	ESTUDIO AMBIENTAL ESTRATÉGICO Anexo 11: Estudio Hidrológico e Hidráulico	CE-FV-ESP- PG133/PG134	
		Rev 0	Hoja 1 de 1

ANEXO 11: ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO

**ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO PARA LA TRAMITACIÓN DE
LOS CAUCES PÚBLICOS QUE AFECTAN A PLANTAS SOLARES
FOTOVOLTAICAS “CRUZ” Y “VEGA” UBICADAS EN LOS TÉRMINOS
MUNICIPALES DE FUENLABRADA, PARLA Y HUMANES DE MADRID
(MADRID).**

FECHA: JUNIO 2022



Codexsa[®]
Ingeniería y Control

FERRANDIZ48
FERRANDIZ 48

CONTROL DE CAMBIOS

VERSIÓN	FECHA	MOTIVO DEL CAMBIO	ELABORADO	REVISADO
V1	06/06/2022	INFORME INICIAL	LGP	

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN Y OBJETO DEL ESTUDIO	1
1.1.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.2.	BIBLIOGRAFÍA.....	1
2.	MARCO LEGAL	2
3.	CARACTERIZACIÓN DEL ÁMBITO	7
4.	DATOS PLUVIOMÉTRICOS.....	19
5.	TOPOGRÁFICO	22
6.	ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DEL CAUCE PÚBLICO	23
6.1.	ESTUDIO HIDROLÓGICO	24
6.1.1.	PERIODO DE RETORNO DE MÁXIMA CRECIDA ORDINARIA.....	25
6.1.2.	CAUDALES MÁXIMOS	26
6.1.3.	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA.....	30
6.1.4.	UMBRAL DE ESCORRENTÍA.....	31
6.1.5.	COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD	35
6.1.6.	COEFICIENTE CORRECTOR DEL UMBRAL DE ESCORRENTÍA	35
6.1.7.	RESULTADOS DE CAUDALES MÁXIMOS SEGÚN MÉTODO RACIONAL	38
6.1.8.	HIDROGRAMAS PARA EL CÁLCULO HIDRÁULICO EN RÉGIMEN NO PERMANENTE.....	39
6.2.	ESTUDIO HIDRÁULICO.....	44
6.2.1.	MODELO HIDRÁULICO.....	44
6.2.2.	TOPOGRAFÍA.....	44
6.2.3.	EL MODELO IBER	45
6.2.4.	MODELIZACIÓN HIDRÁULICA CON IBER	45
6.2.5.	ASIGNACIÓN DE LAS RUGOSIDADES (NÚMERO DE MANNING).....	48
6.2.6.	GENERACIÓN DE LA MALLA DE CÁLCULO	49
6.2.7.	DATOS DE CÁLCULO	50
6.2.4.	RESULTADOS.....	51

6.3.	CÁLCULO DE LA ZONA DE FLUJO PREFERENTE	55
6.3.1.	PELIGROSIDAD DEL FLUJO PARA LA AVENIDA DE 100 AÑOS	55
6.3.2.	VÍA DE INTENSO DESAGÜE	56
6.3.3.	ZONA DE FLUJO PREFERENTE Y ZONA DE SERVIDUMBRE	58
6.4.	DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO, ZONA DE SERVIDUMBRE Y ZONA DE POLICÍA.....	58
7.	AFECCIONES A LA DELIMITACIÓN INICIAL.....	60
8.	EQUIPO REDACTOR	61

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.	Rangos peligrosidad de la inundación	5
Ilustración 2.	El DPH y zonas de servidumbre y protección.....	6
Ilustración 3.	Izq. Delimitación de la PSFV "VEGA". Der. Delimitación de la PSFV "CRUZ"	7
Ilustración 4.	Mapa topográfico nacional	8
Ilustración 5.	Localización de las fotografías.	8
Ilustración 6.	Fotografía 1. Zona actualmente de uso agrícola cereal.....	9
Ilustración 7.	Fotografía 2. Arroyo Guaten en el tramo a la altura de la Ermita del Santo. Encauzado en una sección trapezoidal.	9
Ilustración 8.	Fotografía 3. Zona actualmente de uso agrícola cereal.....	10
Ilustración 9.	Fotografía 4. Zona de rellenos asociados a la actividad de vertedero. ..	10
Ilustración 10.	Fotografía 5. Zona sin apenas vegetación en las inmediaciones del vertedero.	10
Ilustración 11.	Fotografía 6. Vista general del ámbito.....	11
Ilustración 12.	Fotografía 7. Vista general del ámbito.....	11
Ilustración 13.	Fotografía 8. Vista de la zona este ubicada al sur de la carretera M-419.	11
Ilustración 14.	Fotografía 9. Vista de la zona este ubicada al norte de la carretera M-419.	12

Ilustración 15.	Obra de drenaje 1, aguas arriba.....	12
Ilustración 16.	Obra de drenaje 2, aguas arriba.....	13
Ilustración 17.	Obra de drenaje 3. Estimado el diámetro y material.	13
Ilustración 18.	Obra de drenaje 4, aguas arriba.....	14
Ilustración 19.	Obra de drenaje 5, aguas arriba. Estimado el diámetro y material.	14
Ilustración 20.	Obra de drenaje 6, aguas arriba.....	15
Ilustración 21.	Obra de drenaje 7, aguas arriba.....	15
Ilustración 22.	Obra de drenaje 8, aguas abajo.	16
Ilustración 23.	Obra de drenaje 9, aguas abajo.	16
Ilustración 24.	Obra de drenaje 10, aguas arriba.....	17
Ilustración 25.	Obra de drenaje 11, aguas abajo.	17
Ilustración 26.	Localización obras de drenaje transversal.....	18
Ilustración 27.	Estaciones completas y su influencia en el ámbito mediante los polígonos de Thiessen. 19	19
Ilustración 28.	Mapa de isoyetas de la publicación "Máximas lluvias diarias en la España peninsular" 21	21
Ilustración 29.	Topografía LIDAR, usada para la modelización hidráulica.	22
Ilustración 30.	Cauces públicos.....	24
Ilustración 31.	Delimitación de cuencas asociadas a cauces públicos.....	25
Ilustración 32.	Mapa de índice de torrencialidad de la Norma 5.2-IC drenaje superficial 29	29
Ilustración 33.	Mapa de usos del suelo	32
Ilustración 34.	Pendientes	33
Ilustración 35.	Mapa del umbral de escorrentía, mm.	34
Ilustración 36.	Mapa topográfico utilizado para la simulación hidráulica.	44
Ilustración 37.	Detalle de la malla de cálculo	46
Ilustración 38.	Entradas y salidas del modelo.....	47

Ilustración 39.	Mapa de rugosidades.....	49
Ilustración 40.	Parámetros de tiempo para las avenidas	50
Ilustración 41.	Opciones generales de cálculo seleccionadas	51
Ilustración 42.	Mapa de calados Máxima crecida ordinaria	52
Ilustración 43.	Mapa de velocidades máxima crecida ordinaria	52
Ilustración 44.	Mapa de calados TR 100 años.....	53
Ilustración 45.	Mapa de velocidades TR100 años	53
Ilustración 46.	Mapa de calados TR 500 años.....	54
Ilustración 47.	Mapa de velocidades TR500 años	54
Ilustración 48.	Rangos de peligrosidad de la inundación	55
Ilustración 49.	Zonas de inundación peligrosa.....	56
Ilustración 50.	Mapa de sobrelevaciones de la avenida de 100 años al restringirla a la ZS. Se comprueba que es inferior a 30 cm en todo el ámbito.....	57
Ilustración 51.	Zona de flujo preferente	58
Ilustración 52.	Zonas de DPH, zona de servidumbre y zona de policía.	59

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	Serie cronológica de precipitaciones máximas en 24 horas	20
Tabla 2.	Precipitaciones máximas 24 horas	21
Tabla 3.	Características cuencas asociada a cauces públicos	24
Tabla 4.	Precipitaciones corregidas	28
Tabla 5.	Tiempo de concentración	30
Tabla 6.	Tabla de caudales máximos según el método racional.	38
Tabla 7.	Hidrogramas de los cauces públicos	39

ANEXOS

I. PRECIPITACIONES

II. CAUDALES CAUCES PÚBLICOS. MÉTODO RACIONAL.

III. ANEXO DE PLANOS:

1. PLANO RÁSTER DE LOCALIZACIÓN
2. LOCALIZACIÓN SOBRE ORTOFOTO
3. MODELO TOPOGRÁFICO
4. PLANO DE CUENCAS DE CAUCES PÚBLICOS
5. UMBRAL DE ESCORRENTÍA
6. DELIMITACIÓN DE LA ZONA INUNDABLE MCO, ZONA DE SERVIDUMBRE Y ZONA DE POLICÍA.
7. DELIMITACIÓN DE LA ZONA INUNDABLE AVENIDAS EXTRAORDINARIAS 500 AÑOS Y ZONA DE FLUJO PREFERENTE.
8. DELIMITACIÓN DE LA ZONA DE EXCLUSIÓN (ZONA DE SERVIDUMBRE + ZONA DE FLUJO PREFERENTE).

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO DEL ESTUDIO

1.1. INTRODUCCIÓN

Se redacta el presente estudio con el fin de caracterizar la hidrología e hidrogeología del ámbito de los proyectos de instalaciones fotovoltaicas “CRUZ” y “VEGA” ubicadas en los términos municipales de Fuenlabrada, Parla y Humanes de Madrid (Madrid)

El objeto principal del estudio es la delimitación legal de los cauces públicos con vistas a la tramitación ambiental de las plantas solares.

El estudio se ha desarrollado en varias partes diferenciadas:

- a. Estudio y caracterización de la zona de estudio.
- b. Análisis pluviométrico.
- c. Estudio hidrológico e hidráulico de los cauces públicos.

1.2. BIBLIOGRAFÍA

La documentación y cartografía utilizada para el estudio es la siguiente:

- Norma 5.2–IC “drenaje superficial” de la Instrucción de Carreteras aprobada por Orden FOM/298/2016 de 15 de febrero.
- Modelo digital del terreno con paso de malla de 5 m. Instituto Geográfico Nacional (IGN).
- Mapa de hidrografía en formato digital de las Comunidad Autónoma. Instituto Geográfico Nacional (IGN).
- Mapa de Usos y Coberturas Vegetales del Suelo a partir del Sistema de Información de Ocupación del Suelo de España (SIOSE) 2014. Escala 1:25.000.
- Mapa de Usos del Suelo CORINE Land Cover de 2018. Instituto Geográfico Nacional (IGN).
- Cartografía LIDAR del Instituto Geográfico Nacional. Densidad de 0,5 puntos/m y precisión altimétrica menor a 20 cm. Vuelo de 2014.
- Mapa Topográfico Nacional a escala 1:25.000.

- 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 de 2017. Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.
- Herramienta de modelización hidráulica bidimensional Iber. Centro de Estudios Hidrográficos del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX).
- Mapa de caudales máximos en régimen natural (CEDEX).

2. MARCO LEGAL

El marco normativo que se ha seguido para la redacción del presente estudio es el siguiente:

- Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos preliminar I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas.
- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.
- Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico (RDPH), aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril.
- Real Decreto 638/2016, de 9 de diciembre, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico (RDPH), aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril.

En relación con la anterior normativa se definen los siguientes conceptos:

Dominio Público Hidráulico (DPH)

El artículo 2 del Texto Refundido de la Ley de Aguas y el mismo artículo del Reglamento del Dominio Público Hidráulico, hacen la enumeración de los bienes que constituyen el Dominio Público Hidráulico con las salvedades expresamente establecidas en la Ley, no se admiten pues otras excepciones que las que la propia Ley de Aguas determine, por lo que quedan derogadas cuantas disposiciones contenidas en otras Leyes sean contrarias a la clasificación del artículo 2 con sus salvedades. Así, los referidos cuerpos legales determinan que el **Dominio Público Hidráulico está constituido por los siguientes bienes:**

1. Las aguas continentales, tanto las superficiales como las subterráneas renovables con independencia del tiempo de renovación.
2. Los cauces de corrientes naturales, continuas o discontinuas.

3. Los lechos de los lagos y lagunas y de los embalses superficiales en cauce público.
4. Los acuíferos, a los efectos de los actos de disposición o de la afección de los recursos hidráulicos.
5. Las aguas procedentes de la desalación de agua del mar una vez que fuera de la planta de producción, se incorporen a cualquiera de los elementos señalados en los apartados anteriores.

Según Artículo Único, apartado Dos del Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico (RDPH), aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, el artículo 4 del RDPH queda redactado del siguiente modo:

«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 TRLA). 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.

2. Se considerará como caudal de la máxima crecida ordinaria la media de los máximos caudales anuales, en su régimen natural producidos durante diez años consecutivos, que sean representativos del comportamiento hidráulico de la corriente y que tengan en cuenta lo establecido en el apartado 1.»

Las riberas, las márgenes, zona de servidumbre y zona de policía

Según Artículo Único, apartado tres del Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico (RDPH), aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, el artículo 6 del RDPH queda redactado del siguiente modo:

«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 son aquellos terrenos que lindan con los cauces sujetas, en toda su extensión longitudinal:

- a) A una zona de servidumbre de 5 metros de anchura para uso público.*
- b) A una zona de policía de 100 metros de anchura, en la que se condicionará el uso del suelo y las actividades que en él se desarrollen.»*

Estos terrenos, que **con carácter general son de titularidad privada**, están sujetos a limitaciones y afecciones que condicionan su uso normal por parte de sus titulares. El art. 7 Reglamento del Dominio Público Hidráulico (RDPH) dispone que los propietarios de estas zonas de servidumbre puedan plantar y sembrar especies no arbóreas, siempre que no impidan las servidumbres de paso antes mencionadas. Para la plantación de especies arbóreas requerirán la autorización del organismo de cuenca. Queda prohibida la edificación de esta zona, salvo que sea autorizada por el organismo de cuenca, autorización que se otorgará sólo en casos muy justificados.

La zona afectada por la servidumbre de uso público podrá ser modificada por causas justificadas, que habrán de fundamentarse en razones topográficas, hidrográficas o en las exigencias de las características de la concesión del aprovechamiento hidráulico; y siempre que se justifique que esta modificación viene exigida por el uso público.

En esta zona también el uso del suelo que puedan hacer sus titulares se encuentra condicionado o limitado. En concreto, la legislación en materia de Aguas prohíbe las siguientes actividades:

- a) Las alteraciones sustanciales del relieve natural del terreno.
- b) Las extracciones de áridos.
- c) Las construcciones de todo tipo, definitivas o provisionales.
- d) Cualquier otro uso o actividad que suponga un obstáculo para la corriente en régimen de avenidas o que pueda ser causa de degradación o deterioro del dominio público hidráulico.

La Zona de Policía podrá ser modificada a instancia de la Administración (estatal, autonómica o local) cuando las condiciones topográficas o hidrográficas lo hagan necesario. La competencia para acordar la modificación corresponderá al Organismo de cuenca, debiendo instruir al efecto el oportuno expediente.

La ejecución de cualquier obra o trabajo que se realice en esta zona de policía requiere la autorización administrativa previa del Organismo de Cuenca, además de cualquier otra que deba ser otorgada por otras administraciones competentes (art. 9 del RDPH). Esta autorización previa no será necesaria cuando las obras de construcción ya hubieren sido contempladas en el instrumento de planeamiento urbanístico o en los planes de obras de la Administración, y éstos hayan sido informados por el organismo de cuenca (art. 78.1 RDPH).

Zona de Flujo Preferente. Atendiendo a lo dispuesto en el Art. 9 del Reglamento de Dominio Público Hidráulico

La zona de flujo preferente se delimita mediante estudios hidráulicos que determinan el calado y velocidad del agua en las crecidas del río para periodos de retorno de 100 años. La zona de flujo preferente queda constituida por la unión de las siguientes dos zonas:

1) La zona donde pueden producirse graves daños para las personas y los bienes, siendo aquella en que, para la avenida de periodo de retorno de 100 años se dan una o más de las siguientes condiciones:

- El calado sea superior a 1 m
- La velocidad será superior a 1 m/seg
- El producto de ambas variables sea superior a 0,5 m²/seg

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

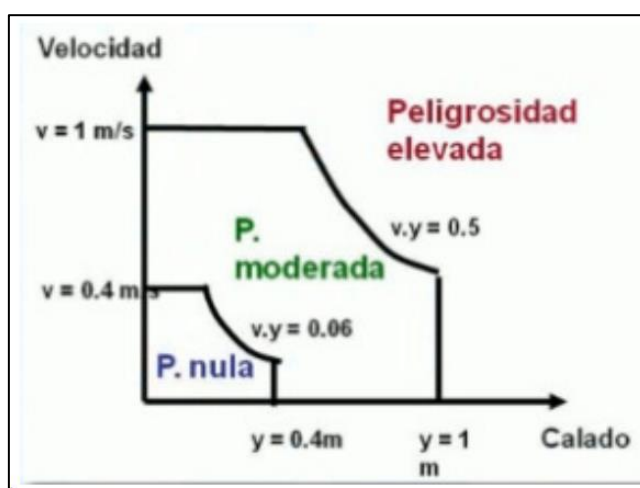


Ilustración 1. Rangos peligrosidad de la inundación

Zonas inundables

Según Artículo Único, apartado Seis del Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico (RDPH), aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, el artículo 14 del RDPH queda redactado del siguiente modo:

“1. Se consideran zonas inundables las delimitadas por los niveles teóricos que alcanzarían las aguas en las avenidas cuyo período estadístico de retorno sea de quinientos años, atendiendo a estudios geomorfológicos, hidrológicos e hidráulicos, así como a serie de avenidas históricas y documentos o evidencias históricas de las mismas...”

La calificación como zonas inundables no alterará la calificación jurídica y la titularidad dominical que dichos terrenos tuviesen».

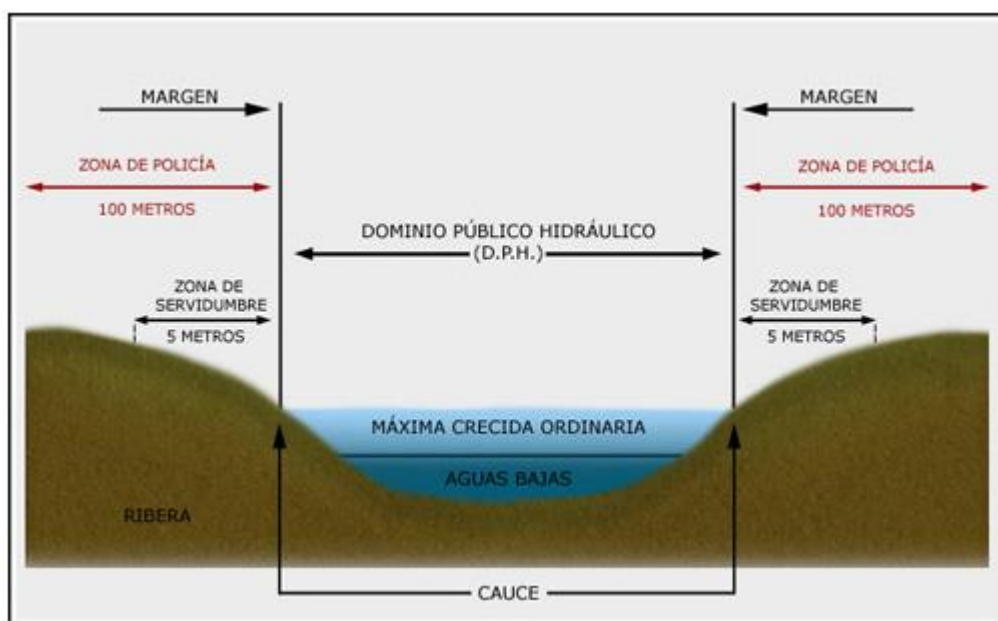


Ilustración 2. El DPH y zonas de servidumbre y protección.

3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁMBITO

El ámbito de estudio es la unión de los proyectos fotovoltaicos de "Cruz", ubicado en los términos municipales de Parla y Fuenlabrada, y "Vega", ubicado en los términos municipales de Parla, Fuenlabrada y Humanes de Madrid.

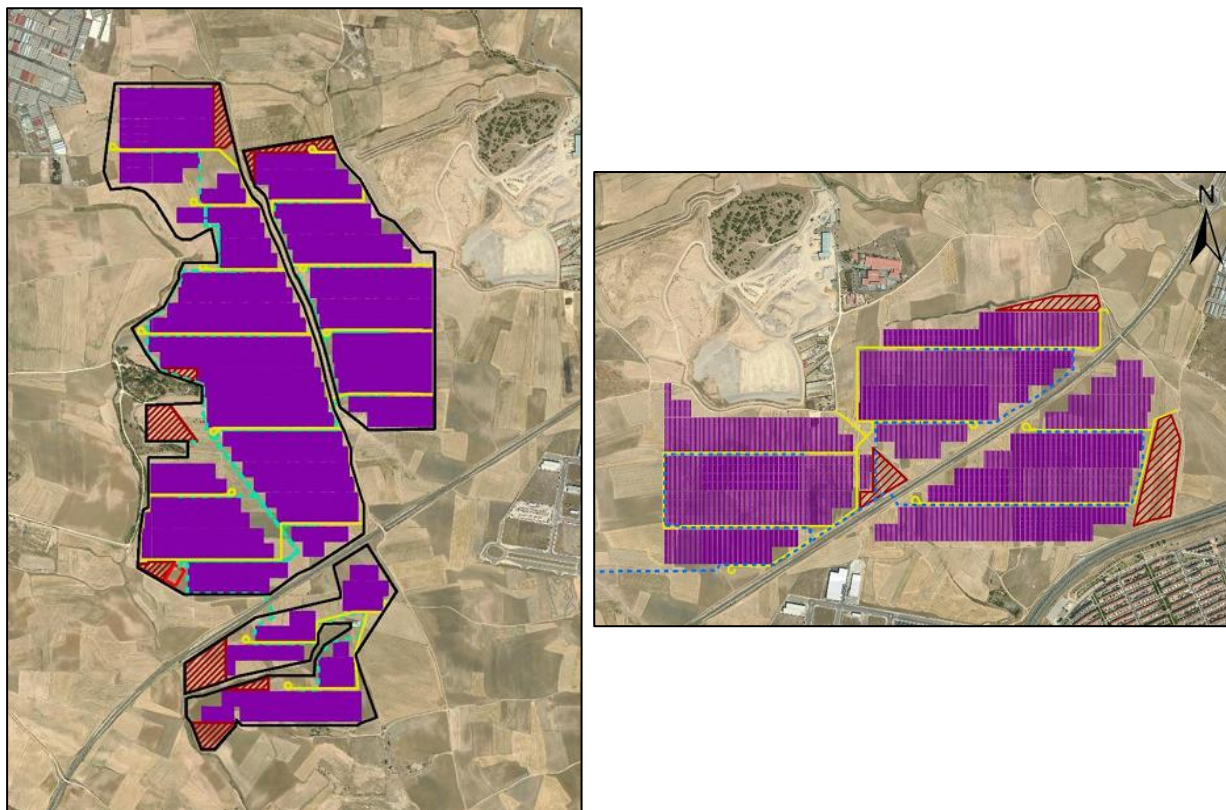


Ilustración 3. Izq. Delimitación de la PSFV "VEGA". Der. Delimitación de la PSFV "CRUZ"

El área total de las instalaciones, previo la delimitación de las zonas legalmente establecidas en el Reglamento de Dominio Público Hidráulico (RDPH), es de 397.94 Ha.

Las coordenadas centrales, en sistema referencial ETRS89 zona 30, son:

ÁREA, m ²	X	Y
3.979.380	432.388	4.456.015

En la siguiente imagen se muestra la delimitación sobre el Mapa Topográfico Nacional.

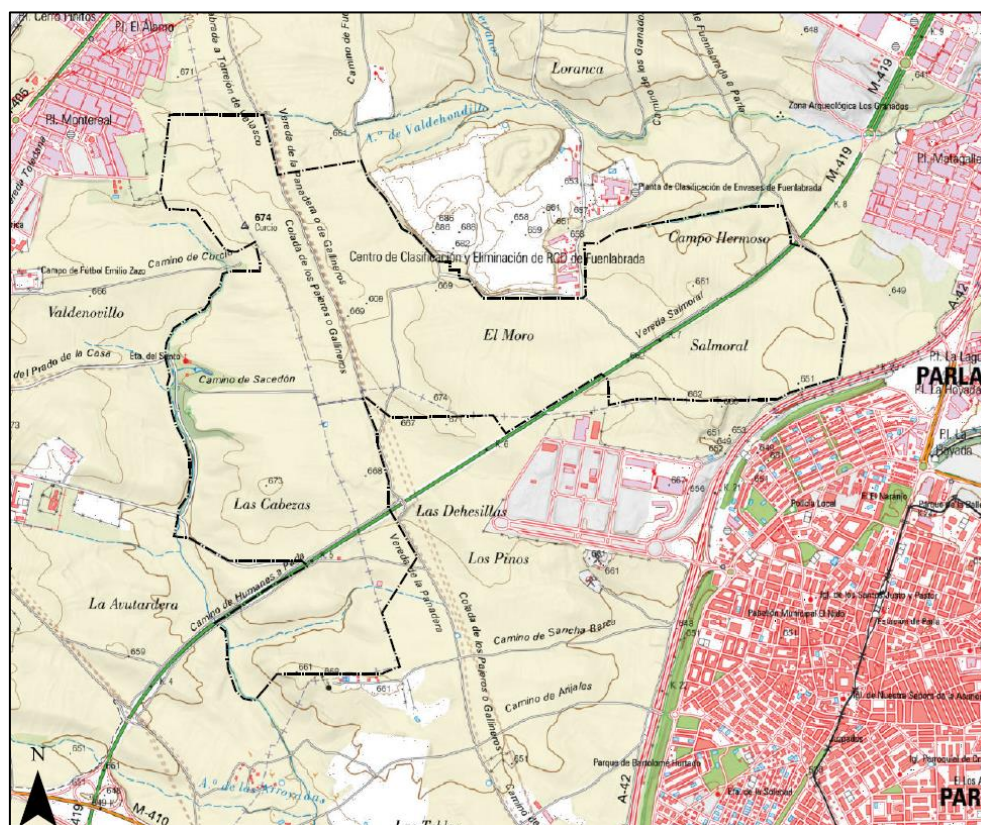


Ilustración 4. Mapa topográfico nacional

VISITA DE CAMPO



Ilustración 5. Localización de las fotografías.



Ilustración 6. Fotografía 1. Zona actualmente de uso agrícola cereal.



Ilustración 7. Fotografía 2. Arroyo Guaten en el tramo a la altura de la Ermita del Santo. Encauzado en una sección trapezoidal.



Ilustración 8. Fotografía 3. Zona actualmente de uso agrícola cereal.



Ilustración 9. Fotografía 4. Zona de rellenos asociados a la actividad de vertedero.



Ilustración 10. Fotografía 5. Zona sin apenas vegetación en las inmediaciones del vertedero.



Ilustración 11.

Fotografía 6. Vista general del ámbito.



Ilustración 12.

Fotografía 7. Vista general del ámbito.

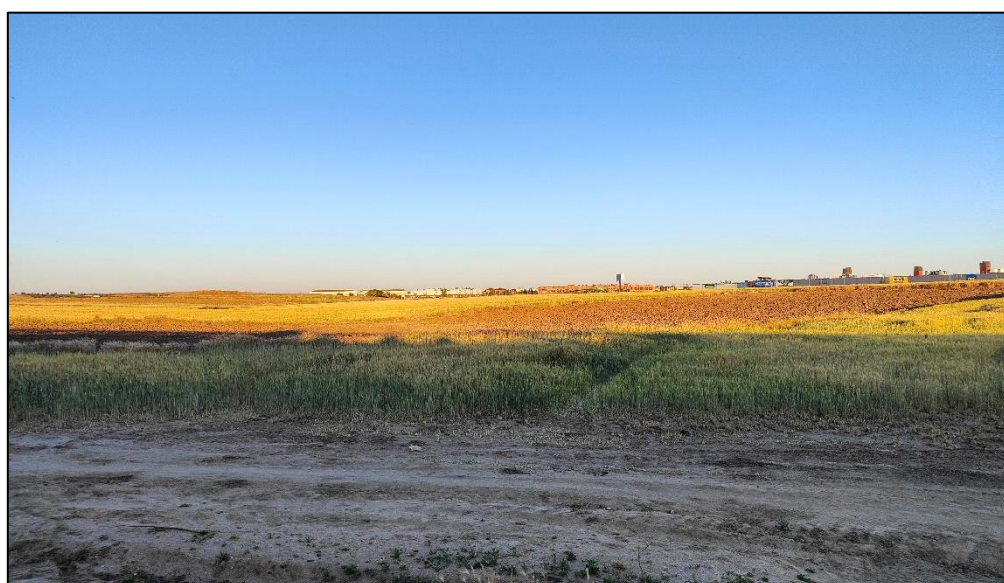


Ilustración 13.

Fotografía 8. Vista de la zona este ubicada al sur de la carretera M-419.



Ilustración 14. Fotografía 9. Vista de la zona este ubicada al norte de la carretera M-419.

OBRAS DE DRENAJE EXISTENTES

En la visita a campo, y sobre ortofoto en gabinete de forma previa a la visita, se inventariaron las siguientes obras que pueden influir en el drenaje y la evacuación de las pluviales.

Obra de drenaje transversal 1.

DESCRIPCIÓN			
COORDENADAS ETRS89		X – 431.392	Y – 4.454.791
GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN	DOS CUADRADA 200 x 200 cm	ESTADO DE CONSERVACIÓN	Bueno
Nº DE MANNING	0.017	MATERIAL	HORMIGÓN



Ilustración 15. Obra de drenaje 1, aguas arriba.

Obra de drenaje transversal 2.

DESCRIPCIÓN			
COORDENADAS ETRS89		X – 431.212	Y – 4.455.301
GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN	DOS CIRCULAR DE Ø 70 cm	ESTADO DE CONSERVACIÓN	Bloqueada la entrada al 50%
Nº DE MANNING	0.017	MATERIAL	HORMIGÓN



Ilustración 16. Obra de drenaje 2, aguas arriba.

Obra de drenaje transversal 3.

DESCRIPCIÓN			
COORDENADAS ETRS89		X – 431.279	Y – 4.455.452
GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN	CIRCULAR DE Ø 40 cm	ESTADO DE CONSERVACIÓN	Cubierto de vegetación.
Nº DE MANNING	0.017	MATERIAL	HORMIGÓN



Ilustración 17. Obra de drenaje 3. Estimado el diámetro y material.

Obra de drenaje transversal 4.

DESCRIPCIÓN			
COORDENADAS ETRS89		X – 431.154	Y – 4.456.072
GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN	CIRCULAR DE Ø 70 cm	ESTADO DE CONSERVACIÓN	Bueno
Nº DE MANNING	0.015	MATERIAL	HORMIGÓN



Ilustración 18. Obra de drenaje 4, aguas arriba.

Obra de drenaje transversal 5.

DESCRIPCIÓN			
COORDENADAS ETRS89		X – 431.872	Y – 4.455.103
GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN	CIRCULAR DE 60 cm	ESTADO DE CONSERVACIÓN	Cubierto de vegetación.
Nº DE MANNING	0.015	MATERIAL	HORMIGÓN



Ilustración 19. Obra de drenaje 5, aguas arriba. Estimado el diámetro y material.

Obra de drenaje transversal 6.

DESCRIPCIÓN			
COORDENADAS ETRS89		X – 431.441	Y – 4.456.507
GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN	CIRCULAR DE Ø 180 cm	ESTADO DE CONSERVACIÓN	Bueno
Nº DE MANNING	0.015	MATERIAL	HORMIGÓN



Ilustración 20. Obra de drenaje 6, aguas arriba.

Obra de drenaje transversal 7.

DESCRIPCIÓN			
COORDENADAS ETRS89		X – 432.174	Y – 4.455.296
GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN	CIRCULAR DE Ø 180 cm	ESTADO DE CONSERVACIÓN	Bueno
Nº DE MANNING	0.015	MATERIAL	HORMIGÓN



Ilustración 21. Obra de drenaje 7, aguas arriba.

Obra de drenaje transversal 8.

DESCRIPCIÓN			
COORDENADAS ETRS89		X – 432.550	Y – 4.455.531
GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN	CIRCULAR DE Ø 150 cm	ESTADO DE CONSERVACIÓN	Bueno.
Nº DE MANNING	0.015	MATERIAL	HORMIGÓN



Ilustración 22. Obra de drenaje 8, aguas abajo.

Obra de drenaje transversal 9.

DESCRIPCIÓN			
COORDENADAS ETRS89		X – 433.139	Y – 4.455.903
GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN	CIRCULAR DE Ø 150 cm	ESTADO DE CONSERVACIÓN	Bueno.
Nº DE MANNING	0.015	MATERIAL	HORMIGÓN



Ilustración 23. Obra de drenaje 9, aguas abajo.

Obra de drenaje transversal 10.

DESCRIPCIÓN			
COORDENADAS ETRS89		X – 433.242	Y – 4.455.971
GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN	CIRCULAR DE Ø 180 cm	ESTADO DE CONSERVACIÓN	Bueno.
Nº DE MANNING	0.015	MATERIAL	HORMIGÓN



Ilustración 24. Obra de drenaje 10, aguas arriba.

Obra de drenaje transversal 11.

