 - Compatibilidad de usos (implantación de seguidores, CT, caminos, etc) con los niveles de peligrosidad definidos en base a calados y velocidades
- Definición de los requisitos de diseño en caso de tener que considerar obras de drenaje u otras medidas de tipo estructural.

5. ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO

Como paso previo al análisis hidrológico-hidráulico se realizará la delimitación de las cuencas vertientes al ámbito de estudio, así como el cálculo de sus características básicas.

El proceso se inicia partiendo del MDT de 5 m disponible en el Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG). Haciendo uso de herramientas de análisis espacial a continuación se describen los pasos seguidos para la delimitación de cuencas:

- Apertura del MDT en aquellos tramos y puntos donde se localice un canal, encauzamiento, obras de drenaje o cualquier otro elemento que intervenga en la continuidad de la red de drenaje.
- Relleno de zonas endorreicas. Aunque los valores de aquellas celdas del MDT que forman parte de los sumideros se modifiquen, este paso es estrictamente necesario para un cálculo preciso de las cuencas vertientes, sin afectar a los parámetros geomorfológicos e hidrológicos.
- Cálculo de las direcciones de flujo (o direcciones que seguiría el flujo en cada una de las celdas).
- Cálculo de las celdas drenantes acumuladas (número de celdas que drenan a cada celda) y obtención de la red de drenaje para un orden de Strahler determinado.
- Cálculo de las cuencas vertientes. Para este paso, en función de la red de drenaje obtenida, son seleccionados los puntos de salida de las cuencas sobre las que se realizará el cálculo hidrológico.
- Cálculo de los principales parámetros geomorfológicos (área, longitud principal, pendiente, tiempo de concentración,...) de las cuencas obtenidas en el paso anterior.

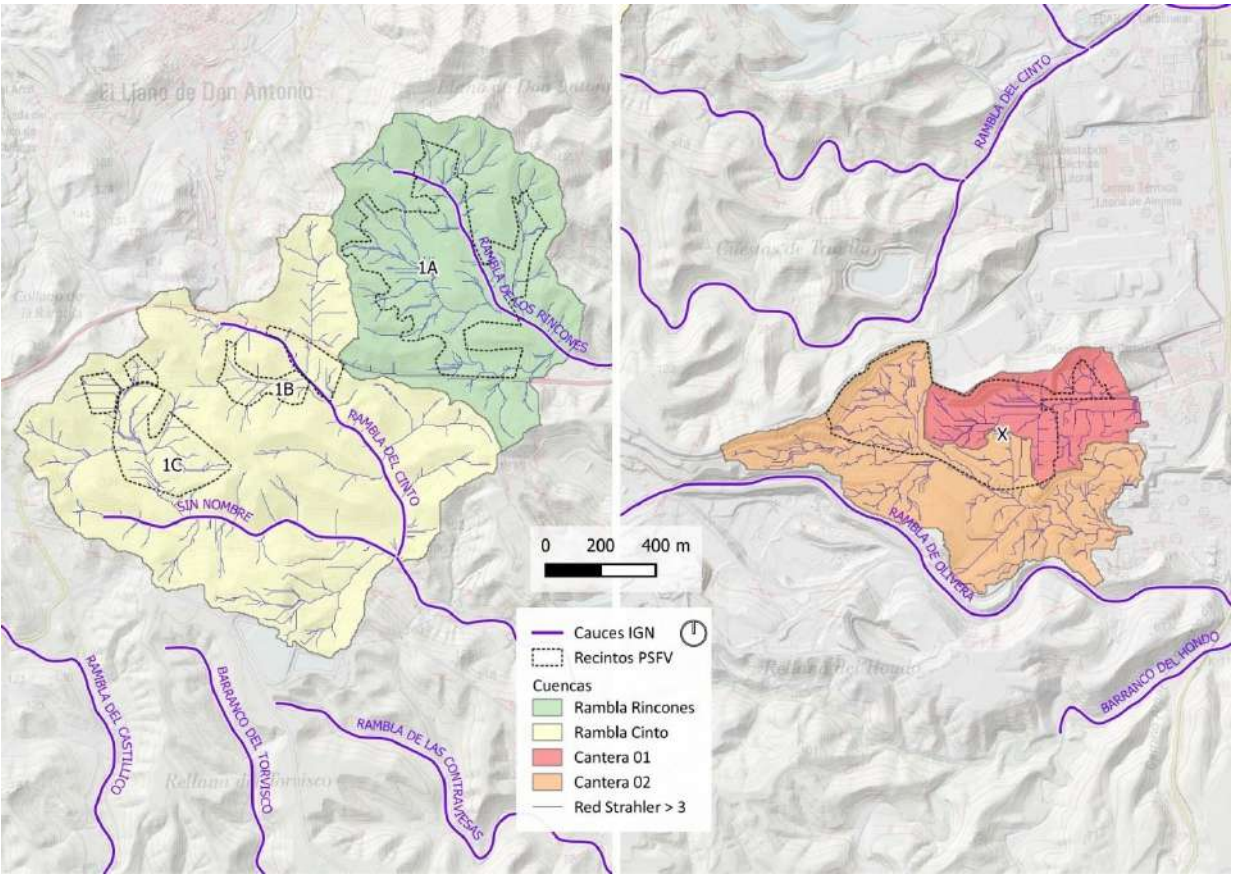


Ilustración 6. Cuencas y red de drenaje

Cuenca	Área (km²)	Long ppal (m)	Zmax (msnm)	Zmin (msnm)	Pendiente (m/m)	Tc Temez (h)
Rambla de los Rincones	0.76	1220.50	142.50	74.50	0.056	0.60
Rambla del Cinto	1.45	1731.00	145.25	68.60	0.044	0.82
Cantera 01	0.22	878.50	35.80	27.40	0.010	0.66
Cantera 02	0.55	1756.00	79.60	8.75	0.040	0.85

Tabla 2. Características principales

Cuenca	X UTM ETRS-89	Y UTM ETRS-89
Rambla de los Rincones	596044.5	4094264
Rambla del Cinto	595440	4093519
Cantera 01	597405	4092189
Cantera 02	597385	4091704

Tabla 3. Coordenadas de los puntos de salida de cada cuenca (SRC: ETRS89-H30)

La delimitación de estas cuencas se empleará de base para la delimitación de los modelos con los que se realizan los cálculos hidrológico-hidráulicos.

Por último destacar que desde el punto de vista geológico el mapa de unidades litológicas del REDIAM muestra que la zona donde se implantará la PSFV se caracteriza por la presencia de rocas volcánicas, calcarenitas, arenas, margas y calizas. Estas características se tendrán en cuenta en la definición de los condicionantes para la implantación, así como para el análisis de afecciones sobre el régimen de escorrentías debido a los cambios producidos en los usos del suelo.

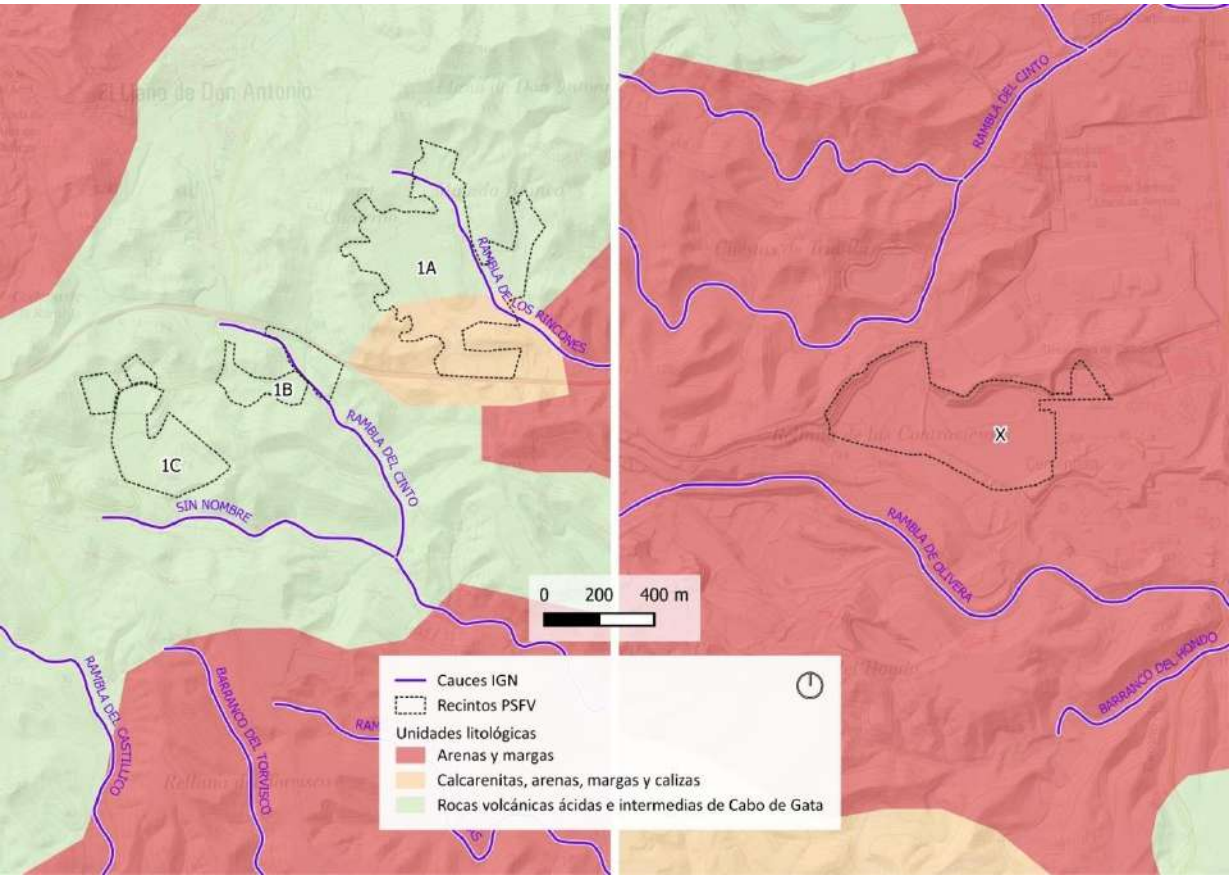


Ilustración 7. Unidades litológicas. Fuente: REDIAM

6. MODELACIÓN HIDROLÓGICO-HIDRÁULICA

6.1. METODOLOGÍA

En este apartado se describe la metodología aplicada para la confección del modelo hidrológico-hidráulico con una descripción de cada uno de los pasos realizados siguiendo las recomendaciones de la “Guía metodológica del SNCZI”.

Las principales conclusiones a alcanzar deben derivarse de una modelización hidráulica de detalle en dos dimensiones. En el caso que nos ocupa, se debe comenzar por una cuidada selección de los ámbitos a modelar, de manera que cubran en su totalidad el área objeto de análisis. En lo que sigue se describe la estructura general de los modelos utilizados, con una justificación de las diferentes fases desarrolladas al efecto de la definición de las correspondientes topologías de cada uno de ellos.

Antes que nada, conviene recordar que esta definición de topologías es tanto o más importante que la selección de un modelo matemático adecuado para la simulación de las escorrentías. Ello incluye la correcta introducción de los datos topográficos disponibles, geométricos de las estructuras existentes, capacidad de infiltración del suelo, rugosidad de las superficies, y condiciones específicas de caudal, así como las condiciones de contorno internas y externas.

La delimitación de los diferentes modelos utilizados en este caso se ha realizado teniendo en cuenta la amplitud del ámbito de estudio, la disposición de las diferentes cuencas vertientes, la existencia de los posibles puntos de control del flujo y las condiciones de contorno a establecer tanto aguas arriba como aguas abajo en cada ámbito modelado.

6.1.1. SOFTWARE

El software escogido para las simulaciones ha sido IBER 3.2.2. Este software destaca por su capacidad de simular flujos unidimensionales y bidimensionales, permitiendo la evaluación detallada de comportamientos hidráulicos complejos. Con una interfaz intuitiva, facilita la entrada de datos y la visualización de resultados, ofreciendo herramientas avanzadas para el diseño de obras hidráulicas, como puentes y otras obras de drenaje transversal.

El software IBER 3.2.2 posee, además del módulo hidrodinámico, un módulo hidrológico que permite el cálculo de la transformación lluvia-escorrentía y que posibilita su aplicación como

modelo hidrológico distribuido para los casos de condición de contorno de entrada por hietograma. De esta forma, para cada celda del territorio, el software comenzará aplicando el módulo hidrológico, con el método definido para la transformación lluvia-escorrentía, para, a continuación, mediante el módulo hidrodinámico, aplicar las ecuaciones de St Venant 2D y obtener el calado, la velocidad y el caudal transferido a la celda situada aguas abajo.

6.1.2. MODELO DIGITAL DEL TERRENO

El modelo digital del terreno (MDT) empleado es el resultante de procesar y unificar a la resolución adecuada la información procedente de diversas fuentes en dos ámbitos bien diferenciados:

En general la mejor fuente de datos son los vuelos LiDAR, siendo la procedente de la segunda cobertura del Proyecto PNOA la más actual. Sus especificaciones se resumen a continuación:

- Densidad mínima de puntos: 0.5 - 2 puntos/m²
- Sistema geodésico de referencia: ETRS89 huso 30
- Sistema de referencia altimétrico: Altitudes ortométricas, geoide de referencia EGM08
- RMSE Z: ≤ 20 cm
- Precisión planimétrica estimada: ≤ 30 cm

En función del tipo de modelación, el procesado final deberá considerar la incorporación de la edificación, así como la eliminación de los tableros de los puentes u otras estructuras que serán modelizadas con elementos propios del software.

6.1.3. DELIMITACIÓN DEL MODELO Y MALLA DEL CÁLCULO

En toda modelación de este tipo la primera tarea a acometer es la de definir su extensión. Ésta vendrá definida por los condicionantes hidráulicos de entrada y salida, posibles cambios de régimen, extensión del área de análisis, etc.

Definido el polígono de simulación, a continuación, en función del grado de detalle requerido para poder representar adecuadamente el terreno, se definen líneas de rotura sobre las

cuales se realiza un mallado más fino para dotar de mayor detalle a la malla de cálculo.

En ocasiones, y dependiendo del tipo de modelación, la edificación será tenida en cuenta en la malla de cálculo como condición de contorno interna (paredes verticales).

6.1.4. ESTUDIO PLUVIOMÉTRICO

6.1.4.1. Cuantiles de cálculo

Para el análisis pluviométrico se considerará la información procedente del análisis estadístico regional realizado por el CEDEX en el estudio “Máximas lluvias diarias en la España Peninsular” (Ferrer y Ardiles, 1995), cuyos cuantiles se pueden encontrar en la última versión de las aplicaciones MAXPLWIN y CauMAX2.3 (2014).

Los resultados de este análisis estadístico es el recomendado por la “*Guía metodológica del SNCZI*” en su apartado 3.6.1.2.2 como alternativa al estudio estadístico de precipitaciones y su posterior interpolación espacial.

Estos valores deben ser corregidos por un factor de corrección areal, el cual se define de la siguiente manera:

$$Pd' = Pd \cdot K_A$$

- Si $A < 1 \text{ km}^2$: $K_A = 1$
- Si $1 \text{ km}^2 < A < 3000 \text{ km}^2$: $K_A = 1 - \log(A/15)$

Dado el pequeño tamaño de las cuencas vertientes a cada uno de los recintos de estudio se tomará el criterio conservador de definir un evento independiente para cada una de ellas de forma que no es necesario aplicar la corrección por área.

6.1.4.2. Hietogramas de diseño

Con los cuantiles corregidos es posible definir los hietogramas que serán empleados en el modelo de IBER.

La distribución temporal escogida para las intensidades de precipitación será la definida por el hietograma sintético alterno (recomendado por la “*Guía metodológica del SNCZI*”), cuyos

parámetros son los siguientes:

- IDF de Témez
- Duración de tormenta. En ausencia de datos específicos de duración de chubascos, el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX recomienda el empleo de tormentas con duración del orden de 24 horas dado el carácter diario de la mayor parte de los registros pluviométricos.
- Tiempo de paso $< 20\%$ del tiempo de concentración de las cuencas analizadas (Valor recomendado por la “*Guía metodológica del SNCZI*”)

6.1.5. MÉTODO DE INFILTRACIÓN

El método con un uso más extendido para estimar las pérdidas en el cálculo de crecidas es el método del número de curva. Este método se basa en suponer que toda la lluvia se infiltra hasta que se alcanza una determinada cantidad, denominada umbral de escorrentía (P_0), para la cual se supone que la capa superficial del suelo se satura y comienza a generarse la escorrentía superficial. Para determinar la cantidad de escorrentía superficial generada hasta un instante dado se establece la hipótesis de que la escorrentía está en la misma relación respecto a la precipitación total caída hasta ese instante (descontado el P_0), y el agua infiltrada (descontado también el P_0), respecto a la capacidad máxima de almacenamiento del suelo (S).

El umbral de escorrentía se puede relacionar con otra magnitud, denominada número de curva (que da nombre al método), con objeto de facilitar su aplicación práctica mediante gráficos, y que viene dado por la siguiente expresión (con P_0 en mm):

$$NC = 5000 / (P_0 + 50)$$

IBER cuenta con la posibilidad de utilizar el Método del Número de Curva del SCS el cual se considera de suficiente precisión para el objetivo perseguido en la modelización hidrológica.

6.1.6. RUGOSIDAD

Para la estimación de la rugosidad se aplica la tabla 1 del anejo V propuesta por la “*Guía metodológica del SNCZI*”, en la cual se establece una relación entre la clasificación de los usos del suelo y su coeficiente de rugosidad de Manning (n).

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

Clasificación de usos del suelo del SIOSE				n	Clasificación de usos del suelo del CORINE (2000)			
Cobertura artificial	Zonas de extracción o vertido			0,04	Zonas de extracción minera		Zonas de extracción minera, vertidos y de construcción	Zonas artificiales
Artificial compuesto	Primario	Minero extractivo			Escombreras y vertederos			
	Infraestructuras	Residuos	Vertederos y escombreras		Zonas en construcción			
Cobertura artificial	Suelo no edificado			0,09	Zonas verdes urbanas		Zonas verdes artificiales, no agrícolas	
Cobertura artificial	Zona verde artificial y arbolado urbano							
Artificial compuesto	Primario	Forestal						
	Terciario	Camping						
	Equipamiento/ dotacional	Parque urbano						
		Deportivo						
		Campo de golf		0,035	Campos de golf			
Cultivos	Cultivos herbáceos	Cultivos herbáceos distintos de arroz		0,04	Tierras de labor en secano (tierras abandonadas/barbechos)		Tierras de labor	
					Cultivos herbáceos en regadío	Terrenos regados permanentemente		
		Otras zonas de irrigación						
		Arrozales						
	Cultivos leñosos	Viñedo		0,05	Viñedos en secano	Viñedos en regadío	Cultivos permanentes	
		Frutales	Frutales cítricos		Frutales en secano			Frutales y plantaciones de bayas (plantaciones de lípula)
			Frutales no cítricos					
		Otros cultivos leñosos	0,06	Frutales tropicales	Frutales en regadío			
				Otros frutales en regadío				
		Olivar		Olivares en secano	Olivares			
				Olivares en regadío				
		Prados		0,035	Prados y praderas (pastos en tierras abandonadas, prados arbolados)			Praderas
	Asentamiento agrícola residencial			0,035-0,05	0,04	Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes en secano	Cultivos anuales asociados a cultivos permanentes	Zonas agrícolas heterogéneas
						Cultivos anuales asociados con cultivos permanentes en regadío		

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

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

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

Tabla 4. Valores del coeficiente de rugosidad de Manning asignados a los usos del suelo del SIOSE y CLC2000 (Fuente: Guía metodológica del SNCZI)

6.1.7. CONDICIONES DE CONTORNO

Respecto a las condiciones de contorno serán tenidas en cuenta las siguientes:

- Entrada: en nuestro caso particular además serán introducidos los hietogramas obtenidos del análisis pluviométrico. Además, en los casos que sea necesario se introducirán los caudales de cauces obtenidos en estudios realizados previamente.
- Salida: las condiciones de contorno de salida será la de condición crítica.

Todas las condiciones de contorno serán aplicadas a una distancia suficiente que permita cumplir con las longitudes recomendadas por la “Guía metodológica del SNCZI”.

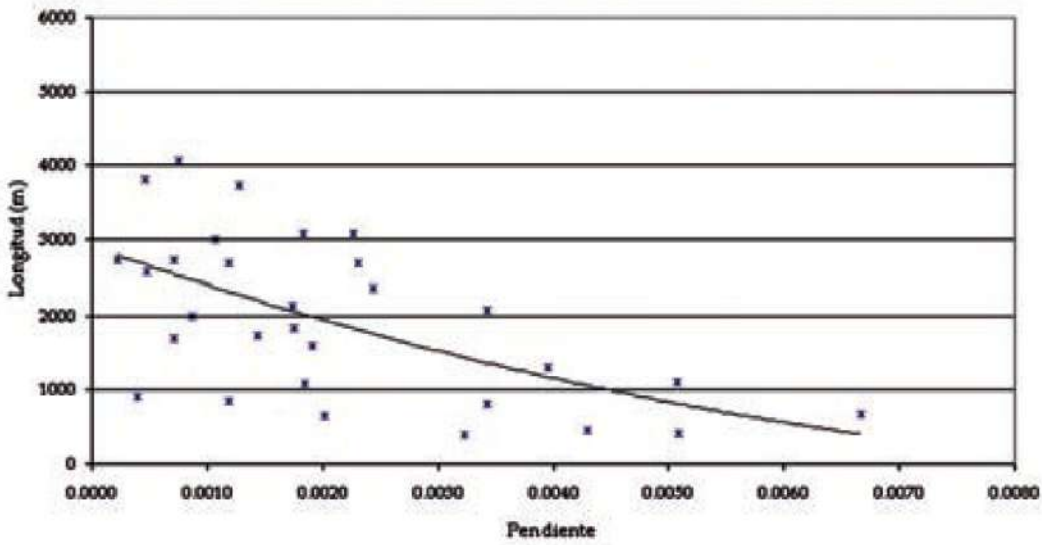


Ilustración 8. Estimación de la longitud de acomodación. Fuente: “Guía metodológica del SNCZI”

6.1.8. PARÁMETROS DE SIMULACIÓN

En toda modelación hidráulica es fundamental definir los parámetros de simulación y utilizar los esquemas numéricos más adecuados a cada caso en particular.

Los parámetros tenidos en cuenta en la simulación, y que han permitido tener una correcta convergencia, han sido los siguientes:

- Plug-in: IberPlus (paralelización con GPU)
- Esquema numérico: 1º orden;
- Condición CFL = 0.45 (número de Courant-Friedrichs-Levy);
- Límite Seco-Mojado: 0.01 m = 1 cm;

6.1.9. RESULTADOS

6.1.9.1. Mapa de máximos

El software empleado permite exportar en formato ráster los mapas de calados y velocidades máximas de forma que en cada celda es definido el valor máximo alcanzado a lo largo de toda la simulación.

En todos los modelos se representarán únicamente los resultados de calados y velocidades correspondientes a calados superiores a 10 cm, por considerarse este valor por debajo de la precisión de los datos LIDAR (RMSE Z: ≤ 20 cm) a partir de los cuales ha sido obtenido el MDT.

6.1.9.2. Dominio Público Hidráulico

Según la disposición 5 del Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, el Dominio Público Hidráulico determinado a partir del cauce natural se define de la siguiente forma en su capítulo II, artículo 4:

“1. Álveo o cauce natural de una corriente continua o discontinua es el terreno cubierto por las aguas en las máximas crecidas ordinarias (artículo 4 del texto refundido de la Ley de Aguas). La determinación de ese terreno se realizará atendiendo a sus características geomorfológicas, ecológicas y teniendo en cuenta las informaciones hidrológicas, hidráulicas, fotográficas y cartográficas que existan, así como las referencias históricas disponibles.”

El texto refundido de la Ley de Aguas (TRLA), aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, define una zonificación sectorial “fluvial” para la protección de las personas y bienes y la protección del Dominio Público Hidráulico, indicando en su artículo 6 lo siguiente:

“1. Se entiende por riberas las fajas laterales de los cauces públicos situadas por encima del nivel de aguas bajas, y por márgenes los terrenos que lindan con los cauces.

Las márgenes están sujetas, en toda su extensión longitudinal:

- a) A una zona de servidumbre de cinco metros de anchura, para uso público que se regulará reglamentariamente.
- b) A una zona de policía de 100 metros de anchura en la que se condicionará el uso del suelo y las actividades que se desarrollen.”



Ilustración 9. Dominio Público Hidráulico y márgenes del río

Para la definición del Dominio Público Hidráulico se aplicará el criterio conservador de asimilar la máxima crecida ordinaria (MCO) al caudal asociado al periodo de retorno de T=10 años. Esta simplificación se considera válida teniendo en cuenta la definición establecida en el apartado 4.2 del Reglamento.

6.1.9.3. Zona de Flujo Preferente

De acuerdo con el artículo 9.2 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico (RDPH), la Zona de Flujo Preferente (ZFP) se define como la zona constituida por la unión de la zona o zonas donde se concentra preferentemente el flujo durante las avenidas, o vía de intenso desagüe (VID), y de la zona donde, para la avenida de 100 años de periodo de retorno, se puedan producir graves daños (ZGD), sobre las personas y los bienes, quedando delimitado su límite exterior mediante la envolvente de ambas zonas:

“A los efectos de la aplicación de la definición anterior, se considerará que pueden producirse graves daños, sobre las personas y los bienes cuando las condiciones hidráulicas durante la avenida satisfagan uno o más de los siguientes criterios:

- Que el calado sea superior a 1 m
- Que la velocidad sea superior a 1 m/s
- Que el producto de ambas variables sea superior a 0.5 m²/s

Se entiende por vía de intenso desagüe la zona por la que pasaría la avenida de 100 años de periodo de retorno sin producir una sobreelevación mayor que 0.30 m, respecto a la cota de la lámina de agua que se produciría con esa misma avenida considerando toda la llanura de inundación existente.”

En la delimitación de la zona de flujo preferente se empleará toda la información de índole histórica y geomorfológica existente, a fin de garantizar la adecuada coherencia de los resultados con las evidencias físicas disponibles sobre el comportamiento hidráulico del río.

A partir de su definición se comprueba que la definición de la Zona de Flujo Preferente (ZFP) no es algo inmediato de obtener, especialmente en lo relativo al cálculo de la Vía de Intenso Desagüe en zonas donde la llanura de inundación posee una elevada componente bidimensional.

En el caso que nos ocupa, se tomará el criterio conservador de asumir que la Zona de Flujo Preferente es igual a la extensión de inundación para el evento de T=100 años.

6.2. ESCENARIOS ANALIZADOS

Se definen dos escenarios que permitirán comprobar y validar las posibles afecciones al régimen de escorrentías y de corrientes:

- Situación actual: antes del proyecto, empleando el MDT y las características de infiltración y rugosidad del terreno actual.
- Situación futura: considerando el movimiento de tierras del proyecto y las modificaciones en la infiltración y rugosidad debidas al cambio en los usos del suelo

En función del tipo de condición de contorno que deberá ser aplicada (caudal punta o hietograma de lluvia), han sido definidos 3 modelos atendiendo a las características de la cuenca, el tipo de cauce y su relación con las superficies de los recintos del PSFV:

- Modelo 01, el cual abarca el recinto 1A y contiene la cuenca de la rambla de los Rincones. Como condición de contorno se ha impuesto el hietograma obtenido por el método de bloques alternos.
- Modelo 02, el cual abarca los recintos 1B y 1C, y contiene la cuenca de la rambla del

Cinto y una rambla Sin Nombre afluente de la primera. Como condición de contorno se ha impuesto el hietograma obtenido por el método de bloques alternos.

- Modelo 03, el cual abarca el recinto X, y contiene dos tramos de las ramblas de las Contraviesas (afluente del Cinto) y rambla de Olivera. Como condición de contorno se ha impuesto el hietograma obtenido por el método de bloques alternos, y los caudales para las dos ramblas obtenidos en el “EH Levante almeriense”.

Modelo	Recintos	Cuenca modelizada	Tipo de condición de contorno
1	1A	Rambla de los Rincones	Hietograma
2	1B, 1C	Rambla del Cinto	Hietograma
		Rambla Sin Nombre	Hietograma
3	X	Cuencas cantera	Hietograma
		Rambla de Olivera	Caudales para la rambla de Olivera del "EH Levante almeriense"
		Rambla de las Contraviesas	Caudales para la rambla del Cinto del "EH Levante almeriense"

Tabla 5. Relación de modelos generados, cuencas vertientes y condiciones de contorno de entrada

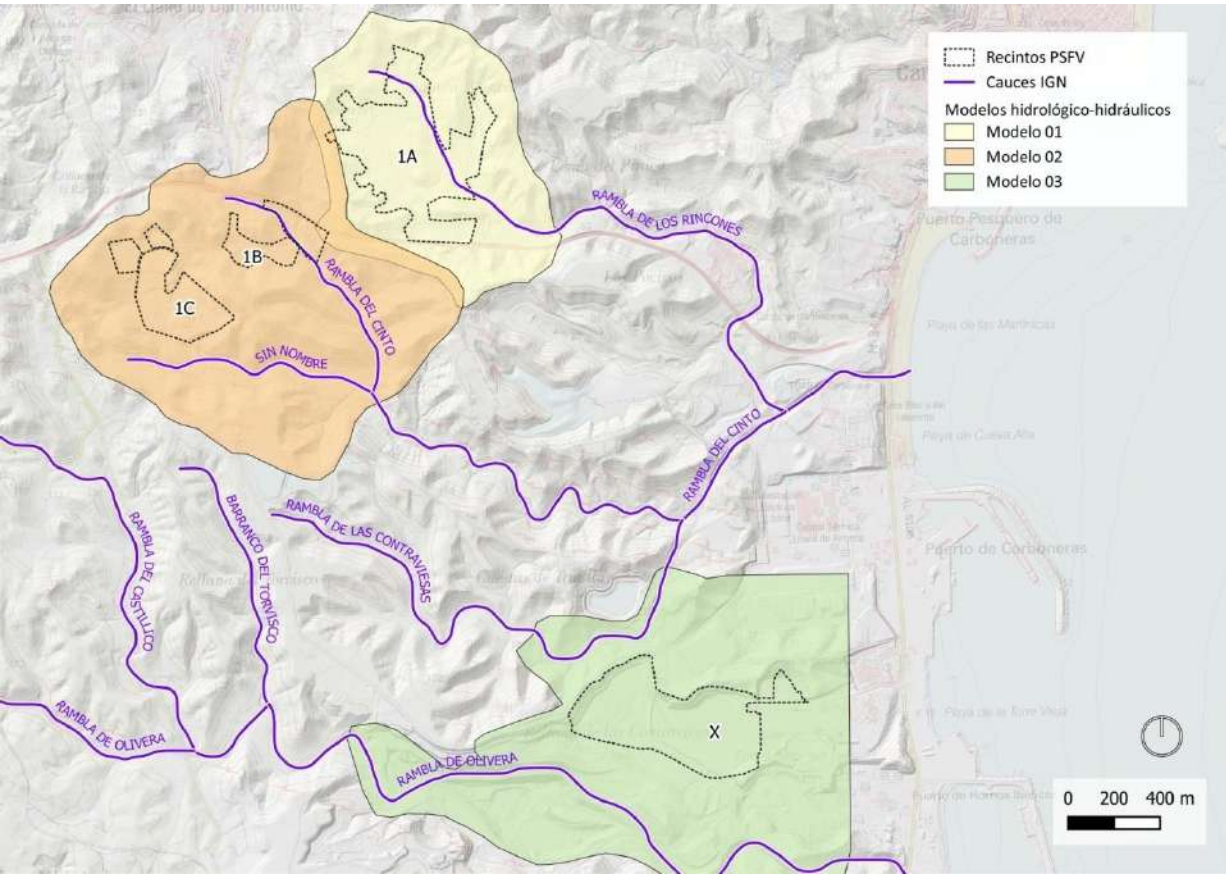


Ilustración 10. Delimitación de los modelos generados

6.2.1. SITUACIÓN ACTUAL

La situación actual se encuentra definida por las condiciones actuales de terreno, previas al proyecto de la PSFV.

El suelo y el entorno se caracterizan por situarse en ámbito rural para los recintos 1A, 1B y 1C, e industrial para el recinto X.

6.2.1.1. MDT

El modelo digital del terreno (MDT) fue el resultante de procesar y unificar con paso de malla de 2 m la información procedente de los puntos del vuelo LiDAR correspondiente a la segunda cobertura del Proyecto PNOA para la provincia de Almería (año del vuelo 2020):

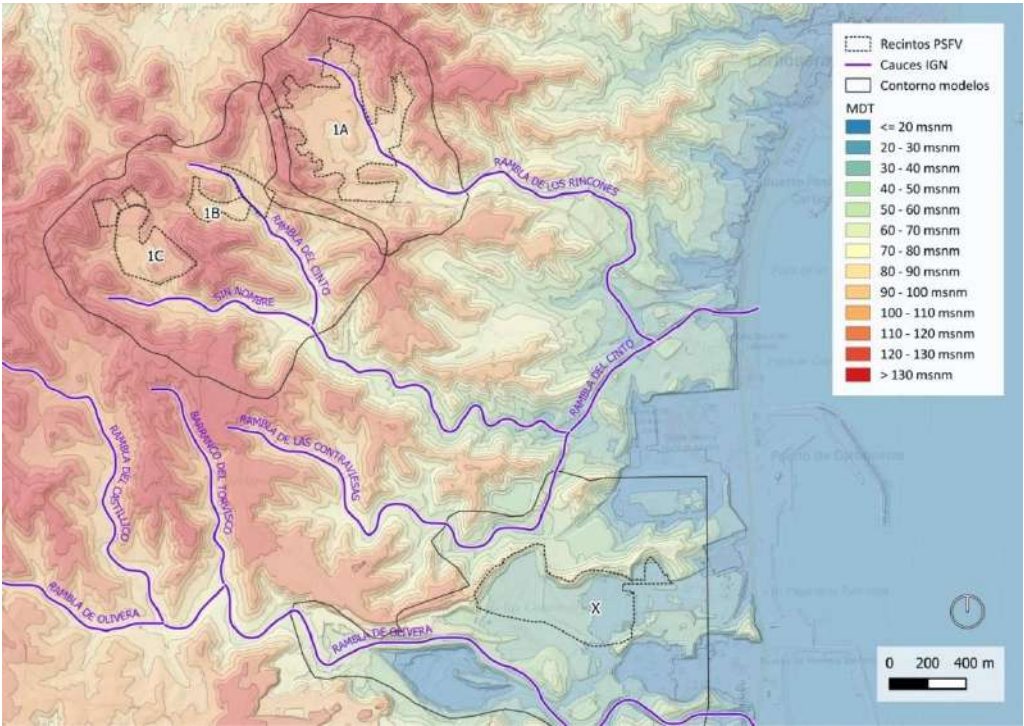


Ilustración 11. MDT empleado para la simulación hidrológica-hidráulica

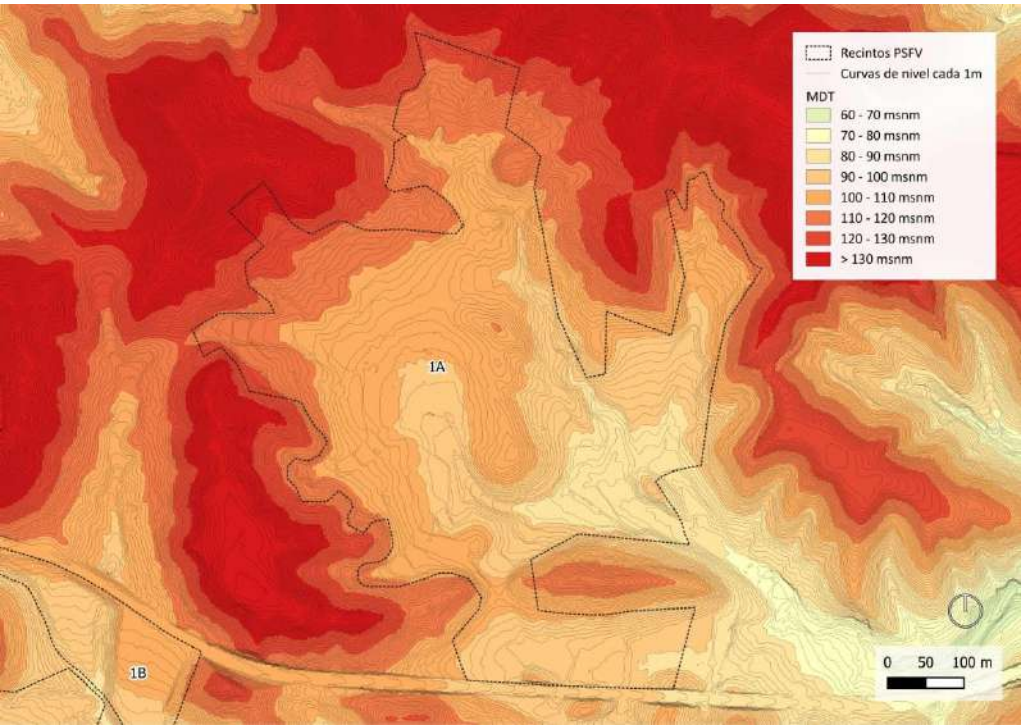


Ilustración 12. Detalle del MDT. Recinto 1A

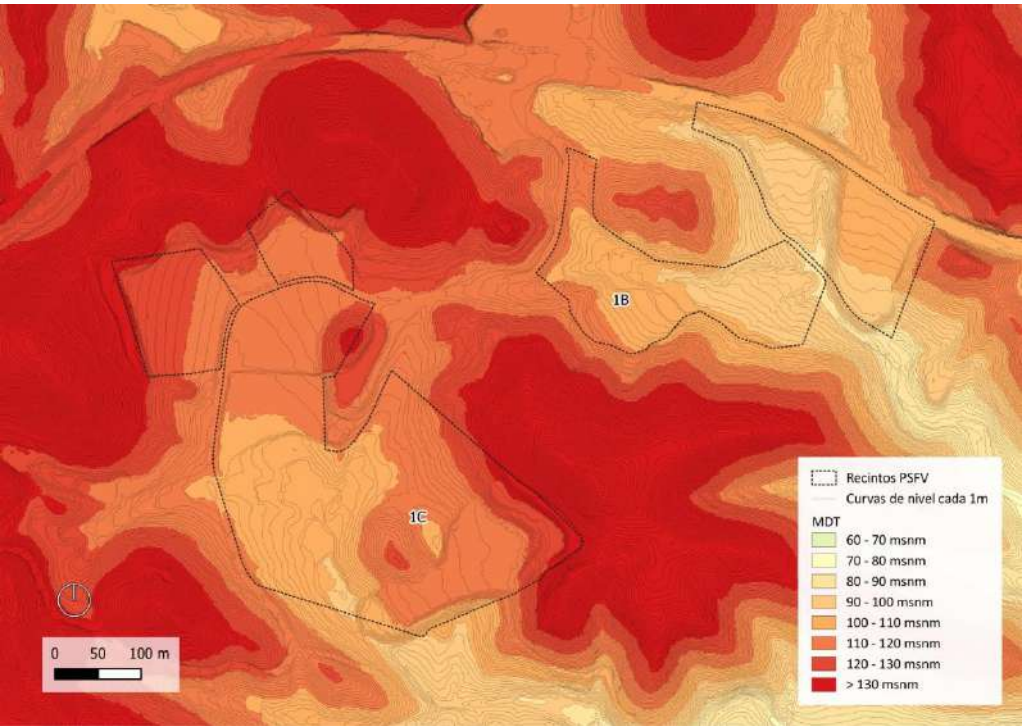


Ilustración 13. Detalle del MDT. Recintos 1B y 1C

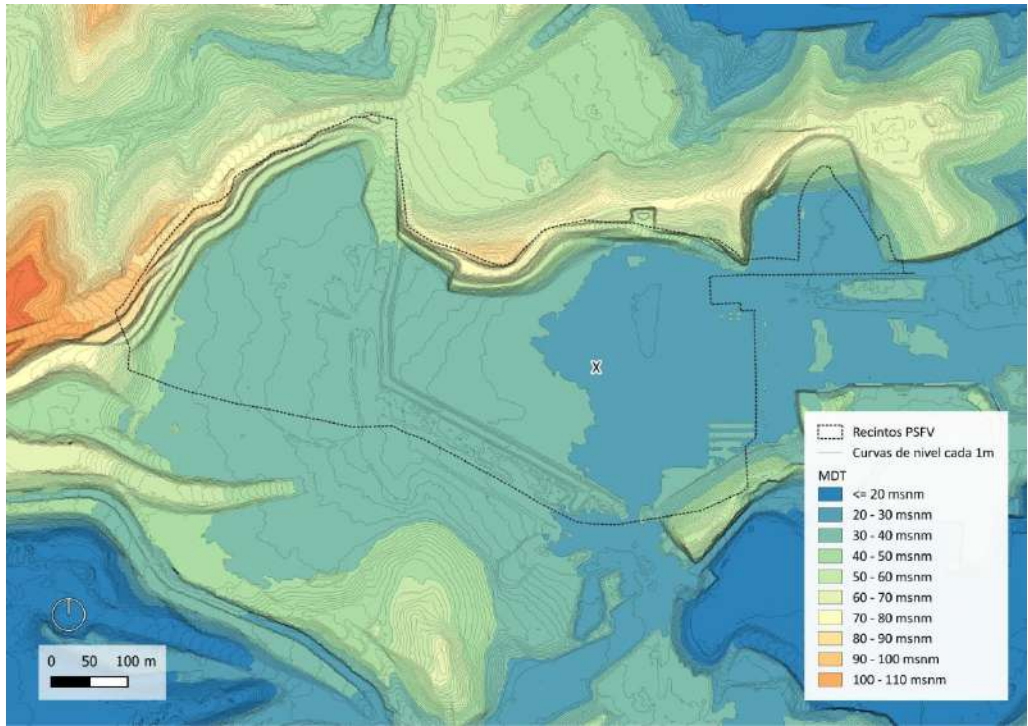


Ilustración 14. Detalle del MDT. Recinto X

6.2.1.2. Malla

Delimitados los ámbitos de los modelos, y las líneas de rotura en caso de ser necesarias, fueron definidos diferentes tamaños para los elementos triangulares que forman la malla de cálculo en función del nivel de detalle requerido:

- Ámbito general para los tres modelos: 5 m
- Margen derecha de la rambla Olivera: 10 m

Modelo	Lado máx de celda (m)	Número de elementos	Área total (km ²)
1	5	87910	0.96
2	5	150311	1.64
3	5 & 10	160585	2.01

Tabla 6. Características básicas de la malla generada

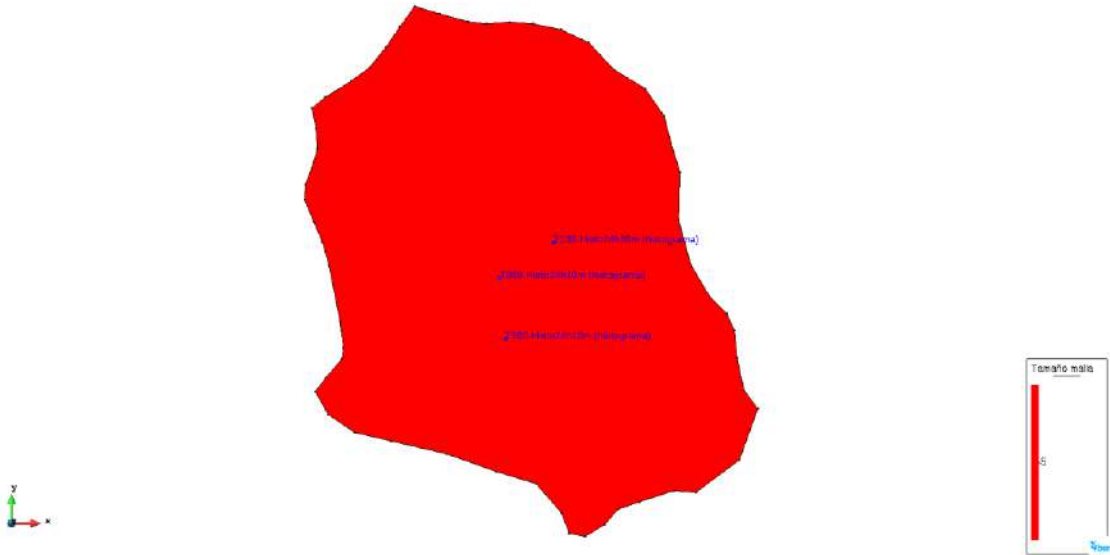


Ilustración 15. Delimitación y distribución de los tamaños de malla en el modelo 1

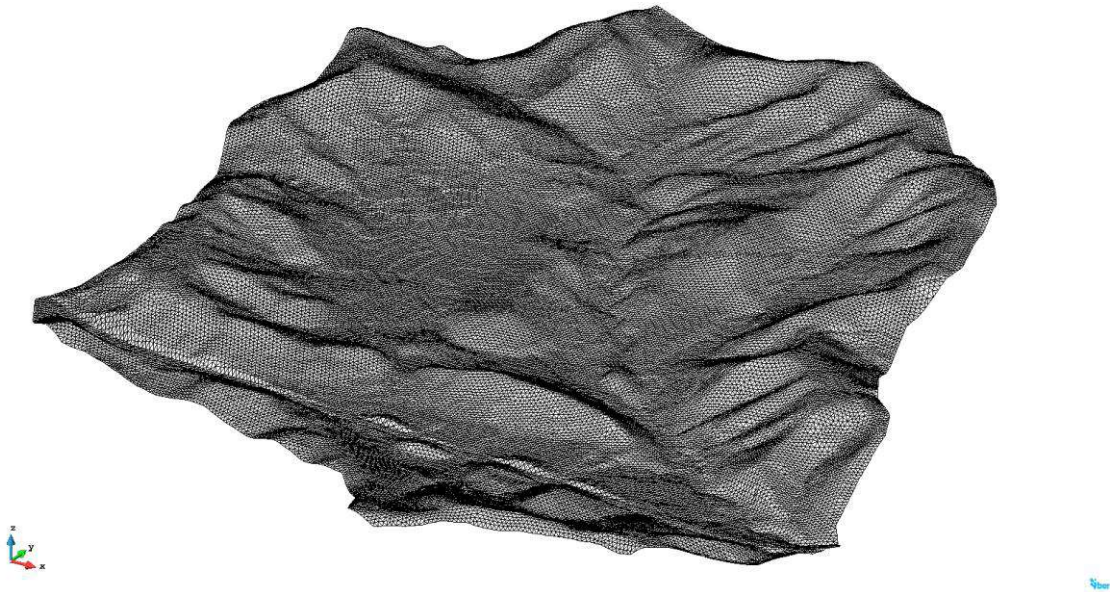


Ilustración 16. Malla generada para el modelo 1

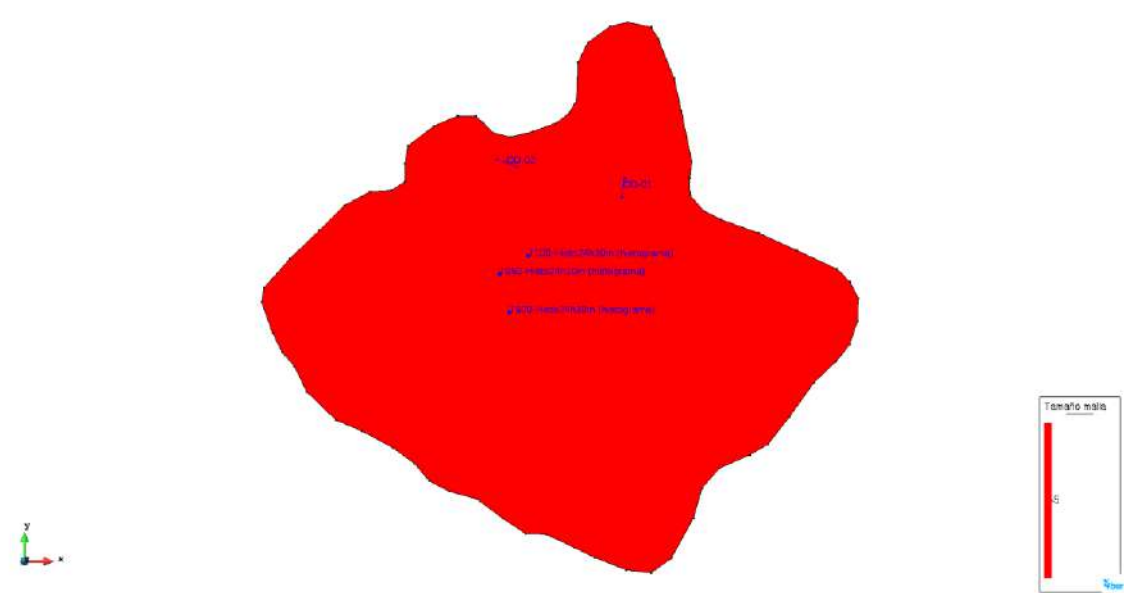


Ilustración 17. Delimitación y distribución de los tamaños de malla en el modelo 2

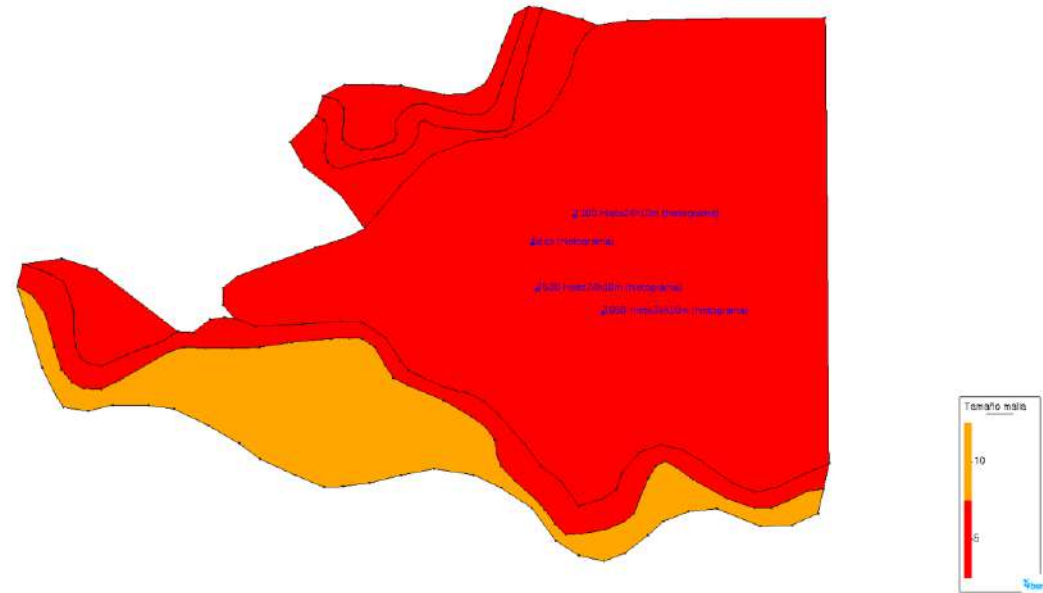


Ilustración 19. Delimitación, líneas de rotura y distribución de los tamaños de malla en el modelo 3

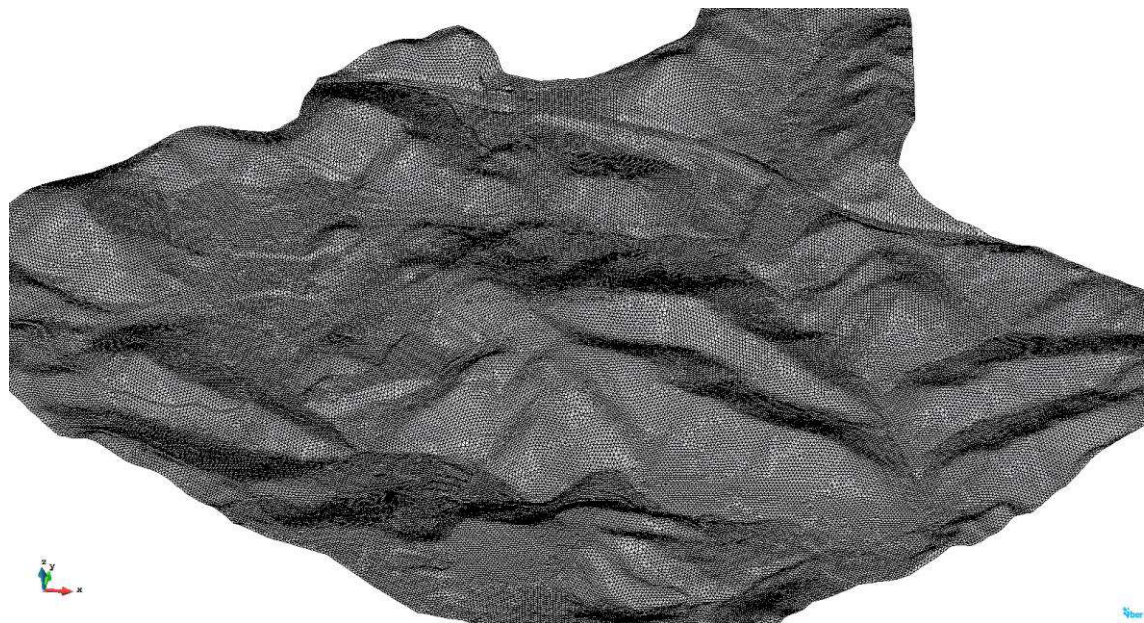


Ilustración 18. Malla generada para el modelo 2

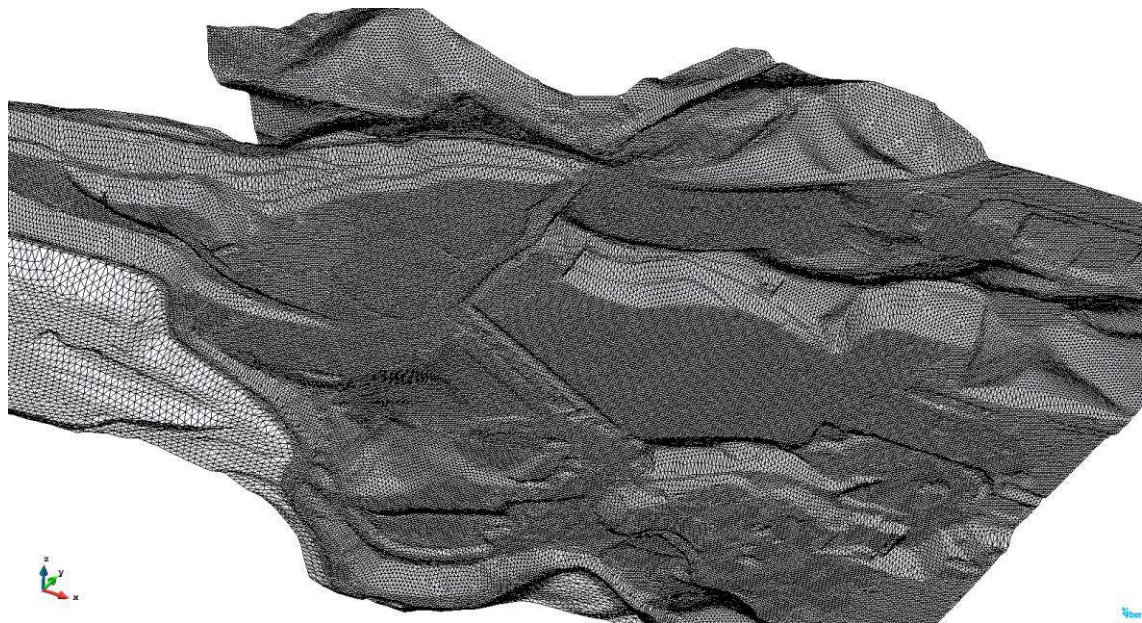


Ilustración 20. Malla generada para el modelo 3

6.2.1.3. Hietogramas de diseño

En primer lugar son obtenidos los cuantiles de precipitación a partir de la publicación “*Máximas Lluvias Diarias en la España Peninsular*”. Para su cálculo solo es necesario multiplicar la precipitación media (mm) por el factor de ampliación (K_T) que se obtiene a partir del coeficiente de variación (C_v) para cada uno de los periodos de retorno considerados.

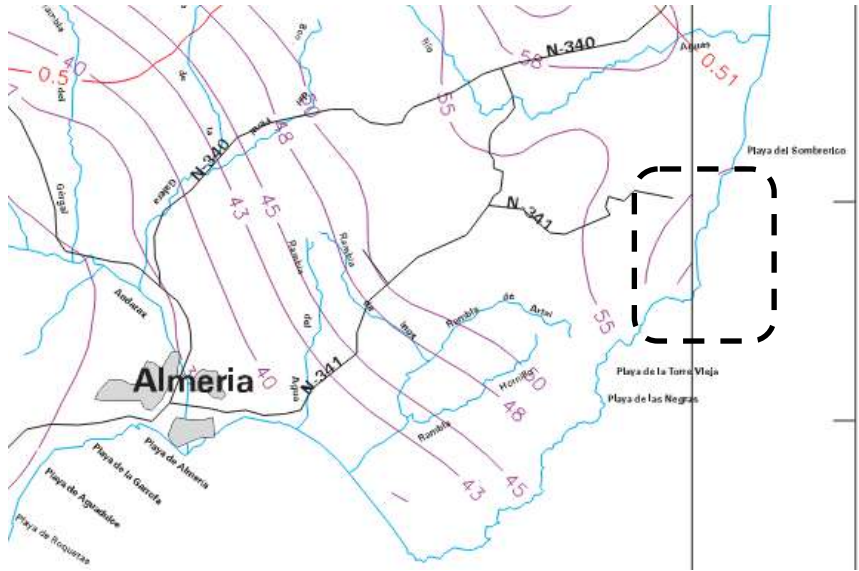


Ilustración 21. Mapa del Coeficiente de variación (C_v) y Precipitación media (P_m). Fuente: *Máximas Lluvias Diarias en la España Peninsular*

Coeficiente de variación (C_v) 0.51
Precipitación media (P_m) 60

Cálculo de los cuantiles de precipitación diaria		
Periodo de retorno (años)	K_T	P_d (mm)
10	1.625	97.50
25	2.068	124.08
50	2.434	146.04
100	2.815	168.90
500	3.799	227.94

Tabla 7. Obtención de los cuantiles de precipitación

C_v	PERIODO DE RETORNO EN AÑOS (T)							
	2	5	10	25	50	100	200	500
0.30	0.935	1.194	1.377	1.625	1.823	2.022	2.251	2.541
0.31	0.932	1.198	1.385	1.640	1.854	2.068	2.296	2.602
0.32	0.929	1.202	1.400	1.671	1.884	2.098	2.342	2.663
0.33	0.927	1.209	1.415	1.686	1.915	2.144	2.388	2.724
0.34	0.924	1.213	1.423	1.717	1.930	2.174	2.434	2.785
0.35	0.921	1.217	1.438	1.732	1.961	2.220	2.480	2.831
0.36	0.919	1.225	1.446	1.747	1.991	2.251	2.525	2.892
0.37	0.917	1.232	1.461	1.778	2.022	2.281	2.571	2.953
0.38	0.914	1.240	1.469	1.793	2.052	2.327	2.617	3.014
0.39	0.912	1.243	1.484	1.808	2.083	2.357	2.663	3.067
0.40	0.909	1.247	1.492	1.839	2.113	2.403	2.708	3.128
0.41	0.906	1.255	1.507	1.854	2.144	2.434	2.754	3.189
0.42	0.904	1.259	1.514	1.884	2.174	2.480	2.800	3.250
0.43	0.901	1.263	1.534	1.900	2.205	2.510	2.846	3.311
0.44	0.898	1.270	1.541	1.915	2.220	2.556	2.892	3.372
0.45	0.896	1.274	1.549	1.945	2.251	2.586	2.937	3.433
0.46	0.894	1.278	1.564	1.961	2.281	2.632	2.983	3.494
0.47	0.892	1.286	1.579	1.991	2.312	2.663	3.044	3.555
0.48	0.890	1.289	1.595	2.007	2.342	2.708	3.098	3.616
0.49	0.887	1.293	1.603	2.022	2.373	2.739	3.128	3.677
0.50	0.885	1.297	1.610	2.052	2.403	2.785	3.189	3.738
0.51	0.883	1.301	1.625	2.068	2.434	2.815	3.220	3.799
0.52	0.881	1.308	1.640	2.098	2.464	2.861	3.281	3.860

Tabla 7.1 - Cuantiles Y_1 de la Ley SORT-ET max, también denominados Factores de Amplificación K_T , en el "Mapa para el Cálculo de Máximas Precipitaciones Diarias en la España Peninsular" (1997).

Tabla 8. Factores de ampliación K_T : Fuente: *Máximas Lluvias Diarias en la España Peninsular*

A continuación, con los cuantiles de precipitación es posible aplicar el método de bloques alternos para el diseño de los hietogramas.

En las siguientes tablas se resumen los valores empleados, las intensidades máximas obtenidas y su distribución temporal en gráficas.

A (km²)	≤ 1
Ka	1

Intervalo	10 min
Duración	24 h
Fr	11

Tabla 9. Características de los hietogramas de diseño

T (años)	I (mm/10min)	I (mm/h)
500	47.08	282.48
100	34.89	209.31
50	30.16	180.98

Tabla 10. Valores punta de los hietogramas de diseño

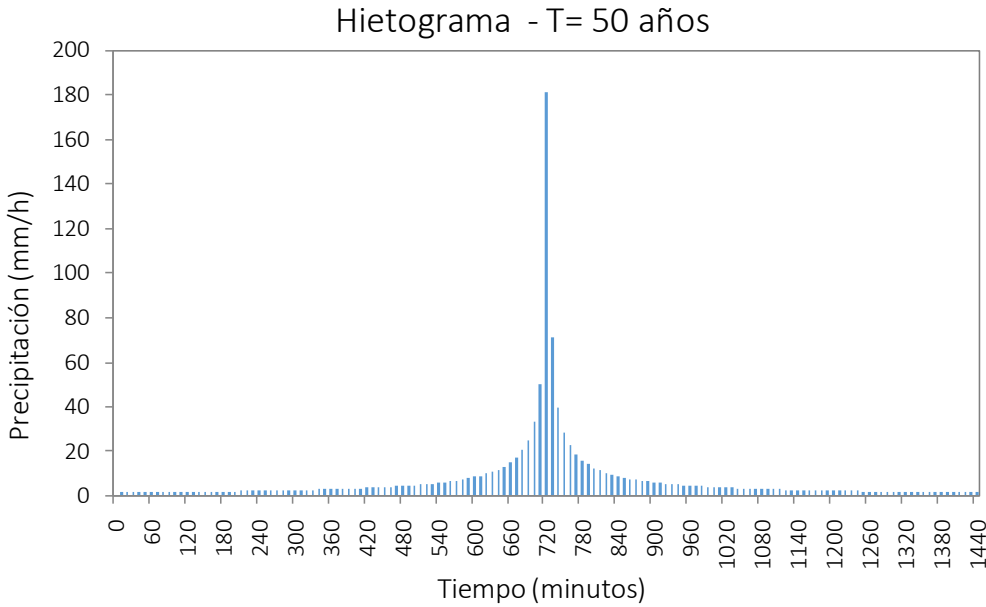


Ilustración 22. Hietograma de diseño para T= 50 años

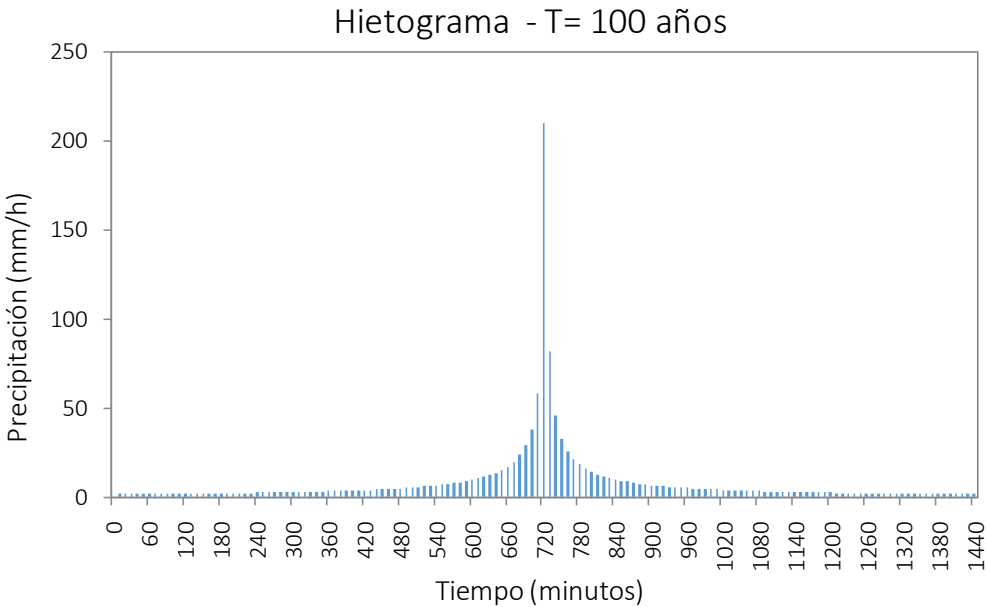


Ilustración 23. Hietograma de diseño para T= 100 años

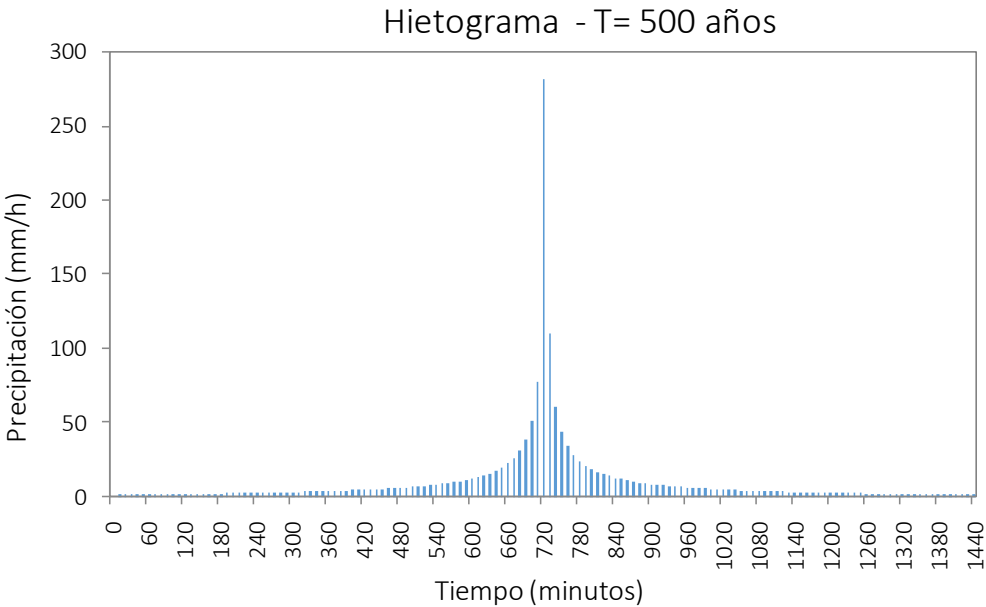


Ilustración 24. Hietograma de diseño para T= 500 años

6.2.1.4. NC

Para la obtención del número de curva en situación actual se ha hecho uso de la cobertura ráster disponible en el REDIAM, obtenida para una condición antecedente de humedad II a partir del Mapa de suelos de Andalucía a escala 1:400.000, y del Mapa de usos y coberturas vegetales del suelo de Andalucía a escala 1:25.000 del año 2007.

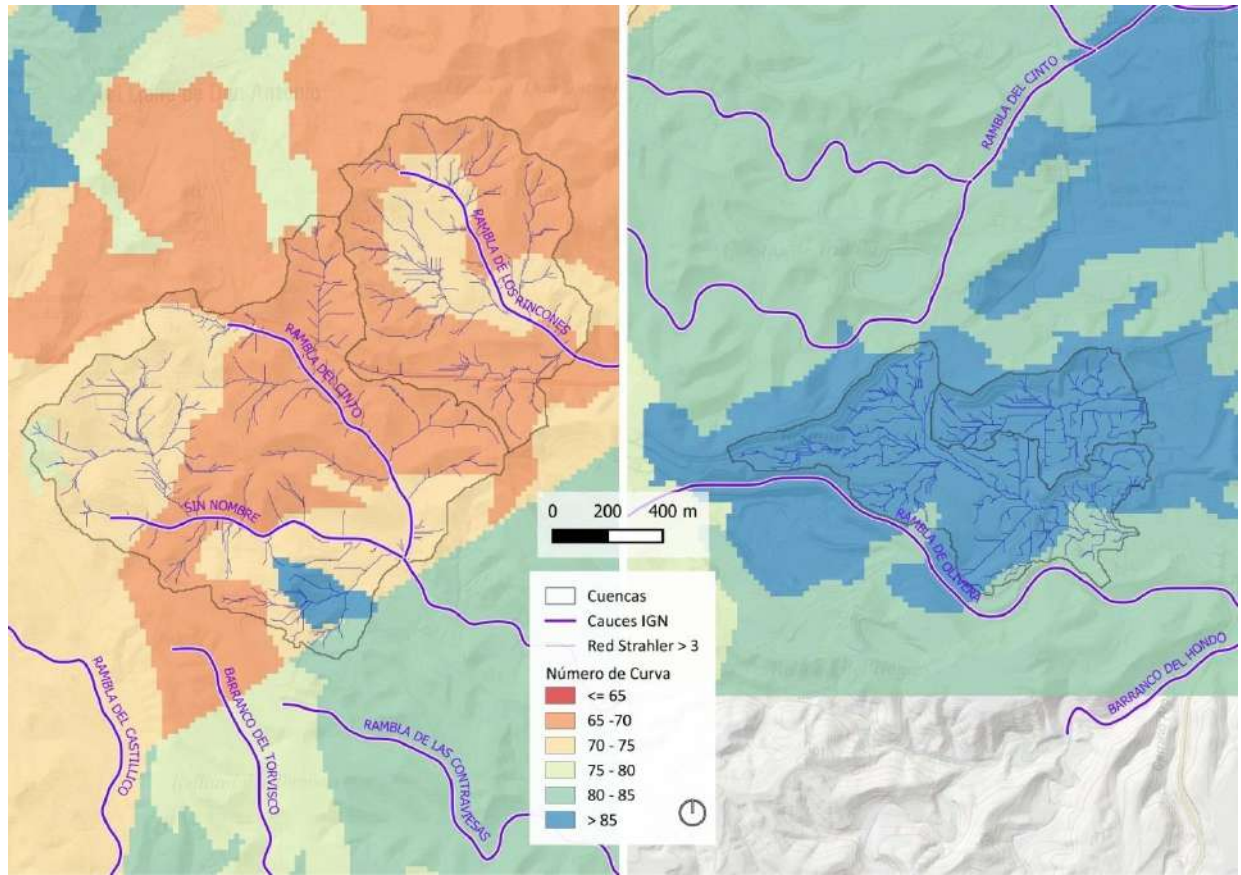


Ilustración 25. Mapa del número de curva. Situación Actual. Fuente: REDIAM

Cuenca	NC REDIAM
Rambla Rincones	68.98
Rambla Cinto	70.27
Cantera 01	95.11
Cantera 02	90.95

Tabla 11. Valores promedio del NC para las cuencas de referencia obtenidas en el análisis geomorfológico. Sit. Actual

6.2.1.5. Rugosidad

Siguiendo la metodología descrita y empleando como fuente de información la proporcionada por el SIOSE 2014 se obtiene el siguiente mapa de usos del suelo y su relación con los valores de rugosidad de manning introducidos en el modelo:

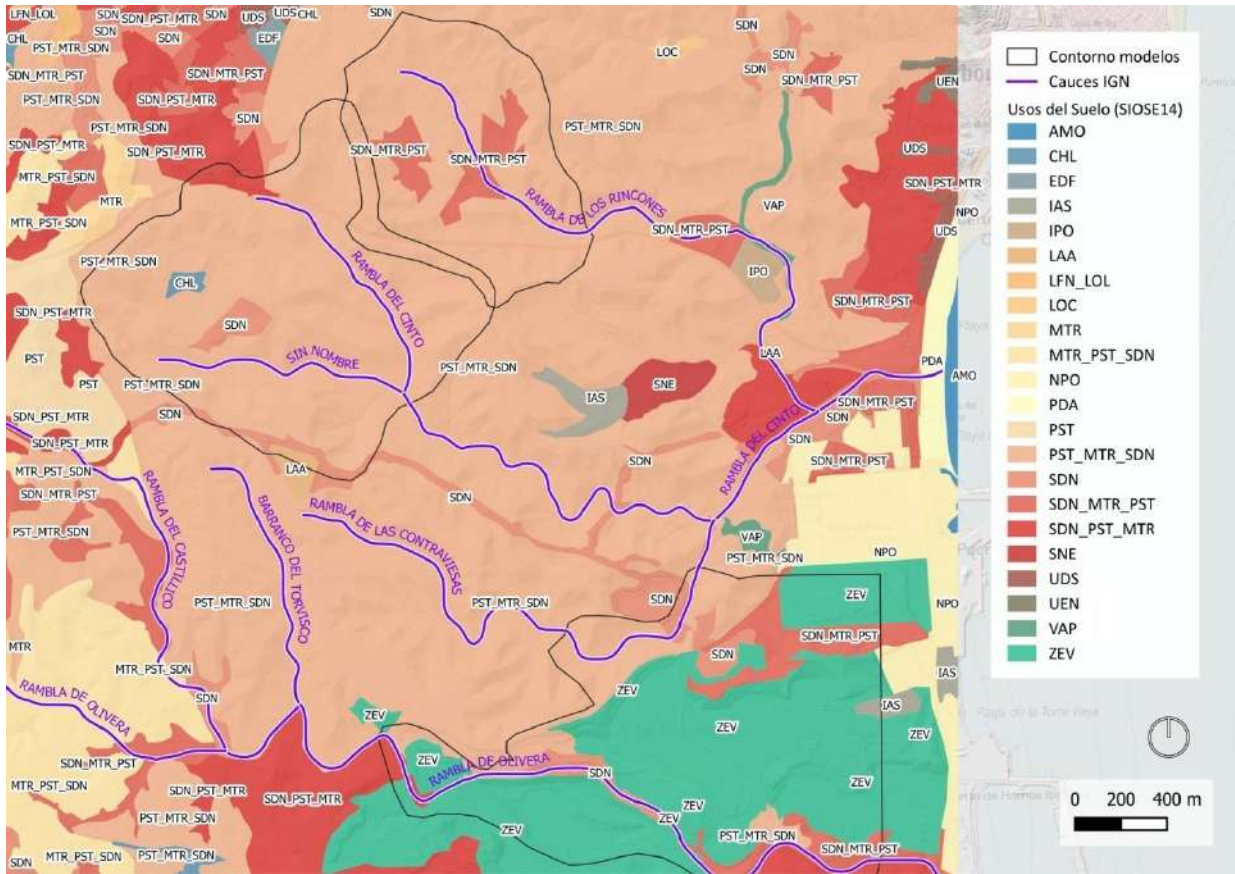


Ilustración 26. Usos del suelo del SIOSE 14. Sit. Actual

Descripción	Código SIOSE	Manning
Cultivos herbáceos distintos de arroz	CHL	0.040
Industria aislada	IAS	0.100
Lámina de agua artificial	LAA	0.025
Portuario	NPO	0.100
Pastizal	PST	0.035
Matorral	MTR	0.065
Suelo desnudo	SDN	0.030
Zonas de extracción o vertido	ZEV	0.040
Pastizal, matorral y suelo desnudo	PST_MTR_SDN	0.043
Suelo desnudo, matorral y pastizal	SDN_MTR_PST	0.042
Suelo desnudo, pastizal y matorral	SDN_PST_MTR	0.042

Tabla 12. Usos del suelo y valores de manning asociados



Ilustración 27. Estado actual del recinto 1A



Ilustración 28. Estado actual del recinto 1B



Ilustración 29. Estado actual del recinto X

6.2.1.6. Condiciones de contorno

Respecto a las condiciones de contorno han sido consideradas las siguientes:

- Entrada: hietogramas de diseño obtenidos de la aplicación del método de bloques alternos. Para el modelo 03 fueron considerados, además, los caudales correspondientes a la rambla Olivera y la rambla del Cinto (este último para el tramo de la rambla de las Contraviesas).
- Salida: condición de calado crítico. Las posibles imprecisiones cometidas en la definición de esta condición tendrá no tendrá influencia sobre el ámbito de análisis ya que se encuentra a una distancia que cumple con las recomendaciones de longitud de acomodación definidas por la “Guía metodológica del SNCZI”:

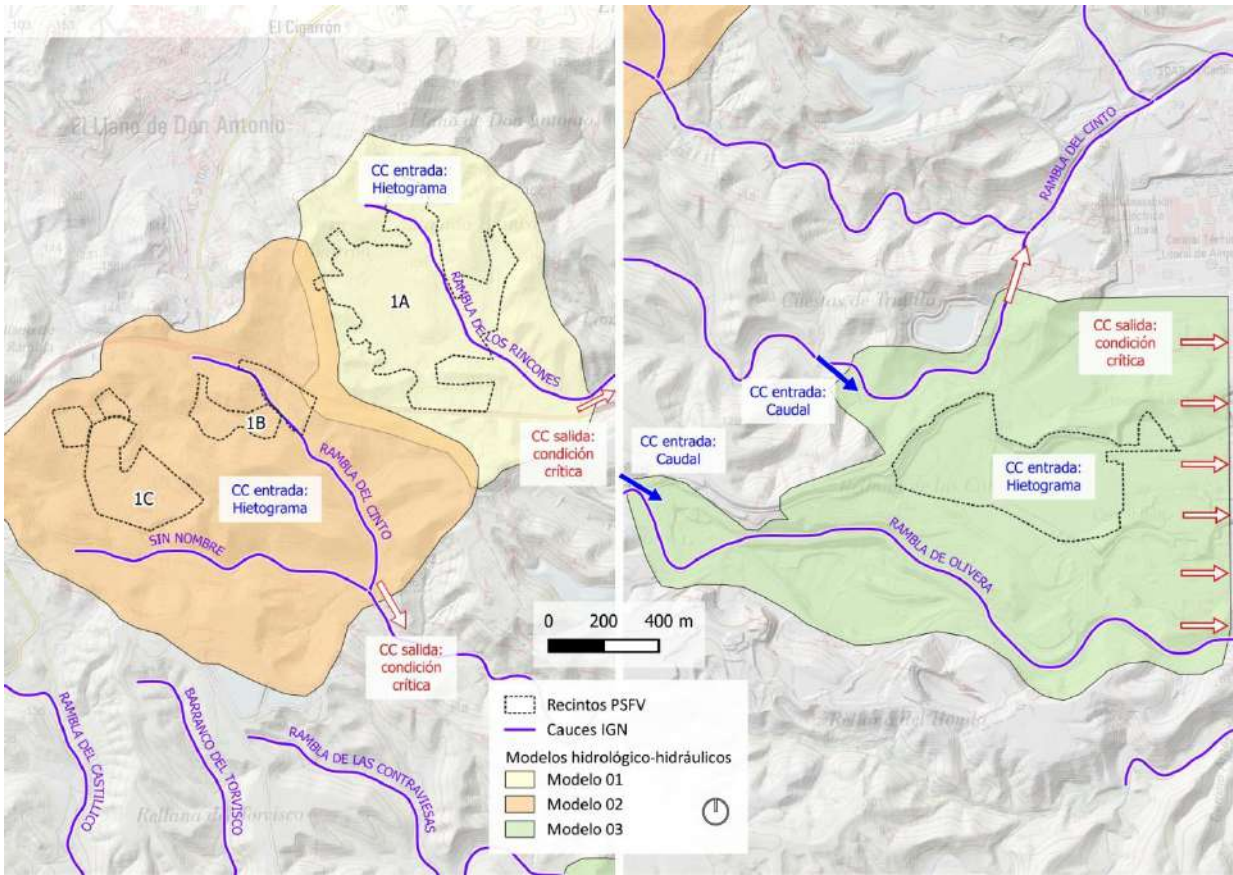


Ilustración 30. Condiciones de contorno

6.2.2. CRITERIOS DE DISEÑO

Para la definición de los valores de diseño de la ordenación y de los elementos de drenaje han sido empleados rangos de calados proporcionados por la “Guía de aplicación del RDPH”:

Característica	Valores umbrales	Valoración del grado de afección
Calados y velocidades en la zona inundada h (m) y v (m/s)	$h > 1,5 \text{ m}$ ó $v > 2 \text{ m/s}$ ó $h \cdot v > 3 \text{ m}^2/\text{s}$	Muy grave
	$h > 1 \text{ m}$ ó $v > 1 \text{ m/s}$ ó $h \cdot v > 0,5 \text{ m}^2/\text{s}$	Grave
	$0,25 \leq h \leq 1$	Moderado
	$0 < h < 0,25$	Leve

Ilustración 31. Estimación del riesgo para vidas humanas en función del calado y la velocidad en áreas de vivienda y núcleos urbanos siguiendo la “Guía técnica clasificación de presas” (1996). Fuente: Guía de aplicación del RDPH.

