DOCUMENTO Nº 1.MEMORIA

ANEJO Nº13 – ADECUACIÓN URBANISTICA

LA RIOJA



INDICE DE CONTENIDO

1. OBJETO 3
2. DATOS DEL PROYECTO 4
   2.1. INFRAESTRUCTURAS DEL PROYECTO 4
   2.2. TÉRMINOS MUNICIPALES AFECTADOS 4
3. CLASIFICACIÓN DEL SUELO SEGÚN PLANEAMIENTO URBANÍSTICO VIGENTE 7
   3.1. PGM DE PRADEJÓN 7
      3.1.1. Calificación y clasificación del suelo 7
      3.1.2. Categorización de la actividad 14
      3.1.3. Clases de suelo afectado por el proyecto 14
      3.1.4. Mapa del Plan General Municipal de Pradejón 20
   3.2. PGM DE CALAHORRA 21
      3.2.1. Mapa del Plan General Municipal de Calahorra 23
4. DISTANCIAS MÍNIMAS 25
5. CONCLUSIÓN 26
6. PLANOS 27

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas UTM de los vértices de la poligonal 6
Tabla 2. Calificación y clasificación del suelo del municipio de Pradejón 8
Tabla 3. Parcelas afectadas en el T.M de Pradejón y su clasificación del suelo. 9
Tabla 4. Suelo no urbanizable genérico protección paisaje agrario. 14
Tabla 5. Afección a Suelo Urbanizable Delimitado (SUD) 16
Tabla 6. Suelo no urbanizable genérico protección forestal 19
Tabla 7. Afección a suelo no urbanizable genérico de protección forestal 19
Tabla 8. Usos globales del suelo 22
Tabla 9. Parcelas afectadas en el T.M de Calahorra y su clasificación del suelo. 22
Tabla 10. Distancias mínimas 25

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Implantación del Proyecto Híbrido Raposeras 5
Ilustración 2. Sector I4 (sombreado en color gris) dentro de la poligonal del proyecto 17
lustración 3. Clasificación del suelo, de acuerdo con el PGM de Pradejón 20
Ilustración 4. Clasificación del suelo, de acuerdo con el PGM de Calahorra 24

1. OBJETO

El presente anejo tiene por objeto describir los requisitos exigidos por las administraciones competentes, de aplicación para el:

"PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE LA REPOTENCIACIÓN E HIBRIDACIÓN DEL PARQUE EÓLICO RAPOSERAS"

en relación con el planeamiento urbanístico y territorial de aplicación y el marco normativo autonómico que regula el uso del suelo en La Rioja.

Este anejo tiene como finalidad principal analizar la clasificación urbanística y la compatibilidad del uso propuesto en el ámbito territorial que abarca el proyecto, de acuerdo con:

- Ley 5/2006, de 2 de mayo, de Ordenación del Territorio y Urbanismo de la Rioja.
- Plan General Municipal de Pradejón.
- Plan General Municipal de Calahorra.
- Real Decreto 18/2019, de 17 de mayo, por el que se aprueba la Directriz de Protección de Suelo No Urbanizable de la Rioja.
- Plan Especial de Protección del Medio Ambiente Natural de la Rioja.
- Resto de la legislación sectorial aplicable (energía, medio ambiente, patrimonio, red Natura 2000, protección forestal, etc.).

A continuación, se evaluará si el emplazamiento propuesto se ajusta al régimen de usos del tipo de suelo afectado y se comprobará la viabilidad urbanística y territorial de la actuación, a efectos de su posterior tramitación administrativa conforme a la legislación autonómica de aplicación.

2. DATOS DEL PROYECTO

2.1. INFRAESTRUCTURAS DEL PROYECTO

La instalación proyecta (PE repotenciado Raposeras, PSFV y sistema de almacenamiento con baterías) comprende las siguientes infraestructuras:

- Aerogeneradores
- Plataformas, permanentes y temporales
- Campo fotovoltaico (módulos y estructuras fijas)
- Inversores
- Estaciones de potencia
- Contenedores de baterías
- Cimentaciones
- Vallados
- Caminos de acceso
- Zanjas de BT
- Zanjas de MT
- Torre de medición

2.2. TÉRMINOS MUNICIPALES AFECTADOS

El proyecto de repotenciación e hibridación del PE Raposeras se ubica en los términos municipales de Pradejón y Calahorra, ambos en la comunidad autónoma de La Rioja, situándose a aproximadamente 40 km al este de Logroño, a 25 km al oeste de Alfaro y a unos 5 km al Sur del río Ebro.

Fuente: Barlovento, elaboración propia.

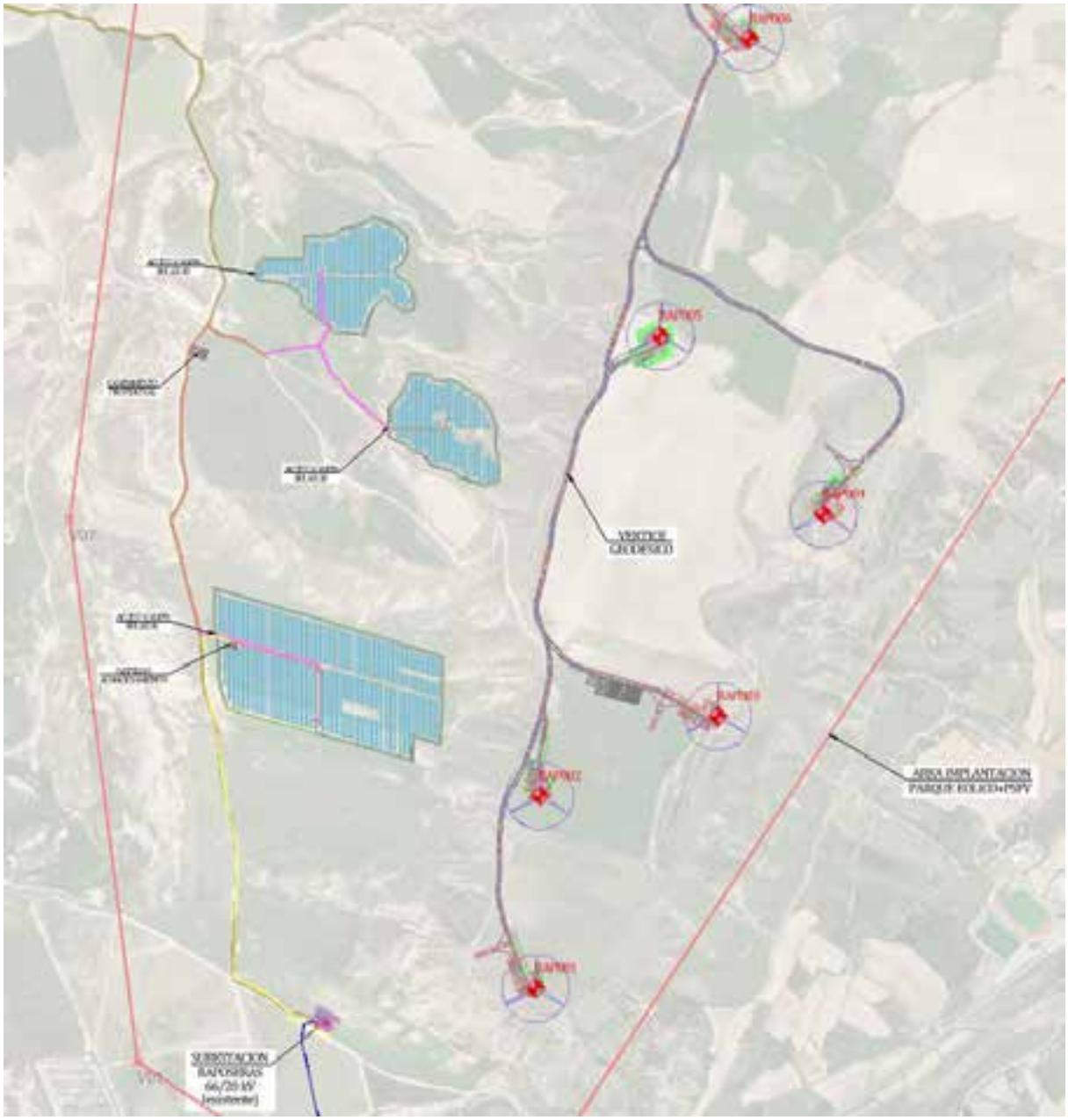


Ilustración 1. Implantación del Proyecto Híbrido Raposeras

El acceso al parque para ambos trabajos, desmantelamiento y repotenciación se realizará a través del acceso existente situado al norte del parque (carretera nacional N-232). Este acceso fue utilizado durante la construcción del parque y, actualmente, está siendo utilizado para su explotación y mantenimiento.

La poligonal que circunscribe el parque abarca una superficie de 470 hectáreas, las coordenadas de los vértices que componen su perímetro se muestran en la siguiente tabla, en coordenadas UTM (ETRS89) de acuerdo con el Real Decreto 1071/2007 de 27 de julio, por el que se regula el sistema geodésico de referencia oficial en España.

Tabla 1. Coordenadas UTM de los vértices de la poligonal

VÉRTICE	X_{UTM} [m]	Y_{UTM} [m]	Altitud [m.s.n.m.]
V01	580 398.45 E	4 682 599.90 N	371
V02	580 821.99 E	4 682 316.76 N	383
V03	581 287.65 E	4 682 191.57 N	411
V04	582 867.15 E	4 684 595.92 N	393
V05	583 351.53 E	4 684 992.55 N	378
V06	580 479.18 E	4 685 831.44 N	346
V07	580 233.48 E	4 683 914.98 N	359

Fuente: Barlovento, elaboración propia

3. CLASIFICACIÓN DEL SUELO SEGÚN PLANEAMIENTO URBANÍSTICO VIGENTE

3.1. PGM DE PRADEJÓN

El Plan General Municipal (PGM) de Pradejón, aprobado definitivamente el 9 de abril de 2015, es el instrumento de ordenación urbanística que regula la organización del territorio del término municipal de Pradejón, definiendo la clasificación y el régimen de usos del suelo, así como las condiciones de edificación.

3.1.1. Calificación y clasificación del suelo

El PGM de Pradejón califica y clasifica el suelo del municipio en las siguientes categorías:

Tabla 2. Calificación y clasificación del suelo del municipio de Pradejón

SUELO NO URBANIZABLE: SUPERFICIES POR ZONAS DE ORDENACION		
	Zona de ordenación	Superficie
PVC	SNU especial de protección de vias de comunicación	61,41 Ha
PCR	SNU especial de protección de cauces y riberas	36,93 Ha
PVS	SNU genérico de protección a la vegetación singular	135,16 Ha
PPE	SNU genérico de protección al paisaje estepario	172,51 Ha
PPA	SNU genérico de protección al paisaje agrario	1.547,46 Ha
PF	SNU genérico de protección forestal	410,66 Ha
IDU1	SNU genérico por inadecuación al desarrollo urbano (champiñoneras)	212,18 Ha
IDU2	SNU genérico por inadecuación al desarrollo urbano (bodegas)	3,56 Ha
IDU3	SNU genérico por inadecuación al desarrollo urbano (gestión residuos)	9,58 Ha
	TOTAL	**2.589,45 Ha**

RESUMEN DE SUPERFICIES POR CLASIFICACION DE SUELO			
Clasificación			Superficie
SUELO URBANO	Consolidado	93,05 Ha	112,47 Ha
	No consolidado	19,42 Ha	
SUELO URBANIZABLE	Delimitado	207,54 Ha	435,44 Ha
	No Delimitado	227,90 Ha	
SUELO NO URBANIZABLE	Genérico	2.491,11 Ha	2.589,45 Ha
	Especial	98,34 Ha	
TOTAL			**3.137,36 Ha**

SUELO URBANO: SUPERFICIES POR ZONAS DE ORDENACION	
Zona de ordenación	Superficie
Residencial	24,23 Ha
Residencial de baja densidad	2,07 Ha
Usos complementarios de la vivienda	9,40 Ha
Industrial	26,63 Ha
Industrial taller y pequeña industria	4,22 Ha
Dotacional público	5,37 Ha
Dotacional público: Cementerio	1,00 Ha
Dotacional privado	0,09 Ha
Viario	29,43 Ha
Espacio libre privado	0,44 Ha
Espacio libre público	7,07 Ha
Industrial "El Salegón"	2,52 Ha
TOTAL	**112,47 Ha**

Fuente: PGM de Pradejón

La siguiente tabla recoge la relación de parcelas, ubicadas en el término municipal de Pradejón, afectadas por el proyecto, así como la clasificación del suelo correspondiente a cada una de ellas.

Tabla 3. Parcelas afectadas en el T.M de Pradejón y su clasificación del suelo.