DESCRIPCIÓN			
COORDENADAS ETRS89		X – 434.069	Y – 4.456.515
GEOMETRÍA DE LA SECCIÓN	CIRCULAR DE Ø 180 cm	ESTADO DE CONSERVACIÓN	Bueno.
Nº DE MANNING	0.015	MATERIAL	HORMIGÓN



Ilustración 25. Obra de drenaje 11, aguas abajo.



Ilustración 26. Localización obras de drenaje transversal

4. DATOS PLUVIOMÉTRICOS

Estos datos se obtienen de las estaciones pluviométricas más cercanas con datos de registros suficientes para un análisis estadístico de la función de distribución. Los resultados obtenidos servirán para obtener la precipitación máxima en 24 horas sobre la cuenca de estudio.

Para ello se han inventariado los pluviómetros existentes en las proximidades. Estaciones completas, en rojo en la grafía. Se evaluaron los siguientes:

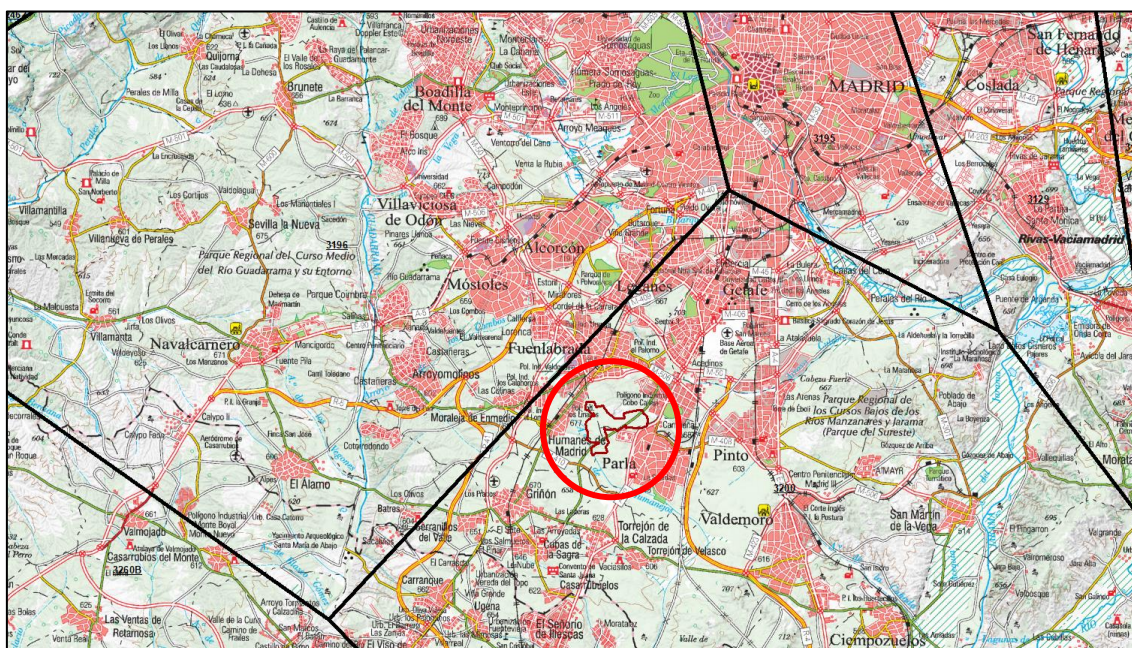


Ilustración 27. Estaciones completas y su influencia en el ámbito mediante los polígonos de Thiessen.

Se ha optado por seleccionar la estación de GETAFE – MADRID (3200) para el estudio estadístico dado que tienen una gran periodo de funcionamiento cubre la totalidad de la cuenca de estudio.

Los datos anuales de precipitaciones máximas en 24 horas se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 1. *Serie cronológica de precipitaciones máximas en 24 horas*

SERIE CRONOLÓGICA DE PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24 HORAS (mm)					
1951	35.40	1977	24.20	2003	27.40
1952	25.40	1978	27.40	2004	24.90
1953	29.60	1979	28.00	2005	19.00
1954	24.00	1980	30.60	2006	24.10
1955	30.20	1981	31.20	2007	44.90
1956	30.40	1982	38.60	2008	26.30
1957	48.40	1983	40.20	2009	24.00
1958	35.90	1984	25.20	2010	34.60
1959	46.20	1985	19.60	2011	17.10
1960	37.00	1986	30.00	2012	64.60
1961	29.40	1987	39.20	2013	18.10
1962	32.40	1988	25.50	2014	31.00
1963	37.00	1989	30.80	2015	21.90
1964	33.00	1990	31.30	2016	25.90
1965	54.40	1991	24.50	2017	31.00
1966	30.60	1992	17.10	2018	30.60
1967	20.80	1993	38.80	2019	35.20
1968	29.00	1994	24.70	2020	25.40
1969	55.30	1995	27.60	2021	30.80
1970	23.60	1996	27.60	-	-
1971	30.60	1997	32.30	-	-
1972	62.00	1998	28.90	-	-
1973	22.10	1999	27.00	-	-
1974	36.00	2000	21.50	-	-
1975	47.60	2001	17.20	-	-
1976	30.60	2002	21.60	-	-

VALORES ESTADÍSTICOS DE LA SERIE	
Media	29.73
Mediana	30.00
Desviación típica	9.84

Para el cálculo de las precipitaciones diarias máximas, para cada uno de los periodos de retorno, se han calculado a partir de los valores del pluviómetro considerado, ajustados mediante las funciones Gumbel y SQRT-ETmax, y los extraídos de la publicación "Máximas lluvias diarias en la España Peninsular". Para estar del lado de la seguridad se considerará la mayor precipitación.

MÁXIMAS LLUVIAS DIARIAS EN LA ESPAÑA PENINSULAR

De la publicación se han obtenidos los siguientes mapas de isoyetas:

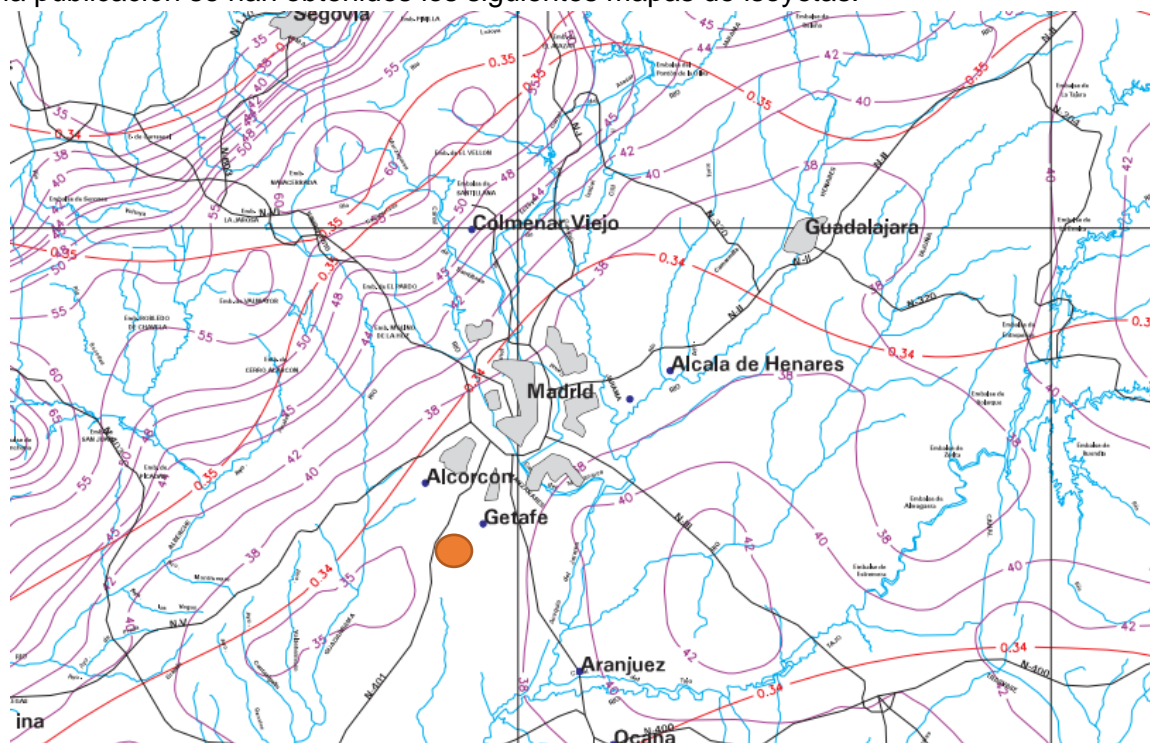


Ilustración 28. Mapa de isoyetas de la publicación "Máximas lluvias diarias en la España peninsular"

- Precipitación anual es 50.00 mm/día.
- Coeficiente de variación: 0.337

Los valores de precipitación máxima en 24 horas son:

Periodo de retorno	Ajuste Gumbel	Ajuste SQRT-ETmax	Máximas lluvias diarias en la España Peninsular	Precipitación máxima 24 h
5	37,57	35,87	42,00	42,00
10	43,79	41,91	50,00	50,00
25	51,65	50,17	60,00	60,00
50	57,48	56,73	68,00	68,00
75	60,87	60,71	73,00	73,00
100	63,27	63,62	76,00	76,00
250	70,89	73,23	87,00	87,00
500	76,65	80,92	96,00	96,00

Tabla 2. Precipitaciones máximas 24 horas

5. TOPOGRÁFICO

La topografía utilizada para la delimitación de las cuencas drenantes es el vuelo LIDAR de 2ª cobertura obtenido del Instituto Geográfico Nacional. La densidad de puntos obtenida por el sensor es de 1 punto cada 2 m².

Una vez descargados los puntos se han seleccionado únicamente los referentes al terreno, eliminando la vegetación y edificaciones, para realizar una malla raster con pixel cada 1 m².

En la modelización hidráulica se ha utilizado el vuelo LIDAR.

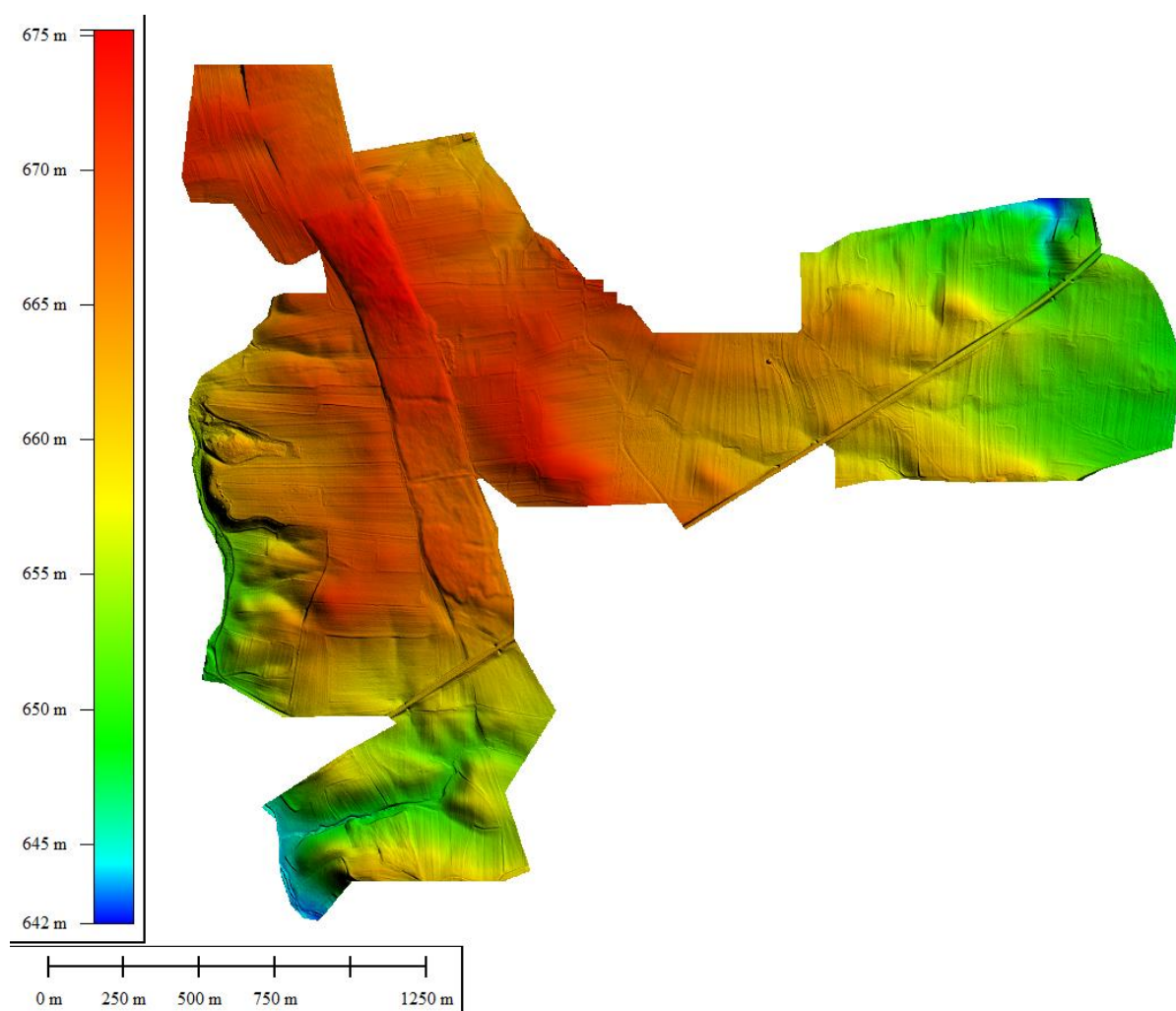


Ilustración 29. Topografía LIDAR, usada para la modelización hidráulica.

6. ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DEL CAUCE PÚBLICO

En este apartado se analizan los cauces públicos que pudieran afectar a la instalación, dejando para el punto siguiente el análisis de la red interna. Se hace de este modo por el distinto tratamiento técnico y legal. Los cauces públicos, tal y como se definen en el RDPH, van a llevar aparejado un dominio público hidráulico, zona de policía...

Los cauces públicos considerados, extraídos de la capa de la red hidrográfica de la Confederación Hidrográfica del Tajo y del Mapa Topográfico Nacional 1:25.000, en el presente estudio son los siguientes:

- Arroyo de Valdehondillo del Prado: Cauce principal, recoge las aguas del Arroyo de Navahondilla y del Barranco de los Muertos.
- Barranco de los Muertos: Pequeño afluente de la margen izquierda del arroyo Prado de la Casa.
- Arroyo de Navahondilla: Afluente de la margen izquierda del arroyo Prado de la Casa.
- Arroyo Valdehondillo.
- Barranco de los Granados.



Ilustración 30. Cauces públicos.

6.1. ESTUDIO HIDROLÓGICO

Con el Modelo Digital de Elevaciones se han delimitado las cuencas objeto de estudio partiendo de los puntos de salida de cada uno de los cauces. La superficie de cuenca, así como otras características morfológicas se muestran en la siguiente tabla:

CUENCA	CENTROIDE		ÁREA (Km ²)	LONGITUD (Km)	DESNIVEL, m	PEND. (m/m)	UMBRAL DE ESCORREN TÍA (mm)
	X	Y					
Arroyo de Valdehondillo del Prado	429.074	4.456.229	6.239	4.598	53	0.012	10.56
Barranco de los Muertos	432.107	4.455.000	0.964	2.930	26	0.009	15.26
Arroyo de Navahondilla	431.009	4.455.953	3.231	4.695	41	0.008	14.42
Arroyo Valdehondillo	431.331	4.457.171	1.389	2.660	24	0.012	13.22
Barranco de los Granados	433.580	4.456.580	0.482	1.245	24	0.019	15.35

Tabla 3. Características cuencas asociada a cauces públicos

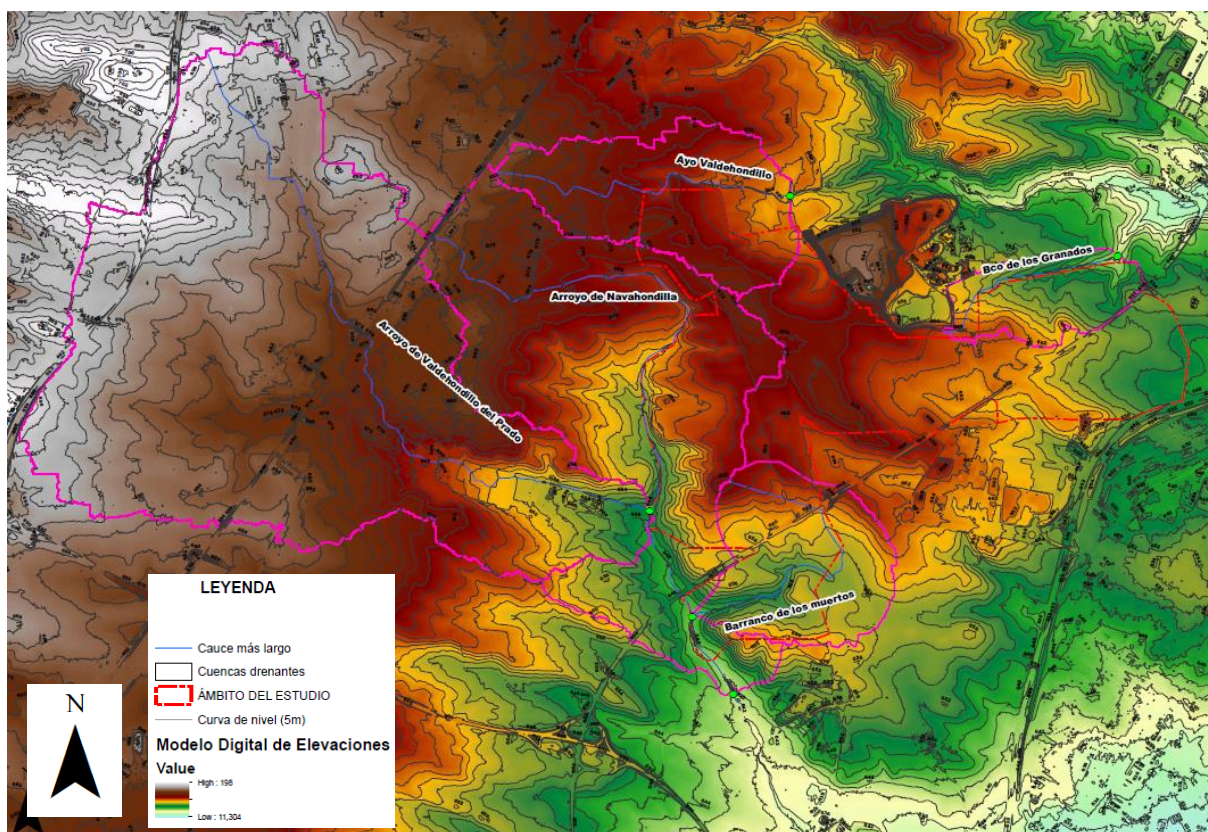
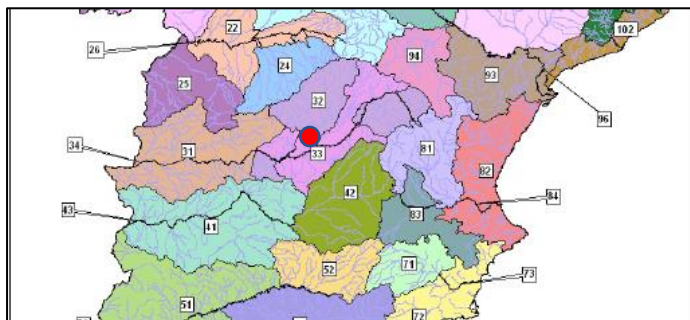


Ilustración 31. Delimitación de cuencas asociadas a cauces públicos

6.1.1. PERIODO DE RETORNO DE MÁXIMA CRECIDA ORDINARIA

En la publicación del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino se establece que la relación del periodo de retorno correspondiente al caudal de la máxima crecida ordinaria (TMCO) con el coeficiente de variación de la serie temporal es al siguiente:



$$T_{MCO} = 5 \cdot C_v$$

Región	C_v	T_{MCO}
32	0,79	40
33	1,04	50
34	0,76	40

La cuenca del cauce público está en su totalidad en la zona 33. Es limítrofe con la zona 32, se considera que se ubica en la zona 33 al llevar asociado un mayor periodo de retorno para la Máxima Crecida Ordinaria, estando del lado de la seguridad.

El periodo de Retorno correspondiente con la Máxima Crecida Ordinaria es de 5 años.

6.1.2. CAUDALES MÁXIMOS

El apartado 2.1 sobre consideraciones generales de cálculo de caudales de la norma 5.2-IC "drenaje superficial" de la Instrucción de Carreteras (Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero) propone la utilización del método racional, que supone la generación de escorrentía en una determinada cuenca a partir de una intensidad de precipitación uniforme en el tiempo, sobre toda su superficie.

La norma propone asimismo la utilización de caudales máximos proporcionados por la Administración Hidráulica, métodos estadísticos a partir de datos de estaciones de aforo próximas, o métodos hidrológicos que se deben contrastar con la información de que se disponga sobre caudales de avenida.

Al no poseer datos de caudales obtenidos con métodos empíricos y tratarse de una cuenca homogénea respecto a los factores del método racional, aplicaremos el método racional descrito en la Instrucción.

Según el apartado 2.2.1 de la norma 5.2 IC, el caudal de una cuenca "Q" (m³/seg) se puede calcular por el método racional según la expresión:

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

Donde:

QT Caudal máximo anual correspondiente al período de retorno T, en el punto de desagüe de la cuenca (m³/s)

I (T, tc) Intensidad de precipitación correspondiente al período de retorno considerado T, para una duración del aguacero igual al tiempo de concentración tc de la cuenca (mm/h)

C Coeficiente medio de escorrentía de la cuenca o superficie considerada.

A Área de la cuenca o superficie considerada (Km²)

Kt Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación (adimensional)

A continuación, se determinan cada uno de los factores de la ecuación siguiendo las indicaciones de la norma.

6.1.2.1. INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN

Según el apartado 2.2.2.1 de la norma 5.2-IC, la intensidad para un periodo de retorno T y una duración del aguacero t se obtiene por medio de la siguiente fórmula:

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

Donde:

I(T,t) Intensidad de precipitación correspondiente a un periodo de retorno T y una duración del aguacero t (mm/h)

I_d Intensidad media diaria de precipitación corregida (mm/h)

F_{int} Factor de intensidad (adimensional).

La tormenta de diseño del método racional es rectangular, por lo que la intensidad de precipitación a considerar en el cálculo del caudal máximo anual para el período de retorno T, en el punto de desagüe de la cuenca QT, debe ser la que corresponda a una duración del aguacero igual al tiempo de concentración (t = t_c) de la cuenca.

6.1.2.2. PRECIPITACIONES

En su apartado 2.2.2.2, la norma 5.2-IC establece que la intensidad media diaria de precipitación correspondiente al periodo de retorno T se debe obtener según la fórmula:

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

Donde:

I_d Intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al período de retorno T (mm/h)

P_d Precipitación diaria correspondiente al período de retorno T (mm)

K_A Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca (adimensional)

Para la determinación de la precipitación diaria de dicho periodo de retorno se deben adoptar datos publicados por la Dirección General de Carreteras, o un estudio estadístico de precipitaciones diarias máximas anuales medidas en los pluviómetros existentes en la cuenca.

Para el cálculo de las precipitaciones diarias máximas, para cada uno de los periodos de retorno, se han calculado a partir de los valores del pluviómetro considerado, ajustados mediante las funciones Gumbel y SQRT-ETmax, y los extraídos de la publicación "Máximas

lluvias diarias en la España Peninsular". Para estar del lado de la seguridad se considerará la mayor precipitación.

Las precipitaciones se muestran en el apartado 4. DATOS PLUVIOMÉTRICOS. Dada la escasa extensión de las cuencas se ha calculado una precipitación para todas ellas.

6.1.2.3. FACTOR REDUCTOR POR ÁREA DE LA CUENCA

El apartado 2.2.2.3 de la norma introduce el factor reductor de la precipitación por área de la cuenca K_A , que tiene en cuenta la no simultaneidad de la lluvia en toda su superficie. Para cuencas mayores de 1 Km² se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

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

Donde:

K_A (adimensional) Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca

A (km²) Área de la cuenca

Una vez corregidas con dicho factor, las precipitaciones máximas diarias para periodos de retorno seleccionados quedan como sigue:

CAUCE			PRECIPITACIÓN (mm)							
	ÁREA (km ²)	FACTOR K_A	5 años	10 años	25 años	50 años	75 años	100 años	250 años	500 años
Arroyo de Valdehondillo del Prado	6.239	0.947	39.77	47.35	56.82	64.40	69.13	71.97	82.39	90.91
Barranco de los Muertos	0.964	1	42.00	50.00	60.00	68.00	73.00	76.00	87.00	96.00
Arroyo de Navahondilla	3.231	0.966	40.57	48.30	57.96	65.69	70.52	73.42	84.05	92.74
Arroyo Valdehondillo	1.389	0.99	41.60	49.52	59.43	67.35	72.31	75.28	86.17	95.09
Barranco de los Granados	0.482	1	42.00	50.00	60.00	68.00	73.00	76.00	87.00	96.00

Tabla 4. Precipitaciones corregidas

6.1.2.4. FACTOR DE INTENSIDAD

De acuerdo con el apartado 2.2.2.4 de la norma, como factor de intensidad se debe adoptar el de las curvas IDF de un pluviógrafo representativo (F_b), o en su defecto el obtenido a partir de las curvas IDF que propone la Instrucción, a partir de un índice de torrencialidad regional.

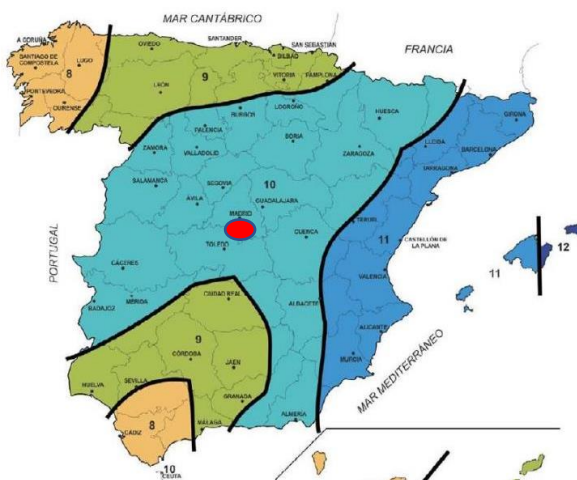


Ilustración 32. Mapa de índice de torrencialidad de la Norma 5.2-IC drenaje superficial

Adoptaremos las curvas IDF que propone la instrucción. La fórmula correspondiente a dichas curvas es la siguiente:

$$I_t = I_d \cdot \left(\frac{I_1}{I_d} \right)^{3.5287 - 2.5287 \cdot t^{0.1}}$$

Donde:

I_t Intensidad media máxima, mm/h

I_d Intensidad media diaria de precipitación corregida para el periodo de retorno considerado ($P_{\max}/24$), mm/h

t Duración de la lluvia, que debe ser igual al tiempo de concentración T_c de la cuenca.

I_1/I_d Índice de torrencialidad extraído del mapa de la instrucción. **En nuestro ámbito es 10.**

6.1.2.5. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

De acuerdo con el apartado 2.2.2.5 de la norma 5.2-IC, el tiempo de concentración de la cuenca T_c es el tiempo mínimo necesario desde el comienzo del aguacero para que toda la superficie de la cuenca esté aportando escorrentía en el punto de desagüe.

Se obtiene calculando el tiempo de recorrido más largo desde cualquier punto de la cuenca hasta el punto de desagüe. Dado que depende de la longitud y pendiente del cauce escogido, deben tantearse diferentes cauces o recorridos del agua, incluyendo siempre los de mayor longitud y menor pendiente, y escogiendo el que dé lugar al mayor del tiempo de concentración.

De acuerdo con la norma 5.2-IC, para cuencas principales se obtiene mediante la siguiente formula:

$$T_c = 0,3 \times L_c^{0,76} \times J_c^{-0,19}$$

Donde:

T_c (horas) Tiempo de concentración.

L_c (km) Longitud del cauce

J_c (m/m) Pendiente media del cauce

Los resultados en relación con los datos de la cuenca y subcuencas definidas anteriormente se muestran a continuación:

CUENCA	LONGITUD DEL CAUCE (km)	PEND. MEDIA (m/m)	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN T _c (hr)
Arroyo de Valdehondillo del Prado	4.598	0.0087	1.605
Barranco de los Muertos	2.930	0.0089	1.107
Arroyo de Navahondilla	4.695	0.0115	0.689
Arroyo Valdehondillo	2.660	0.0109	0.594
Barranco de los Granados	1.245	0.0193	0.564

Tabla 5. Tiempo de concentración

6.1.3. COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

El apartado 2.2.3 de la norma 5.2-IC define el coeficiente de escorrentía C como la parte de la precipitación de intensidad I (T, t_c) que genera el caudal de avenida en el punto de desagüe de la cuenca.

En la cuenca de estudio, la precipitación de cálculo corregida para el periodo de retorno considerado es muy superior al umbral de escorrentía obtenido anteriormente, por lo que el coeficiente de escorrentía C se obtiene mediante la siguiente fórmula:

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

Donde:

C Coeficiente de escorrentía (adimensional)

P_d	Precipitación diaria correspondiente al período de retorno T considerado (mm)
K_A	Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca (adimensional)
P_0	Umbral de escorrentía (mm)

6.1.4. UMBRAL DE ESCORRENTÍA

El umbral de escorrentía P_0 , representa la precipitación mínima que debe caer sobre la cuenca para que se inicie la generación de escorrentía.

El valor inicial del umbral de escorrentía se determinará como se refiere a continuación, a partir de:

- Series de datos o mapas publicados por la Dirección General de Carreteras, en los que se obtenga directamente el valor de P_0^i para una determinada localización geográfica. Normalmente, dicho valor en cada punto se obtendrá como promedio en la cuenca vertiente al punto de cálculo de una determinada discretización espacial llevada a cabo sobre el territorio.
- Tabla 2.3. incluida en la norma 5.2 – IC.

En nuestro caso se utilizará la Tabla 2.3 de la norma, que permite obtener dicho valor a partir de los usos del suelo, identificados con códigos Corine Land Cover (CLC), junto con la práctica de cultivo, pendiente, y grupo hidrológico.

Para ellos deberemos combinar la información disponible de:

- A. Usos del suelo.
- B. Geología / Grupo hidrológico.
- C. Pendientes.

A. USOS DEL SUELO

La delimitación de los usos del suelo se ha realizado sobre la ortofoto con los usos extraídos del Sistema de Información de Ocupación del Suelo de España (SIOSE) del año 2014, corregida. Los usos existentes, incluyendo sus correspondientes códigos CODIIGE (Consejo Directivo de la Infraestructura de Información Geográfica de España), así como la correspondencia utilizada con los códigos CLC (Corine Land Cover) de la Tabla 2.3 se muestra en las siguientes tablas.

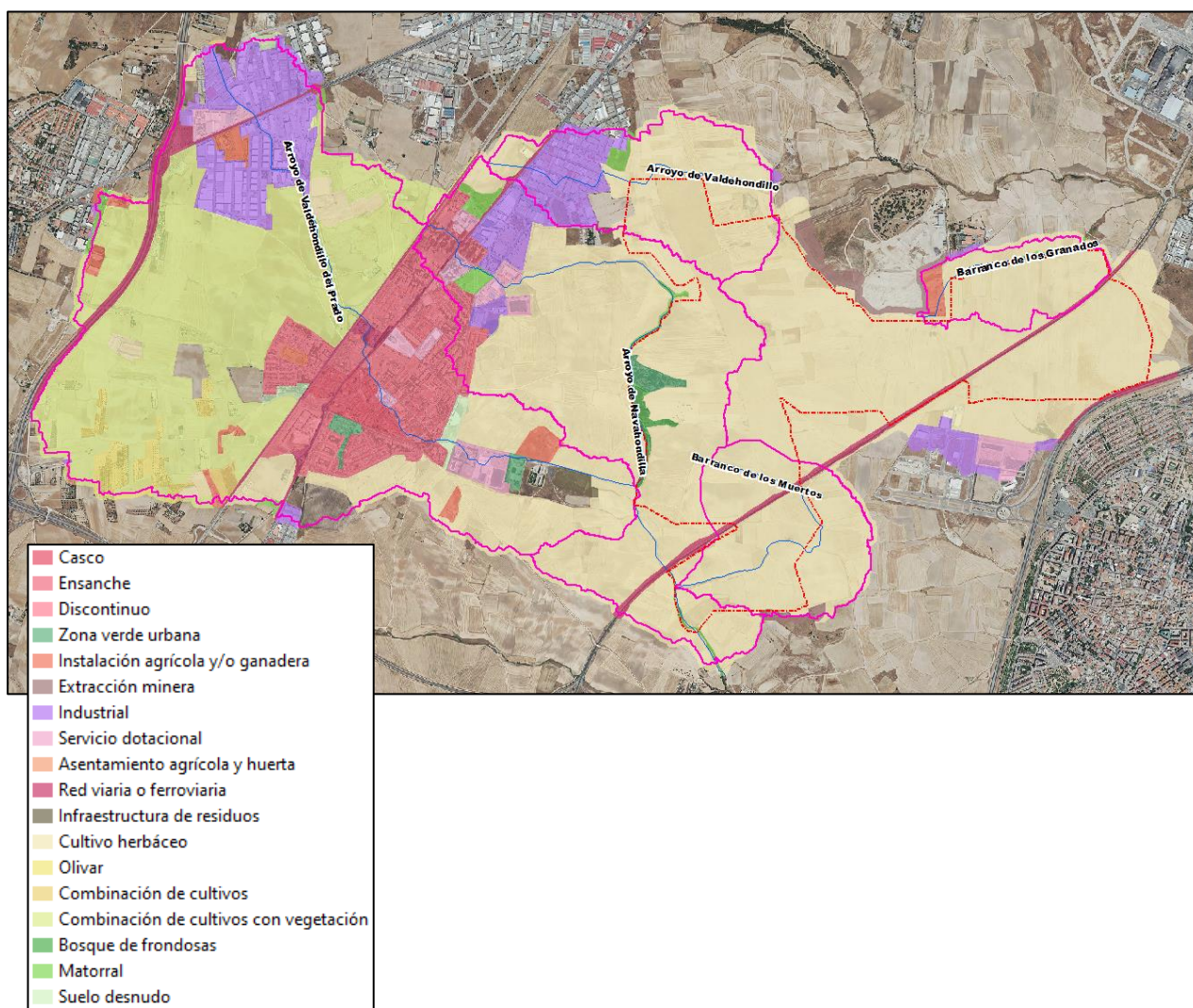


Ilustración 33. Mapa de usos del suelo

B. GRUPO HIDROLÓGICO

La instrucción permite obtener el grupo hidrológico del suelo a partir de un mapa de la figura 2.7, en el que toda la zona objeto de estudio parece asignada al Grupo 3. Cuando se disponga de información más detallada, no obstante, se puede justificar el cambio del grupo hidrológico de suelo en alguna cuenca concreta, según los criterios de la tabla 2.4 y la figura 2.8.