6.2.2.1. IMPLANTACIÓN DE SEGUIDORES Y CT

Para la ubicación de seguidores y CT se realiza un análisis de compatibilidad con el riesgo de inundación diferenciando entre dos casuísticas:

- **Inundabilidad fluvial:** en la Zona de Policía de los cauces catalogados por el IGN se dejará una franja libre sin ocupación correspondiente a la Zona Inundable (T=500 años).
- **Inundabilidad pluvial:** en el resto de la cuenca, fuera de la Zona de Policía de los cauces catalogados por el IGN, la metodología propuesta comienza con la identificación de las zonas de mayor peligrosidad para una óptima ordenación que permita justificar la no necesidad de realizar obras de drenaje al tratarse de cuencas con áreas de muy pequeño tamaño ($A < 0.25-0.5 \text{ km}^2$). De esta forma es posible mantener la red de drenaje lo más parecido a la actual, tal y como establece la "Guía para la elaboración de EIA de proyectos de plantas solares". El criterio propuesto será el de evitar la implantación de seguidores y otros elementos vulnerables como los CT en las zonas donde se cumpla, al menos, alguna de las siguientes condiciones para el evento de T=500 años:
 - Calado $> 0.30 \text{ m}$

6.2.2.2. DRENAJE DE CAMINOS

Para el diseño del trazado de caminos ha sido analizada la red de drenaje, identificando los puntos críticos de paso y las características del flujo en los mismos para el planteamiento de la mejor alternativa. En general, dado el pequeño tamaño de las cuencas y siguiendo el objetivo medio ambiental de mínimo movimiento de tierras, se plantean viales a cota del terreno natural de forma que son asfaltados en caso de cumplir el criterio del apartado anterior para T=500 años:

- Calado $> 0.30 \text{ m}$

6.2.3. SITUACIÓN FUTURA

6.2.3.1. Descripción

La situación futura ha sido el resultado de aplicar un proceso iterativo en el que han sido tenidos en cuenta los criterios hidráulicos definidos en el apartado anterior, además de todas las variables medioambientales que garantizan el mínimo impacto posible.

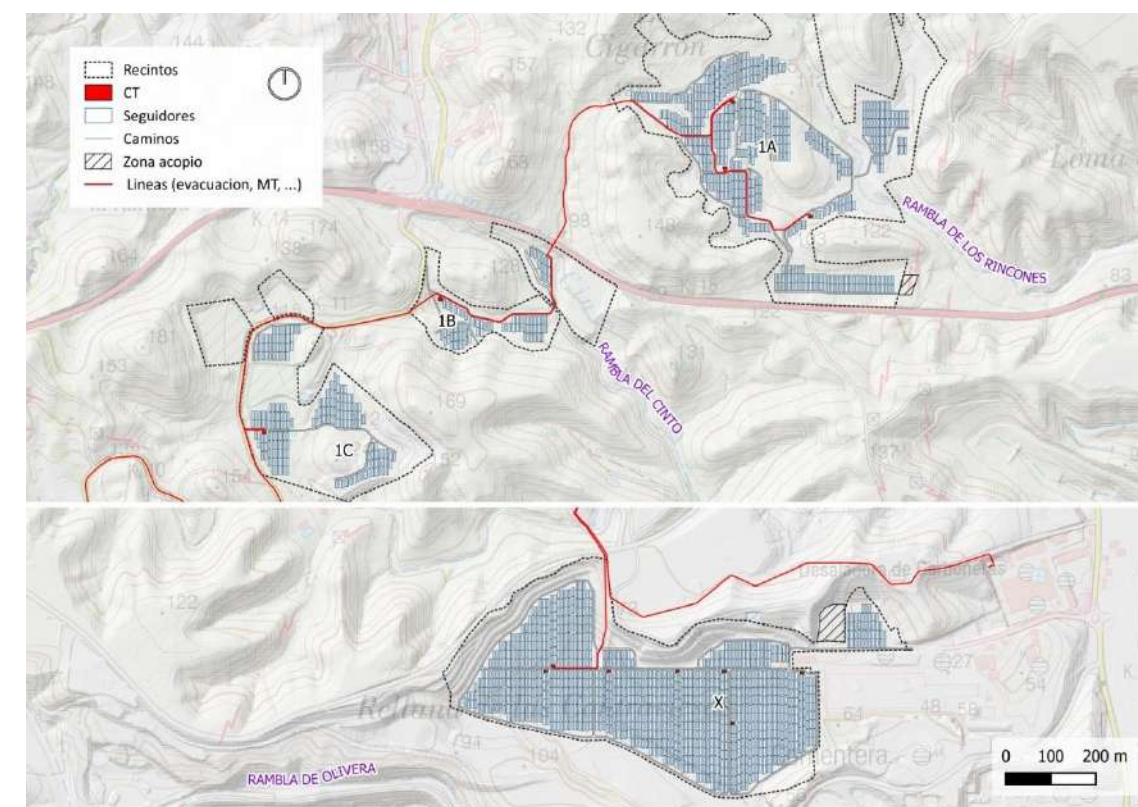


Ilustración 32 Planta básica del proyecto de PSFV

6.2.3.2. MDT

Han sido introducidos en el Modelo Digital del Terreno (MDT) las modificaciones producidas por el movimiento de tierras previsto, caracterizado por el aplanamiento y regularización del terreno en las parcelas donde se colocarán los seguidores, inversores, CT y caminos.

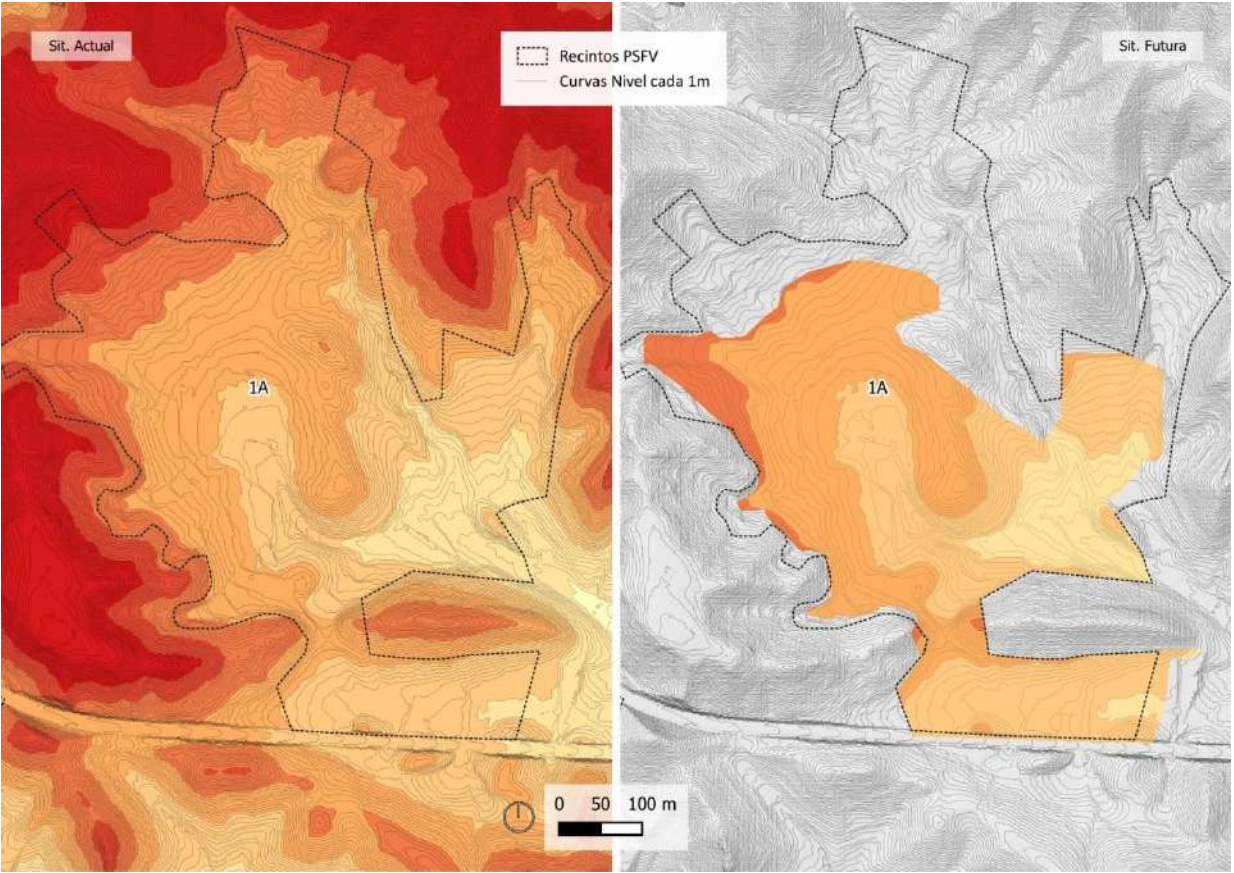


Ilustración 33 Comparativa entre MDT's (Actual vs Futuro). Recinto 1A

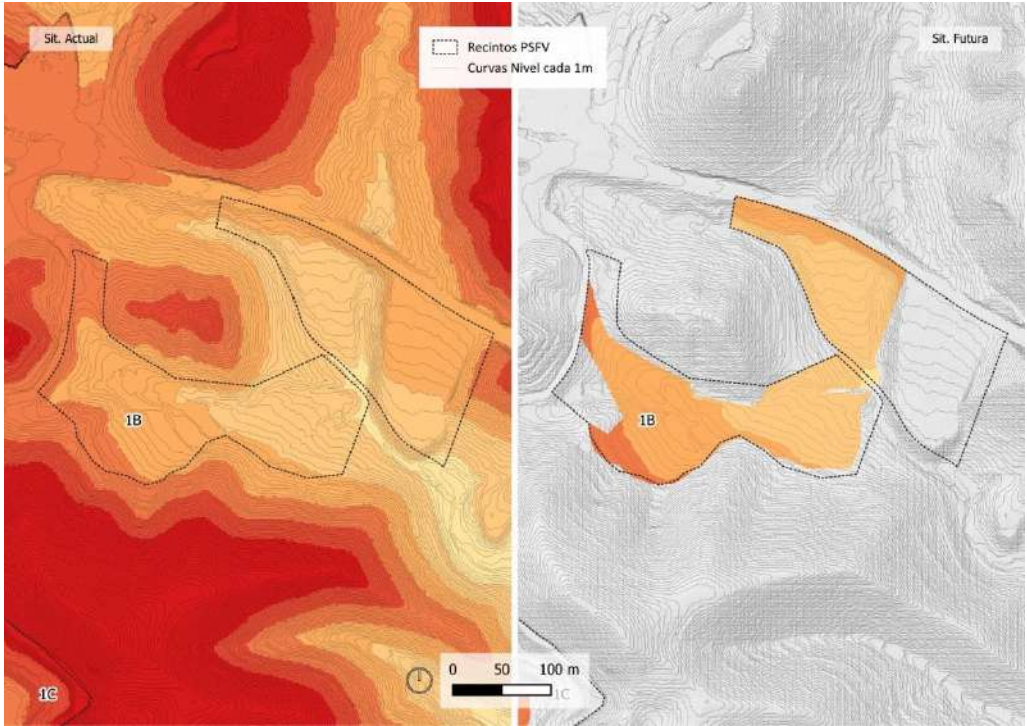


Ilustración 34 Comparativa entre MDT's (Actual vs Futuro). Recinto 1B

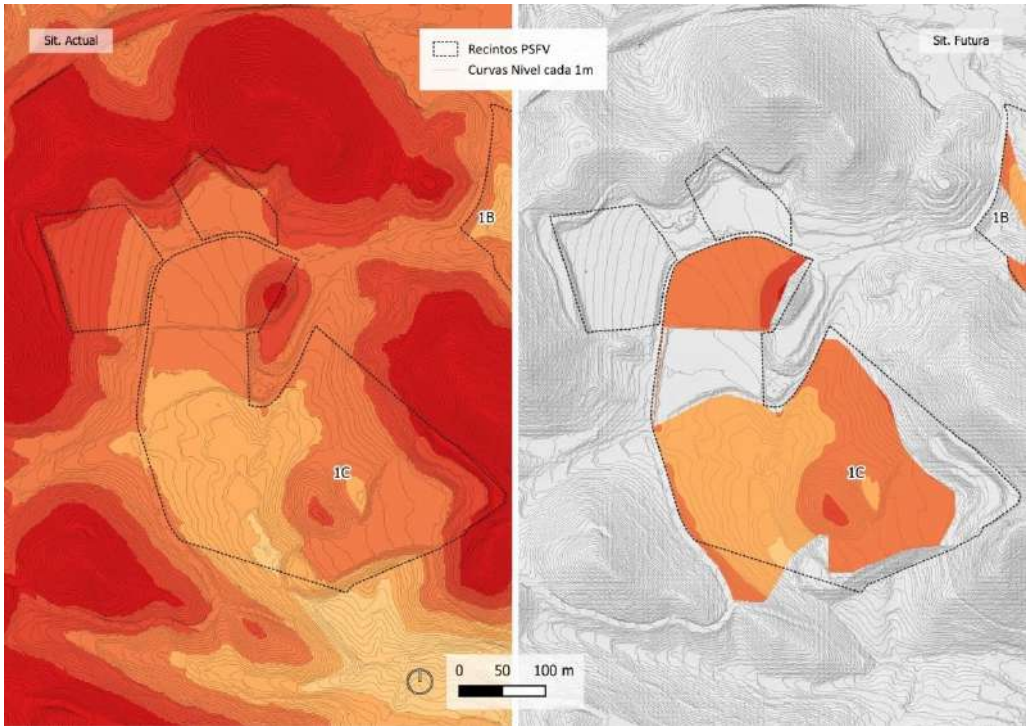


Ilustración 35 Comparativa entre MDT's (Actual vs Futuro). Recinto 1C

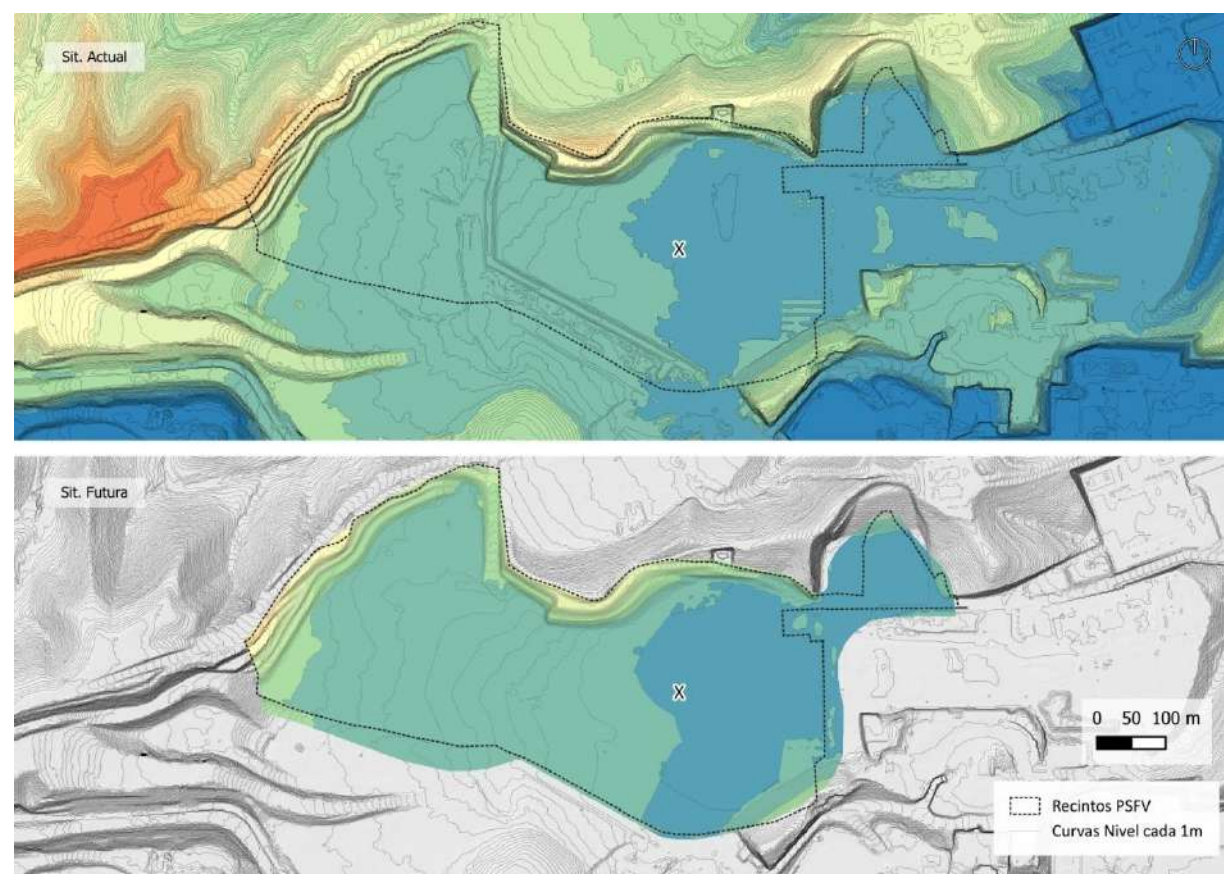


Ilustración 36 Comparativa entre MDT's (Actual vs Futuro). Recinto X

6.2.3.3. Malla

La topología de los modelos no se modifica, manteniendo los mismos ámbitos, líneas de rotura y tamaños de malla definidos para la situación actual.

6.2.3.4. Hietogramas de diseño

Se emplean los mismos hietogramas que los empleados para la situación actual.

6.2.3.5. NC

En primer lugar se obtiene el valor del umbral de escorrentía considerando la siguiente información:

- Uso del suelo: espacios sin vegetación o vegetación escasa (según clasificación del CORINE)

- Mapa de unidades litológicas del REDIAM
- Mapa de pendientes obtenido en el análisis geomorfológico

Finalmente se aplica la fórmula mostrada en apartados anteriores para hacer la conversión de umbral de escorrentía (P_o) a número de curva.

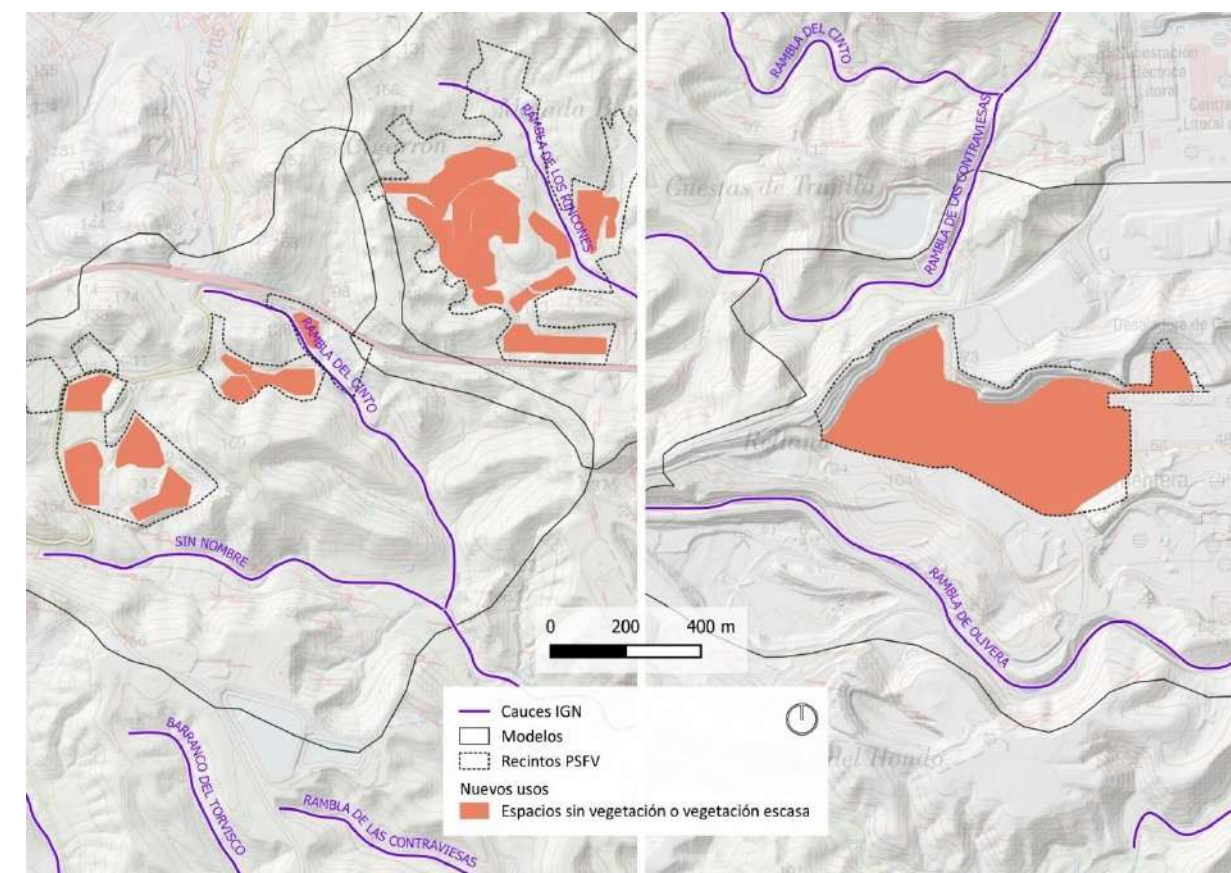


Ilustración 37 Nuevos usos del suelo. Sit. Futura

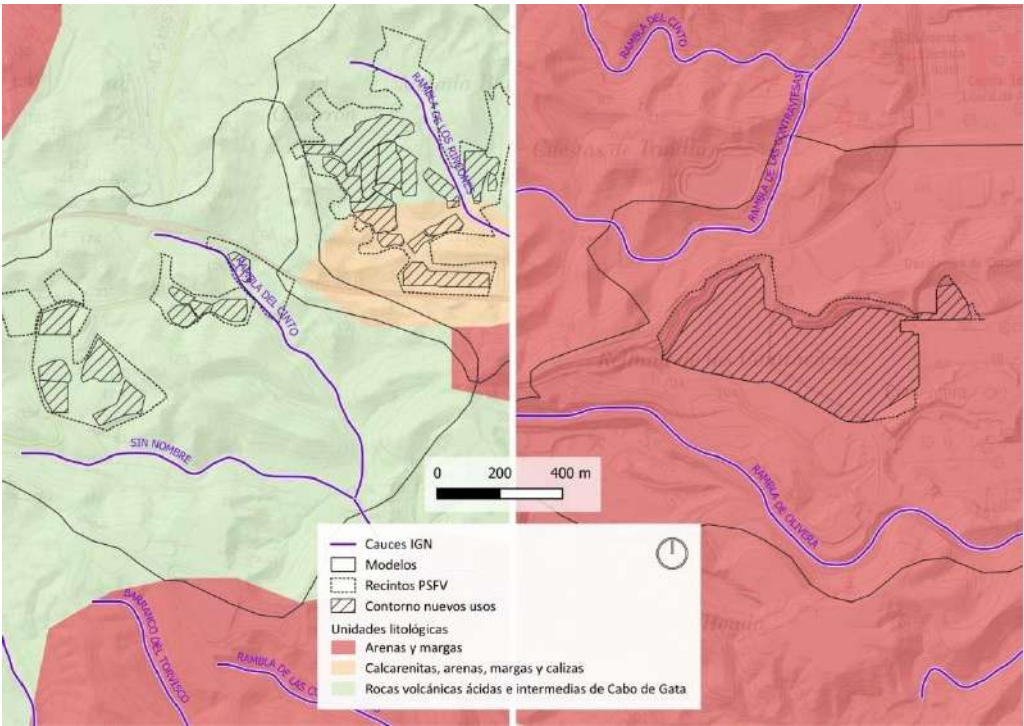


Ilustración 38 Unidades litológicas. Fuente: REDIAM

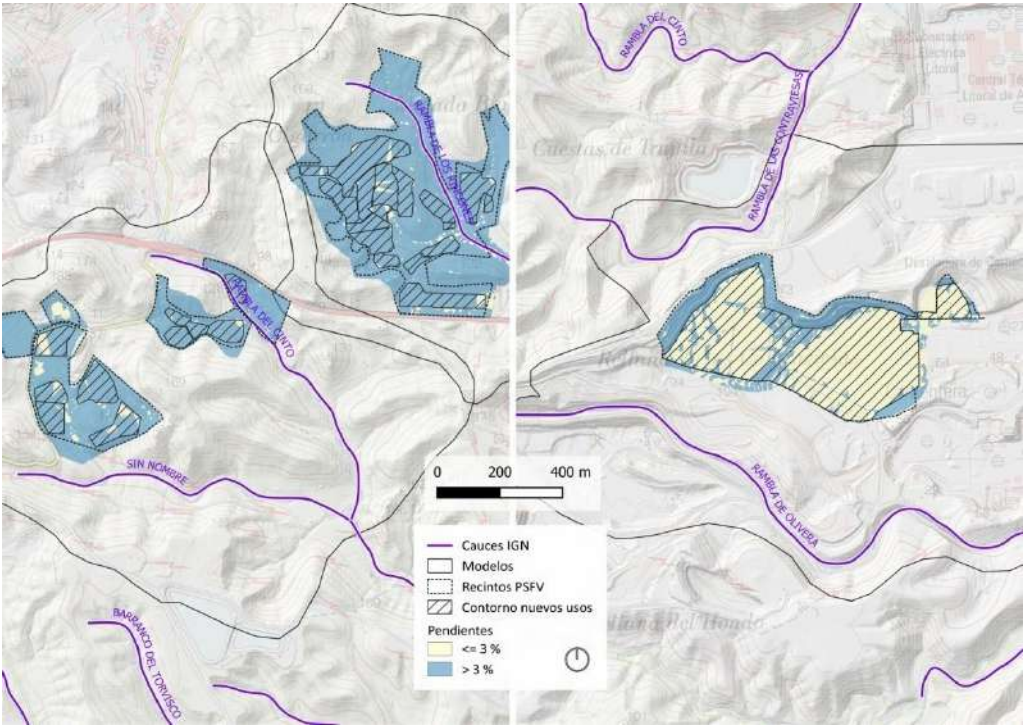


Ilustración 39 Mapa de pendientes. Sit. Futura

Cruzando estas 3 coberturas y aplicando la tabla del Anejo II de la “Guía metodológica del SNCZI” es posible calcular los nuevos valores de umbral de escorrentía (P_0) y número de curva (NC):

Recinto	NC en zonas con nuevos usos	Grupo Hidrológico	Pendiente	Po (mm)	Litología
1A	78.13	B	>3%	14	Calcarenitas, arenas, margas y calizas
1A	89.29	D	>3%	6	Rocas Volcánicas
1B	89.29	D	>3%	6	Rocas Volcánicas
1C	89.29	D	>3%	6	Rocas Volcánicas
X	80.65	C	<3%	12	Arenas y margas

Tabla 13 Cálculo del valor de NC en las zonas con nuevos usos. Sit. Futura

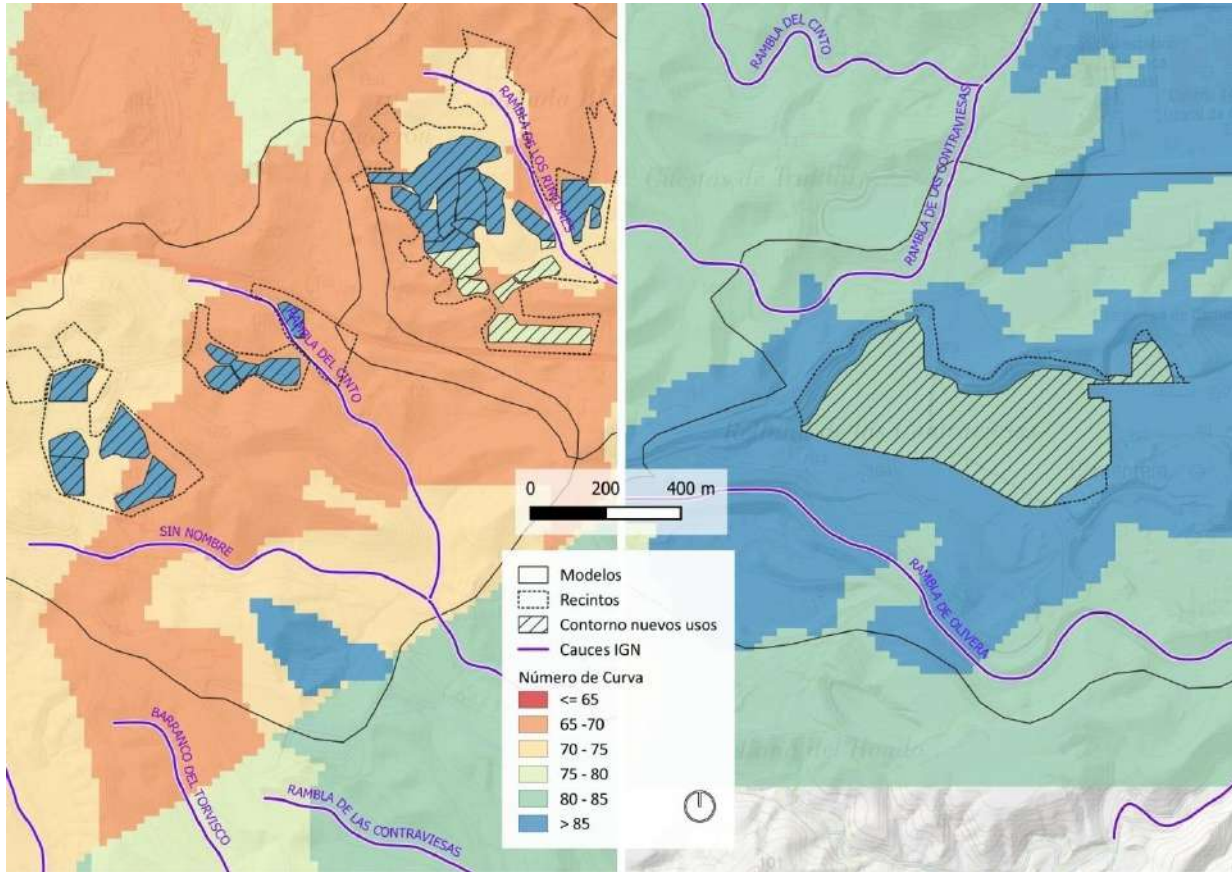


Ilustración 40 Mapa del número de curva. Sit. Futura

Cuenca	NC Sit. Futura
Rambla Rincones	71.04
Rambla Cinto	71.24
Cantera 01	88.83
Cantera 02	88.54

Tabla 14 Valores promedio del NC para las cuencas de referencia obtenidas en el análisis geomorfológico. Sit. Futura

6.2.3.6. Rugosidad

Para la estimación de la rugosidad se ha modificado el uso a “Suelo Desnudo” conforme a la clasificación del SIOSE, cuyo valor de manning, según la tabla 1 del anejo V propuesta por la “Guía metodológica del SNCZI”, es de 0.03:

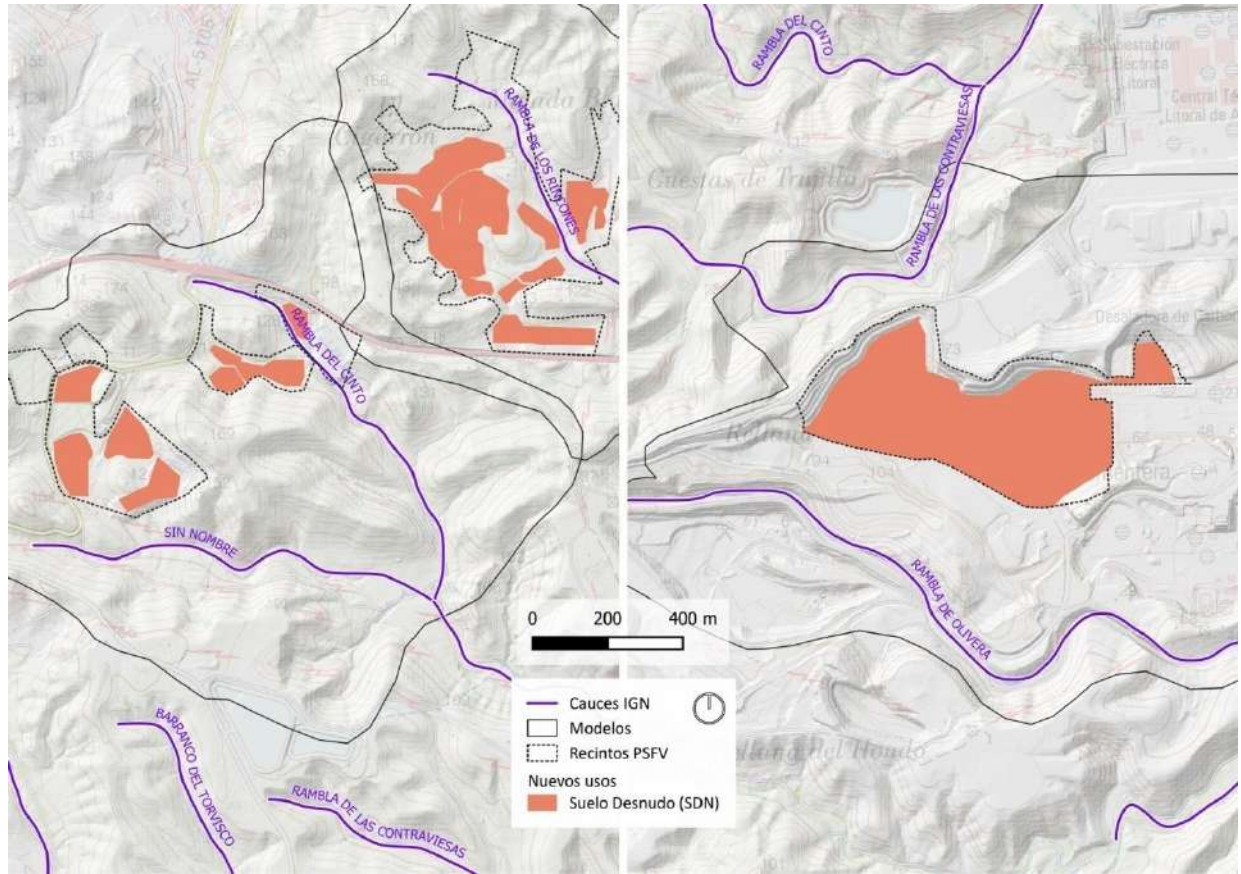


Ilustración 41 Usos del suelo. Sit. Futura

6.2.3.7. Condiciones de contorno

Las condiciones de contorno, tanto de entrada como de salida, se mantienen invariables respecto a la situación actual.

6.3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

A continuación se realiza la presentación de los resultados alcanzados tanto para la situación actual como para la futura. Se expondrán los diferentes niveles de peligrosidad en términos de calados y velocidades para los periodos de retorno modelados (T= 50 años, T= 100 años y T= 500 años).

