

ANEJO 006.- ANEJO ESTUDIO HIDROLÓGICO

Mario Quiñonez Alonso
Colegio de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos
Nº Colegiado: 23696



INDICE

1	INTRODUCCIÓN	5	2.6.1	CÁLCULO DE CAUDALES MÁXIMOS	13
2	ANÁLISIS HIDROLÓGICO GENERAL	5	2.6.2	ESTUDIO DE INUNDABILIDAD	17
2.1	INTRODUCCIÓN NORMATIVA	5	2.7	CONCLUSIONES PSFV	20
2.2	DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO Y FIGURAS DE PROTECCIÓN	6	3	ANÁLISIS HIDROLÓGICO LOCAL	20
2.3	ZONA DE FLUJO PREFERENTE	9	3.1	MÉTODO RACIONAL	21
2.4	ZONAS INUNDABLES	10	3.1.1	FÓRMULA GENERAL DE CÁLCULO	21
2.4.1	SISTEMA NACIONAL DE CARTOGRAFÍA DE ZONAS INUNDABLES (SNZI)	10	3.1.2	INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN	21
2.4.2	ARPSI	11	3.1.2.1	Consideraciones generales	21
2.5	PLAN DE ACCIÓN TERRITORIAL DE CARÁCTER SECTORIAL SOBRE PREVENCIÓN DE RIESGO DE INUNDACIÓN EN LA COMUNITAT VALENCIANA (PATRICOVA)	12	3.1.2.2	Intensidad media diaria de precipitación corregida	21
2.6	MODELIZACIÓN Y SIMULACIÓN HIDROLOGICO-HIDRÁULICA DEL BARRANCO DE BRULL	13	3.1.2.3	Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca(2.2.2.3)	22
			3.1.2.4	Factor de intensidad F_{int}	22
			3.1.2.5	Tiempo de Concentración	23
			3.1.3	COEFICIENTE MEDIO DE ESCORRENTÍA	24
			3.1.3.1	Umbral de escorrentía	24
			3.1.4	COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD	25
			3.2	PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DE ESCORRENTÍAS	25

3.3 RESULTADOS DEL CÁLCULO DE LAS ESCORRENTÍAS 28

3.3.1 PLANTA FV “LLANERA”28

3.3.1.1 Polígonos Sur 31

3.3.1.1.1 Canales interceptores internos Poligonos S-1 y S-232

3.3.1.1.2 Canales interceptores externos Poligonos S-5-EXT y S-6.EXT 33

3.3.1.2 Polígonos Norte..... 34

3.3.1.2.1 Canales interceptores internos LL-N-1-SUP y LL-N-2-SUP y externos LL-N-1-EXT y LL-N-4-EXT 35

PLANOS DEL ESTUDIO HIDROLÓGICO 36

1 INTRODUCCIÓN

En cualquier proyecto de ingeniería civil es indispensable evaluar los riesgos hidrológicos que puedan afectar al proyecto, de modo que se maximice su vida útil y se eviten futuros daños a la infraestructura por fenómenos de inundación. El análisis hidrológico permitirá identificar los riesgos y dimensionar los elementos de drenaje y las actuaciones a ejecutar.

Para el caso particular del análisis hidrológico de los polígonos de implantación de la planta fotovoltaica de Llanera, se evaluarán dos condiciones hidrológicas:

- Análisis Hidrológico General
- Análisis Hidrológico Local

El **análisis hidrológico general** se basa en los estudios de cuenca referente a la zonificación de las áreas inundables para periodos de retorno de 1 en 100 años y de 1 en 500 años.

El **Análisis Hidrológico Local**, se basa en poder estudiar la esorrentía que podría desarrollarse considerando una lluvia de diseño con las condiciones locales con un periodo de retorno de 25 años.

2 ANÁLISIS HIDROLÓGICO GENERAL

2.1 INTRODUCCIÓN NORMATIVA

En Europa se aprobó la Directiva Marco del Agua (DMA) a través de la Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas, cuyo objetivo es establecer un marco para la protección de las aguas superficiales continentales, las aguas de transición, las aguas costeras y las aguas subterráneas.

Esta legislación fue transpuesta al ordenamiento jurídico español por el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas (TRLA), la cual fue desarrollada por el 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, (RDPH), modificado recientemente por el Real Decreto 665/2023, de 18 de julio.

En cuanto a la Directiva 2007/60/CE, relativa a la evaluación y gestión de los riesgos de inundación establece tiene como objetivo establecer un marco para la evaluación y gestión de los riesgos de inundación, destinado a reducir las consecuencias negativas para la salud humana, el medio ambiente, el patrimonio cultural y la actividad económica, asociadas a las inundaciones en la Comunidad.

Esta legislación es traspuesta al ordenamiento jurídico español por el Real Decreto 903/2010, de 9 de julio, de evaluación y gestión de riesgos de inundación, el cual regula los procedimientos para realizar la evaluación preliminar del riesgo de inundación, los mapas de peligrosidad y riesgo y los planes de gestión de los riesgos de inundación en todo el territorio español.

En el ámbito territorial que nos ocupa para la implantación de la PSFV, la Comunidad Autónoma de Valencia contempla el DECRETO 201/2015, de 29 de octubre, del Consell, por el que se aprueba el Plan de acción territorial sobre prevención del riesgo de inundación en la Comunitat Valenciana (PATRICOVA) que tiene como objetivos tal y como se dispone en su artículo 1:

- a) *Obtener un adecuado conocimiento y evaluación de los riesgos de inundación en el territorio de la Comunitat Valenciana.*
- b) *Establecer procedimientos administrativos ágiles y rigurosos para incorporar la variable inundabilidad a los planes, programas y proyectos que tengan una proyección sobre el territorio.*

Finalmente se analizará el régimen de escorrentía para obtener las modificaciones que de la actuación se deriven sobre el mismo y, en caso de considerarse necesario, proponer sistemas de drenaje.

Uno de los objetivos del TRLA es la regulación y protección del Dominio Público Hidráulico (DPH). En su artículo 2 indica que, constituyen el dominio público hidráulico del Estado:

- b) Los cauces de corrientes naturales, continuas o discontinuas.
- c) Los lechos de los lagos y lagunas y los de los embalses superficiales en cauces públicos.
- d) Los acuíferos, a los efectos de los actos de disposición o de afección de los recursos hidráulicos.
- e) Las aguas procedentes de la desalación de agua de mar.

Actuaciones

- Domínio Público Hidráulico
- Perímetro de expropiación
- Seguidores
- Centros de Transformación
- Líneas internas
- Líneas de evacuación
- Accesos
- Viales internos
- Parque de Maquinaria
- Zona de gestión de residuos
- Zonas de acopio_Llanera
- Vallado Perimetral

Estación de bombeo Llanera

El álveo o cauce natural de una corriente continua o discontinua es el terreno cubierto por las aguas en las máximas crecidas ordinarias, a los lados de estos cauces se localizan las riberas o fajas laterales de los cauces públicos situadas por encima del nivel de aguas bajas. Los terrenos que lindan con los cauces se denominan márgenes y están sujetas, en toda su extensión longitudinal:

- 6-

que se regulará reglamentariamente.

Esta zona según el RDPH tendrá como finalidad la protección del ecosistema fluvial y del dominio público hidráulico y el paso público peatonal y el desarrollo de los servicios de vigilancia, conservación y salvamento, salvo que por razones ambientales o de seguridad el organismo de cuenca considere conveniente su limitación, así como el varado y amarre de embarcaciones de forma ocasional y en caso de necesidad.

En estas zonas se permite a los propietarios sembrar y plantar especies no arbóreas, siempre que no deterioren el ecosistema fluvial o impidan el paso señalado en el párrafo anterior. Las talas o plantaciones de especies arbóreas requerirán autorización del organismo de cuenca. Por último se establece la prohibición de construcción en esta zona salvo que resulte conveniente o necesaria para el uso del dominio público hidráulico o para su conservación y restauración, solo podrán autorizarse edificaciones en zona de servidumbre en casos muy justificados garantizando, en cualquier caso la efectividad de la servidumbre.

- A una zona de policía de 100 metros de anchura en la que se condicionará el uso del suelo y las actividades que se desarrollen. Estas zonas quedan sometidas a lo dispuesto en el RDPH para la autorización las siguientes actividades y usos del suelo:

- A) *Las alteraciones sustanciales del relieve natural del terreno.*
- B) *Las extracciones de áridos.*
- C) *Las construcciones de todo tipo, tengan carácter definitivo o provisional.*
- 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 estado de la masa de agua, del ecosistema acuático, y en general, del dominio público hidráulico.*

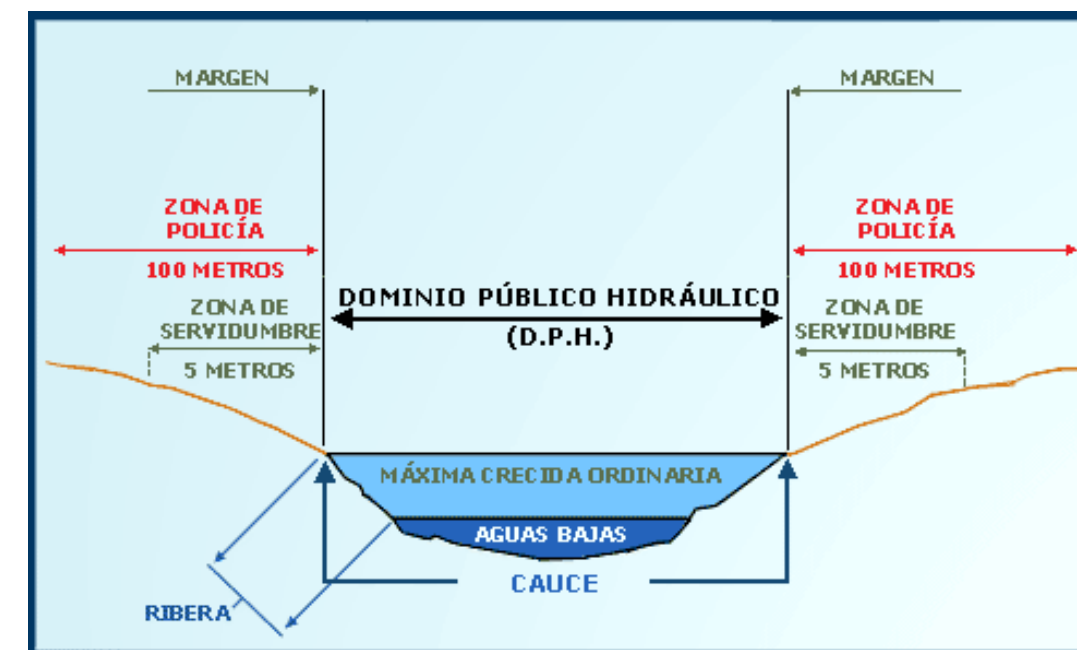


Figura 2 Esquema DPH y figuras de protección. Fuente: MITERD

La ejecución de cualquier obra o trabajo en la zona de policía, de acuerdo con lo dispuesto en el apartado 1, deberá contar con la correspondiente autorización administrativa previa o declaración responsable ante el organismo de cuenca, conforme al artículo 78 y siguientes, sin perjuicio de los supuestos especiales regulados en este reglamento. Tanto la autorización como la declaración responsable, en función del caso, serán independientes de cualquier otra que haya de ser otorgada por los distintos órganos de las administraciones públicas.

En este contexto, 11,90 ha de la PSFV de Llanera se localiza sobre la zona de policía, es decir, un 16,95% respecto de la superficie total ocupada por la instalación, gráficamente presenta la siguiente situación respecto a las zonas de protección definidas para el DPH.

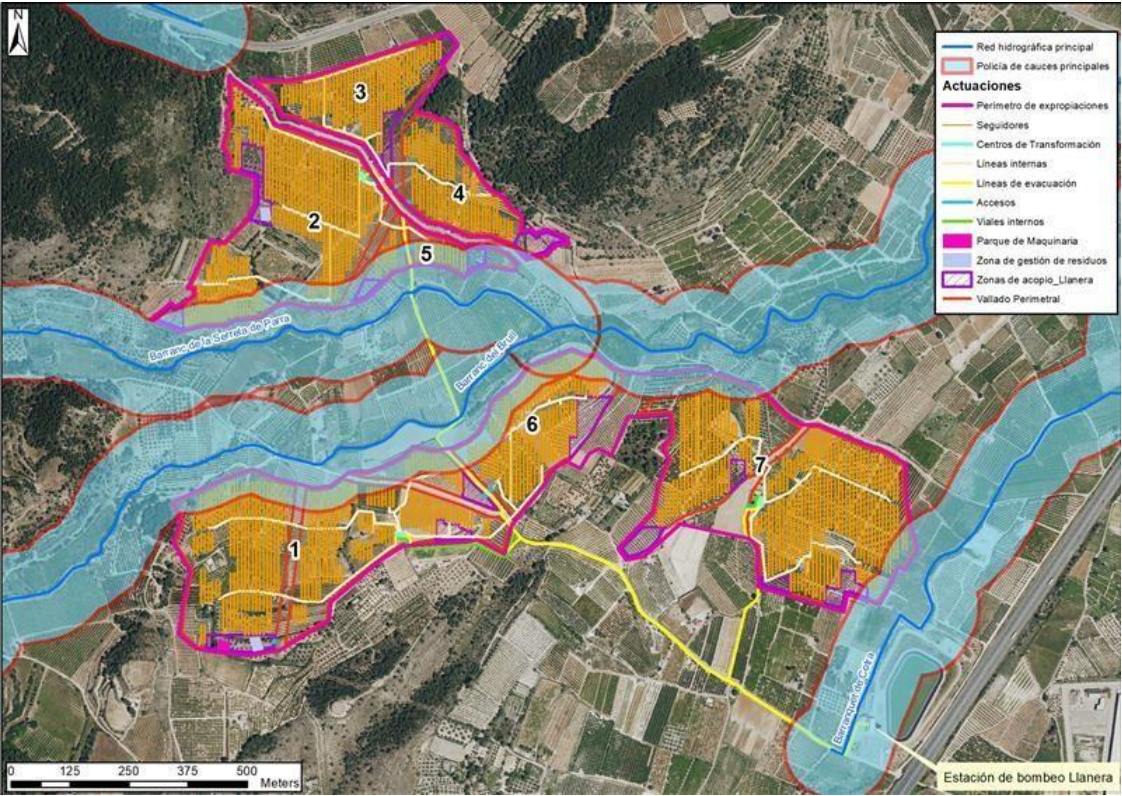


Figura 3 Situación de la PSFV respecto de la zona de policía. Fuente: Elaboración propia

A este respecto el Decreto-ley 14/2020, de 7 de agosto, del Consell, de medidas para acelerar la implantación de instalaciones para el aprovechamiento de las energías renovables por la emergencia climática y la necesidad de la urgente reactivación económica en su artículo 10 “Criterios territoriales y paisajísticos específicos para la implantación de centrales fotovoltaicas” indica en el apartado g):

Alejar el perímetro o envolvente del emplazamiento de la central fotovoltaica al menos 100 metros del cauce de los corredores territoriales fluviales regionales y hasta 50 metros del resto de cauces, sin perjuicio del informe del organismo de cuenca competente.

Puesto que esta legislación surge como una medida para paliar los efectos del cambio climático y disminuir la dependencia con países extranjeros, reduciendo los requisitos de estas instalaciones con el fin de promover fuentes de energía sostenible. Por tanto,

en la selección de la ubicación se tuvo en cuenta este criterio tal y como viene reflejado en la cartografía del ICV para el cumplimiento del RDL 14/2020. A continuación, se muestra el resultado de la aplicación de este apartado:

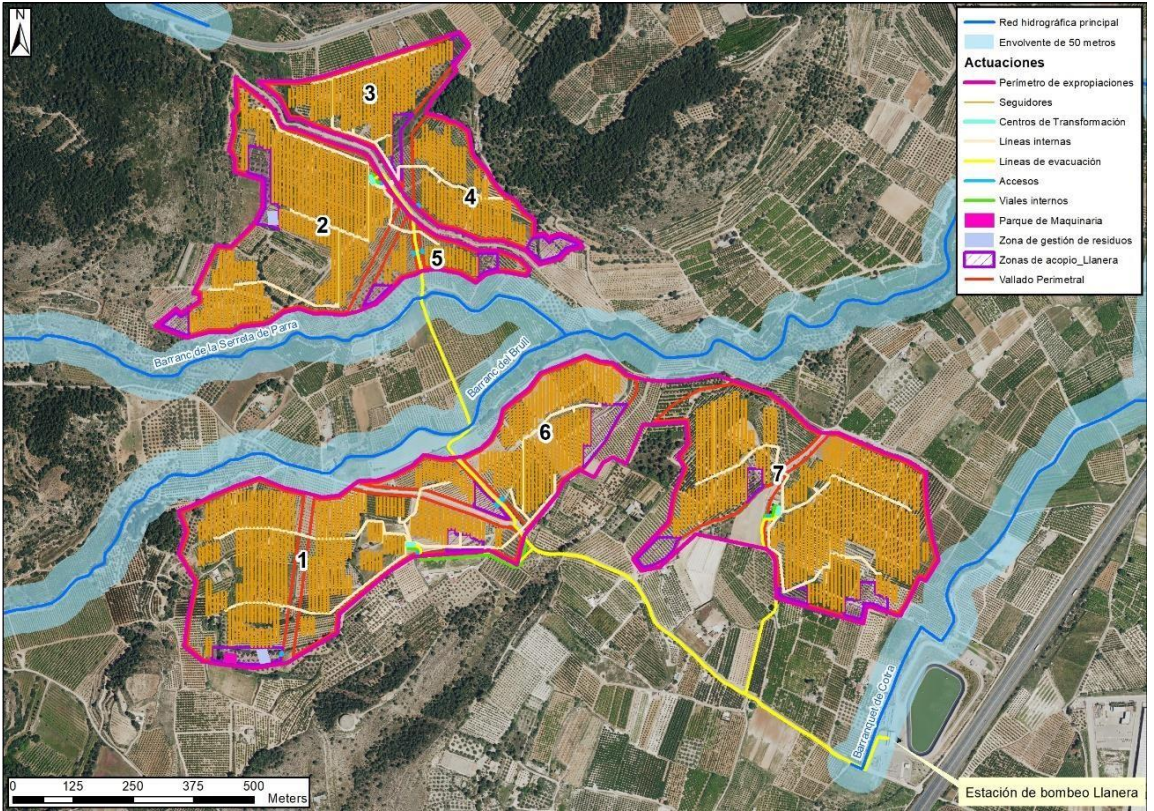


Figura 4 Perímetro de protección de cauces en el entorno de implantación de la PSFV de Llanera. Fuente: Elaboración propia

Como se observa de la figura anterior la línea de evacuación atraviesa El Barranc del Brull y el Barranc de la Serreta de la Parra, mientras que en la zona sur de la implantación atraviesa el Barranquet de Cotra. Será por tanto necesario la autorización del organismo competente en materia.