Nº	Polígono	Parcela	Clasificación del suelo
1	6	9001	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
2	7	42	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
3	7	46	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
4	7	47	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
5	7	70	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
6	7	72	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
7	7	73	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
8	7	74	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
9	7	75	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
10	7	76	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
11	7	81	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
12	7	82	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
13	7	83	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
14	7	84	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
15	7	94	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
16	7	95	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
17	7	96	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
18	7	97	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
19	7	98	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
20	7	99	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario

Nº	Polígono	Parcela	Clasificación del suelo
21	7	100	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
22	7	107	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
23	7	108	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
24	7	109	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
25	7	110	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
26	7	117	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
27	7	131	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
28	7	132	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
29	7	133	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
30	7	146	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
31	7	174	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
32	7	222	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
33	7	243	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
34	7	244	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
35	7	245	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
36	7	246	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
37	7	251	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
38	7	252	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
39	7	261	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
40	7	262	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
41	7	280	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario

Nº	Polígono	Parcela	Clasificación del suelo
42	7	309	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
43	7	320	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
44	7	322	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
45	7	329	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
46	7	336	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
47	7	345	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
48	7	441	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
49	7	442	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
50	7	444	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
51	7	445	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
52	7	534	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
53	7	557	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
54	7	582	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
55	7	585	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
56	7	587	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
57	7	588	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
58	7	607	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
59	7	609	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
60	7	612	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
61	7	613	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
62	7	616	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario

Nº	Polígono	Parcela	Clasificación del suelo
63	7	617	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
64	7	622	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
65	7	645	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
66	7	646	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
67	7	659	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
68	7	674	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
69	7	679	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
70	7	696	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
71	7	723	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
72	7	726	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
73	7	729	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
74	7	735	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
75	7	736	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
76	7	769	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
77	7	788	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
78	7	789	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
79	7	793	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario y Forestal
80	7	836	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
81	7	843	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
82	7	845	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
83	7	854	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario

Nº	Polígono	Parcela	Clasificación del suelo
84	7	855	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
85	7	9001	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
86	7	9004	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
87	7	9009	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
88	7	9010	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
89	7	9011	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
90	7	9013	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
91	7	9014	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
92	7	9015	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
93	7	9016	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
94	7	9019	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
95	7	10177	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
96	7	10791	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
97	7	10792	Suelo urbanizable delimitado / Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección Forestal
98	7	20792	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
99	10	375	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
100	10	376	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
101	10	377	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
102	10	382	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
103	10	385	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
104	10	424	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario

Nº	Polígono	Parcela	Clasificación del suelo
105	10	9001	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
106	10	9002	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
107	10	9003	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
108	10	9006	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
109	10	9007	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
110	10	9010	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
111	11	32	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario
112	11	9001	Suelo No Urbanizable Genérico, con categoría de Protección al Paisaje Agrario

Fuente: Barlovento, elaboración propia

Para más información sobre las parcelas afectadas consultar el *Anejo 5. "RBDA"* del presente proyecto

3.1.2. Categorización de la actividad

Las actuaciones incluidas en el "Proyecto de repotenciación e hibridación del PE Raposeras" se encuadran dentro de las **actividades industriales**, como uso más asimilable en el PGM. Asimismo, se clasifican como **instalaciones o construcciones industriales destinadas a la producción de energía,** conforme al artículo 26.e. de la Directriz de Protección del Suelo No Urbanizables de La Rioja.

3.1.3. Clases de suelo afectado por el proyecto

A partir de la información mostrada en la Tabla 3 "*Parcelas afectadas en el T.M de Pradejón y su clasificación del suelo*", de acuerdo con el PGM de Pradejón, se concluye que las siguientes clases de suelo quedan afectadas por el Proyecto Híbrido Raposeras.

- Suelo no urbanizable genérico de protección del paisaje agrario.
- Suelo urbanizable delimitado.
- Suelo no urbanizable genérico de protección forestal.

3.1.3.1. Suelo no urbanizable genérico de protección del paisaje agrario

El PGM establece las siguientes condiciones relativas al suelo no urbanizable genérico, con categoría de protección al paisaje agrario.

Tabla 4. Suelo no urbanizable genérico protección paisaje agrario.

SUELO NO URBANIZABLE GENERICO PROTECCIÓN PAISAJE AGRARIO		
DESCRIPCION	Gran espacio de carácter agrícola	
OBJETIVOS	Conservación de los valores paisajísticos derivados de la actividad agrícola.	
USOS	**PERMITIDOS**	No constructivos agropecuarios
	AUTORIZABLES POR EL AYUNTAMIENTO	Actividades relacionadas con usos agrarios (4.7.1) excepto plantas de compost (4.7.1.3.7.1) Actividades relacionadas con el almacenaje de maquinaria y productos agrarios (4.7.2) Actividades relacionadas con la primera transformación de productos agrarios (4.7.3) Actividades relacionadas con la producción y secado de embutidos y salazones (4.7.4)
	AUTORIZABLES POR LA COTUR	Actividades relacionadas con la defensa y el mantenimiento del medio natural (4.7.5) Actividades extractivas (4.7.6) Actividades relacionadas con el ocio, lúdicas o culturales (4.7.7) Actividades relacionadas con las infraestructuras (4.7.8) Actividades industriales (4.7.9) Vivienda (4.7.10) Vertederos (4.7.13)
	PROHIBIDOS	Los restantes, particularmente la contaminación del río.
CONDICIONES ESPECIFICAS	Parcela mínima .....1.000 m² - Se prohibe todo tipo de movimientos de tierras susceptibles de alterar el perfil natural del terreno. - Se admiten instalaciones provisionales en acampadas autorizadas.	
CONDICIONES DE EDIFICACION	Según artículos 4.6 y 4.7.	
ESTETICA	Según artículo 4.6.2.	
OBSERVACIONES		

Fuente: PGM de Pradejón

Como se puede observar, para esta categoría, el uso del suelo para actividades industriales se trata de un uso a**utorizable**, que además de cumplir con la normativa vigente requerirá la autorización de la Comisión de Ordenación del Territorio y Urbanismo de La Rioja (COTUR).

3.1.3.2. Suelo urbanizable delimitado

El proyecto propone unas zanjas de media tensión soterradas que discurren por el Sector I4, denominado como "La Maja", de uso industrial. Se trata de suelo delimitado al norte de la carretera LR-134, de 134.80 Ha, para la implantación de nuevas actividades aprovechando las sinergias derivadas del eje industrial Arnedo- Calahorra y de la Zona de Interés Regional "La Maja", declarada como tal el 21 de Abril de 2006 cuyo plan parcial fue aprobado definitivamente el 8 de Mayo de 2007.

La siguiente tabla muestra la superficie ocupada por la zanja sobre suelo urbanizable delimitada.

Tabla 5. Afección a Suelo Urbanizable Delimitado (SUD)

Polígono	Parcela	Área total de la parcela	Área total afectada por el proyecto
7	10792	141 471 m²	417.72 m²
		TOTAL:	**417.72 m²**

Fuente: Barlovento, elaboración propia.

En la siguiente imagen se muestra el área del Sector I4, sombreada en color gris, y las zanjas de media tensión que discurren sobre esta área.

- Dos (2) zanjas representadas en color amarillo, ambas de 0.90 de ancho, para la evacuación de la energía generada por el sistema de almacenamiento con baterías y por la PSFV Raposeras.
- Una (1) zanja representada en color verde, para la evacuación de la energía generada por el PE repotenciado, de 1.80 m de ancho.

Fuente: Barlovento, elaboración propia



Ilustración 2. Sector I4 (sombreado en color gris) dentro de la poligonal del proyecto

El trazado de las zanjas proyectas resulta imprescindible para garantizar una correcta conexión, evacuación y funcionamiento del proyecto de repotenciación e hibridación del PE Raposeras, constituyendo una infraestructura técnica básica y necesaria, directamente vinculada a una actividad de producción energética de origen renovable de carácter industrial, de acuerdo con la categorización del PGM.

Tras el análisis de distintas alternativas de trazado, se ha comprobado que no existe otra opción técnica viable que permita evitar la afección al sector urbanizable delimitado I4 "La Maja", dado que la subestación de evacuación "SET Raposeras", infraestructura existente y de conexión con el punto de conexión con la red eléctrica en la SET Quel (REE), se localiza en el interior del sector.

La afección al sector I4 se limita estrictamente a la zanja, la cual constituye una instalación soterrada y reversible, lo que implica que:

- No altera el uso principal del suelo. Una vez realizadas las obras el terreno vuelve a su estado original, manteniéndose íntegramente su funcionalidad.
- No supone una reducción de la edificabilidad del sector I4. Es compatible con otros usos, tanto agrícolas como industriales, desarrollable sobre la rasante.
- No produce impacto paisajístico permanente al tratarse de una infraestructura soterrada.

Por tanto, las zanjas de media tensión proyectadas, necesarias para permitir la conexión del proyecto con la subestación de evacuación, ubicada en interior del sector I4 "La Maja", no afectan al aprovechamiento del suelo del sector.

3.1.3.3. Suelo no urbanizable genérico de protección forestal

El PGM establece las condiciones relativas al suelo no urbanizable genérico, con categoría de protección forestal.

Tabla 6. Suelo no urbanizable genérico protección forestal

SUELO NO URBANIZABLE GENERICO PROTECCIÓN FORESTAL		
DESCRIPCION	Repoblaciones forestales situadas en las zonas oeste y norte colindantes con El Villar de Arnedo y Navarra y laderas con pendiente que bordean la plana de Raposeras	
OBJETIVOS	Protección de los valores ambientales: flora, fauna y hábitats de interés comunitario	
USOS	PERMITIDOS	No constructivos forestales
	AUTORIZABLES POR EL AYUNTAMIENTO	
	AUTORIZABLES POR LA COTUR	Actividades relacionadas con la defensa y el mantenimiento del medio natural (4.7.5) Actividades relacionadas con las infraestructuras (4.7.8)
	PROHIBIDOS	Los restantes.
CONDICIONES ESPECIFICAS	Se prohíbe todo tipo de movimientos de tierras susceptibles de alterar el perfil natural del terreno.	
CONDICIONES DE EDIFICACION	Según artículos 4.6 y 4.7.	
ESTETICA	Según artículo 4.6.2.	
OBSERVACIONES	Conforme al artículo 122 de la Ley 22/1973, de Minas, se podrán autorizar las actividades e instalaciones a que esta se refiere, siempre que dispongan de un estudio particular y singular, que justifique la prevalencia de dicha actividad sobre los valores que motivan la prohibición del Plan, y que además disponga de documentación sobre su impacto ambiental, y la preceptiva autorización sectorial	

Fuente: PGM de Pradejón

En la Ilustración 2, se puede observar que la zanja de media tensión del PE repotenciado, representada en color verde, discurre, en un tramo, por suelo no urbanizable genérico, con categoría de protección forestal.

La siguiente tabla muestra la superficie ocupada por la zanja sobre suelo no urbanizable genérico de protección forestal.

Tabla 7. Afección a suelo no urbanizable genérico de protección forestal

Polígono	Parcela	Área total de la parcela	Área total afectada por el proyecto
7	10792	141 471 m²	229.67 m²
7	793	184 779 m²	200.30 m²
		TOTAL:	**429.97 m²**

Fuente: Barlovento, elaboración propia.

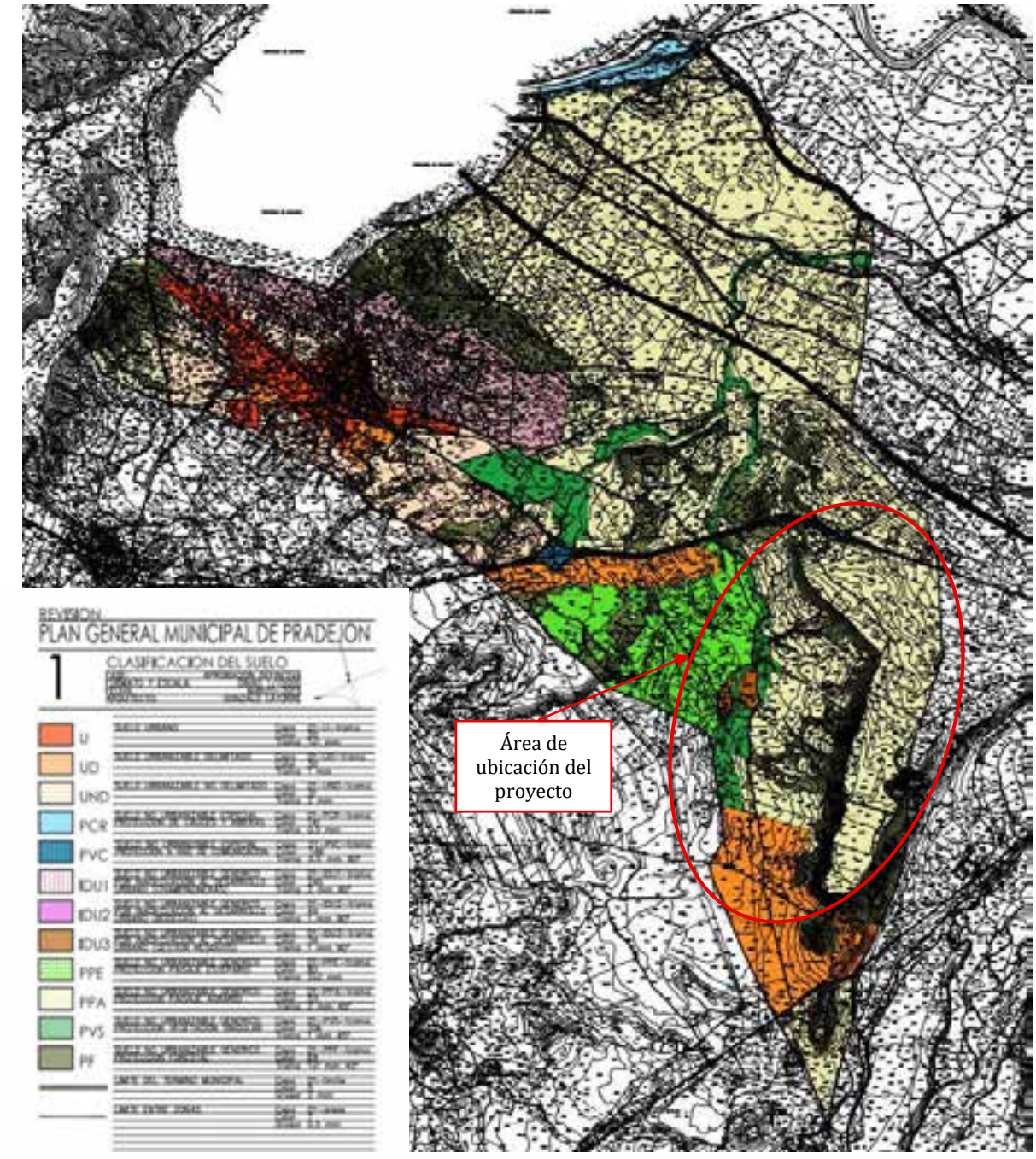
La zanja de media tensión del PE repotenciado irá por el mismo recorrido que la zanja de media tensión existente del PE original, de forma que no se causará una nueva afección. De este modo,

no se produce una nueva ocupación de suelo ni una afección adicional sobre el medio forestal, si no la reutilización de una zanja previamente autorizada.