Adicionalmente, se definen 2 secciones de control con el objeto de poder realizar un análisis de afecciones al régimen de escorrentías sobre los cauces afectados (rambla de los Rincones, rambla del Cinto):

- Rambla de los Rincones sección Outlet (S-RinconesOutlet), en el Modelo01
- Rambla del Cinto sección Outlet (S-CintoOutlet), en el Modelo02

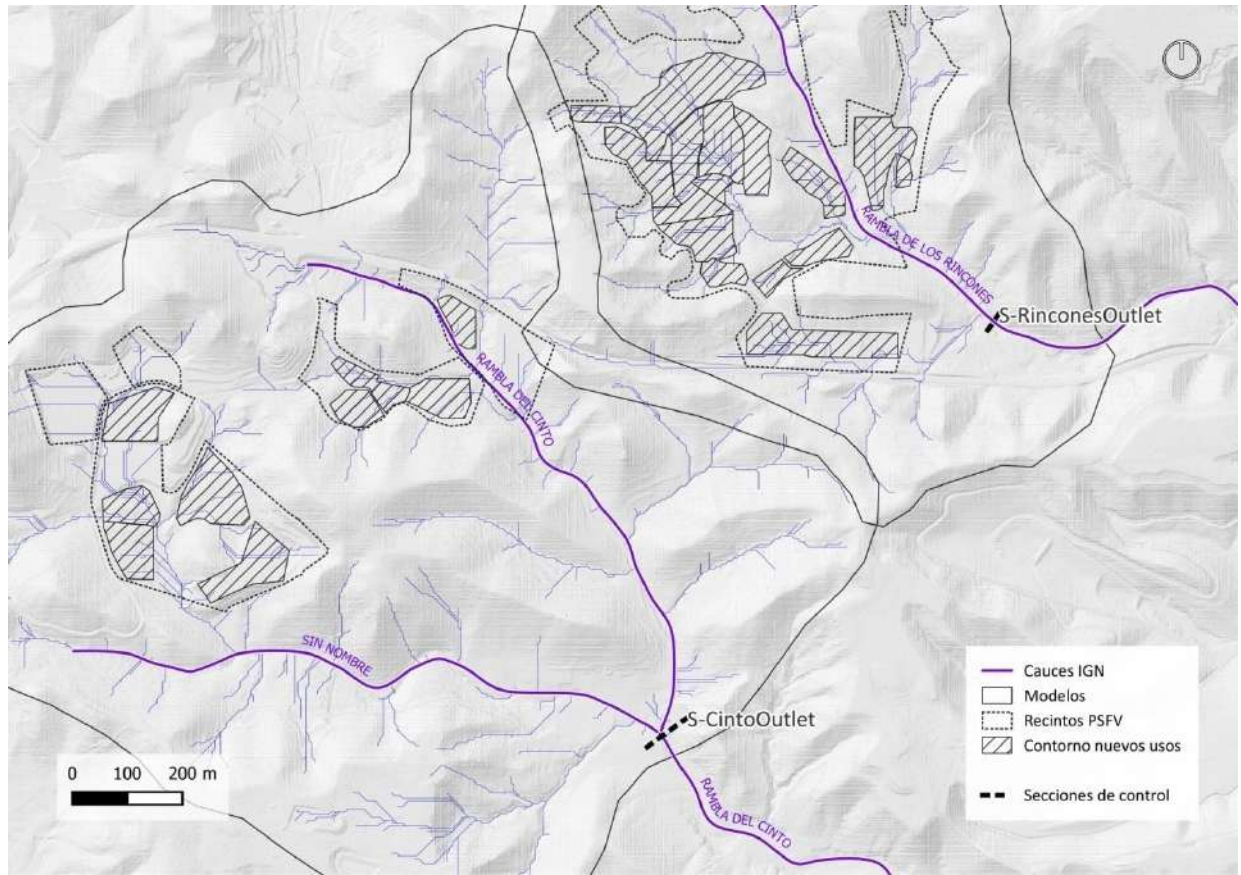


Ilustración 42. Localización de las secciones de control

6.3.1. SITUACIÓN ACTUAL

6.3.1.1. Hidrogramas en secciones de control

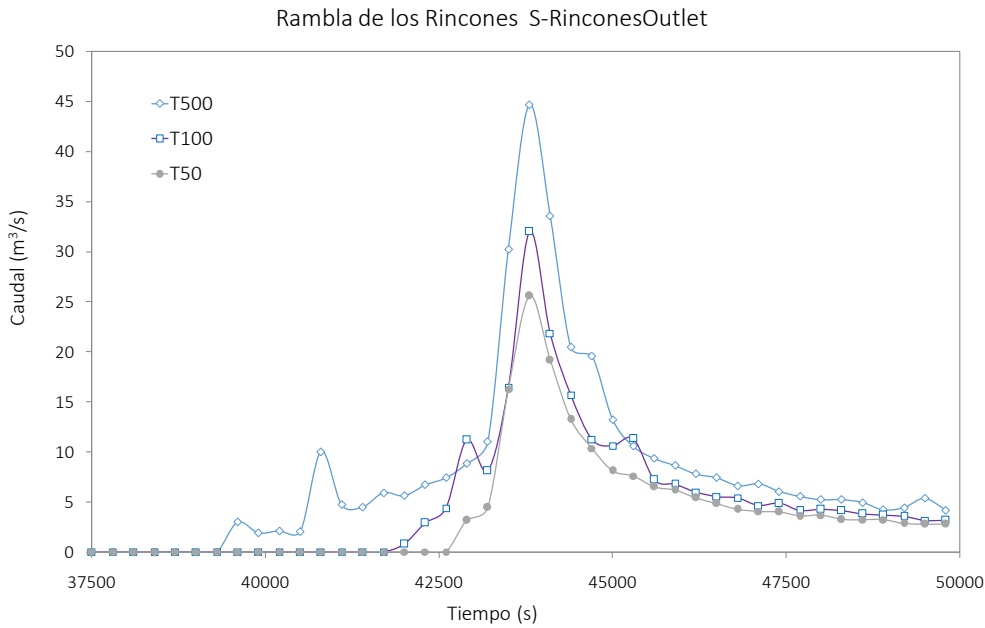


Ilustración 43. Hidrogramas en sección S- RinconesOut (Sit. Actual)

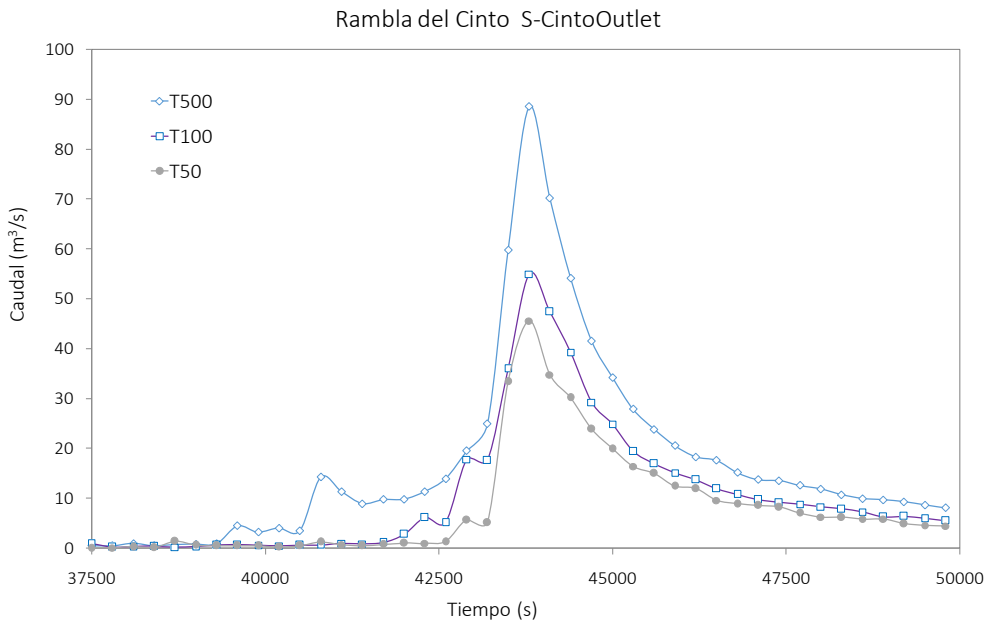


Ilustración 44. Hidrogramas en sección S-CintoOut (Sit. Actual)

Sit. Actual - Caudal punta (m3/s)			
Sección de control	T=500 años	T= 100 años	T= 50 años
S-Rincones Outlet	44.70	32.02	25.60
S-Cinto Outlet	88.49	54.94	45.55

Tabla 15. Resumen de los caudales punta (m³/s) en las secciones de control (Sit. Actual)

6.3.1.2. T=10 años

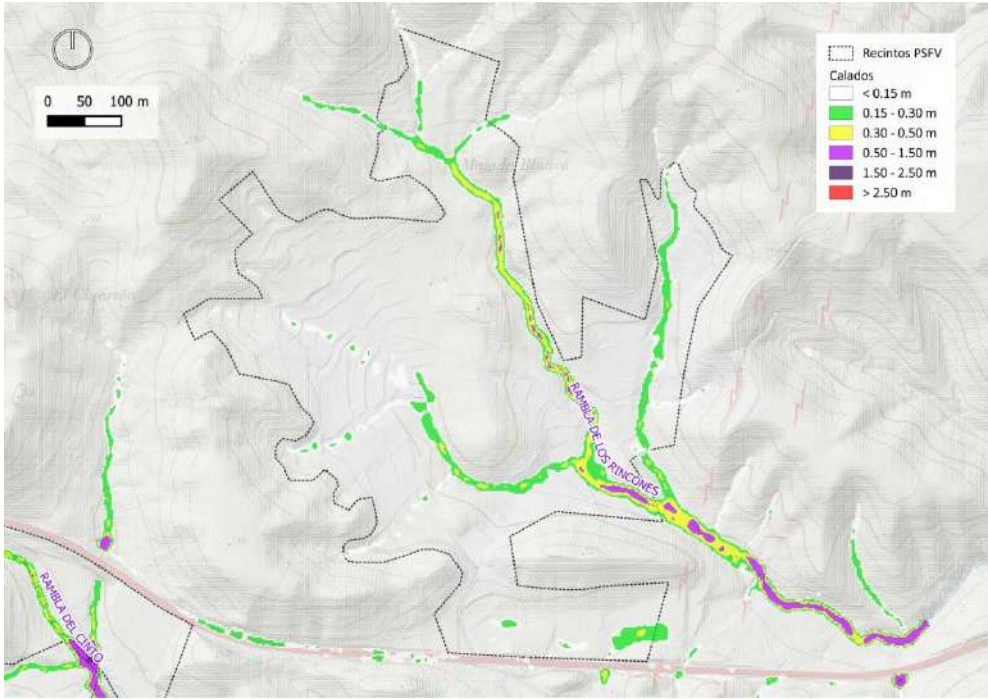


Ilustración 45. Mapa de calados máximos para T=10 años. Recinto 1A (Sit. Actual)

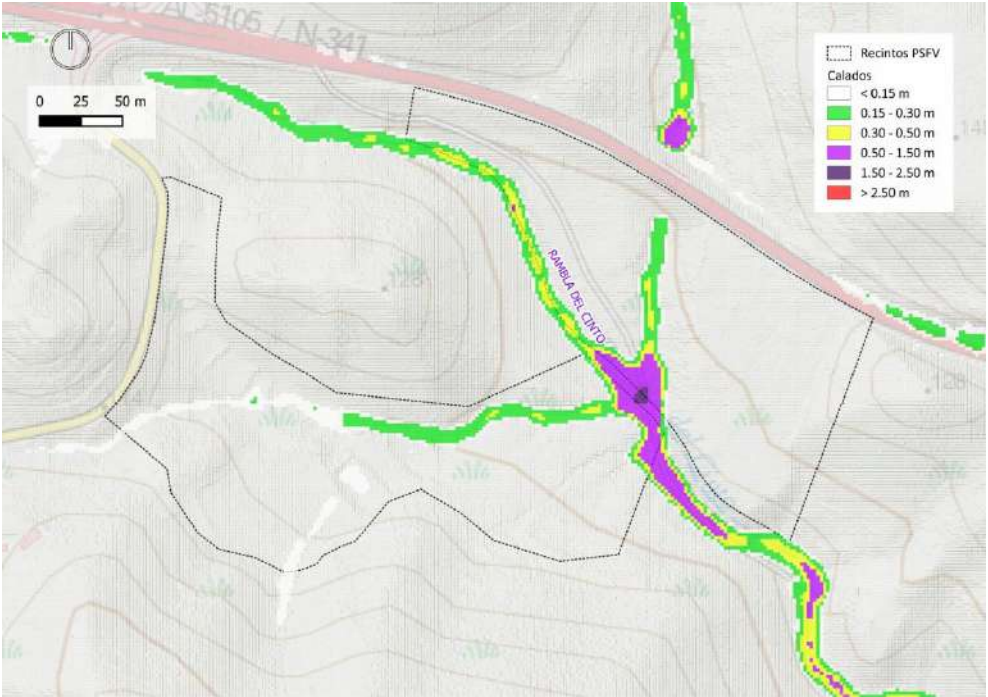


Ilustración 46. Mapa de calados máximos para T=10 años. Recinto 1B (Sit. Actual)

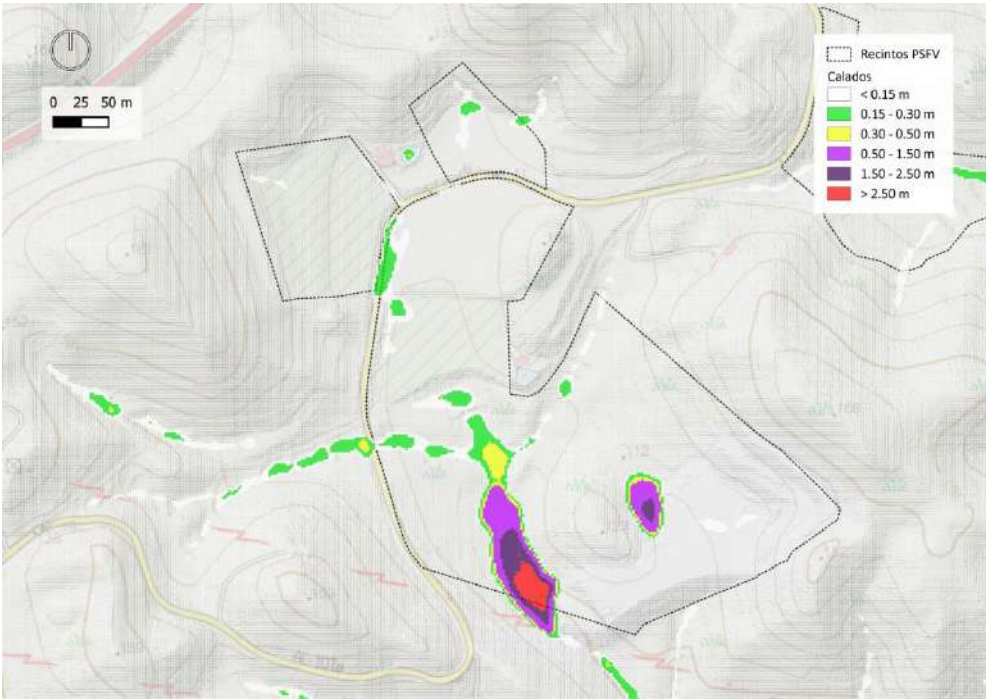


Ilustración 47. Mapa de calados máximos para T=10 años. Recinto 1C (Sit. Actual)



Ilustración 48. Mapa de calados máximos para T=10 años. Recinto X (Sit. Actual)

6.3.1.3. Dominio Público Hidráulico

Cómo fue expuesto en apartados anteriores se asimilará la máxima crecida ordinaria (MCO) al caudal asociado al periodo de retorno de T=10 años para los cauces catalogados por el IGN (ámbito competencial del Organismo de Cuenca). Esta simplificación se considera válida teniendo en cuenta la definición establecida en el apartado 4.2 del Reglamento.

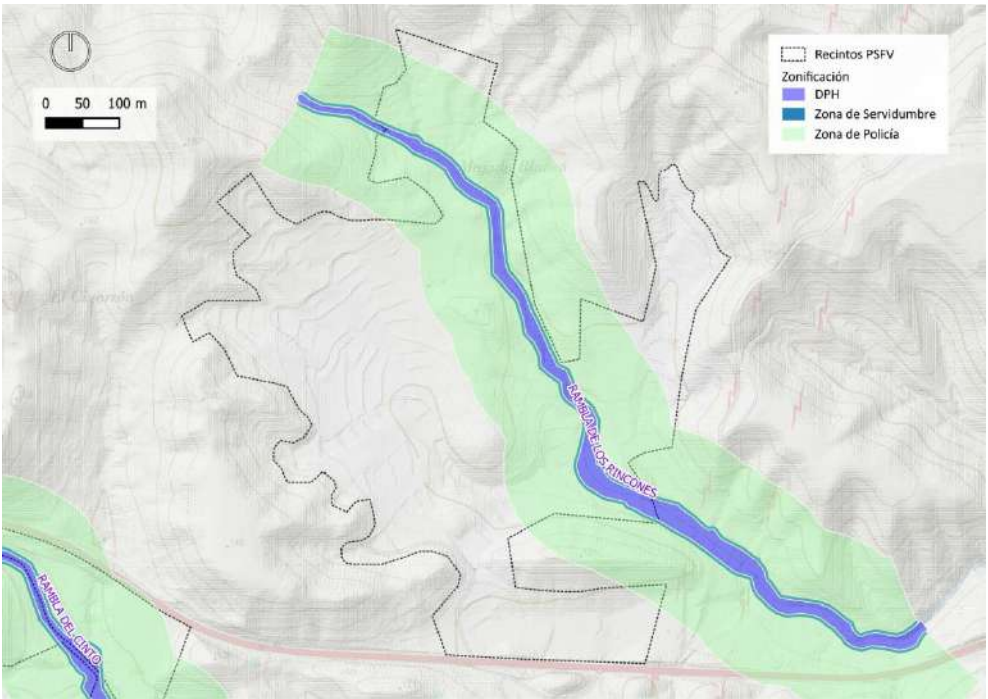


Ilustración 49. Dominio Público Hidráulico. T=10 años. Recinto 1A (Sit. Actual)

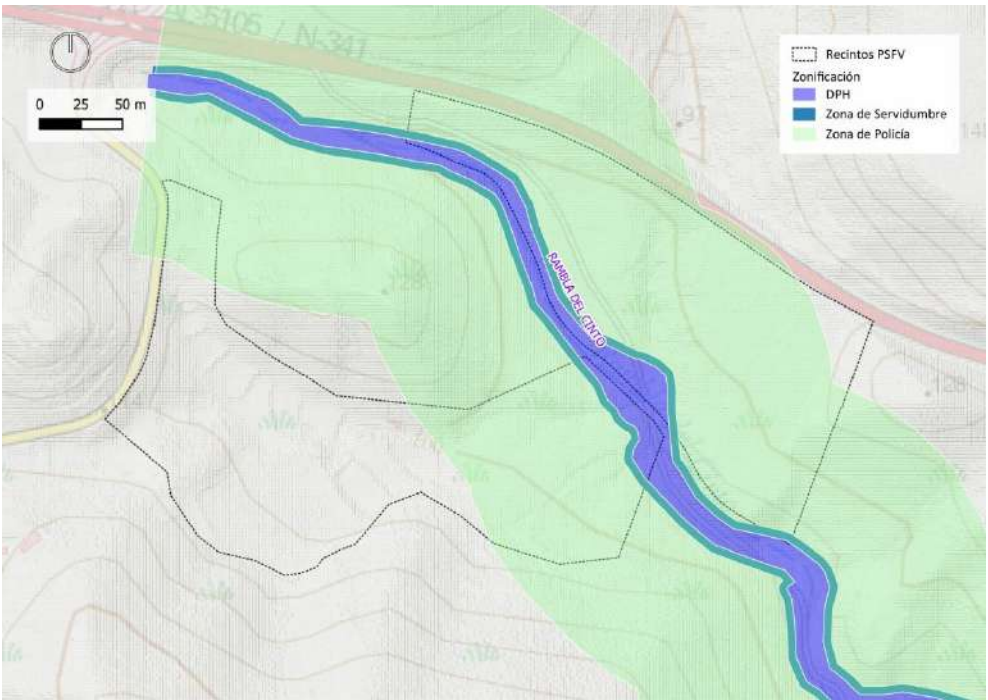


Ilustración 50. Dominio Público Hidráulico. T=10 años. Recinto 1B (Sit. Actual)

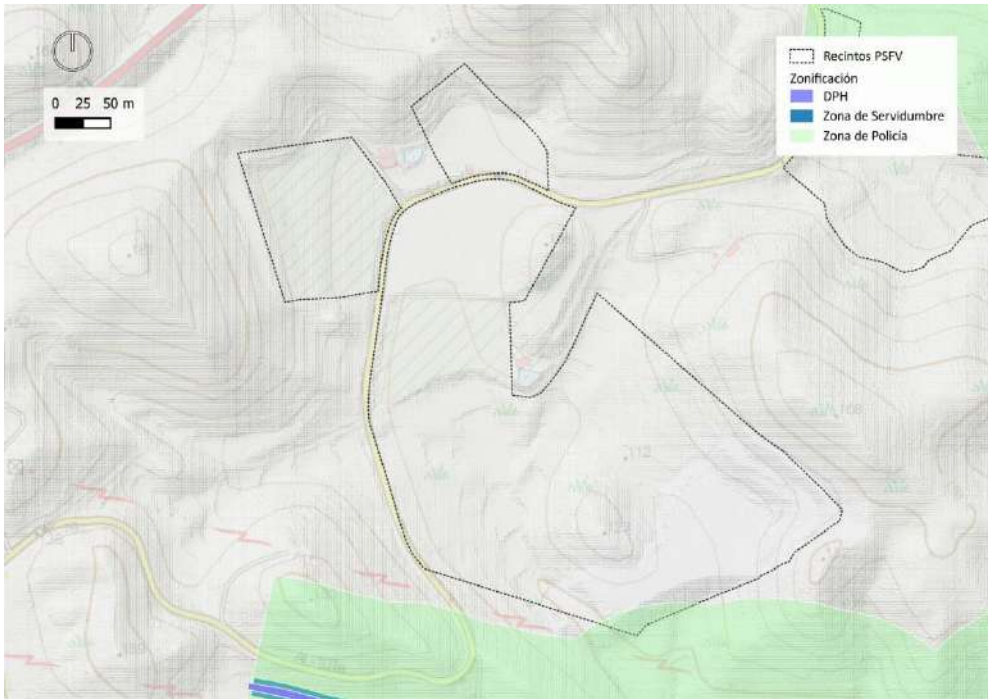


Ilustración 51. Dominio Público Hidráulico. T=10 años. Recinto 1C (Sit. Actual)

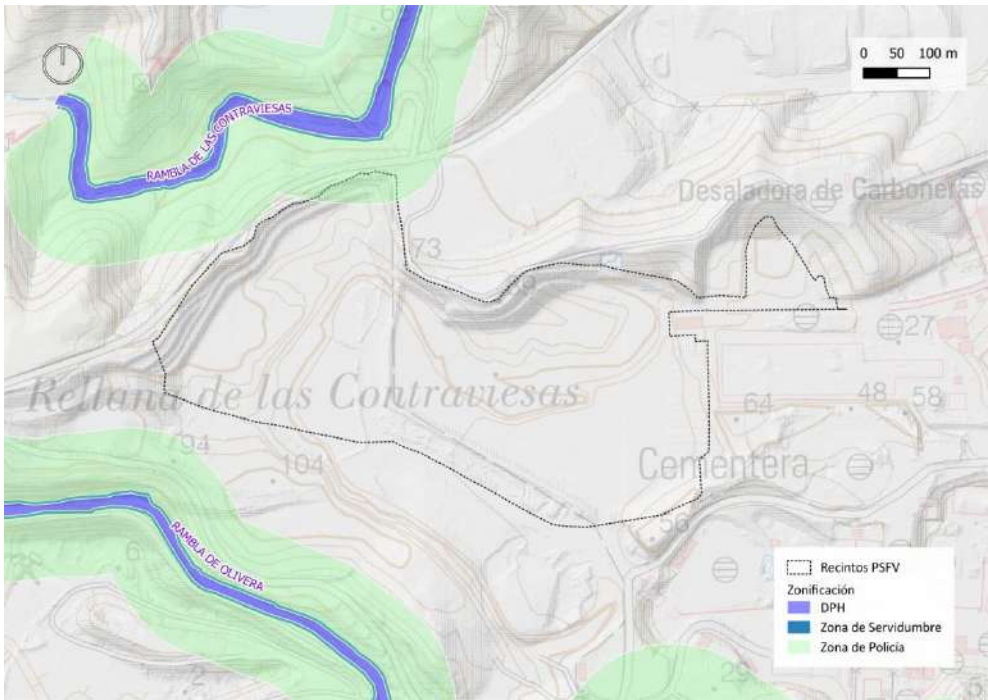


Ilustración 52. Dominio Público Hidráulico. T=10 años. Recinto X (Sit. Actual)

6.3.1.4. T= 50 años

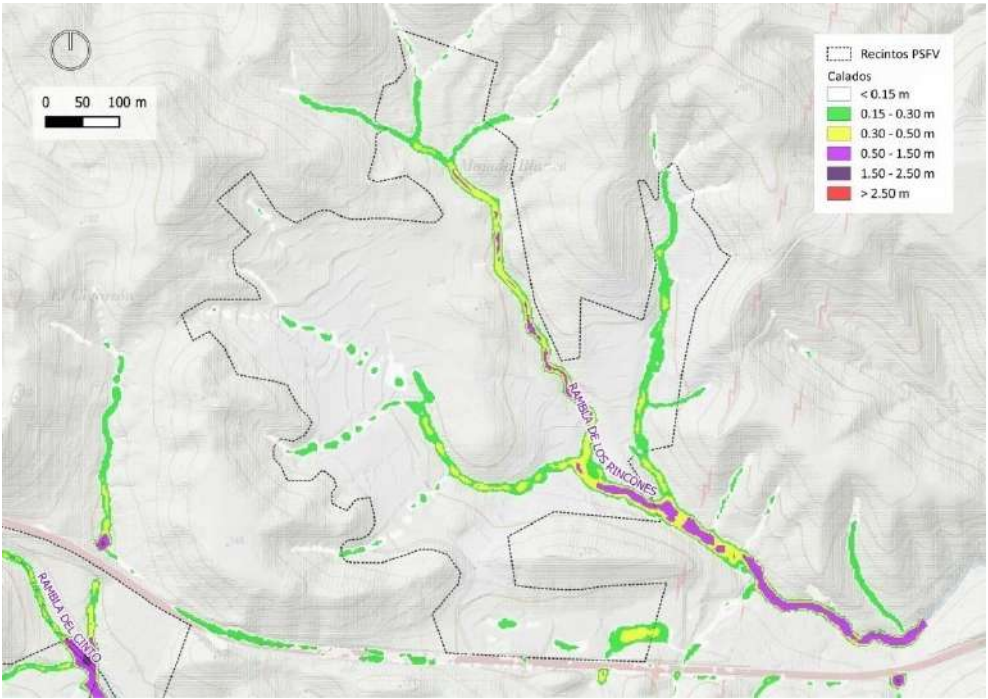


Ilustración 53. Mapa de calados máximos para T= 50 años. Recinto 1A (Sit. Actual)



Ilustración 54. Mapa de calados máximos para T= 50 años. Recinto 1B (Sit. Actual)

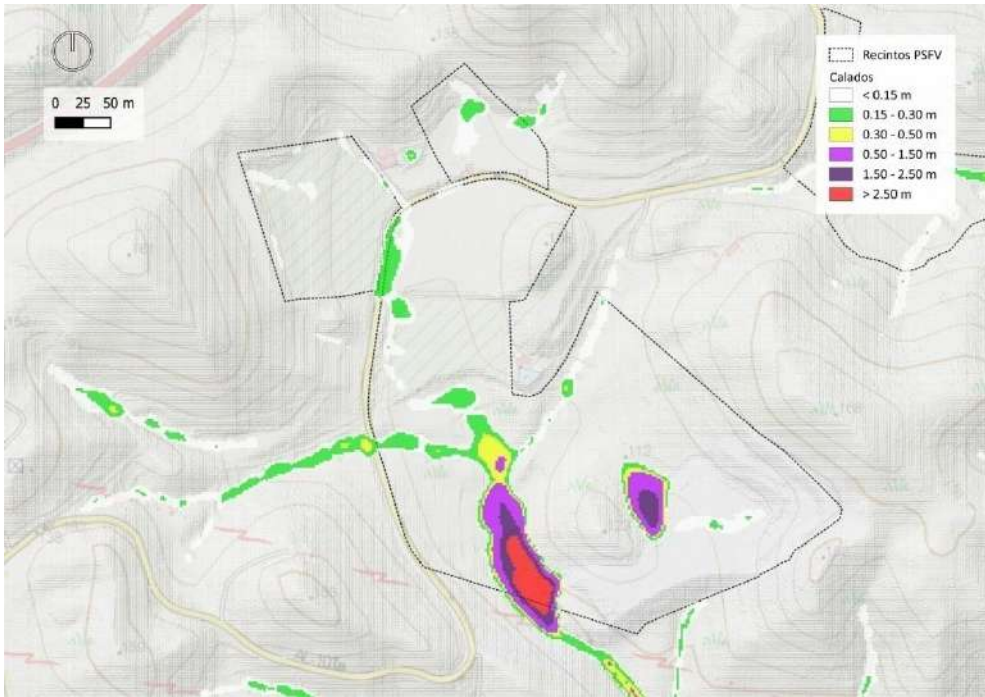


Ilustración 55. Mapa de calados máximos para T= 50 años. Recinto 1C (Sit. Actual)

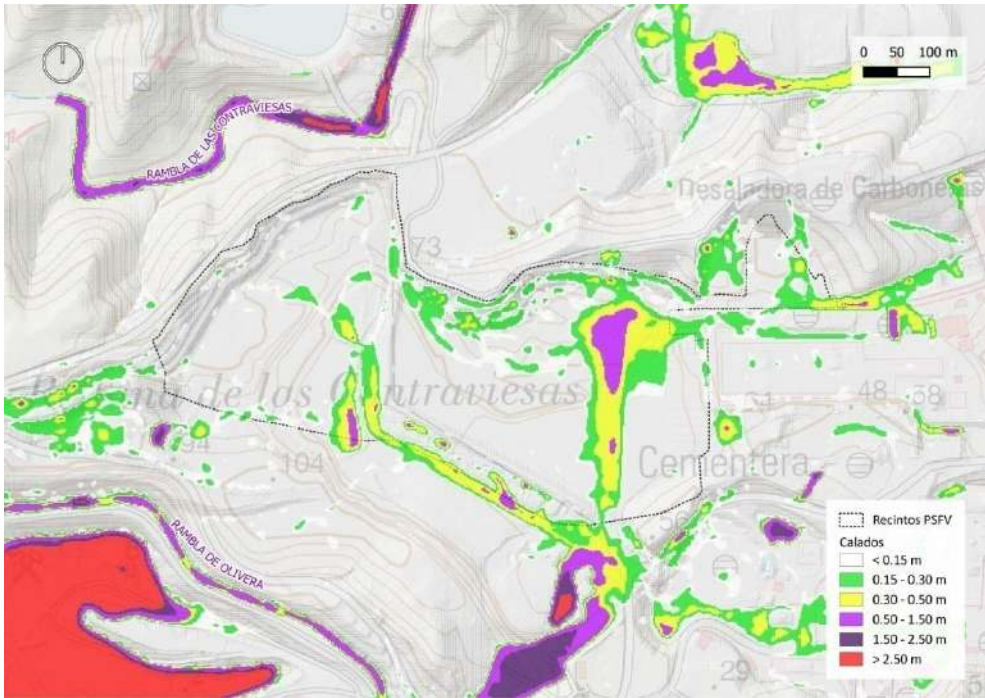


Ilustración 56. Mapa de calados máximos para T= 50 años. Recinto X (Sit. Actual)

6.3.1.5. T= 100 años

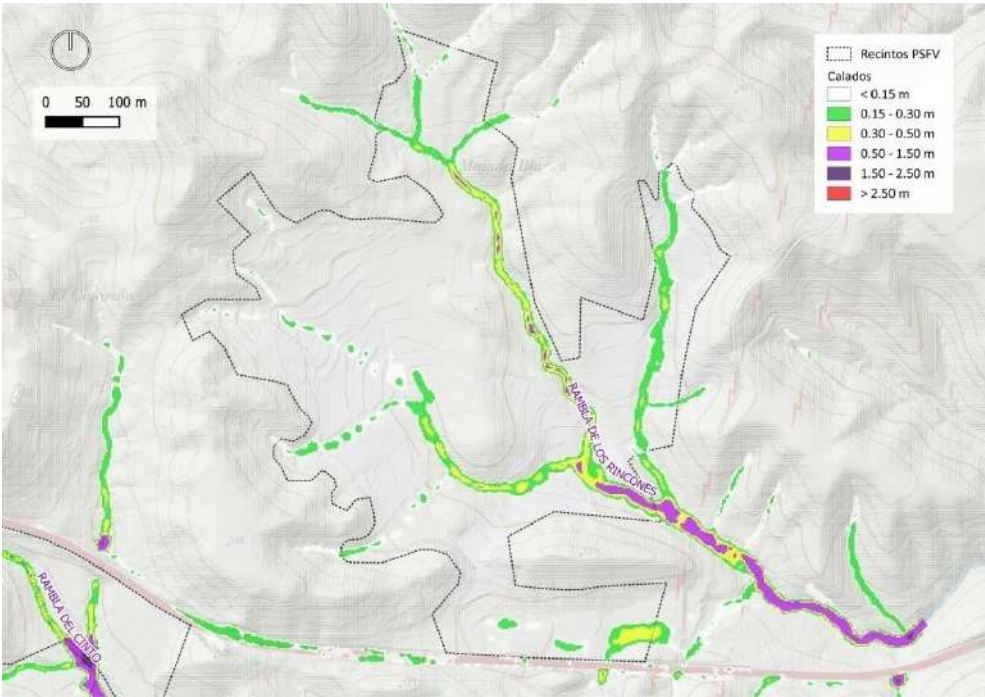


Ilustración 57. Mapa de calados máximos para T= 100 años. Recinto 1A (Sit. Actual)

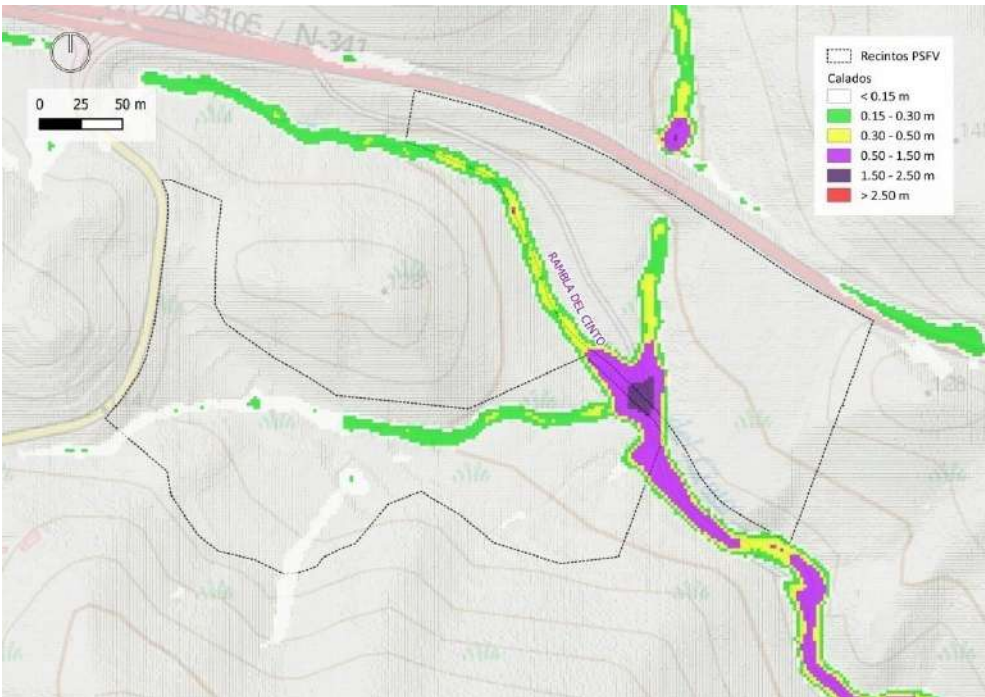


Ilustración 58. Mapa de calados máximos para T= 100 años. Recinto 1B (Sit. Actual)

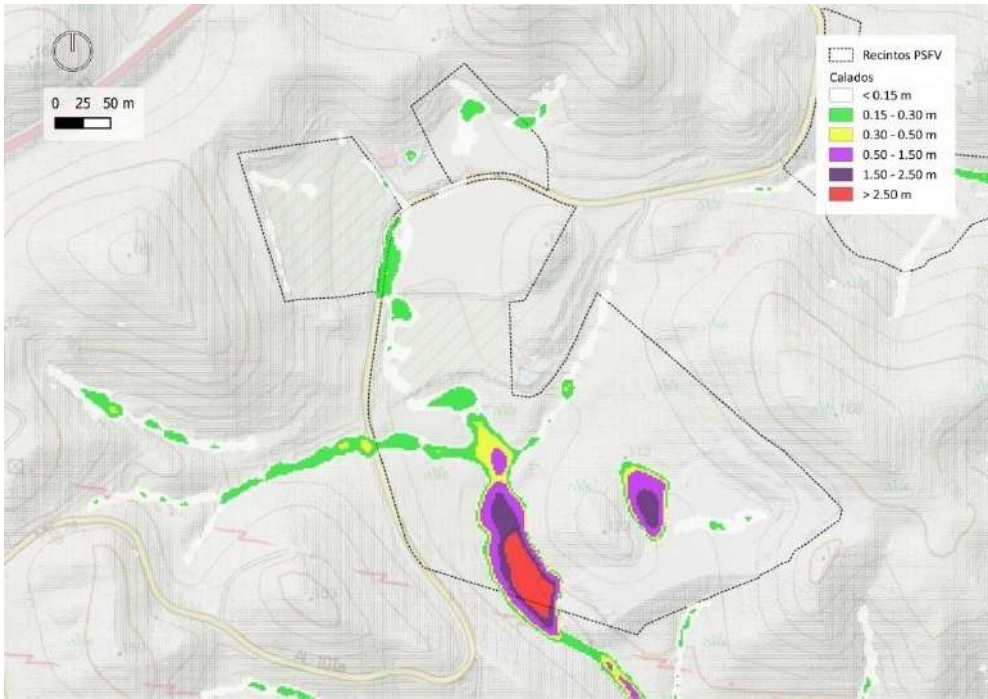


Ilustración 59. Mapa de calados máximos para T= 100 años. Recinto 1C (Sit. Actual)

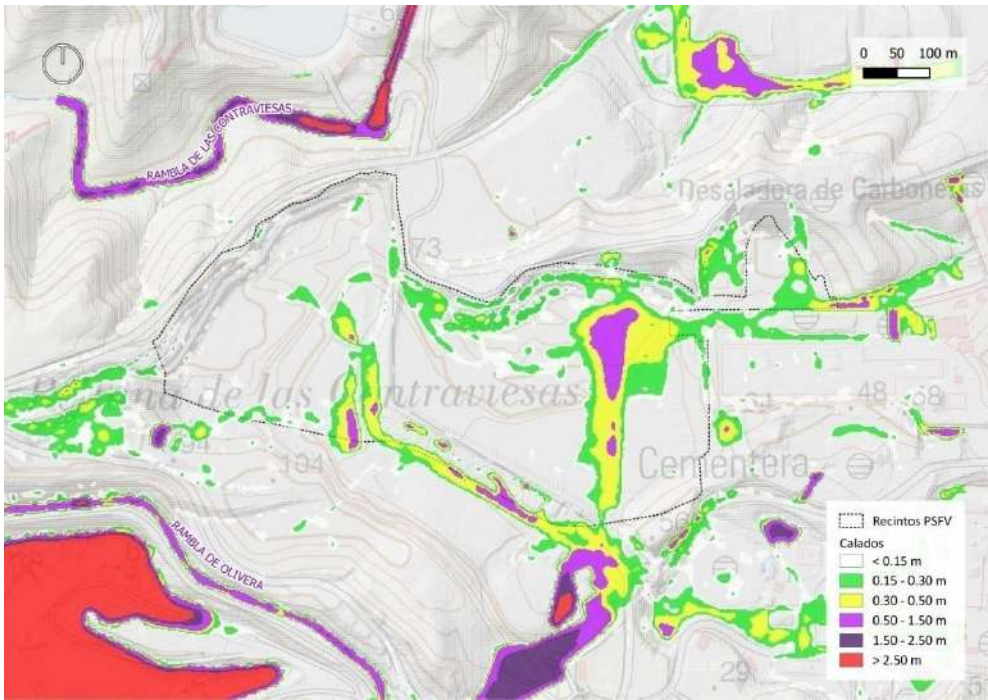


Ilustración 60. Mapa de calados máximos para T= 100 años. Recinto X (Sit. Actual)

6.3.1.6. Zona de Flujo Preferente

Cómo fue explicado en apartados anteriores, gracias a las características de los cauces existentes es posible realizar la simplificación conservadora de igualar la envolvente para T=100 años a la Zona de Flujo Preferente para los cauces catalogados por el IGN (ámbito competencial del Organismo de Cuenca).