El proceso de selección de alternativas de ubicación se desarrolla en el Punto 4. Estudio de Prefactibilidad del Apéndice 007- Apéndice Estudio de Viabilidad Previa que acompaña al Anejo 007. Estudio de Soluciones del Anteproyecto constructivo, en el que se estableció como exclusión la implantación a menos de 50 metros de

distancia.

En cuanto a las masas de agua subterráneas el polígono de la PSFV de Llanera se proyecta sobre la masa de agua subterránea 080-148 denominada “Hoya de Xátiva” la cual alcanzó el buen estado químico en el año 2021, por lo que no fue necesario ninguna prórroga para el cumplimiento de los OMA, sin embargo, actualmente se encuentra en vigilancia para observar que efectivamente el estado se mantiene durante este cuarto ciclo de planificación.

Cód. Masa	Masa Subterránea	E. Cuantitativo	E. Químico	E. Global
080-148	Hoya de Xátiva	Bueno	Bueno	Bueno

Tabla 1. Masas de agua subterránea en la PSFV de Llanera. Fuente: MITERD

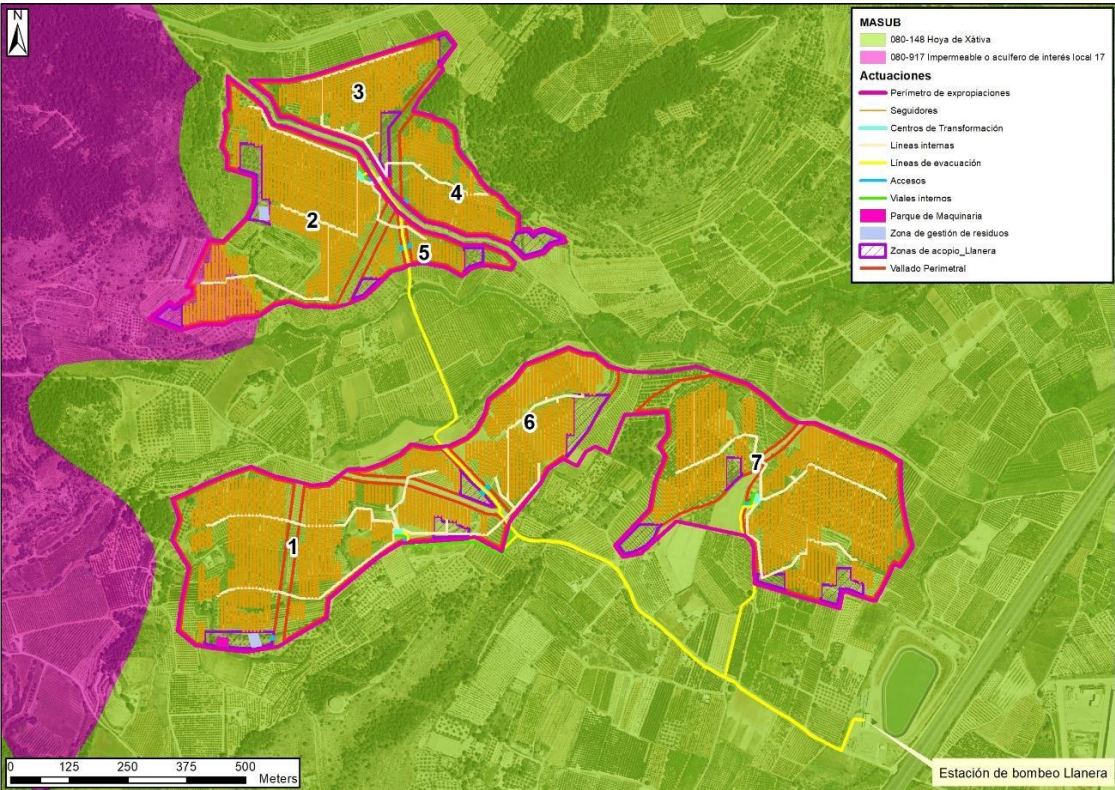


Figura 5. Masas de agua subterránea en la PSFV de Llanera. Fuente: Elaboración propia.

Como se observa, parte de la PSFV se localiza sobre una zona impermeable o acuífero de interés local que, se trata de afloramientos de materiales de muy baja permeabilidad en cuyo subsuelo no se desarrollan acuíferos significativos.

2.3 ZONA DE FLUJO PREFERENTE

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 periodo de retorno, se puedan producir graves daños sobre las personas y los bienes, quedando delimitado su límite exterior mediante la envolvente de ambas zonas.

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

- 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.

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

Así pues, en base a la cartografía disponible en la base de datos del MITERD se obtiene la siguiente figura en la que se observa que la zona de flujo preferente más cercana a la PSFV de Llanera está a unos 2,5 km al sureste y se denomina Río Cañoles, por lo que no afectan las limitaciones a los usos establecidas en el artículo 9bis y siguientes del RDPH

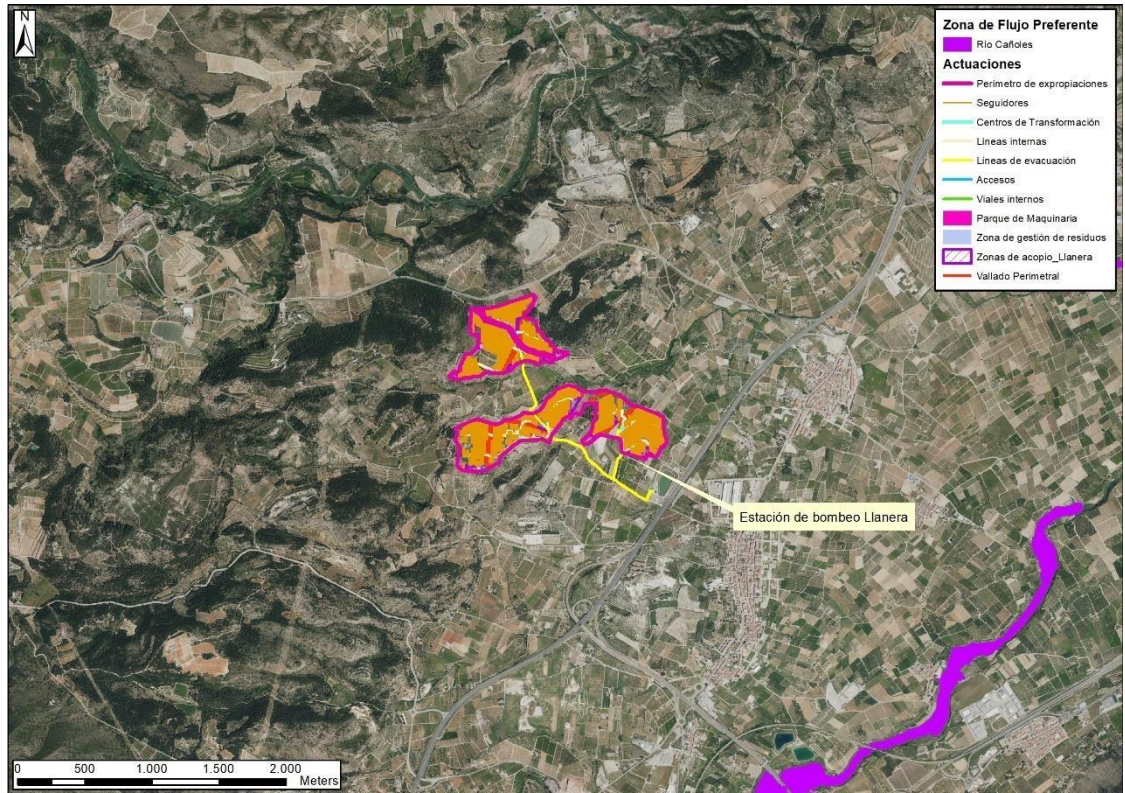


Figura 6 Zonas de flujo preferente en el entorno de la PSFV de Llanera. Fuente: MITERD

2.4 ZONAS INUNDABLES

En este apartado se va a realizar un análisis del entorno de actuación en base a la legislación vigente para valorar su posible afección por el proyecto de la PSFV objeto de estudio. En primera instancia se va a realizar un resumen de la legislación que nos afecta.

Estas disposiciones legislativas se van a desarrollar en este apartado para valorar la posible afección que pueda tener el proyecto sobre los riesgos de inundación.

2.4.1 SISTEMA NACIONAL DE CARTOGRAFÍA DE ZONAS INUNDABLES (SNZI)

Según el TRLA se considera zona inundable los terrenos que puedan resultar inundados por los niveles teóricos que alcanzarían las aguas en las avenidas cuyo

período estadístico de retorno sea de 500 años, atendiendo a estudios geomorfológicos, hidrológicos e hidráulicos, así como de series de avenidas históricas y documentos o evidencias históricas de las mismas en los lagos, lagunas, embalses, ríos o arroyos.

Estos terrenos cumplen labores de retención o alivio de los flujos de agua y carga sólida transportada durante dichas crecidas o de resguardo contra la erosión. Estas zonas se declararán en los lagos, lagunas, embalses, ríos o arroyos.

El conjunto de estudios de inundabilidad realizados por el Ministerio de Medio Ambiente y sus organismos de cuenca configuran el Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables.

Así pues, desde el MITERD, y según lo establecido en la Directiva 2007/600 sobre evaluación y riesgo de inundación, puso en marcha el SNCZI, instrumento de apoyo a la gestión del espacio fluvial, la prevención de riesgos, la planificación territorial y la transparencia administrativa.

De esta forma, a través del visor cartográfico se puede visualizar los estudios de cartografía de zonas inundables para realizar una correcta planificación del suelo. En este sentido, se ha consultado la cartografía para valorar una posible incidencia respecto a este fenómeno por lo que respecta a la ubicación proyectada para la PSFV de Llanera, y no supondría ninguna modificación del riesgo de inundación, puesto que no afecta.

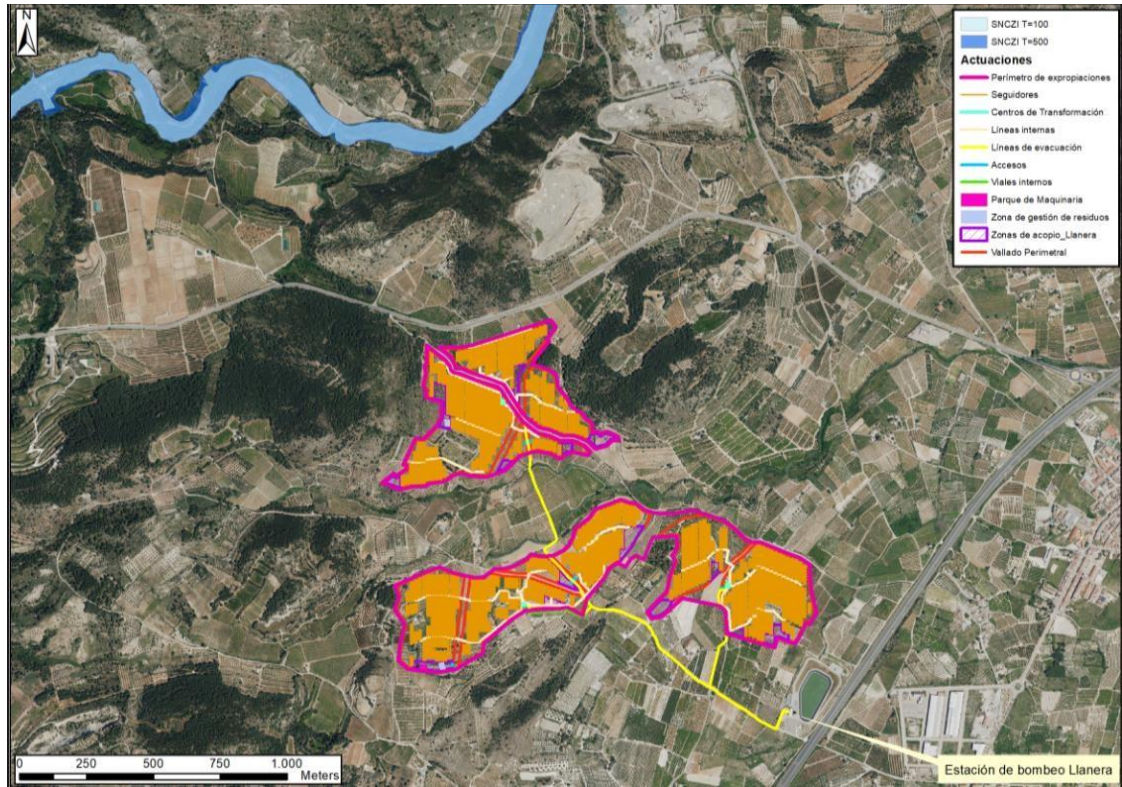


Figura 7 Riesgo inundabilidad de la PSFV de Llanera según SNCZI. Fuente: Elaboración propia

2.4.2 ARPSI

Se definen como ARPSI a aquellas zonas del territorio para las cuales se ha llegado a la conclusión de que existe un riesgo potencial de inundación significativo o bien en las cuales la materialización de tal riesgo pueda considerarse probable como resultado de los trabajos de Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación (EPRI), realizados en el ámbito de cada demarcación hidrográfica, en cumplimiento del artículo 5 del Real Decreto 903/2010, de 9 de julio, de evaluación y gestión de riesgos de inundación, que transpone la Directiva 2007/60/CE, relativa a la evaluación y gestión de los riesgos de inundación.

La delimitación de las ARPSI se realiza sobre la base de la evaluación preliminar del riesgo inundación, que se elabora a partir de la información fácilmente disponible como datos registrados y estudios de evolución a largo plazo, incluyendo el impacto del cambio climático, y teniendo en cuenta las circunstancias actuales de

ocupación del suelo, la existencia de infraestructuras y actividades para protección frente a inundaciones y la información suministrada por el Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables y por las Administraciones competentes en la materia.

En resumen, la cartografía que se analiza en este apartado contiene las áreas definidas como **Áreas con Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSI)**, obtenidas a partir de la evaluación preliminar del riesgo de inundación realizada por las autoridades competentes en materia de aguas, costas y protección civil.

Analizada esta cartografía en el entorno del ámbito de actuación de la PSFV de Llanera, la zona catalogada como ARPSI más cercana está a 1,6 km al norte que corresponde al río Sellent en su tramo desde la CV555 hasta el río Júcar.

En la siguiente figura se observa la localización de esta ARPSI respecto de la PSFV

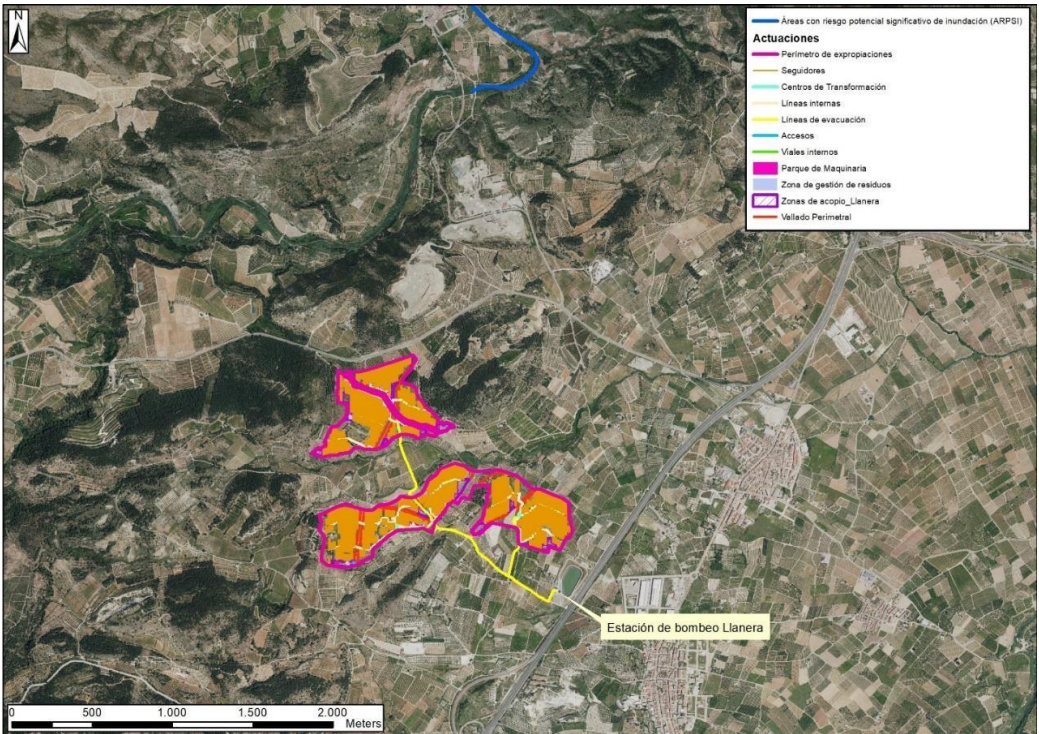


Figura 8 ARPSI en el entorno de actuación de la PSFV de Llanera. Fuente: elaboración propia.