La actuación consiste en la apertura puntual de la zanja existente para la sustitución del cable de media tensión, manteniéndose el trazado existente y aplicándose, una vez finalizadas las obras, las correspondientes medidas de restauración del terreno devolviendo este a su estado original.

3.1.4. Mapa del Plan General Municipal de Pradejón

Fuente: PGM de Pradejón



lustración 3. Clasificación del suelo, de acuerdo con el PGM de Pradejón

3.2. PGM DE CALAHORRA

De igual modo que el PGM de Pradejón, el PGM de Calahorra, aprobado definitivamente el 18 de diciembre de 2020 y publicado en el Boletín Oficial de la Rioja el 9 de marzo de 2021, clasifica el suelo del municipio en:

- Suelo urbano, consolidado y no consolidado.
- Suelo urbanizable.
- Suelo no urbanizable, especial y genérico.

Por otro lado, en su articulo 17, el PGM considera los siguientes usos globales del suelo.

- Residencial
- Terciario
- Uso productivo industrial
- Actividades económicas
- Dotacional/ Equipamiento
- Espacios libres
- Comunicaciones y transportes
- Infraestructuras básicas

Tabla 8. Usos globales del suelo

USOS GLOBALES	USOS PORMENORIZADOS
1. RESIDENCIAL	1.1. Vivienda unifamiliar ya sea aislada o adosada. 1.2. Vivienda colectiva y/o plurifamiliar. 1.3. Vivienda de guarda. 1.4. Otros usos residenciales: alojamiento dotacional/equipamiento colectivo y establecimientos hoteleros.
2. TERCIARIO	2.1. Oficinas y despachos profesionales 2.2. Comercial que incluye: • Locales ≤1.000 m² • Locales ≥1.000 m² • Conjuntos comerciales • Comercio mayorista 2.3. Espectáculos públicos 2.4. Establecimientos recreativos y de hostelería no hoteleros. 2.5. Servicios del automóvil
3. PRODUCTIVO INDUSTRIAL	3.1. Talleres y almacenes. 3.2. Industrial. 3.3. Industrial agropecuario
4. ACTIVIDADES ECONÓMICAS.	
5. DOTACIONAL/EQUIPAMIENTO.	5.1. Educativo. 5.2. Cultural 5.3. Sanitario-asistencial. 5.4. Religioso 5.5. Administrativo 5.6. Protección y seguridad. 5.7. Cementerios y tanatorios.
6. ESPACIOS LIBRES	6.1. Parques 6.2. Jardines 6.3. Áreas peatonales. 6.4. Espacios libres públicos 6.5. Espacios libres privados
7. COMUNICACIONES Y TRANSPORTES	7.1. Red viaria urbana. 7.2. Red de sendas no urbanas. 7.3. Red viaria interurbana. 7.4. Terminales de transporte de mercancías y personas. 7.5. Estacionamiento de vehículos en superficie. 7.6. Garajes-aparcamiento. 7.7. Estaciones de servicio.
8. INFRAESTRUCTURAS BÁSICAS	8.1 Redes de instalaciones técnicas de servicio: • Abastecimiento de agua. • Suministro de energía eléctrica. • Saneamiento y alcantarillado. • Suministro de gas. • Suministro eólico. 8.2. Comunicación social.

Fuente: PGM de Calahorra

Dentro del listado recogido en la tabla anterior, el "Proyecto de repotenciación e hibridación del PE Raposeras" se encuadra, conforme al PGM, dentro de **infraestructuras básicas**, al tratarse de una actuación destinada al suministro eólico.

La siguiente tabla recoge la relación de parcelas, ubicadas en el término municipal de Calahorra, afectadas por el proyecto, así como la clasificación del suelo correspondiente a cada una de ellas.

Tabla 9. Parcelas afectadas en el T.M de Calahorra y su clasificación del suelo.

Item	Polígono	Parcela	Clasificación del suelo
1	25	2	Suelo No Urbanizable Genérico por su Inadecuación para el Desarrollo Urbanístico
2	25	412	Suelo No Urbanizable Genérico por su Inadecuación para el Desarrollo Urbanístico
3	25	416	Suelo No Urbanizable Genérico por su Inadecuación para el Desarrollo Urbanístico
4	25	417	Suelo No Urbanizable Genérico por su Inadecuación para el Desarrollo Urbanístico

Item	Polígono	Parcela	Clasificación del suelo
5	25	418	Suelo No Urbanizable Genérico por su Inadecuación para el Desarrollo Urbanístico
6	25	419	Suelo No Urbanizable Genérico por su Inadecuación para el Desarrollo Urbanístico
7	25	422	Suelo No Urbanizable Genérico por su Inadecuación para el Desarrollo Urbanístico
8	25	425	Suelo No Urbanizable Genérico por su Inadecuación para el Desarrollo Urbanístico
9	25	428	Suelo No Urbanizable Genérico por su Inadecuación para el Desarrollo Urbanístico
10	25	429	Suelo No Urbanizable Genérico por su Inadecuación para el Desarrollo Urbanístico
11	25	457	Suelo No Urbanizable Genérico por su Inadecuación para el Desarrollo Urbanístico
12	25	908	Suelo No Urbanizable Genérico por su Inadecuación para el Desarrollo Urbanístico
13	25	911	Suelo No Urbanizable Genérico por su Inadecuación para el Desarrollo Urbanístico
14	25	912	Suelo No Urbanizable Genérico por su Inadecuación para el Desarrollo Urbanístico
15	25	9010	Suelo No Urbanizable Genérico por su Inadecuación para el Desarrollo Urbanístico

Fuente: Barlovento, elaboración propia

Para más información sobre las parcelas afectadas consultar el *Anejo 5. "RBDA"* del presente proyecto.

Se concluye que la totalidad de las parcelas del municipio de Calahorra afectadas por el Proyecto Híbrido Raposeras, se ubican sobre **Suelo No Urbanizable Genérico por su Inadecuación para el Desarrollo Urbanístico (SNUGen:IDU).**

De acuerdo con el artículo 333 del PGM, esta categoría de suelo se corresponde con el suelo común del municipio, cuya utilización principal es la agricultura, tanto de secano como de regadío. Estos suelos, en base al modelo territorial y urbano adoptado, resultan inadecuados para el desarrollo urbanístico, sin bien, dentro del conjunto de suelos no urbanizables, constituyen aquellos menos restrictivos respecto a la implantación de otros usos de carácter antrópico, que son propios de suelo urbano.

Asimismo, conforme a la regulación del PGM para la categoría SNUGGen-IDU, las actuaciones de carácter infraestructural tienen condición de uso **autorizable**. En consecuencia, la implantación del proyecto requerirá de previa autorización urbanística conforme al artículo 318 de la normativa urbanística y al artículo 51 de la Ley 5/2006, de Ordenación del Territorio y Urbanismo de La Rioja (LOTUR), sin perjuicio de que también deban ser objeto de licencia o autorización por otros Organismos Públicos. La autorización puede ser municipal o corresponder a la Comisión de Ordenación del Territorio y Urbanismo de La Rioja (COTUR).

3.2.1. Mapa del Plan General Municipal de Calahorra

Fuente: PGM de Calahorra

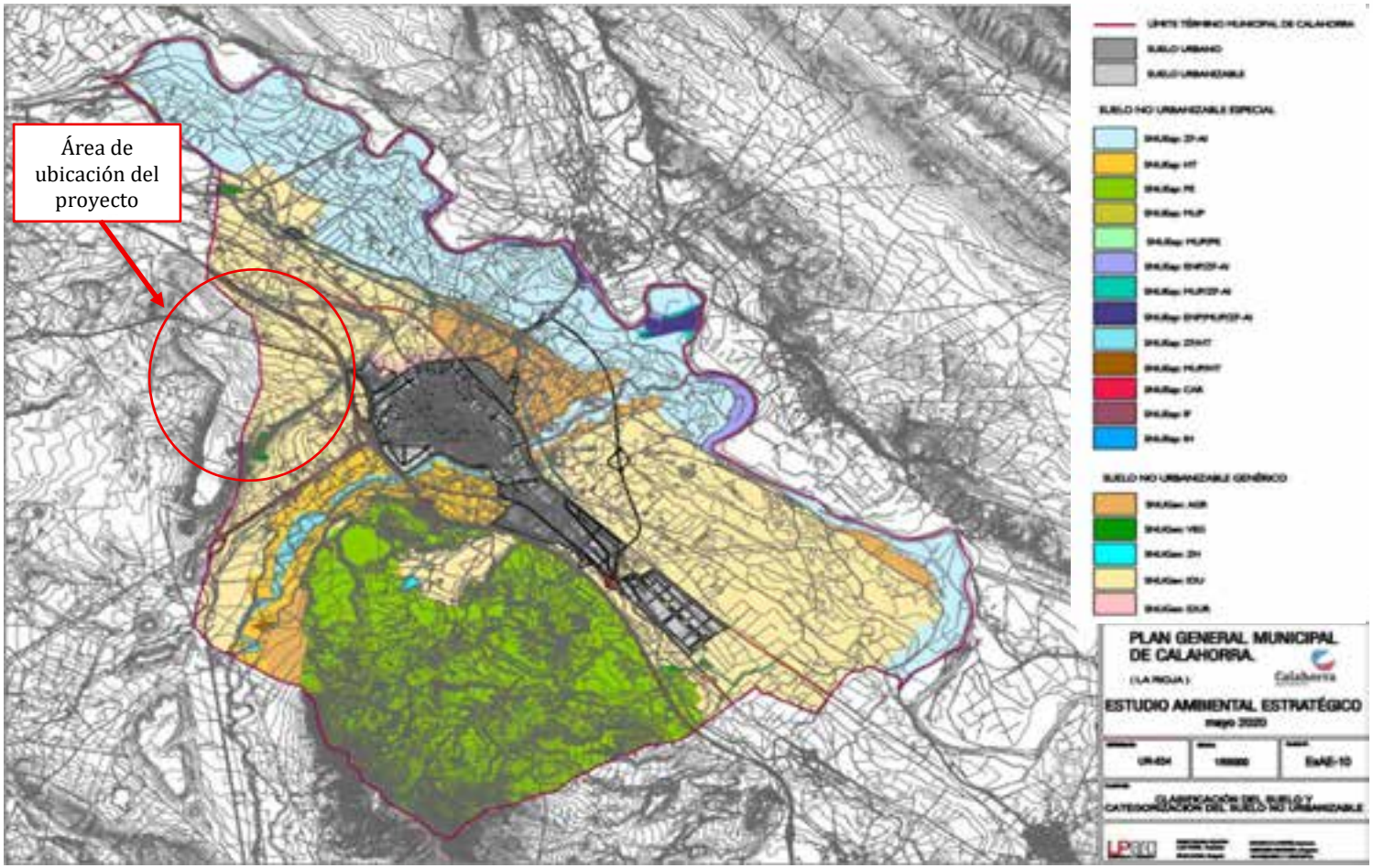


Ilustración 4. Clasificación del suelo, de acuerdo con el PGM de Calahorra

4. DISTANCIAS MÍNIMAS

El Proyecto de Repotenciación e Hibridación del PE Raposeras, cumple con las siguientes condiciones:

Tabla 10. Distancias mínimas

Distancias mínimas respetadas	
Caminos	5 m al eje.
Cañada Real	75 m de anchura. 37.50 m a cada lado de servidumbre desde su eje central.
Trackers	8 m a linderos.
Vallados	5 m a eje de caminos, sin retranqueo a linderos.
Aerogeneradores	8 m a linderos y a eje de caminos. 1 km a núcleos de población.
Sistema de almacenamiento con baterías (BESS)	50 m a linderos.

Fuente: Barlovento, elaboración propia

En el apartado 6 del presente anejo se muestra la representación gráfica de las servidumbres de la tabla anterior.

5. CONCLUSIÓN

Tras el análisis realizado sobre el planeamiento urbanístico vigente de los municipios de Pradejón y Calahorra, se concluye lo siguiente:

El "Proyecto de Repotenciación e hibridación del PE Raposeras" es compatible con la clasificación y calificación del suelo en los dos municipios afectados, tal y como se establece en sus respectivos Planes Generales Municipales.

La viabilidad urbanística del proyecto está asegurada, siempre que se obtengas las autorizaciones correspondientes conforme a las normativas específicas.