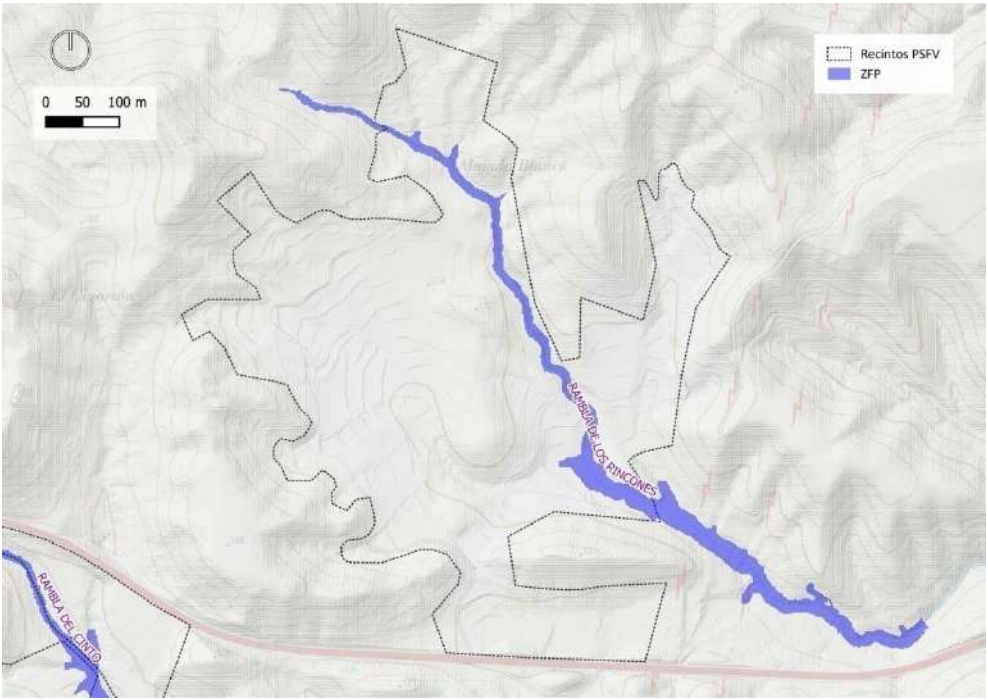


Ilustración 61. Zona de Flujo Preferente. T=100 años. Recinto 1A (Sit. Actual)



Ilustración 62. Zona de Flujo Preferente. T=100 años. Recinto 1B (Sit. Actual)

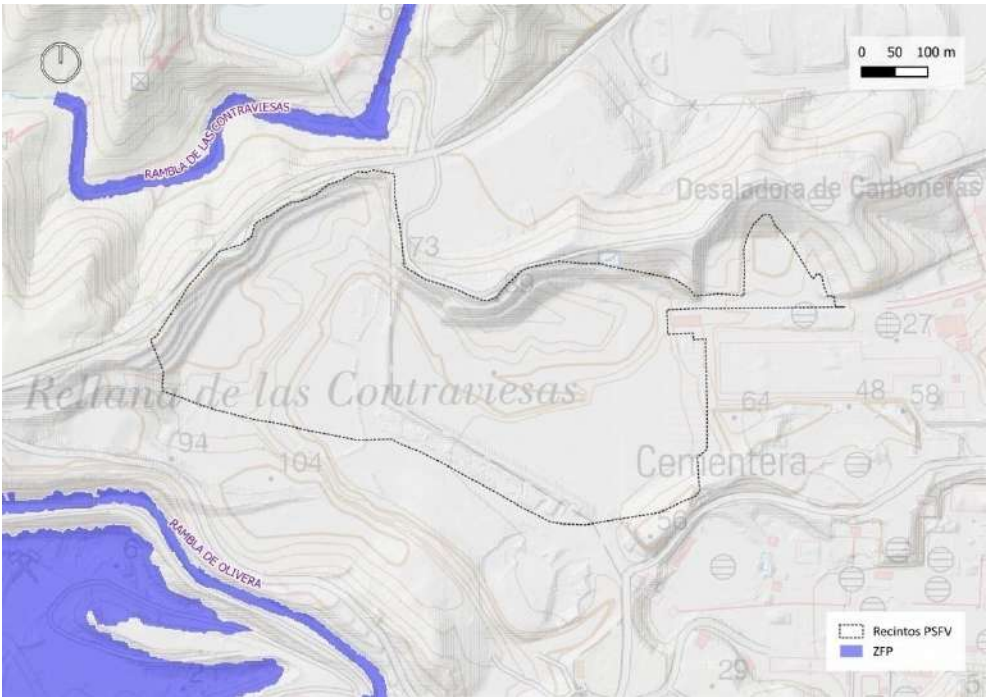


Ilustración 64. Zona de Flujo Preferente. T=100 años. Recinto X (Sit. Actual)

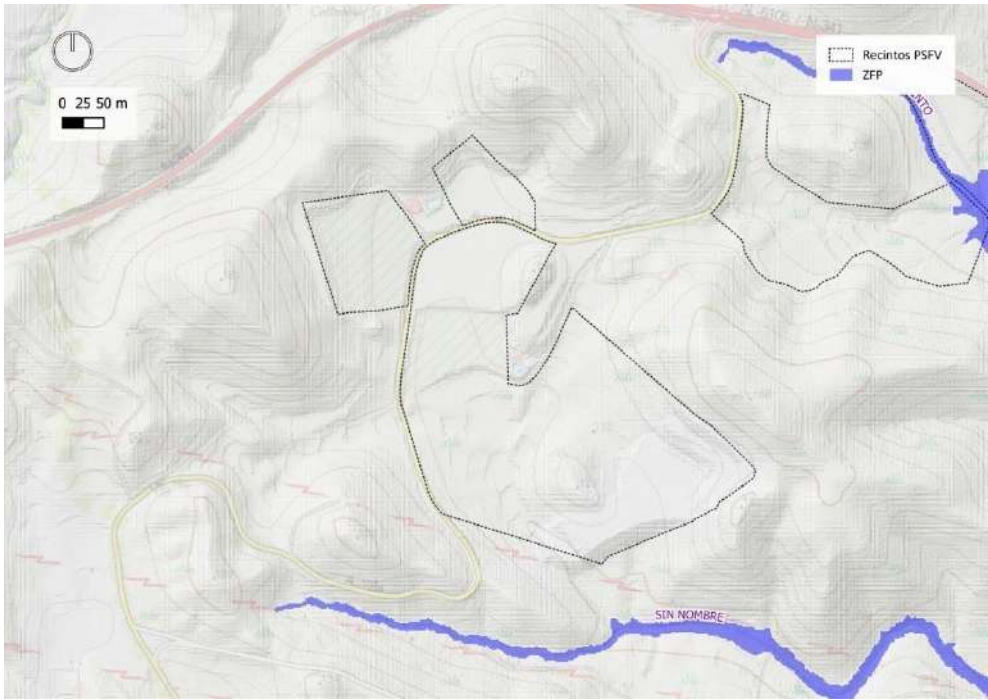


Ilustración 63. Zona de Flujo Preferente. T=100 años. Recinto 1C (Sit. Actual)

6.3.1.7. T= 500 años

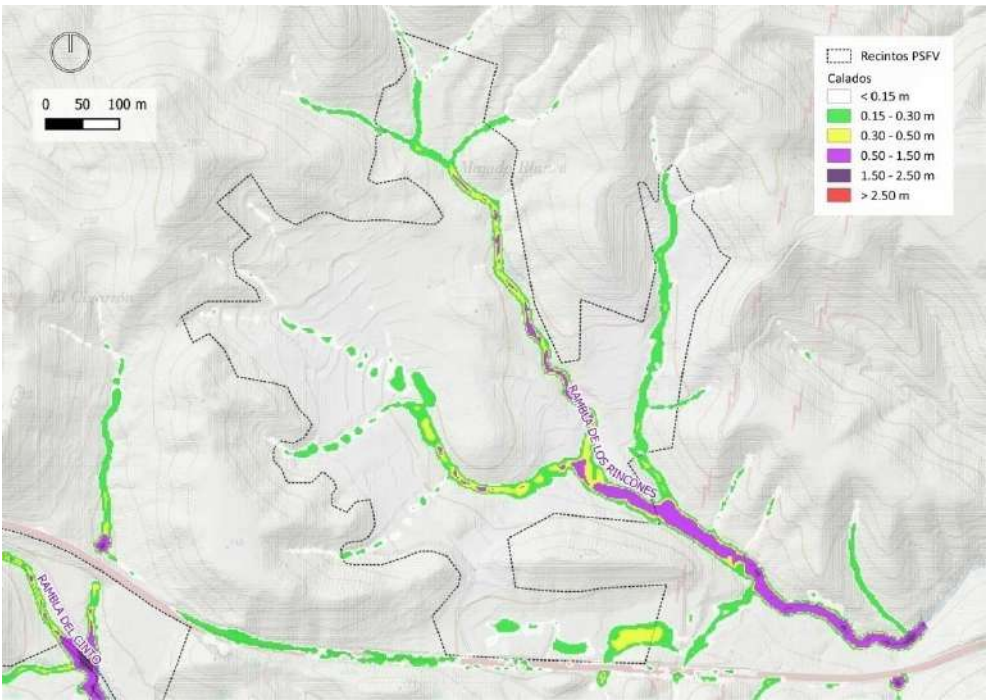


Ilustración 65. Mapa de calados máximos para T= 500 años. Recinto 1A (Sit. Actual)



Ilustración 66. Mapa de calados máximos para T= 500 años. Recinto 1B (Sit. Actual)

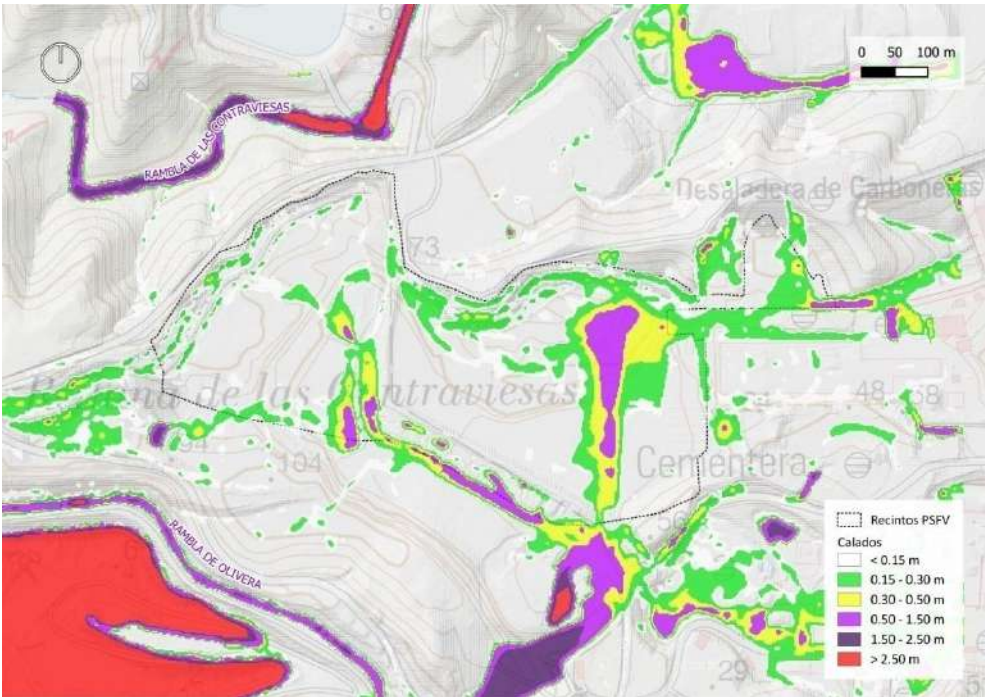


Ilustración 68. Mapa de calados máximos para T= 500 años. Recinto X (Sit. Actual)

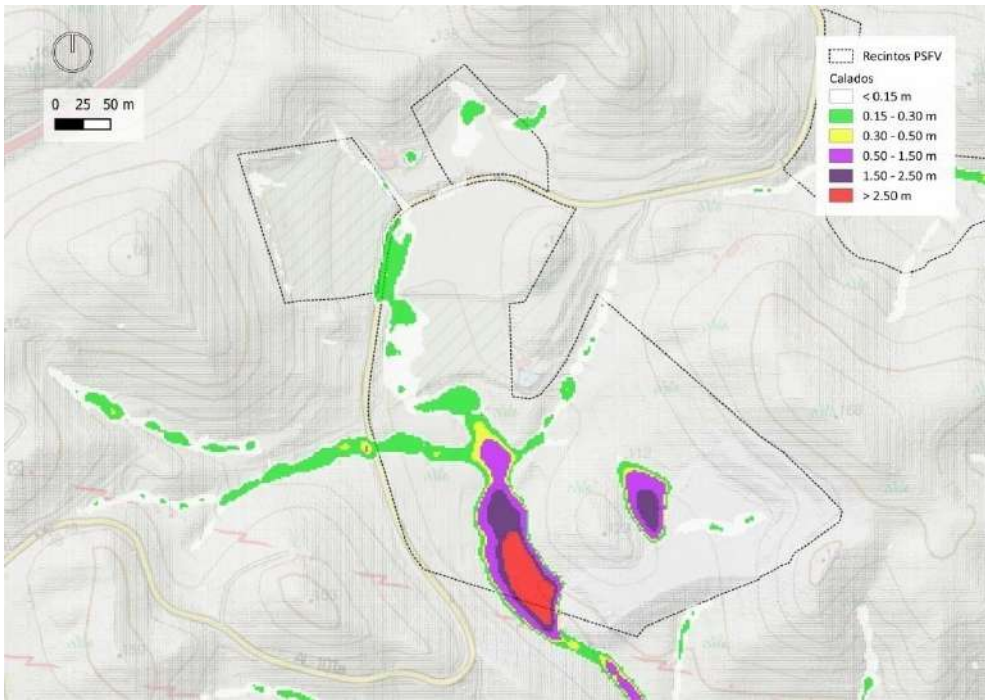


Ilustración 67. Mapa de calados máximos para T= 500 años. Recinto 1C (Sit. Actual)

6.3.2. SITUACIÓN FUTURA

Realizadas las iteraciones necesarias hasta cumplir con los criterios definidos, a continuación se muestran los resultados de la situación futura considerando los cambios en los usos del suelo (en términos de infiltración y rugosidad), así como el movimiento de tierras previsto.

6.3.2.1. Hidrogramas en secciones de control

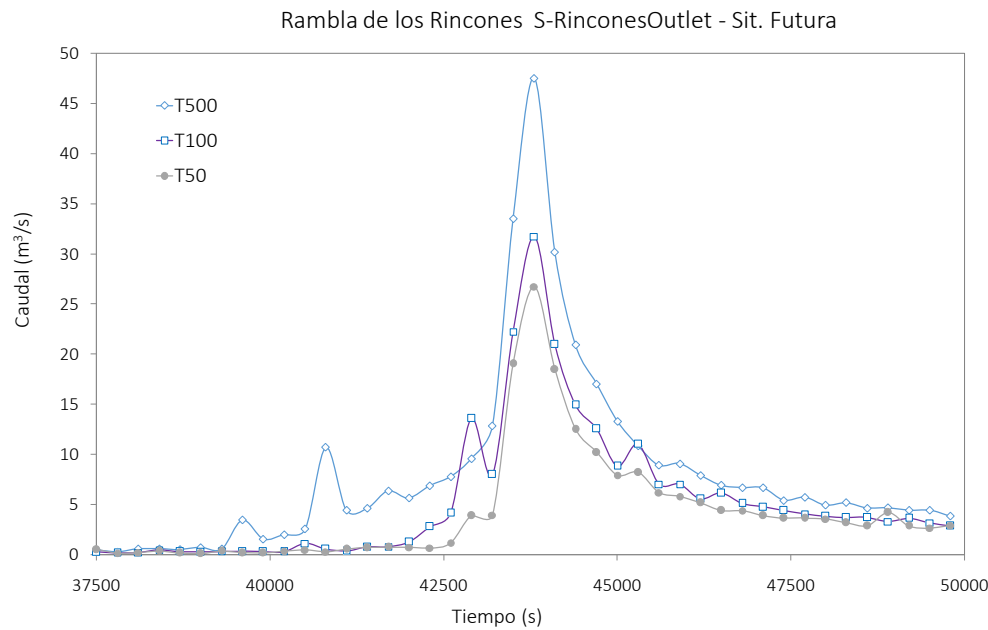


Ilustración 69. Hidrogramas en sección S- RinconesOut (Sit. Futura)

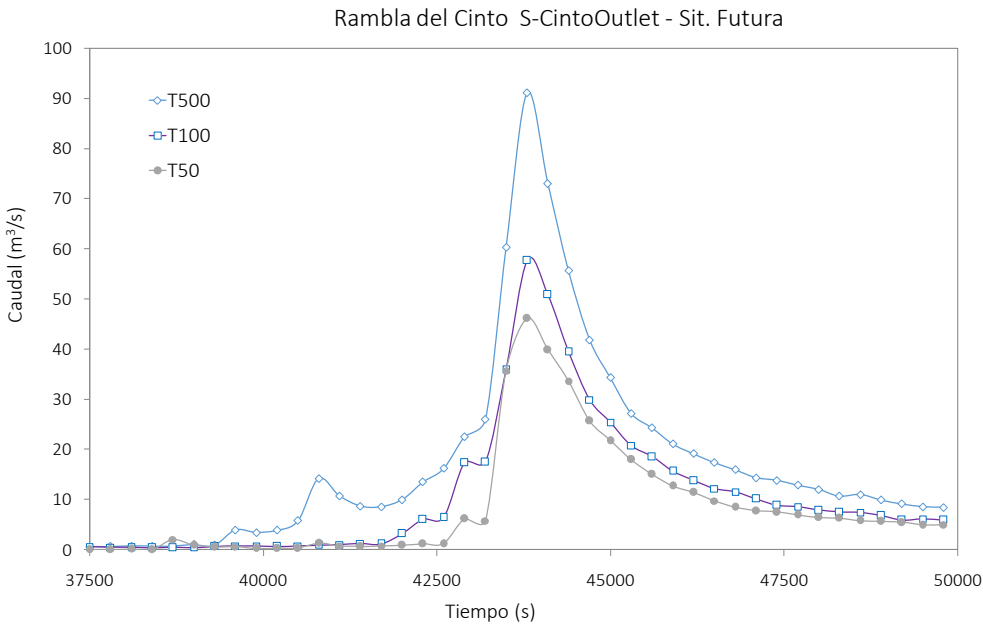


Ilustración 70. Hidrogramas en sección S-CintoOut (Sit. Futura)

Sit. Futura - Caudal punta (m3/s)			
Sección de control	T=500 años	T= 100 años	T= 50 años
S-Rincones Outlet	47.54	31.74	26.73
S-Cinto Outlet	91.16	57.71	46.14

Tabla 16. Resumen de los caudales punta (m³/s) en las secciones de control (Sit. Futura)

6.3.2.2. T=10 años

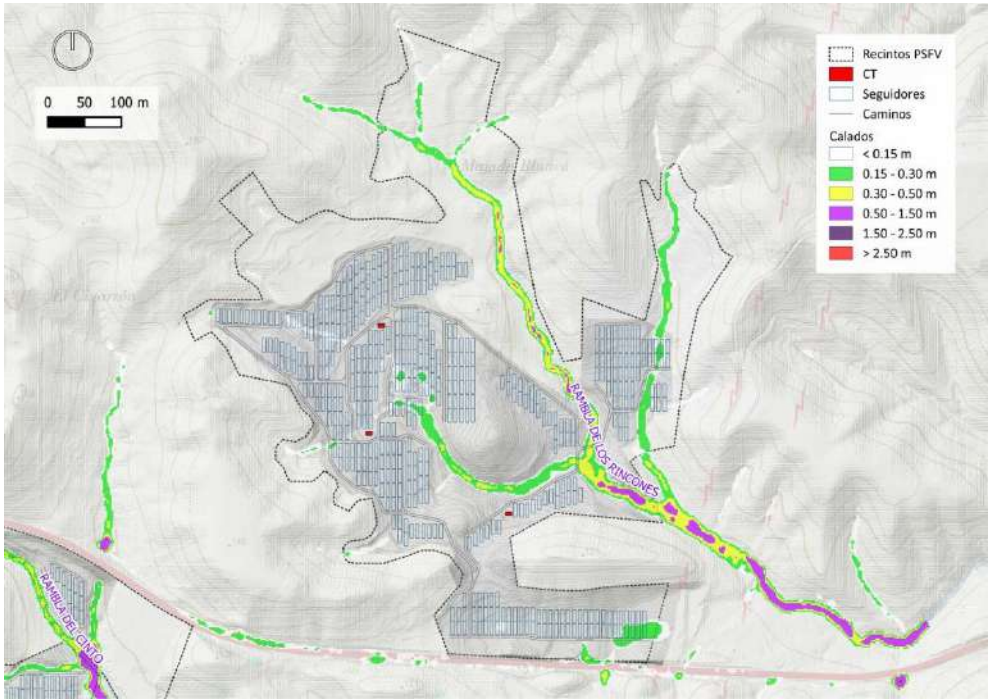


Ilustración 71. Mapa de calados máximos para T=10 años. Recinto 1A (Sit. Futura)

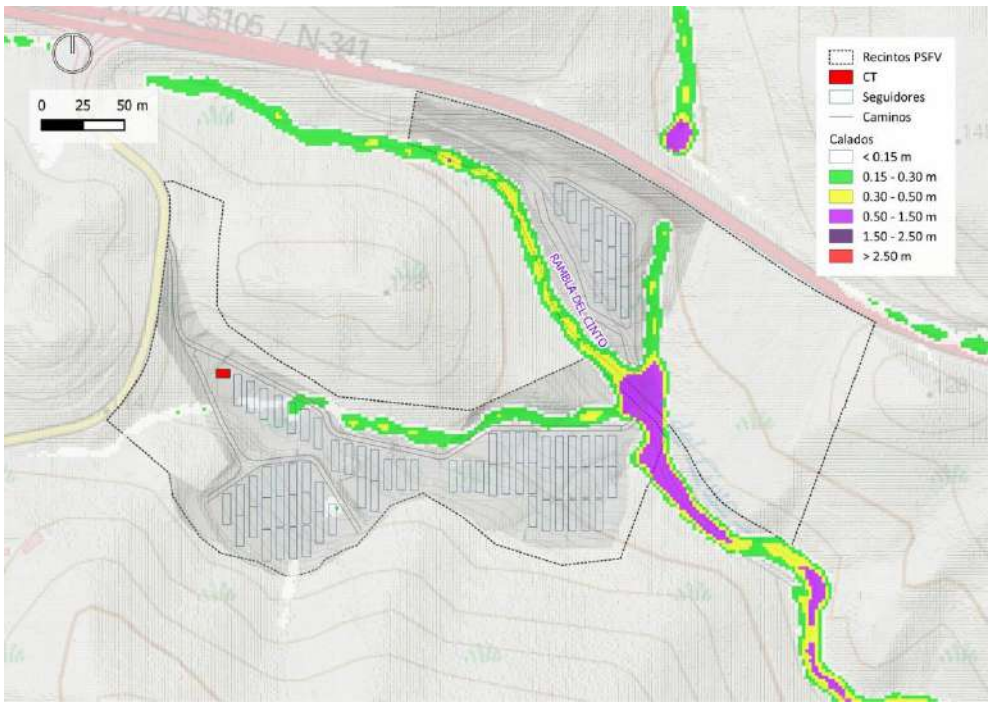


Ilustración 72. Mapa de calados máximos para T=10 años. Recinto 1B (Sit. Futura)

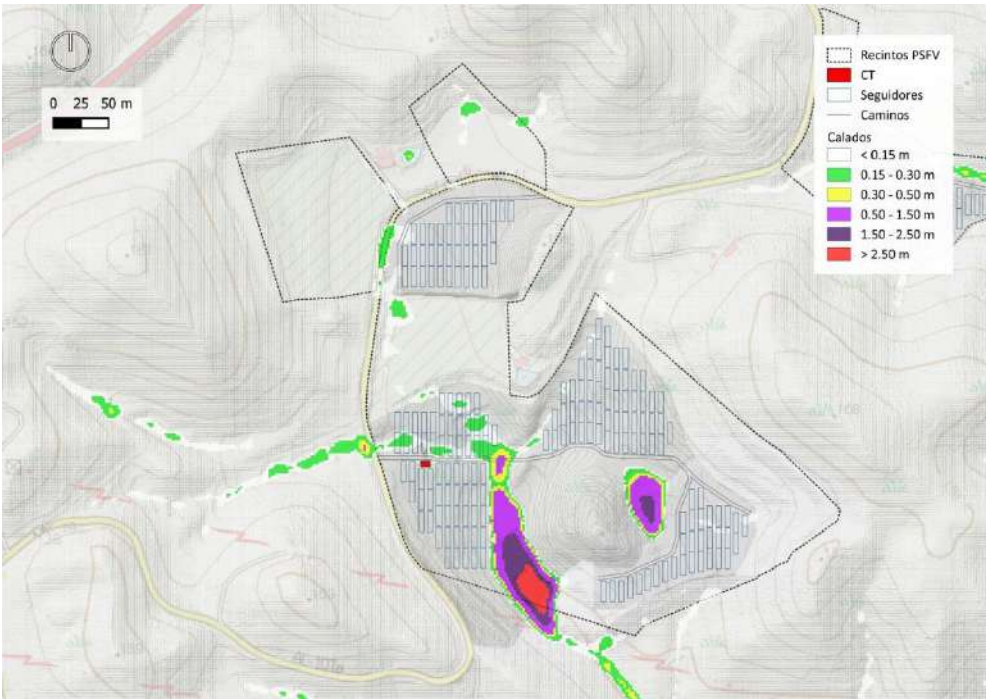


Ilustración 73. Mapa de calados máximos para T=10 años. Recinto 1C (Sit. Futura)

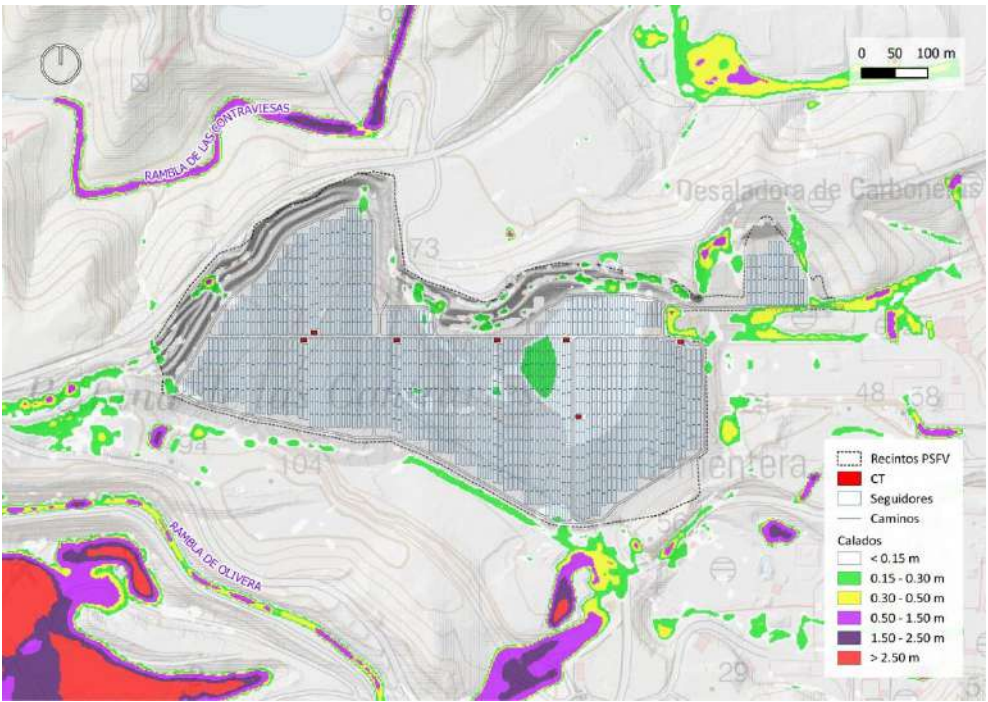


Ilustración 74. Mapa de calados máximos para T=10 años. Recinto X (Sit. Futura)

6.3.2.3. Dominio Público Hidráulico

Cómo fue expuesto en apartados anteriores se asimilará la máxima crecida ordinaria (MCO) al caudal asociado al periodo de retorno de T=10 años para los cauces catalogados por el IGN (ámbito competencial del Organismo de Cuenca). Esta simplificación se considera válida teniendo en cuenta la definición establecida en el apartado 4.2 del Reglamento.

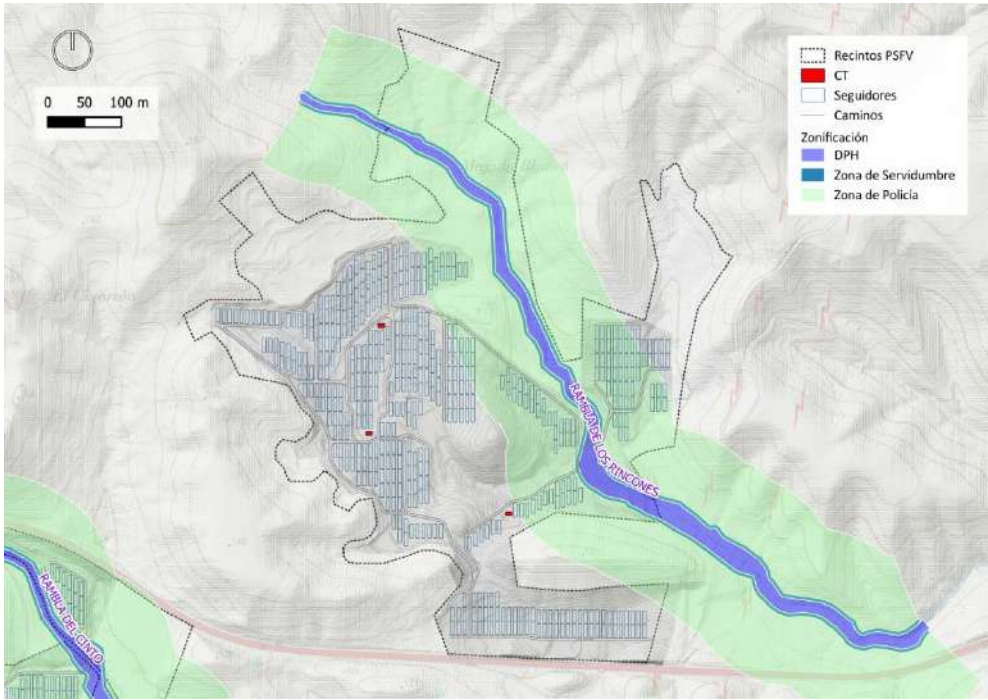


Ilustración 75. Dominio Público Hidráulico. T=10 años. Recinto 1A (Sit. Futura)

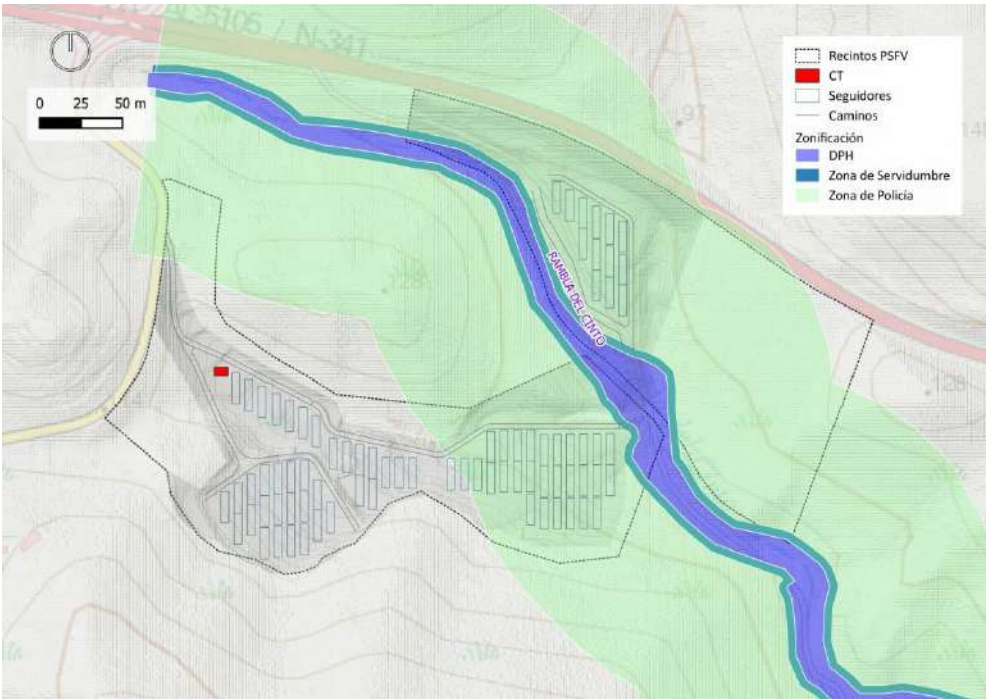


Ilustración 76. Dominio Público Hidráulico. T=10 años. Recinto 1B (Sit. Futura)

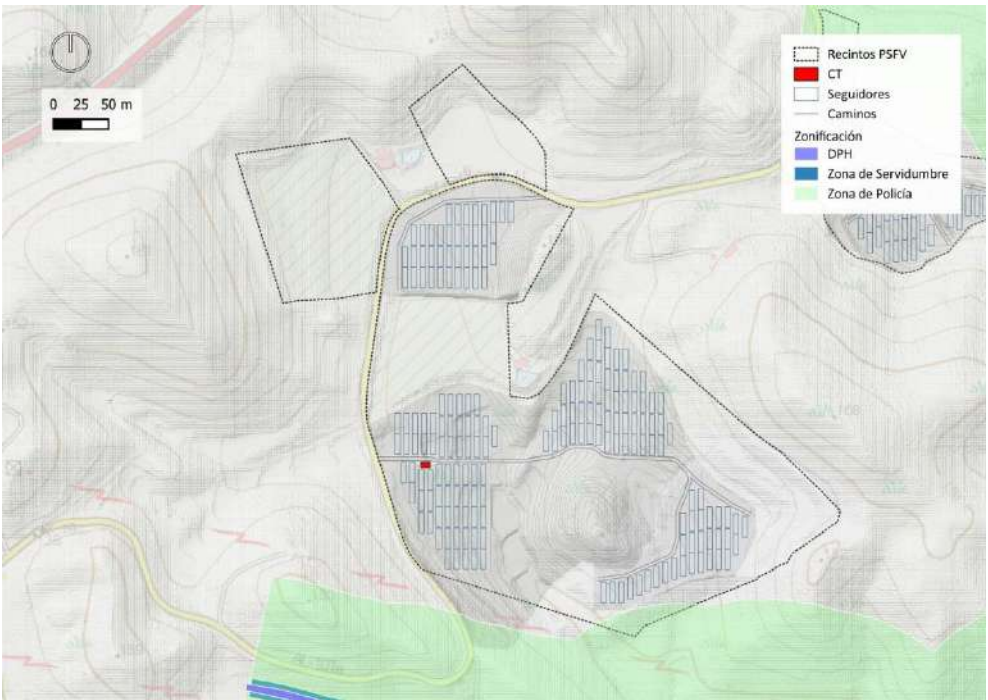


Ilustración 77. Dominio Público Hidráulico. T=10 años. Recinto 1C (Sit. Futura)

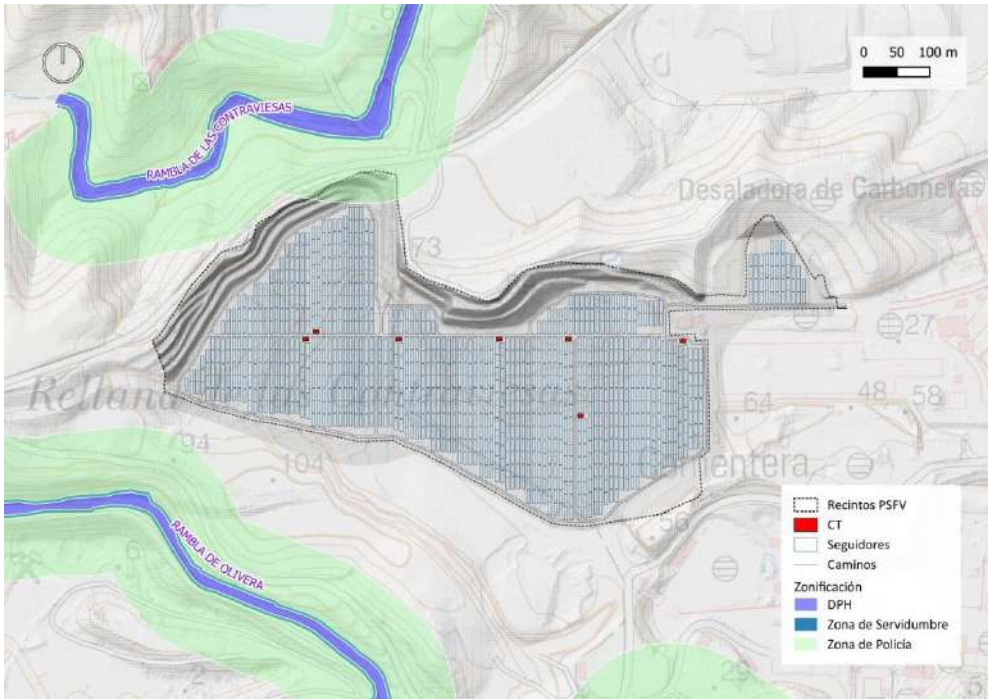


Ilustración 78. Dominio Público Hidráulico. T=10 años. Recinto X (Sit. Futura)



Ilustración 80. Mapa de calados máximos. T= 50 años. Recinto 1B (Sit. Futura)

6.3.2.4. T= 50 años

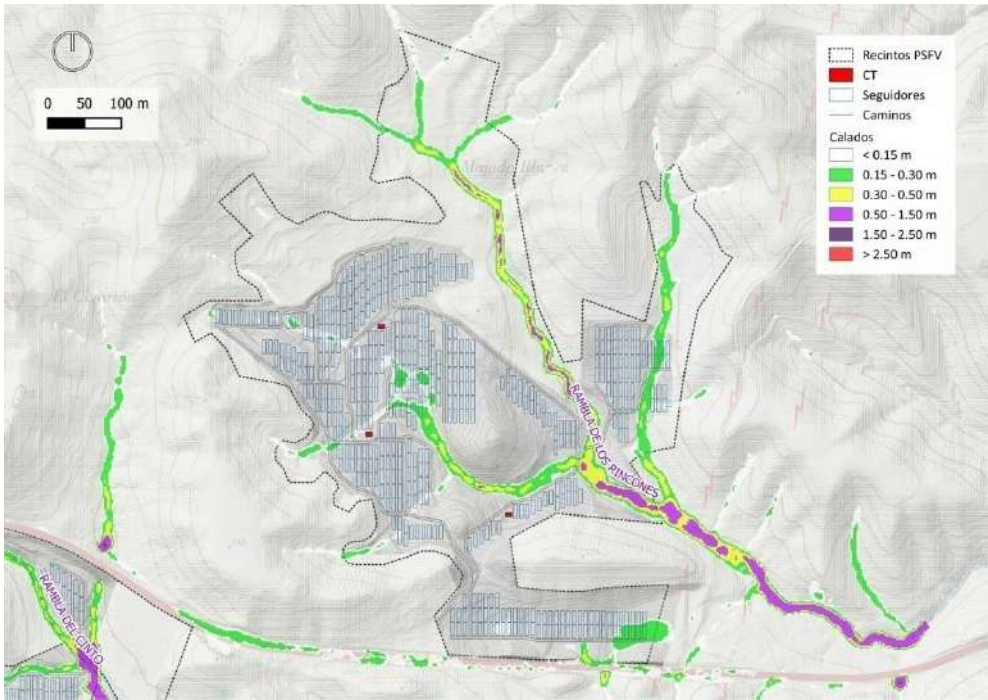


Ilustración 79. Mapa de calados máximos. T= 50 años. Recinto 1A (Sit. Futura)

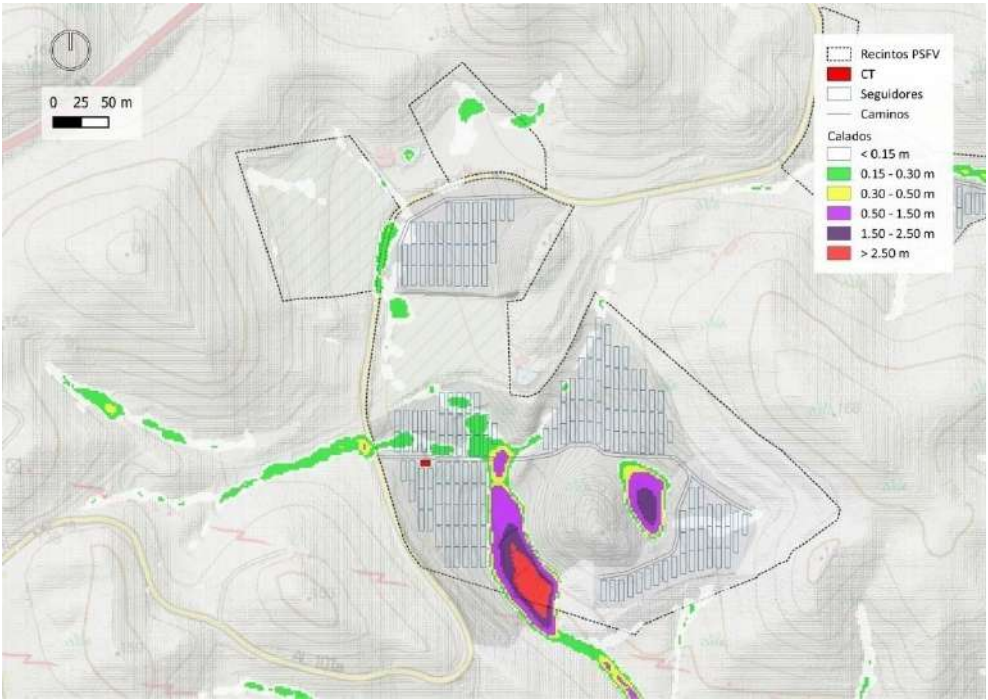


Ilustración 81. Mapa de calados máximos. T= 50 años. Recinto 1C (Sit. Futura)