2.5 PLAN DE ACCIÓN TERRITORIAL DE CARÁCTER SECTORIAL SOBRE PREVENCIÓN DE RIESGO DE INUNDACIÓN EN LA COMUNITAT VALENCIANA (PATRICOVA)

El Decreto 201/2015, de 29 de octubre, del Consell, aprueba el Plan de acción territorial sobre prevención del riesgo de inundación en la Comunitat Valenciana (PATRICOVA). Este Decreto ha sido recientemente modificado por el Decreto-ley 7/2024, de 9 de julio, del Consell, de simplificación administrativa de la Generalitat, en concreto afecta al artículo 18.2 que actualmente viene redactado como sigue:

En suelo no urbanizable afectado por peligrosidad de inundación de nivel 2, 3, 4 o 5, o por peligrosidad geomorfológica, se prohíben los siguientes usos y actividades: viviendas; establos, granjas y criaderos de animales; estaciones de suministro de carburantes; actividades industriales; establecimientos hoteleros y campamentos de turismo; centros hípicos y parques zoológicos; servicios funerarios y cementerios; depósitos de almacenamiento de residuos y vertederos, a excepción de los destinados a residuos de la construcción y demolición (RCD); plantas de valorización; equipamientos estratégicos, como centros de emergencia, parques de bomberos, cuarteles, centros escolares y sanitarios, y pabellones deportivos cubiertos. Las plantas potabilizadoras y centros de producción, transformación y almacenamiento de energía quedan prohibidas, salvo que, por requerimientos de funcionamiento, queden avaladas por la administración competente para su autorización, garantizándose la adopción de medidas que disminuyan o eliminen el riesgo por inundación.

No obstante, respecto a este plan en el Decreto 14/2020, de 7 de agosto, del Consell, se indica en su artículo 10.d lo siguiente:

“Evitar la ocupación de zonas de peligrosidad de inundación 1, 2, 3 y 4 de las categorías del Plan de Acción Territorial de carácter sectorial sobre prevención del riesgo de inundación en la Comunitat Valenciana (PATRICOVA) o categorías equivalentes establecidos a partir de cartografías de peligrosidad aprobadas por organismos oficiales, como el Sistema Nacional de Cartografía de Zonas

Inundables.”

Por otra parte, el Decreto 201/2015, de 29 de octubre, del Consell, por el que se aprueba el Plan de acción territorial sobre prevención del riesgo de inundación en la Comunitat Valenciana (PATRICOVA), indica en el artículo 18.3 que, para las zonas con riesgo por inundación 6 ($T > 500$ años y calado (H) $< 0,8$ m), las infraestructuras puntuales estratégicas, como plantas potabilizadoras y centros de producción, transformación y almacenamiento de energía, quedan prohibidas, salvo que, por requerimientos de funcionamiento, queden avaladas por la administración competente para su autorización, garantizándose la adopción de medidas que disminuyan o eliminen el riesgo por inundación.

Además, en el artículo 18.4 se señala que en suelo no urbanizable afectado por peligrosidad geomorfológica se puede eximir justificadamente de la prohibición de alguno de los usos citados en el apartado anterior, siempre que, mediante un estudio específico y detallado de la zona, se justifique la escasa incidencia del riesgo de inundación en relación con la actividad a implantar.

La peligrosidad de inundación geomorfológica se debe entender como una alerta frente a un potencial riesgo por inundación, que debe ser estudiado con mayor nivel de precisión. En el artículo 8 de la Normativa del PATRICOVA, este tipo de peligrosidad de inundación se asocia a diferentes procesos morfológicos del territorio, que, por sus características, actúan como un indicador de la presencia de inundaciones pasadas, no necesariamente catalogadas, cuyos procesos pueden ser reactivados en el futuro con distintas frecuencias y/o magnitudes.

La principal problemática que presenta la peligrosidad de inundación geomorfológica en la gestión de los usos de suelo, desde la ordenación del territorio, estriba en la indeterminación en cuanto a extensión, calados y frecuencia asociados a un suceso de inundación se refiere.

En lo que respecta al riesgo de inundación de la zona de implantación de la PSFV de Llanera según la cartografía del PATRICOVA, no existiría afección, tal y como se

presenta en la siguiente figura:

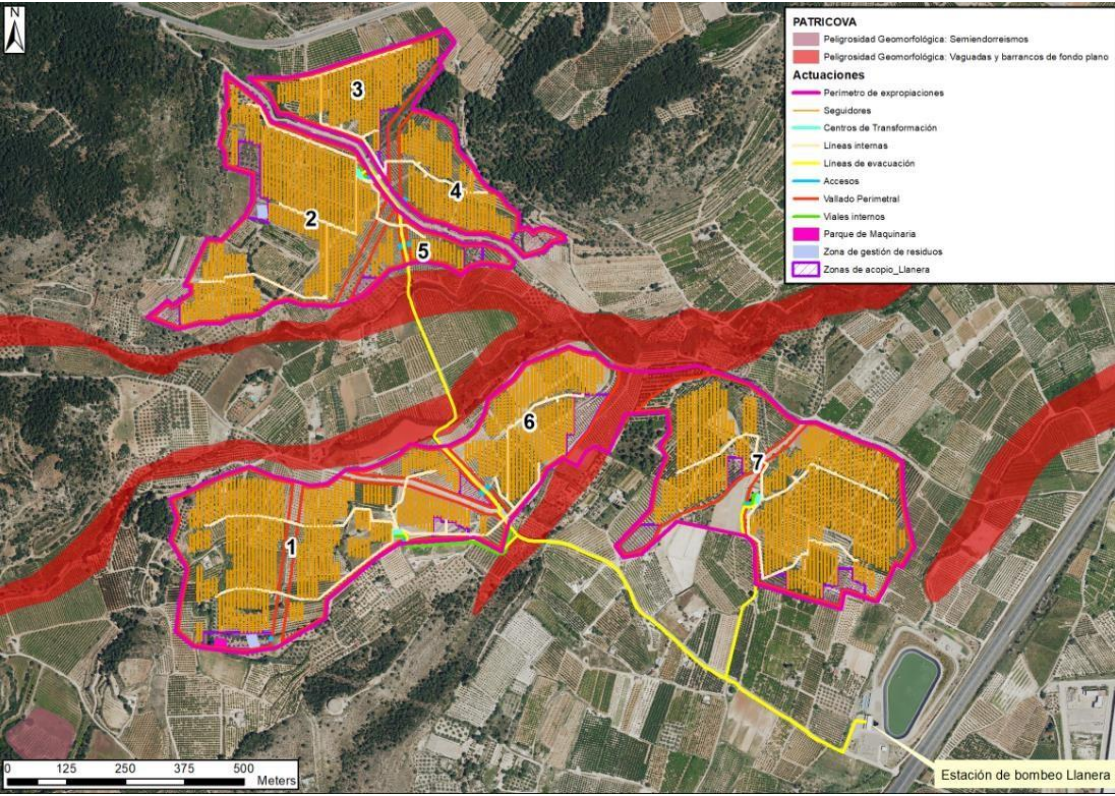


Figura 9 Riesgo inundabilidad de la PSFV de Llanera según PATRICOVA. Fuente: Elaboración propia

En cuanto al riesgo geomorfológico, tal y como se desprende de la figura anterior, no se proyecta la ejecución de obras ni instalación de ningún tipo en el tramo comprendido dentro del perímetro de expropiación, que pueda verse afectado por acontecimientos hidrológicos y, por tanto, se concluye que en ningún caso se alteraran las condiciones previas a la PSFV en este punto. Únicamente, la Línea de Evacuación cruza una zona definida como de Peligrosidad Geomorfológica por vaguadas y barrancos de fondo plano.

Por otra parte, en cuanto a las líneas de evacuación, se observa que cruza tres zonas afectadas por riesgo geomorfológico asociado a la presencia de vaguadas y barrancos de fondo plano, sin embargo, dado que las actuaciones que se prevén para las líneas de evacuación son de escasa entidad y, aprovechando para su instalación caminos

asfaltados existentes. En cualquier caso, el terreno se restituirá a las condiciones iniciales, no se prevé ningún tipo de afección de la línea de evacuación que pudiera empeorar las condiciones con respecto a este riesgo.

2.6 MODELIZACIÓN Y SIMULACIÓN HIDROLOGICO-HIDRÁULICA DEL BARRANCO DE BRULL

2.6.1 CÁLCULO DE CAUDALES MÁXIMOS

Se han estimado los caudales máximos de las avenidas del barranco del Brull aguas abajo de la localización de la PSFV de Llanera, para los periodos de retorno de 10, 25, 50, 100 y 500 años.

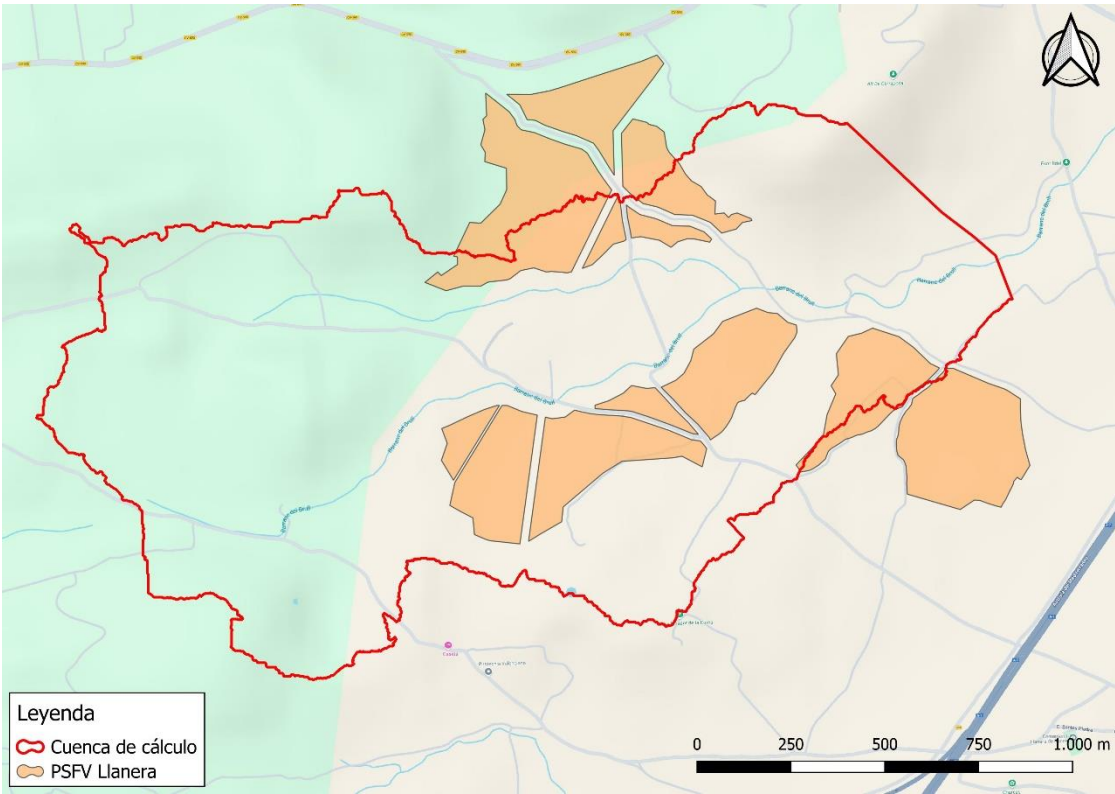


Figura 10 Ubicación de la PSFV Llanera.

“Para el cálculo de los caudales máximos de avenida, correspondientes a los diferentes periodos de retorno, en el punto estudiado del barranco de Cambrils se aplica el método racional modificado.

El caudal de referencia Q en el punto en el que desagua una cuenca o superficie se obtiene mediante la fórmula:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3,6} K$$

Siendo:

- Q** (m³/s): Caudal punta correspondiente a un período de retorno dado.
- C**: Coeficiente medio de escorrentía de la cuenca o superficiedrenada.
- I** (mm/h): Máxima intensidad media de precipitación correspondiente al período de retorno considerado y a un intervalo igual al tiempo deconcentración.
- A** (km²): Superficie de la cuenca.
- K**: Coeficiente de uniformidad.

A continuación se muestran los datos necesarios para la aplicación del método en la cuenca objeto de estudio, así como la propia aplicación y los resultados obtenidos.”

Datos de la Cuenca:	Barranco Brull	Afluyente
Superficie (km²)	1,73	0,55
Longitud (km)	2,69	1,42
Cota máxima cauce (m)	207,2	197,3
Cota mínima (m)	133,8	151,2
Desnivel máx. cauce (m)	73,4	46,1
Pendiente media cauce (m/m)	0,027	0,032

Datos de la Cuenca:	Barranco Brull	Afluyente
Valor medio del parámetro Po (mm)	22,00	22,0
Factor regional de corrección	2,40	2,40
Valor de Po corregido (mm)	52,80	52,80

Datos de Lluvia:	
T (años)	P.Max. 24h (mm)
10	146
25	186
50	219
100	253
500	342

Datos de Intensidad	
I1/Iđ	11

Factor Reductor por área	
Ka = 1 – log (A)/15	
Ka	0,98

Tiempo de Concentración - Tc	
$Tc = \left(\frac{L}{J^{1/4}}\right)^{0,76}$	
L= Longitud (km)	J= Pendiente (m/m)

Intensidad correspondiente al Tiempo de Concentración - It
Fa= Índice de torrencialidad
$Fa = \left(\frac{I_1}{I_d}\right)^{3,5287-2,5287 t^{0,1}}$
$It = Id . Fa$

Intensidad media de precipitación para el tiempo del aguacero igual a tc (mm/h)		
T (años)	Barranco del Brull Tc: 75 min	Afluente Tc: 45 min
10	57,23	79,52
25	72,83	101,20
50	85,72	119,11
100	99,14	137,76
500	133,79	185,91

Coeficiente de Escorrentía - C	
$C = \frac{\left(\frac{Pd}{Po} - 1\right) + \left(\frac{Pd}{Po} + 23\right)}{\left(\frac{Pd}{Po} + 11\right)^2}$	
Pd= Lluvia diaria (mm)	Po= parámetro (mm)
Coeficiente de Uniformidad - K	
$K = 1 + \frac{(Tc)^{1,25}}{((Tc)^{1,25} + 14)}$	
K=1,08	
Tc= Tiempo de Concentración (h)	

Cálculo de Caudales máximos Barranco del Brull - Qmax						
$Q = \frac{C . I . A}{3,6} K$						
T	Pd	Id	It	Pom	C	Qmax
(años)	(mm)	(mm/h)	(mm/h)	(mm)		m³/s
10	146	6,00	57,23	52,8	0,23	6,89
25	186	7,63	72,83	52,8	0,26	9,95
50	219	8,98	85,72	52,8	0,37	16,27
100	253	10,39	99,14	52,8	0,42	21,45
500	342	14,02	133,79	52,8	0,52	36,27

Cálculo de Caudales máximos Afluente - Q_{max}						
$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3,6} K$						
T	P_d	I_d	I_t	P_{om}	C	Q_{max}
(años)	(mm)	(mm/h)	(mm/h)	(mm)		m³/s
10	146	6,10	79,52	52,8	0,24	3,07
25	186	7,76	101,20	52,8	0,27	4,36
50	219	9,13	119,11	52,8	0,37	7,11
100	253	10,56	137,76	52,8	0,42	9,33
500	342	14,25	185,91	52,8	0,53	15,71

No obstante, la Norma 5.2-IC de la Instrucción de Carreteras establece para las cuencas pequeñas (superficie < 50 km²) del Levante y Sureste peninsular (apartado 2.3) que para peridos de retorno superiores a 25 años, el caudal punta debe estimarse mediante la siguiente expresión, si no se dispone de estudios específicos al respecto:

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

Siendo:

Q_T (m³/s): Caudal punta correspondiente a un período de retorno dado.

Q₁₀ (m³/s): Caudal máximo anual correspondiente al período de retorno de diez años en el punto de desagüe de la cuenca, calculado mediante el método racional.

φ y λ: Coeficiente y exponente propios de la región y del periodo analizado, cuyos valores se obtienen a partir de la tabla 2.6 de la Norma 5.2-IC.

En la región en la que se sitúa la PSFV de Llanera (región 822), los valores que adoptan estos coeficientes se muestran en la siguiente tabla.

Regiones 821 y 822				
Periodo de retorno, T (años)	50	100	200	500
φ	3,0	4,0	6,5	10,4
λ	1,07	1,10	1,10	1,07

NOTAS a la tabla 2.6:

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

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

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

En los casos en que, de acuerdo con los criterios precedentes, se decida la utilización de esta tabla, los caudales obtenidos mediante su aplicación deben compararse con los que resultan utilizando el método de cálculo del apartado 2.2, tomando $F_T = 1,00$ en el caso de los periodos de retorno superiores a veinticinco años ($T > 25$ años). El caudal que debe adoptarse es el mayor de entre ambos.

Por tanto, a partir del valor de caudal punta para T=10 años y los coeficientes correspondientes a la región 822, se ha estimado el caudal punta para lo periodos de retorno T > 25 años.

Cálculo de Caudales máximos - Q_{max} (m³/s)		
T (años)	Barranco del Brull	Afluente
10	6,89	3,07
25	9,95	4,36
50	23,67	9,95
100	33,44	13,72
500	82,06	34,50

Puesto que los caudales calculados mediante la aplicación del apartado 2.3 de la Norma 5.2-IC de la Instrucción de Carreteras son superiores a los calculados mediante el método racional, se emplearán estos para analizar la posible afección de las avenidas de periodos de retorno de 100 y 500 años sobre la PSFV.

2.6.2 ESTUDIO DE INUNDABILIDAD

Se ha analizado la afección que los caudales máximos calculados en el apartado anterior tendrían sobre la PSFV de Llanera. Para ello, se ha realizado un modelo bidimensional en HEC-RAS en el que se ha modelado el barranco del Brull y su barranco afluente en la zona de la planta PSFV de Llanera.

El modelo del terreno empleado ha sido el MDT del IGN de tamaño de celda 2x2 m. La zona de análisis se ha mallado con un tamaño de celdas de 4x4 m, refinando la zona del barranco del Brull con celdas de tamaño 2x2 m. El número de Manning empleado ha sido de 0,033 (Vegetación herbácea segada – tabla 3.1 - NORMA 5.2-IC-Drenaje superficial-Ministerio de Fomento).

Se ha analizado la avenida de T 100 años de periodo de retorno, comprobando que la planta no se encuentra dentro de la zona de flujo preferente (ver punto 2.3). Además, se comprueba como la avenida de T 100 años de periodo de retorno afecta a la planta minimamente.