6. PLANOS

LEYENDA RESTRICCIONES

CAÑADA REAL DE AUTOL
SERVIDUMBRE 37.5m DESDE EJE

RAP006

RAP005

RAP004

RAP003

RAP002

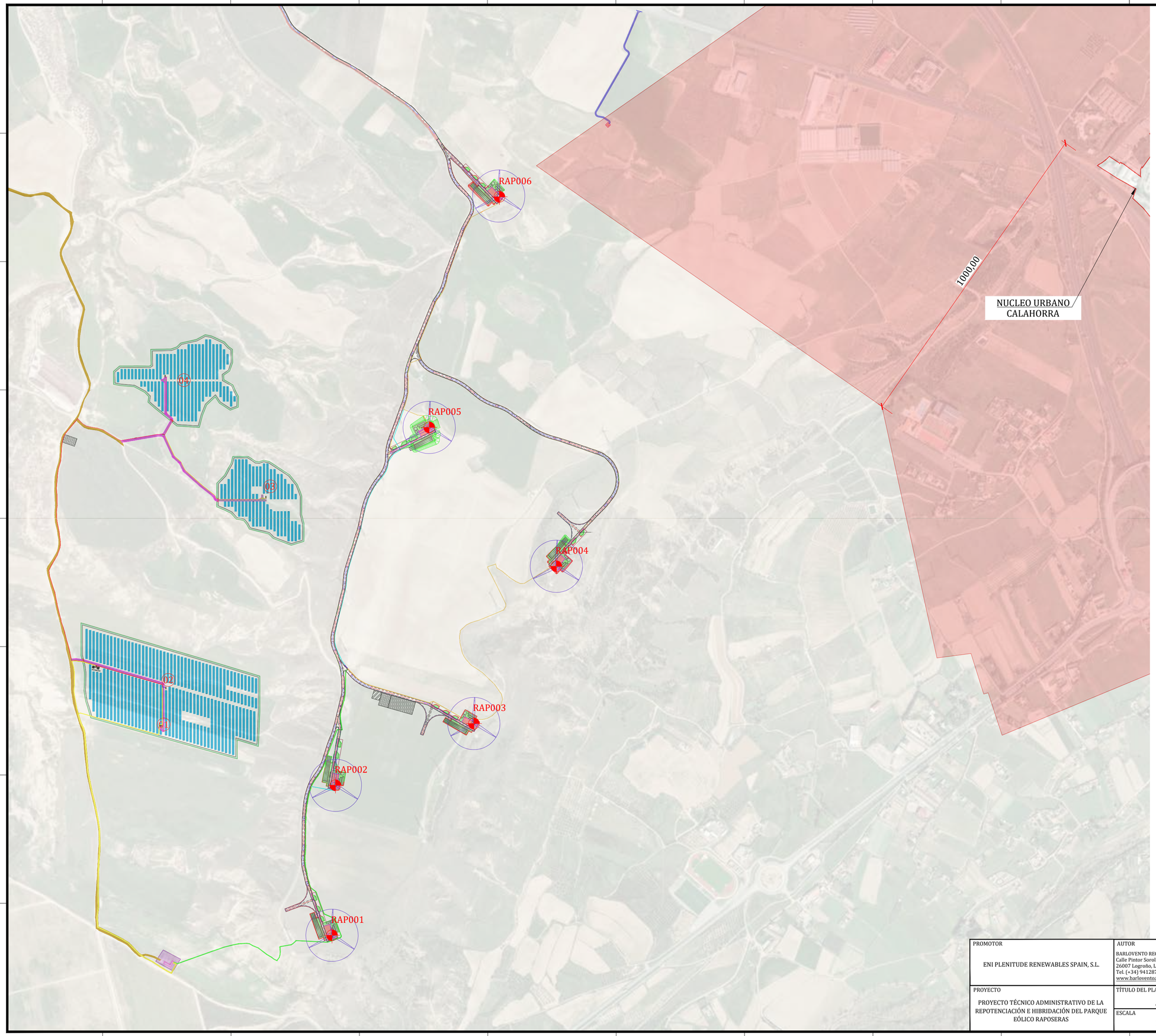
RAP001

CAÑADA REAL DE AUTOL

37,50

37,50

PROMOTOR: ENI PLENITUDE RENEWABLES SPAIN, S.L.	AUTOR: BARLOVENTO RECURSOS NATURALES Calle Pintor Sorolla 8, 26007 Logroño, La Rioja Tel. (+34) 941287348 www.barloventoapplus.com					
		00	04/2026	CSM	CGG	AGM
		REV.	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE LA REPOTENCIACIÓN E HIBRIDACIÓN DEL PARQUE EÓLICO RAPOSERAS	TÍTULO DEL PLANO: RESTRICCIONES A CAÑADA REAL ANEJO DE ADECUACION URBANISTICA	FECHA: 04/2026	NÚMERO DE PLANO: PLANO 01			
	ESCALA: 1 : 8 000 / FORMATO: ISO A2		REVISIÓN: R00	PÁGINA 01 DE 06		



LEYENDA RESTRICCIONES

NUCLEO URBANO
SERVIDUMBRE 1 km

00	04/2026	CSM	CGG	AGM
REV.	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

PROMOTOR
ENI PLENITUDE RENEWABLES SPAIN, S.L.

AUTOR
BARLOVENTO RECURSOS NATURALES
Calle Pintor Sorolla 8,
26007 Logroño, La Rioja
Tel. (+34) 941287348
www.barloventoapplus.com

PROYECTO
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE LA REPOTENCIACIÓN E HIBRIDACIÓN DEL PARQUE EÓLICO RAPOSERAS

TÍTULO DEL PLANO
RESTRICCIONES A NUCLEO URBANO
ANEJO DE ADECUACION URBANISTICA

ESCALA
1 : 8 000

FORMATO
ISO A2

FECHA
04/2026

NÚMERO DE PLANO
PLANO 01

REVISIÓN
R00

04

03

02

01

12,06

12,31

10,43

13,15

11,36

8,00

10,16

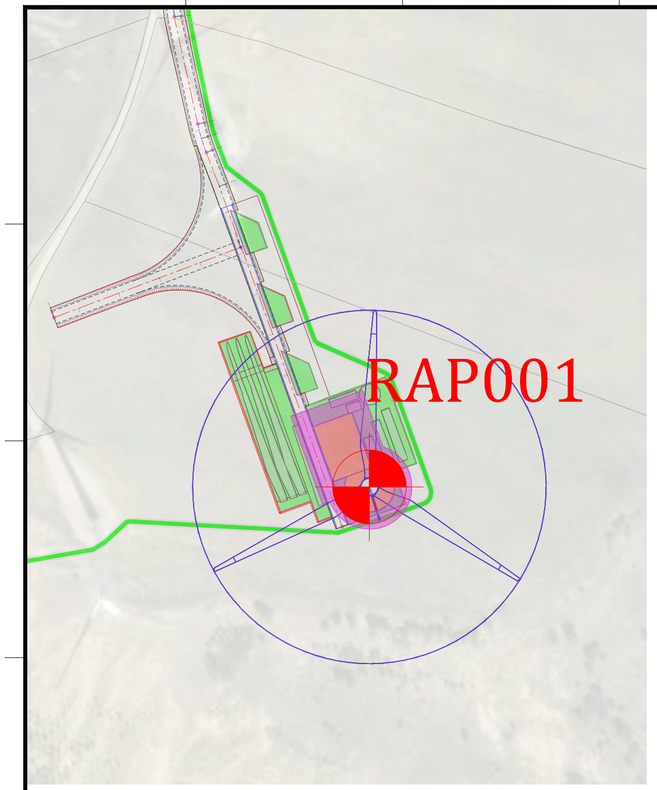
10,78

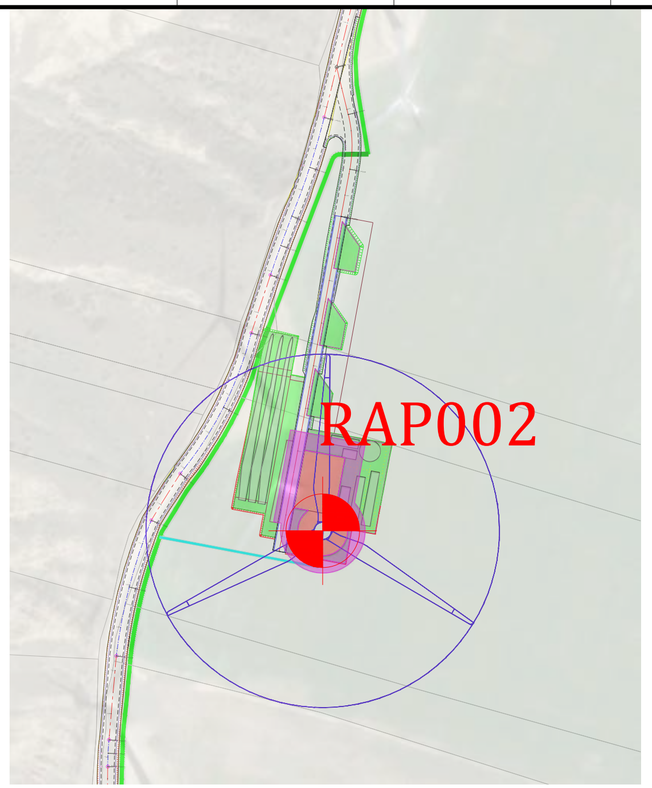
8,65

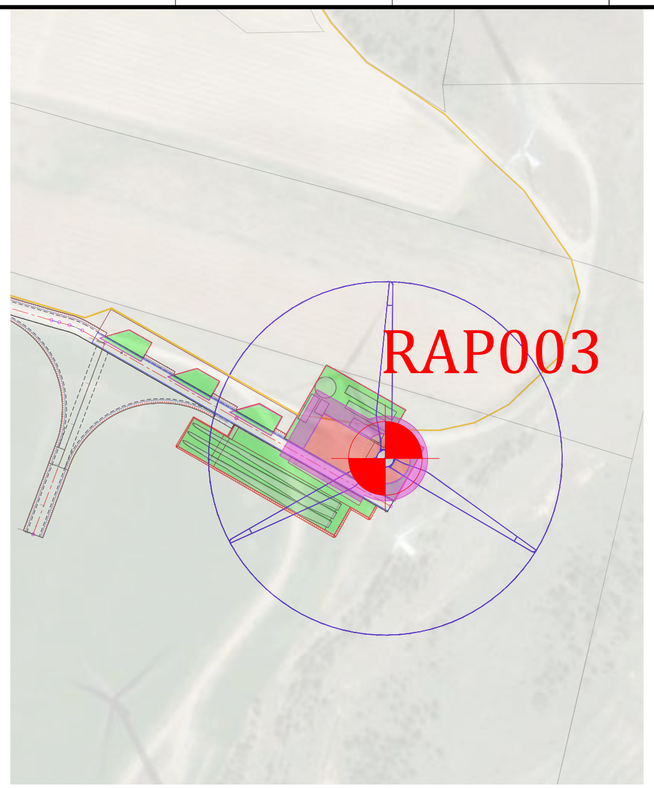
RAP005

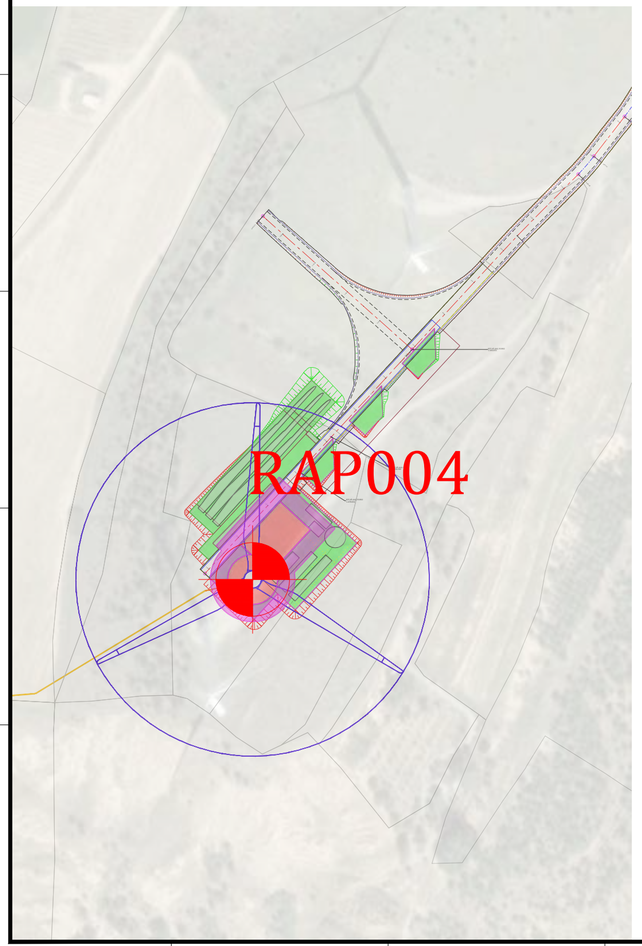
RAP002

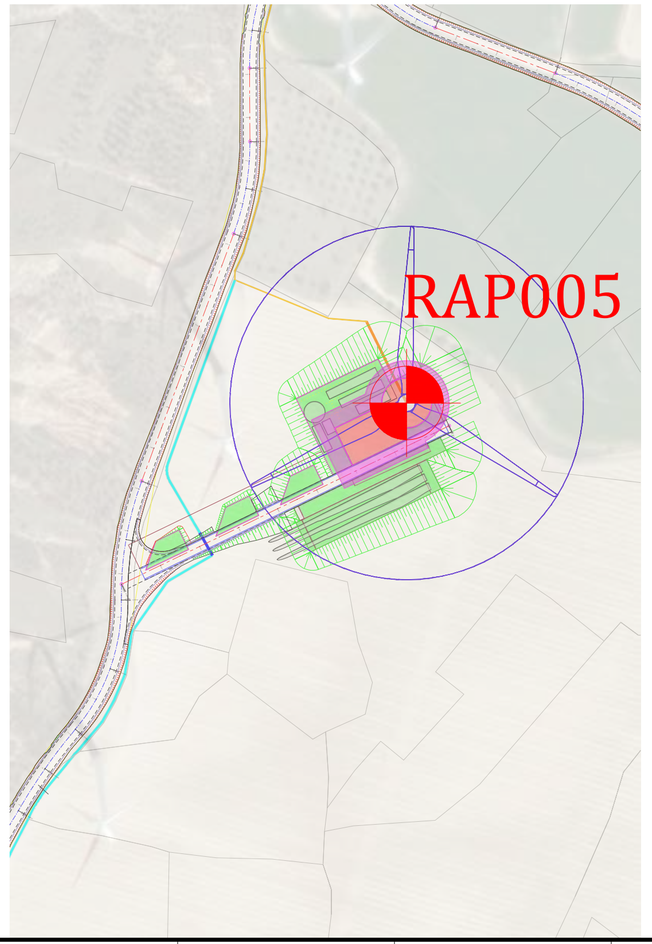
PROMOTOR: ENI PLENITUDE RENEWABLES SPAIN, S.L.	AUTOR: BARLOVENTO RECURSOS NATURALES, Calle Pintor Sorolla 8, 26007 Logroño, La Rioja, Tel. (+34) 941287348, www.barloventoapplus.com				
		00	04/2026	CSM	CGG	AGM
		REV.	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE LA REPOTENCIACIÓN E HIBRIDACIÓN DEL PARQUE EÓLICO RAPOSERAS	TÍTULO DEL PLANO: RESTRICCIONES A LINDEROS ANEJO DE ADECUACION URBANISTICA	FECHA: 04/2026	NÚMERO DE PLANO: PLANO 01			
	ESCALA: 1 : 4 000	FORMATO: ISO A2	REVISIÓN: R00	PÁGINA 03 DE 06		