Para este caso De modo conservador, se va a considerar toda la zona en el Grupo Hidrológico C.

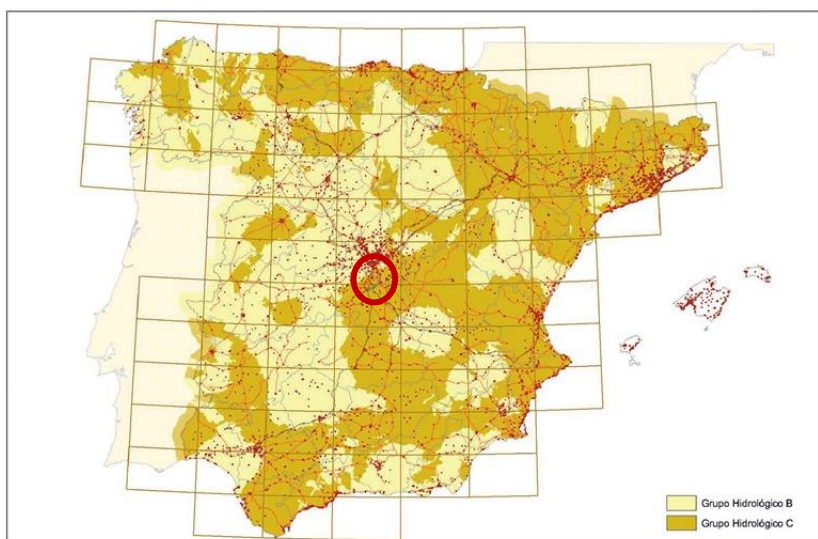


Figura 2.7 MAPA DE GRUPOS HIDROLÓGICOS DE SUELO

C. PENDIENTES

En este apartado de pendientes se va a discernir entre pendientes mayores o menores de 3%. La media del global de pendientes es de 3.53%.

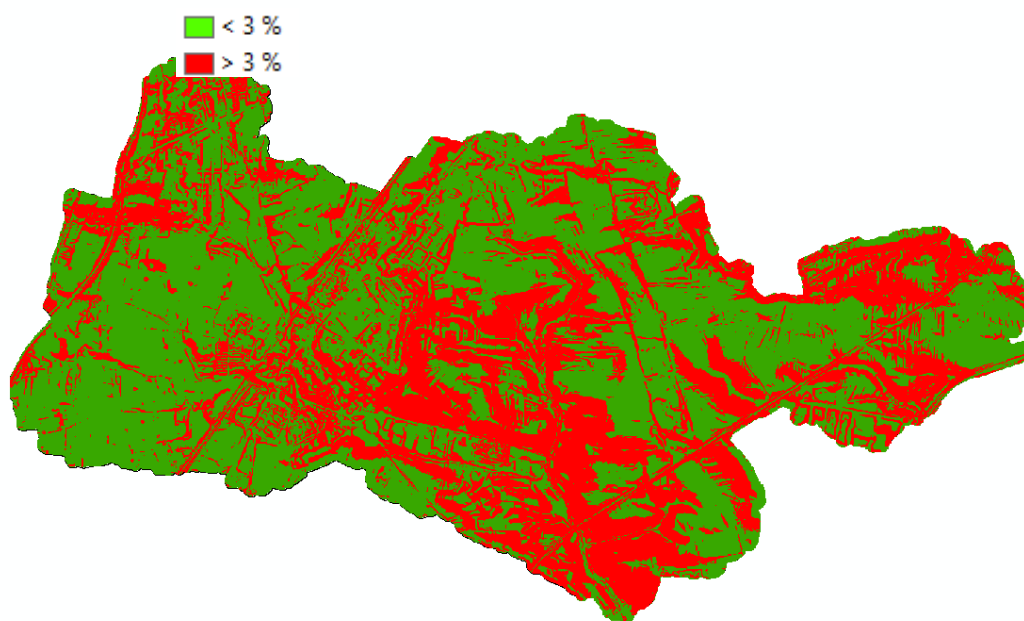


Ilustración 34. Pendientes

Entramos en la tabla con los parámetros de uso de suelo, pendiente y grupo hidrológico, asociando los códigos CODIICE del SIOSE con los códigos CLC de la tabla de la instrucción. Los resultados de umbral inicial de escorrentía P0 obtenidos para cada uno de los usos del suelo, grupos hidrológicos y criterios de pendiente y cultivo se muestra en el siguiente mapa:

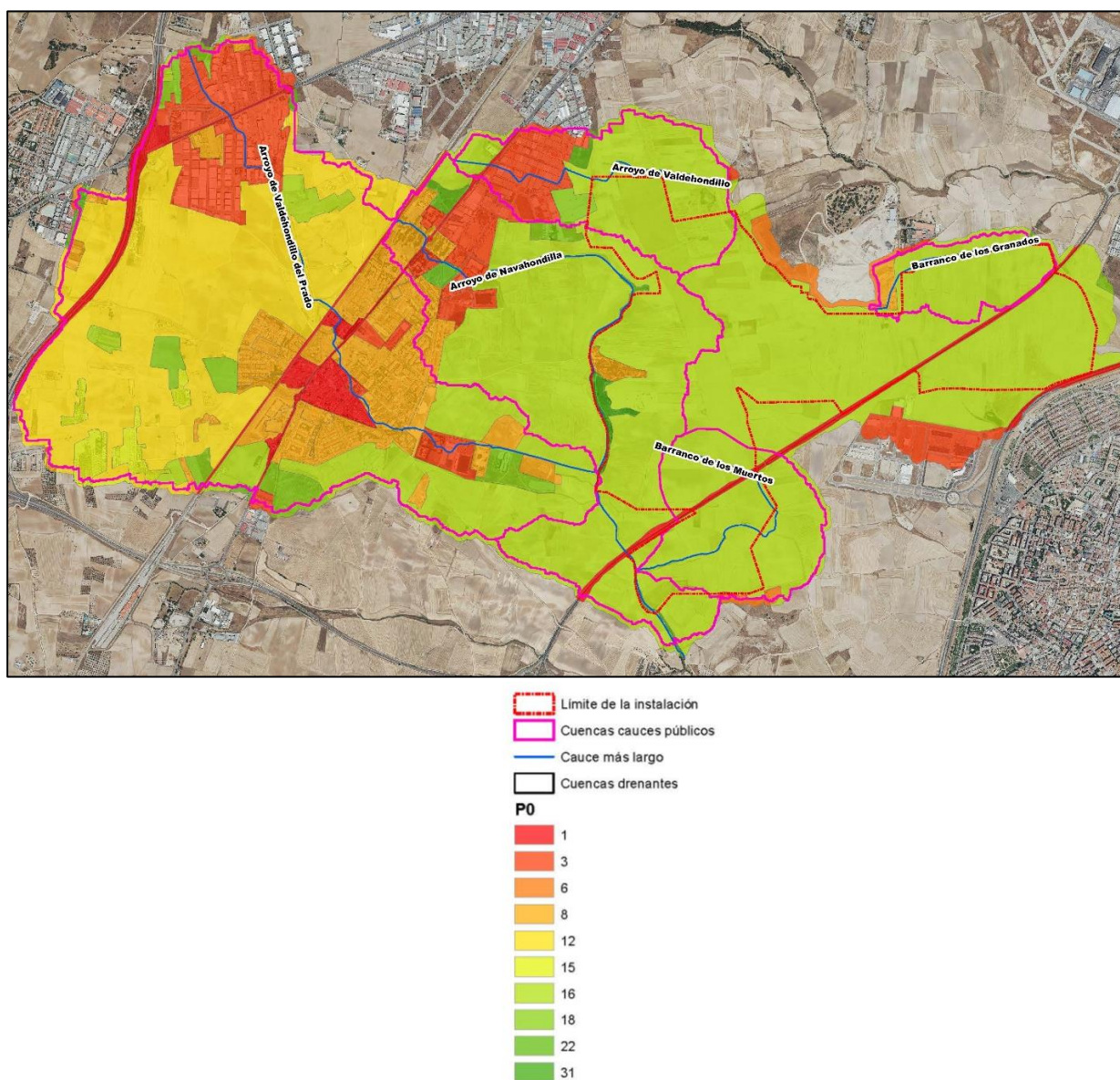


Ilustración 35. Mapa del umbral de escorrentía, mm.

USO DEL SUELO	GRUPO HIDROLÓGICO	PENDIENTE, %	P0, mm
Casco	C	>3%	1
Ensanche	C	>3%	8
Discontinuo	C	>3%	8
Zona verde urbana	C	>3%	8
Instalación agrícola y/o ganadera	C	>3%	8
Extracción minera	C	>3%	6
Industrial	C	>3%	3
Servicio dotacional	C	>3%	3
Asentamiento agrícola y huerta	C	>3%	8
Red viaria o ferroviaria	C	>3%	1
Infraestructura de residuos	C	>3%	8
Cultivo herbáceo	C	>3%	16

USO DEL SUELO	GRUPO HIDROLÓGICO	PENDIENTE, %	P0, mm
Olivar	C	>3%	15
Combinación de cultivos	C	>3%	18
Combinación de cultivos con vegetación	C	>3%	12
Bosque de frondosas	C	>3%	31
Pastizal o herbazal	C	>3%	18
Matorral	C	>3%	22
Suelo desnudo	C	>3%	8

CUENCA	UMBRAL DE ESCORRENTÍA, mm
Arroyo de Valdehondillo del Prado	10.56
Barranco de los Muertos	15.26
Arroyo de Navahondilla	14.42
Arroyo Valdehondillo	13.09
Barranco de los Granados	15.35

6.1.5. COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD

El coeficiente K_t tiene en cuenta la falta de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación para grandes cuencas, lo que hace aumentar los caudales resultantes. Se obtiene a través de la siguiente expresión:

$$K_t = 1 + \frac{t_c^{1,25}}{t_c^{1,25} + 14}$$

Donde:

K_t Coeficiente de uniformidad de la distribución temporal de precipitación (adimensional)

t_c Tiempo de concentración de la cuenca (horas)

6.1.6. COEFICIENTE CORRECTOR DEL UMBRAL DE ESCORRENTÍA

En su apartado 2.2.3.4, la norma 5.2 IC propone un coeficiente corrector del valor inicial del umbral de escorrentía β para calibrar el método racional con datos reales de cuencas.

A falta de datos de caudales para realizar la calibración, la norma propone un coeficiente basado en un valor medio regional, un factor de intervalo de confianza y un factor por periodo de retorno.

Se ha seleccionado la ecuación de drenaje transversal de carreteras. Tal y como indica la norma *producto del valor medio de la región del coeficiente corrector del umbral de escorrentía corregido por el valor correspondiente al intervalo de confianza del cincuenta por ciento, por un factor dependiente del período de retorno T considerado para el caudal de proyecto, es decir:*

$$\beta^{DT} = (\beta_m - \Delta_{50}) \cdot F_T$$

Donde:

β^{DT} (adimensional) Coeficiente corrector del umbral de escorrentía para drenaje de plataforma y márgenes, o drenaje transversal de vías auxiliares.

β_m (adimensional) Coeficiente corrector del umbral de escorrentía para drenaje transversal de la carretera.

F_T (adimensional) Factor en función del periodo de retorno T .

Δ_{50} (adimensional) Desviación respecto al valor medio: intervalo de confianza correspondiente al cincuenta por ciento (50%)



La instalación se ubica en la zona 511. Los valores para cada periodo de retorno considerados son los siguientes:

Región	Valor medio, β_m	Desviación respecto al valor medio para el intervalo de confianza del			Período de retorno T (años), F_T				
		50% Δ_{50}	67% Δ_{67}	90% Δ_{90}	2	5	25	100	500
31	0,90	0,20	0,30	0,50	0,87	0,93	1,10	1,26	1,45
32	1,00	0,20	0,30	0,50	0,82	0,91	1,12	1,31	1,54
33	2,15	0,25	0,40	0,65	0,70	0,88	1,15	1,38	1,62
41	1,20	0,20	0,25	0,45	0,91	0,96	1,00	1,00	1,00
42	2,25	0,20	0,35	0,55	0,67	0,86	1,18	1,46	1,78

	5 años	10 años	25 años	50 años	75 años	100 años	250 años	500 años
F_t	0.88	1.00	1.15	1.228	1.305	1.38	1.530	1.62
β_M	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15
Δ_{50}	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
β^{DT}	1.67	1.84	2.19	2.33	2.48	2.62	2.91	3.08

6.1.7. RESULTADOS DE CAUDALES MÁXIMOS SEGÚN MÉTODO RACIONAL

Los caudales resultantes de la aplicación de la fórmula del método racional para periodos de retorno de 5, 10, 25, 50, 75, 100, 250, 500 años son los siguientes:

Cuenca	Área (Km²)	TC, horas	TR años	P0 mm	Prec, mm	Intensidad media máxima, mm/h	Coefficiente de escorrentía	Caudal m³/seg
Arroyo de Valdehondillo del Prado	6.239	2.233	5	17.66	39.77	9.64	0.18	3.50
			10	19.46	47.35	11.48	0.20	4.67
			25	23.07	56.82	13.77	0.21	5.71
			50	24.63	64.40	15.61	0.22	7.02
			75	26.18	69.13	16.76	0.23	7.64
			100	27.69	71.97	17.45	0.22	7.79
			250	30.70	82.39	19.97	0.23	9.30
			500	32.50	90.91	22.04	0.24	10.82
Barranco de los Muertos	0.964	1.666	5	25.52	42.00	12.90	0.10	0.38
			10	28.13	50.00	15.36	0.12	0.54
			25	33.35	60.00	18.43	0.12	0.67
			50	35.60	68.00	20.88	0.14	0.85
			75	37.85	73.00	22.42	0.14	0.93
			100	40.02	76.00	23.34	0.13	0.94
			250	44.37	87.00	26.72	0.14	1.14
			500	46.98	96.00	29.48	0.15	1.36
Arroyo de Navahondilla	3.231	2.392	5	24.11	40.57	9.61	0.10	1.06
			10	26.57	48.30	11.44	0.12	1.49
			25	31.51	57.96	13.72	0.13	1.83
			50	33.63	65.69	15.55	0.14	2.33
			75	35.75	70.52	16.70	0.14	2.54
			100	37.81	73.42	17.38	0.14	2.57
			250	41.92	84.05	19.90	0.15	3.12
			500	44.38	92.74	21.96	0.16	3.70
Arroyo de Valdehondillo	1.389	1.489	5	21.89	41.60	13.55	0.13	0.78
			10	24.12	49.52	16.13	0.15	1.07
			25	28.60	59.43	19.36	0.16	1.30
			50	30.53	67.35	21.94	0.17	1.63
			75	32.46	72.31	23.56	0.18	1.78
			100	34.32	75.28	24.52	0.17	1.81
			250	38.05	86.17	28.07	0.18	2.17
			500	40.29	95.09	30.98	0.19	2.55
Barranco de los Granados	0.482	0.750	5	25.66	42.00	20.64	0.10	0.28
			10	28.29	50.00	24.57	0.12	0.40
			25	33.54	60.00	29.48	0.12	0.49
			50	35.80	68.00	33.41	0.13	0.63
			75	38.06	73.00	35.87	0.14	0.69
			100	40.24	76.00	37.34	0.13	0.70
			250	44.62	87.00	42.75	0.14	0.85
			500	21.89	41.60	13.55	0.13	1.01

Tabla 6. Tabla de caudales máximos según el método racional.

6.1.8. HIDROGRAMAS PARA EL CÁLCULO HIDRÁULICO EN RÉGIMEN NO PERMANENTE

Con vistas de la simulación hidráulica, se han obtenido los hidrogramas para el cálculo en régimen no estacionario de los caudales obtenidos para los cauces públicos. Se ha aplicado el Método del Hidrograma Adimensional. Los parámetros de aplicación son los siguientes:

$$\text{Tiempo de punta} = 0.6 \cdot \text{Tiempo de concentración.}$$

$$\text{Tiempo de Base} = 2.67 \cdot \text{Tiempo de punta.}$$

Los Hidrogramas obtenidos de esta forma para los periodos de retorno de Máxima Crecida Ordinaria (5 años), 100 y 500 años, son los siguientes:

Tabla 7. Hidrogramas de los cauces públicos

Arroyo de Valdehondillo del Prado					
MCO (5 AÑOS)		100 AÑOS		500 AÑOS	
TIEMPO, seg	CAUDAL, m3/seg	TIEMPO, seg	CAUDAL, m3/seg	TIEMPO, seg	CAUDAL, m3/seg
0	0.00	0	0.00	0	0.00
884	0.05	884	0.12	884	0.16
1769	0.26	1769	0.58	1769	0.81
2653	0.56	2653	1.25	2653	1.73
3537	0.98	3537	2.18	3537	3.03
4422	1.51	4422	3.35	4422	4.65
5306	2.10	5306	4.67	5306	6.49
6190	2.70	6190	6.00	6190	8.33
7075	3.12	7075	6.93	7075	9.63
7959	3.40	7959	7.55	7959	10.49
8843	3.50	8843	7.79	8843	10.82
9728	3.43	9728	7.63	9728	10.60
10612	3.22	10612	7.16	10612	9.95
11496	2.94	11496	6.54	11496	9.09
12381	2.63	12381	5.84	12381	8.11
13265	2.28	13265	5.06	13265	7.03
14149	2.00	14149	4.44	14149	6.17
15918	1.51	15918	3.35	15918	4.65
17687	1.12	17687	2.49	17687	3.46
19455	0.84	19455	1.87	19455	2.60
21224	0.63	21224	1.40	21224	1.95
22993	0.46	22993	1.01	22993	1.41
24761	0.34	24761	0.76	24761	1.06
26530	0.26	26530	0.58	26530	0.81
30952	0.13	30952	0.28	30952	0.39
35373	0.06	35373	0.14	35373	0.19
39795	0.03	39795	0.07	39795	0.10
44217	0.01	44217	0.03	44217	0.04

Barranco de los Muertos					
MCO (5 AÑOS)		100 AÑOS		500 AÑOS	
TIEMPO, seg	CAUDAL, m3/seg	TIEMPO, seg	CAUDAL, m3/seg	TIEMPO, seg	CAUDAL, m3/seg
0	0.00	0	0.00	0	0.00
661	0.01	661	0.01	661	0.02
1321	0.03	1321	0.07	1321	0.10
1982	0.06	1982	0.15	1982	0.22
2642	0.11	2642	0.26	2642	0.38
3303	0.17	3303	0.40	3303	0.58
3963	0.23	3963	0.56	3963	0.81
4624	0.30	4624	0.72	4624	1.04
5284	0.34	5284	0.84	5284	1.21
5945	0.37	5945	0.91	5945	1.32
6606	0.38	6606	0.94	6606	1.36
7266	0.38	7266	0.92	7266	1.33
7927	0.35	7927	0.87	7927	1.25
8587	0.32	8587	0.79	8587	1.14
9248	0.29	9248	0.71	9248	1.02
9908	0.25	9908	0.61	9908	0.88
10569	0.22	10569	0.54	10569	0.77
11890	0.17	11890	0.40	11890	0.58
13211	0.12	13211	0.30	13211	0.43
14532	0.09	14532	0.23	14532	0.33
15853	0.07	15853	0.17	15853	0.24
17175	0.05	17175	0.12	17175	0.18
18496	0.04	18496	0.09	18496	0.13
19817	0.03	19817	0.07	19817	0.10
23120	0.01	23120	0.03	23120	0.05
26422	0.01	26422	0.02	26422	0.02
29725	0.00	29725	0.01	29725	0.01
33028	0.00	33028	0.00	33028	0.01

Arroyo de Navahondilla					
MCO (5 AÑOS)		100 AÑOS		500 AÑOS	
TIEMPO, seg	CAUDAL, m3/seg	TIEMPO, seg	CAUDAL, m3/seg	TIEMPO, seg	CAUDAL, m3/seg
0	0.00	0	0.00	0	0.00
947	0.02	947	0.04	947	0.06
1894	0.08	1894	0.19	1894	0.28
2842	0.17	2842	0.41	2842	0.59
3789	0.30	3789	0.72	3789	1.03
4736	0.46	4736	1.11	4736	1.59
5683	0.64	5683	1.54	5683	2.22
6630	0.82	6630	1.98	6630	2.85
7578	0.95	7578	2.29	7578	3.29
8525	1.03	8525	2.49	8525	3.59
9472	1.06	9472	2.57	9472	3.70
10419	1.04	10419	2.52	10419	3.62
11367	0.98	11367	2.37	11367	3.40
12314	0.89	12314	2.16	12314	3.10
13261	0.80	13261	1.93	13261	2.77
14208	0.69	14208	1.67	14208	2.40
15155	0.61	15155	1.47	15155	2.11
17050	0.46	17050	1.11	17050	1.59
18944	0.34	18944	0.82	18944	1.18
20839	0.25	20839	0.62	20839	0.89
22733	0.19	22733	0.46	22733	0.67
24628	0.14	24628	0.33	24628	0.48
26522	0.10	26522	0.25	26522	0.36
28416	0.08	28416	0.19	28416	0.28
33152	0.04	33152	0.09	33152	0.13
37889	0.02	37889	0.05	37889	0.07
42625	0.01	42625	0.02	42625	0.03
47361	0.00	47361	0.01	47361	0.01

Arroyo de Valdehondillo					
MCO (5 AÑOS)		100 AÑOS		500 AÑOS	
TIEMPO, seg	CAUDAL, m3/seg	TIEMPO, seg	CAUDAL, m3/seg	TIEMPO, seg	CAUDAL, m3/seg
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
537	0.01	537	0.03	537	0.04
1075	0.06	1075	0.14	1075	0.19
1612	0.12	1612	0.29	1612	0.41
2150	0.22	2150	0.51	2150	0.71
2688	0.34	2688	0.78	2688	1.10
3225	0.47	3225	1.08	3225	1.53
3763	0.60	3763	1.39	3763	1.97
4301	0.69	4301	1.61	4301	2.27
4838	0.76	4838	1.75	4838	2.48
5376	0.78	5376	1.81	5376	2.55
5913	0.76	5913	1.77	5913	2.50
6451	0.72	6451	1.66	6451	2.35
6989	0.66	6989	1.52	6989	2.14
7526	0.59	7526	1.35	7526	1.91
8064	0.51	8064	1.17	8064	1.66
8602	0.44	8602	1.03	8602	1.45
9677	0.34	9677	0.78	9677	1.10
10752	0.25	10752	0.58	10752	0.82
11827	0.19	11827	0.43	11827	0.61
12903	0.14	12903	0.33	12903	0.46
13978	0.10	13978	0.23	13978	0.33
15053	0.08	15053	0.18	15053	0.25
16128	0.06	16128	0.14	16128	0.19
18817	0.03	18817	0.07	18817	0.09
21505	0.01	21505	0.03	21505	0.05
24193	0.01	24193	0.02	24193	0.02
26881	0.00	26881	0.01	26881	0.01

Barranco de los Granados					
MCO (5 AÑOS)		100 AÑOS		500 AÑOS	
TIEMPO, seg	TIEMPO, seg	TIEMPO, seg	TIEMPO, seg	TIEMPO, seg	TIEMPO, seg
0	0.00	0	0.00	0	0.00
297	0.00	297	0.01	297	0.02
594	0.02	594	0.05	594	0.08
891	0.05	891	0.11	891	0.16
1188	0.08	1188	0.20	1188	0.28
1485	0.12	1485	0.30	1485	0.43
1783	0.17	1783	0.42	1783	0.60
2080	0.22	2080	0.54	2080	0.77
2377	0.25	2377	0.62	2377	0.90
2674	0.28	2674	0.68	2674	0.98
2971	0.28	2971	0.70	2971	1.01
3268	0.28	3268	0.68	3268	0.99
3565	0.26	3565	0.64	3565	0.93
3862	0.24	3862	0.59	3862	0.85
4159	0.21	4159	0.52	4159	0.75
4456	0.18	4456	0.45	4456	0.65
4753	0.16	4753	0.40	4753	0.57
5348	0.12	5348	0.30	5348	0.43
5942	0.09	5942	0.22	5942	0.32
6536	0.07	6536	0.17	6536	0.24
7130	0.05	7130	0.13	7130	0.18
7724	0.04	7724	0.09	7724	0.13
8318	0.03	8318	0.07	8318	0.10
8913	0.02	8913	0.05	8913	0.08
10398	0.01	10398	0.03	10398	0.04
11883	0.01	11883	0.01	11883	0.02
13369	0.00	13369	0.01	13369	0.01
14854	0.00	14854	0.00	14854	0.00

6.2. ESTUDIO HIDRÁULICO

Se ha comprobado como el cauce no está incluido en el Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables. Por ello se ha modelizado el cauce para obtener las distintas zonas relevantes para el proyecto definidas en el RPDH.

6.2.1. MODELO HIDRÁULICO

Se ha seleccionado un modelo bidimensional para la realización del estudio.

El software de simulación hidráulica seleccionado es el IBER en su versión 3.1.

6.2.2. TOPOGRAFÍA

En la modelización hidráulica se ha seleccionado la topografía proporcionada por el IGN, con el Vuelo LIDAR. Esta topografía ha sido trabajada para eliminar la vegetación del modelo.

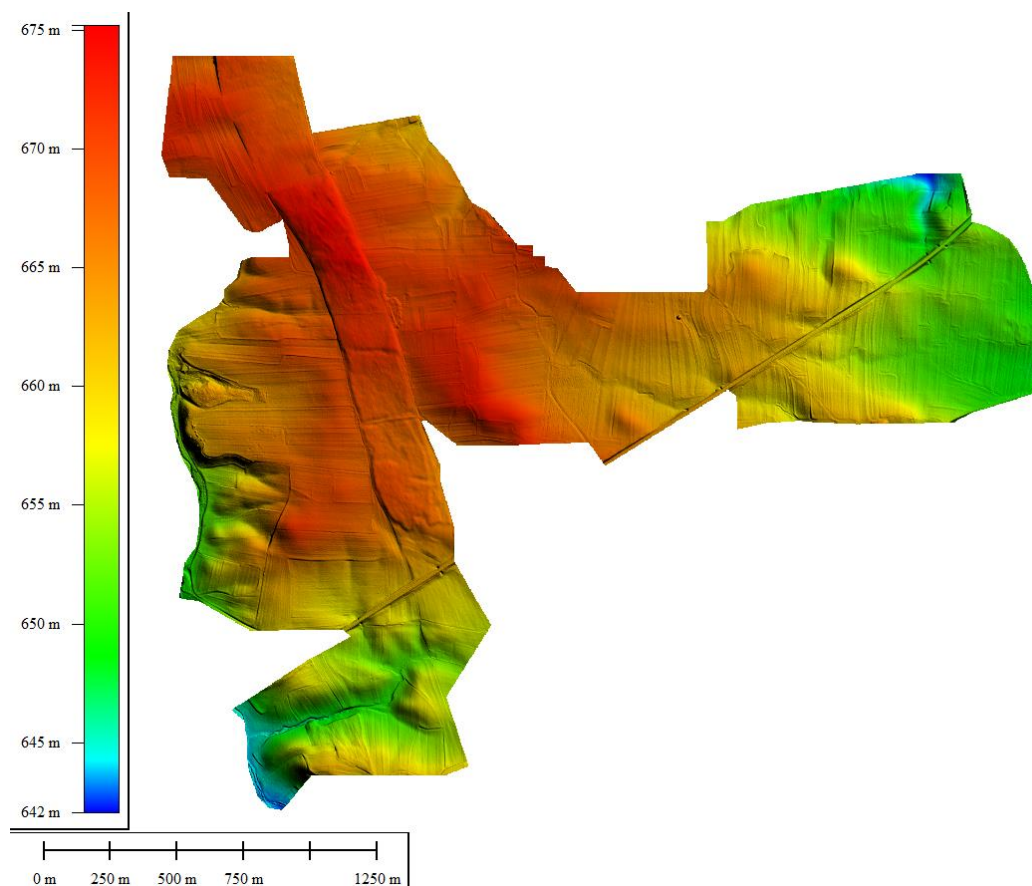


Ilustración 36. Mapa topográfico utilizado para la simulación hidráulica.

6.2.3. EL MODELO IBER

El modelo IBER permite realizar la modelización bidimensional del flujo en lámina libre en aguas poco profundas. IBER consta de un módulo hidrodinámico que permite la simulación bidimensional de cauces (y en consecuencia posibilita la definición de zonas inundables, la delimitación de vías de intenso desagüe o en general la zonificación del Dominio Público Hidráulico), un módulo de turbulencia y un módulo de transporte sólido por arrastre de fondo y en suspensión para la cuantificación de procesos de erosión y sedimentación.

El módulo hidrodinámico resuelve las ecuaciones de aguas someras promediadas en profundidad, también conocidas como 2D Shallow Water Equations (2D-SWE) o ecuaciones de Saint Venant bidimensionales.

En la actualidad, los modelos numéricos basados en las ecuaciones de aguas someras bidimensionales son los más utilizados en estudios de dinámica fluvial y litoral, evaluación de zonas inundables, y cálculo de transporte de sedimentos y contaminantes.

Se han modelizado los siguientes escenarios:

- a. Caudal de Máxima Crecida Ordinaria (5 años).
- b. Caudal de 100 años.
- c. Caudal 500 años.

6.2.4. MODELIZACIÓN HIDRÁULICA CON IBER

Los pasos necesarios para la realización del cálculo son los siguientes:

1. Creación o importación de la geometría.
2. Asignación de las condiciones de contorno e iniciales.
3. Asignar los parámetros de entrada.
4. Opciones generales de cálculo.
5. Construcción de la malla de cálculo.
6. Introducción de las obras de paso.
7. Calcular.

Los pasos enumerados quedan recogidos dentro del denominado pre-proceso.

6.2.4.1. GENERACIÓN DE LA GEOMETRÍA

Lo primero que se ha realizado es la definición de un ámbito de estudio. Esto se realiza atendiendo a la morfología del terreno, para que el flujo no alcance nunca el límite de la geometría (antes de llegar al límite de la simulación), y dando unas distancias a la entrada y salida lo suficientemente grandes para que, al alcanzar la inundación la zona de interés, las condiciones de borde no tengan una influencia relevante sobre la misma.

Se ha mallado con elementos irregulares de 1 m de lado para el cauce (50 m de buffer desde el centro) y 5 m para la zona exterior.



Ilustración 37. Detalle de la malla de cálculo

6.2.4.2. ASIGNACIÓN DE LAS CONDICIONES DE CONTORNO, CONDICIONES INICIALES Y OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL

Condiciones de contorno de entrada

Igual para todas las simulaciones. Se ha asignado un caudal total a través de los hidrogramas obtenidos del estudio hidrológico para los periodos de retorno considerados. El régimen considerado es Crítico / Subcrítico.

Se han introducido como fuentes, los caudales circulantes mostrados en el apartado 6.1.8., en los puntos siguientes:



Ilustración 38. Entradas y salidas del modelo.

Condiciones de contorno de salida: Condición de flujo Supercrítico/Crítico.

Condiciones iniciales: Se deben asignar a todo el dominio. En nuestro caso se ha asignado un calado de cero a toda la geometría, que se corresponde con el estado seco inicial.

Obras de drenaje transversal: Se ha optado por rebajar al cauce los terraplenes de los viales que cruzan los cauces.

6.2.5. ASIGNACIÓN DE LAS RUGOSIDADES (NÚMERO DE MANNING)

Los usos del suelo se han extraído del mapa de usos del suelo SIOSE. Sobre ortofoto y en la visita de campo se ha comprobado que se ciñe a la realidad existente.