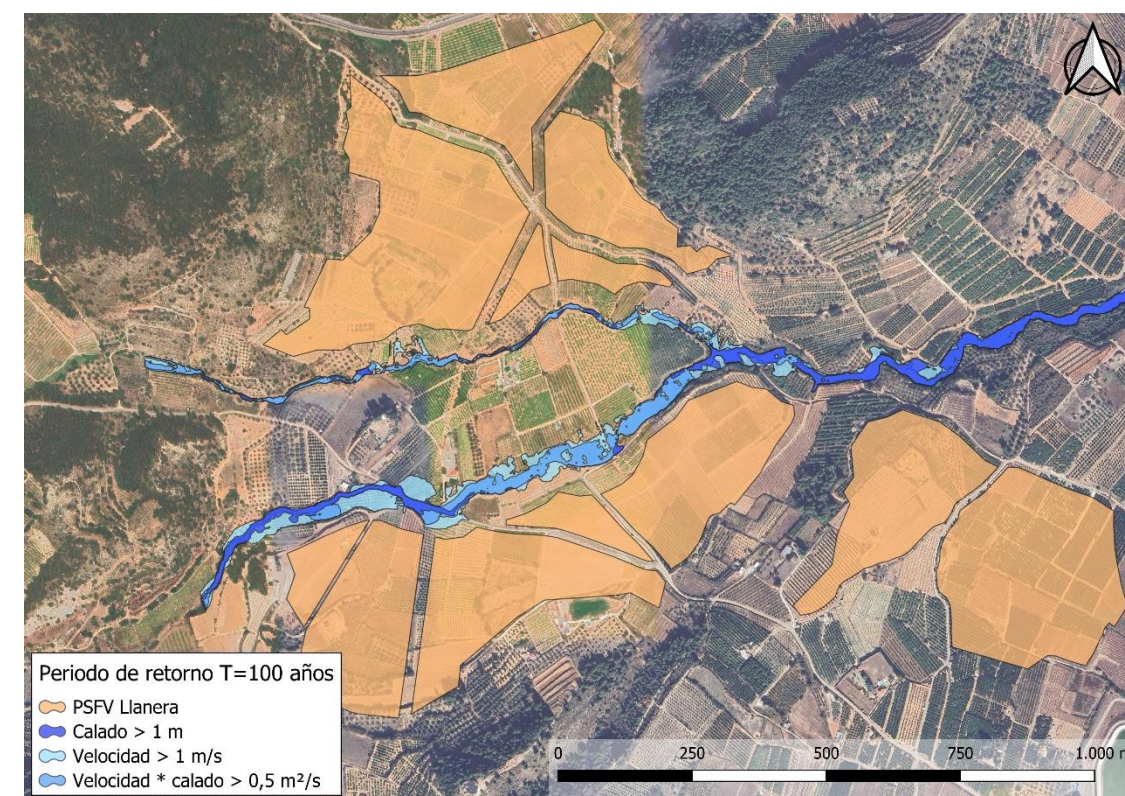


Figura 11 Zonas de flujo preferente PSFV Llanera.

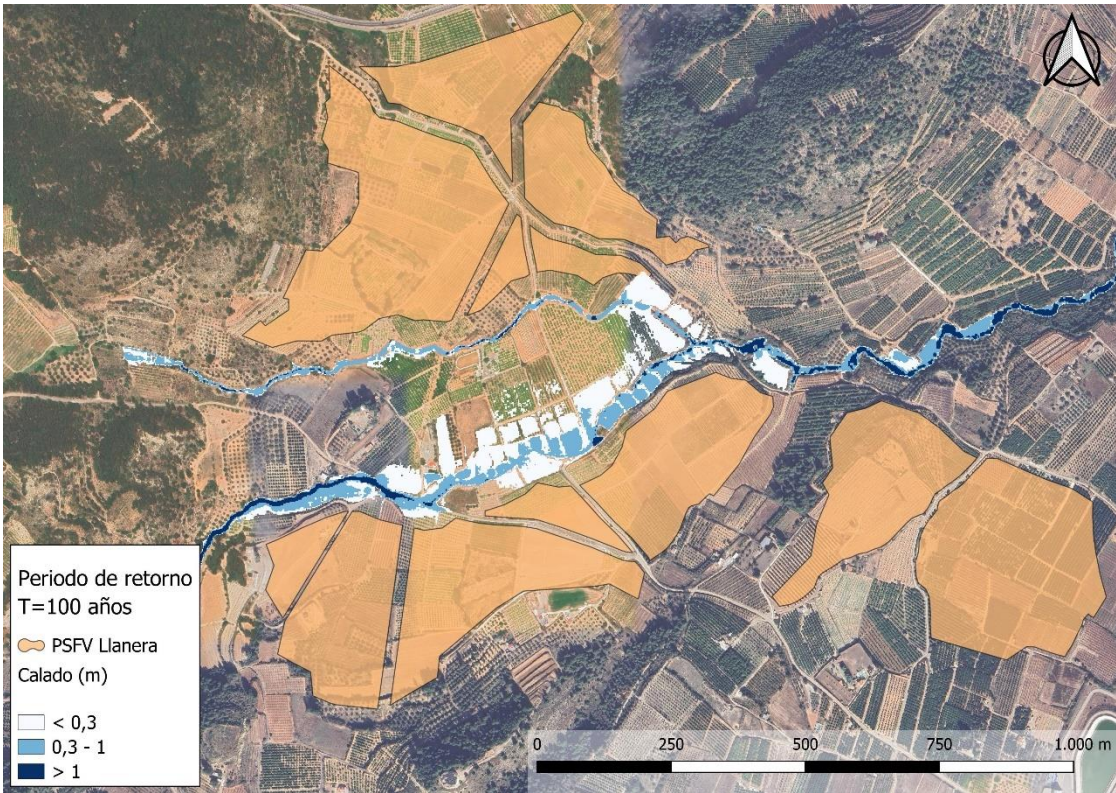


Figura 12 Calados T100 Barranco del Brull.

Asimismo, para la avenida de T 500 años de periodo de retorno se ha comprobado que en ningún caso la planta es inundada por un calado superior a 30 cm. En cualquier caso, la afección a la planta es mínima para una avenida de T 500 años.

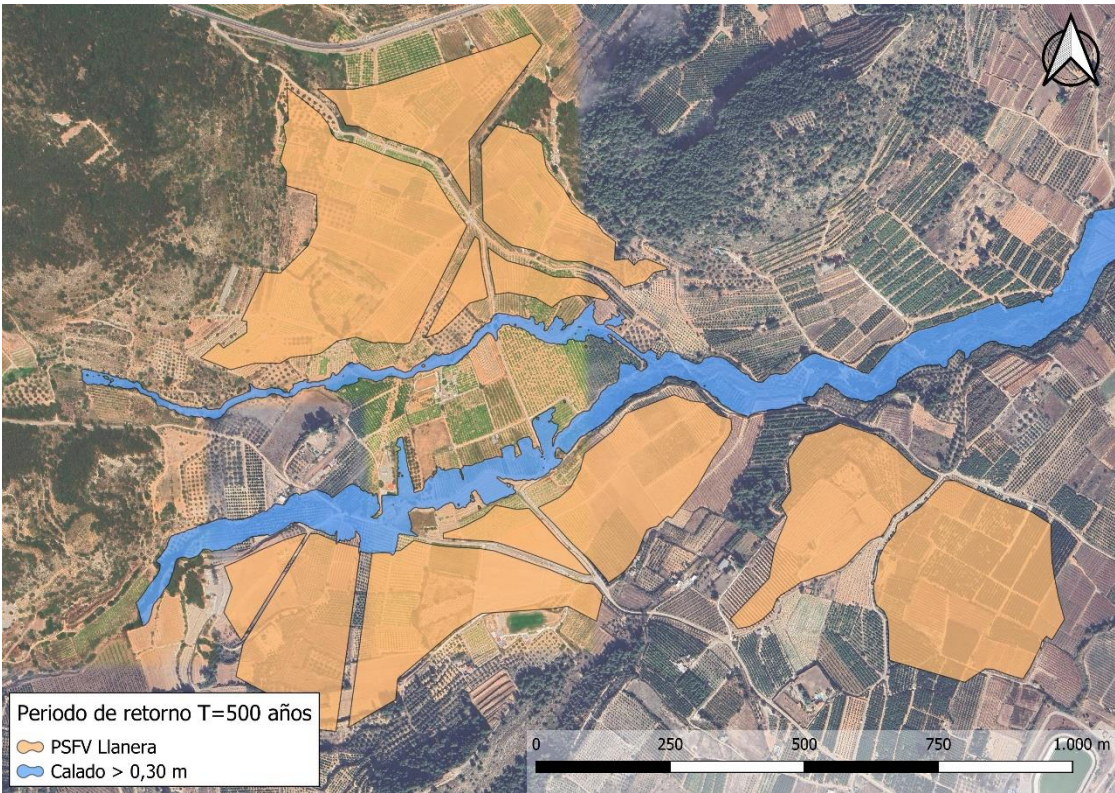
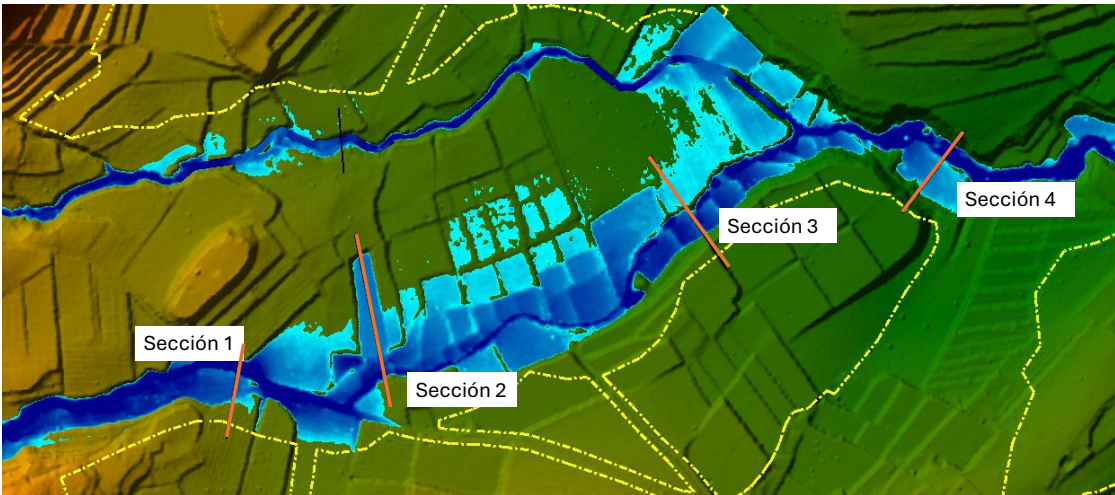
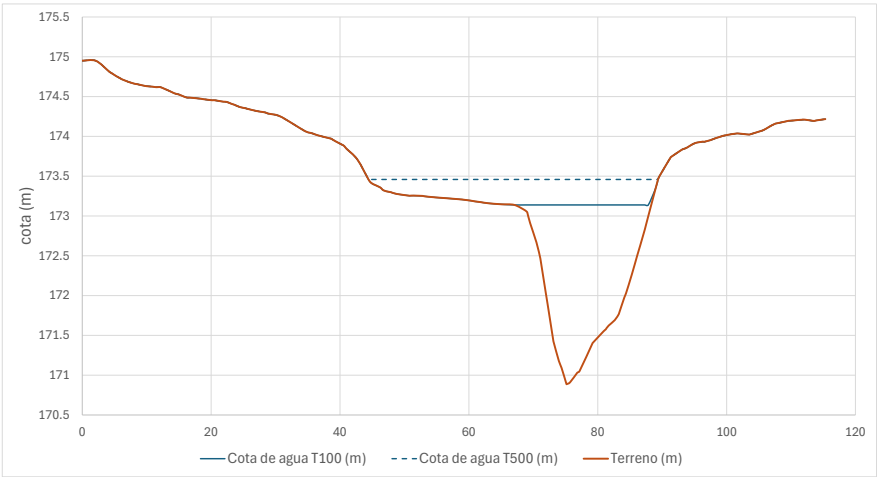


Figura 13 Mancha inundación con calado superior a 30 cm para T500 en PSFV Llanera.

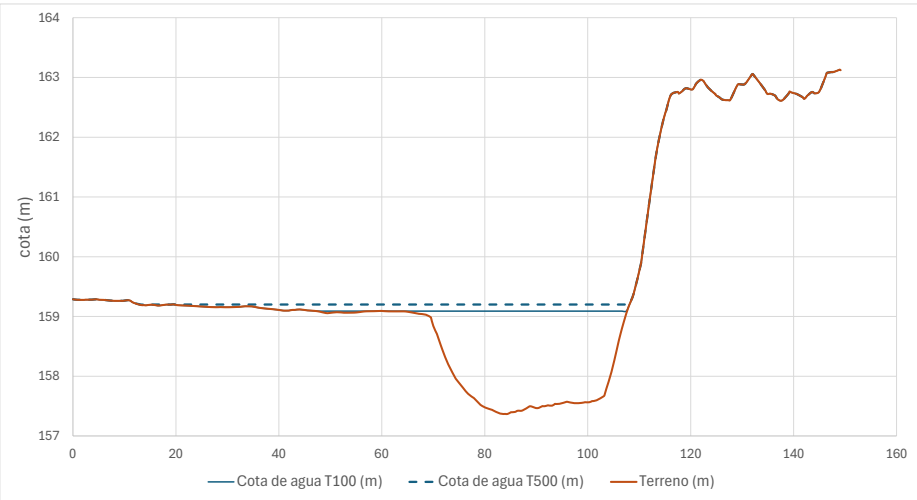
Finalmente se muestran algunas secciones transversales con los niveles de agua alcanzados.



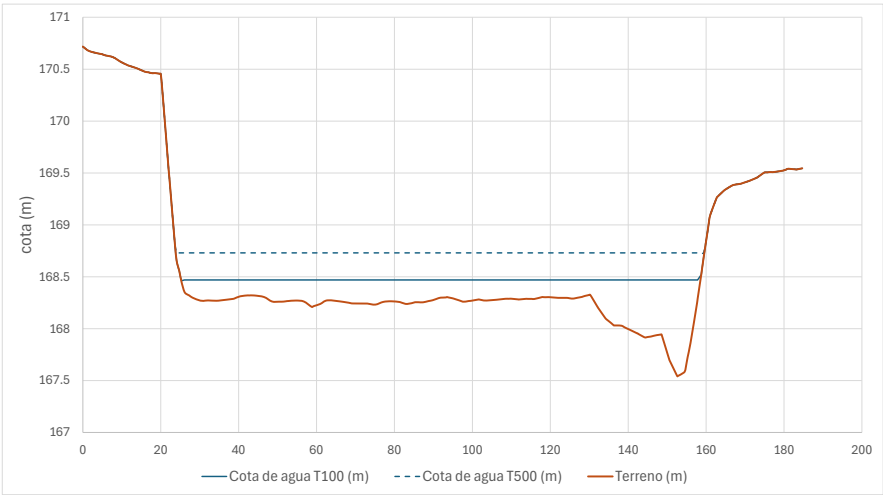
Sección 1:



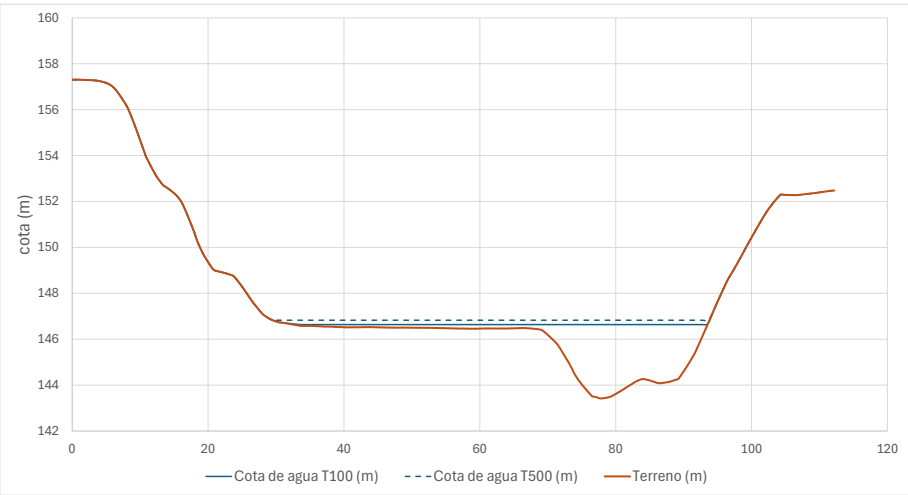
Sección 3:



Sección 2:



Sección 4:



Tras este análisis, se concluye que no se producen alteraciones en las vías de intenso desagüe y que los flujos preferentes, son conducidos dentro del cauce natural del barranco, para los periodos de retornos estudiados.

2.7 CONCLUSIONES PSFV

- No invade DPH ni Zona de Servidumbre
- Invade Zona de Policía (11,9 Has) por lo que se solicita la Autorización correspondiente al Organismo de Cuenca.
- La Zona de Policía invadida está ocupada únicamente por paneles solares, y en ningún caso por transformadores ni almacenes o talleres.
- Se sitúa más allá de los primeros 50 metros de zona de Policía establecidos por el RDL 14/2020 del Consell cumpliendo con esta normativa.
- La implantación está a más de 2,5 km de la Zona de Flujo Preferente más cercana de la base de datos del MITERD. Y para el caso particular del Barranco del Brull, el estudio de inundabilidad indica que la PSFV está fuera de la zona de flujos preferente de dicho Barranco.
- La implantación no se ve afectada por ninguna de las zonas inundables del SNZI
- La zona ARPSI más cercana se localiza a 1,6 km al norte de la implantación.
- PATRICOVA: no existe afección por riesgo de inundación en la PSFV.
- Tras el análisis de inundabilidad realizado se concluye que no se producen alteraciones en las vías de intenso desagüe y que los flujos preferentes, son conducidos dentro del cauce natural del barranco, para los periodos de retornos estudiados.
- La avenida de T500 años de periodo de retorno no inunda la planta con más de 30 cm de calado en ningún caso.

3 ANÁLISIS HIDROLÓGICO LOCAL

Para el análisis hidrológico local, en primer término se determina la división de “cuencas” de los polígonos de laplanta FV, en función de la topografía de la explanda final de cada uno de ellos. A partir de allí se calcularán los caudales de diseño de cada uno de ellos conociendo la lluvia de diseño, en este caso para un periodo de retorno de 25 años (se refiere a la probabilidad de que un episodio de avenida se dé cada T años. Es decir, un periodo de retorno T=25 años significa que el episodio de lluvia estudiado se dará, de media, una vez cada 25 años) y los coeficientes de escorrentías, en función del tipo de suelo sobre el que se desarrolla la FV.