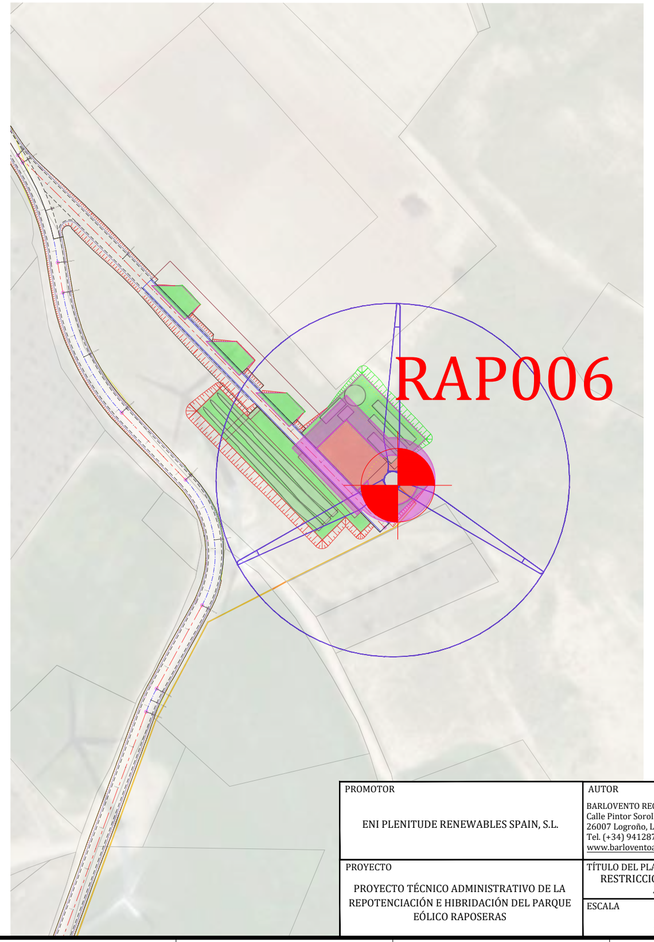












LEYENDA RESTRICCIONES

PLATAFORMA PERMANENTE + CIMENTACIÓN
SERVIDUMBRE 8m

PROMOTOR
ENI PLENITUDE RENEWABLES SPAIN, S.L.

AUTOR
BARLOVENTO RECURSOS NATURALES
Calle Pintor Sorolla 8,
26007 Logroño, La Rioja
Tel. (+34) 941287348
www.barloventoapplus.com

REV.	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
00	04/2026	CSM	CGG	AGM

PROYECTO
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE LA REPOTENCIACIÓN E HIBRIDACIÓN DEL PARQUE EÓLICO RAPOSERAS

TÍTULO DEL PLANO
RESTRICCIONES A ZONA PERMANENTE AEROGENERADORES
ANEJO DE ADECUACION URBANISTICA

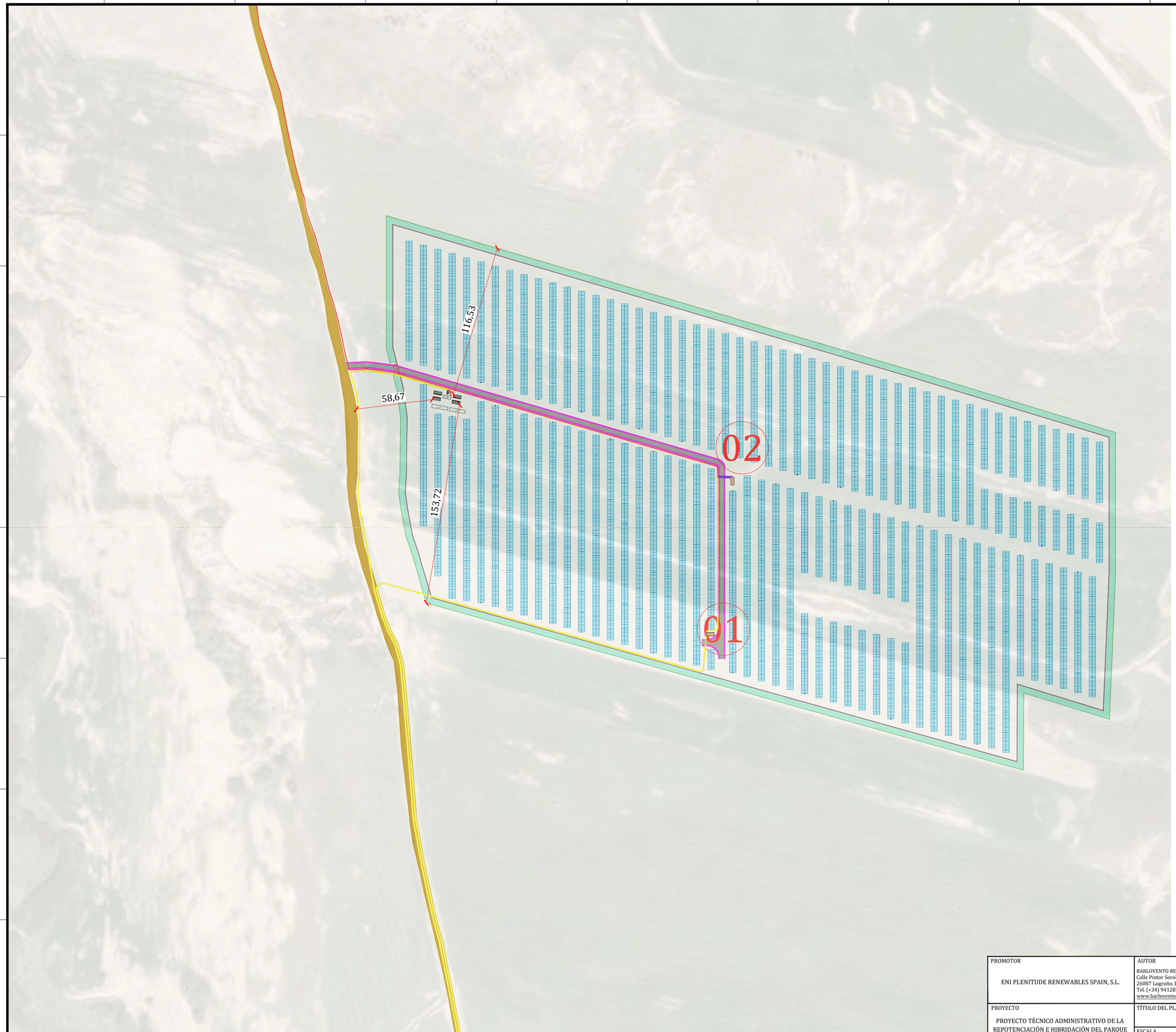
ESCALA
1 : 2 000

FORMATO
ISO A2

FECHA
04/2026

NÚMERO DE PLANO
PLANO 01

REVISIÓN
R00



PROMOTOR: ENI PLENITUDE RENEWABLES SPAIN, S.L.	AUTOR: BARLOVENTO RECURSOS NATURALES, Calle Pintor Sorolla 8, 26007 Logroño, La Rioja, Tel. (+34) 941287348, www.barloventoapplus.com				
		00	04/2026	CSM	CGG	AGM
		REV.	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE LA REPOTENCIACIÓN E HIBRIDACIÓN DEL PARQUE EÓLICO RAPOSERAS	TÍTULO DEL PLANO: RESTRICCIONES A BESS ANEJO DE ADECUACION URBANISTICA	FECHA: 04/2026	NÚMERO DE PLANO: PLANO 01			
	ESCALA: 1 : 2 000 / FORMATO: ISO A2		REVISIÓN: R00	PÁGINA 05 DE 06		

RAP006

RAP005

RAP004

RAP003

RAP002

RAP001

TERMINO MUNICIPAL PRADEJON

TERMINO MUNICIPAL CALAHORRA

PROMOTOR: ENI PLENITUDE RENEWABLES SPAIN, S.L.	AUTOR: BARLOVENTO RECURSOS NATURALES Calle Pintor Sorolla 8, 26007 Logroño, La Rioja Tel. (+34) 941287348 www.barloventoapplus.com				
		00	04/2026	CSM	CGG	AGM
		REV.	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE LA REPOTENCIACIÓN E HIBRIDACIÓN DEL PARQUE EÓLICO RAPOSERAS	TÍTULO DEL PLANO: RESTRICCIONES A TERMINOS MUNICIPALES ANEJO DE ADECUACION URBANISTICA		FECHA: 04/2026	NÚMERO DE PLANO: PLANO 01	
	ESCALA: 1 : 8 000	FORMATO: ISO A2		REVISIÓN: R00	PÁGINA 06 DE 06

DOCUMENTO Nº 1.MEMORIA

ANEJO Nº14-ESTUDIO_HIDROLÓGICO

LA RIOJA



Barlovento

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRAÚLICO PARA EL PROYECTO HÍBRIDO “RAPOSERAS”

Ubicación: Pradejón, La Rioja

Cliente: Eni Plenitude

Fecha: junio 2024

LIMITACIONES DE USO

LIMITACIÓN DE USO:

El presente documento ha sido preparado por CAPGEMINI ENGINEERING a petición de ENI PLENITUDE para su uso en el estudio de la implantación de una planta fotovoltaica en la zona de análisis. Queda por tanto expresamente prohibida la reproducción total o parcial de este documento, así como su difusión fuera del contexto mencionado sin la autorización previa y escrita de CAPGEMINI. Del uso indebido de este documento se podrán derivar las responsabilidades legales que correspondan.

Glosario de Términos y Acrónimos

Términos	Definición
CHE	Confederación Hidrográfica del Ebro
MITECO	Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico
SIOSE	Sistema de Información de Ocupación del Suelo de España
MITMA	Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana
DPH	Dominio Público Hidráulico
Período de retorno	Es la probabilidad en años de que un suceso ocurra. Es decir, en nuestro caso, es la máxima avenida de caudal que puede suceder en un período concreto de años (T) o (Pr)
Caudal de avenida	Caudal máximo (Q) correspondiente al período de retorno "T", en el punto de desagüe de la cuenca
Tiempo de concentración	Duración de tiempo mínimo necesario que tarda una gota caída en el punto más alejado de la cuenca en llegar al punto de aforo, cuando ocurre una precipitación de intensidad constante.
Coeficiente de escorrentía	Es la parte de la precipitación de intensidad que genera el caudal de avenida en el punto de desagüe de la cuenca, es decir, el agua que fluye por el terreno una vez que ya ha habido parte de la lluvia que se ha filtrado.

Company Confidential. © 2023 Capgemini. All rights reserved.

Índice de contenidos

Glosario de Términos y Acrónimos 3
Índice de contenidos 4
Índice de Anexos 5
Índice de Figuras 6
1. INTRODUCCIÓN 7
1.1. Estudio hidrológico 7
1.2. Estudio hidráulico 7
1.3. Cauces públicos y su zonificación 7
2. OBJETO Y ALCANCE 9
2.1. Objetivo y alcance 9
2.2. Información disponible 9
2.3. Marco normativo 10
3. CARACTERÍSTICAS GENERALES Y EMPLAZAMIENTO 11
3.1. Proyecto híbrido Raposeras 11
3.2. Emplazamiento 11
4. METODOLOGÍA 13
4.1. Trabajo previo 13
4.2. Modelo hidro-meteorológico-Método Racional 13
4.3. Modelo hidráulico 15
5. HIDROLOGÍA 16
5.1. Introducción 16
5.2. Cuencas Hidrográficas 16
5.3. Estudio de la pluviometría 20
5.4. Cálculos de caudales de avenida 38
6. SIMULACIÓN HIDRÁULICA 42
6.1. Introducción 42
6.2. Datos introducidos 42
6.3. Resultados obtenidos 45
7. CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS REALIZADO 50
7.1. Conclusiones 50

Company Confidential. © 2023 Capgemini. All rights reserved.

Índice de Anexos

Anexo	Descripción
CAP-001	Norma 5.2-IC Drenaje Superficial (Orden FOM/298/2016 de 15 de febrero)
CAP-002	Máximas lluvias diarias en la España peninsular
CAP-003	Reportaje fotográfico visita 03.06.2024
CAP-004	Planos de la lámina de inundación, zonas de DPH, ca y velocidades según los diferentes períodos de retorno
CAP-005	Tabla resumen con los resultados obtenidos de las secciones transversales

Company Confidential. © 2023 Capgemini. All rights reserved.