Los valores de rugosidad Manning han sido extraídos del Anexo V "Valores del coeficiente de rugosidad de Manning asignados a los usos del suelo SIOSE y CLC2000" del documento denominado "**Guía Metodológica para el Desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables**" editado por el Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.

Se han definido los siguientes usos:

	Uso	Número de Manning
	Industrial	0.100
	Viario	0.100
	Leñoso	0.080
	Matorral	0.070
	Herbáceo	0.040
	Suelo desnudo	0.030

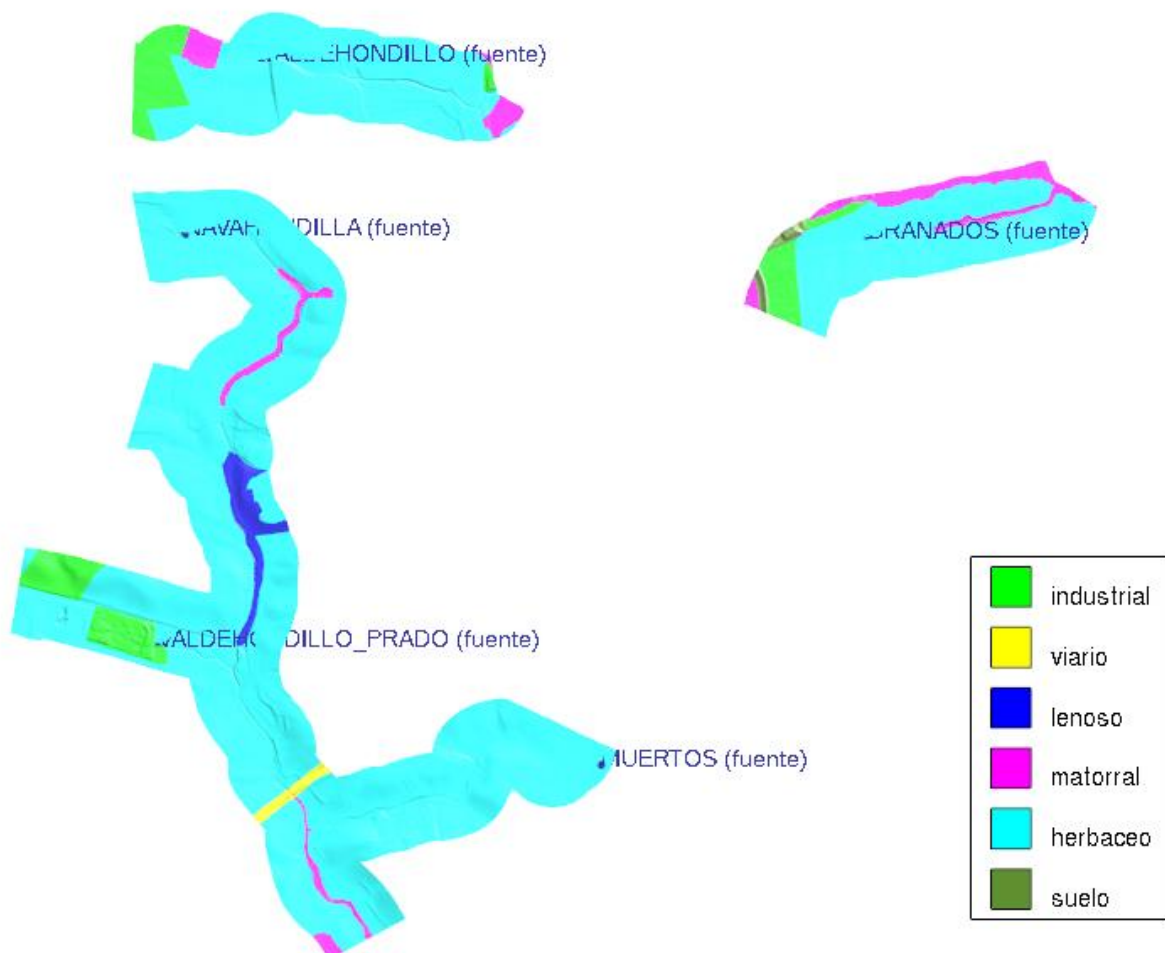


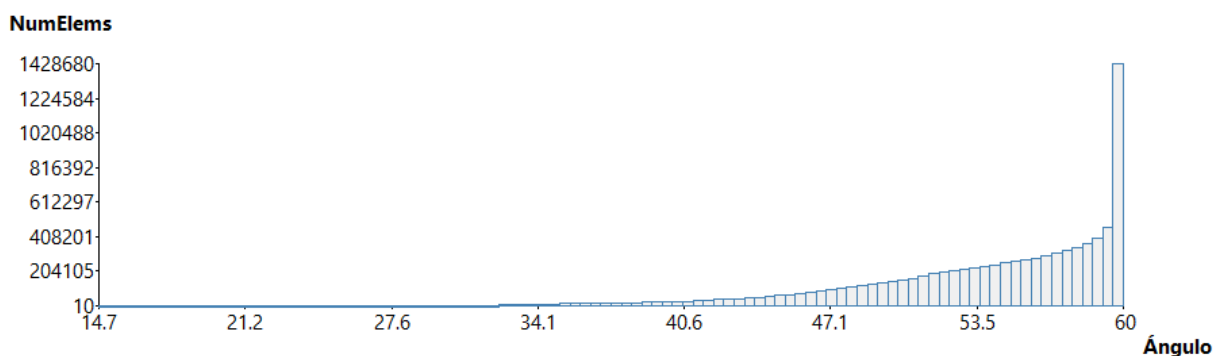
Ilustración 39. Mapa de rugosidades

6.2.6. GENERACIÓN DE LA MALLA DE CÁLCULO

Los módulos de IBER trabajan sobre una malla de volúmenes finitos formada por elementos triangulares y/o cuadriláteros. La malla de cálculo es un elemento fundamental para conseguir buenos resultados. IBER dispone de multitud de maneras de obtener una buena malla de cálculo, y en función de las características del problema un tipo de malla será mejor que otro.

IBER puede trabajar tanto con elementos triangulares como con cuadriláteros, o con mallas mixtas de triángulos y cuadriláteros. Las mallas de cálculo pueden ser a su vez regulares o irregulares, así como estructuradas o no estructuradas.

Se ha realizado una malla de elementos triangulares de 1 m de lado para la línea del cauce y 50 m de distancia, y de 5 m para el resto.



6.2.7. DATOS DE CÁLCULO

Los parámetros que controlamos son los siguientes:

- Parámetros de tiempo:
 - Incremento de tiempo máximo: Incremento de cálculo para satisfacer la condición de Courant.
 - Instante inicial: Valor del instante de tiempo de inicio del cálculo.
 - Tiempo máximo de simulación: Valor del instante de tiempo final del cálculo.
 - Intervalo de resultados: Fija el incremento de tiempo entre instantes de escritura de resultados.

Instante Inicial [s]	1800
Tiempo máximo de simulación [s]	40200
Intervalo de Resultados [s]	200

Ilustración 40. Parámetros de tiempo para las avenidas

- General:
 - Número de procesadores.
 - Esquema numérico: Se puede elegir entre esquemas numéricos de orden 1 ó 2 para realizar la discretización espacial.
 - CFL: Implica que el valor máximo del paso de tiempo utilizado para la integración temporal de las ecuaciones está limitado por la siguiente relación:

$$\Delta t_{CFL} = CFL \frac{\Delta x}{U + \sqrt{g \cdot h}} \text{ con } CFL \leq 1$$

Siendo Δx el tamaño de la malla de cálculo, U la velocidad del agua, g la aceleración de la gravedad, h el calado y CFL un parámetro que debe ser inferior o igual a 1.

- Límite Seco – mojado: fija el umbral del calado a partir del cual se considera que un elemento está seco. Se ha tomado como límite 1 mm de calado.

- Método de secado: hace referencia al algoritmo utilizado cuando un elemento para de tener un valor de calado superior al límite seco-mojado a un valor inferior.
- Condición de Courant estricta: Regula la forma de definir el tamaño de un elemento incremental de x utilizando la ecuación CFL. Se recomienda utilizar en el caso de mallas con elementos muy irregulares, por ejemplo, cuando utilizamos una TIN.
- Fricción de las paredes: Controlamos cómo se considera la fricción que los contornos cerrados del modelo (paredes) ejercen sobre el agua. Dicha fricción será mayor cuanto más rugoso sea el contorno y cuanto mayor sea la velocidad del agua en las proximidades del contorno.

Esquema Numérico: 1r Orden [Rápido] ▼

CFL: 0.45

Incremento de tiempo máximo [s]: 1

Límite Seco-Mojado [m]: 0.001

Opciones generales: Mostr ▼

Viscosidad molecular [m²/s]: 0.000001

Condicion de Courant Estricta: Desa ▼

Fricción en las paredes: Coeficiente de Mannin ▼

Manning pared: 0.015

Ilustración 41. Opciones generales de cálculo seleccionadas

- Turbulencia: No se ha considerado turbulencia en el modelo.
- Vía de intenso desagüe: Únicamente en el periodo de retorno de 100 años para el cálculo de la Zona de Flujo Preferente.

6.2.4. RESULTADOS

Una vez finalizados los cálculos se accede al post-proceso para visualizar los resultados. Los resultados, para cada uno de los periodos de retorno, que hemos considerado mostrar por considerarlos más relevantes para la finalidad del estudio son:

- Calado.
- Velocidad.

PERIODO DE RETORNO 5 AÑOS

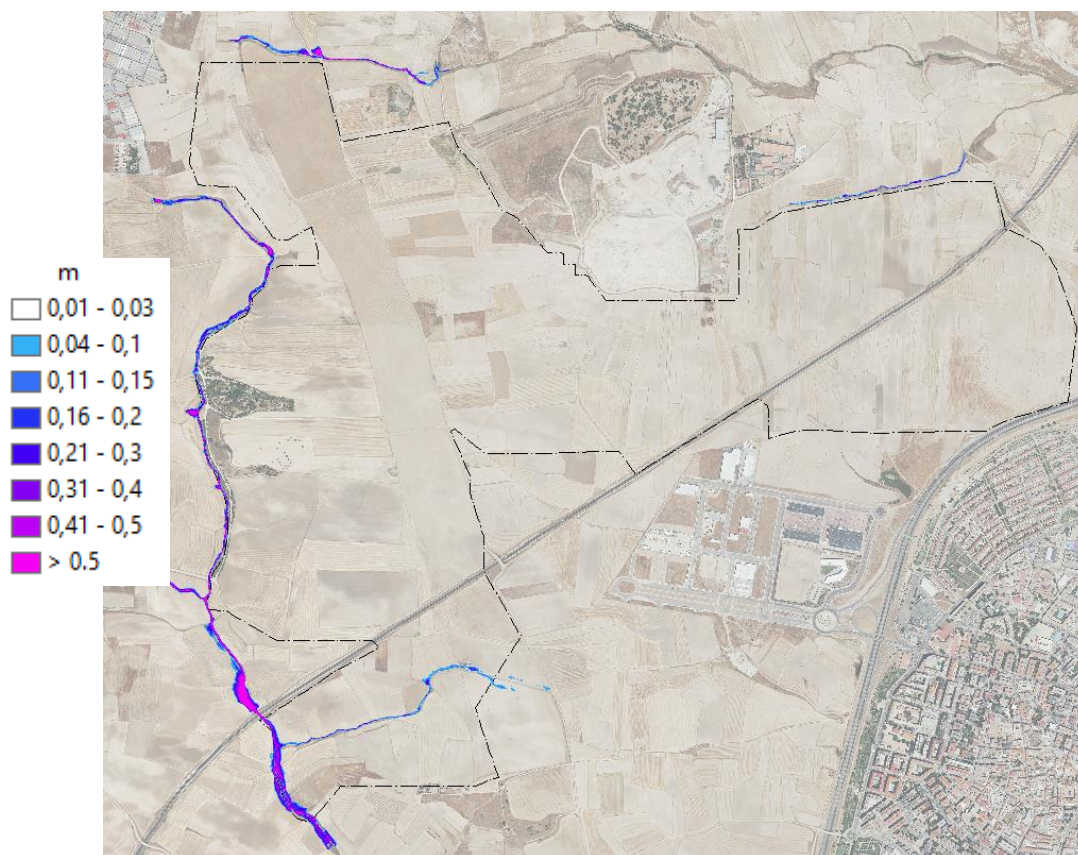


Ilustración 42. Mapa de calados Máxima crecida ordinaria

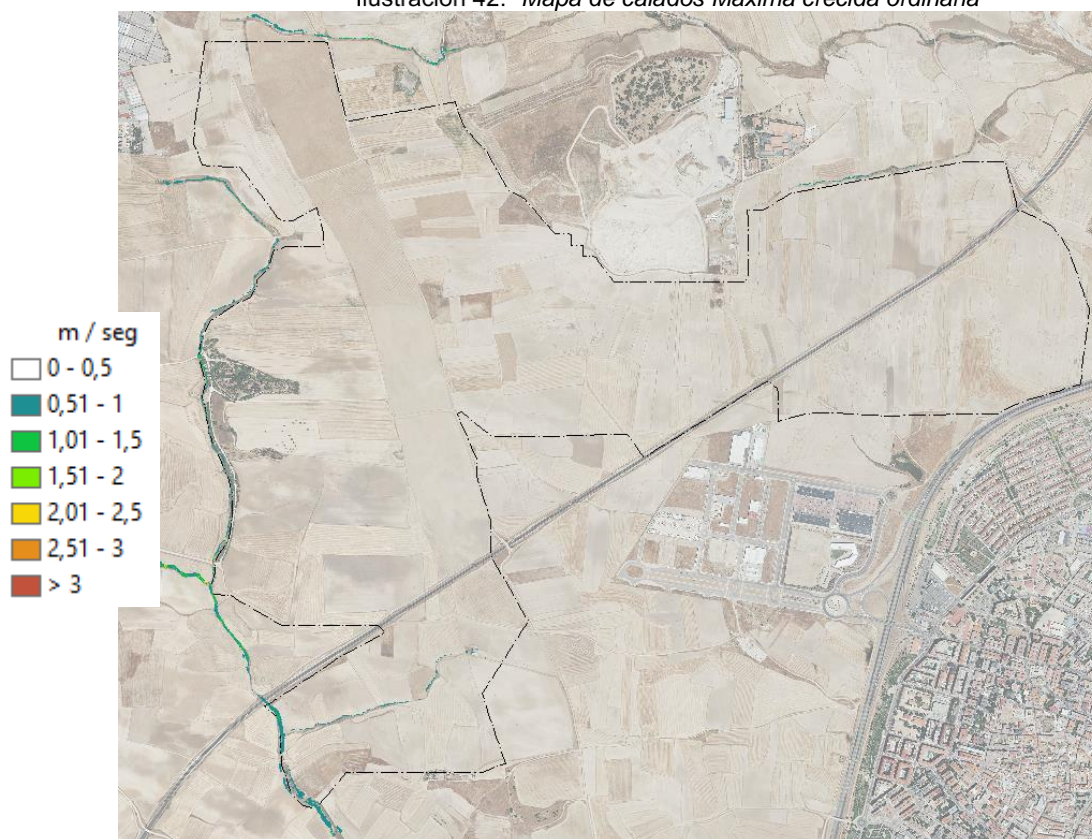


Ilustración 43. Mapa de velocidades máxima crecida ordinaria

PERIODO DE RETORNO 100 AÑOS

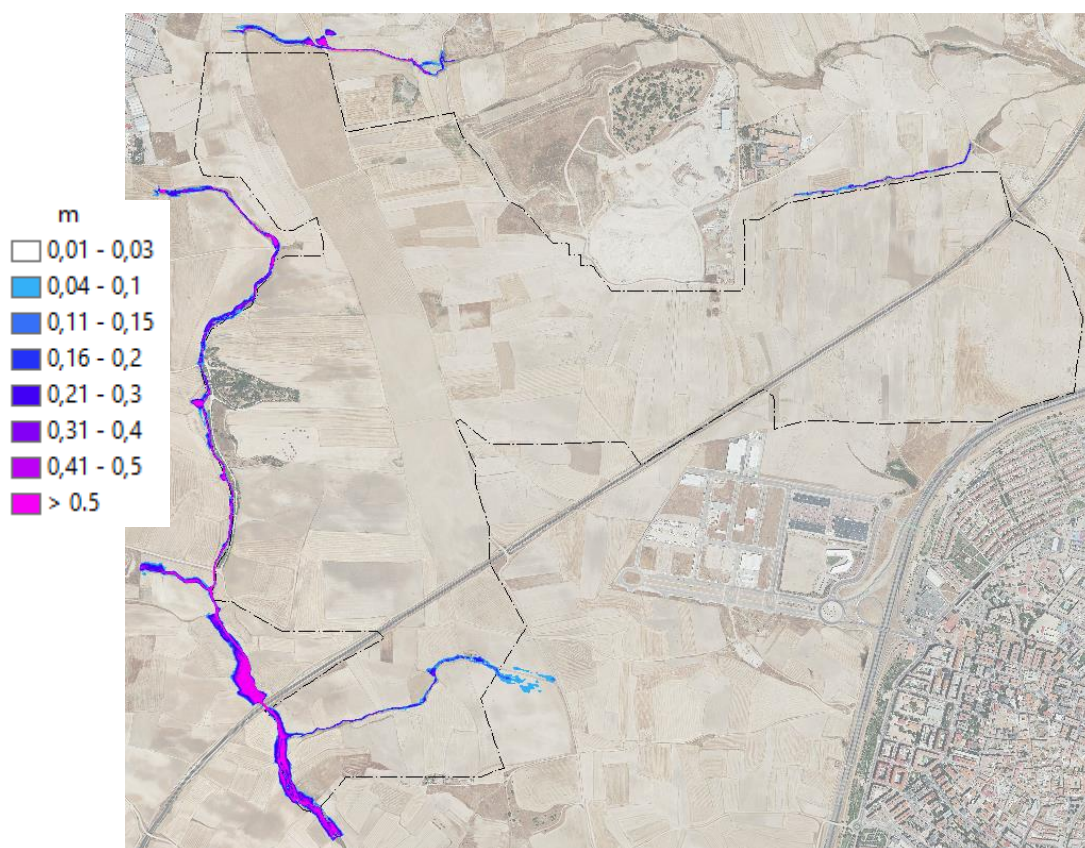


Ilustración 44. Mapa de calados TR 100 años

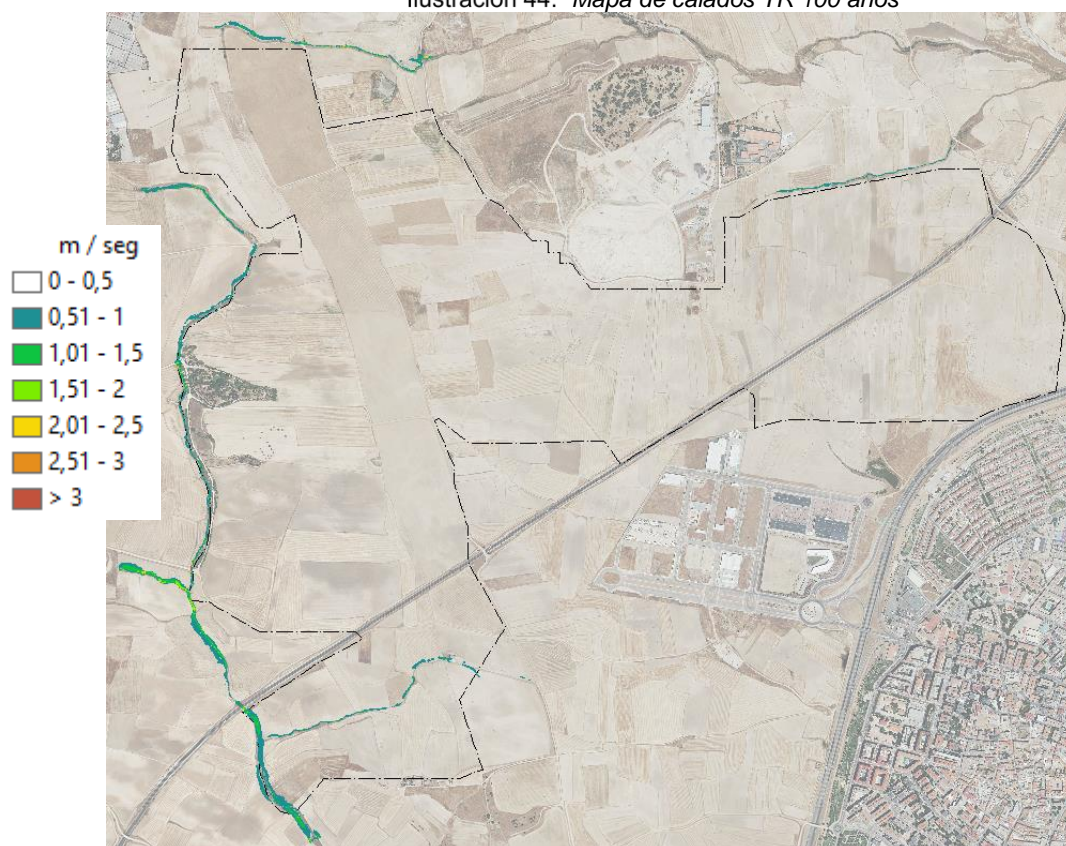


Ilustración 45. Mapa de velocidades TR100 años

PERIODO DE RETORNO 500 AÑOS

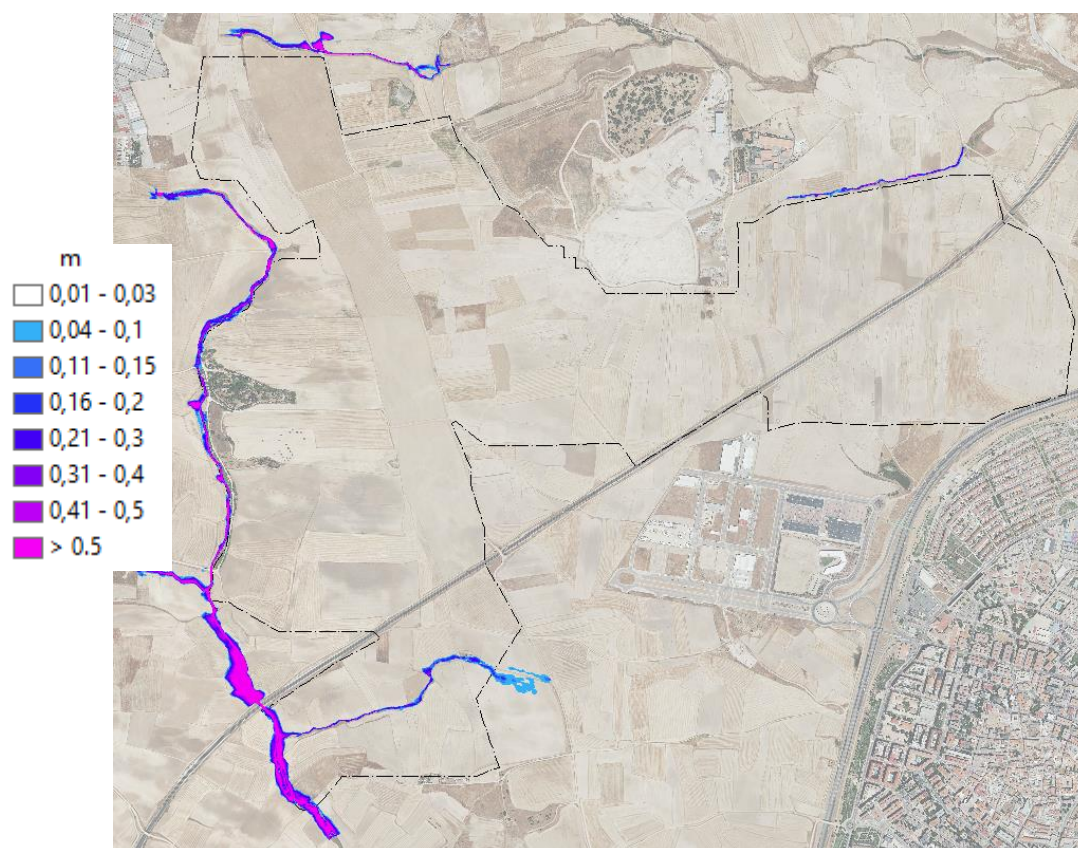


Ilustración 46. Mapa de calados TR 500 años

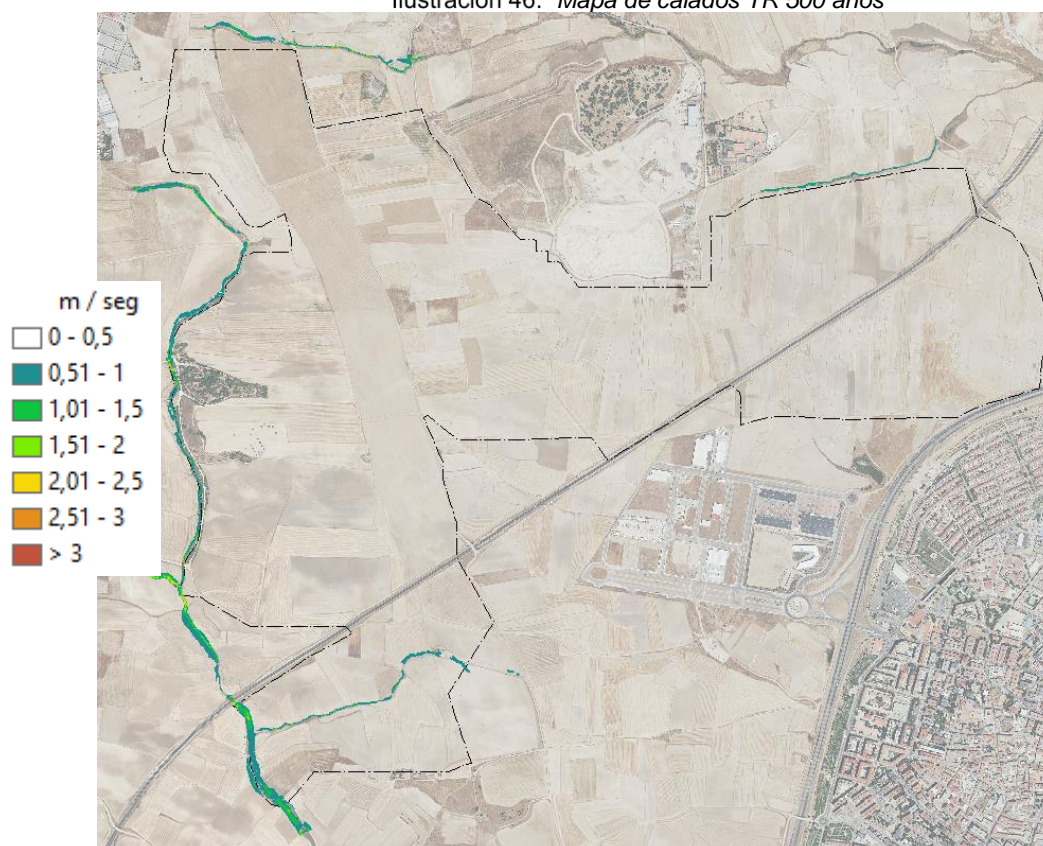


Ilustración 47. Mapa de velocidades TR500 años

6.3. CÁLCULO DE LA ZONA DE FLUJO PREFERENTE

Tal y como se indica en el Reglamento la zona de flujo preferente es *“aquella zona constituida por la unión de la zona o zonas donde se concentra preferentemente el flujo durante las avenidas, o vía de intenso desagüe, y de la zona donde, para la avenida de 100 años de período de retorno, se puedan producir graves daños sobre las personas y bienes, quedando delimitado su límite exterior mediante la envolvente de ambas zonas.”*

6.3.1. PELIGROSIDAD DEL FLUJO PARA LA AVENIDA DE 100 AÑOS

La zona en la que se pueden producir graves daños sobre las personas y bienes, zona de inundación peligrosa, para la avenida de período de retorno de 100 años, se define en el Reglamento como aquella en la que *“las condiciones hidráulicas durante la avenida satisfagan uno o más de los siguientes criterios:*

- a) *Que el calado sea superior a 1 m*
- b) *Que la velocidad sea superior a 1 m/s*
- c) *Que el producto de ambas variables sea superior a 0,5 m²/s.”*

El resto de la zona de inundación de la avenida de 100 años se considera zona de peligrosidad nula o moderada.

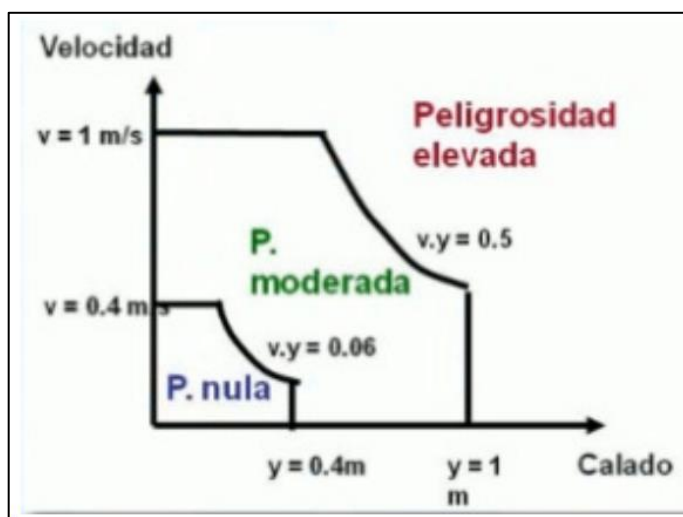


Ilustración 48. Rangos de peligrosidad de la inundación

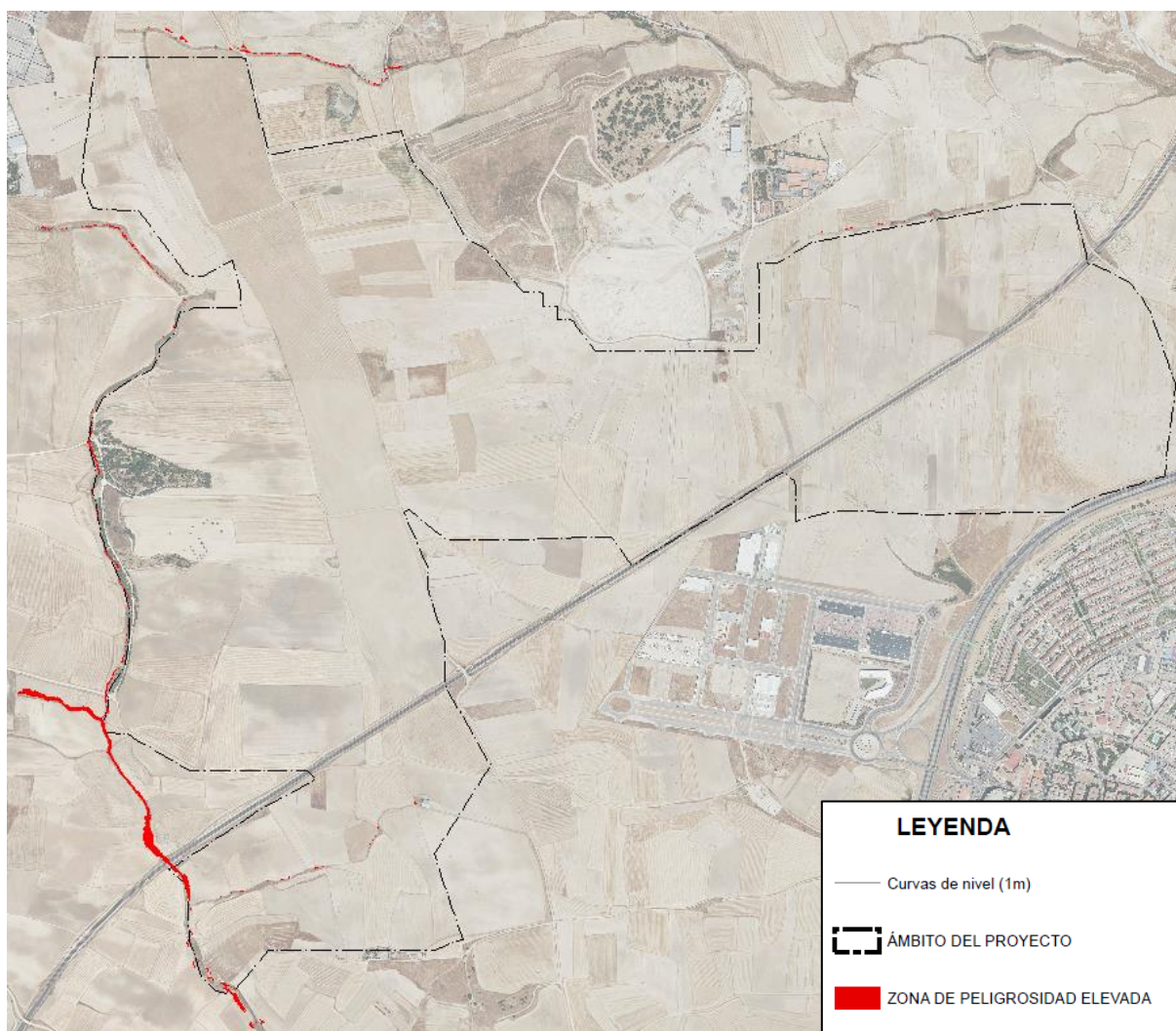


Ilustración 49. Zonas de inundación peligrosa

6.3.2. VÍA DE INTENSO DESAGÜE

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

La determinación de esta zona tiene una dificultad técnica y una incertidumbre puesto que, dependiendo del criterio que se emplee, se pueden obtener múltiples soluciones que cumplen la definición.