Para el diseño del sistema de drenaje se tendrá en cuenta entre otros, los siguientes datos y/ estudios:

- Cartografía del emplazamiento y sus alrededores.
- Climatología.
- Pluviometría de la zona. Cálculo de cuencas

Del análisis hidrológico se obtiene la siguiente información:

- Intensidad de lluvia.
- Cuencas de drenaje.
- Coeficientes de escorrentía.
- Caudales máximos de drenaje de cada cuenca.
- Zonas de inundabilidad

En el análisis se definirá en forma general las obras hidráulicas necesaria para reconducir, encauzar y restablecer la continuidad de las escorrentías interceptadas por la ejecución de las obras de implantación de la planta FV.

Para el cálculo de los caudales de escorrentías se aplicará el Método Racional.

3.1 MÉTODO RACIONAL

Se expone como conceptualización general, lo indicado por la NORMA 5.2-IC- Drenaje superficial-Ministerio de Fomento, salvo que se indique expresamente.

3.1.1 FÓRMULA GENERAL DE CÁLCULO

Siguiendo el método racional, el caudal máximo anual QT, correspondiente a un período de retorno T, se calcula mediante la fórmula:

Q_T = (I(T,t_c) * C * A * K_r) / 3,6

donde:

Q_T (m³/s)	Caudal máximo anual correspondiente al período de retorno T, en el punto de desagüe de la cuenca (figura 2.2).
I(T, t_c) (mm/h)	Intensidad de precipitación (epígrafe 2.2.2) correspondiente al período de retorno considerado T, para una duración del aguacero igual al tiempo de concentración t_c, de la cuenca.
C (adimensional)	Coeficiente medio de esorrentía (epígrafe 2.2.3)
A (km²)	Área de la cuenca o superficie considerada
K_r (adimensional)	Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación (epígrafe 2.2.5).

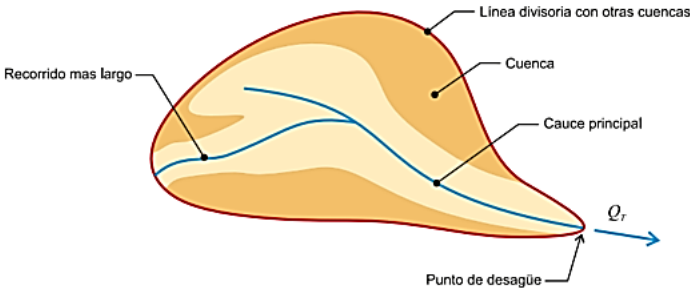


Figura 2.2 ESQUEMA DE CUENCA

La fórmula anterior es válida para cuencas homogéneas. En el (epígrafe 2.2.4) se generaliza para cuencas heterogéneas.

Cuando las obras se ubiquen en el Levante y Sureste peninsular, se debe proceder según se especifica en el (apartado 2.3).

En cualquier caso, e independientemente de la zona geográfica en la que se encuentren las obras, siempre que existan datos sobre caudales o referencias sobre inundaciones históricas se deben contrastar con los resultados obtenidos.

3.1.2 INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN

3.1.2.1 Consideraciones generales

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

I(T,t) = I_d . F_int

donde:

- I(T, t) (mm/h): Intensidad de precipitación correspondiente a un período de retorno T y a una duración del aguacero t.
- I_d(mm/h): Intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al período de retorno T (epígrafe 2.2.2.2).
- F_int (adimensional) Factor de intensidad (epígrafe 2.2.2.4).

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 , es la que corresponde a una duración del aguacero igual al tiempo de concentración (t = tc) de dicha cuenca (epígrafe 2.2.2.5).

3.1.2.2 Intensidad media diaria de precipitación corregida

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

I_d = (P_d . K_A) / 24

donde:

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

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

K_A (adimensional) Factor de intensidad (epígrafe 2.2.2.4).

Para la determinación de la precipitación diaria correspondiente al período de retorno T , P_d se debe adoptar el mayor valor de los obtenidos a partir de:

- Datos publicados por la Dirección General de Carreteras
- Estudio estadístico de las series de precipitaciones diarias máximas anuales, medidas en los pluviómetros existentes en la cuenca, o próximos a ella.

Se debe ajustar a la serie de precipitaciones máximas registrada en cada pluviómetro, la función de distribución extrema más apropiada a los datos de la zona, considerando al menos las funciones Gumbel y SQRT ET-máx.

A los efectos de esta norma, para la aplicación del método racional se toma como precipitación diaria P_d , la correspondiente al valor medio en la superficie de la cuenca (media areal), que se obtiene mediante la interpolación espacial de los valores obtenidos en cada uno de los pluviómetros considerados.

3.1.2.3 Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca(2.2.2.3)

El factor reductor de la precipitación por área de la cuenca K_A , tiene en cuenta la no simultaneidad de la lluvia en toda su superficie. Se obtiene a partir de la siguiente formula:

Si $A < 1 \text{ km}^2$

$K_A = 1$

Si $A \geq 1 \text{ km}^2$

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

donde:

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

A (km^2): Área de la cuenca (epígrafe 2.2.4).

3.1.2.4 Factor de intensidad F_{int}

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

- La duración del aguacero t
- El período de retorno T , si se dispone de curvas intensidad - duración - frecuencia (IDF) aceptadas por la Dirección General de Carreteras, en un pluviógrafo situado en el entorno de la zona de estudio que pueda considerarse representativo de su comportamiento.
Se tomará el mayor valor de los obtenidos de entre los que se indican a continuación:

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

donde:

F_{int} (adimensional): Factor de intensidad.

F_a (adimensional): Factor obtenido a partir del índice de torrencialidad (I_1/I_d)

F_b (adimensional): Factor obtenido a partir de las curvas IDF de un pluviógrafo próximo.

• Obtención de F_a

$F_a = \left(\frac{I_1}{I_d}\right)^{3,5287-2,5287 t^{0,1}}$

F_a (adimensional): Factor obtenido a partir del índice de torrencialidad (I_1/I_d). Se representa en la figura 2.3.

I_1/I_d : Índice de torrencialidad que expresa la relación entre la intensidad de precipitación horaria y la media diaria corregida. Su valor se determina en función de la zona geográfica, a partir del mapa de la figura 2.4.

t (horas): Duración del aguacero

Para la obtención del factor F_a , se debe particularizar la expresión para un tiempo de duración del aguacero igual al tiempo de concentración ($t = t_c$).

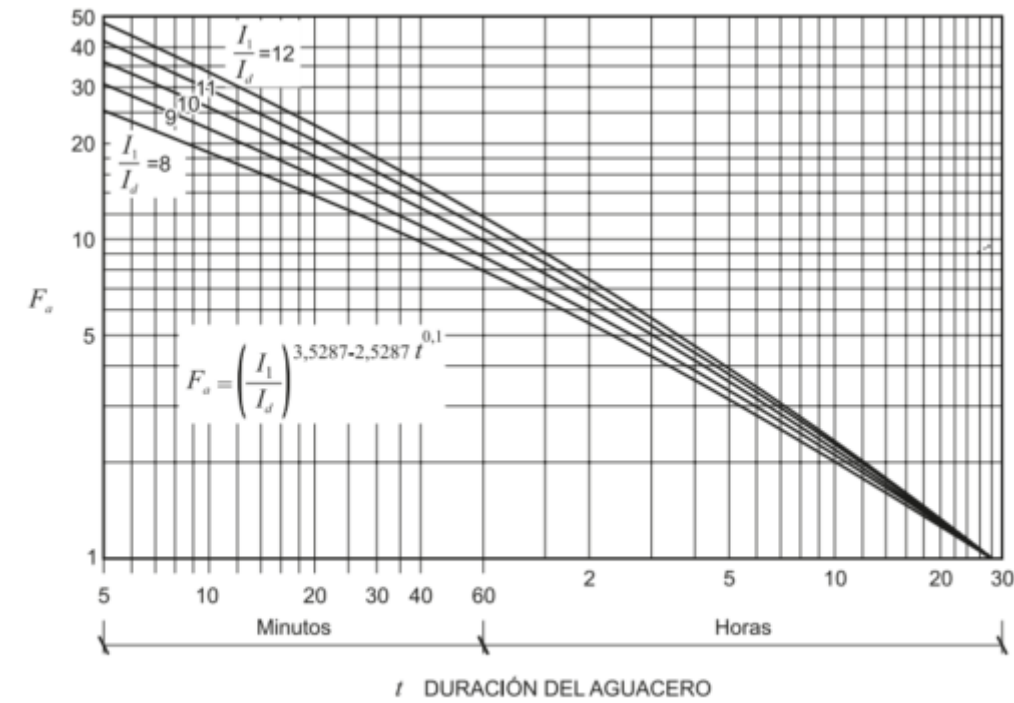


Figura 2.3 FACTOR F_a

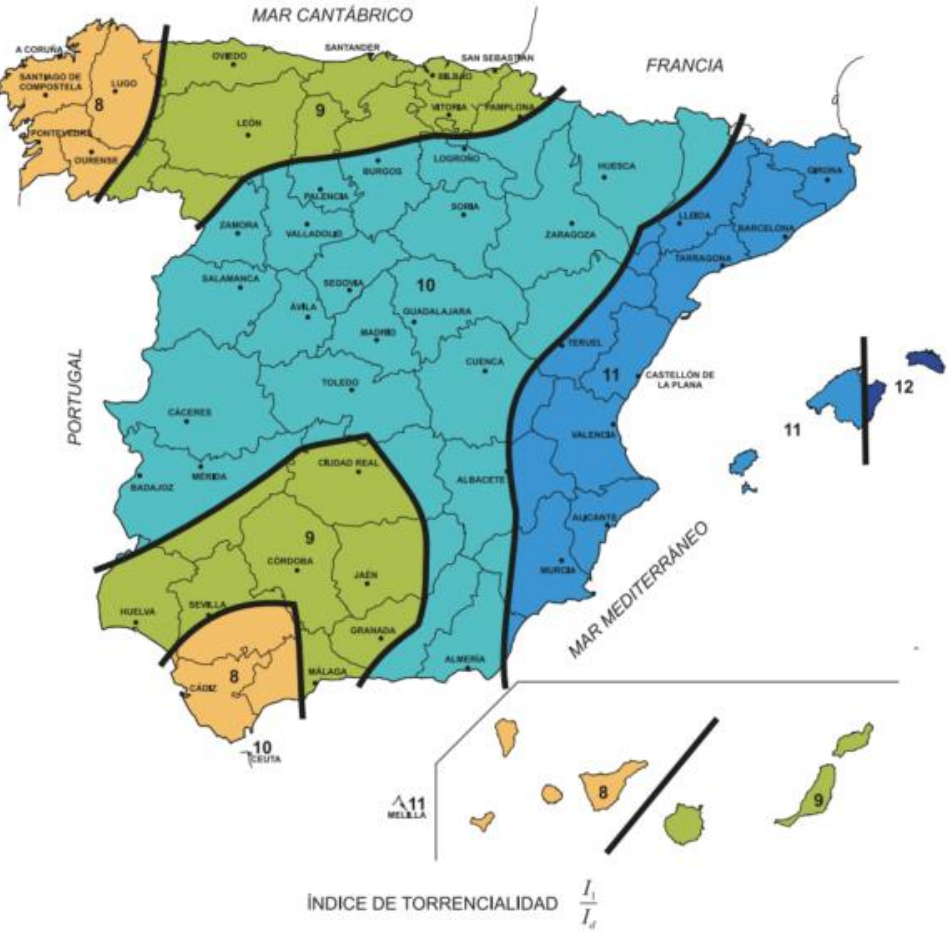


Figura 2.4 MAPA DEL ÍNDICE DE TORRENCIALIDAD (I_i/I_a)

Se ha considerado para el cálculo, como factor de torrencialidad el factor F_a . Ya que no se dispone de registros de curvas IDF de pluviómetros próximos al área de estudio.

3.1.2.5 Tiempo de Concentración

El Tiempo de concentración se calcula según lo indicado por la NORMA 5.2-IC-Drenaje superficial-Ministerio de Fomento, para cuencas secundarias, flujo difuso sobre el terreno:

$$t_{dif} = 2 \cdot L_{dif}^{0,408} \cdot n_{dif}^{0,312} \cdot J_{dif}^{-0,209}$$

donde;

t _{dif} (minutos)	Tiempo de recorrido en flujo difuso sobre el terreno.
n _{dif} (adimensional)	Coeficiente de flujo difuso (tabla 2.1)
L _{dif} (m)	Longitud de recorrido en flujo difuso
J _{dif} (adimensional)	Pendiente media

3.1.3 COEFICIENTE MEDIO DE ESCORRENTÍA

El coeficiente de escorrentía C, define la parte de la precipitación de intensidad I (T, tc) que genera el caudal de avenida en el punto de desagüe de la cuenca. Se obtiene mediante la siguiente fórmula:

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

donde;

C (adimensional)	Coeficiente de escorrentía
Pd (mm)	Precipitación diaria correspondiente al período de retorno T considerado
K _A (adimensional)	Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca
P ₀ (mm)	Umbral de escorrentía

3.1.3.1 Umbral de escorrentía

El valor umbral de escorrentía P₀ se calcula mediante la siguiente expresión:

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

donde;

P ₀ (mm)	Umbral de escorrentía
P ₀ ⁱ (mm)	Valor inicial del umbral de escorrentía
β (adimensional)	Coeficiente corrector del umbral de escorrentía

El valor inicial del umbral de escorrentía (P₀ⁱ) se determina, a falta de datos, a partir de los valores establecidos en la tabla 2.3 de la Instrucción en función del tipo de suelo.

El coeficiente corrector del umbral de escorrentía se calcula según la siguiente expresión:

$$\beta^{PM} = \beta_m \cdot F_T$$

donde;

β (adimensional)	Coeficiente corrector del umbral de escorrentía
β _m (adimensional)	Valor medio en la región del coeficiente corrector del umbral de escorrentía
F _T (adimensional)	Factor función del periodo de retorno T

En la Tabla 2.5 de la Norma 5.2-IC de la Instrucción de Carreteras, Drenaje, se establecen los valores de estos coeficientes a aplicar en función del periodo de retorno de cálculo y de la región en la que se encuentre el proyecto.

3.1.4 COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD

El coeficiente K_t tiene en cuenta la falta de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación. Se obtendrá a través de la siguiente expresión:

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

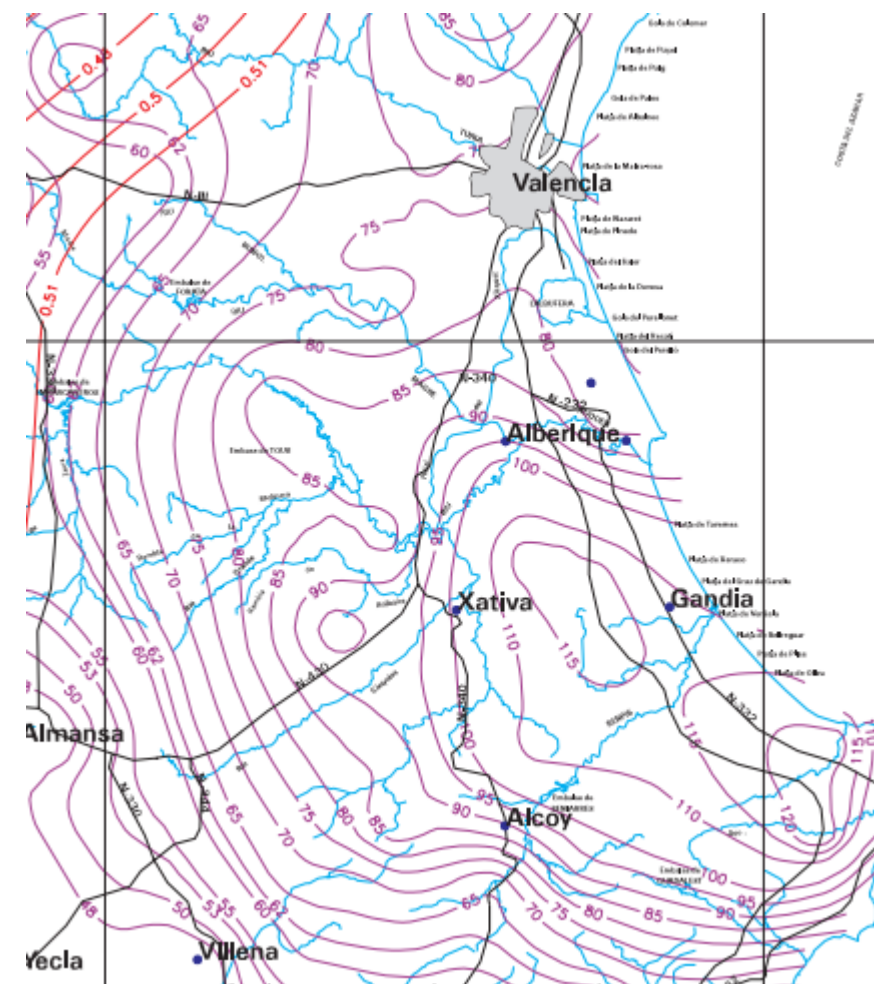
Siendo t_c el tiempo de concentración de la cuenca (en horas).

3.2 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DE ESCORRENTÍAS

Se procede a determinar en primer lugar las constantes que dependen de la situación geográfica de la zona a estudiar y del Periodo de retorno.

En este caso se establece el periodo de retorno en 25 años y la zona de estudio son las comarcas interiores a la desembocadura del río Júcar en las cercanías de la Ciudad de Llanera de Ranes (Valencia).

En función de la publicación “*Máximas lluvias diarias en la España peninsular*”, publicado por el Ministerio de Fomento, se encuentra en la hoja correspondiente a la zona de estudio la siguiente información



Donde se obtienen los siguientes parámetros;

Coeficiente de variación $C_v = 0,51$

Precipitación máxima diaria anual $P_d = 90$ mm

Para la obtención del cuantil regional Y_t para un periodo de retorno de 25 años, se

atiende a la siguiente tabla de la misma publicación ;

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

Donde se observa el valor Yt = 2,068 para un T de 25 años y un Cv de 0.51.