Índice de Figuras

Figura 1. Delimitación del DPH 8
Figura 2. Ubicación de la zona de Proyecto 11
Figura 3. Imagen relieve de la zona de implantación 12
Figura 4. Diagrama de flujo para la elección del método de cálculo de caudales 14
Figura 5. Formulación seguida para el cálculo del caudal por medio del Método Racional 15
Figura 6. Ubicación del Proyecto dentro de la CHE 16
Figura 7. Cauces existentes en la zona del Proyecto 17
Figura 8. Cuencas y Subcuencas de la zona de estudio 17
Figura 9. Arroyos existentes por la zona norte y sur, incluidos en las subcuencas C1 y C3, correspondientemente 18
Figura 10. Yasa de Majillonda (izquierda), Arroyo 1 (derecha) 19
Figura 11. Obtención de las características principales de las cuencas y sus ríos 20
Figura 12. Características principales de las cuencas y sus ríos 20
Figura 13. Mapa de valores de precipitación media y Cv según mapa 21
Figura 14. Valores de precipitación media y Cv 22
Figura 15. Valores de K_T 22
Figura 16. Precipitación máxima diaria asociada a cada período de estudio 22
Figura 17. Precipitación máxima diaria final asociada a cada período de estudio 23
Figura 18. Intensidad media diaria asociada a cada período de estudio 24
Figura 19. Mapa del índice de torrencialidad (I_1/I_d) 25
Figura 20. Tiempo de concentración 26
Figura 21. Resultados obtenidos para el factor de intensidad 26
Figura 22. Resultados obtenidos para la intensidad de precipitación (mm/h) 27
Figura 23. Mapa usos del suelo según cuencas 29
Figura 24. Mapa usos del suelo en las parcelas del Proyecto en estudio 29
Figura 25. Mapa del Grupo hidrológico del suelo en España 30
Figura 26. Grupo hidrológico del suelo en España 31
Figura 27. Características principales de las cuencas y sus ríos 31
Figura 28. Valores iniciales del umbral de escorrentía en la zona de estudio (P_0^i (mm)) 32
Figura 29. Valores ponderados iniciales del umbral de escorrentía en la zona de estudio (P_0^i (mm)) 33
Figura 30. Valores a tener en cuenta para el cálculo iniciales del umbral de escorrentía en la zona de estudio (P_0^i (mm)) 33
Figura 31. Regiones consideradas para caracterizar el coeficiente corrector (βm) 35
Figura 32. Valores de F_T y βm según su región 36
Figura 33. Valores obtenidos del coeficiente corrector β, para los períodos de retorno en estudio 36
Figura 34. Valores del umbral de escorrentía 37
Figura 35. Valores de escorrentía 38
Figura 36. Caudales máximos de avenidas para la cuenca "C" 39
Figura 37. Caudal tramo "2" Yasa Majillonda incluido en la CHE 39
Figura 38. Caudales máximos de avenidas para la subcuenca "C1" 40
Figura 39. Caudales máximos de avenidas para la subcuenca "C2" 41
Figura 40. Caudales máximos de avenidas para la subcuenca "C3" 41
Figura 41. Tramos y codificación de los ríos 43
Figura 42. Fotografía de un tramo del arroyo 1 44
Figura 43. Caudales máximos de avenidas por ríos y períodos de retorno 44
Figura 44. Mapas de profundidad con las zonas inundables para los períodos 25, 50 y 100 45
Figura 45. Zonas inundables y calados para Qmáx T25 46
Figura 46. Zonas inundables para Qmáx T25. Calados 47
Figura 47. Perfil transversal zona central. Zonas inundables para Qmáx T25. Calados 47
Figura 48. Mapas de velocidades para los 3 períodos de análisis 48
Figura 49. Mapa velocidades Qmáx T25 49

Company Confidential. © 2023 Capgemini. All rights reserved.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Estudio hidrológico

1.1.1. Se conoce como estudio hidrológico al estudio del comportamiento del agua que cae sobre una superficie, así como el cálculo del caudal que va a circular por un río o masa de agua. Para ello debe partirse de información de ciertos parámetros como las precipitaciones, perfiles topográficos, usos del suelo, etc.

1.1.2. El objetivo principal de esta parte es el cálculo del caudal máximo que vamos a tener circulando por nuestra área de estudio.

1.2. Estudio hidráulico

1.2.1. Se conoce como estudio hidráulico al análisis, diseño y simulación de comportamiento del agua a partir de los datos proporcionados por el estudio hidrológico. Con él se pueden diseñar infraestructuras o sistemas para trasportar y regular el agua.

1.2.2. El objetivo principal de esta parte es simular como va a comportarse ese caudal máximo calculado, y cuanta superficie se va a ver afectado por él, obteniendo zonas inundables, calados o velocidad del agua, entre otros.

1.3. Cauces públicos y su zonificación

1.3.1. De acuerdo con la Ley de Aguas[1], se conoce como Dominio Público Hidráulico (DPH) al delimitado por:

- Aguas continentales:
  - Aguas superficiales, en las que se incluyen:
    - Aguas pluviales
    - Ríos y arroyos tanto continuos como temporales
    - Aguas estancadas (lagos, lagunas, etc.)
    - Aguas derivadas de cauces artificiales, aguas embalsadas o reguladas.
  - Aguas subterráneas
- Cauces de corrientes naturales
- Acuíferos
- Aguas procedentes de la desalación de agua de mar.

[1] Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas

Company Confidential. © 2023 Capgemini. All rights reserved.

Fuente: Página web de la Confederación Hidrográfica del Ebro

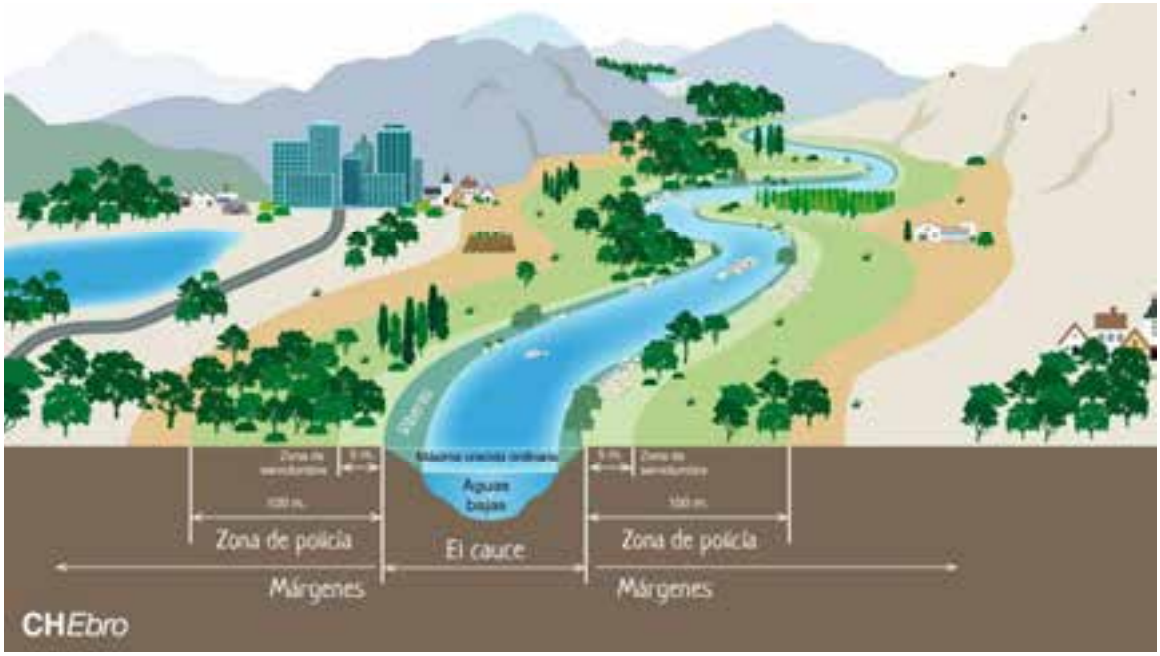


Figura 1. Delimitación del DPH

1.3.2. La determinación de un cauce no sólo tiene en cuenta las máximas crecidas ordinarias, si no que atiende también a sus características geomorfológicas, ecológicas, etc.

1.3.3. A efectos de titularidad, es importante conocer que el cauce y su zona de posible inundación en máximas avenidas, son dominio público y, como tal, cualquier actividad u obra que se pretenda llevar a cabo requerirá la autorización previa de la Administración hidráulica competente.

1.3.4. Por otro lado, las márgenes no son dominio público hidráulico. Sin embargo, están sujetas a una serie de limitaciones:

- Zona de servidumbre (ZS) de 5 m de anchura para paso público peatonal, vigilancia, conservación y salvamento, y para el varado de embarcaciones ocasionalmente y por necesidad.
- Zona de policía (ZP) de 100 m de anchura, en la que se condiciona el uso del suelo y las actividades que en ella se desarrollen.

1.3.5. Así pues, para cualquier uso que quiera llevarse a cabo dentro de la zona de policía del DPH debe presentarse una solicitud al organismo competente.

Company Confidential. © 2023 Capgemini. All rights reserved.

2. OBJETO Y ALCANCE

2.1. Objetivo y alcance

2.1.1. El presente estudio se realiza a petición de ENI PLENITUDE para el análisis de la implantación de una planta fotovoltaica en La Rioja.

2.1.2. El objetivo de este documento es obtener las características hidrológicas e hidráulicas de la zona de estudio, y así comprobar que cumple con los requisitos mínimos que se requieren. Más concretamente, con los incluidos en las especificaciones técnicas:

- El estudio se realizará, al menos, para el período de retorno[2] de 100 años.
- El objetivo del estudio es detectar las posibles zonas donde se puedan producir inundaciones y evitarlas a la hora de instalar estructuras. En caso de no poder evitar las zonas inundadas, se diseñará una red de drenaje superficial.
- En el caso de las plantas fotovoltaicas se considera aceptable tener acumulaciones de agua controlada dentro de los campos, siempre y cuando se garantice la operatividad de la planta. Para ello deben cumplirse los siguientes parámetros:
  - El nivel máximo de agua aceptable en la planta será de 250 mm
  - La velocidad máxima aceptable del agua en el interior de la planta será de 0,3 m/s, para evitar erosiones a causa de las aguas de escorrentía
  - Se deberá garantizar la entrada a todos los edificios y equipos
  - Los equipos eléctricos deberán instalarse a una elevación segura del nivel máximo de agua
- En caso de no cumplirse con estos requisitos, como hemos indicado, deberán implementarse medidas de mitigación, como puede ser, el diseño de una red de drenaje superficial.

2.2. Información disponible

2.2.1. Para la realización de este estudio se ha tenido en cuenta tanto documentación aportada por el cliente, como documentación/información/visores disponibles en las siguientes plataformas del Estado:

- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO)
- Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE): Administración hidráulica en la que se ubica el emplazamiento del Proyecto.
  - Características de los ríos y de sus cuencas
- Sistema de Información de Ocupación del Suelo en España (SIOSE)
  - Cartografía de los usos del suelo
- Subcuencas de ríos completos clasificadas según Pfafstetter modificado (subcuencas vertientes a zona norte del Mediterráneo) (MITECO)
- Información cartográfica obtenida del Centro de Descargas del Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG)-(IGN).
  - Cartografía/Modelos Digitales del Terreno

[2] Se conoce como período de retorno al inverso de la probabilidad de que un suceso ocurra durante un año dado. Es decir, en nuestro caso, es la máxima avenida de caudal que puede suceder en un período de retorno concreto. Para un período de 100 años, sería el máximo caudal de avenida que puede producirse en 100 años

Company Confidential. © 2023 Capgemini. All rights reserved.

- Ortofotografías georreferenciadas
- Visor Iberprix

- Fotografías realizadas durante la visita al emplazamiento el 3 de junio de 2024

2.3. Marco normativo

2.3.1. La normativa empleada para la realización de este estudio ha sido la siguiente:

- Norma 5.2-IC Drenaje Superficial (Orden FOM/298/2016 de 15 de febrero)[3]
- Máximas lluvias diarias en la España peninsular[4]
- Cálculo hidrometeorológico de caudales máximos en pequeñas cuencas naturales.
- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas

[3] Incluida en el CAP-001
[4] Incluida en el CAP-002

Company Confidential. © 2023 Capgemini. All rights reserved.

3. CARACTERÍSTICAS GENERALES Y EMPLAZAMIENTO

3.1. Proyecto híbrido Raposeras

3.1.1. El proyecto de la planta fotovoltaica está diseñado para trabajar de forma híbrida con un parque eólico ya existente en la zona, el parque eólico Raposeras.

3.1.2. Así pues, se construiría dentro del término municipal de Pradejón (La Rioja) un Proyecto híbrido, ya que su energía procedería tanto de la energía eólica como de la fotovoltaica. Se estima que la planta fotovoltaica sea de unos 20 MWp con un almacenamiento de 5 MW / 4h

3.2. Emplazamiento

3.2.1. La planta objeto de estudio tiene su emplazamiento en unas parcelas ubicadas en el término municipal de Pradejón, provincia de La Rioja, situada unos 40 km al Sureste de Logroño.