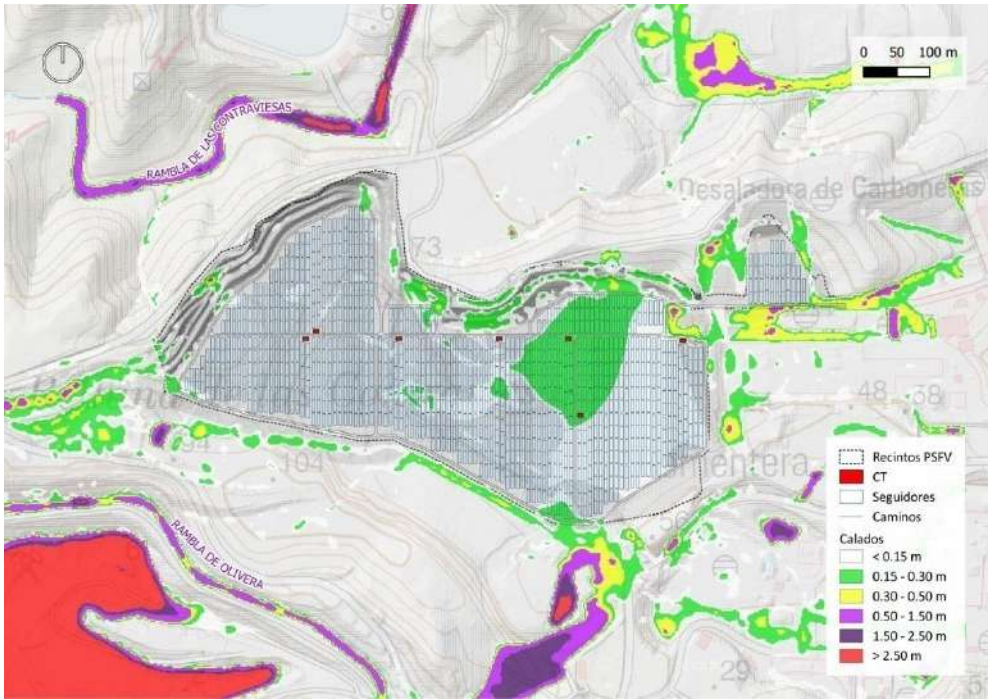


Ilustración 82. Mapa de calados máximos. T= 50 años. Recinto X (Sit. Futura)



Ilustración 84. Mapa de calados máximos. T= 100 años. Recinto 1B (Sit. Futura)

6.3.2.5. T= 100 años

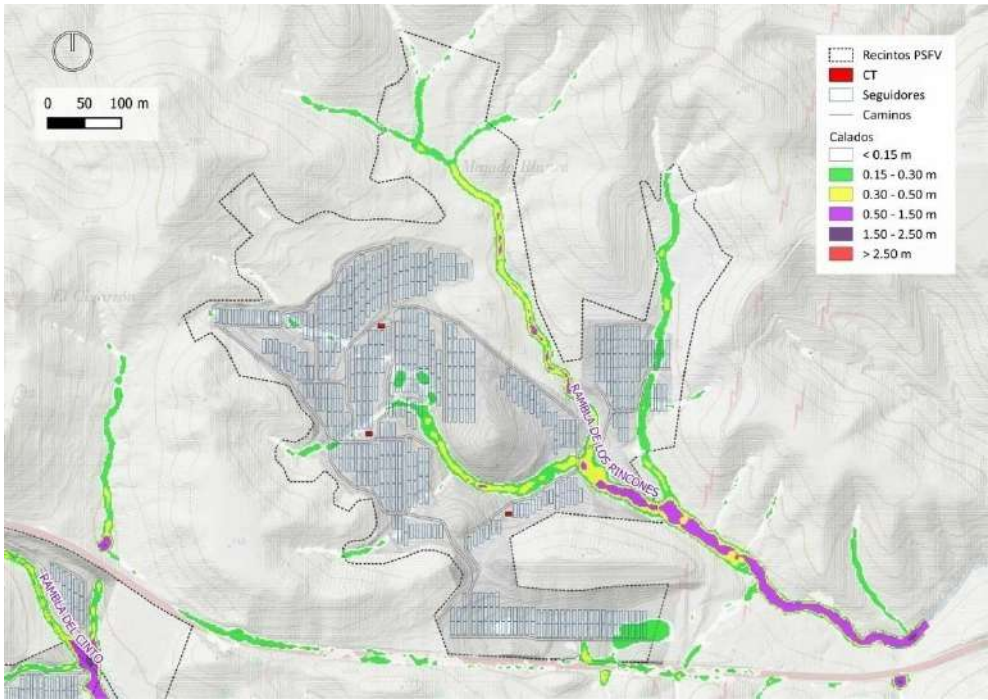


Ilustración 83. Mapa de calados máximos. T= 100 años. Recinto 1A (Sit. Futura)

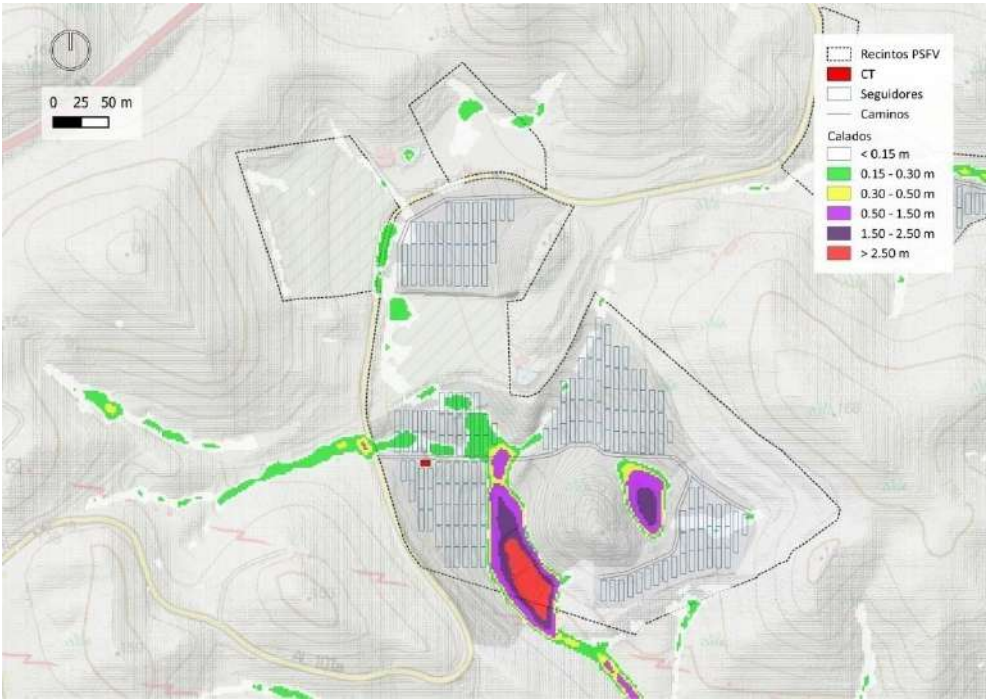


Ilustración 85. Mapa de calados máximos. T= 100 años. Recinto 1C (Sit. Futura)

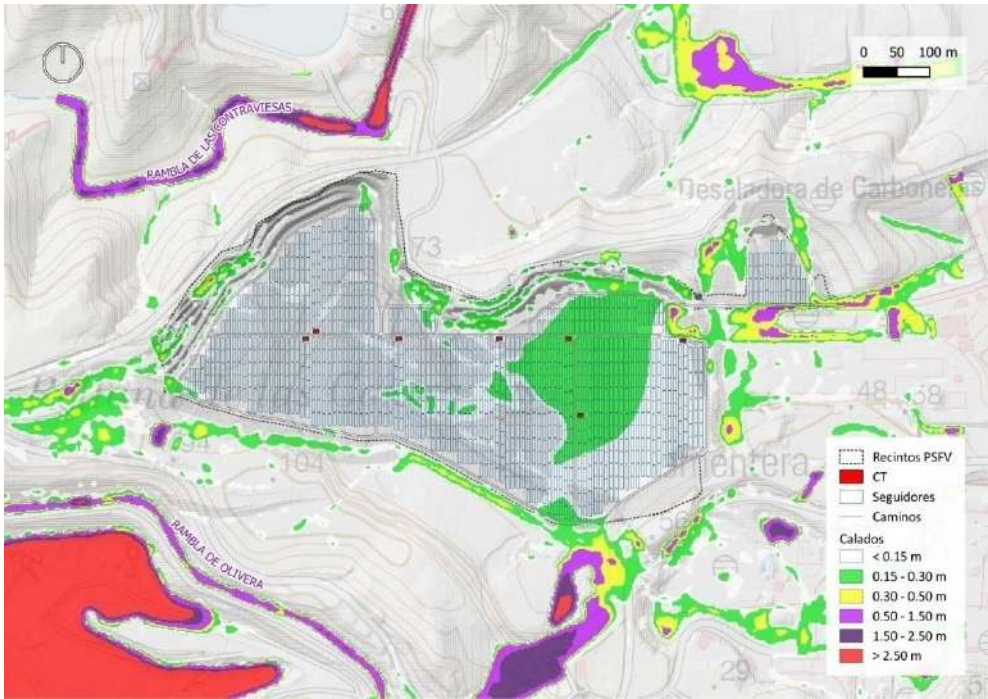


Ilustración 86. Mapa de calados máximos. T= 100 años. Recinto X (Sit. Futura)

6.3.2.6. Zona de Flujo Preferente

Cómo fue explicado en apartados anteriores, gracias a las características de los cauces existentes es posible realizar la simplificación conservadora de igualar la envolvente para T=100 años a la Zona de Flujo Preferente para los cauces catalogados por el IGN (ámbito competencial del Organismo de Cuenca).

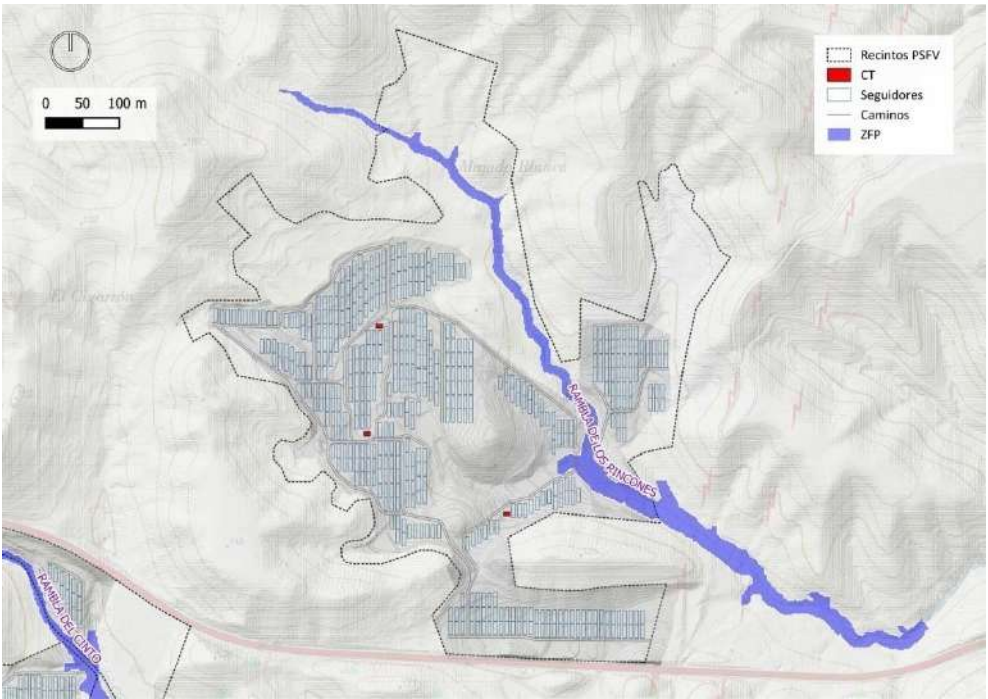


Ilustración 87. Zona de Flujo Preferente. T=100 años. Recinto 1A (Sit. Futura)

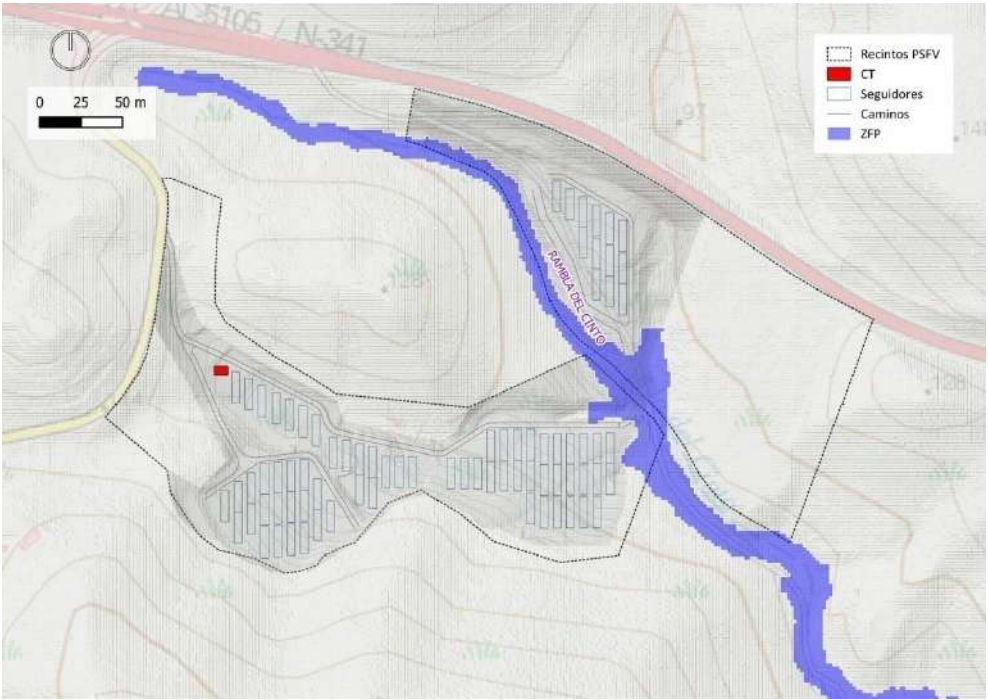


Ilustración 88. Zona de Flujo Preferente. T=100 años. Recinto 1B (Sit. Futura)

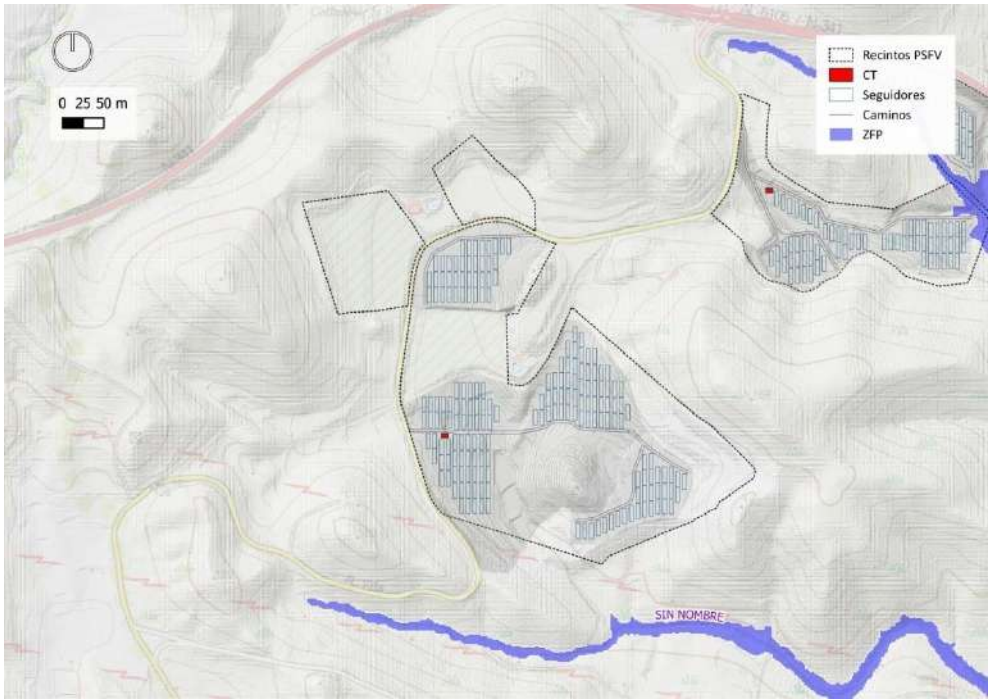


Ilustración 89. Zona de Flujo Preferente. T=100 años. Recinto 1C (Sit. Futura)

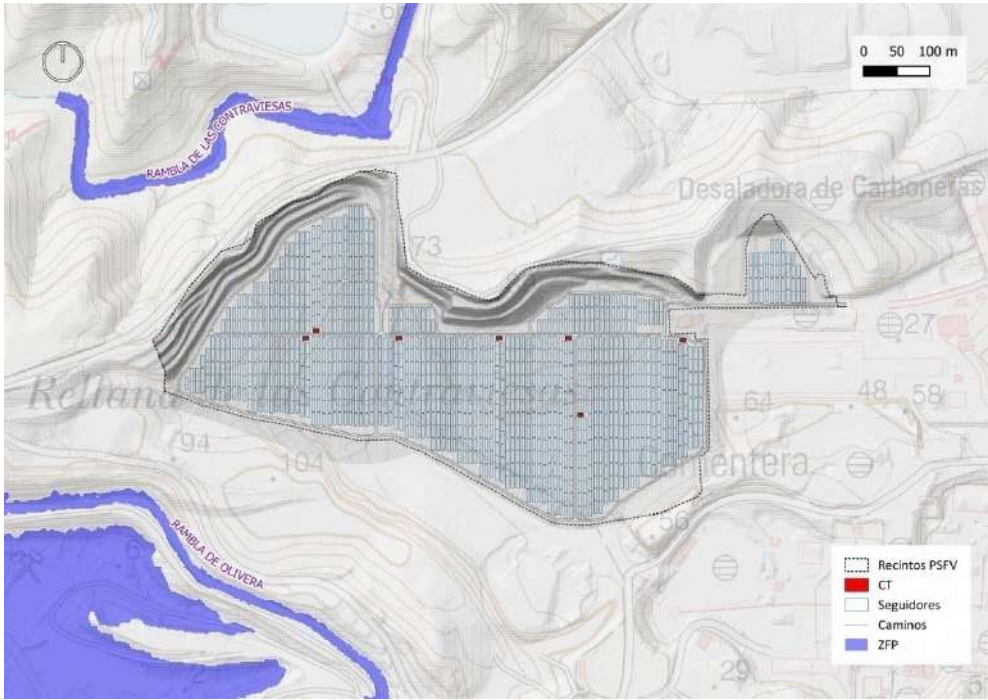


Ilustración 90. Zona de Flujo Preferente. T=100 años. Recinto X (Sit. Futura)

6.3.2.7. = 500 años

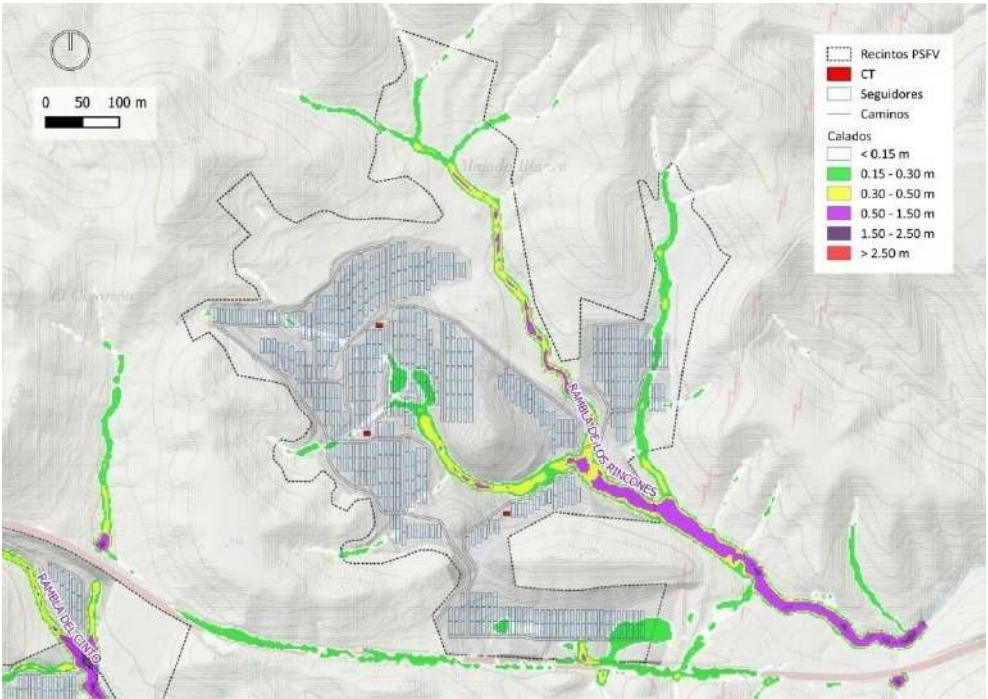


Ilustración 91. Mapa de calados máximos. T= 500 años. Recinto 1A (Sit. Futura)

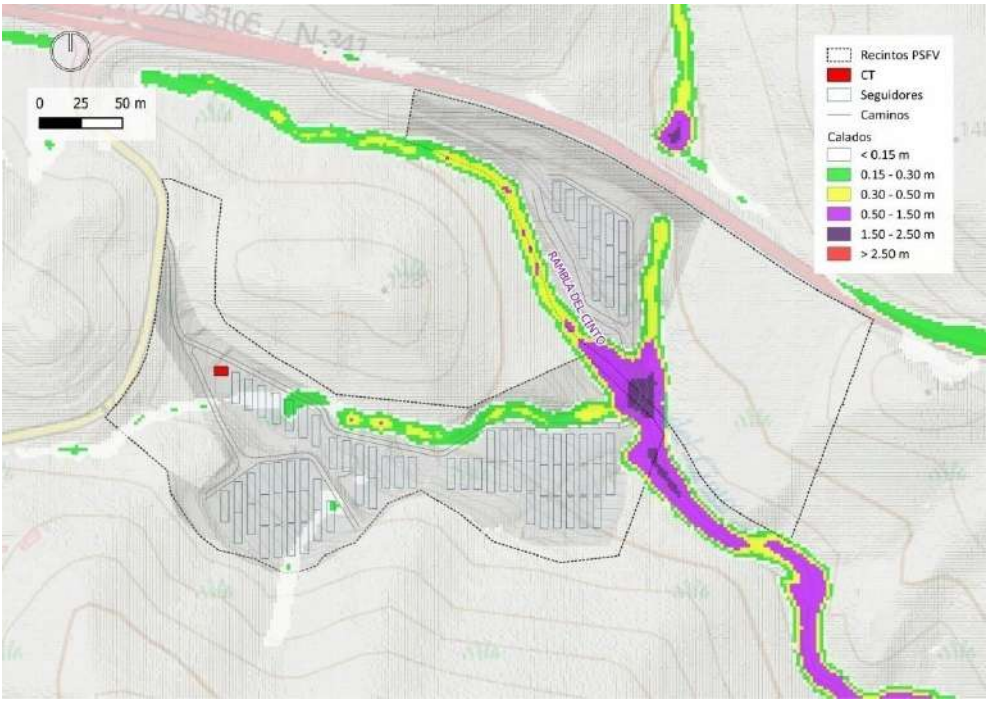


Ilustración 92. Mapa de calados máximos. T= 500 años. Recinto 1B (Sit. Futura)

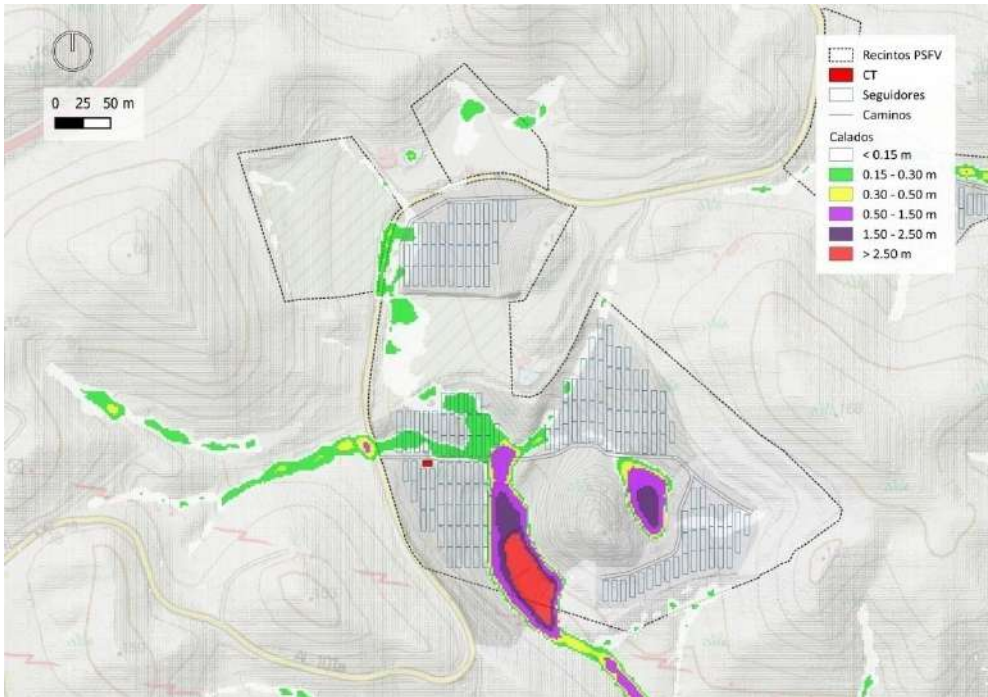


Ilustración 93. Mapa de calados máximos. T= 500 años. Recinto 1C (Sit. Futura)

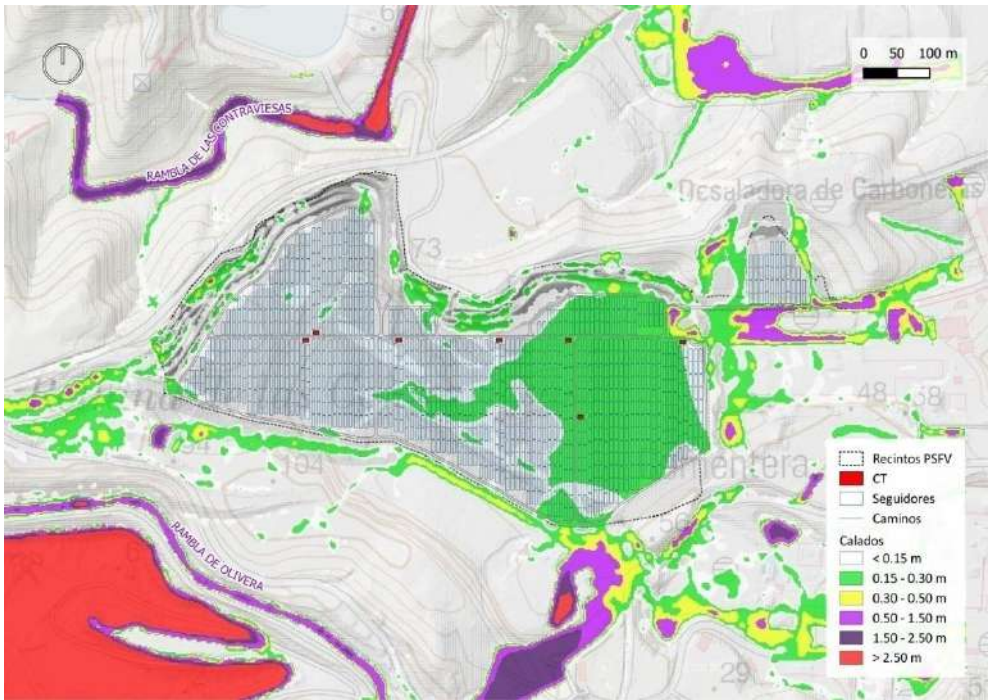


Ilustración 94. Mapa de calados máximos. T= 500 años. Recinto X (Sit. Futura)

7. COMPATIBILIDAD CON EL RIESGO DE INUNDACIÓN

7.1. AFECCIÓN AL RÉGIMEN DE ESCORRENTÍAS

Comparando los caudales en las secciones de control definidas es posible cuantificar la afección al régimen de escorrentías debido a los cambios en la capacidad de infiltración y rugosidad del suelo.

Diferencias absolutas del Qpunta (m3/s) - (Futura-Actual)			
Sección de control	T=500 años	T= 100 años	T= 50 años
S-Rincones Outlet	2.83	0.43	1.12
S-Cinto Outlet	2.67	2.77	0.59

Diferencias porcentuales del Qpunta (%) - (Futura-Actual)			
Sección de control	T=500 años	T= 100 años	T= 50 años
S-Rincones Outlet	6%	1%	4%
S-Cinto Outlet	3%	5%	1%

Tabla 17. Análisis de afecciones al régimen de escorrentías. Diferencias de caudales en las secciones de control.

De la tabla anterior se comprueba que las diferencias son mínimas (apenas suponiendo un incremento del 5-6% en los casos más desfavorables), y que, tal y como se puede comprobar en los mapas de calados y velocidades máximas, no se traducen en cambios sobre el comportamiento hidráulico de los cauces.

7.2. AFECCIÓN A LA ZONA INUNDABLE. CRITERIOS DE DISEÑO

A continuación se realiza la comprobación para la situación futura de los criterios establecidos para las dos casuísticas planteadas: inundabilidad fluvial e inundabilidad pluvial.

7.2.1. INUNDABILIDAD FLUVIAL

En la Zona de Policía de los cauces catalogados por el IGN (competencia del Organismo de Cuenca) se dejará una franja libre sin ocupación correspondiente a la Zona Inundable (T=500 años), cumpliendo de esta forma con lo establecido por el Reglamento del DPH.

7.2.2. INUNDABILIDAD PLUVIAL

En el resto de la cuenca, fuera de la Zona de Policía de cauces (fuera de la competencia del Organismo de Cuenca), el criterio propuesto ha sido el de evitar la implantación de elementos vulnerables (inversores y CT) en las zonas donde se cumpla la siguiente condición para el

evento correspondiente a T=500 años

- Calado > 30 cm

7.2.3. DRENAJE DE CAMINOS

Para el diseño del trazado de caminos ha sido analizada la red de drenaje, identificando los puntos críticos de paso y las características del flujo en los mismos para el planteamiento de la mejor alternativa. En general, dado el pequeño tamaño de las cuencas y siguiendo el objetivo medioambiental de mínimo movimiento de tierras, se plantean viales a cota del terreno natural de forma que se localicen, en la medida de lo posible, fuera del siguiente criterio basado en calados y velocidades para el evento de T= 500 años:

- Calado > 30 cm

En caso de tener que atravesar redes de drenaje que con calados superiores a 30 cm, el paso se realizará en badén pavimentado con mezcla asfáltica para evitar su erosión.

7.2.4. ENVOLVENTE DE CRITERIOS

En las siguientes imágenes se muestra la envolvente obtenida después de aplicar los criterios fluvial, pluvial y drenaje de caminos:

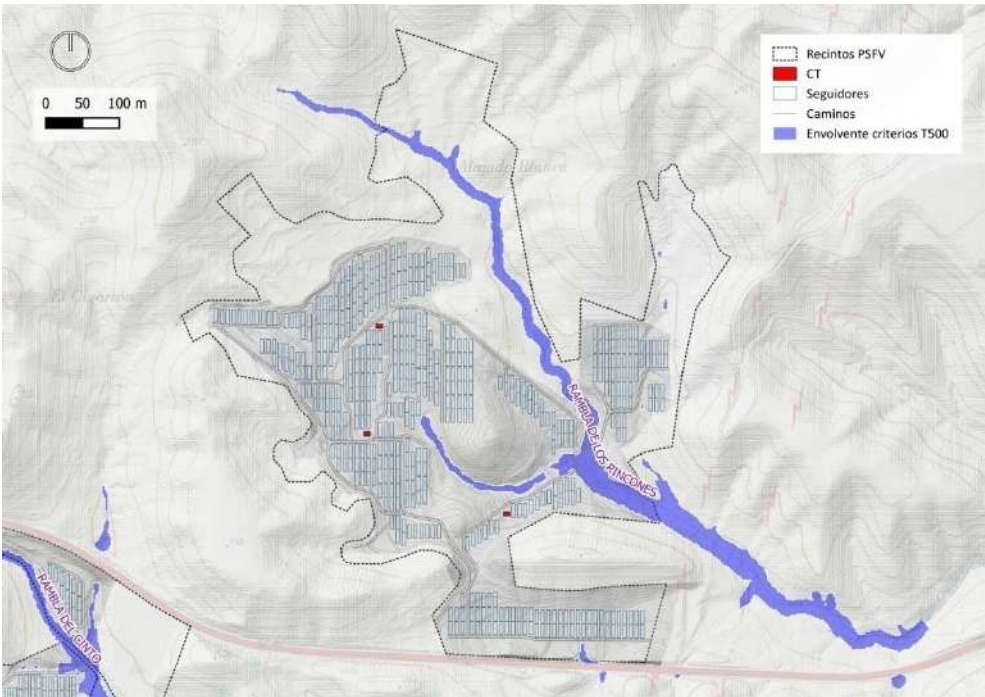


Ilustración 95. Envolvente de criterios para T=500 años. Recinto 1A

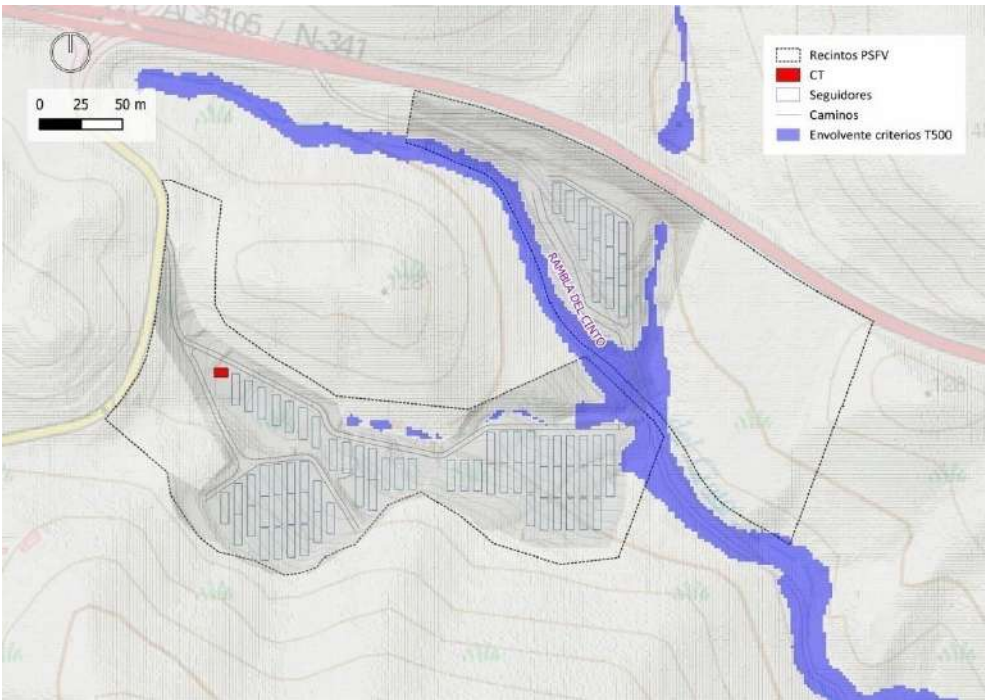


Ilustración 96. Envolvente de criterios para T=500 años. Recinto 1B

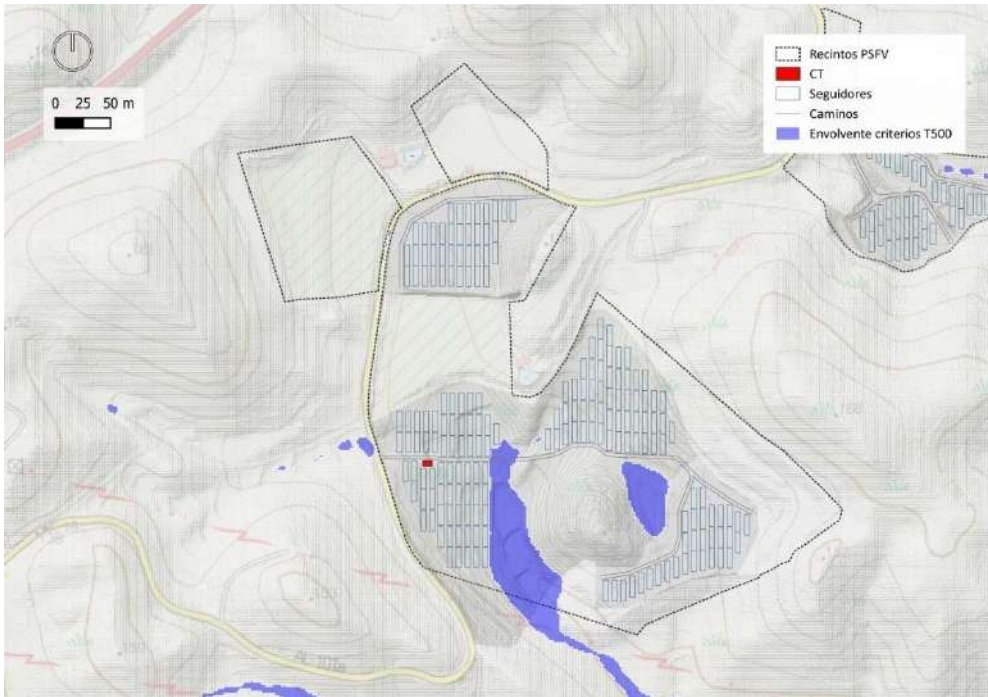


Ilustración 97. Envolverte de criterios para T=500 años. Recinto 1C

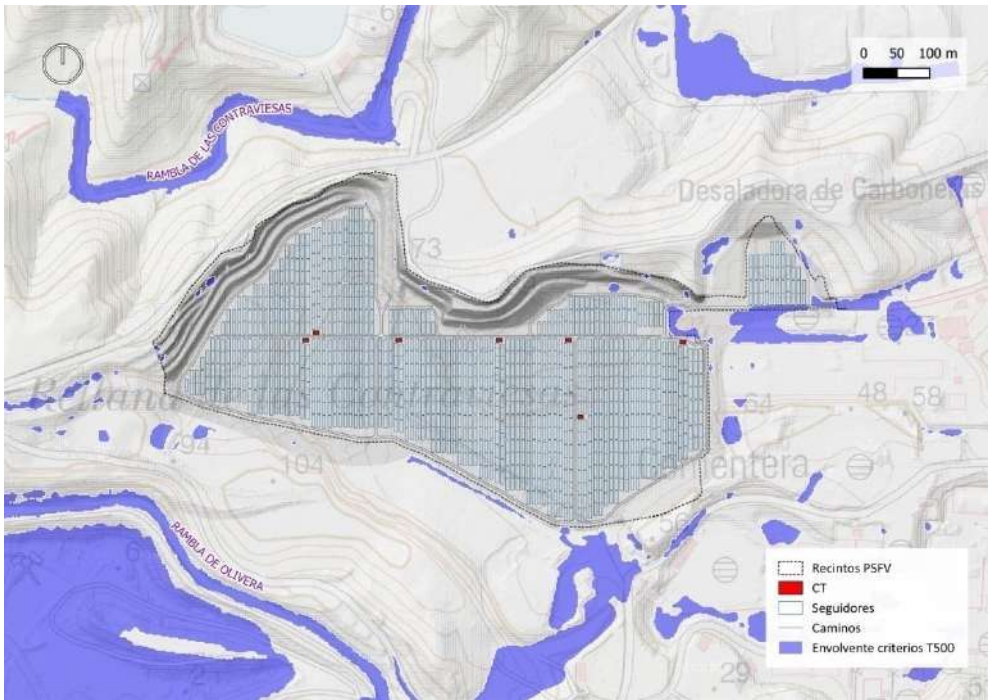
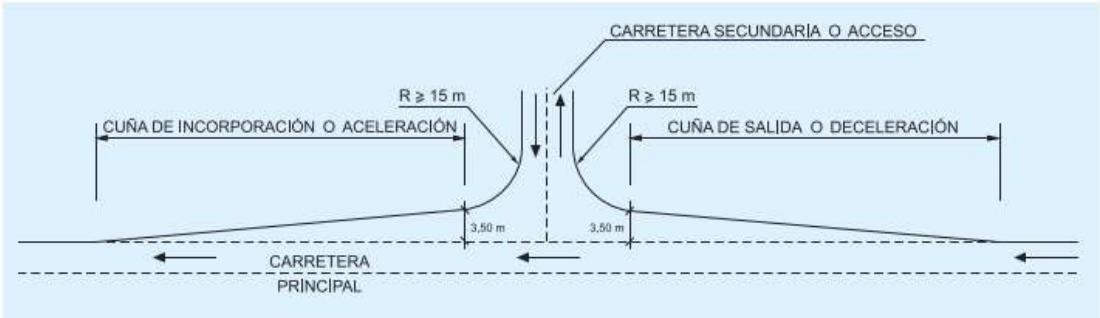


Ilustración 98. Envolverte de criterios para T=500 años. Recinto X

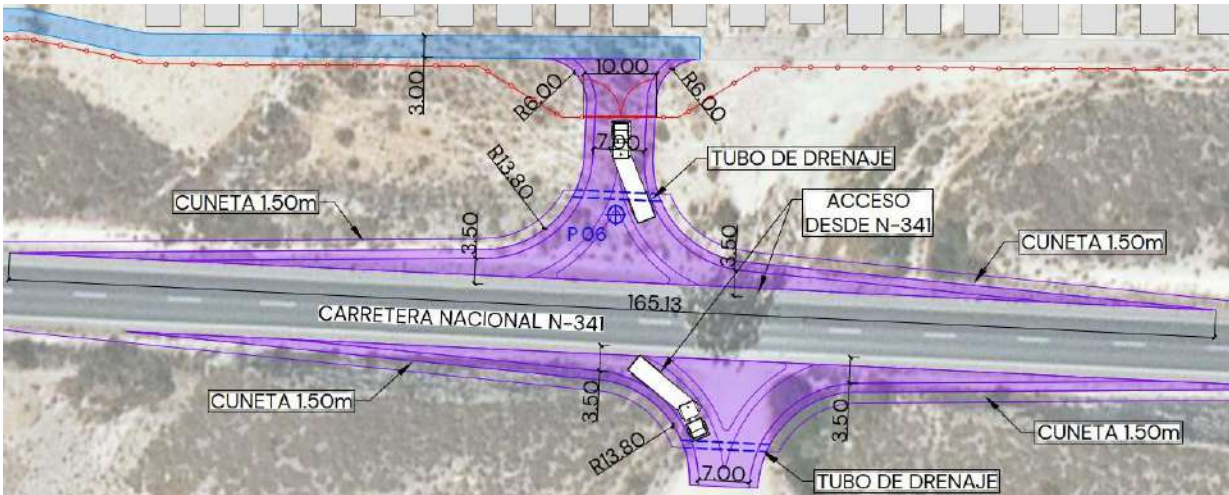
8. CUNETA EN EL ACCESO A LOS RECINTOS 1A Y 1B

Para los accesos a los recintos 1A y 1B desde la carretera nacional N-341, está previsto la ejecución de dos cuñas de cambio de velocidad siguiendo los criterios del apartado 8.2.2 de la norma 3.1 IC.