Por último para determinar el parámetro (I_v/I_d) (Intensidad máxima con respecto a la intensidad media diaria), se atiende a la publicación *Instrucción 5.2-I.C. Drenaje Superficial* fig.2.4

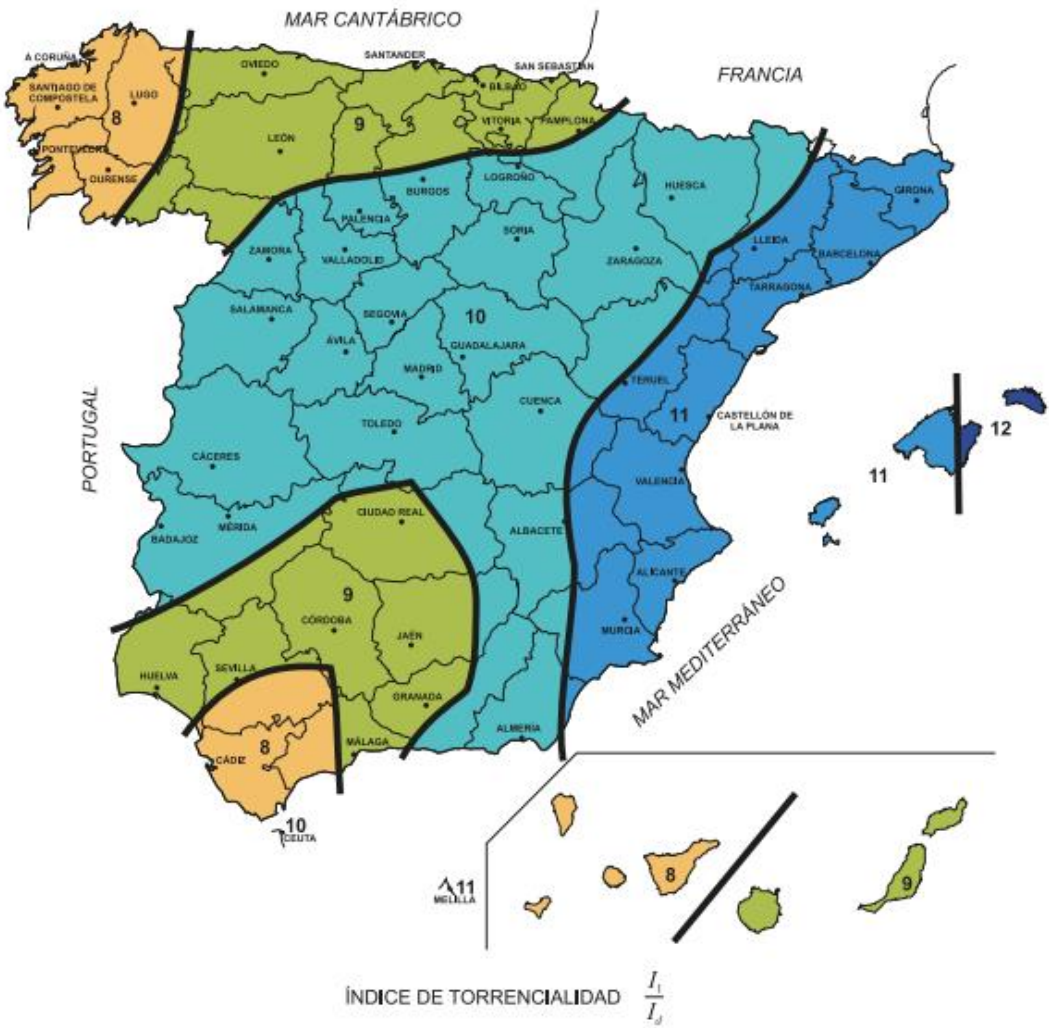


Figura 2.4 MAPA DEL ÍNDICE DE TORRENCIALIDAD (I_v/I_d)

El siguiente paso es el cálculo del tiempo de concentración (tc) que se calcula a partir de la pendiente media de cada parcela, la longitud de recorrido máxima en flujo difuso y un coeficiente de flujo difuso.

En este caso, se considera un coeficiente de flujo difuso con vegetación media (0,32) para zonas interiores de la futura instalación y con vegetación densa (1,0) para las zonas exteriores que puedan verter hacia la instalación, al ser áreas con más vegetación del tipo boscosa.

El cálculo del tiempo de concentración tiene la siguiente apariencia, habiendo introducido los correspondientes parámetros en función de tipología y uso del suelo así como datos como pendiente el terreno y longitud de la escorrentía en el área considerada en la fórmula de la *Instrucción 5.2-I.C. Drenaje Superficial*.

LL-N-1-INF		T=25 AÑOS		
				metros
minutos	TIEMPO de CONCENTRACION	tc (minutos)		18.481
(m)	Longitud escorrentia	Lo		119.91
%	Pendiente terreno	So		5.00%
(mm)/h	Intensidad Lluvia Diseño	i		167.310
		Coeficiente flujo difuso		0.32

Con todos estos parámetros se procede realizar el cálculo de la Intensidad del aguacero, cuyos resultados tienen la siguiente apariencia;

LL-N-1-INF				
Perido de retorno considerado	T		25 años	
Precipitacion total diaria Basica (para un periodo de retorno)	Grafica 5-3		90 mm	
Coeficiente de variación nal Cv	Isolineas Cv		0.51	
Cuantil regional Yt (en fucion Perido de retorno y Cv)	Figura 3-2		2.068	
Precipitacion máxima diaria (para un periodo de retorno)	Tabla 7-1			
Intensidad media diaria de precipitacion = P _d / 24 horas	25 años	P _d	186.12 mm	
Parametro de ralacion intensidad horaria y diaria		I _d	7.76 mm/h	
Intensidad horaria de precipitacion para un periodo de retorno		I _h /I _d	11.00	
Duracion del aguacero	25 años	I ₁	85.31 mm/h	
Duracion del intervalo relativo	18 minutos	D	0.31 h	
	18 minutos	t	0.31 h	
$\frac{I_t}{I_d} = \left(\frac{I_1}{I_d} \right)^{\frac{28^{0.1} - D^{0.1}}{28^{0.1} - 1}}$				
Intensidad media de precipitación para el tiempo t del aguacero	18 minutos	I _{t(24)}	167.31 mm/h	

En amarillo, aquellos valores dependientes de situación geográfica y periodo de retorno obtenidos mediante tablas de la forma descrita anteriormente.

Para el cálculo del coeficiente de escorrentía, C, es necesario obtener el valor del umbral de escorrentía, P_o, que a su vez depende del valor inicial del umbral de escorrentía, P_oⁱ, y del coeficiente corrector del umbral de escorrentía.

El valor inicial del umbral de escorrentía depende del uso del suelo y del grupo de suelo en el que se sitúe la planta. En este caso, el valor de P_oⁱ se ha obtenido a partir de la “Capa SIG del umbral de escorrentía (mm) en condiciones de humedad media del suelo para el método racional modificado”, obtenido a partir de los usos del suelo del CORINE LAND COVER 2000 y de acuerdo con la metodología expuesta en la Publicación “Análisis de nuevas fuentes de datos para la estimación del parámetro número de curva: perfiles de suelos y teledetección” Editado por el CEDEX 2003.

Se han empleado los valores siguientes para el parámetro P_oⁱ, considerando que son los más representativos de las áreas afectadas y teniendo en cuenta el uso futuro de las mismas (y el uso actual de las zonas exteriores).

- 22 mm para zonas interiores de la futura instalación, teniendo en cuenta la menor pendiente prevista en estas áreas y de acuerdo con los valores observados en la capa SIG mencionada.
- 31 mm para las zonas exteriores LL-N-1-EXT, LL-N-4-EXT y LL-S-5-EXT que puedan verter hacia la instalación, al ser áreas con vegetación de tipo boscosa densa y 19 mm para la zona exterior LL-S-6-EXT cuyo tipo de suelo es similar al de la planta pero con mayor pendiente.

El coeficiente corrector del umbral de escorrentía se calcula en función del valor medio en la región de este valor β_m y de un factor dependiente del periodo de retorno de cálculo (F_T). En este caso, la planta se sitúa en la región 822 cuyo valor medio β_m es de 2,40 y el valor de Ft para el T de 25 años es de 1,16.

Finalmente obtenemos un coeficiente de escorrentía que en nuestro caso ha sido considerado como 0,27 para zonas interiores de la futura instalación FV y de 0,17 o 0,32 para zonas exteriores que puedan verter hacia la instalación.

Se realiza finalmente el cálculo del Caudal Qp, habiendo conseguido ya todos los datos necesarios e introduciendo las superficies de cálculo para la planta fotovoltaica de Llanera.

	Coeficiente de uniformidad (kt)		1.01612597						
	Factor de Maximización (WMO)		1						
	Periodo de Retorno		25		años				
	Intensidad de la Lluvia (I)		167		mm/hora				
	Duración de la Lluvia		18		minutos		2,064.7	0.574	
			4.51	45,147	q	Q=C . I . A			
AREA	Arqueta de Captura	Ubicación	Superficie Drenante (A)	Superficie Suelo Agrícola Limo areno arcillosos	Coeficiente Escorrentía Suelo Agrícola Limo areno arcillosos	Caudal de Escorrentía Pluvial Q _{swf}			
			Ha	m²	%	Cg	m³/h	m³/s	L/min
LL-N-1-INF			4.51	45,147.00	100%	0.27	2,064.67	0.574	34,411

Una vez calculados los caudales, se estima el calado y velocidad en las parcelas aplicando la fórmula de Manning, asemejando las parcelas a un canal rectangular de ancho igual a la longitud de la parcela y pendiente igual a la pendiente de las parcelas:

$$Q_{CH} = \frac{J^{1/2} R_H^{2/3} S_{Max}}{n}$$

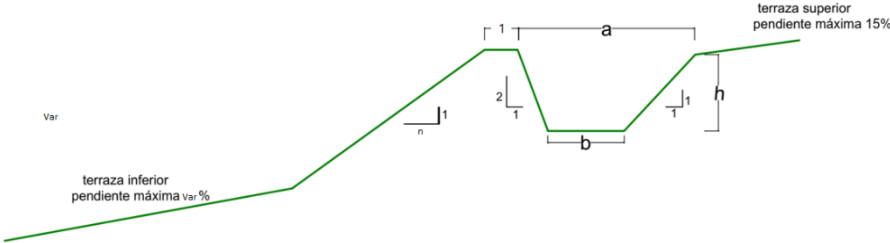
$$V_p = \frac{Q_p}{S_p}$$

Donde:

Qp	Caudal en régimen uniforme en lámina libre
Vp	Velocidad media de la corriente
J	Pendiente del terreno
R _H	Radio hidráulico
S	Área de la sección transversal
n	Número de Manning

El número de Manning se estima en 0,033 correspondiente a vegetación herbácea segada según la tabla 3.1 de la *Instrucción 5.2-I.C. Drenaje Superficial*.

Por último, es necesario calcular las dimensiones de los canales colectores del drenaje de las parcelas de la planta. Para ello, se aplica de nuevo la fórmula de Manning, tal y como establece la *Instrucción 5.2-I.C. Drenaje Superficial*. Se ha empleado un número de Manning de 0,033 correspondiente a una cuneta sin vegetación y superficie irregular, pendiente de un 1,5%, y se ha considerado una sección trapezoidal no simétrica:



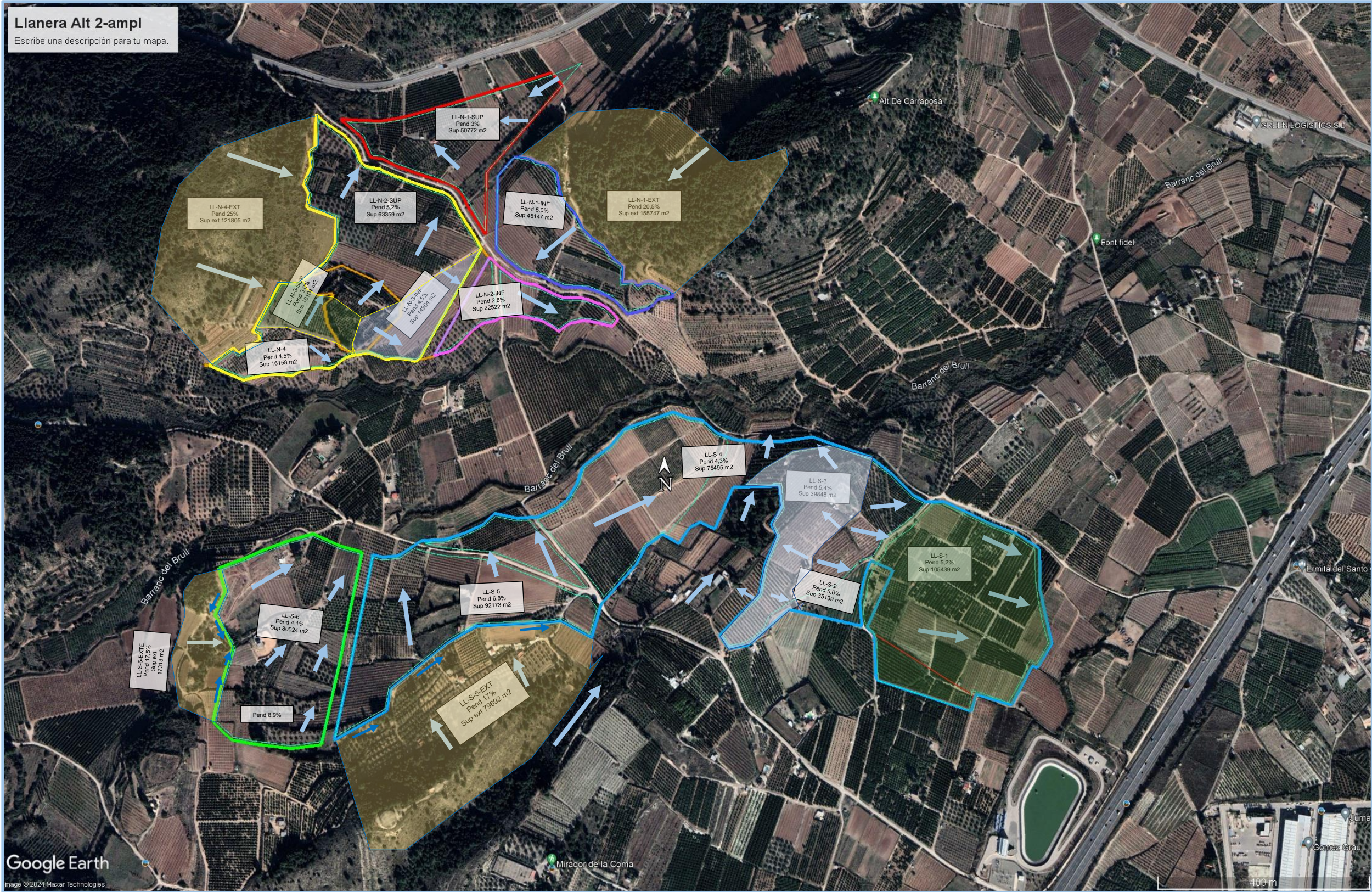
3.3 RESULTADOS DEL CÁLCULO DE LAS ESCORRENTÍAS

A continuación se muestran para cada planta fotovoltaica, los datos de cada uno de los polígonos drenantes considerados, entre los cuales se destacan: Su superficie, pendiente media ponderada según plano de explanación final, direcciones principales de la escorrentía, longitud de descarga de la escorrentía superficial. También se muestra los resultados del cálculo como el tiempo de concentración, lluvia de diseño, caudales superficiales por unidad de longitud drenante y caudales totales de cada polígono.

3.3.1 PLANTA FV “LLANERA”

En la tabla siguiente se muestran los resultados del cálculo del tiempo de concentración, intensidad de lluvia y la longitud escorrentía, para cada polígono drenante.

Polígono Drenante	Intensidad (I) mm/h	TC	Longitud Escorrentía
	PR: 25 años	minutos	m
LL-N-1-INF	167,31	18,48	119,91
LL-N-1-EXT	140,94	25,28	222,71
LL-N-1-SUP	155,86	21,06	127,16
LL-N-2-SUP	161,89	19,64	142,05
LL-N-3-SUP	159,86	20,10	113,45
LL-N-3-INF	186,56	15,07	68,89
LL-N-2-INF	169,18	18,10	84,69
LL-N-4	158,90	20,33	143,47
LL-N-4-EXT	148,28	23,07	196,96
LL-S-1	134,99	27,31	318,62
LL-S-2	159,16	20,27	159,31
LL-S-3	171,09	17,73	112,65
LL-S-4	132,83	28,11	310,12
LL-S-5	160,10	20,05	171,33
LL-S-5-EXT	126,96	30,45	159,31
LL-S-6	153,60	21,63	319,28
LL-S-6-EXT	176,70	16,69	74,25



Polígono Drenante	Superficie (m ²)	Pendiente Ponderada de Explanación (%)	Intensidad Lluvia (mm/h)	Caudal (m ³ /h)	Caudal (m ³ /s)	Caudal (L/min)	Ancho Escorrentia (m)	Caudal x m Ancho Escorrentia (L/(min .m))
LL-N-1-INF	45.147	5,0%	167	2.065	0,574	34.411	300,00	72,53
LL-N-1-EXT	155.747	20,5%	141	3.775	1,049	62.919	240,00	248,85
LL-N-1-SUP	50.772	3,0%	156	2.169	0,602	36.149	250,00	83,29
LL-N-2-SUP	63.359	5,2%	162	2.807	0,780	46.785	432,00	68,17
LL-N-3-SUP	10.104	3,0%	160	442	0,123	7.371	60,00	71,38
LL-N-3-INF	14.904	4,5%	187	757	0,210	12.622	243,00	33,37
LL-N-2-INF	22.522	2,8%	169	1.041	0,289	17.352	127,00	80,11
LL-N-4	16.158	4,5%	159	703	0,195	11.720	214,00	33,60
LL-N-4-EXT	121.805	25,0%	148	3.098	0,861	51.640	558,00	91,19
LL-S-1	105.439	5,2%	135	3.928	1,091	65.471	351,00	110,45
LL-S-2	35.139	5,6%	159	1.532	0,425	25.527	282,00	57,27
LL-S-3	39.848	5,4%	171	1.862	0,517	31.034	429,00	46,51
LL-S-4	75.495	4,3%	133	2.770	0,770	46.171	318,00	83,06
LL-S-5	92.173	6,8%	160	4.040	1,122	67.341	327,00	134,00
LL-S-5-EXT	79.692	17,0%	127	1.750	0,486	29.171	491,00	53,47
LL-S-6	80.024	4,1%	154	3.371	0,936	56.185	270,00	124,65
LL-S-6-EXT	17.313	17,5%	177	984	0,273	16.393	293,00	28,92

3.3.1.1 Polígonos Sur

Los polígonos ubicados en la agrupación sur de la planta fotovoltaica de Llanera, presentan pendientes medias ponderadas según plano de explanación final , entre el 4,1% y 6,8% y que algunos de ellos como los polígonos (LL-S-3; LL-S-4; LL-S-5; LL-S-6) desaguan superficialmente al Barranco del Brull, con una lámina máxima de 10,6 mm y una velocidad de 0,36 m/s, con un caudal superficial máximo de 208 L/(min.m). Mientras que los polígonos (LL-S-1; LL-S-2) lo realizan a través de canales colectores ubicados al final de los polígonos (cota inferior del mismo), donde se encuentran caminos rurales que sirven de traza para los mismos. En estos polígonos la lámina superficial máxima es de 9,8 mm y una velocidad de 0,32 m/s, con un caudal superficial máximo de 187 L/(min.m). El canal colector del polígono LL-S-1 tendrá una sección trapezoidal asimétrica máxima con talud de interior hacia el polígono de 1H:1V y exterior hacia la traza del camino de 1H:2V , con un ancho inferior de 1,0 m, ancho superior de 2,05 m y profundidad de 0,70 m, lo que permite para un calado de 0,50 m conducir 1,1 m³/s, para un coeficiente de Manning de 0,033 y pendiente media del 1,5%.