Para el presente trabajo, dada la desconexión de las manchas correspondientes a las zonas de inundación peligrosa y que está destinado a la ubicación correcta de un proyecto de planta solar fotovoltaica, se ha restringido la inundación correspondiente a la avenida de 100 años dentro de la zona de servidumbre calculada previamente.

De esta forma, si se cumple la condición de sobreelevación impone el RDPH (inferior a 30 - 50 cm), sabremos que la VID está incluida dentro de la zona de servidumbre.

Centrándonos en el cauce público en el cual la zona de inundación correspondiente a la avenida de periodo de retorno de 100 años, observamos que al restringir la avenida la sobreelevación es prácticamente nula y en ningún caso superior a 30 cm.

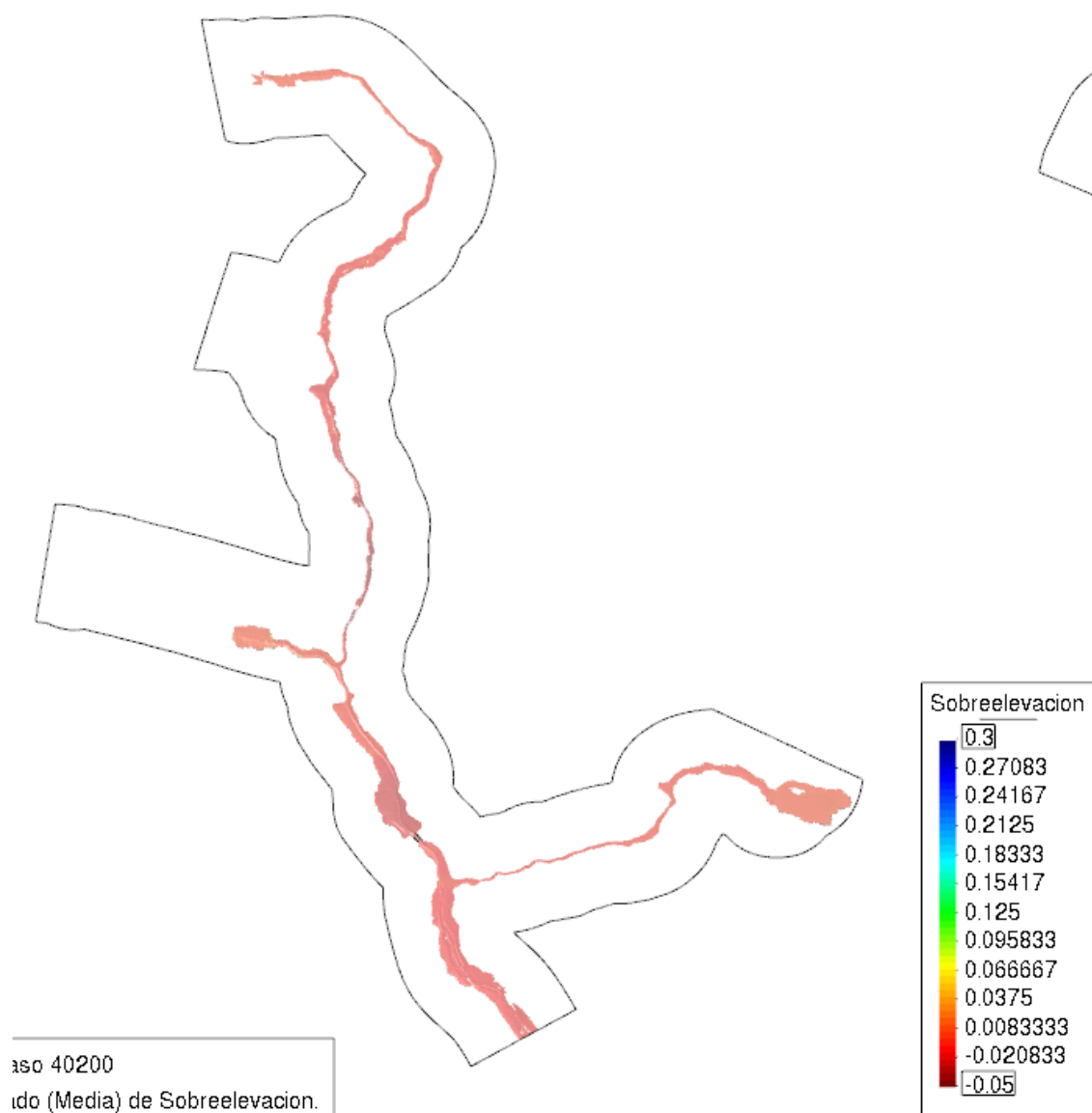


Ilustración 50. Mapa de sobreelevaciones de la avenida de 100 años al restringirla a la ZS. Se comprueba que es inferior a 30 cm en todo el ámbito.

6.3.3. ZONA DE FLUJO PREFERENTE Y ZONA DE SERVIDUMBRE

La zona unión de la Zona de Flujo Preferente con la Zona de Servidumbre se muestra a continuación, y en el anexo de planos a escala adecuada:



Ilustración 51. Zona de flujo preferente

6.4. DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO, ZONA DE SERVIDUMBRE Y ZONA DE POLICÍA

La delimitación del dominio público hidráulico es competencia de las Administraciones públicas.

Tal y como establece la Guía Metodológica del SNCZI, como resultado de esta modelización hidráulica se obtiene una delimitación de la zona inundada por la MCO que se procederá contrastar con la delimitada mediante criterios históricos y geomorfológicos y que, lógicamente, no tienen por qué coincidir.

En el presente estudio se realiza una delimitación de ésta en base a la avenida de periodo de retorno de 5 años. Con este dominio público hidráulico basado en la inundabilidad se realiza la delimitación de la zona de servidumbre (DPH + 5m) y zona de policía (DPH + 100 m).

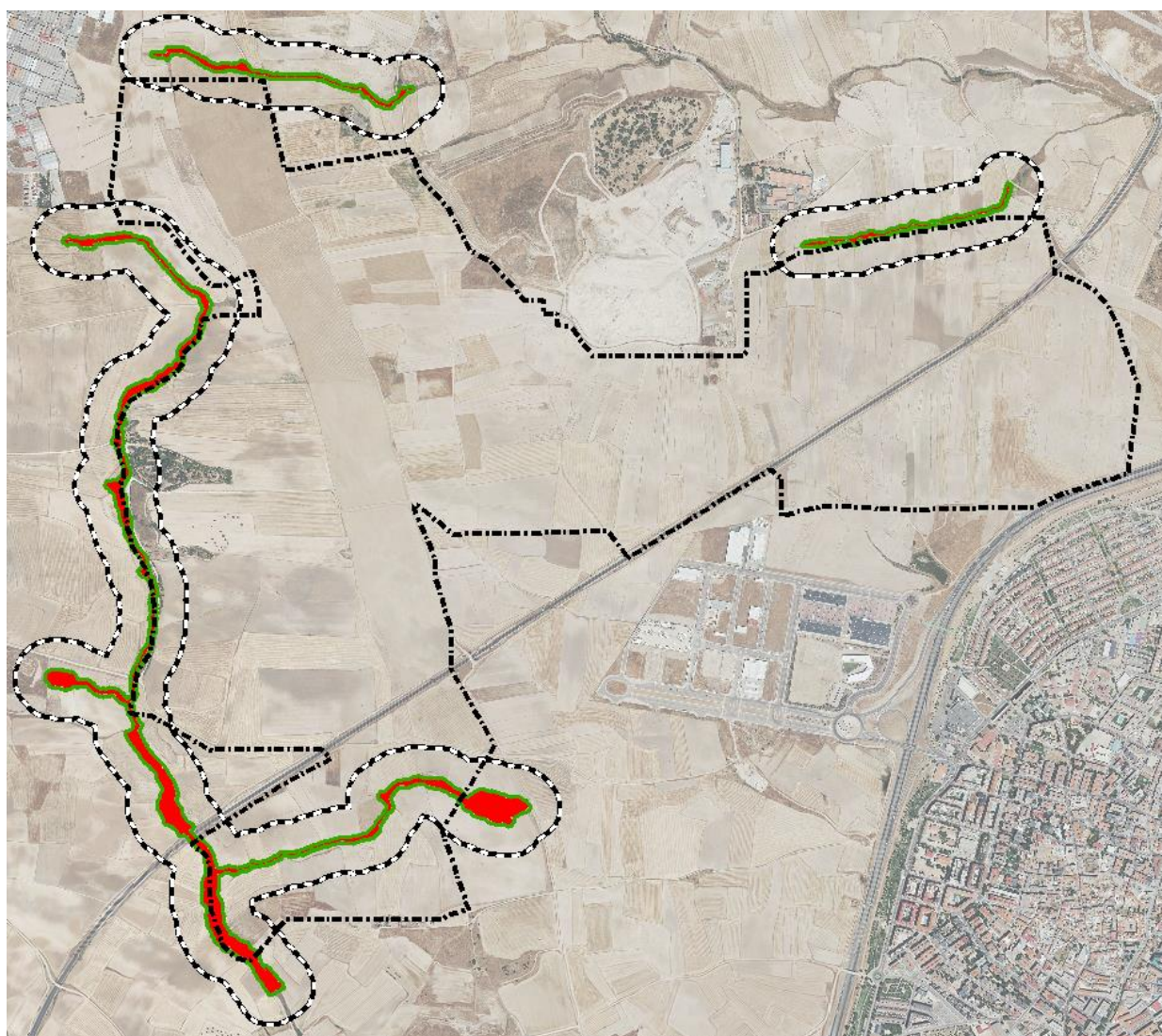


Ilustración 52. Zonas de DPH, zona de servidumbre y zona de policía.

- | Delimitación inicial PSF
- | Zona de Policía
- | Zona de Servidumbre
- | Zona de inundación TR10 años

7. AFECCIONES A LA DELIMITACIÓN INICIAL

De la delimitación inicial presentada se extraerán las zonas ocupadas por la zona de servidumbre y la zona de flujo preferente. Dicha unión se ha denominado en el presente estudio como zona de exclusión.

Las superficies ocupadas por cada una de las zonas se resumen en la siguiente tabla:

	SUPERFICIE AFECTADA, m²
Dominio público hidráulico propuesto basado en la inundabilidad	28.850,62
Zona de Servidumbre	48.471,63
Zona de Flujo Preferente + Zona de Servidumbre – Límite mínimo de vallado	48.471,62
Zona de Avenidas Extraordinarias 500 años	40.367,44

8. EQUIPO REDACTOR

El equipo redactor del presente ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO PARA LA TRAMITACIÓN DE LOS CAUCES PÚBLICOS QUE AFECTAN A LAS PLANTAS SOLARES FOTOVOLTAICAS "CRUZ" Y "VEGA" UBICADAS EN LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE FUENLABRADA, PARLA Y HUMANES DE MADRID (MADRID) está formado por los siguientes profesionales:

José Enrique Navarro García

- Licenciado en Ciencias Ambientales
- Especialista en Sistemas de Información Geográfica
- Técnico Superior en Prevención de Riesgos Laborales, especialidad en Seguridad e Higiene Industrial, Ergonomía y Psicosociología.
- Máster en sistemas de gestión de la calidad y medio ambiente. Nuevas tecnologías.

Luis García Ruz

- Licenciado en Geología
- Ingeniero Técnico de Minas
- Diplomado en Ingeniería Ambiental

Luis García Piñol

- Ingeniero Técnico Industrial
- Máster en Energías Renovables

En Málaga, junio 2022

ANEXOS

I. PRECIPITACIONES

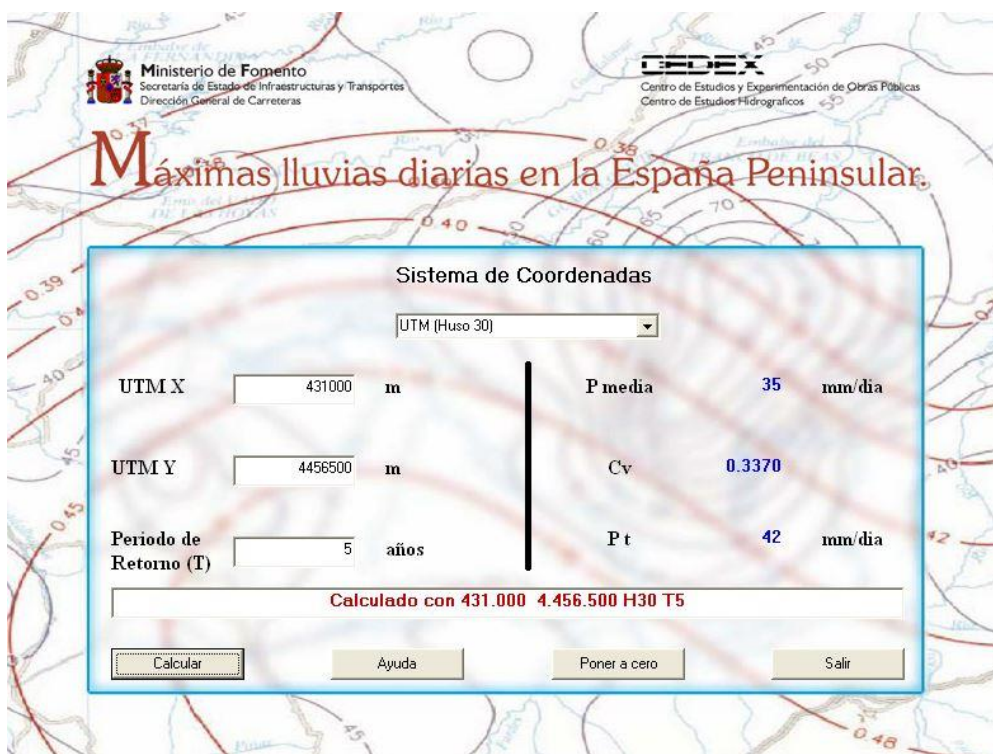
II. CAUDALES CAUCES PÚBLICOS. MÉTODO RACIONAL.

III. ANEXO DE PLANOS:

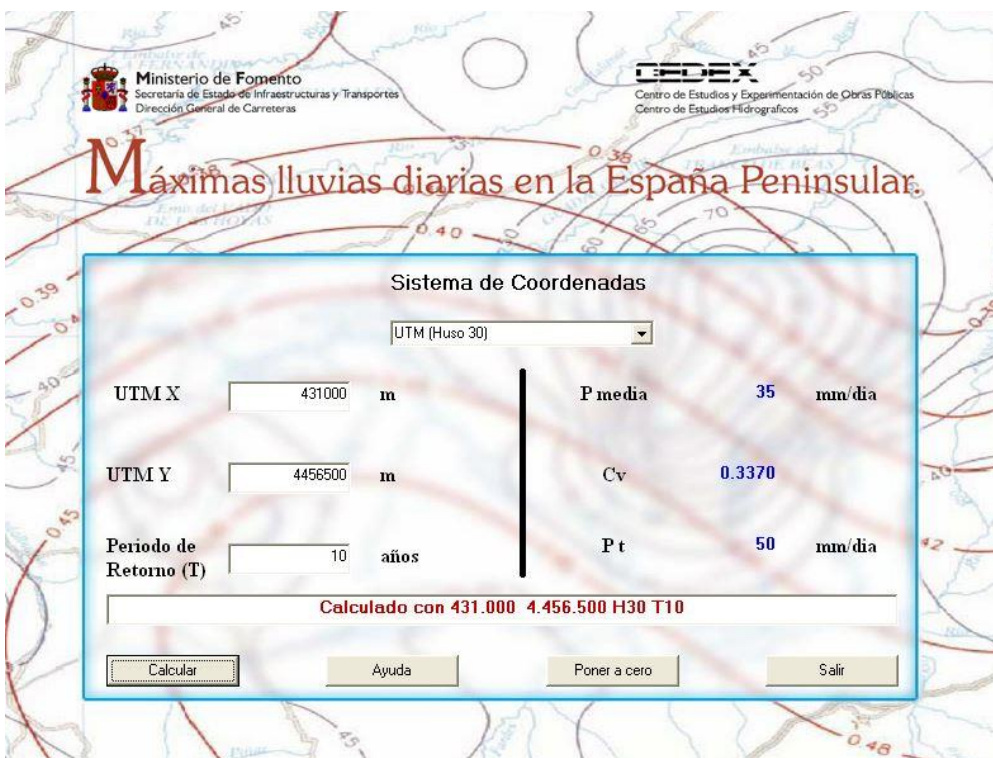
1. PLANO RÁSTER DE LOCALIZACIÓN
2. LOCALIZACIÓN SOBRE ORTOFOTO
3. MODELO TOPOGRÁFICO
4. PLANO DE CUENCAS DE CAUCES PÚBLICOS
5. UMBRAL DE ESCORRENTÍA
6. DELIMITACIÓN DE LA ZONA INUNDABLE MCO, ZS Y ZP.
7. DELIMITACIÓN DE LA ZONA INUNDABLE AVENIDAS EXTRAORDINARIAS 500 AÑOS Y ZONA DE FLUJO PREFERENTE.
8. DELIMITACIÓN DE LA ZONA DE EXCLUSIÓN (ZONA DE SERVIDUMBRE + ZONA DE FLUJO PREFERENTE).

PRECIPITACIONES

PRECIPITACIÓN 5 AÑOS



PRECIPITACIÓN 10 AÑOS



PRECIPITACIÓN 25 AÑOS

Ministerio de Fomento
Secretaría de Estado de Infraestructuras y Transportes
Dirección General de Carreteras

CEDEX
Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas
Centro de Estudios Hidrográficos

Máximas lluvias diarias en la España Peninsular.

Sistema de Coordenadas
UTM (Huso 30)

UTM X	431000	m	P media	35	mm/día
UTM Y	4456500	m	Cv	0.3370	
Periodo de Retorno (T)	25	años	P t	60	mm/día

Calculado con 431.000 4.456.500 H30 T25

Calcular Ayuda Poner a cero Salir

PRECIPITACIÓN 50 AÑOS

Ministerio de Fomento
Secretaría de Estado de Infraestructuras y Transportes
Dirección General de Carreteras

CEDEX
Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas
Centro de Estudios Hidrográficos

Máximas lluvias diarias en la España Peninsular.

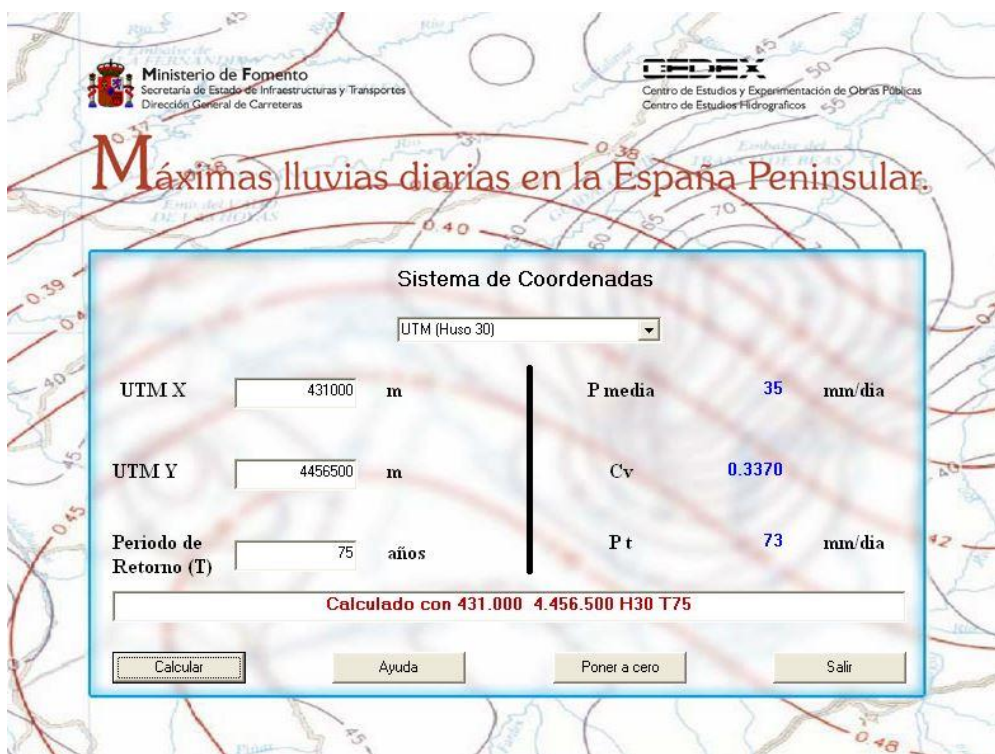
Sistema de Coordenadas
UTM (Huso 30)

UTM X	431000	m	P media	35	mm/día
UTM Y	4456500	m	Cv	0.3370	
Periodo de Retorno (T)	50	años	P t	68	mm/día

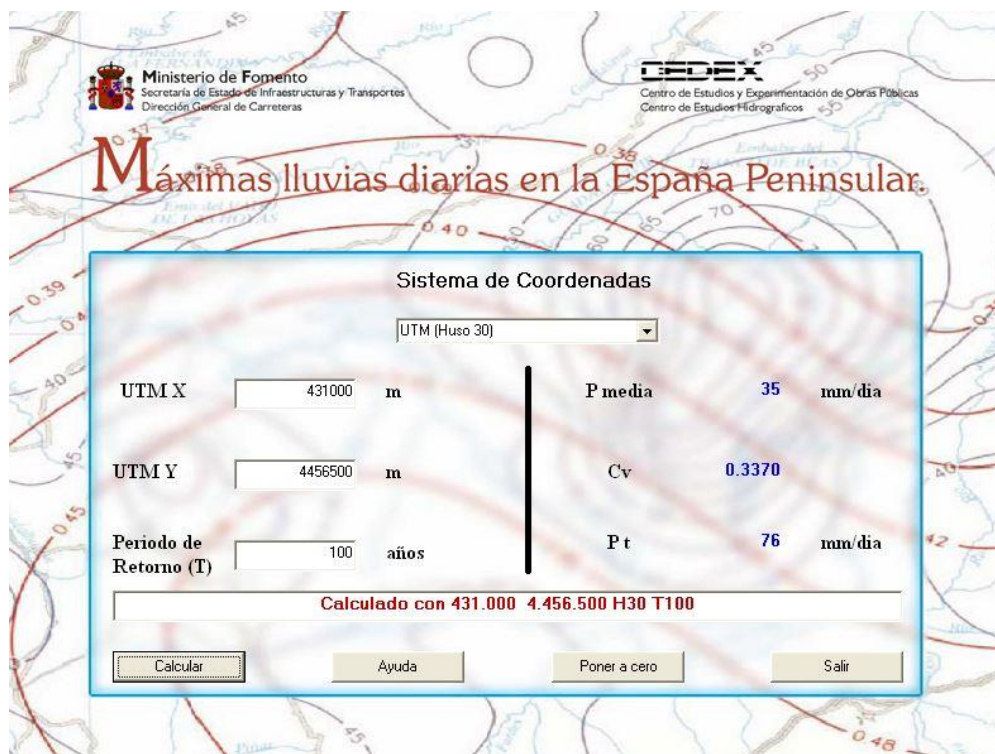
Calculado con 431.000 4.456.500 H30 T50

Calcular Ayuda Poner a cero Salir

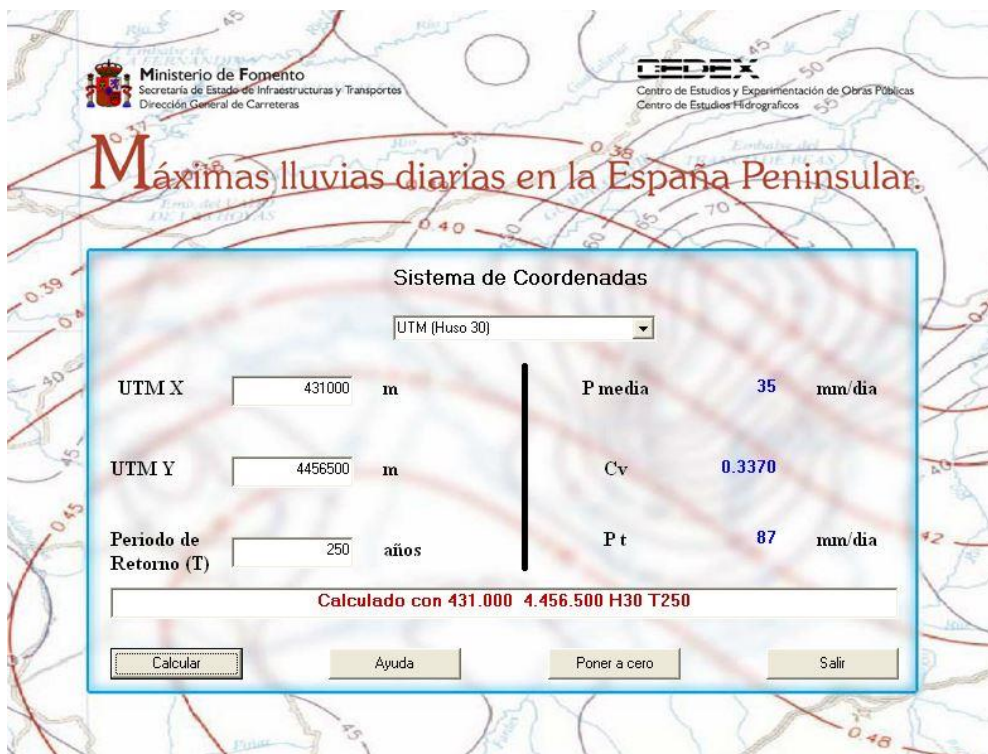
PRECIPITACIÓN 75 AÑOS



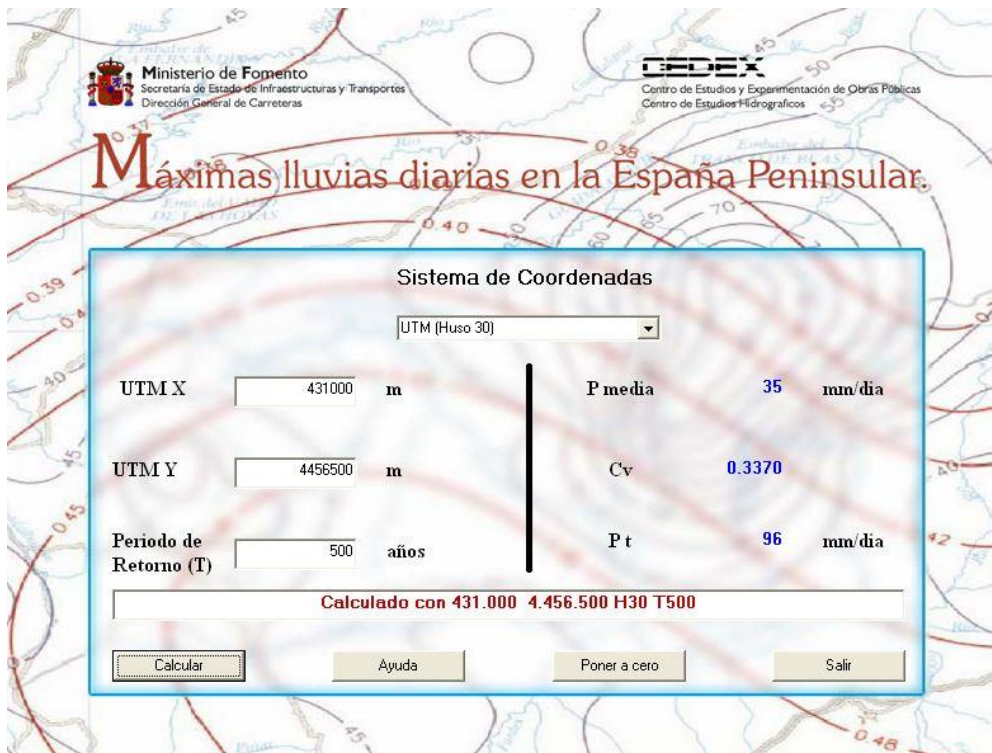
PRECIPITACIÓN 100 AÑOS



PRECIPITACIÓN 250 AÑOS



PRECIPITACIÓN 500 AÑOS



CAUDALES CAUCES PÚBLICOS. MÉTODO RACIONAL.

CÁLCULO DE CAUDALES MEDIANTE EL MÉTODO RACIONAL (NORMA 5.2. I.C.)

Arroyo Prado de la Casa

DATOS FÍSICOS

Área (km ²)	6.239
Longitud cauce máximo (km)	4.598
Pendiente media (m/m)	0.0115
Tiempo concentración (h)	2.233
Umbral escorrentía "P0" (mm)	10.560

DATOS HIDROLÓGICOS

Factor torrencialidad "I1/Id"	10
Factor reductor "KA"	0.947
Factor uniformidad "Kt"	1.163

	T 5	T 10	T 25	T 50	T 75	T 100	T 250	T 500
Precipitación inicial (mm)	42.00	50.00	60.00	68.00	73.00	76.00	87.00	96.00
Precipitación corregida (mm)	39.77	47.35	56.82	64.40	69.13	71.97	82.39	90.91
Intensidad media "Id" (mm/h)	1.5694	1.8683	2.2420	2.5409	2.7277	2.8398	3.2509	3.5872
Intensidad máxima "I" (mm/h)	9.64196	11.47852	13.77422	15.61079	16.75864	17.44735	19.97263	22.03876
Corrector P0: Factor "Ft"	0.880	0.970	1.150	1.228	1.305	1.380	1.530	1.620
Corrector P0: Factor "Bm"	2.150	2.150	2.150	2.150	2.150	2.150	2.150	2.150
Corrector P0: Factor "A50"	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250
U. escorrentía corregido "P0" (mm)	17.66	19.46	23.07	24.63	26.18	27.69	30.70	32.50
Coeficiente escorrentía "C"	0.18011	0.20197	0.20547	0.22313	0.22604	0.22138	0.23096	0.24352

RESULTADOS

	T 5	T 10	T 25	T 50	T 75	T 100	T 250	T 500
Caudales (m³/s)	3.50075	4.67331	5.70537	7.02174	7.63631	7.78621	9.29913	10.81902

CÁLCULO DE CAUDALES MEDIANTE EL MÉTODO RACIONAL (NORMA 5.2. I.C.)

Cauce Innominado

DATOS FÍSICOS

Área (km2)	0.964
Longitud cauce máximo (km)	2.930
Pendiente media (m/m)	0.0089
Tiempo concentración (h)	1.666
Umbral escorrentía "P0" (mm)	15.264

DATOS HIDROLÓGICOS

Factor torrencialidad "I1/Id"	10
Factor reductor "KA"	1.000
Factor uniformidad "Kt"	1.119

	T 5	T 10	T 25	T 50	T 75	T 100	T 250	T 500
Precipitación inicial (mm)	42.00	50.00	60.00	68.00	73.00	76.00	87.00	96.00
Precipitación corregida (mm)	42.00	50.00	60.00	68.00	73.00	76.00	87.00	96.00
Intensidad media "Id" (mm/h)	1.7500	2.0833	2.5000	2.8333	3.0417	3.1667	3.6250	4.0000
Intensidad máxima "I" (mm/h)	12.89844	15.35529	18.42634	20.88319	22.41872	23.34004	26.71820	29.48215
Corrector P0: Factor "Ft"	0.880	0.970	1.150	1.228	1.305	1.380	1.530	1.620
Corrector P0: Factor "Bm"	2.150	2.150	2.150	2.150	2.150	2.150	2.150	2.150
Corrector P0: Factor "A50"	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250
U. escorrentía corregido "P0" (mm)	25.52	28.13	33.35	35.60	37.85	40.02	44.37	46.98
Coeficiente escorrentía "C"	0.09951	0.11798	0.12096	0.13603	0.13852	0.13453	0.14275	0.15358

RESULTADOS

	T 5	T 10	T 25	T 50	T 75	T 100	T 250	T 500
Caudales (m3/s)	0.38465	0.54289	0.66792	0.85129	0.93064	0.94094	1.14299	1.35689

CÁLCULO DE CAUDALES MEDIANTE EL MÉTODO RACIONAL (NORMA 5.2. I.C.)

Arroyo Guaten (CAUCE PRINCIPAL)

DATOS FÍSICOS

Área (km2)	3.231
Longitud cauce máximo (km)	4.695
Pendiente media (m/m)	0.0087
Tiempo concentración (h)	2.392
Umbral escorrentía "P0" (mm)	14.419

DATOS HIDROLÓGICOS

Factor torrencialidad "I1/Id"	10
Factor reductor "KA"	0.966
Factor uniformidad "Kt"	1.175

	T 5	T 10	T 25	T 50	T 75	T 100	T 250	T 500
Precipitación inicial (mm)	42.00	50.00	60.00	68.00	73.00	76.00	87.00	96.00
Precipitación corregida (mm)	40.57	48.30	57.96	65.69	70.52	73.42	84.05	92.74
Intensidad media "Id" (mm/h)	1.6332	1.9443	2.3331	2.6442	2.8386	2.9553	3.3830	3.7330
Intensidad máxima "I" (mm/h)	9.60728	11.43724	13.72469	15.55465	16.69837	17.38461	19.90080	21.95950
Corrector P0: Factor "Ft"	0.880	0.970	1.150	1.228	1.305	1.380	1.530	1.620
Corrector P0: Factor "Bm"	2.150	2.150	2.150	2.150	2.150	2.150	2.150	2.150
Corrector P0: Factor "A50"	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250
U. escorrentía corregido "P0" (mm)	24.11	26.57	31.51	33.63	35.75	37.81	41.92	44.38
Coeficiente escorrentía "C"	0.10480	0.12351	0.12653	0.14179	0.14431	0.14027	0.14860	0.15955

RESULTADOS

	T 5	T 10	T 25	T 50	T 75	T 100	T 250	T 500
Caudales (m3/s)	1.06198	1.49000	1.83169	2.32630	2.54183	2.57213	3.11919	3.69567

CÁLCULO DE CAUDALES MEDIANTE EL MÉTODO RACIONAL (NORMA 5.2. I.C.)