FIGURA 8.2
CUÑAS DE CAMBIO DE VELOCIDAD



En las caras norte y sur de la N-341 se mantienen las cunetas existentes, dándole continuidad hidráulica bajo los viales de acceso a la planta con una obra de drenaje transversal compuesta por tubos de drenaje de sección hidráulica equivalente a las cunetas actuales.



Valencia, Agosto de 2024



Fdo. Gonzalo Goberna Pérez
Ingeniero Industrial
Colegiado COIICV 5723



Fdo. Pedro L. Arévalo Rey
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Colegiado CICCPC 21816

APÉNDICE 1: PLANOS

1. Situación y emplazamiento

2. Cuencas y red de drenaje

3. Resultados Sit. Actual

3.1. Mapas de calados máximos

3.1.1. T=10 años

3.1.2. T=50 años

3.1.3. T=100 años

3.1.4. T=500 años

3.2. Domino Público Hidráulico (DPH)

3.3. Zona de Flujo Preferente (ZFP)

4. Esquema Sit. Futura

5. Resultados Sit. Futura

5.1. Mapas de calados máximos

5.1.1. T=10 años

5.1.2. T=50 años

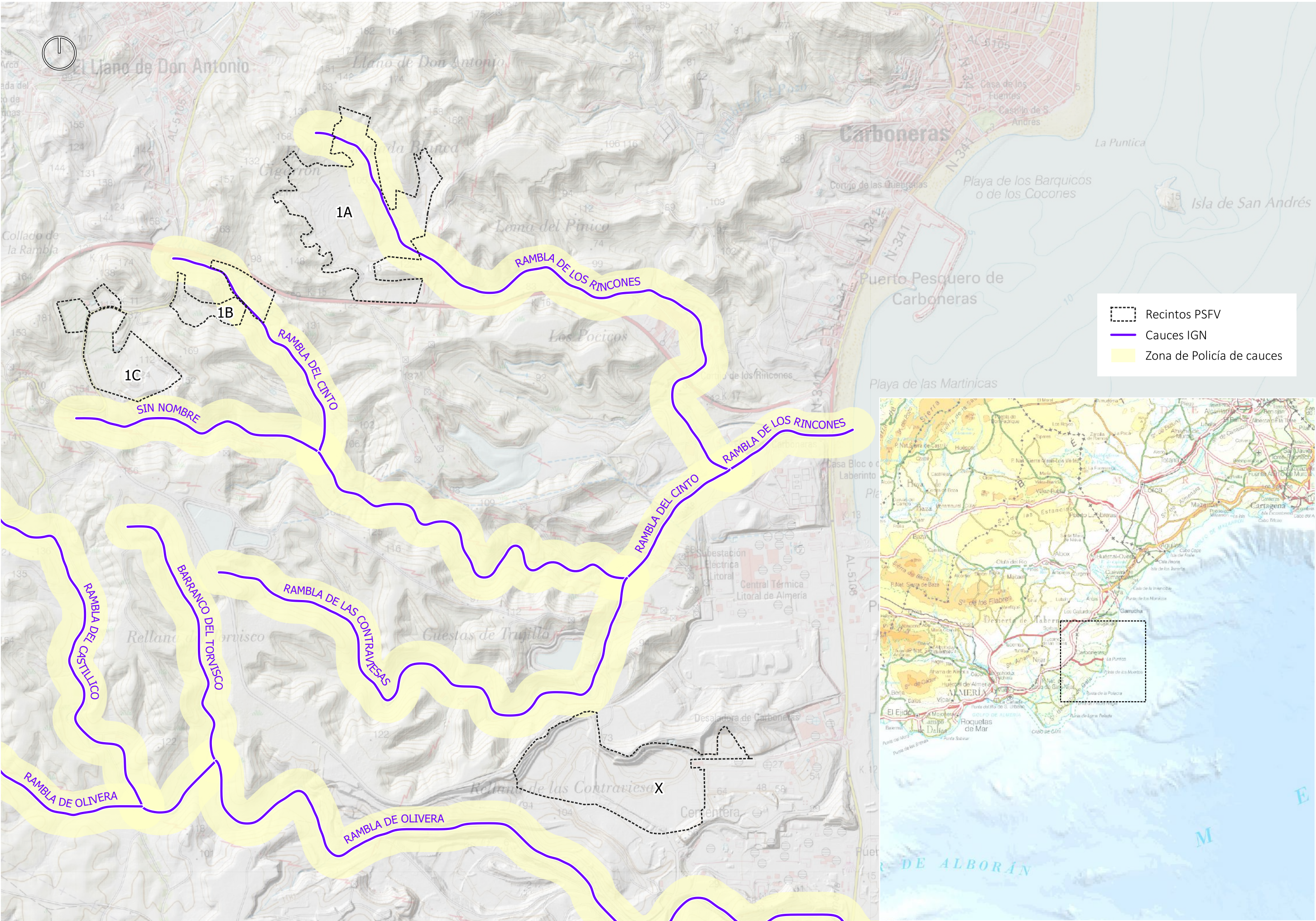
5.1.3. T=100 años

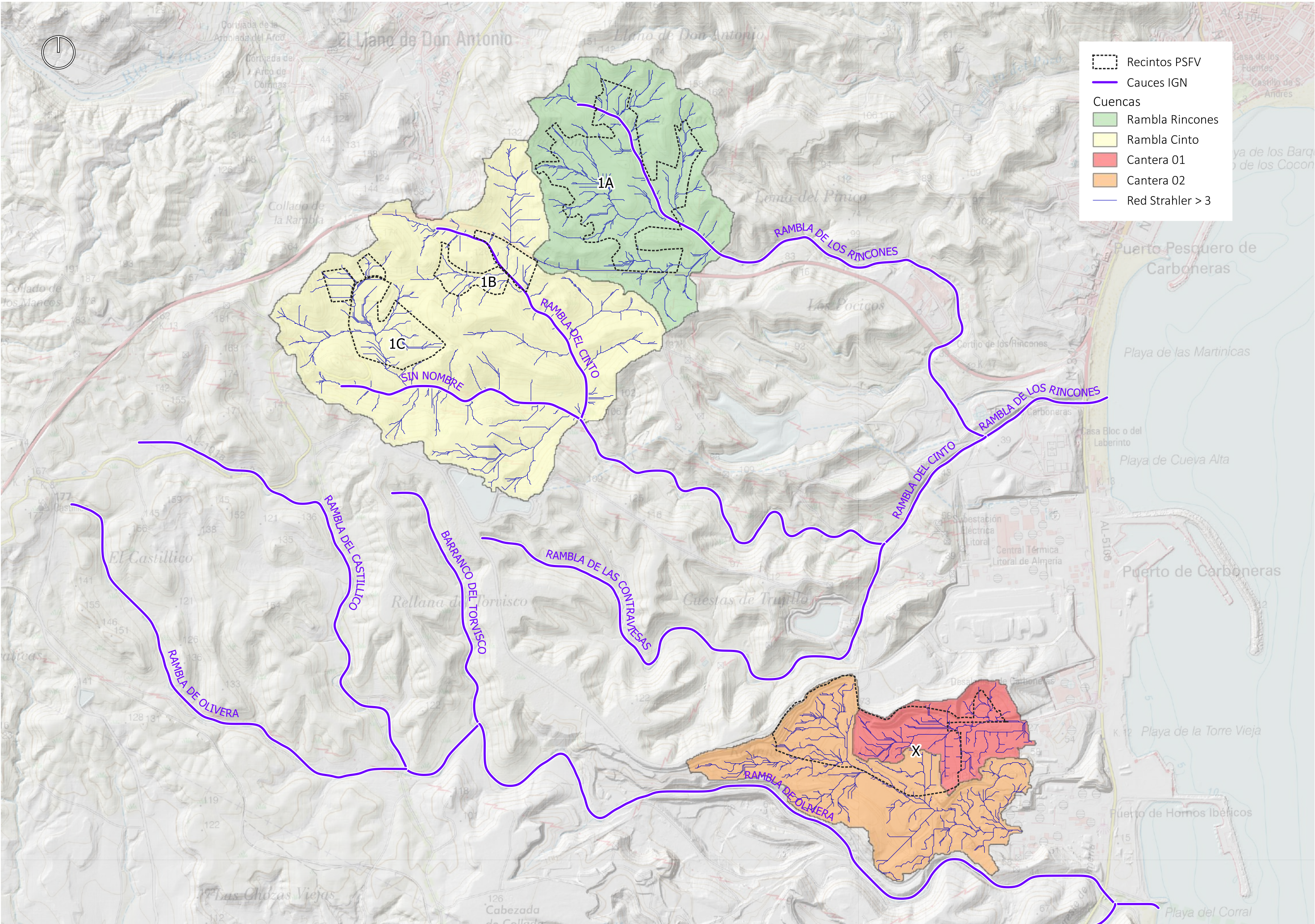
5.1.4. T=500 años

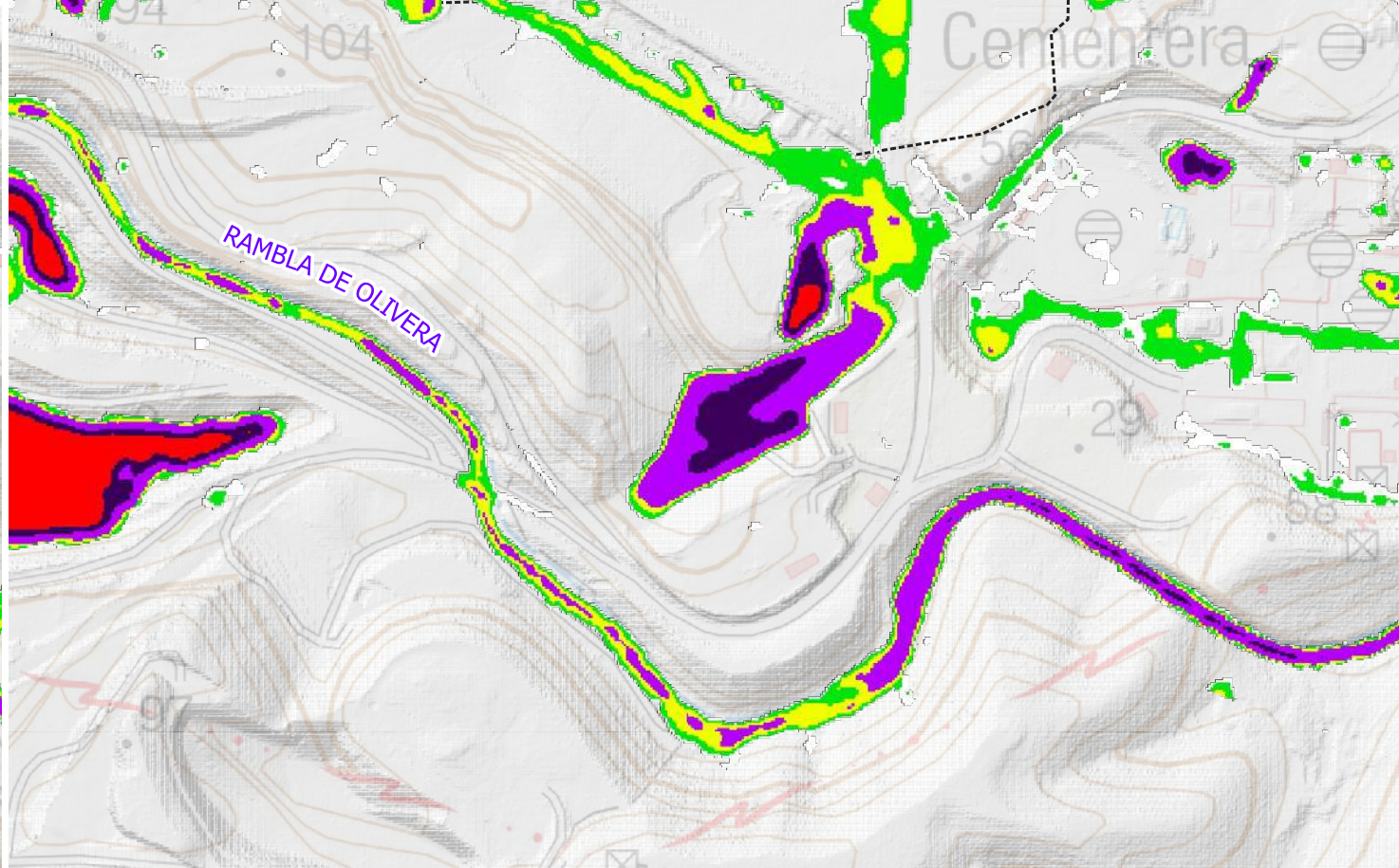
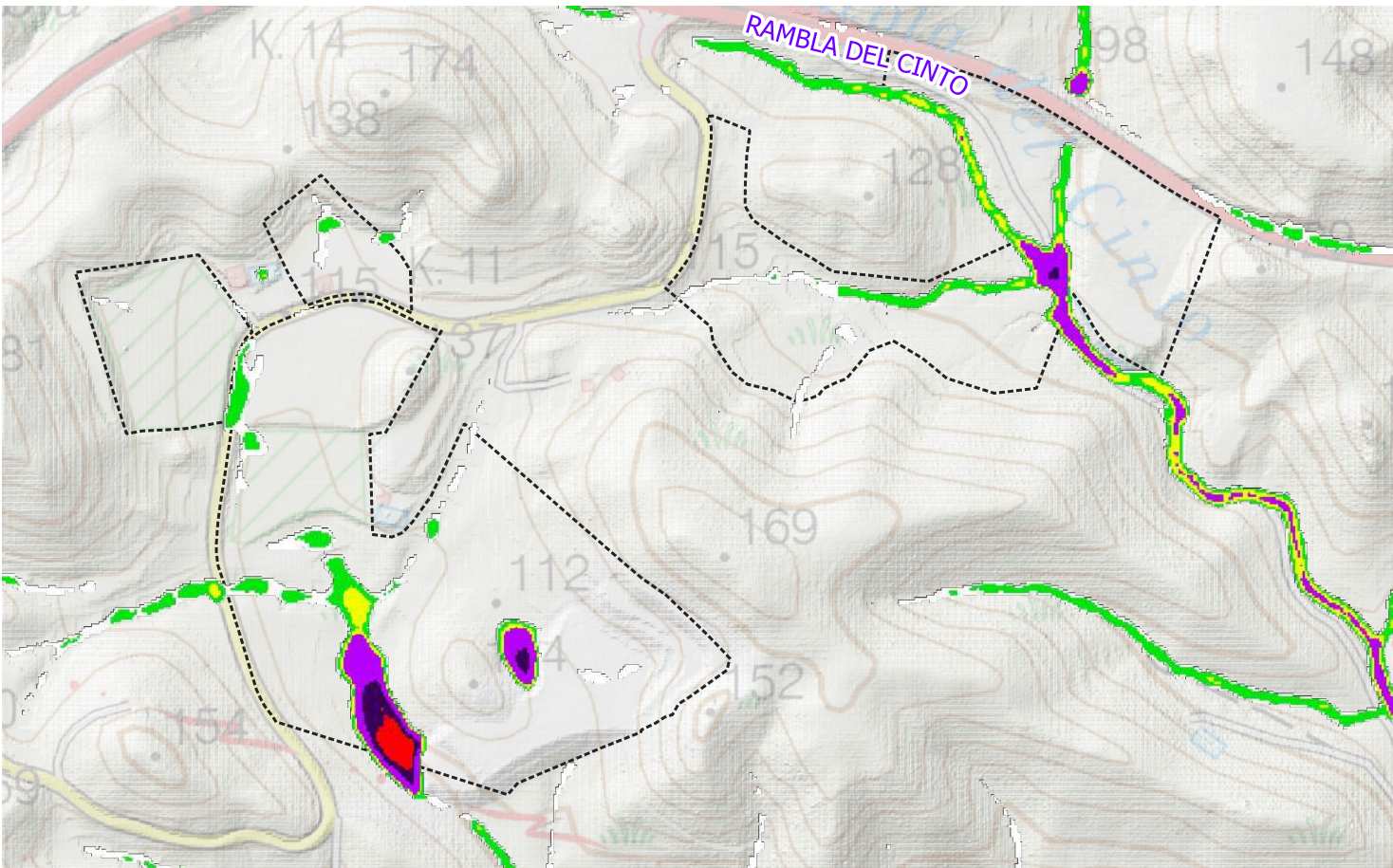
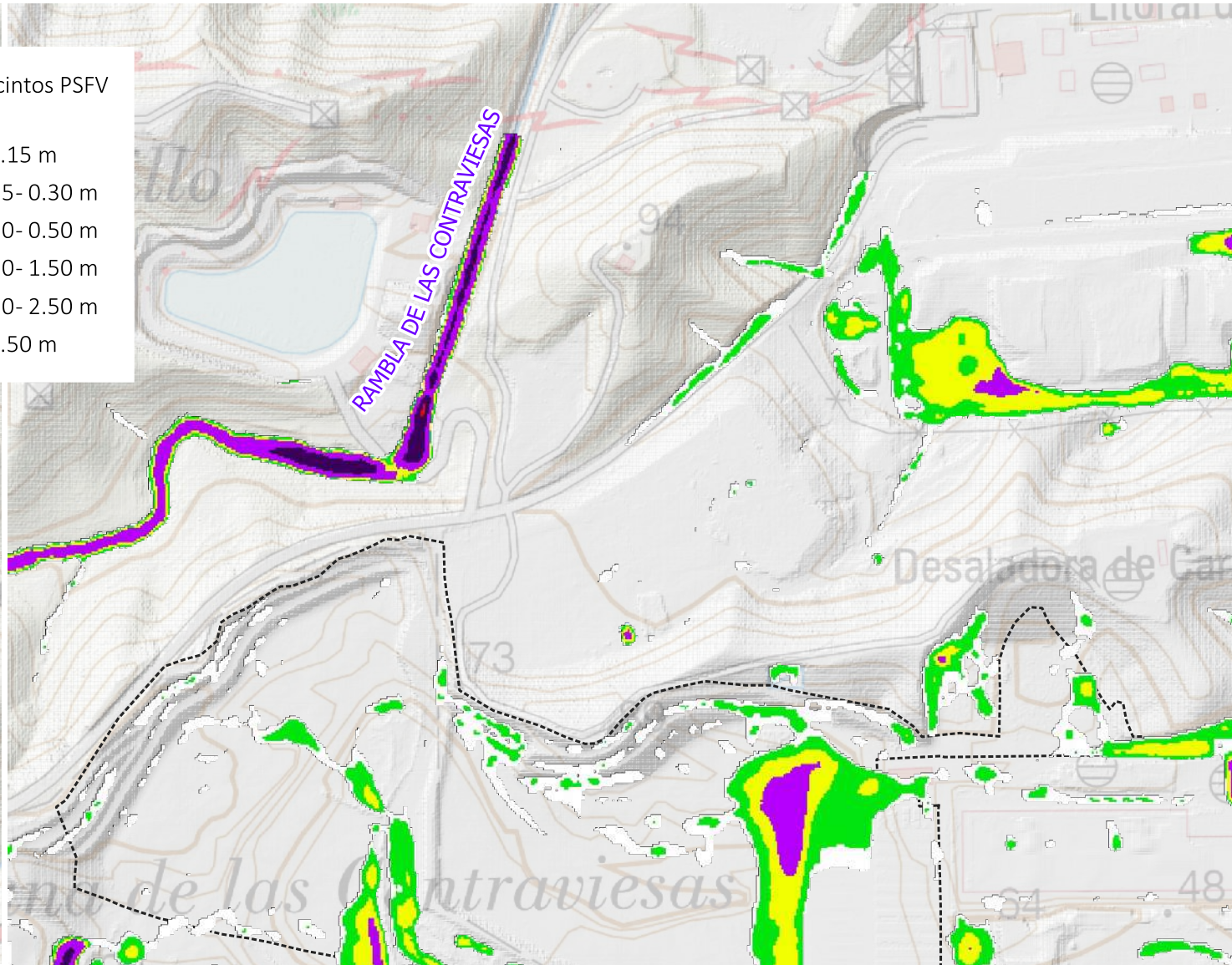
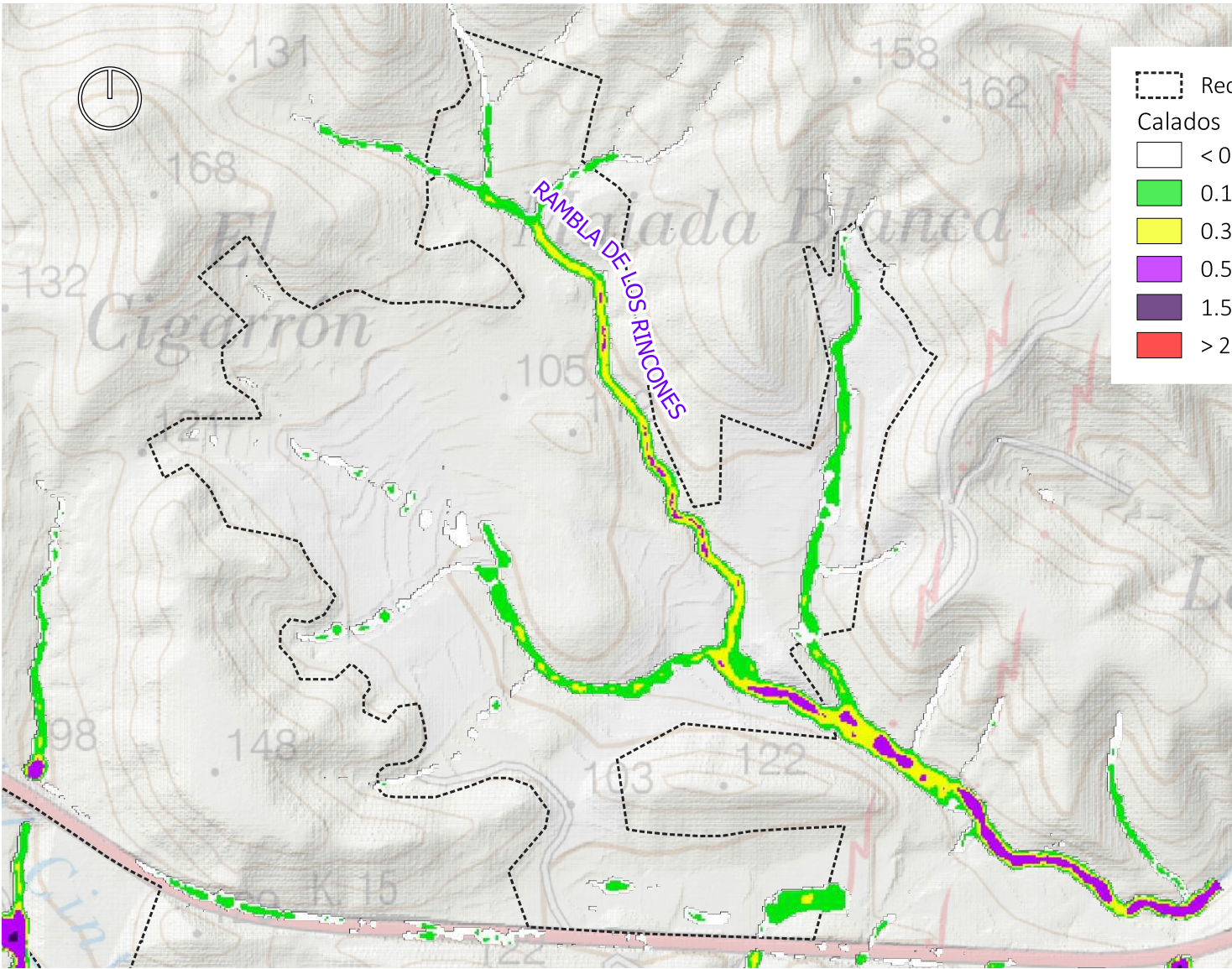
5.2. Domino Público Hidráulico (DPH)

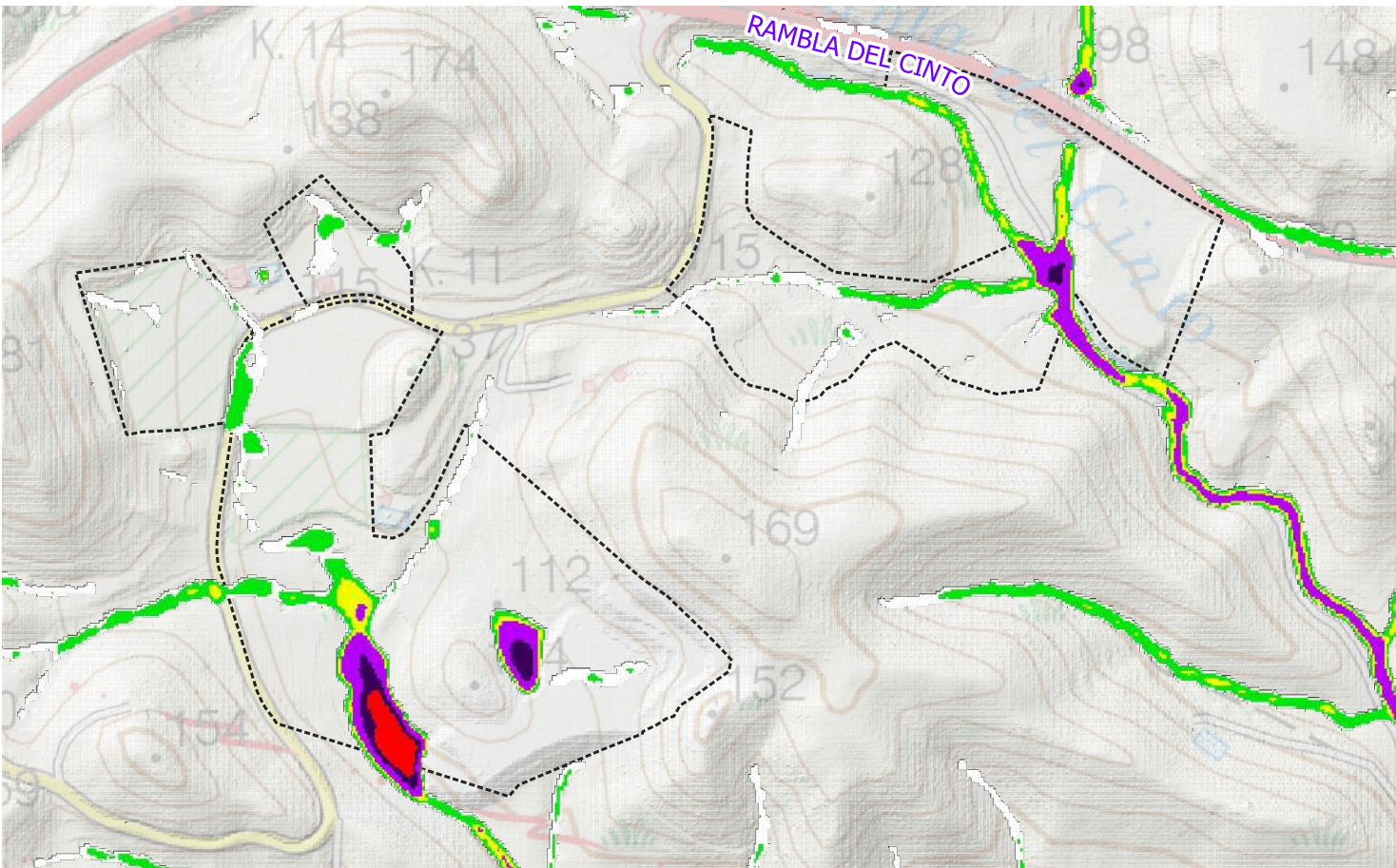
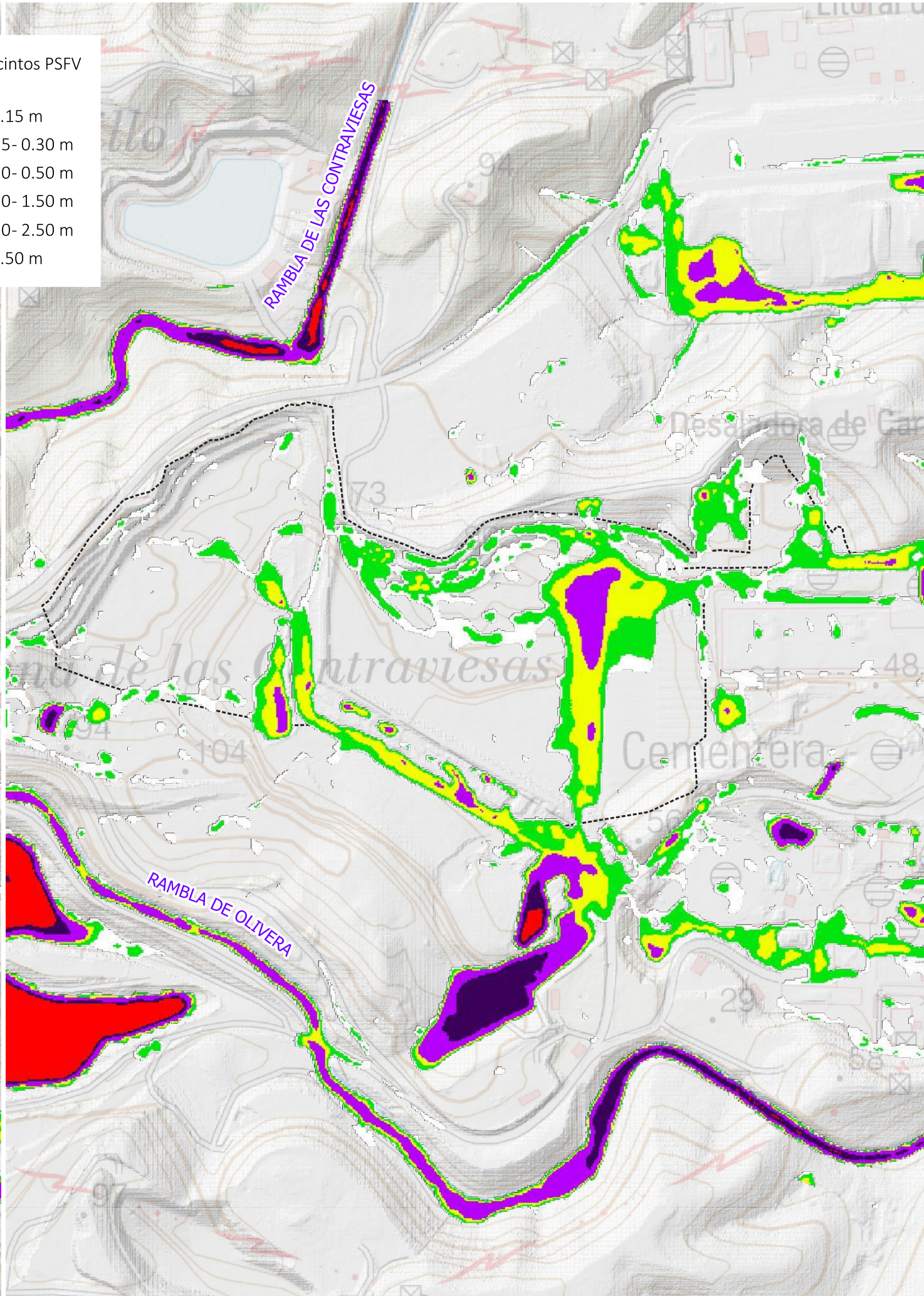
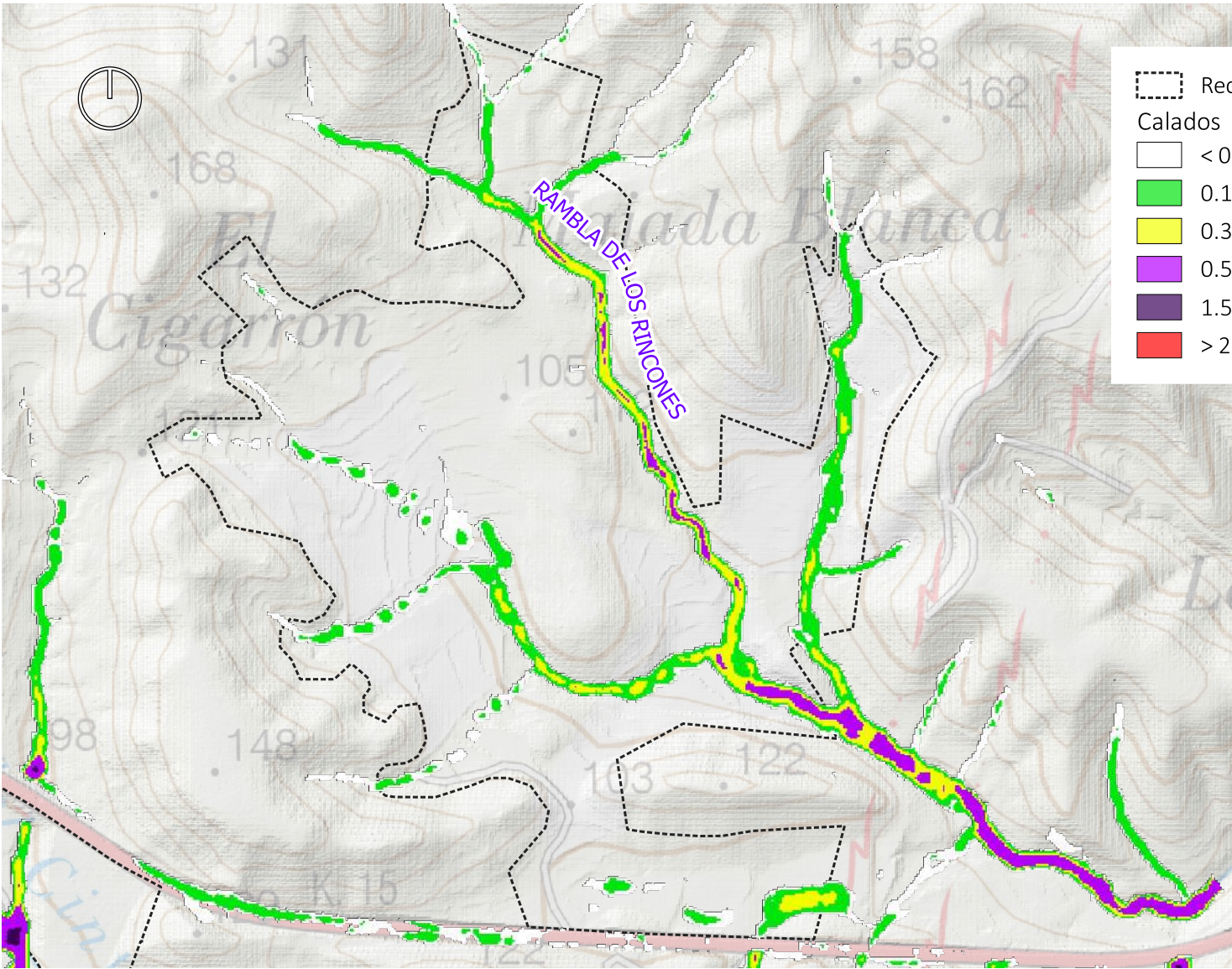
5.3. Zona de Flujo Preferente (ZFP)