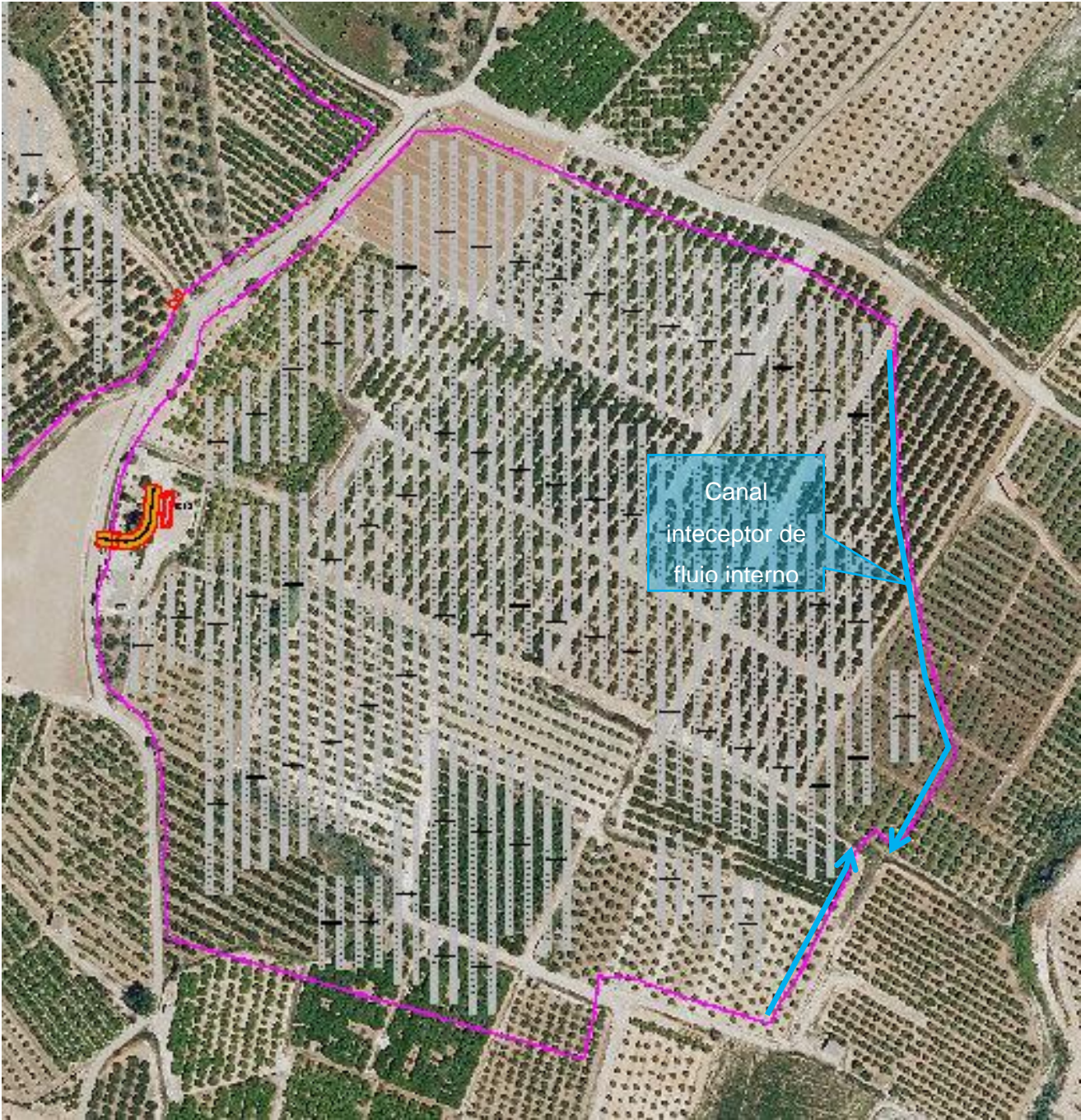
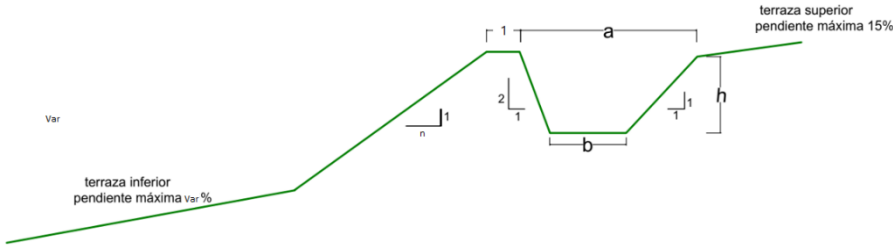
El canal colector del polígono LL-S-2 tendrá una sección trapezoidal asimétrica máxima con talud de interior hacia el polígono de 1H:1V y exterior hacia la traza del camino de 1H:2V , con un ancho inferior de 0,65 m, ancho superior de 1,40 m y profundidad de 0,60 m, lo que permite para un calado de 0,40 m conducir 0,50 m³/s, para un coeficiente de Manning de 0,033 y pendiente media del 1,5%.

Por otro lado, se deben interceptar la escorrentía de los polígonos exteriores, para evitar que el agua pluvial ingrese a la planta FV de los alrededores a la misma, en este caso lo polígonos (LL-S-5-EXT; LL-S-6-EXT), mediante canales interceptores que desaguan en los Barracos aladaños (Del Brull y su afluente sur) con secciones similares a la del canal colector LL-S-2.

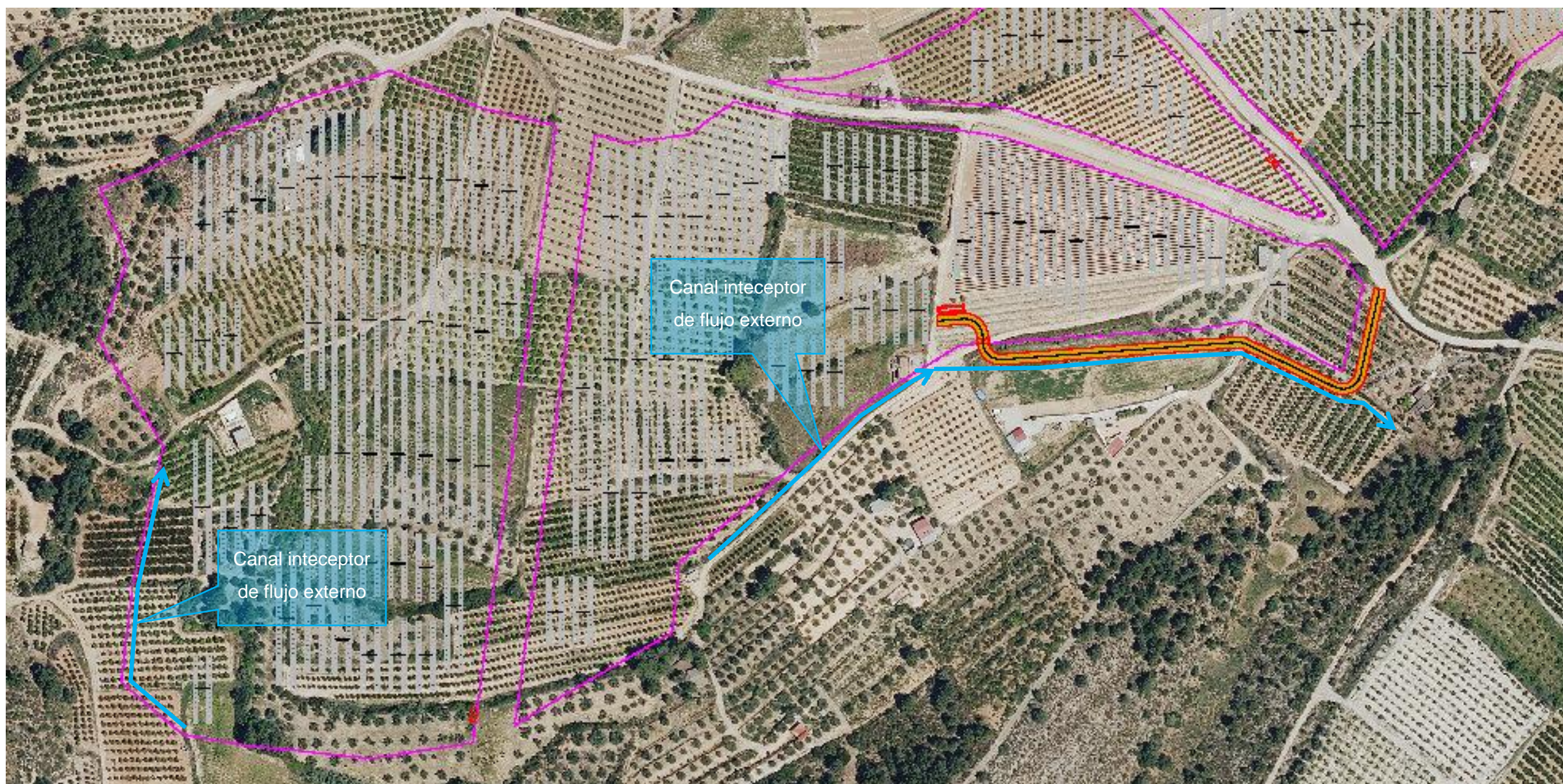
Polígono Drenante	Pendiente Ponderada de Explanación (%)	Caudal (m ³ /s)	Caudal (L/min)	Ancho Escorrentia (m)	Caudal x m Ancho Escorrentia (L/(min .m))	Calado (mm)	Velocidad Flujo (m/s)
LL-S-1	5,2%	1,091	65.471	351,00	186,53	9,81	0,32
LL-S-2	5,6%	0,425	25.527	282,00	90,52	6,21	0,24
LL-S-3	5,4%	0,517	31.034	429,00	72,34	5,50	0,22
LL-S-4	4,3%	0,770	46.171	318,00	145,19	7,47	0,24
LL-S-5	6,8%	1,122	67.341	327,00	205,94	9,60	0,36
LL-S-5-EXT	17,0%	0,486	29.171	491,00	59,41	3,46	0,29
LL-S-6	4,1%	0,936	56.185	270,00	208,09	10,60	0,33
LL-S-6-EXT	17,5%	0,273	16.393	293,00	55,95	3,30	0,28

Q (m ³ /s)	a (m)	b (m)	h (m)	Pendiente	Velocidad (m/s)	Manning
1,10	2,05	1,0	0,7	1,5%	1,65	0,033
0,50	1,40	0,65	0,6	1,5%	1,40	0,033

3.3.1.1.1 Canales interceptores internos Poligonos S-1 y S-2



3.3.1.1.2 Canales interceptores externos Poligonos S-5-EXT y S-6.EXT



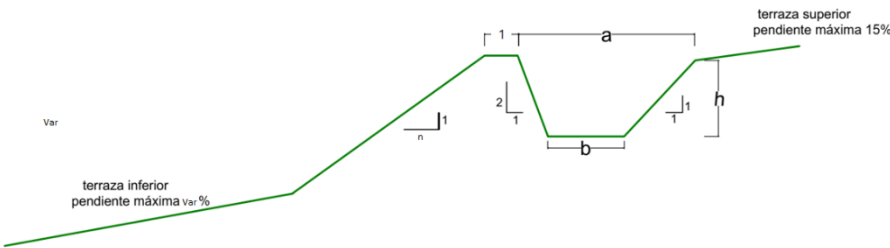
3.3.1.2 Polígonos Norte

Los polígonos ubicados en la agrupación norte de la planta fotovoltaica de Llanera, presentan pendientes medias ponderadas según plano de explanación final , entre el 2,8% y 5,2% y que algunos de ellos como los polígonos (LL-N-1-INF; LL-N-2-INF; LL-N-3-INF; LL-N-4) desaguan superficialmente al afluente norte del Barranco del Brull, con una lámina máxima de 7,4 mm y una velocidad de 0,26 m/s, con un caudal superficial máximo de 137 L/(min.m). Mientras que los polígonos (LL-N-1-SUP; LL-N-2-SUP; LL-N-3-SUP;) lo realizan a través de canales colectores ubicados al final de los polígonos (cota inferior del mismo), donde se encuentran caminos rurales que sirven de traza para los mismos. En estos polígonos la lámina superficial máxima es de 9,93 mm y una velocidad de 0,25 m/s, con un caudal superficial máximo de 145 L/(min.m). El canal colector tendrá una sección trapezoidal asimétrica máxima, con talud de interior hacia el polígono de 1H:1V y exterior hacia la traza del camino de 1H:2V, con un ancho inferior de 1,0 m, ancho superior de 1,90 m y profundidad de 0,60 m, lo que permite para un calado de 0,40 m conducir 0,80 m³/s, para un coeficiente de Manning de 0,033 y pendiente media del 1,5%.

Por otro lado, se deben interceptar la escorrentía de los polígonos exteriores, para evitar que el agua pluvial ingrese a la planta FV de los alrededores a la misma, en este caso lo polígonos (LL-N-1-EXT; LL-N-4-EXT), mediante canales interceptores que desaguan en los Barracos aledaños, con secciones similares a las de los canales colectores. Estos canales tendrán una sección trapezoidal asimétrica máxima con talud de interior hacia el polígono de 1H:1V y exterior hacia la traza del camino de 1H:2V, con un ancho inferior de 1,0 m, ancho superior de 2,05 m y profundidad de 0,70 m, lo que permite para un calado de 0,50 m conducir 1,1 m³/s, para un coeficiente de Manning de 0,033 y pendiente media del 1,5%.

Polígono Drenante	Pendiente Ponderada de Explanación (%)	Caudal (m3/s)	Caudal (L/min)	Ancho Escorrentia (m)	Caudal x m Ancho Escorrentia (L/(min .m)	Calado (mm)	Velocidad Flujo (m/s)
LL-N-1-INF	5,0%	0,574	34.411	300,00	114,70	7,42	0,26
LL-N-1-EXT	20,5%	1,049	62.919	240,00	262,16	7,98	0,55
LL-N-1-SUP	3,0%	0,602	36.149	250,00	144,60	9,93	0,24
LL-N-2-SUP	5,2%	0,780	46.785	432,00	108,30	7,08	0,25
LL-N-3-SUP	3,0%	0,123	7.371	60,00	122,85	9,02	0,23
LL-N-3-INF	4,5%	0,210	12.622	243,00	51,94	4,75	0,18
LL-N-2-INF	2,8%	0,289	17.352	127,00	136,63	9,80	0,23
LL-N-4	4,5%	0,195	11.720	214,00	54,77	4,91	0,19
LL-N-4-EXT	25,0%	0,861	51.640	558,00	92,55	4,02	0,38

Q (m3/s)	a (m)	b (m)	h (m)	Pendiente	Velocidad (m/s)	Manning
0,25	1,25	0,50	0,5	1,5%	1,15	0,033
0,80	1,90	1,0	0,6	1,5%	1,50	
1,10	2,05	1,0	0,7	1,5%	1,65	