Arroyo Navahondilla

DATOS FÍSICOS

Área (km2)	1.389
Longitud cauce máximo (km)	2.660
Pendiente media (m/m)	0.0109
Tiempo concentración (h)	1.489
Umbral escorrentía "P0" (mm)	13.090

DATOS HIDROLÓGICOS

Factor torrencialidad "I1/Id"	10
Factor reductor "KA"	0.990
Factor uniformidad "Kt"	1.105

	T 5	T 10	T 25	T 50	T 75	T 100	T 250	T 500
Precipitación inicial (mm)	42.00	50.00	60.00	68.00	73.00	76.00	87.00	96.00
Precipitación corregida (mm)	41.60	49.52	59.43	67.35	72.31	75.28	86.17	95.09
Intensidad media "Id" (mm/h)	1.7169	2.0439	2.4527	2.7797	2.9841	3.1067	3.5564	3.9243
Intensidad máxima "I" (mm/h)	13.55281	16.13429	19.36115	21.94264	23.55607	24.52413	28.07367	30.97784
Corrector P0: Factor "Ft"	0.880	0.970	1.150	1.228	1.305	1.380	1.530	1.620
Corrector P0: Factor "Bm"	2.150	2.150	2.150	2.150	2.150	2.150	2.150	2.150
Corrector P0: Factor "A50"	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250
U. escorrentía corregido "P0" (mm)	21.89	24.12	28.60	30.53	32.46	34.32	38.05	40.29
Coeficiente escorrentía "C"	0.13477	0.15481	0.15804	0.17433	0.17702	0.17271	0.18158	0.19323

RESULTADOS

	T 5	T 10	T 25	T 50	T 75	T 100	T 250	T 500
Caudales (m3/s)	0.77880	1.06506	1.30471	1.63107	1.77802	1.80603	2.17360	2.55236

CÁLCULO DE CAUDALES MEDIANTE EL MÉTODO RACIONAL (NORMA 5.2. I.C.)

Barranco de los Granados

DATOS FÍSICOS

Área (km2)	0.482
Longitud cauce máximo (km)	1.245
Pendiente media (m/m)	0.0193
Tiempo concentración (h)	0.750
Umbral escorrentía "P0" (mm)	15.348

DATOS HIDROLÓGICOS

Factor torrencialidad "I1/Id"	10
Factor reductor "KA"	1.000
Factor uniformidad "Kt"	1.048

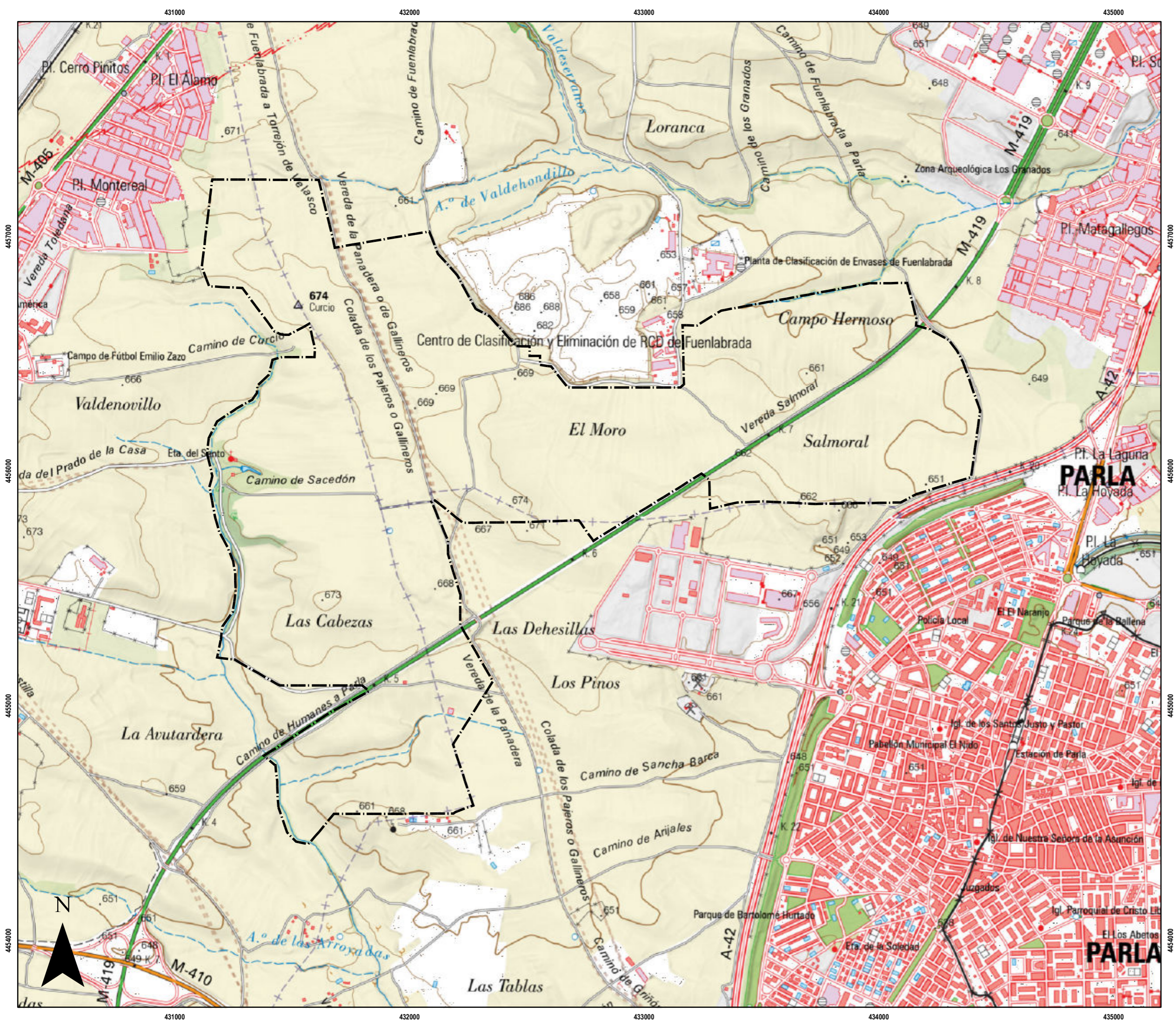
	T 5	T 10	T 25	T 50	T 75	T 100	T 250	T 500
Precipitación inicial (mm)	42.00	50.00	60.00	68.00	73.00	76.00	87.00	96.00
Precipitación corregida (mm)	42.00	50.00	60.00	68.00	73.00	76.00	87.00	96.00
Intensidad media "Id" (mm/h)	1.7500	2.0833	2.5000	2.8333	3.0417	3.1667	3.6250	4.0000
Intensidad máxima "I" (mm/h)	20.63565	24.56625	29.47950	33.41010	35.86673	37.34070	42.74528	47.16720
Corrector P0: Factor "Ft"	0.880	0.970	1.150	1.228	1.305	1.380	1.530	1.620
Corrector P0: Factor "Bm"	2.150	2.150	2.150	2.150	2.150	2.150	2.150	2.150
Corrector P0: Factor "A50"	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250
U. escorrentía corregido "P0" (mm)	25.66	28.29	33.54	35.80	38.06	40.24	44.62	47.24
Coeficiente escorrentía "C"	0.09823	0.11663	0.11960	0.13463	0.13711	0.13313	0.14133	0.15212

RESULTADOS

	T 5	T 10	T 25	T 50	T 75	T 100	T 250	T 500
Caudales (m3/s)	0.28429	0.40185	0.49450	0.63083	0.68972	0.69721	0.84728	1.00634

ANEXO DE PLANOS


1. PLANO RÁSTER DE LOCALIZACIÓN
2. LOCALIZACIÓN SOBRE ORTOFOTO
3. MODELO TOPOGRÁFICO
4. PLANO DE CUENCAS DE CAUCES PÚBLICOS
5. UMBRAL DE ESCORRENTÍA
6. DELIMITACIÓN DE LA ZONA INUNDABLE MCO, ZONA DE SERVIDUMBRE Y ZONA DE POLICÍA.
7. DELIMITACIÓN DE LA ZONA INUNDABLE AVENIDAS EXTRAORDINARIAS 500 AÑOS Y ZONA DE FLUJO PREFERENTE.
8. DELIMITACIÓN DE LA ZONA DE EXCLUSIÓN (ZONA DE SERVIDUMBRE + ZONA DE FLUJO PREFERENTE).



ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO
DE LAS PSFV "CRUZ" Y "VEGA"
UBICADAS EN LOS T.M.DE
FUENLABRADA, PARLA Y HUMANES
DE MADRID (MADRID)

LOCALIZACIÓN SOBRE
TOPOGRÁFICO NACIONAL

LEYENDA

 Limite PSFV "CRUZ" y "VEGA"

Nº DE PLANO	ESCALA
1	1 : 15.000

Nº DE EXP.:	FORMATO:
33 / 22	A-3

FECHA
JUNIO 2022


--



**ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO
DE LAS PSFV "CRUZ" Y "VEGA"
UBICADAS EN LOS T.M.DE
FUENLABRADA, PARLA Y HUMANES
DE MADRID (MADRID)**

**LOCALIZACIÓN SOBRE
ORTOFOTO**

LEYENDA

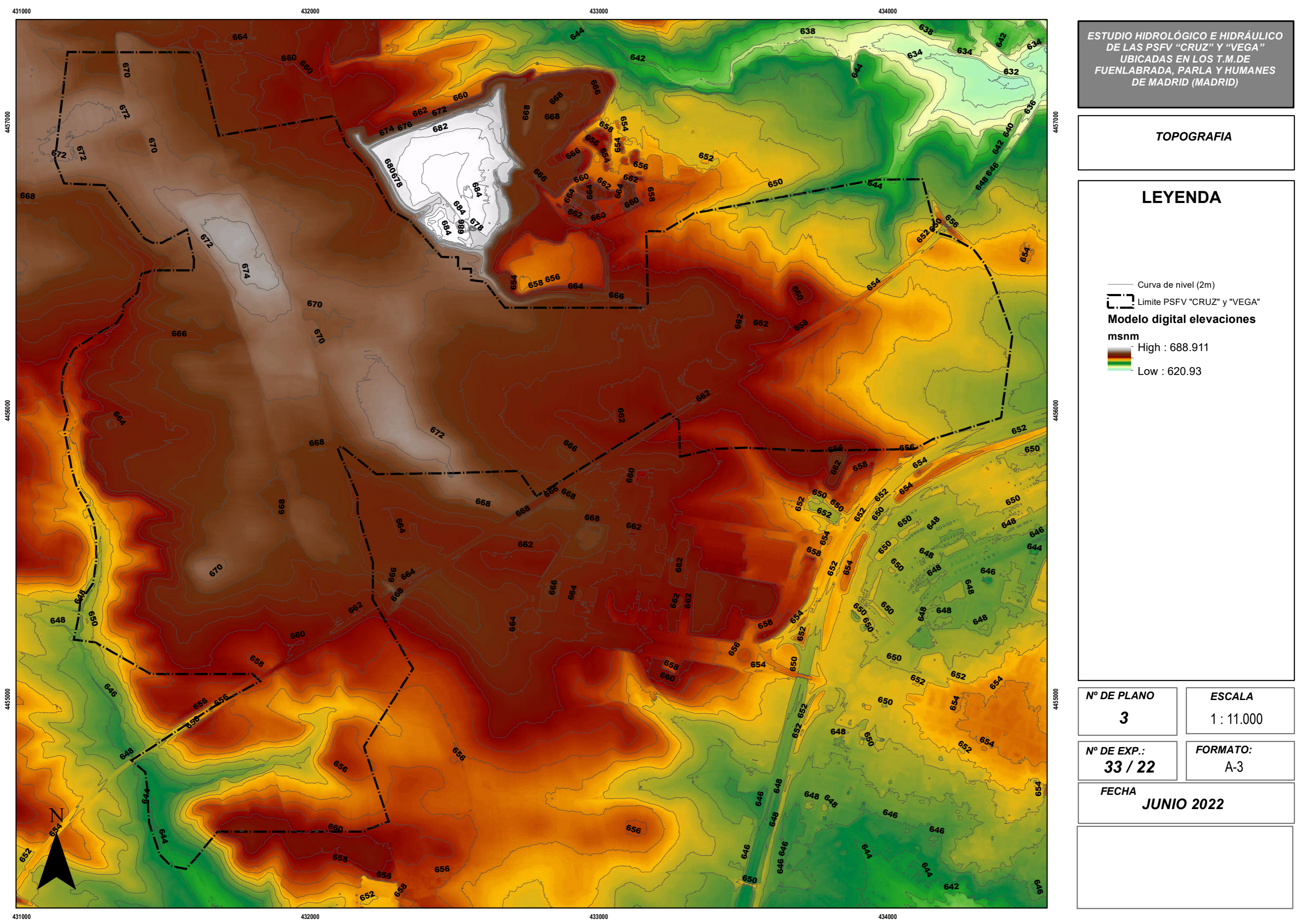
 Limite PSFV "CRUZ" y "VEGA"

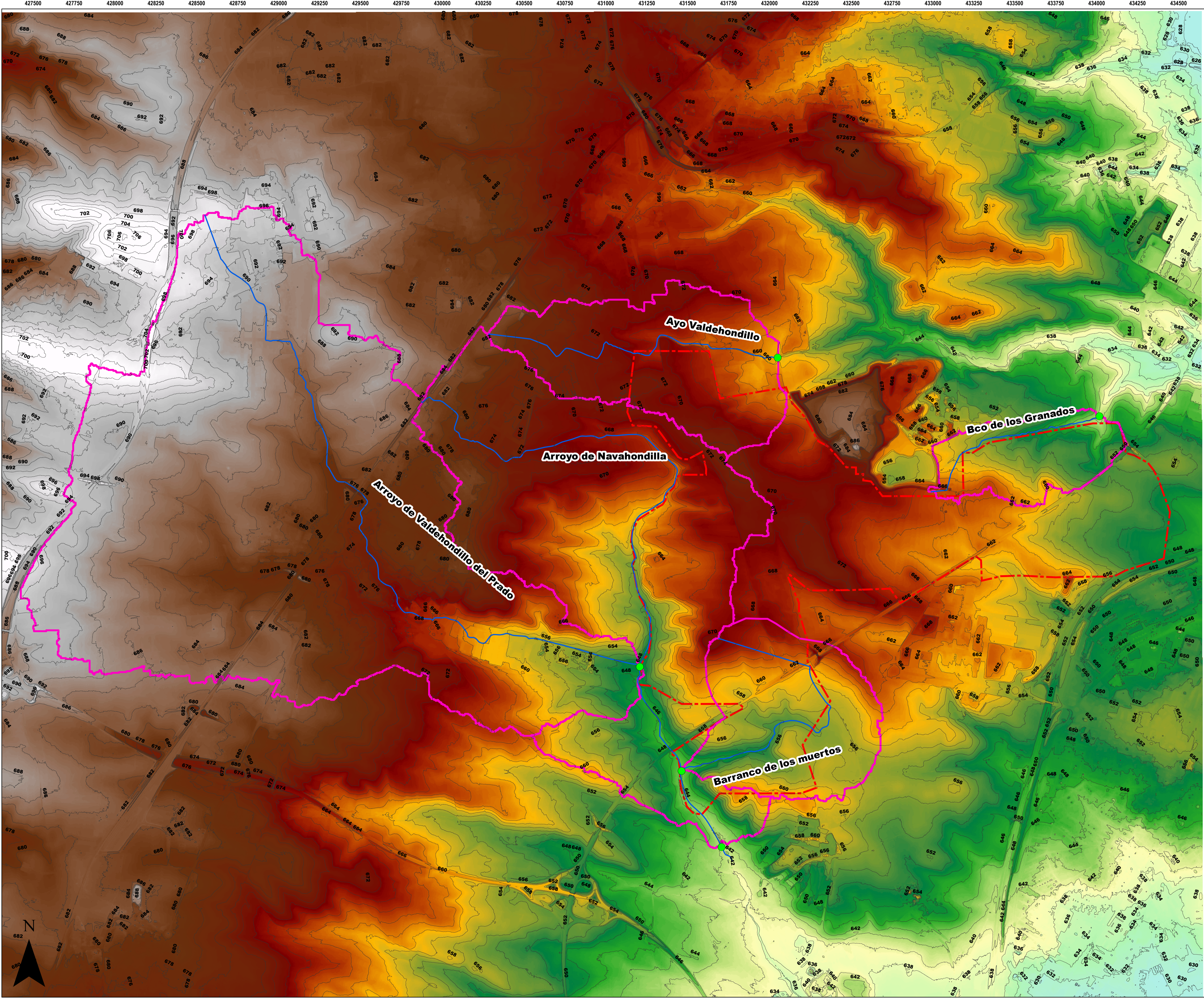
Nº DE PLANO 2	ESCALA 1 : 12.500
--------------------------------	-----------------------------

Nº DE EXP.: 33 / 22	FORMATO: A-3
--------------------------------------	------------------------

FECHA JUNIO 2022

--





LEYENDA

Puntos de cálculo de caudal

Curvas de nivel (2m)

Cauce más largo

Cuencas cauces públicos

Limite PSFV "CRUZ" y "VEGA"

Modelo Digital de Elevaciones

msnm

High : 706,464

Low : 623,188

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO
DE LAS PSFV "CRUZ" Y "VEGA"
UBICADAS EN LOS T.M.DE
FUENLABRADA, PARLA Y HUMANES
DE MADRID (MADRID)

PLANO DE CUENCAS
DE CAUCES PÚBLICOS

Nº DE PLANO

4.1.

ESCALA

1 : 10.500

Nº DE EXPEDIENTE:

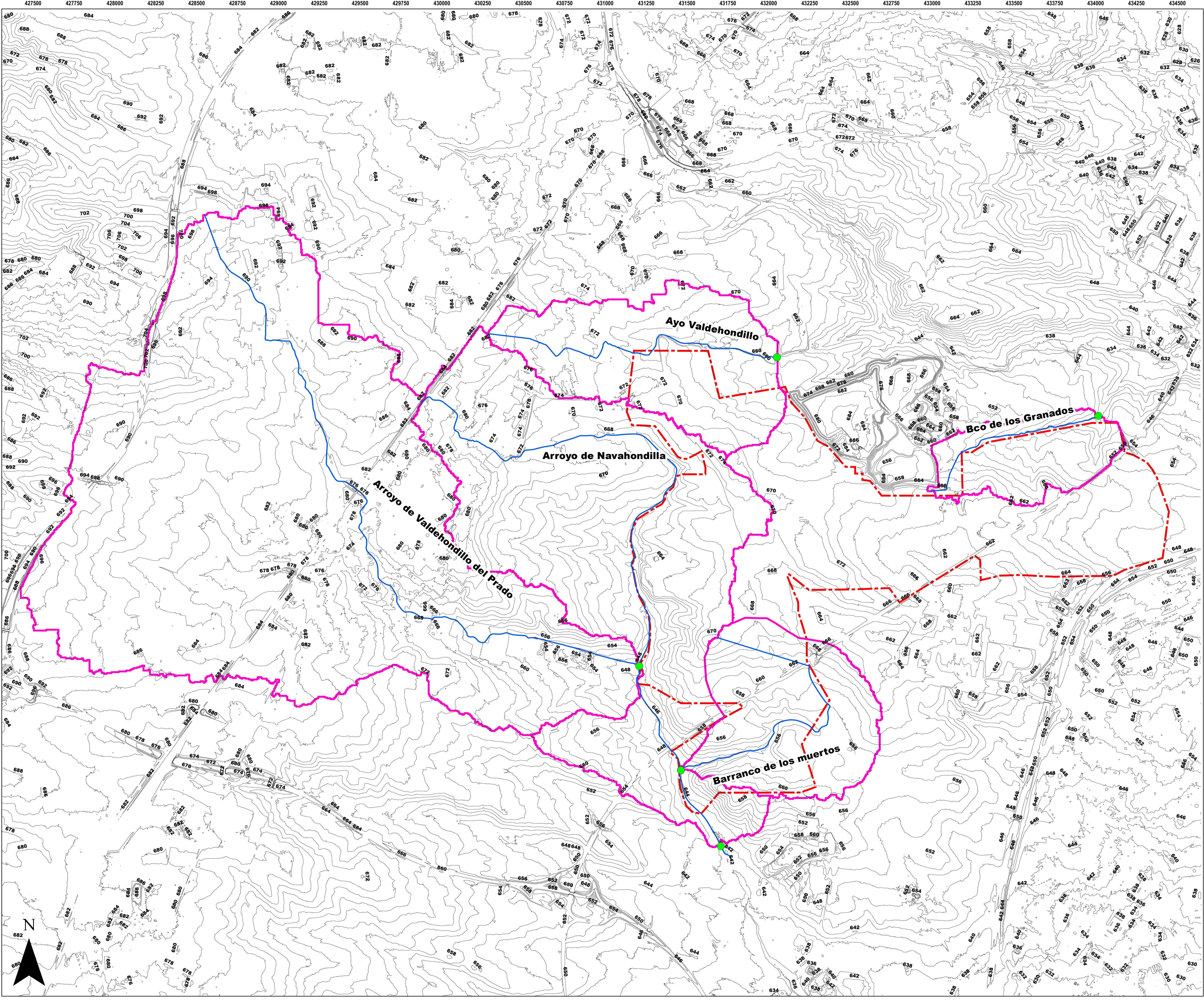
33 / 22

FORMATO:

A - 1

FECHA

JUNIO 2022



LEYENDA

- Puntos de cálculo de caudal
- Curvas de nivel (2m)
- Cauce más largo
- Cuencas cauces públicos
- Limite PSFV "CRUZ" y "VEGA"

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO
DE LAS PSFV "CRUZ" Y "VEGA"
UBICADAS EN LOS T.M.DE
FUENLABRADA, PARLA Y HUMANES
DE MADRID (MADRID)

PLANO DE CUENCAS
DE CAUCES PÚBLICOS

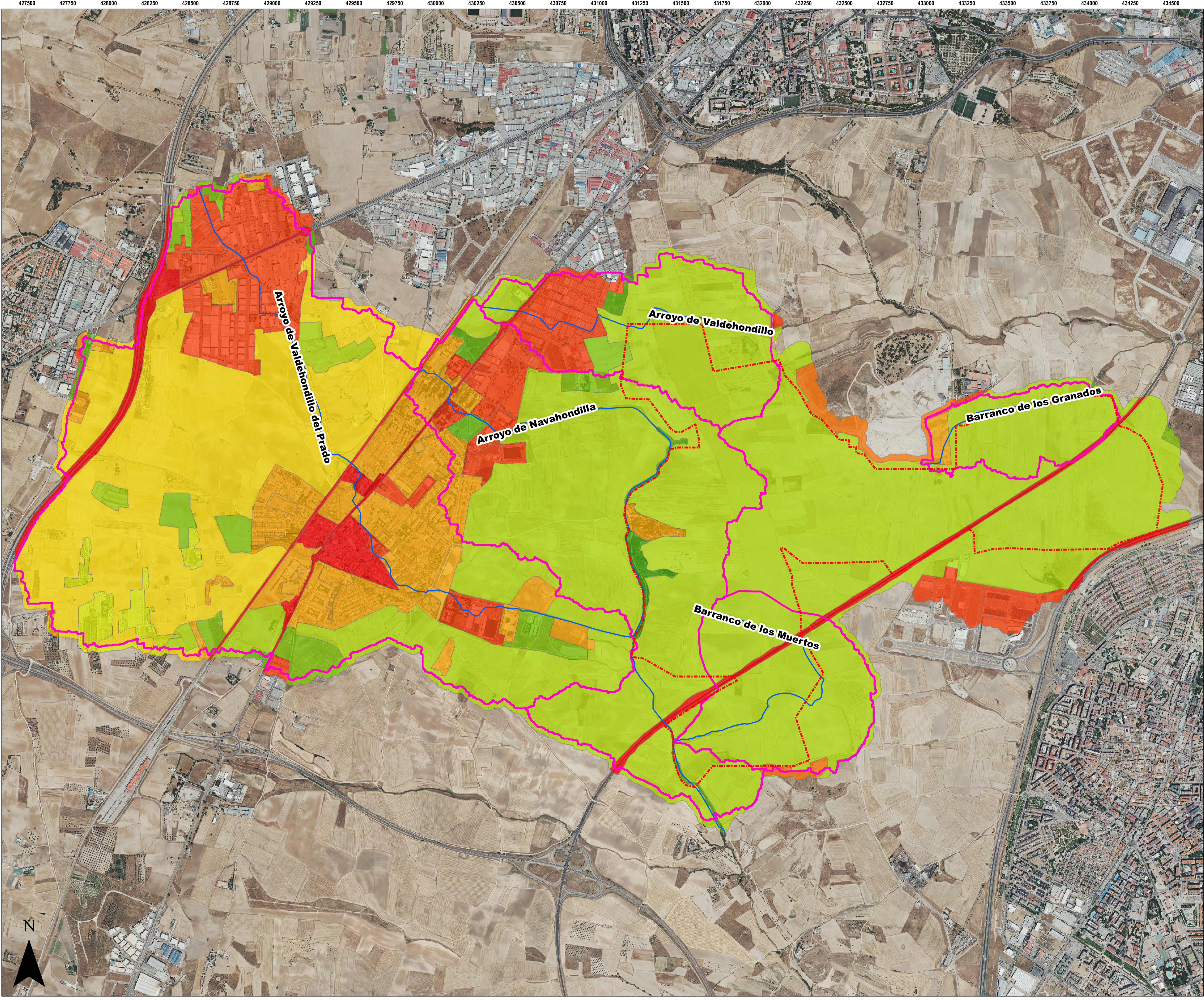
Nº DE PLANO
4.2.

ESCALA
1 : 10.500

Nº DE EXPEDIENTE:
33 / 22

FORMATO:
A-1

FECHA
JUNIO 2022



LEYENDA

- Limité de la instalación
- Cuencas cauces públicos
- Cauce más largo
- Cuencas drenantes

P0

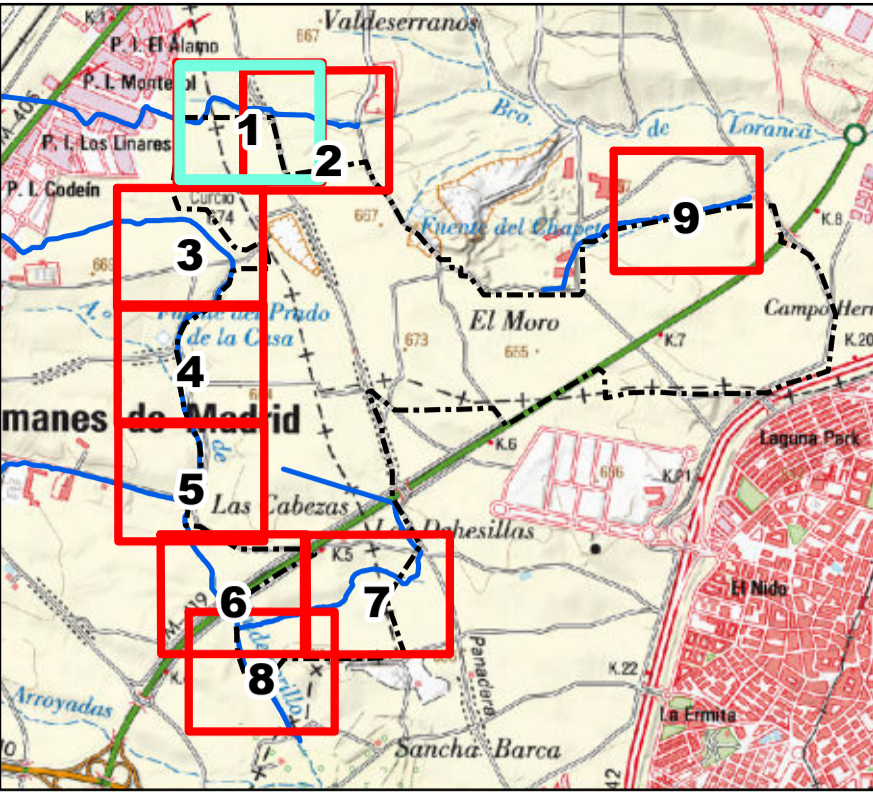
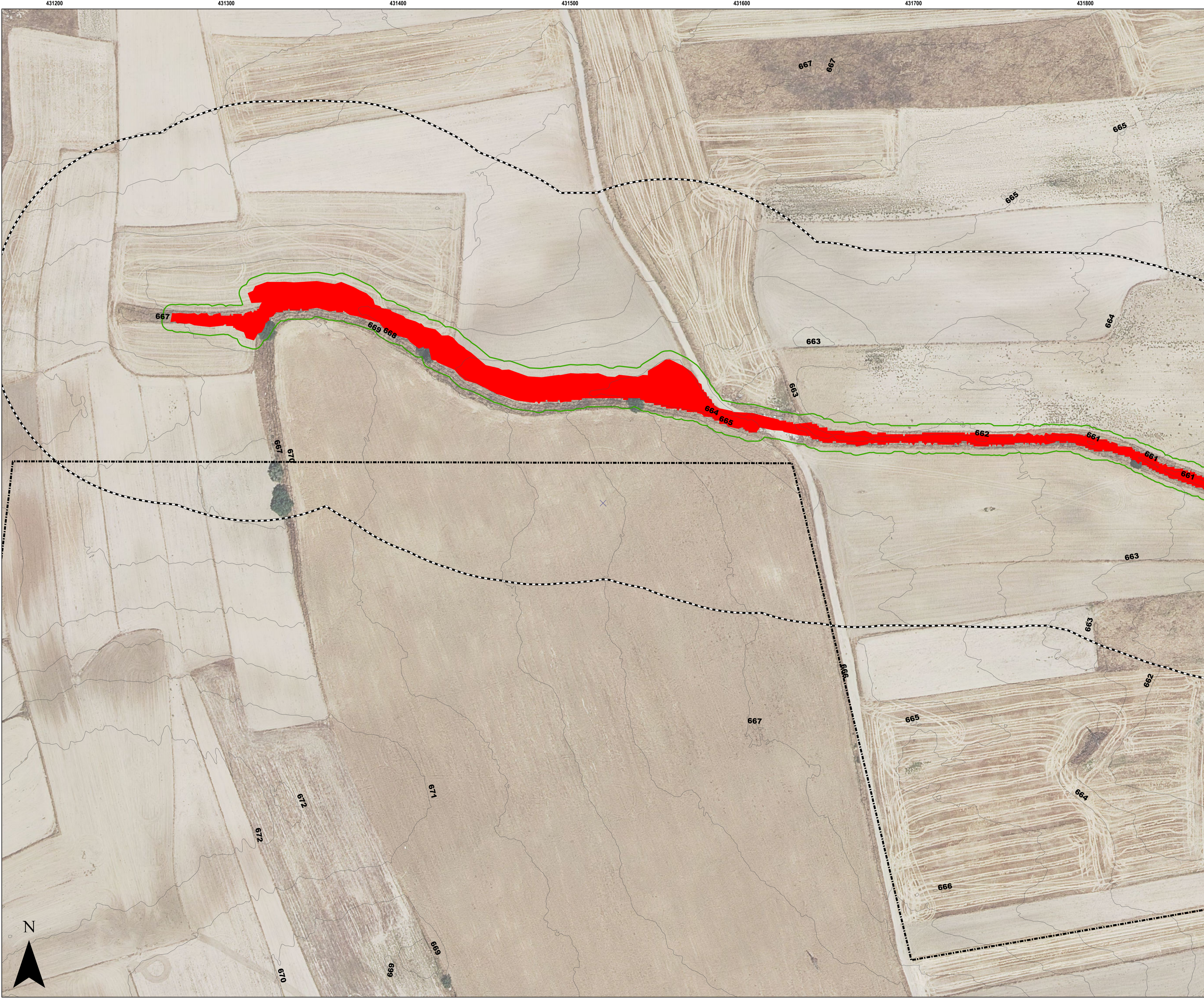
- 1
- 3
- 6
- 8
- 12
- 15
- 16
- 18
- 22
- 31

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO
DE LAS PSFV "CRUZ" Y "VEGA"
UBICADAS EN LOS T.M.DE
FUENLABRADA, PARLA Y HUMANES
DE MADRID (MADRID)

UMBRAL DE ESCORRENTÍA

Nº DE PLANO	ESCALA
5	1 : 10.500
Nº DE EXPEDIENTE:	FORMATO:
33 / 22	A - 1

FECHA
JUNIO 2022



LEYENDA

—

Curva de nivel (1m)

Delimitación inicial PSF

Zona de Policía

—

Zona de Servidumbre

■

Zona de inundación TR10 años

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO
DE LAS PSFV "CRUZ" Y "VEGA"
UBICADAS EN LOS T.M.DE
FUENLABRADA, PARLA Y HUMANES
DE MADRID (MADRID)