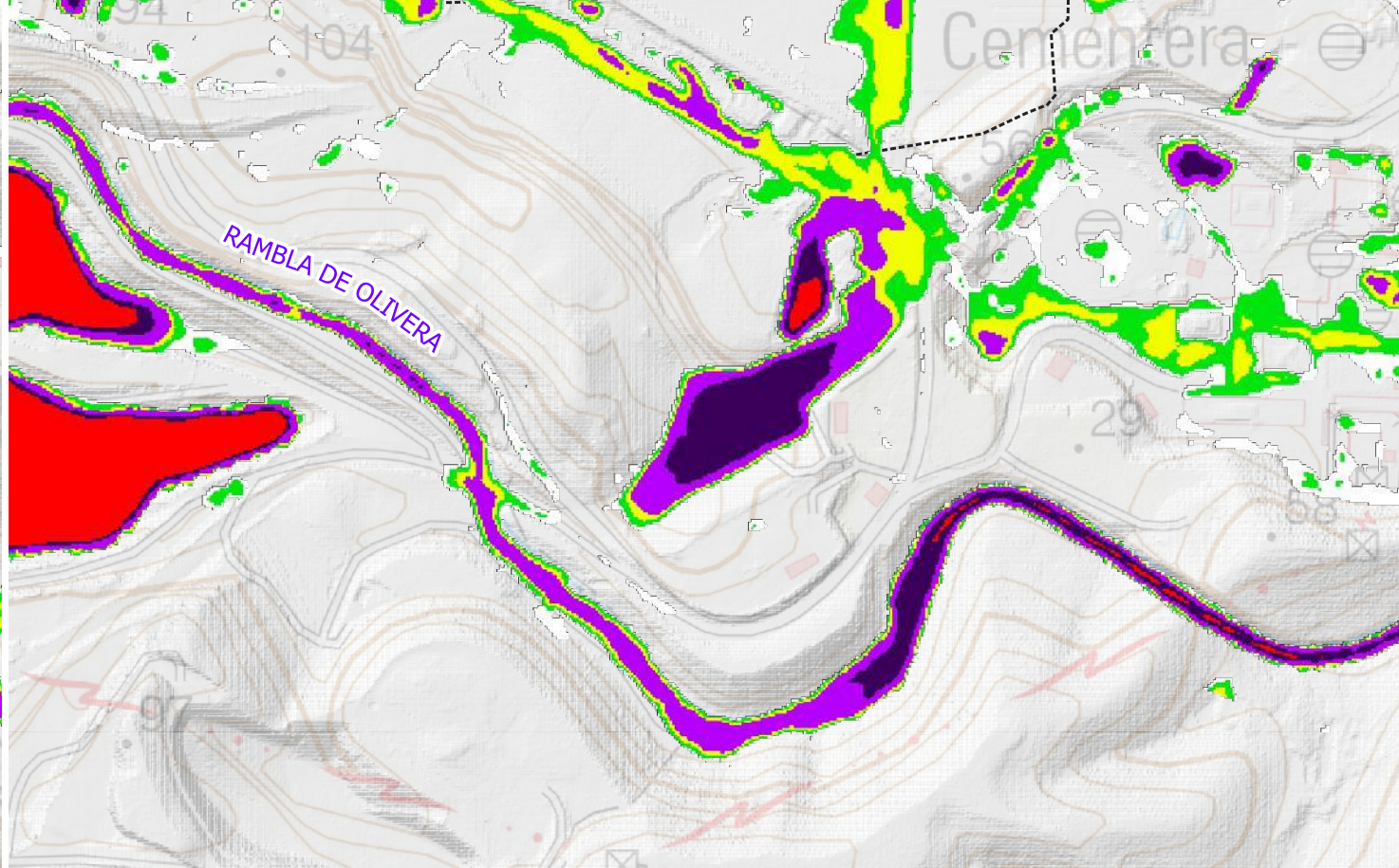
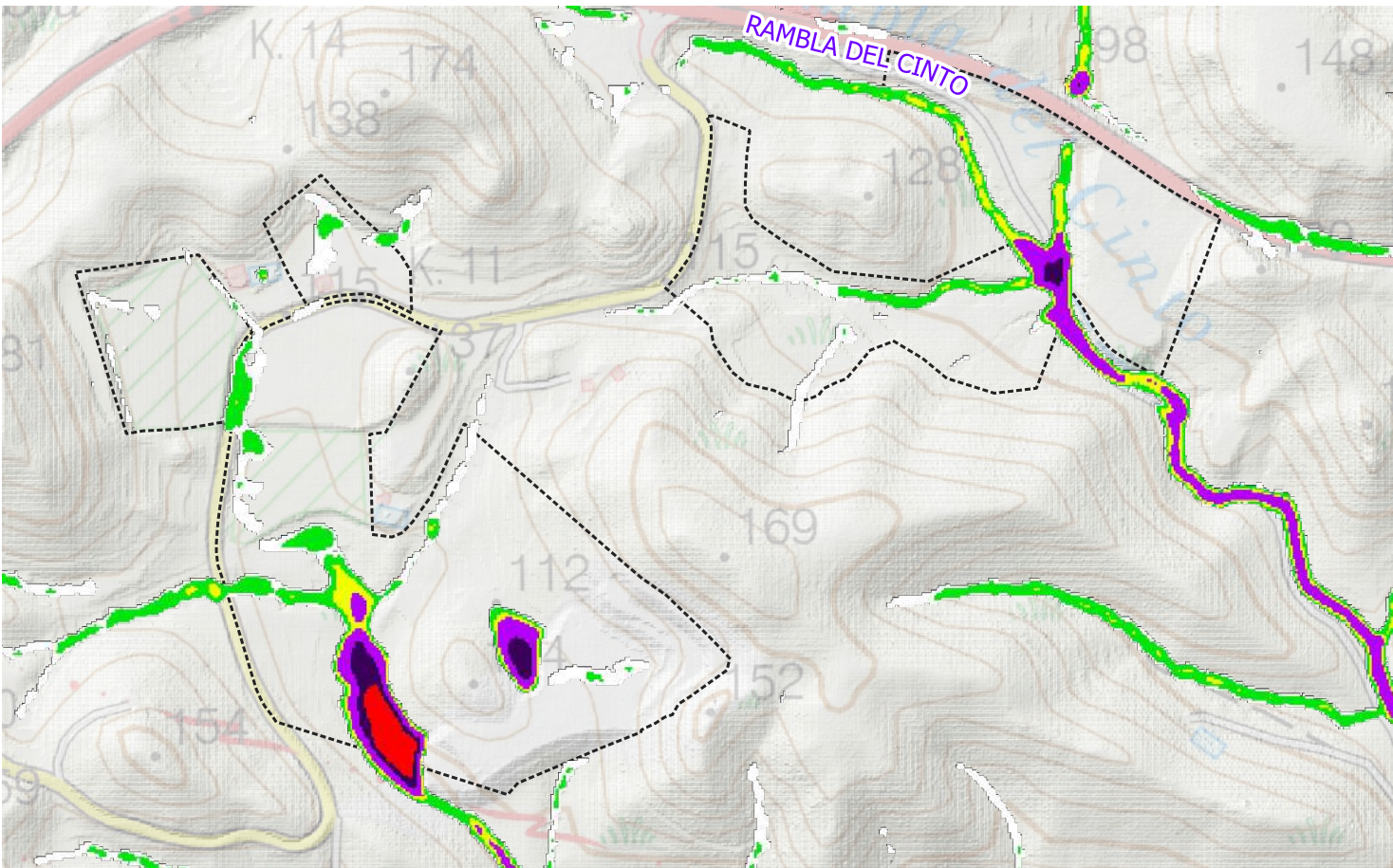
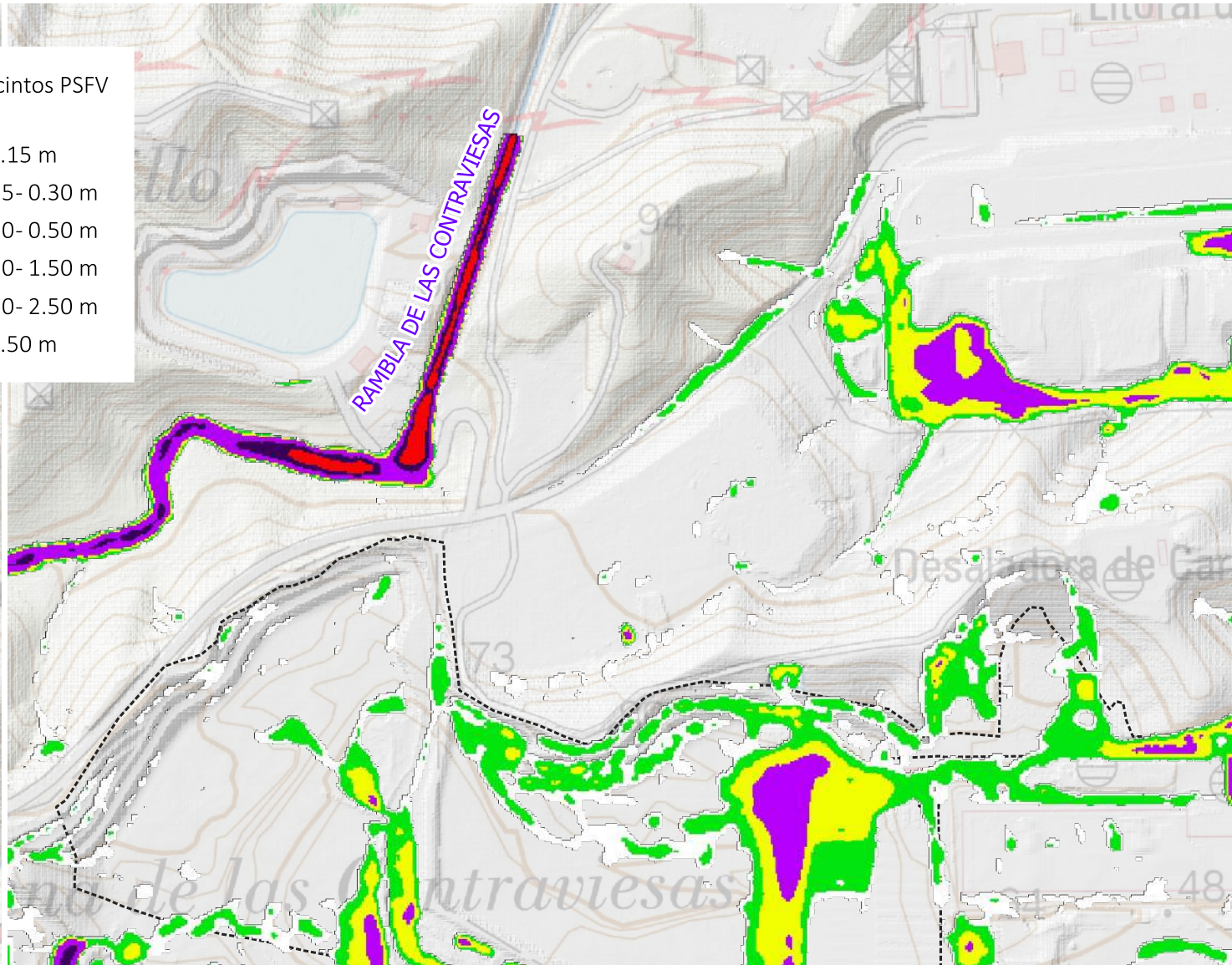
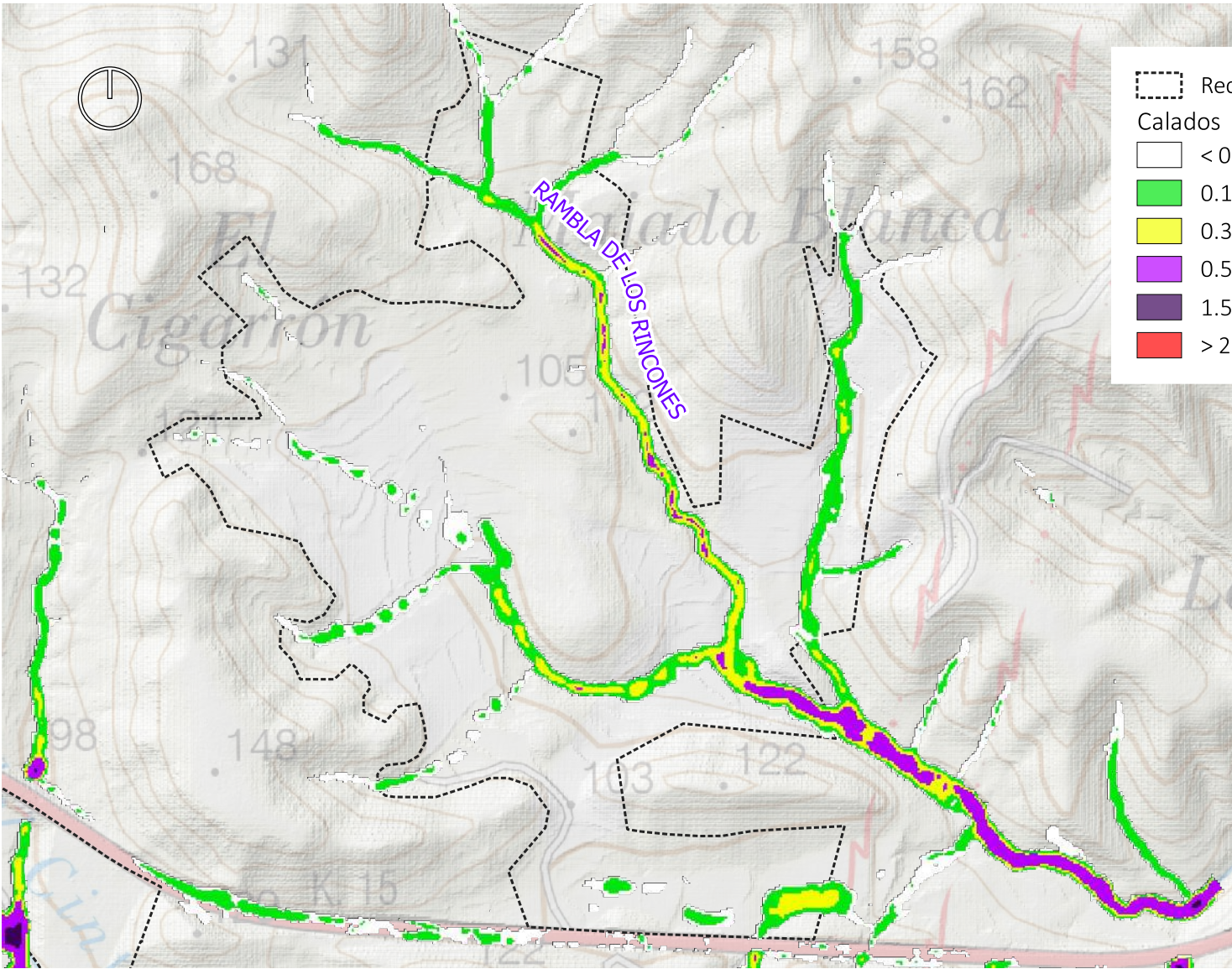
6. Envolverte de criterios de diseño (T=500 años)

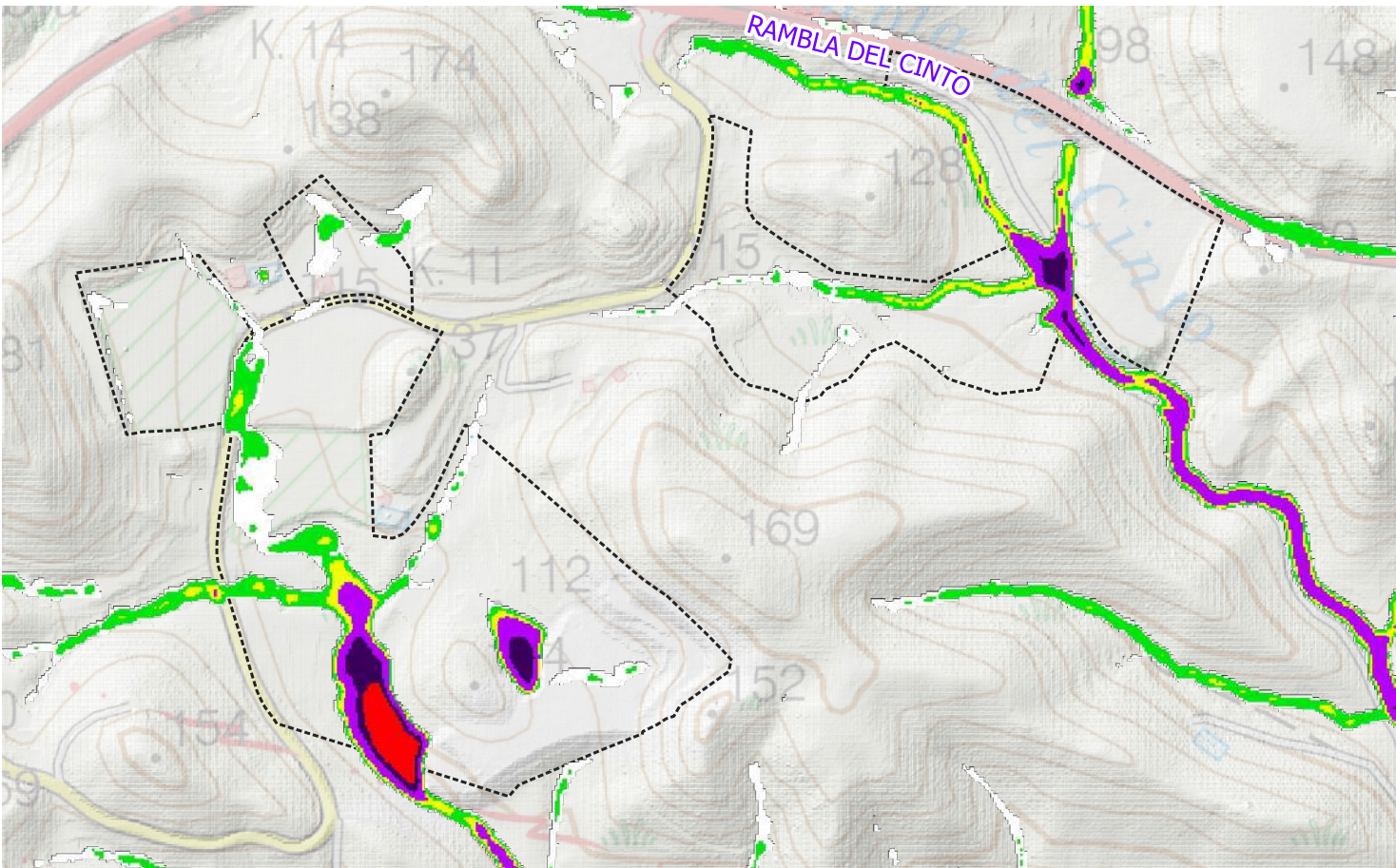
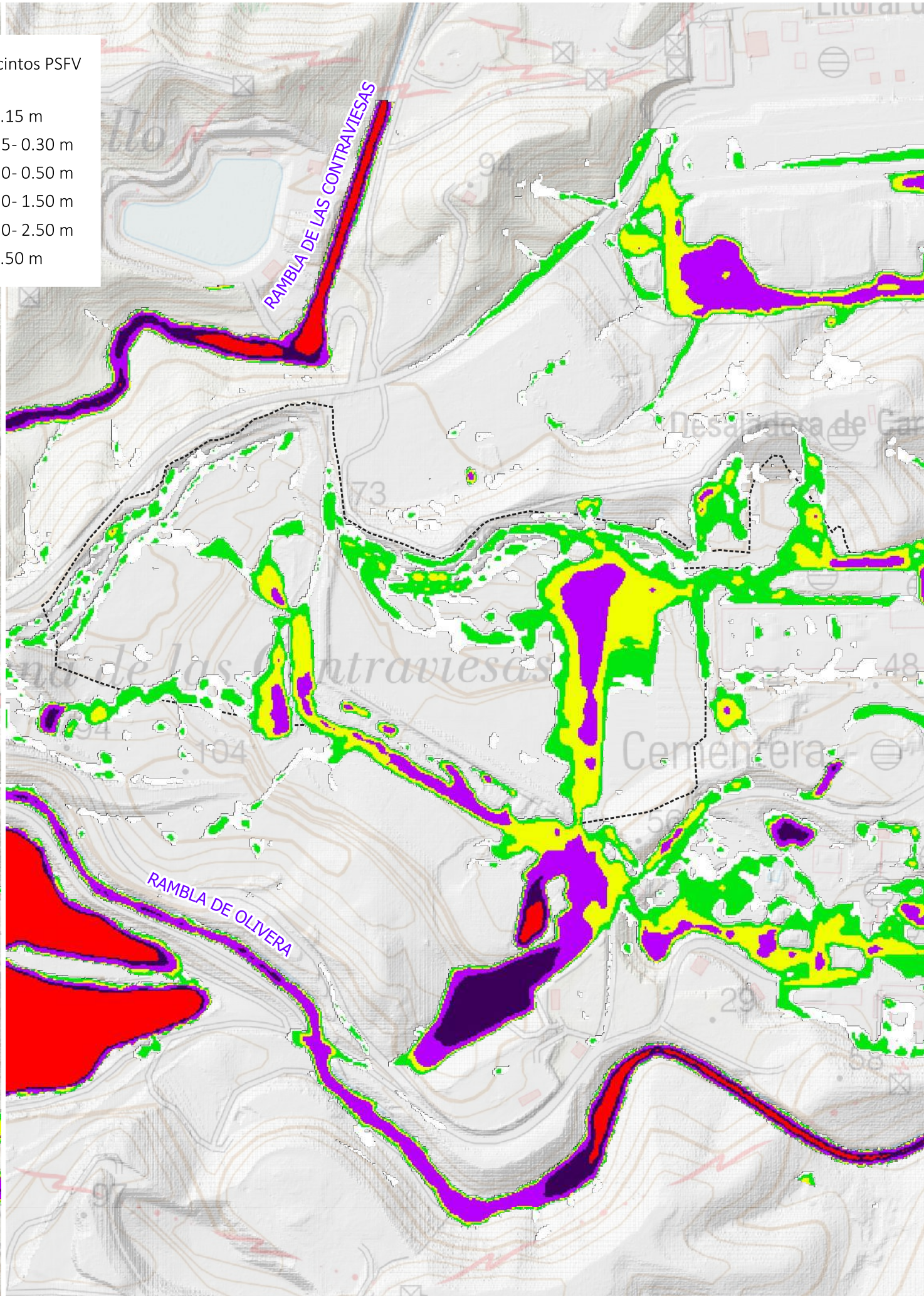
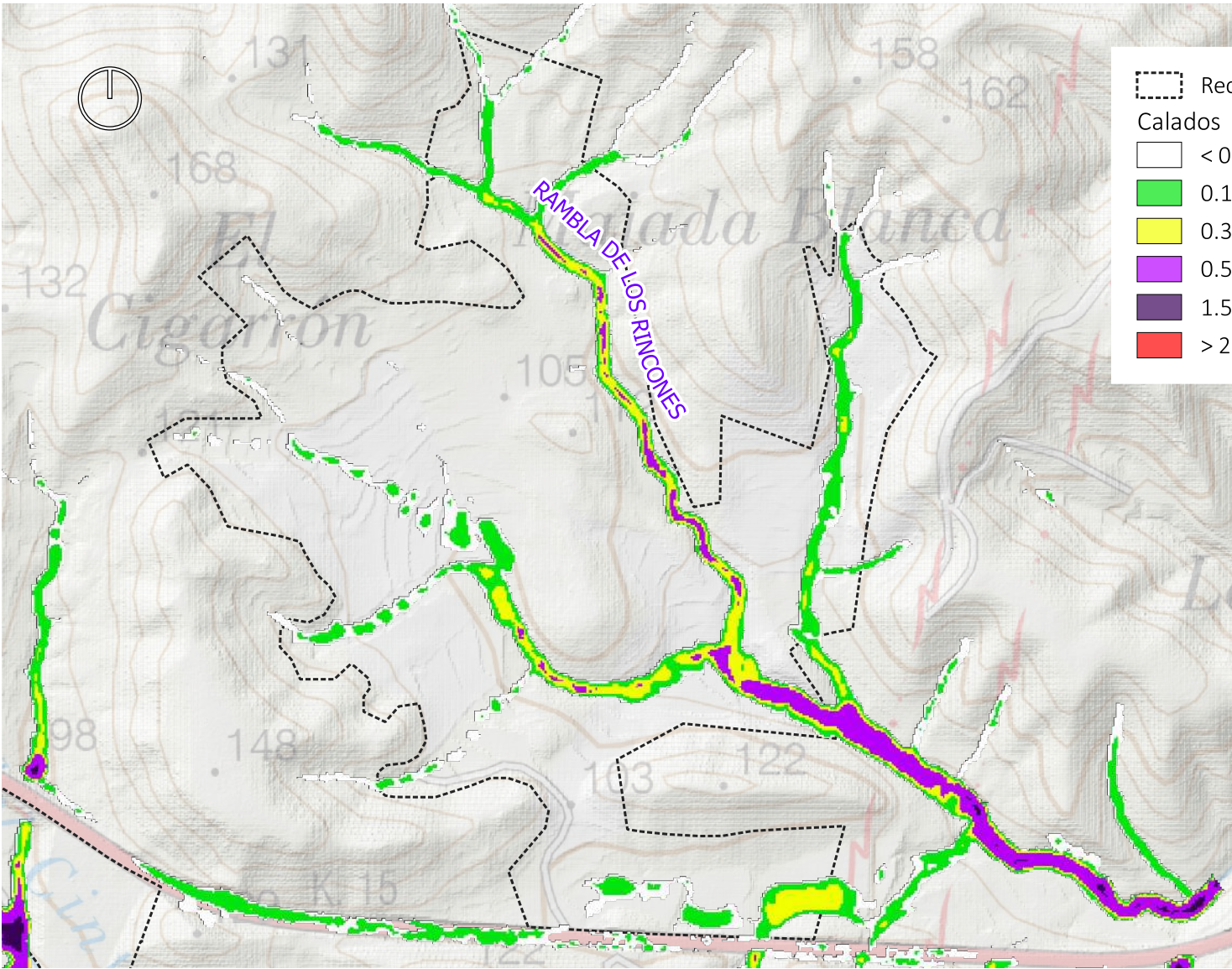


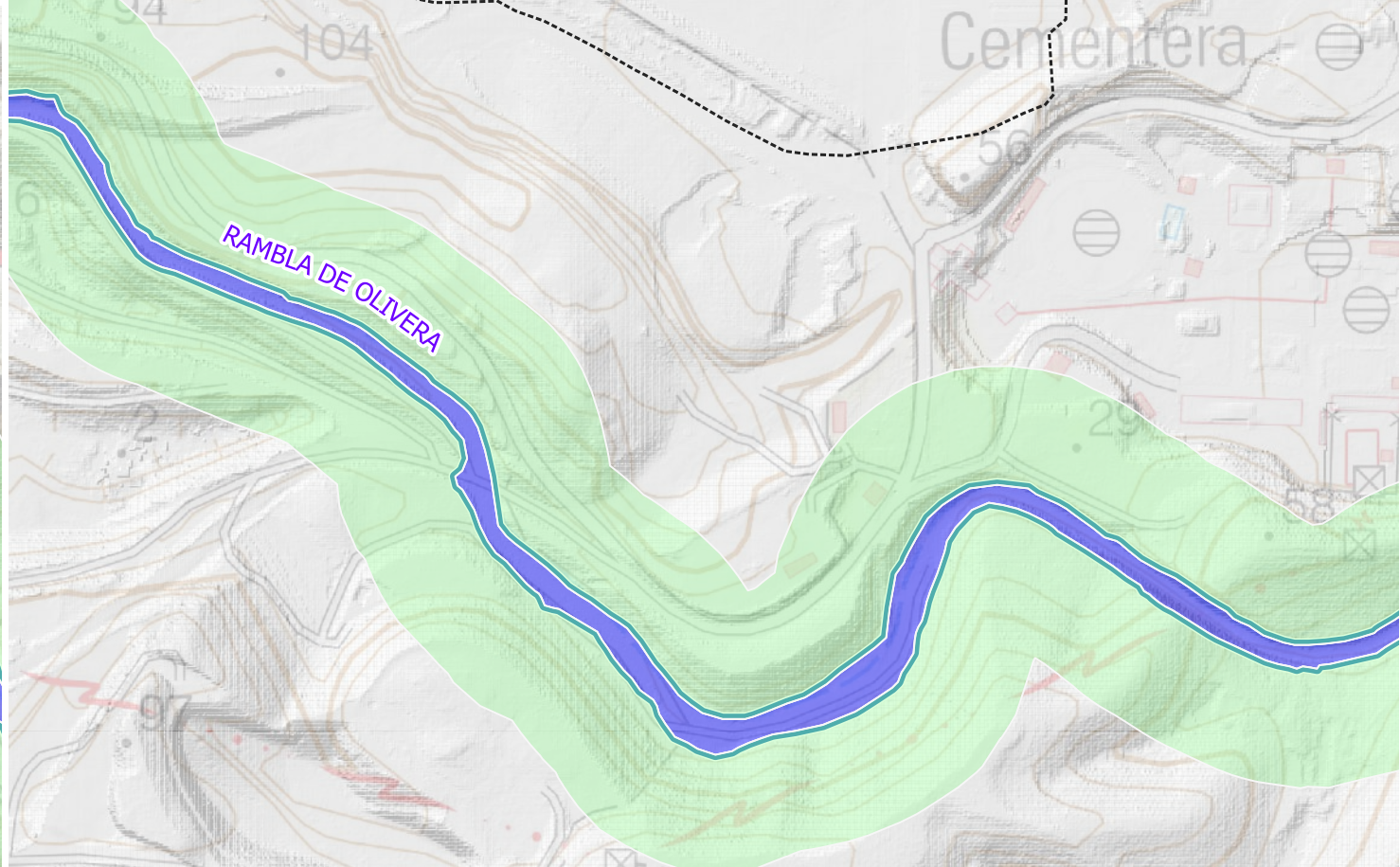
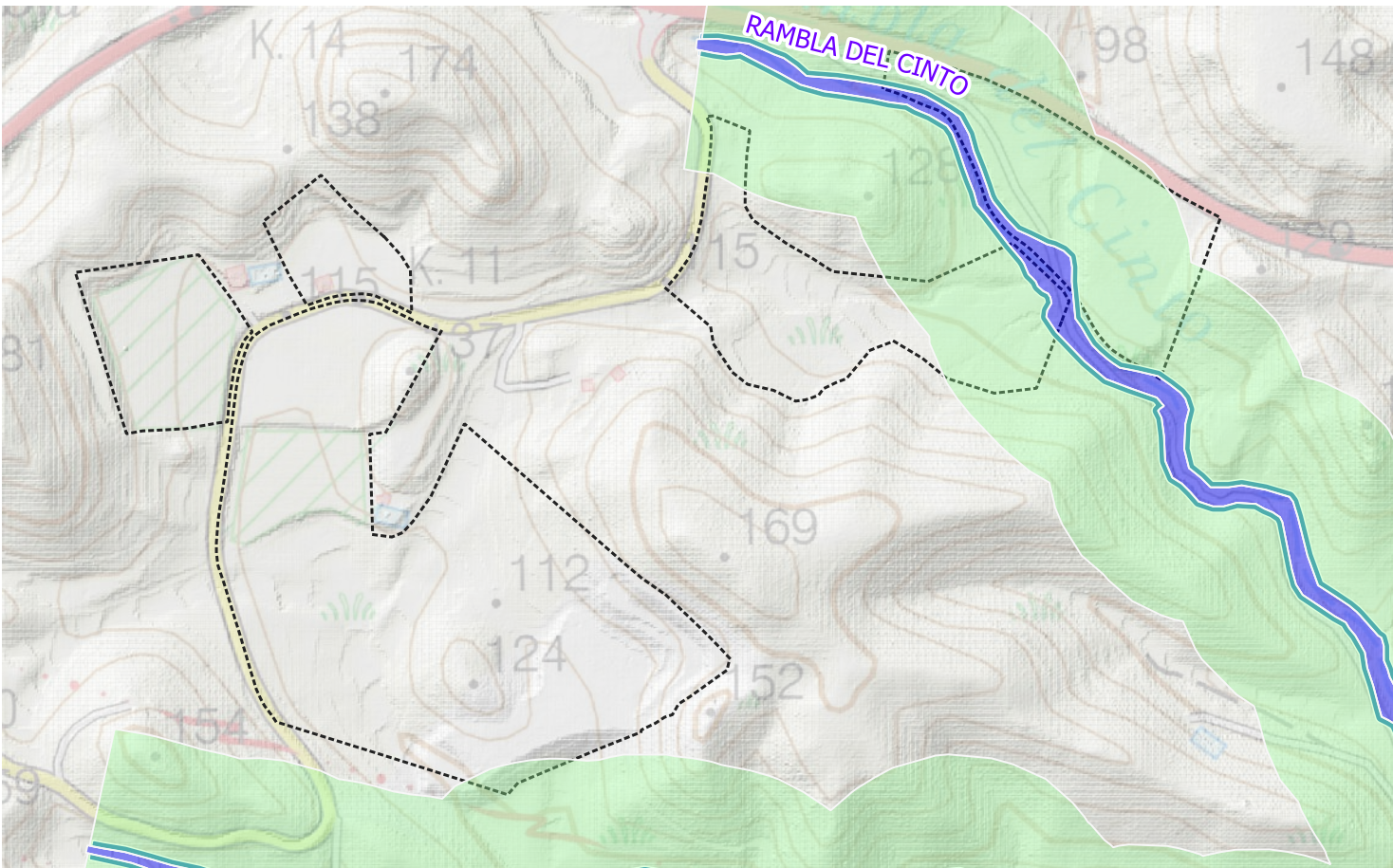
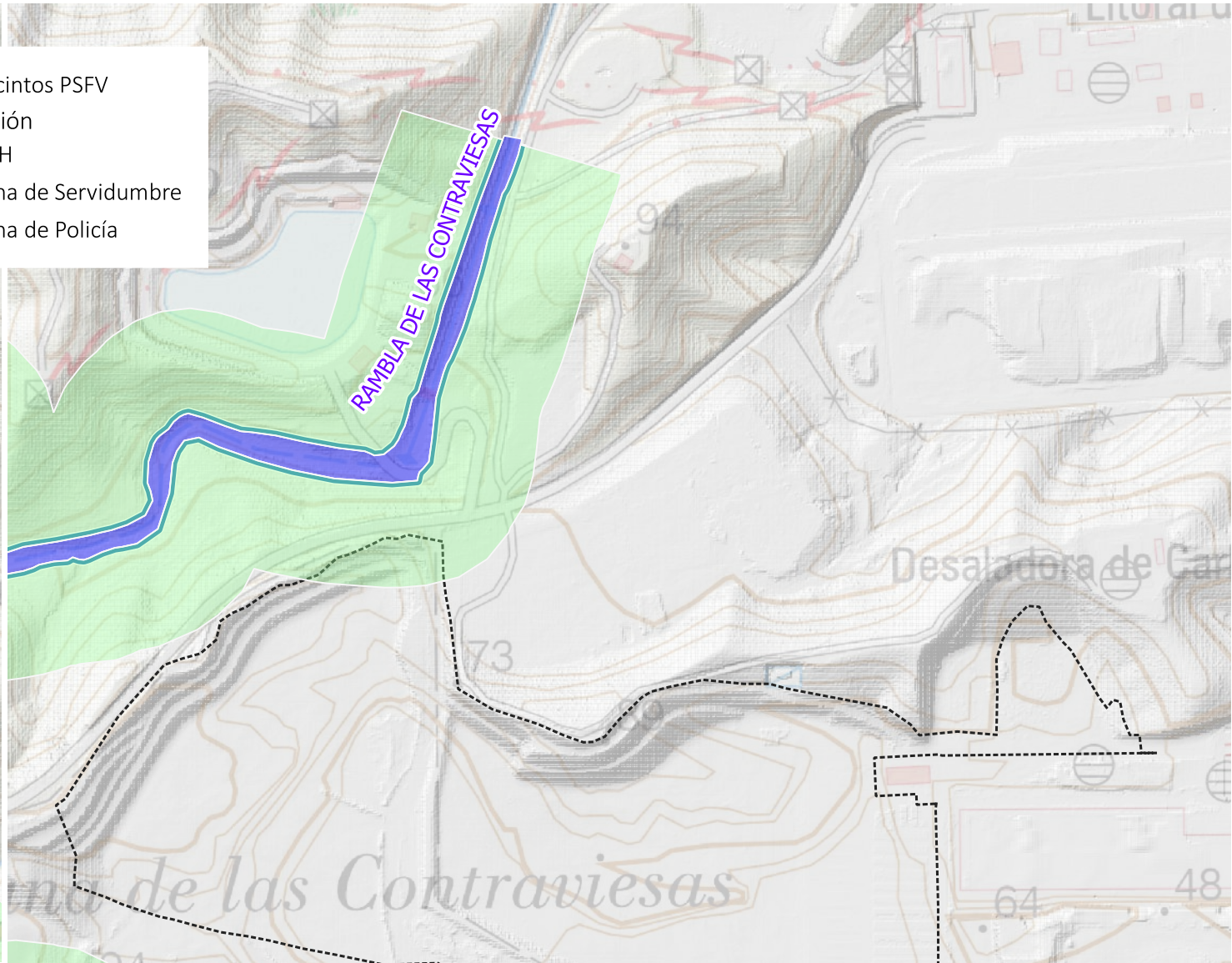
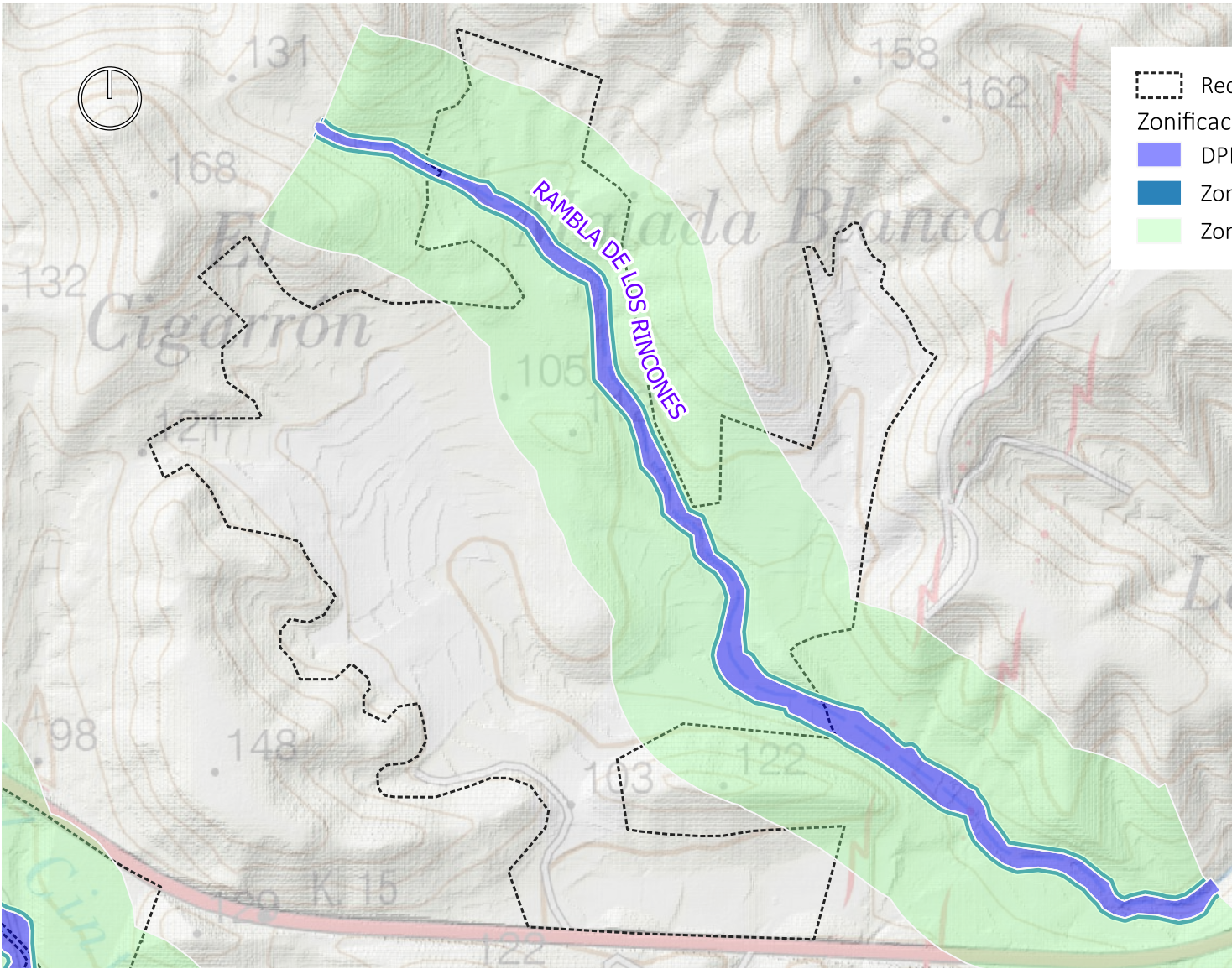












Recintos PSFV

Zonificación

DPH

Zona de Servidumbre

Zona de Policía