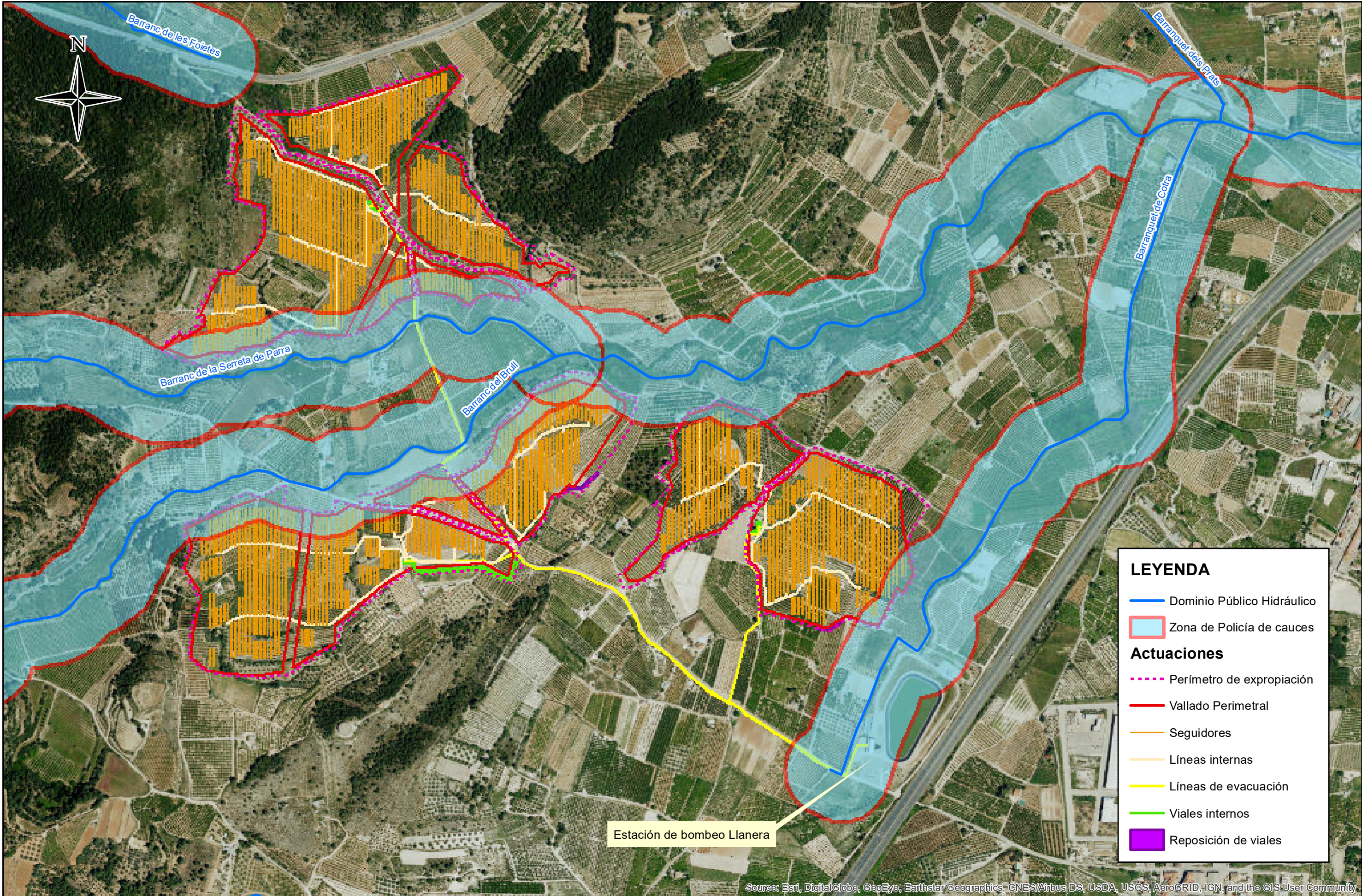


3.3.1.2.1 Canales interceptores internos LL-N-1-SUP y LL-N-2-SUP y externos LL-N-1-EXT y LL-N-4-EXT



ANEJO 006.- ANEJO ESTUDIO HIDROLÓGICO

APÉNDICE 01.- PLANOS DEL ESTUDIO HIDROLÓGICO



LEYENDA

Domínio Público Hidráulico

Zona de Policía de cauces

Actuaciones

Perímetro de expropiación

Vallado Perimetral

Seguidores

Líneas internas

Líneas de evacuación

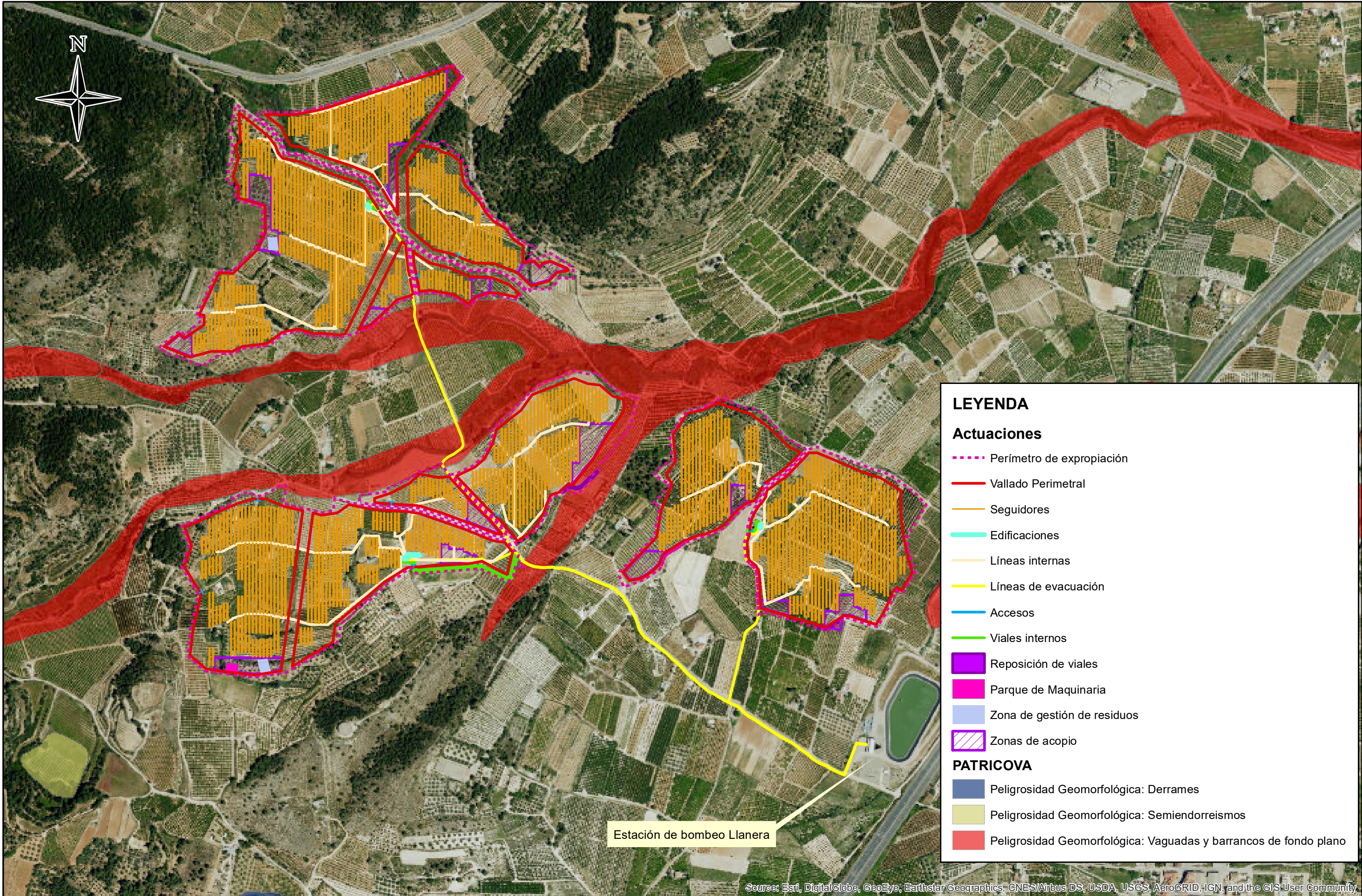
Viales internos

Reposición de viales

Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

<div><div><div><div></div><div>Financiado por la Unión Europea</div><div>NextGenerationEU</div></div><div><div><div></div><div>GOBIERNO DE ESPAÑA</div><div>Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación</div></div><div><div><div></div><div>Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia</div></div><div><div><div></div><div>aguaMed</div><div>heyMo</div><div>ingeniería</div></div><div><div><div></div><div>IZOBA</div></div></div></div></div></div></div></div>	AUTOR DEL PROYECTO	VºBº DIRECTOR DEL PROYECTO	TÍTULO DEL PROYECTO	CENTRAL FOTOVOLTAICA PARA LA ESTACIÓN DE BOMBEO DE LLANERA	ESCALA	CLAVE	SV/38/22	Nº_PLANO	A-01-001
	MARIO QUIÑONEZ ALONSO Colegiado Nº 23296 CICCIP	CARLOS GONZÁLEZ SILLERO Colegiado Nº 31530 CICCIP	TÍTULO DEL PLANO	DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO Y POLICIA DE CAUCES	ESCALA ORIGINAL: 1:7.500	FECHA	Junio 2024	HOJA	1 DE 1
					FORMATO ORIGINAL UNE A-3				

NOMBRE_FICHERO: 1_HIDRO_LLA



LEYENDA

Actuaciones

- Perímetro de expropiación
- Vallado Perimetral
- Seguidores
- Edificaciones
- Líneas internas
- Líneas de evacuación
- Accesos
- Viales internos
- Reposición de viales
- Parque de Maquinaria
- Zona de gestión de residuos
- Zonas de acopio

PATRICOVA

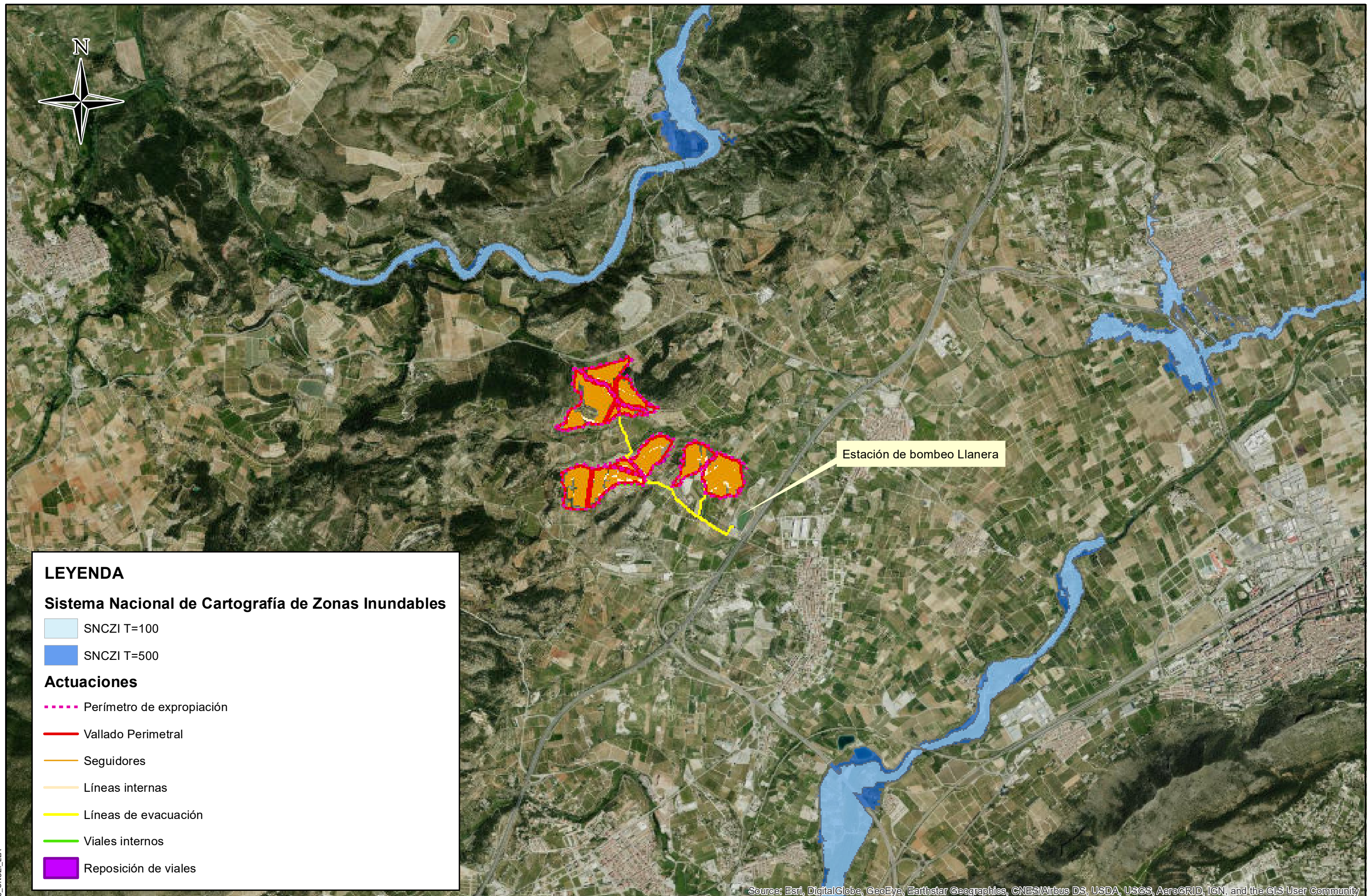
- Peligrosidad Geomorfológica: Derrames
- Peligrosidad Geomorfológica: Semiendorreismos
- Peligrosidad Geomorfológica: Vaguadas y barrancos de fondo plano

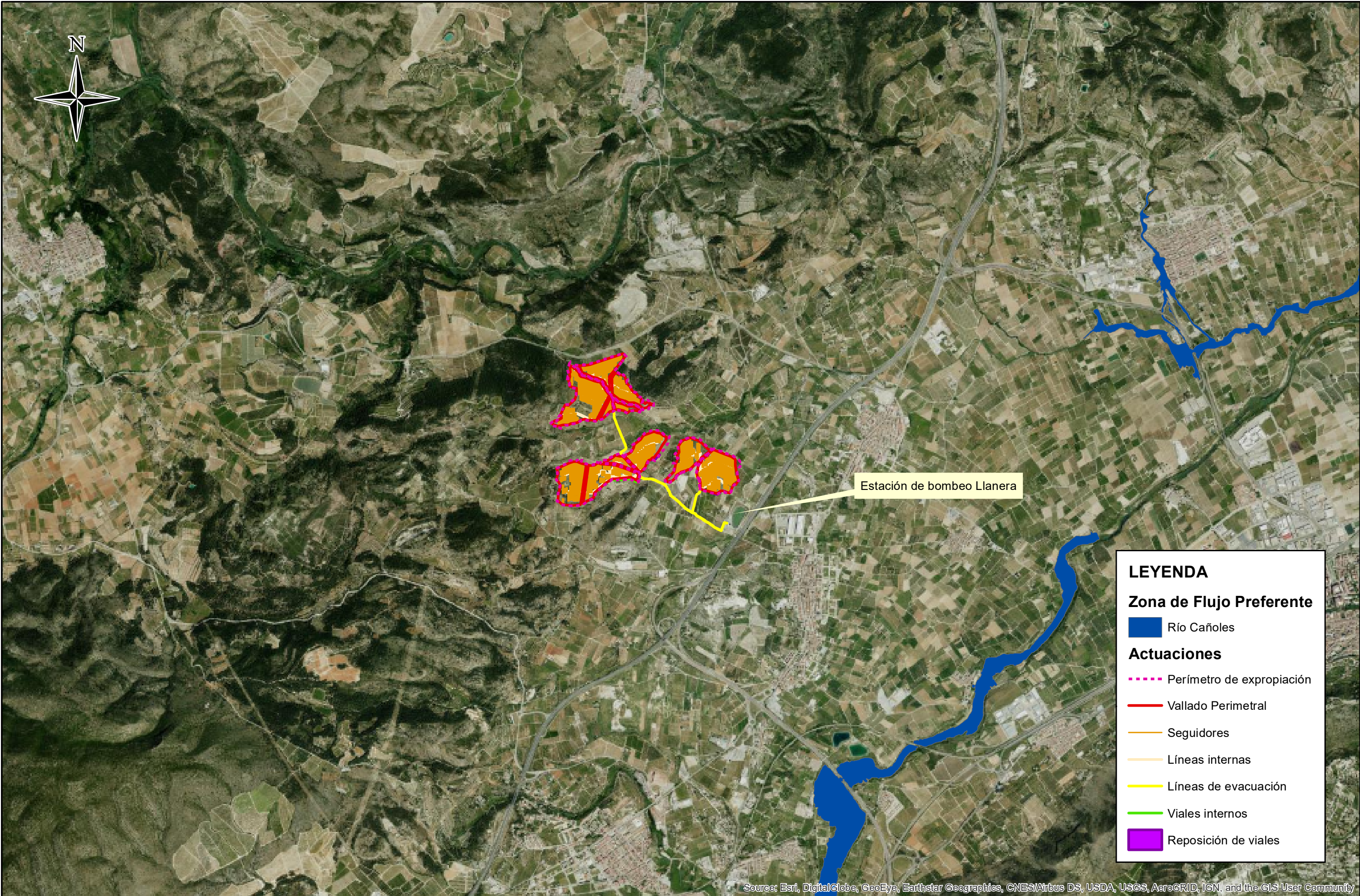
Estación de bombeo Llanera

Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

NOMBRE_FICHERO: 2_PATRICOVA_LLA

<div><div><div><div></div><div>Financiado por la Unión Europea</div><div>NextGenerationEU</div></div><div><div></div><div>Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca</div></div><div><div></div><div>Ministerio de Transportes, Infraestructura y Movilidad</div></div><div><div></div><div>Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia</div></div><div><div></div><div>aguaMed</div></div><div><div></div><div>heymo</div></div><div><div></div><div>ingeniería</div></div><div><div></div><div>YEMAR</div></div></div></div>		AUTOR DEL PROYECTO	VºBº DIRECTOR DEL PROYECTO	TÍTULO DEL PROYECTO	CENTRAL FOTOVOLTAICA PARA LA ESTACIÓN DE BOMBEO DE LLANERA	ESCALA	CLAVE	SV/38/22	Nº_PLANO	A-01-002
		MARIO QUIÑÓNEZ ALONSO Colegiado Nº 23296 CICCPC	CARLOS GONZÁLEZ SILLERO Colegiado Nº 31530 CICCPC	TÍTULO DEL PLANO		ESCALA ORIGINAL: 1:7.500 FORMATO ORIGINAL UNE A-3	FECHA	Junio 2024	HOJA	1 DE 1





LEYENDA

Zona de Flujo Preferente

Río Cañoles

Actuaciones

Perímetro de expropiación

Vallado Perimetral

Seguidores

Líneas internas

Líneas de evacuación

Viales internos

Reposición de viales

Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

<div><div><div><div></div></div><div>Financiado por la Unión Europea</div><div>NextGenerationEU</div></div><div><div><div></div></div><div>GOBIERNO DE ESPAÑA</div><div>Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana</div></div><div><div><div></div></div><div>Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia</div></div><div><div><div></div></div><div>aguaMed</div><div>ingeniería</div></div><div><div><div></div></div><div>heyMo</div><div>ingeniería</div></div><div><div><div></div></div><div>IZHARA</div><div>CONSTRUCCIONES</div></div></div>	AUTOR DEL PROYECTO	VºBº DIRECTOR DEL PROYECTO	TÍTULO DEL PROYECTO	CENTRAL FOTOVOLTAICA PARA LA ESTACIÓN DE BOMBEO DE LLANERA	ESCALA	CLAVE	SV/38/22	Nº_PLANO	A-01-004
	MARIO QUIÑONEZ ALONSO Colegiado Nº 23296 CICCIP	CARLOS GONZÁLEZ SILLERO Colegiado Nº 31530 CICCIP	TÍTULO DEL PLANO	ZONAS DE FLUJO PREFERENTE	ESCALA ORIGINAL: 1:30.000	FECHA	Junio 2024	HOJA	1 DE 1
					FORMATO ORIGINAL UNE A-3				