ZONA DE INUNDACIÓN 10 AÑOS
ZONA DE SERVIDUMBRE
ZONA DE POLICÍA

Nº DE PLANO

6.1

ESCALA

1:1.000

Nº DE EXPEDIENTE:

33 / 22

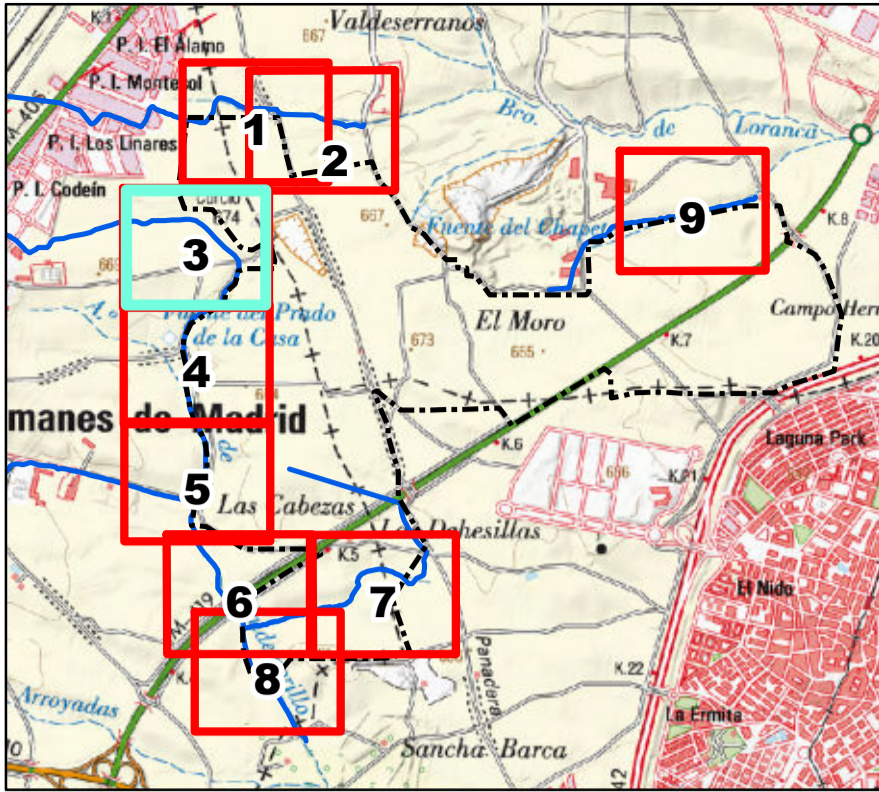
FORMATO:

A - 1

FECHA

JUNIO 2022





LEYENDA

Curva de nivel (1m)

Delimitación inicial PSF

Zona de Policía

Zona de Servidumbre

Zona de inundación TR10 años

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO
DE LAS PSFV "CRUZ" Y "VEGA"
UBICADAS EN LOS T.M.DE
FUENLABRADA, PARLA Y HUMANES
DE MADRID (MADRID)

ZONA DE INUNDACIÓN 10 AÑOS
ZONA DE SERVIDUMBRE
ZONA DE POLICÍA

Nº DE PLANO

6.3

ESCALA

1:1.000

Nº DE EXPEDIENTE:

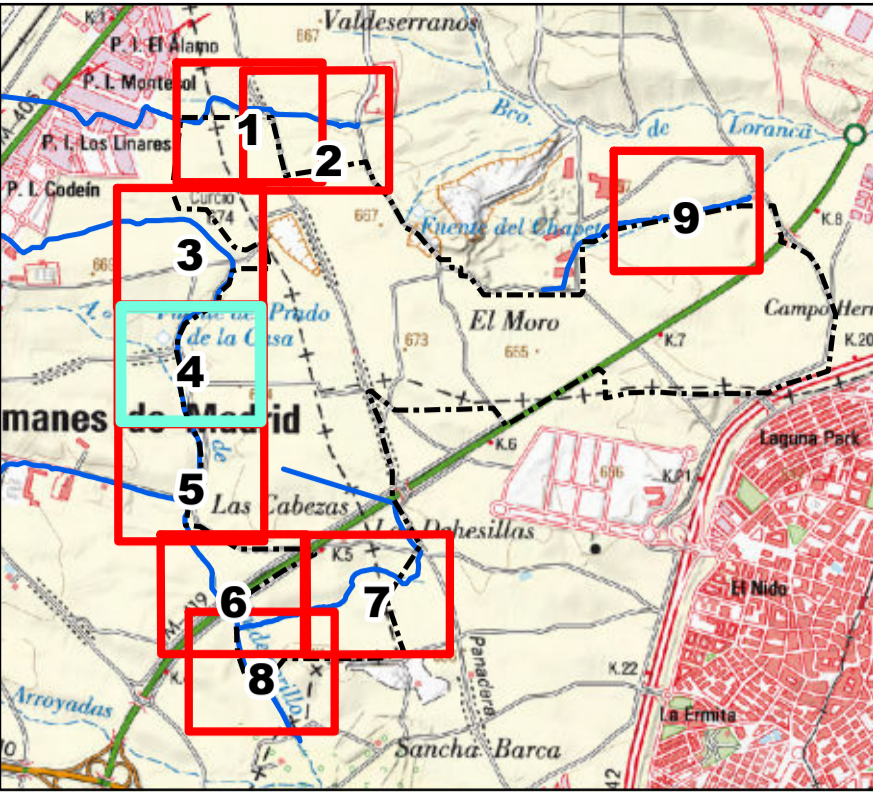
33 / 22

FORMATO:

A - 1

FECHA

JUNIO 2022



LEYENDA

Curva de nivel (1m)

Delimitación inicial PSF

Zona de Policía

Zona de Servidumbre

Zona de inundación TR10 años

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO
DE LAS PSFV “CRUZ” Y “VEGA”
UBICADAS EN LOS T.M.DE
FUENLABRADA, PARLA Y HUMANES
DE MADRID (MADRID)

ZONA DE INUNDACIÓN 10 AÑOS
ZONA DE SERVIDUMBRE
ZONA DE POLICÍA

Nº DE PLANO

6.4

ESCALA

1:1.000

Nº DE EXPEDIENTE:

33 / 22

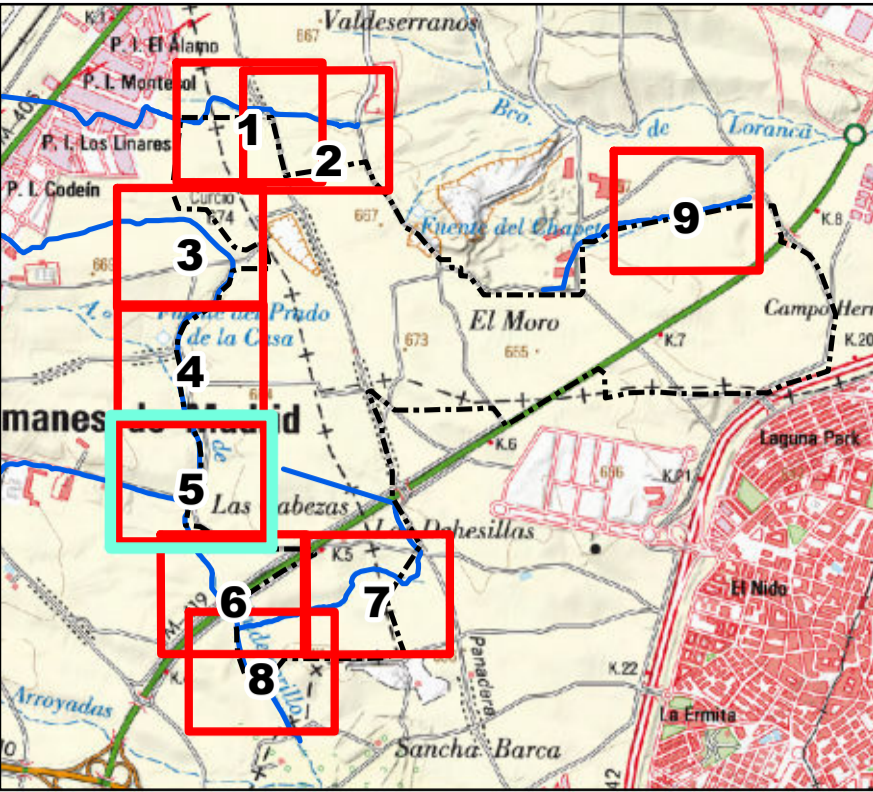
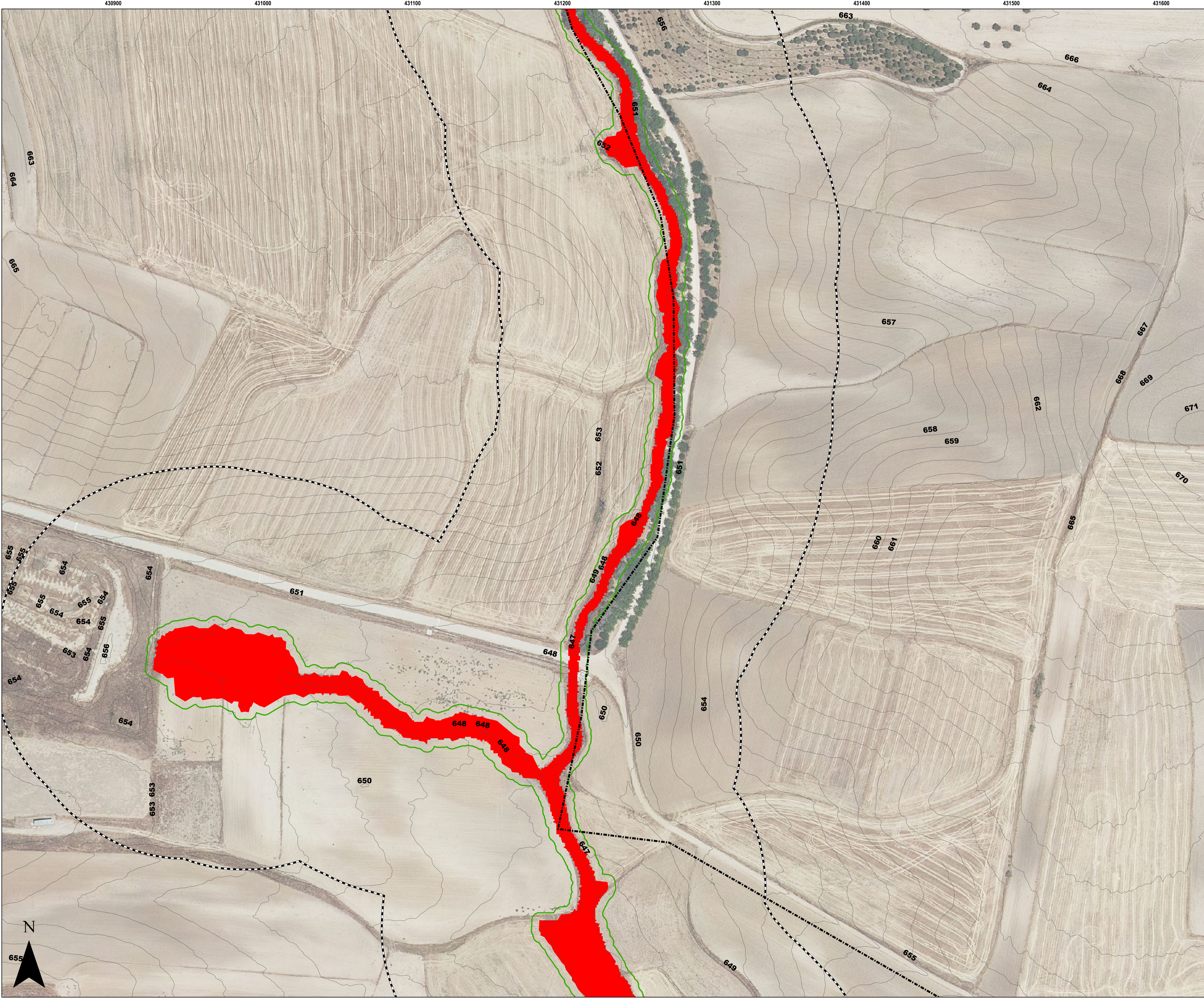
FORMATO:

A - 1

FECHA

JUNIO 2022





LEYENDA

Curva de nivel (1m)

Delimitación inicial PSF

Zona de Policía

Zona de Servidumbre

Zona de inundación TR10 años

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO
DE LAS PSFV “CRUZ” Y “VEGA”
UBICADAS EN LOS T.M.DE
FUENLABRADA, PARLA Y HUMANES
DE MADRID (MADRID)

ZONA DE INUNDACIÓN 10 AÑOS
ZONA DE SERVIDUMBRE
ZONA DE POLICÍA

Nº DE PLANO

6.5

ESCALA

1:1.000

Nº DE EXPEDIENTE:

33 / 22

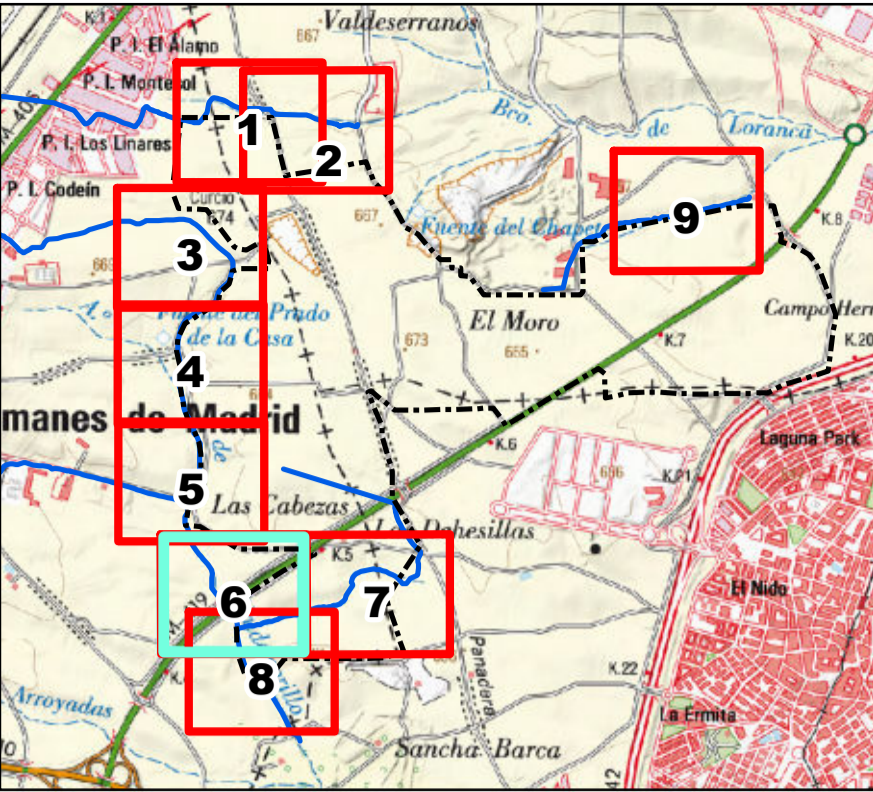
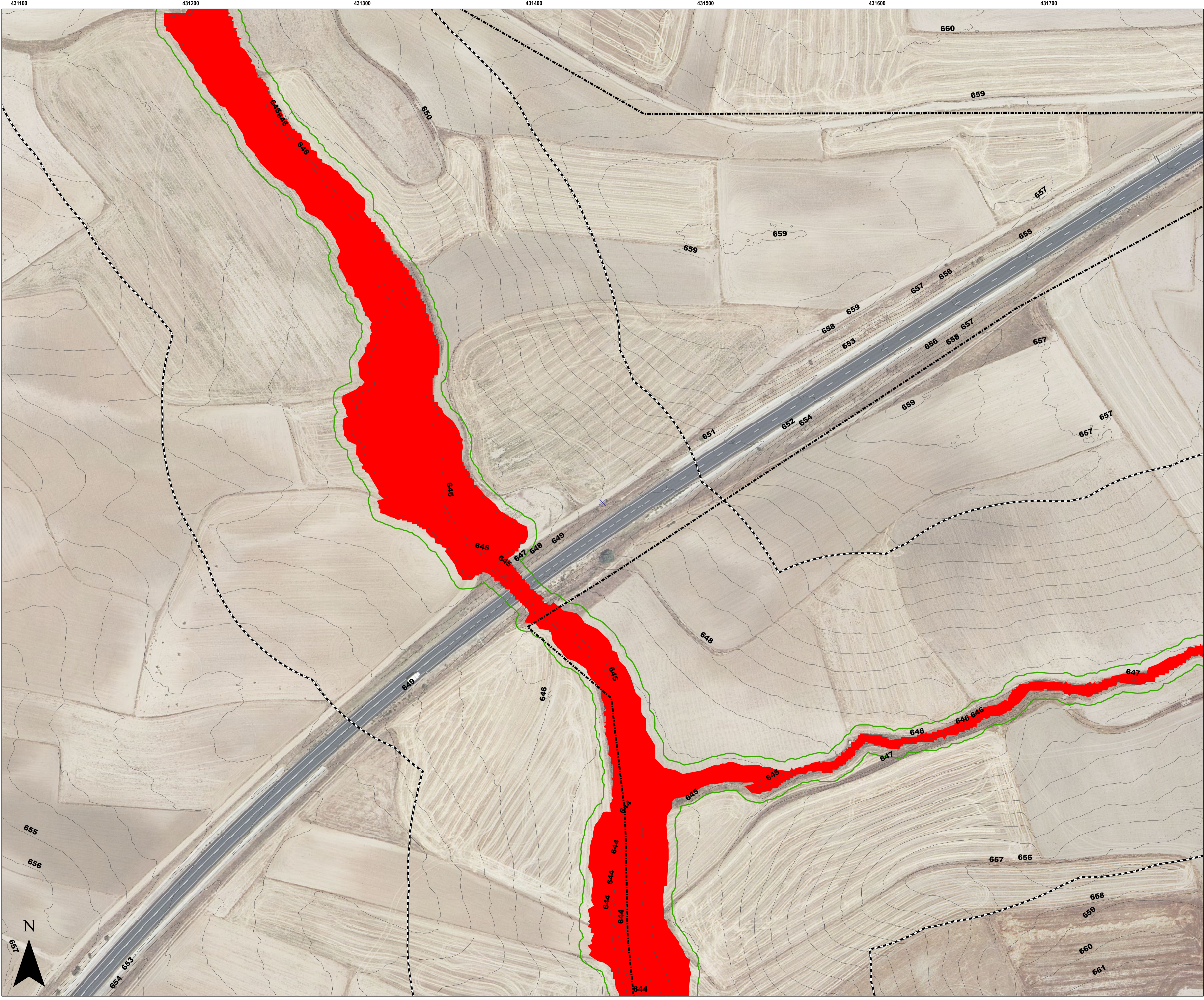
FORMATO:

A-1

FECHA

JUNIO 2022





LEYENDA

Curva de nivel (1m)

Delimitación inicial PSF

Zona de Policía

Zona de Servidumbre

Zona de inundación TR10 años

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO
DE LAS PSFV "CRUZ" Y "VEGA"
UBICADAS EN LOS T.M.DE
FUENLABRADA, PARLA Y HUMANES
DE MADRID (MADRID)

ZONA DE INUNDACIÓN 10 AÑOS
ZONA DE SERVIDUMBRE
ZONA DE POLICÍA

Nº DE PLANO

6.6

ESCALA

1:1.000

Nº DE EXPEDIENTE:

33 / 22

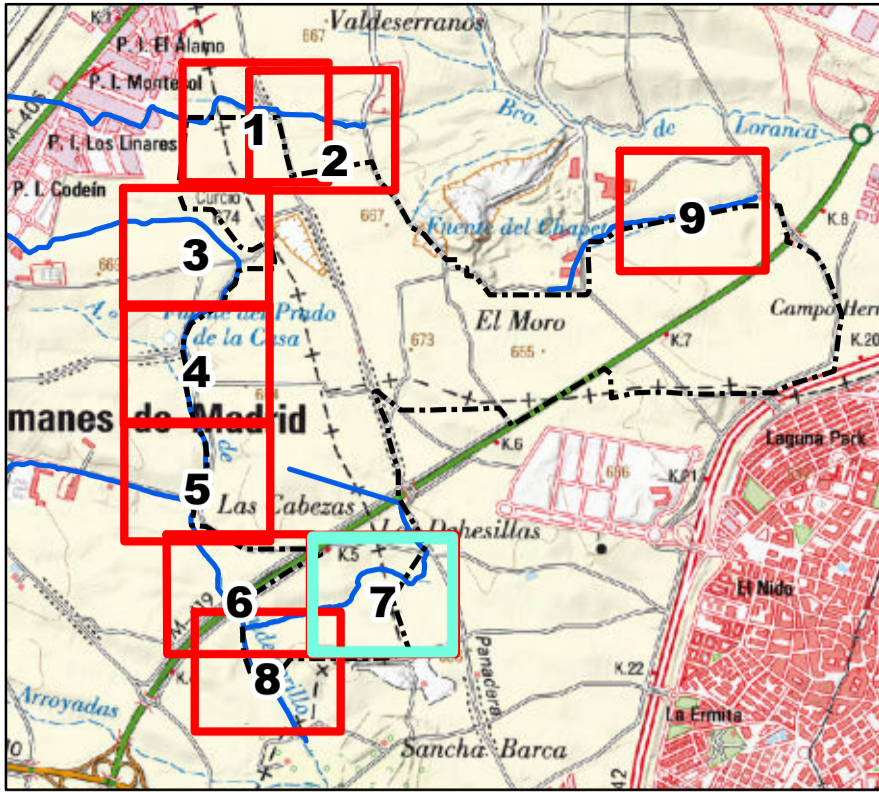
FORMATO:

A-1

FECHA

JUNIO 2022





LEYENDA

- Curva de nivel (1m)
- - - Delimitación inicial PSF
- - - Zona de Policía
- Zona de Servidumbre
- Zona de inundación TR10 años

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO
DE LAS PSFV "CRUZ" Y "VEGA"
UBICADAS EN LOS T.M.DE
FUENLABRADA, PARLA Y HUMANES
DE MADRID (MADRID)

ZONA DE INUNDACIÓN 10 AÑOS
ZONA DE SERVIDUMBRE
ZONA DE POLICÍA

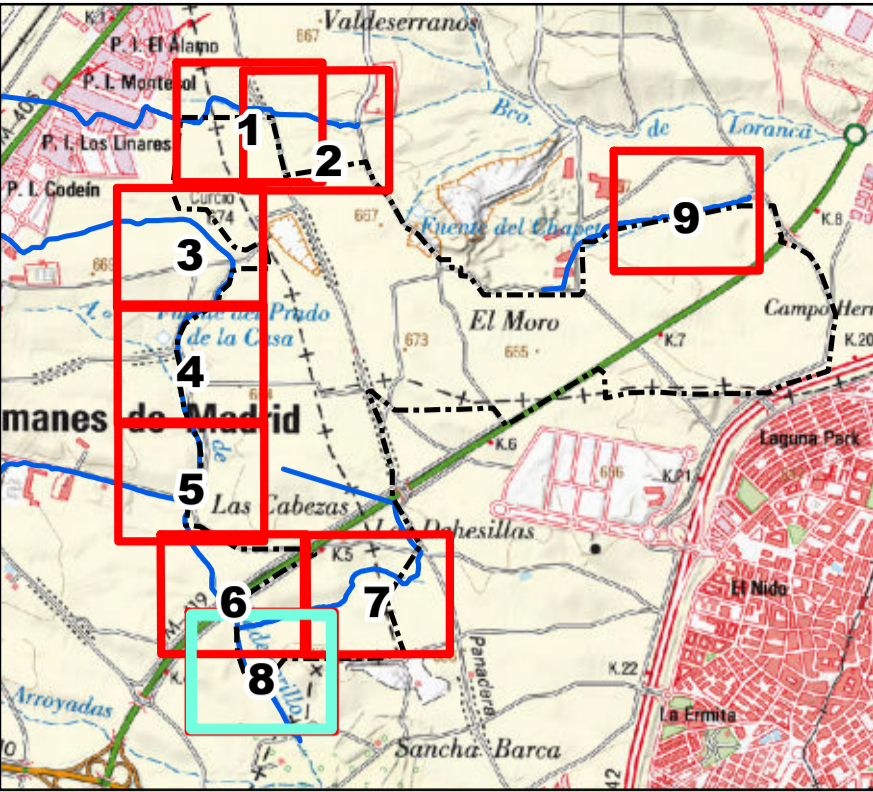
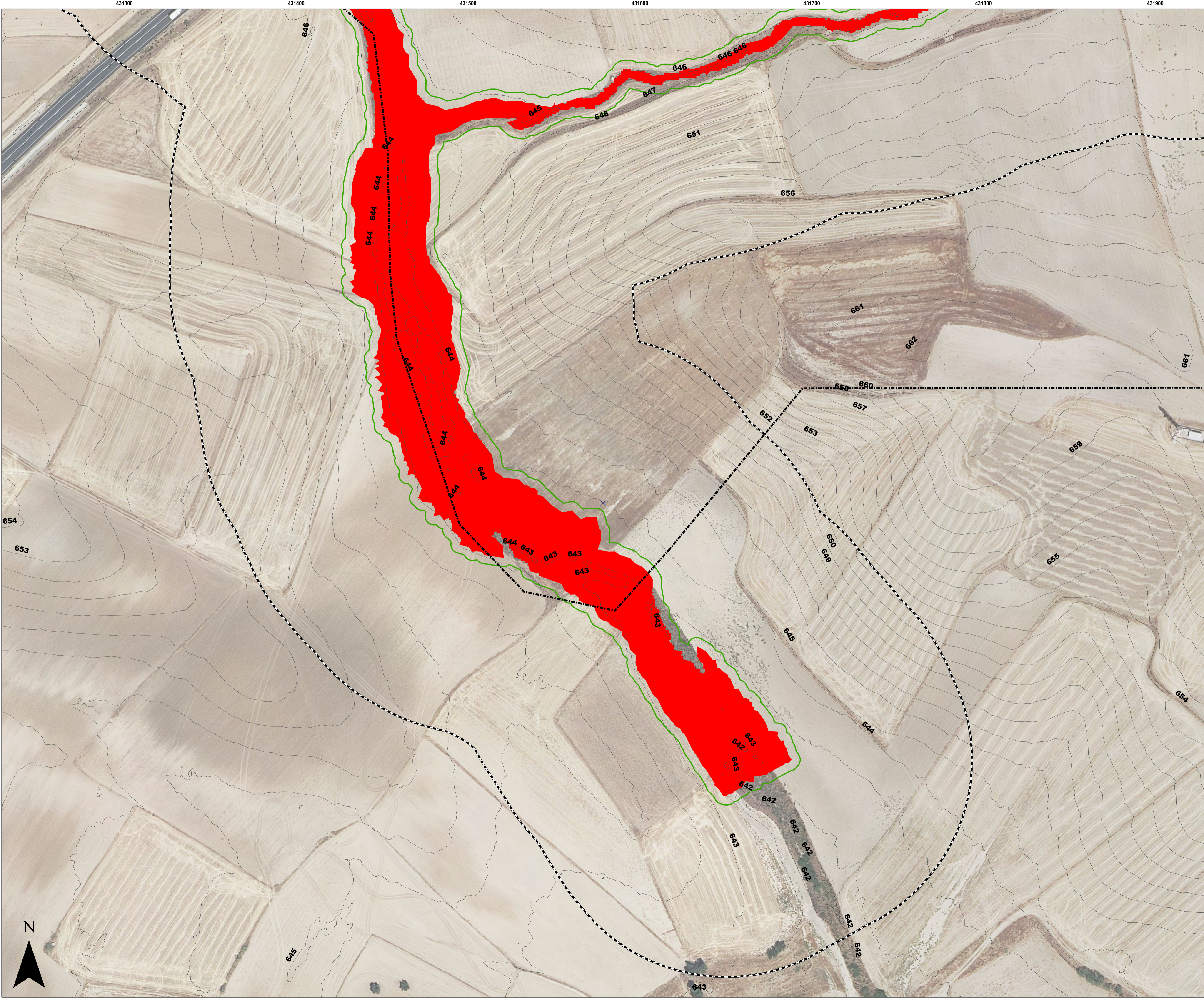
Nº DE PLANO
6.7

Nº DE EXPEDIENTE:
33 / 22

ESCALA
1:1.000

FORMATO:
A - 1

FECHA
JUNIO 2022



LEYENDA

Curva de nivel (1m)

Delimitación inicial PSF

Zona de Policía

Zona de Servidumbre

Zona de inundación TR10 años

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO
DE LAS PSFV "CRUZ" Y "VEGA"
UBICADAS EN LOS T.M.DE
FUENLABRADA, PARLA Y HUMANES
DE MADRID (MADRID)

ZONA DE INUNDACIÓN 10 AÑOS
ZONA DE SERVIDUMBRE
ZONA DE POLICÍA

Nº DE PLANO

6.8

ESCALA

1:1.000

Nº DE EXPEDIENTE:

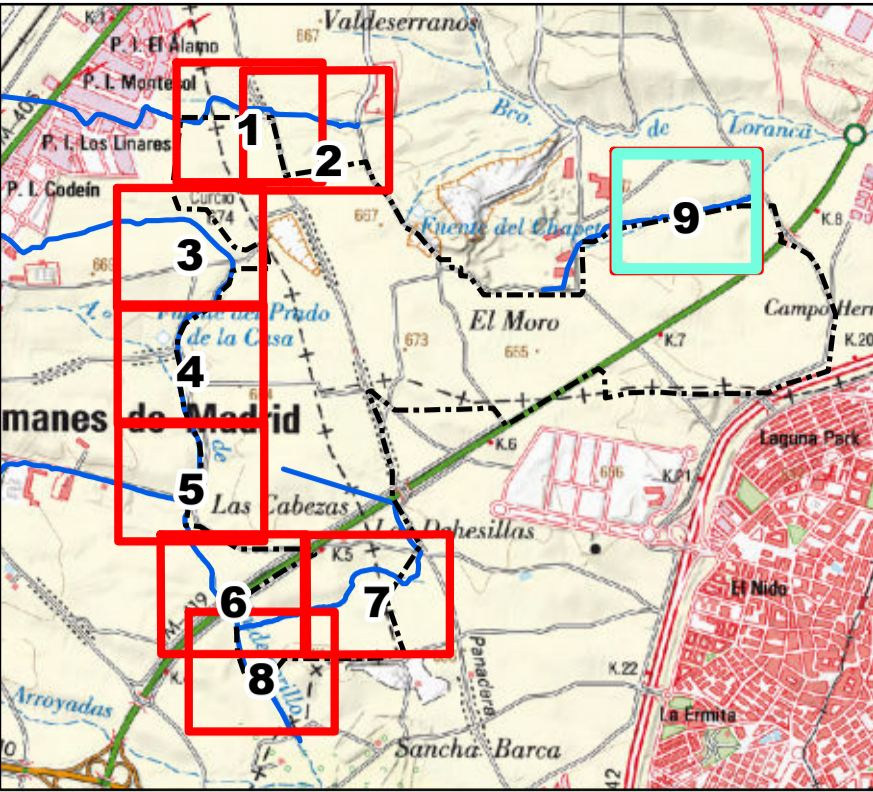
33 / 22

FORMATO:

A - 1

FECHA

JUNIO 2022



LEYENDA

- Curva de nivel (1m)
- Delimitación inicial PSF
- Zona de Policía
- Zona de Servidumbre
- Zona de inundación TR10 años

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO
DE LAS PSFV "CRUZ" Y "VEGA"
UBICADAS EN LOS T.M.DE
FUENLABRADA, PARLA Y HUMANES
DE MADRID (MADRID)

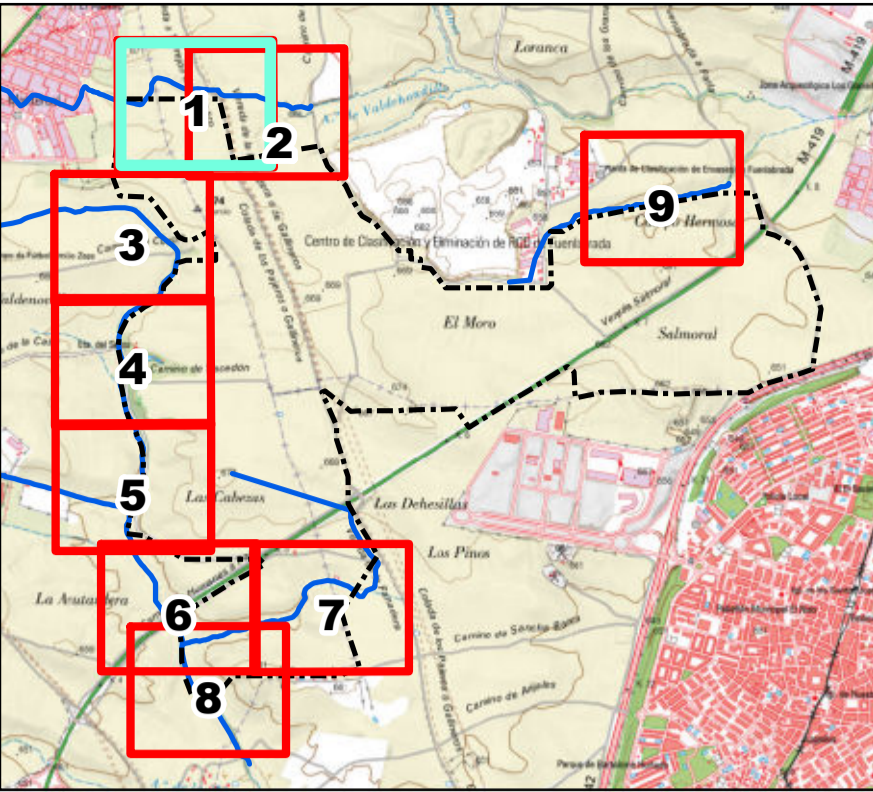
ZONA DE INUNDACIÓN 10 AÑOS
ZONA DE SERVIDUMBRE
ZONA DE POLICÍA

Nº DE PLANO	ESCALA
6.9	1:1.000

Nº DE EXPEDIENTE:	FORMATO:
33 / 22	A - 1

FECHA	JUNIO 2022
-------	------------





LEYENDA

Curva de nivel (2m)

Delimitación inicial PSF

Zona de Servidumbre +Zona de flujo preferente

Zona inundable 500 años

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO
DE LAS PSFV “CRUZ” Y “VEGA”
UBICADAS EN LOS T.M.DE
FUENLABRADA, PARLA Y HUMANES
DE MADRID (MADRID)

ZONA DE FLUJO PREFERENTE +
ZONA DE SERVIDUMBRE
ZONA INUNDABLE AVENIDAS 500 AÑOS

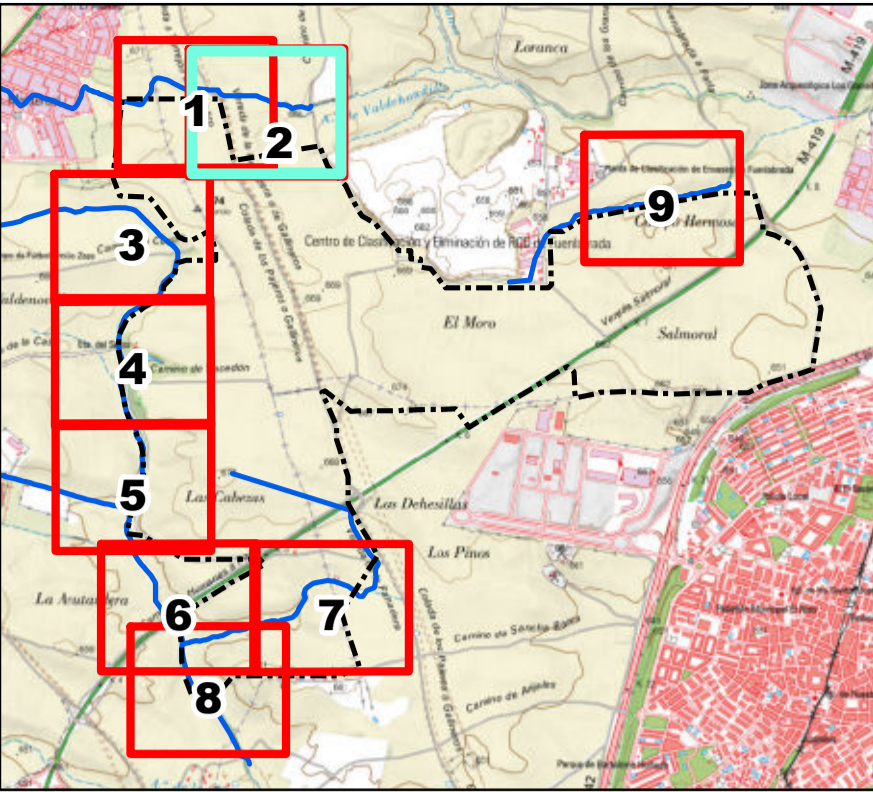
Nº DE PLANO
7.1

Nº DE EXPEDIENTE:
33 / 22

ESCALA
1:1.000

FORMATO:
A - 1

FECHA
JUNIO 2022



LEYENDA

- Curva de nivel (2m)
- - - Delimitación inicial PSF
- ▨ Zona de Servidumbre + Zona de flujo preferente
- Zona inundable 500 años

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO
DE LAS PSFV “CRUZ” Y “VEGA”
UBICADAS EN LOS T.M.DE
FUENLABRADA, PARLA Y HUMANES
DE MADRID (MADRID)

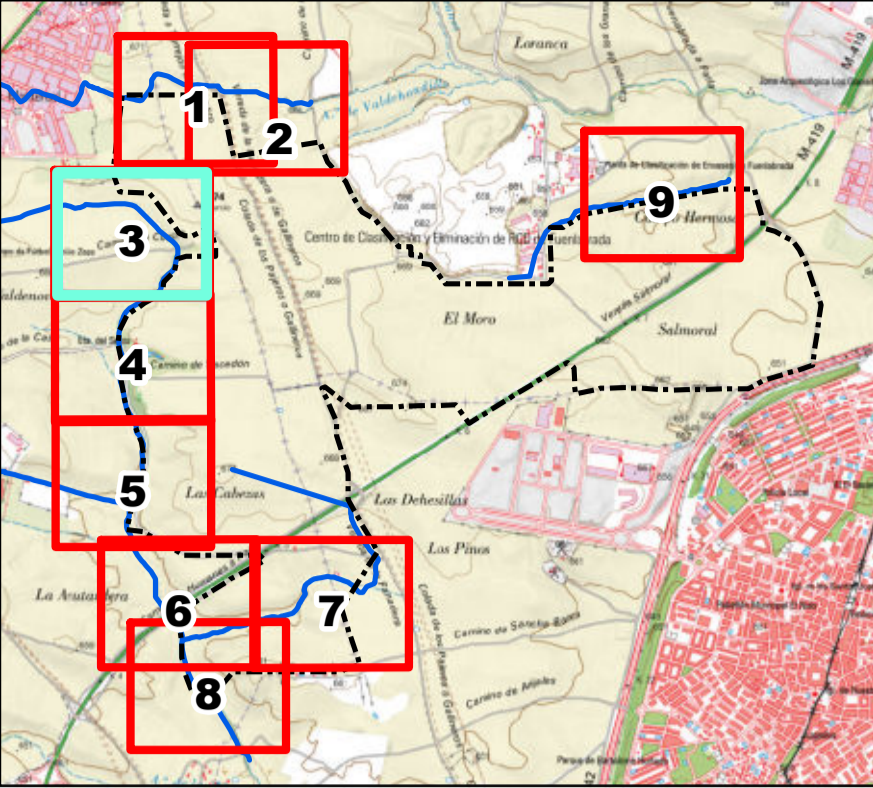
ZONA DE FLUJO PREFERENTE +
ZONA DE SERVIDUMBRE
ZONA INUNDABLE AVENIDAS 500 AÑOS

Nº DE PLANO	ESCALA
7.2	1:1.000

Nº DE EXPEDIENTE:	FORMATO:
33 / 22	A - 1

FECHA	JUNIO 2022
-------	------------





LEYENDA

- Curva de nivel (2m)
- - - Delimitación inicial PSF
- ▨ Zona de Servidumbre +Zona de flujo preferente
- Zona inundable 500 años

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO
DE LAS PSFV “CRUZ” Y “VEGA”
UBICADAS EN LOS T.M.DE
FUENLABRADA, PARLA Y HUMANES
DE MADRID (MADRID)

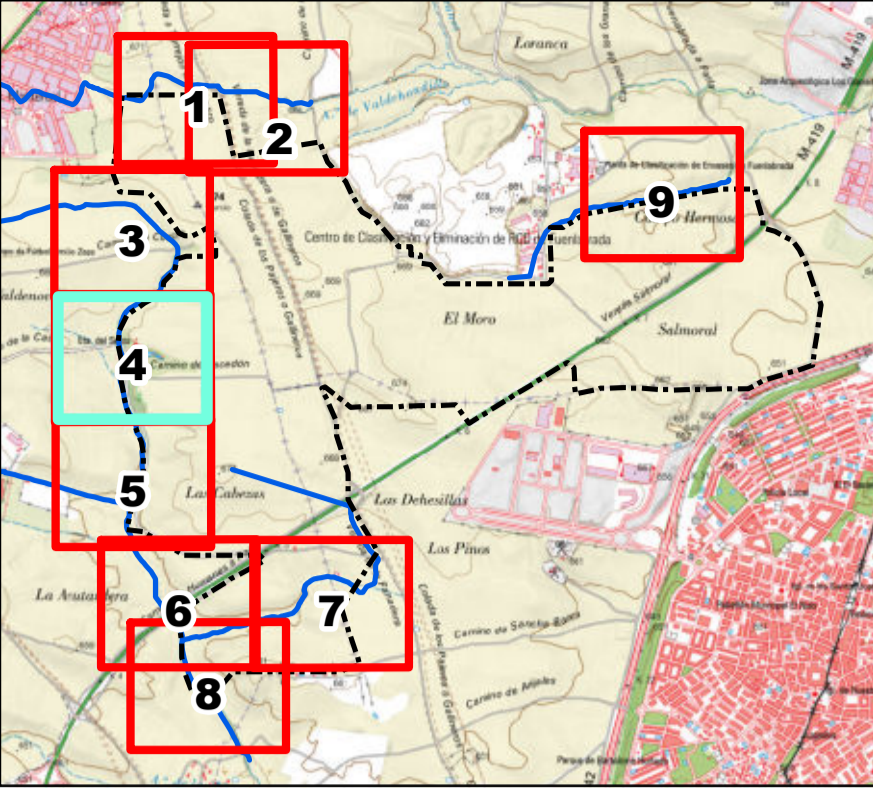
ZONA DE FLUJO PREFERENTE +
ZONA DE SERVIDUMBRE
ZONA INUNDABLE AVENIDAS 500 AÑOS

Nº DE PLANO 7.3	ESCALA 1:1.000
---------------------------	-------------------

Nº DE EXPEDIENTE: 33 / 22	FORMATO: A - 1
-------------------------------------	-------------------

FECHA JUNIO 2022





LEYENDA

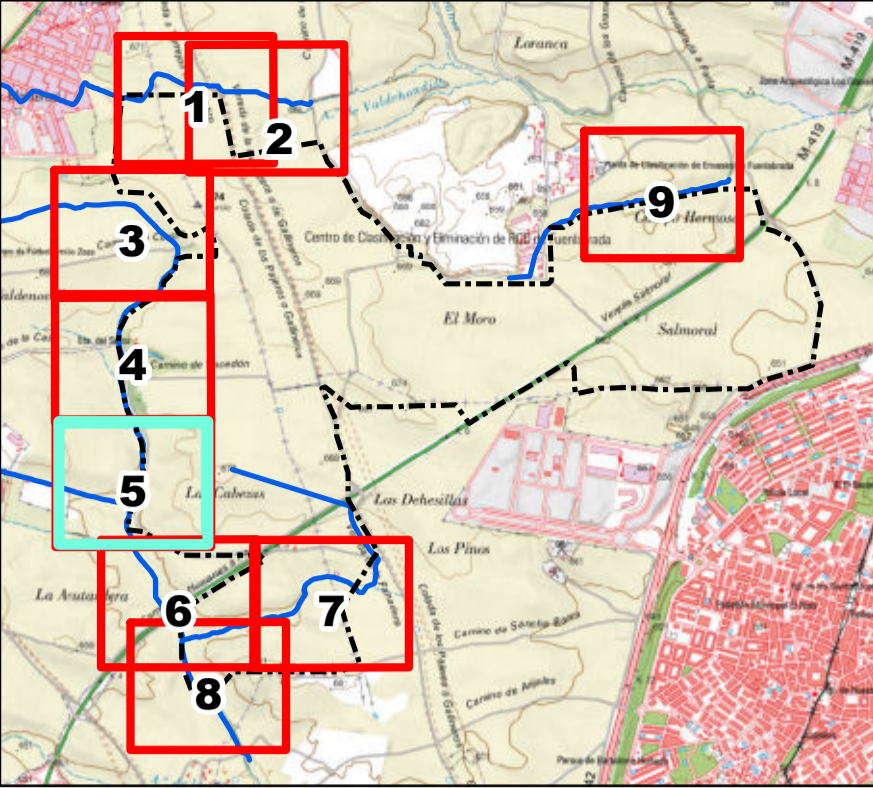
- Curva de nivel (2m)
- - - Delimitación inicial PSF
- ▨ Zona de Servidumbre +Zona de flujo preferente
- Zona inundable 500 años

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO
DE LAS PSFV “CRUZ” Y “VEGA”
UBICADAS EN LOS T.M.DE
FUENLABRADA, PARLA Y HUMANES
DE MADRID (MADRID)

ZONA DE FLUJO PREFERENTE +
ZONA DE SERVIDUMBRE
ZONA INUNDABLE AVENIDAS 500 AÑOS

Nº DE PLANO 7.4	ESCALA 1:1.000
Nº DE EXPEDIENTE: 33 / 22	FORMATO: A - 1
FECHA JUNIO 2022	





LEYENDA

- Curva de nivel (2m)
- - - Delimitación inicial PSF
- ▨ Zona de Servidumbre +Zona de flujo preferente
- Zona inundable 500 años

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO
DE LAS PSFV “CRUZ” Y “VEGA”
UBICADAS EN LOS T.M.DE
FUENLABRADA, PARLA Y HUMANES
DE MADRID (MADRID)

Nº DE PLANO

7.5

ESCALA

1:1.000

Nº DE EXPEDIENTE:

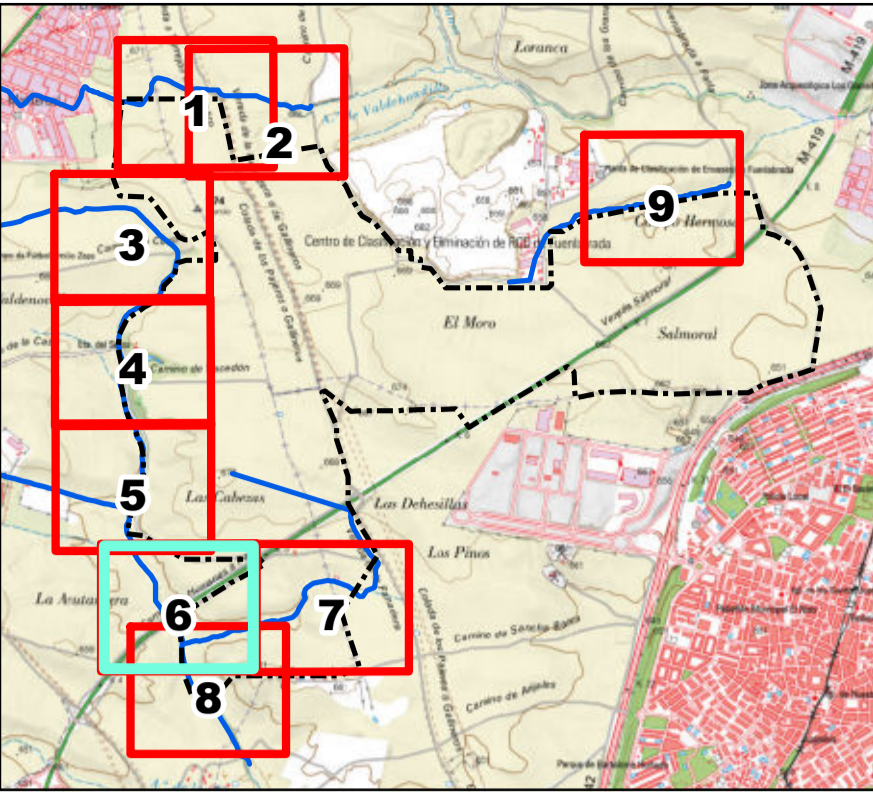
33 / 22

FORMATO:

A - 1

FECHA

JUNIO 2022



LEYENDA

- Curva de nivel (2m)
- - - Delimitación inicial PSF
- Zona de Servidumbre +Zona de flujo preferente
- Zona inundable 500 años

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO
DE LAS PSFV “CRUZ” Y “VEGA”
UBICADAS EN LOS T.M.DE
FUENLABRADA, PARLA Y HUMANES
DE MADRID (MADRID)

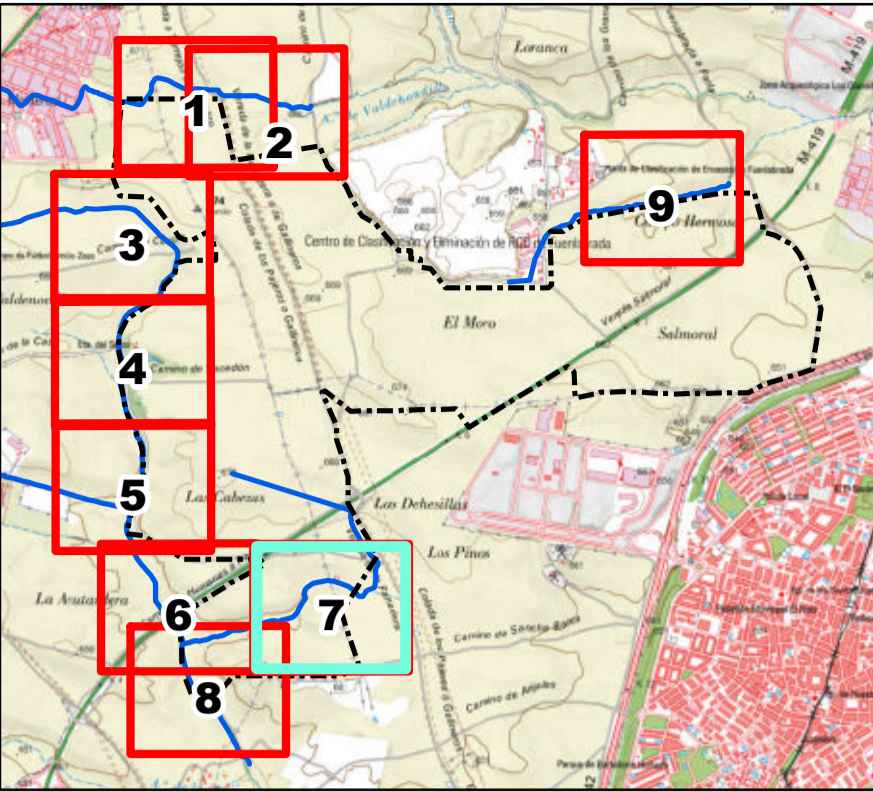
ZONA DE FLUJO PREFERENTE +
ZONA DE SERVIDUMBRE
ZONA INUNDABLE AVENIDAS 500 AÑOS

Nº DE PLANO	ESCALA
7.6	1:1.000

Nº DE EXPEDIENTE:	FORMATO:
33 / 22	A - 1

FECHA	JUNIO 2022
-------	------------





LEYENDA

- Curva de nivel (2m)
- - - Delimitación inicial PSF
- ▨ Zona de Servidumbre +Zona de flujo preferente
- Zona inundable 500 años

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO
DE LAS PSFV “CRUZ” Y “VEGA”
UBICADAS EN LOS T.M.DE
FUENLABRADA, PARLA Y HUMANES
DE MADRID (MADRID)

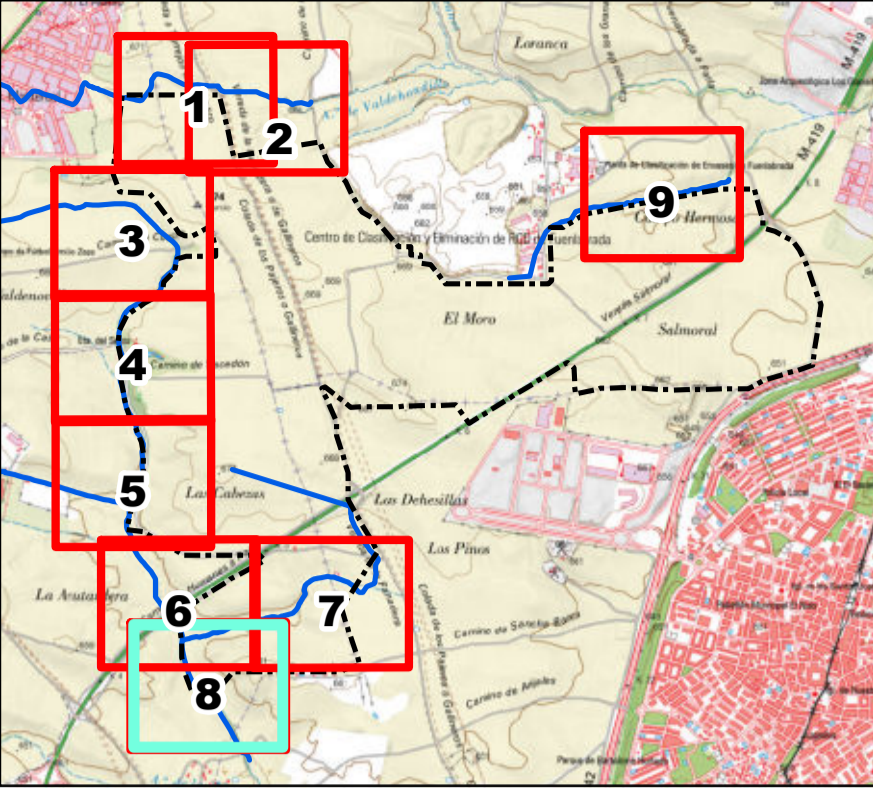
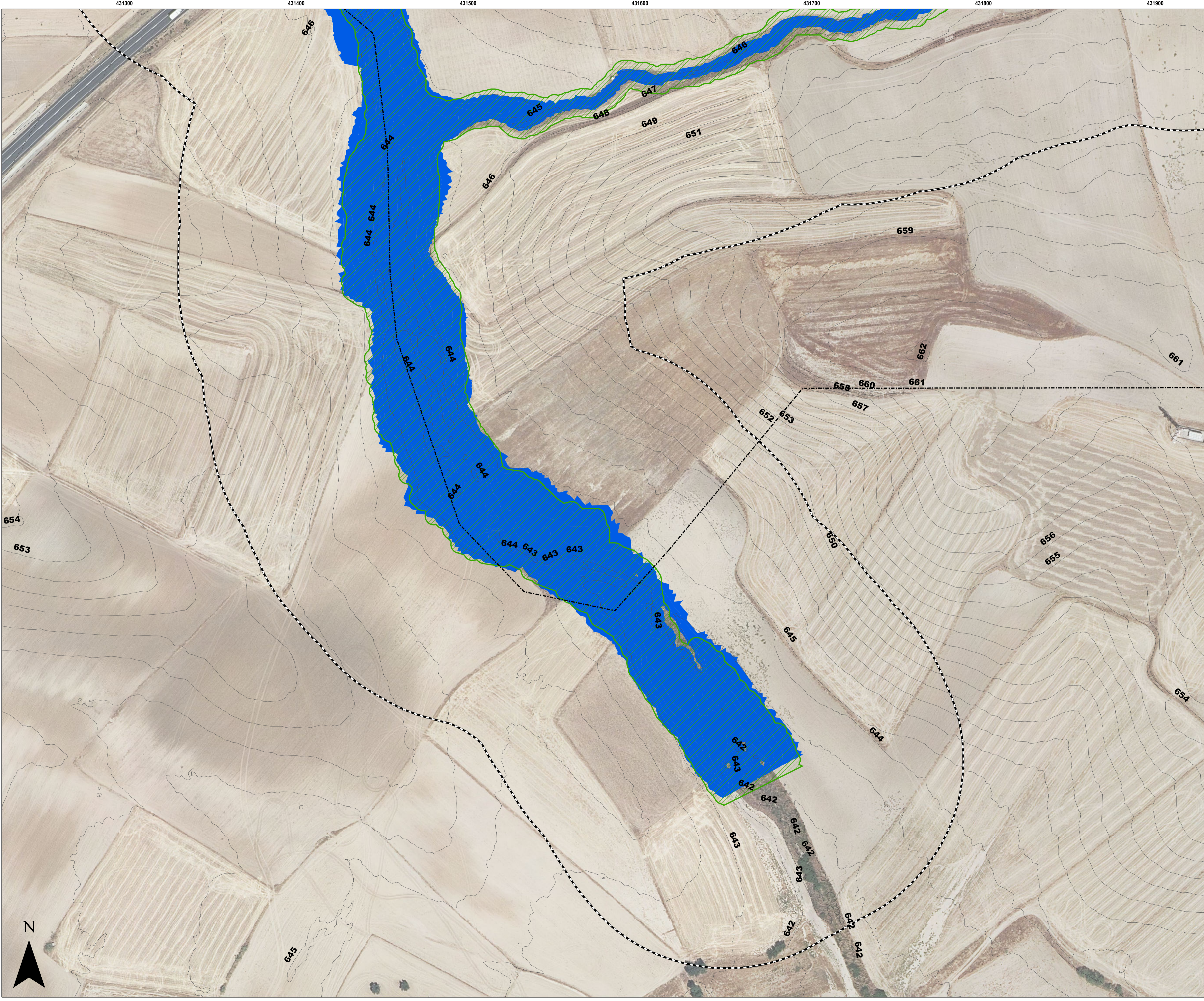
ZONA DE FLUJO PREFERENTE +
ZONA DE SERVIDUMBRE
ZONA INUNDABLE AVENIDAS 500 AÑOS

Nº DE PLANO 7.7	ESCALA 1:1.000
---------------------------	-------------------

Nº DE EXPEDIENTE: 33 / 22	FORMATO: A - 1
-------------------------------------	-------------------

FECHA JUNIO 2022



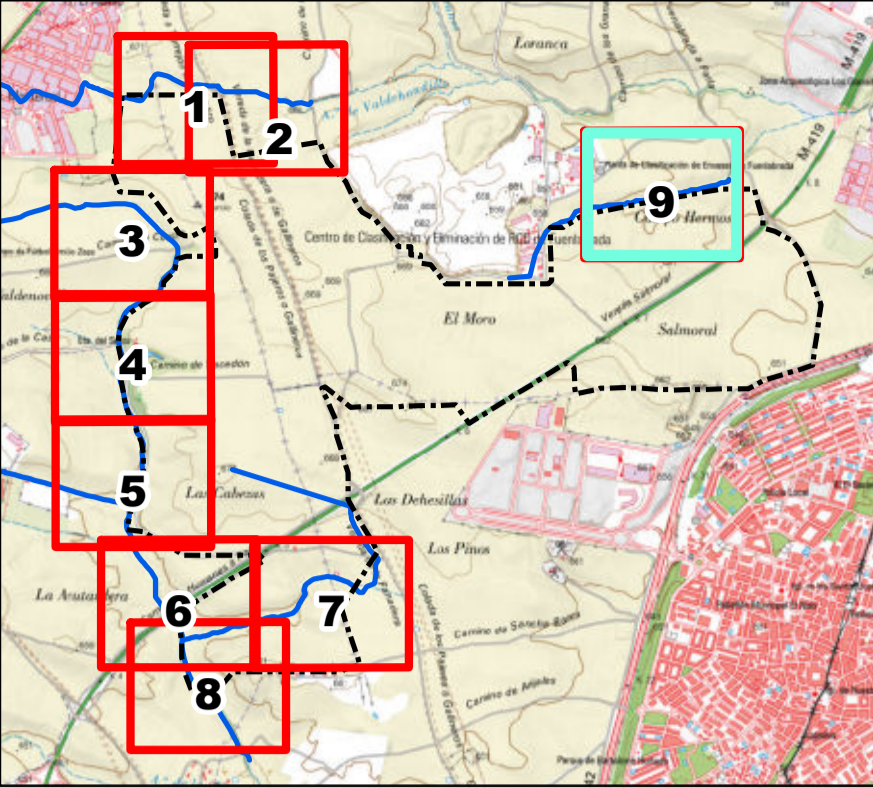


LEYENDA

- Curva de nivel (2m)
- - - Delimitación inicial PSF
- ▨ Zona de Servidumbre +Zona de flujo preferente
- Zona inundable 500 años

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO
DE LAS PSFV “CRUZ” Y “VEGA”
UBICADAS EN LOS T.M.DE
FUENLABRADA, PARLA Y HUMANES
DE MADRID (MADRID)

Nº DE PLANO	ESCALA
7.8	1:1.000
Nº DE EXPEDIENTE:	FORMATO:
33 / 22	A - 1
FECHA	JUNIO 2022



LEYENDA

Curva de nivel (2m)

Delimitación inicial PSF

Zona de Servidumbre +Zona de flujo preferente

Zona inundable 500 años

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO
DE LAS PSFV “CRUZ” Y “VEGA”
UBICADAS EN LOS T.M.DE
FUENLABRADA, PARLA Y HUMANES
DE MADRID (MADRID)

ZONA DE FLUJO PREFERENTE +
ZONA DE SERVIDUMBRE
ZONA INUNDABLE AVENIDAS 500 AÑOS

Nº DE PLANO

7.9

ESCALA

1:1.000

Nº DE EXPEDIENTE:

33 / 22

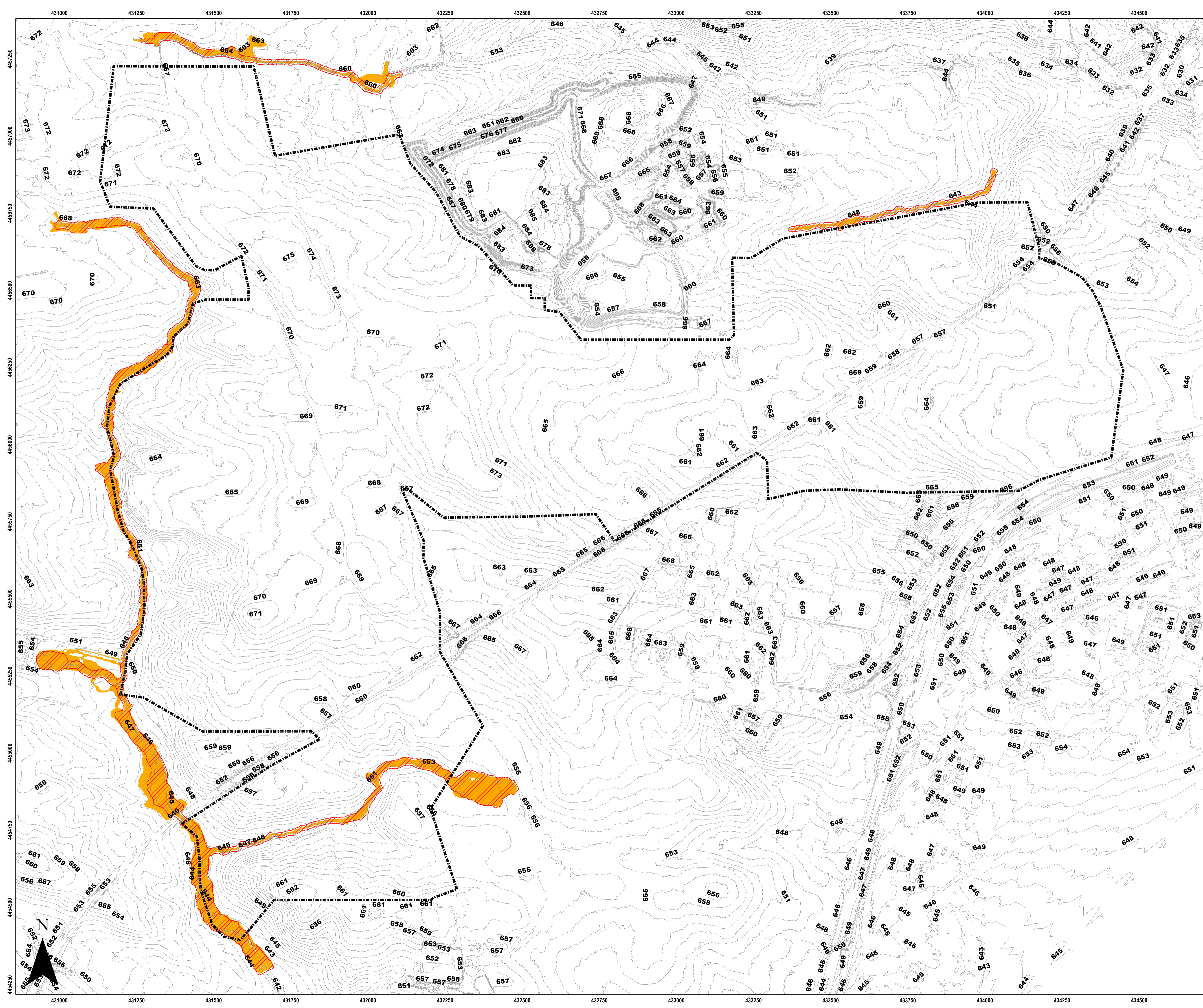
FORMATO:

A - 1

FECHA

JUNIO 2022





LEYENDA

- Curva de nivel (2m)
- Delimitación inicial PSF
- Zona de exclusión (Zona de Servidumbre + Zona de Flujo Preferente)
- Zona libre de paneles fotovoltaicos (Calado > 50 cm)

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE LAS PSFV "CRUZ" Y "VEGA" UBICADAS EN LOS T.M.DE FUENLABRADA, PARLA Y HUMANES DE MADRID (MADRID)

ZONAS DE EXCLUSIÓN	
Nº DE PLANO 8	ESCALA 1:5.500
Nº DE EXPEDIENTE: 33 / 22	FORMATO: A-1
FECHA JULIO 2022	