Fuente: Google Earth

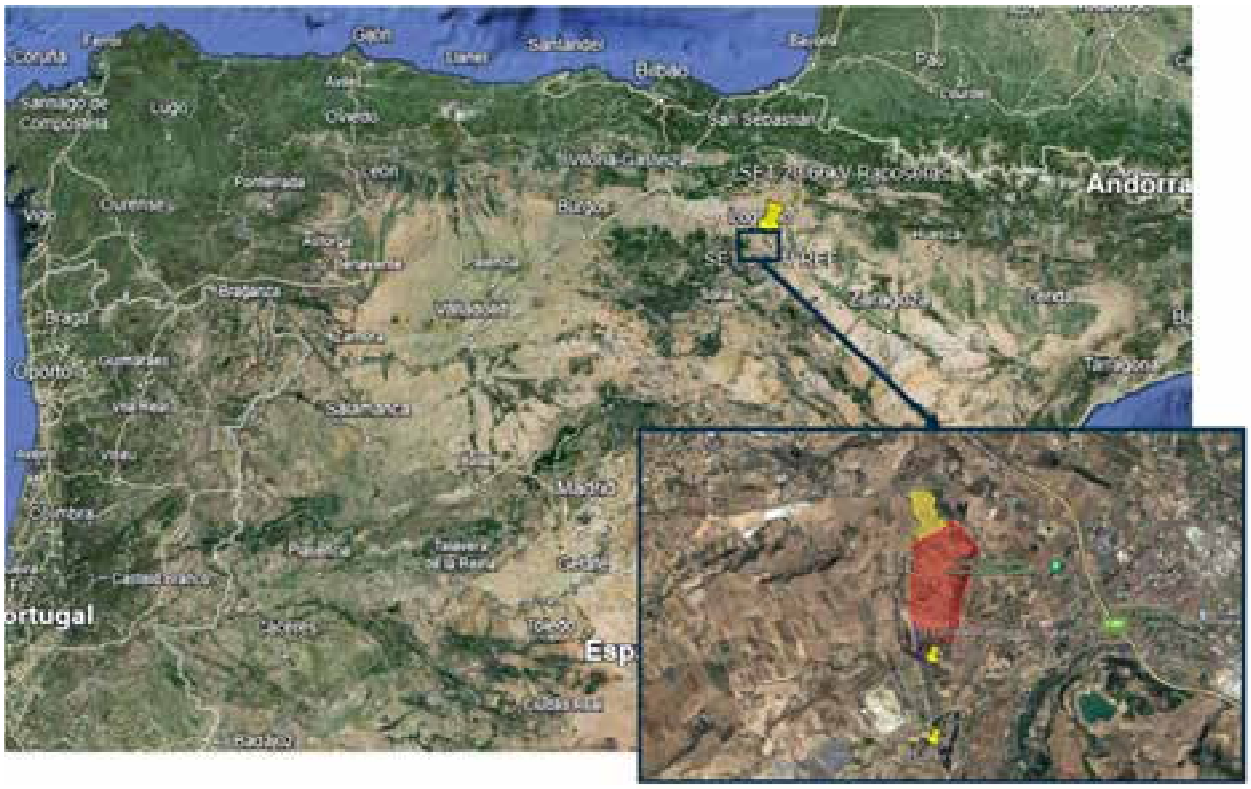


Figura 2. Ubicación de la zona de Proyecto

3.2.2. Se localiza en la falda izquierda del parque eólico “Raposeras” ya existente. Se muestra a continuación la orografía de la zona:

Fuente: Google Earth y coordenadas del emplazamiento



Figura 3. Imagen relieve de la zona de implantación

3.2.3. En la anterior figura se muestra con un sombreado rojo la zona en estudio de implantación de la planta, de unas 180 hectáreas y, en amarillo, la posible ampliación. Estas zonas son, concretamente, las que vamos a analizar para observar el comportamiento de la hidrología.

4. METODOLOGÍA

4.1. Trabajo previo

4.1.1. El primer paso para realizar un estudio hidrológico e hidráulico es la recopilación de datos de la zona de estudio, no solamente del ámbito climatológico:

- Cartografía del terreno
- Ortofotos
- Precipitaciones medias de la zona
- Inventario de las construcciones existentes
- Información geológica del terreno

4.1.2. Es de utilidad verificar algunos de estos datos con una visita a la zona de estudio para comprobar dicha información. En este caso, hemos realizado una visita el día 3 de junio de 2024. Se incluye reportaje fotográfico de la visita en el anexo CAP-003 adjunto a este documento.

4.2. Modelo hidro-meteorológico-Método Racional

4.2.1. El segundo paso es el cálculo del caudal que va a circular por el río o arroyos que atraviesan la zona de estudio. Para ello vamos a utilizar la norma en vigor IC 5.2 de Drenaje Superficial, publicación del antiguo Ministerio de Fomento (actual Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (MITMA)) en noviembre del 2019.

4.2.2. Esta norma recoge la metodología de estudio para el cálculo del caudal máximo anual correspondiente a un determinado período de retorno. Inicialmente, siempre que se conozcan estos caudales por parte de la Administración hidráulica competente, en este caso, la CHE, deben tomarse estos. En caso de no existir, deben calcularse por medio del método que más se adecue a las características de estudio.

4.2.3. En la zona de emplazamiento del Proyecto tenemos un cauce y 4 arroyos. Del visor de la CHE hemos podido comprobar que existen unos datos de *caudales máximos en régimen natural* para diferentes períodos del cauce principal, sin embargo, no se tienen para los arroyos que atraviesan la zona de implantación. Por lo tanto, vamos a calcular estos caudales, pudiendo comprobar dichos datos con los indicados por la Administración.

4.2.4. Para elegir el método de cálculo a utilizar, la normativa incluye un diagrama de flujos que, dependiendo de los datos de partida, se escoge un método u otro. En nuestro caso, se trata de una cuenca de estudio con un área menor a 50 km^2, por lo que el método indicado es el Método Racional:

Fuente: Figura 2.1 de la IC 5.2 (CAP-001[5])

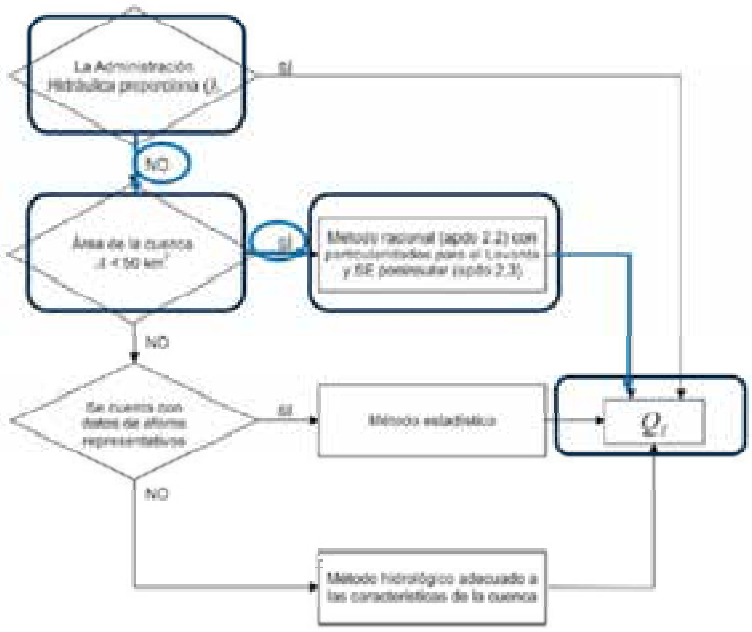


Figura 4. Diagrama de flujo para la elección del método de cálculo de caudales

4.2.5. El Método Racional es uno de los más utilizados en hidrología para la estimación del caudal máximo de descarga de una cuenca asociado a una determinada lluvia de diseño. Se calcula mediante la siguiente fórmula:

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

- Q_T (m^3/s): Caudal máximo anual correspondiente al período de retorno "T", en el punto de desagüe de la cuenca, conocido como el caudal de avenida.
- $I\ (T, t_c)$ (mm/h): Intensidad de precipitación 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 escorrentía.
- A (km^2): Área de la cuenca o superficie considerada.
- K_T (adimensional): Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación

4.2.6. En el apartado 5 de este documento se realiza el cálculo de estos parámetros paso a paso, teniendo en cuenta la siguiente formulación:

[5] Véase pág 19/142 del pdf CAP-001. IC 5.2 Drenaje Superficial

Fuente: Formulación obtenida a partir de la Norma IC 5.2 (CAP-001)

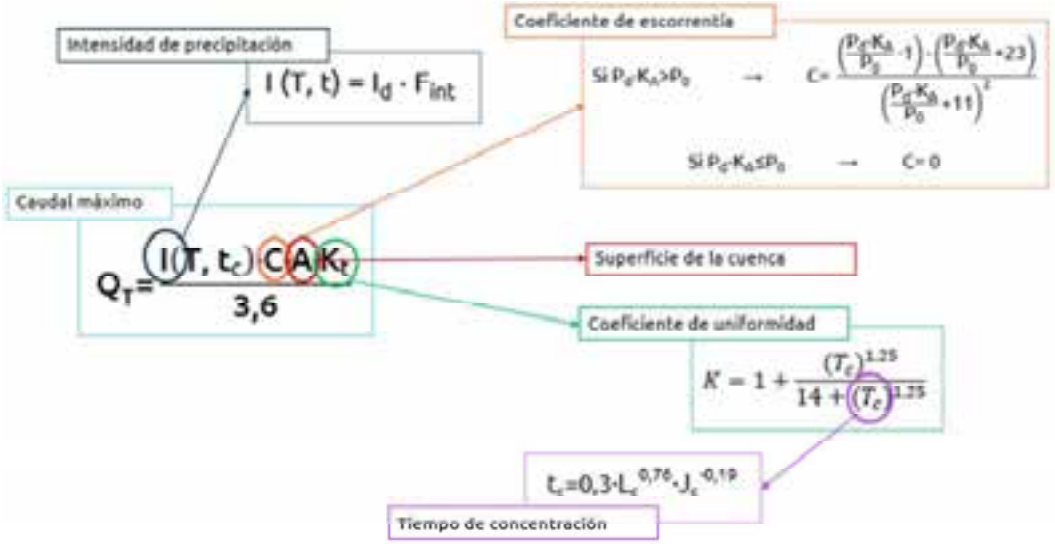


Figura 5. Formulación seguida para el cálculo del caudal por medio del Método Racional

4.2.7. Como hemos indicado, el "período de retorno" se refiere al cálculo de la máxima avenida de agua que se obtiene en un período de años concreto.

4.2.8. Para este estudio, vamos a calcular los caudales de avenida para los períodos de 25, 50, 100 y 500 años.

4.3. Modelo hidráulico

4.3.1. En este paso procedemos a obtener la simulación de las láminas de inundación y características de los cauces en los diferentes escenarios mediante un programa de modelado a partir de los cálculos anteriormente realizados.

4.3.2. Para esta simulación se van a emplear los programas ArcGIS y HEC-RAS. En su apartado correspondiente, describimos el proceso realizado.

Company Confidential. © 2023 Capgemini. All rights reserved.

5. HIDROLOGÍA

5.1. Introducción

5.1.1. El objetivo y finalidad de este apartado es el cálculo de los caudales máximos que se van a producir dentro de la zona a causa de las máximas lluvias ocurrentes para los diferentes períodos de estudio.

5.2. Cuencas Hidrográficas

5.2.1. Se conoce como cuenca hidrográfica a un territorio drenado por un cauce natural, es decir, el área que recoge toda el agua de lluvia que va a acabar en un río. Suele estar delimitado por las zonas más altas de la orografía existente. En España existen 5 grandes cuencas hidrográficas que coinciden con los 5 principales ríos.

5.2.2. Como hemos dicho, el proyecto se encuentra ubicado dentro de la Cuenca Hidrográfica del Ebro:

Fuente: Visor cartográfico SITEBRO

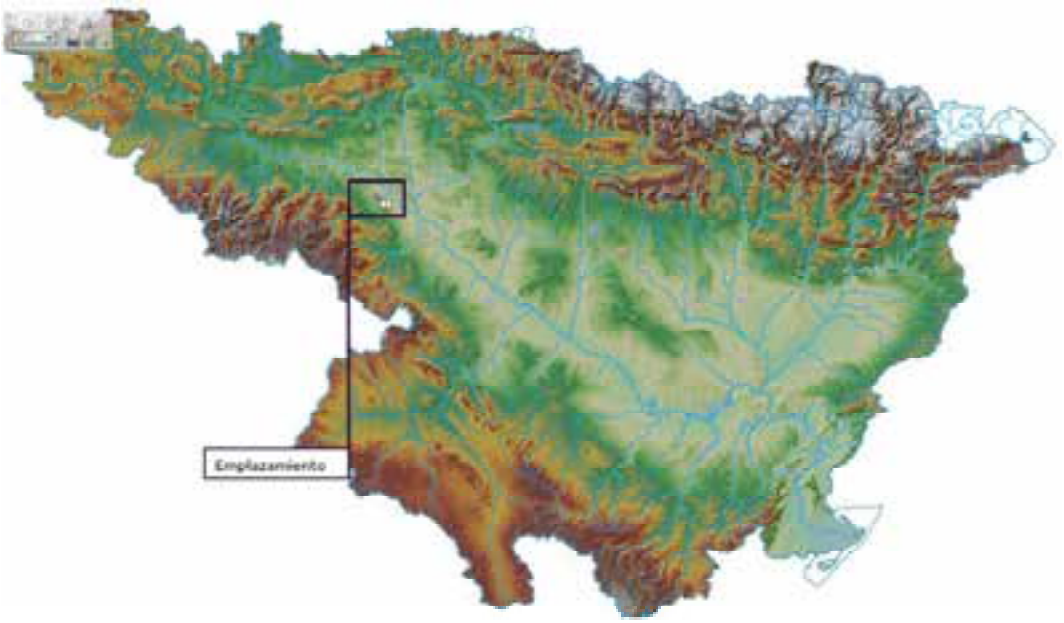


Figura 6. Ubicación del Proyecto dentro de la CHE

5.2.3. Partiendo de la documentación de la CHE, dentro del emplazamiento del Proyecto encontramos una yasa[6] o torrentera y 3 arroyos que aparecen de forma esporádica en el momento de lluvias y van a evacuar a la Yasa de Majillonda. Estos arroyos temporales no han sido identificados con un nombre por la administración, por lo que los identificaremos como "arroyos". Así pues, tendríamos los siguientes cauces:

- Yasa de Majillonda
- Arroyo 1
- Arroyo 2
- Arroyo 3

[6] Pequeño cauce que se llena de agua solo en algunos momentos

Fuente: Visor cartográfico SITEBRO

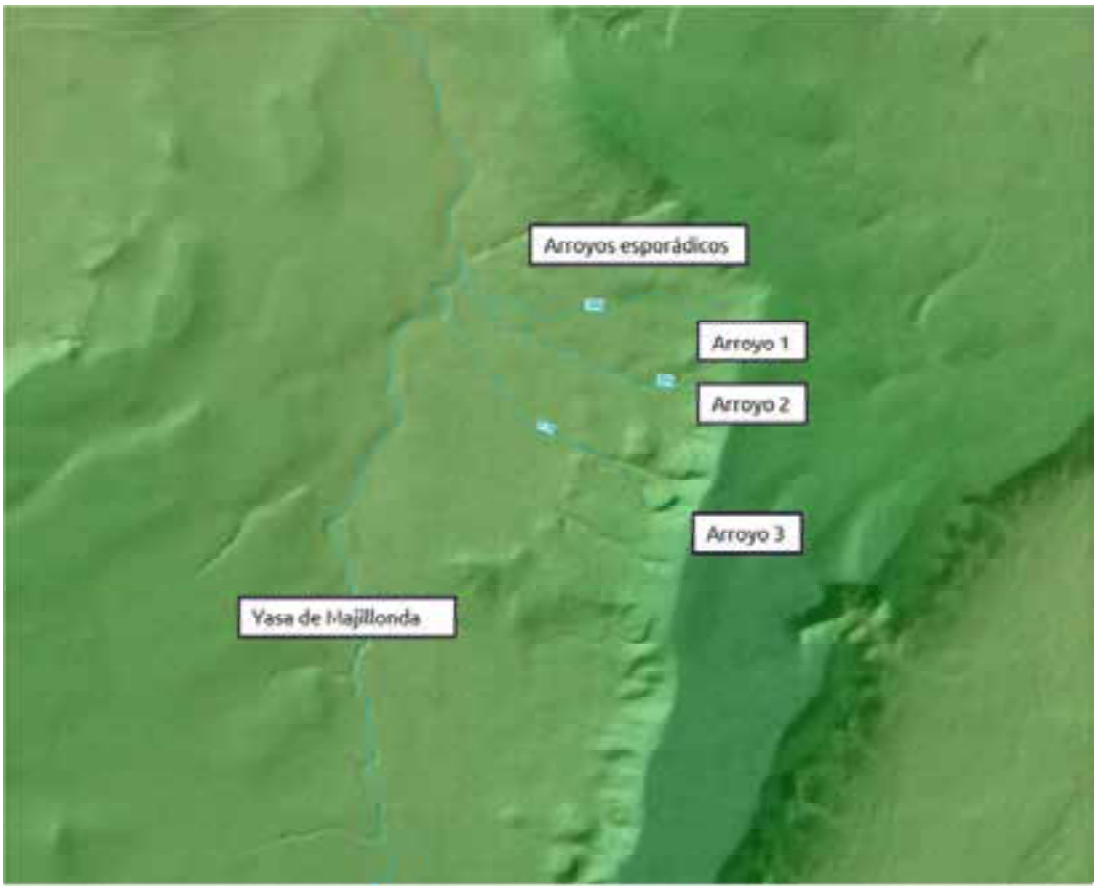


Figura 7. Cauces existentes en la zona del Proyecto

5.2.4. De esta forma tendremos una cuenca principal vertiente por la Yasa de Majillonda y 3 subcuencas procedentes de los arroyos esporádicos:

Fuente: Centro de descargas IGN. Información Cuenca Hidrográfica del Ebro

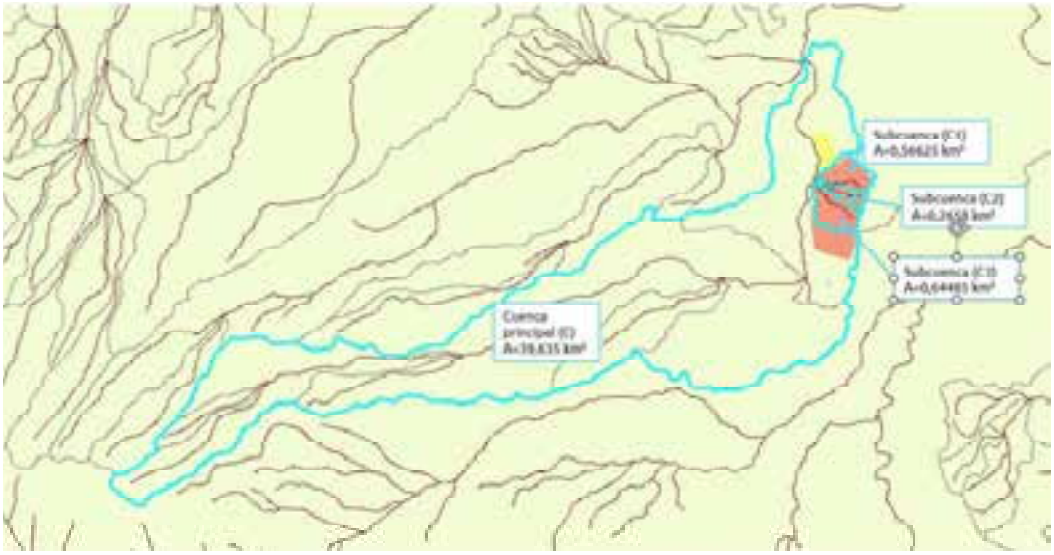


Figura 8. Cuencas y Subcuencas de la zona de estudio

5.2.5. Tras la visita a la zona de implantación el 3 de junio de 2024, y una revisión de otras bases de datos de la cartografía, así como del MDT del terreno, observamos que existen otros posibles arroyos, uno por encima del Arroyo 1 y que además está incluido dentro de la subcuenca C1 de estudio; y otro afluente del Arroyo 3, dentro de la subcuenca 3. Tendremos en cuenta también estos cauces a la hora de analizar las zonas de inundabilidad. Los identificaremos como Arroyo 1.1 y Arroyo 3.1:

Fuente: Visor del IGN (Iberprix)

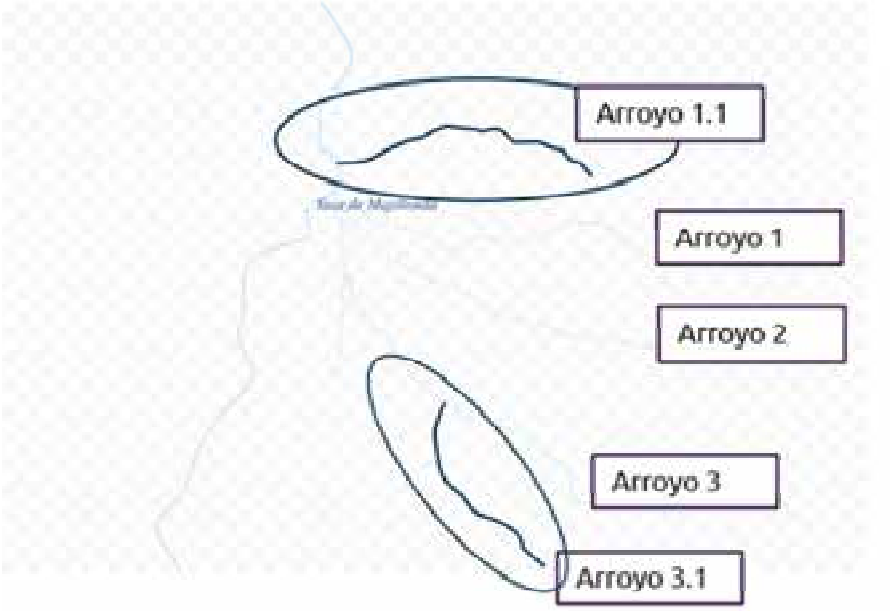


Figura 9. Arroyos existentes por la zona norte y sur, incluidos en las subcuencas C1 y C3, correspondientemente

5.2.6. Tanto la yasa como los arroyos son de poca importancia y esporádicos, sin embargo, es necesario conocer o estimar el comportamiento del agua de escorrentía en la zona.

5.2.7. En la visita pudimos comprobar que la yasa contenía agua, sin embargo, los arroyos estaban secos. Se adjuntan fotografías realizadas en el CAP-003:

Fuente: fotografías realizadas en la visita del 03.06.2024



Figura 10. Yasa de Majillonda (izquierda), Arroyo 1 (derecha)

5.2.A. PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS DE LAS CUENCAS

5.2.8. A partir de la información proporcionada por la CHE y por el MITECO podemos obtener datos tanto de las cuencas como de los ríos incluidos en el análisis. Mostramos a continuación una imagen en la que se observa la procedencia de estos datos:

Fuente: Visor cartográfico SITEBRO

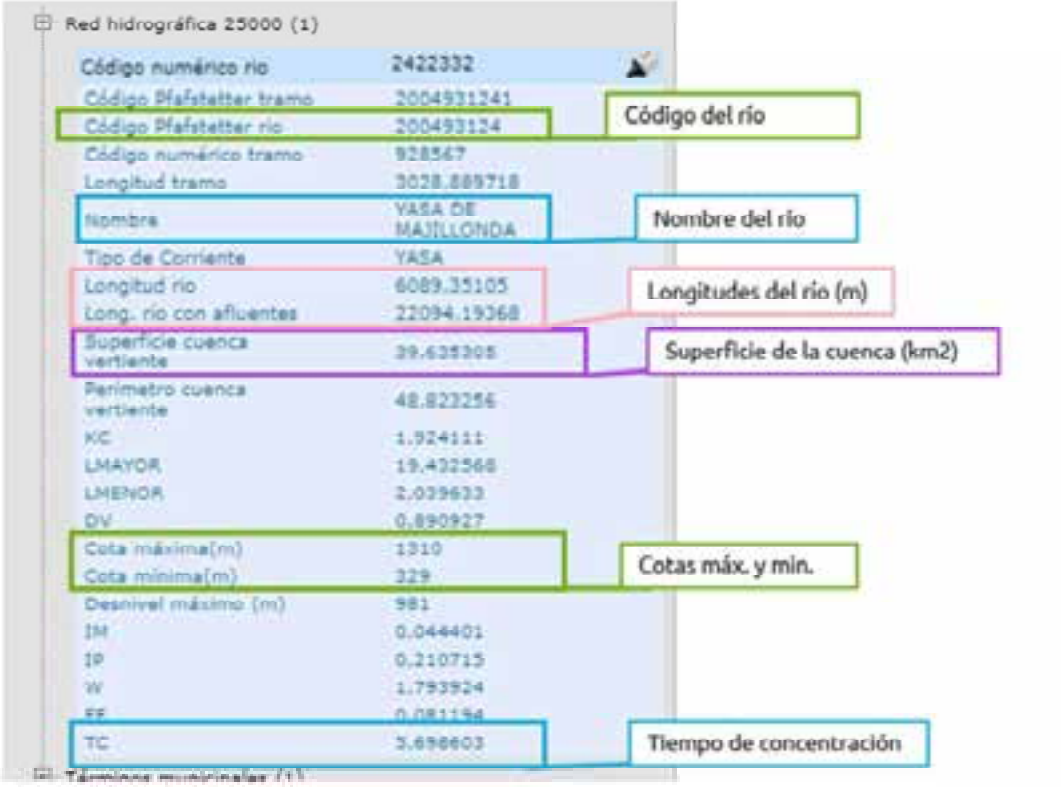


Figura 11. Obtención de las características principales de las cuencas y sus ríos

5.2.9. A medida que vayamos utilizando los conceptos más adelante, los iremos definiendo.

5.2.10. Consultando la información de cada uno de los ríos y cuencas, obtenemos sus características básicas. Para obtener la pendiente media de las cuencas, se ha utilizado la herramienta "medir" en el propio visor y el desnivel máximo indicado:

Fuente: Visor cartográfico SITEBRO

Subcuencas	Área (km^2)	COD_UNI	PFAFRIO	Longitud cuenca	Pdte media	Pdte cauce ppal	Long cauce ppal	Min cota	Max cota	Desnivel
C	39,6353	928567	200493124	17.785,00	5,52%	4,44%	22.094,19	329	1310	981
C1	0,5662	916889	2004931242	1.200,00	6,42%	7,21%	1.068,56	350	427	77
C2	0,2658	916887	2004931244	1.120,00	8,84%	9,33%	1.061,41	350	449	99
C3	0,6448	917086	2004931246	1.318,00	8,12%	9,43%	1.134,32	350	457	107

Figura 12. Características principales de las cuencas y sus ríos

5.3. Estudio de la pluviometría

5.3.A. PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA

5.3.1. Como hemos indicado en la metodología, el primer paso para realizar el estudio hidrológico es la recopilación de datos de ámbito climatológico.

 © 2023 Capgemini. All rights reserved.

5.3.2. El estudio pluviométrico que desarrollamos tiene como objeto la obtención de la precipitación diaria máxima, así como sus intensidades. Valores que utilizaremos más adelante en el cálculo de los caudales.

5.3.3. Al tratarse de una zona de pequeñas dimensiones y que se ubica en un punto a distancia parecida de tres estaciones meteorológicas, es decir, ninguna de ellas más cercana que otra, y siguiendo con la IC 5.2., se va a utilizar el mapa de "Máximas lluvias diarias en la España Peninsular"[7] (MAXPLU). Así pues, el MITMA (antiguamente Ministerio de Fomento) facilita y recomienda el uso de este manual para el cálculo de las precipitaciones máximas asociadas a distintos períodos de retorno.

$$P_d = P_m \cdot K_T$$

- P_d (mm/día): Precipitación diaria máxima para distintos períodos de retorno.
- P_m (mm): Valor medio de precipitación diario
- K_T (adimensional): Coeficiente de amplificación regional. Obtenido de la tabla 7.1 del manual a partir del Cv (coeficiente de variación)

5.3.4. El CAP-002 contiene el mapa formado por isolíneas de los parámetros pluviométricos de la península. Tomándose del mismo, en la hoja 3-2[8], los valores medios de la máxima precipitación diaria anual (Pm) (líneas moradas) y el coeficiente de variación (Cv) (líneas rojas con valores inferiores a la unidad) para la zona de estudio:

Fuente: Manual "Máximas lluvias diarias en la España Peninsular"

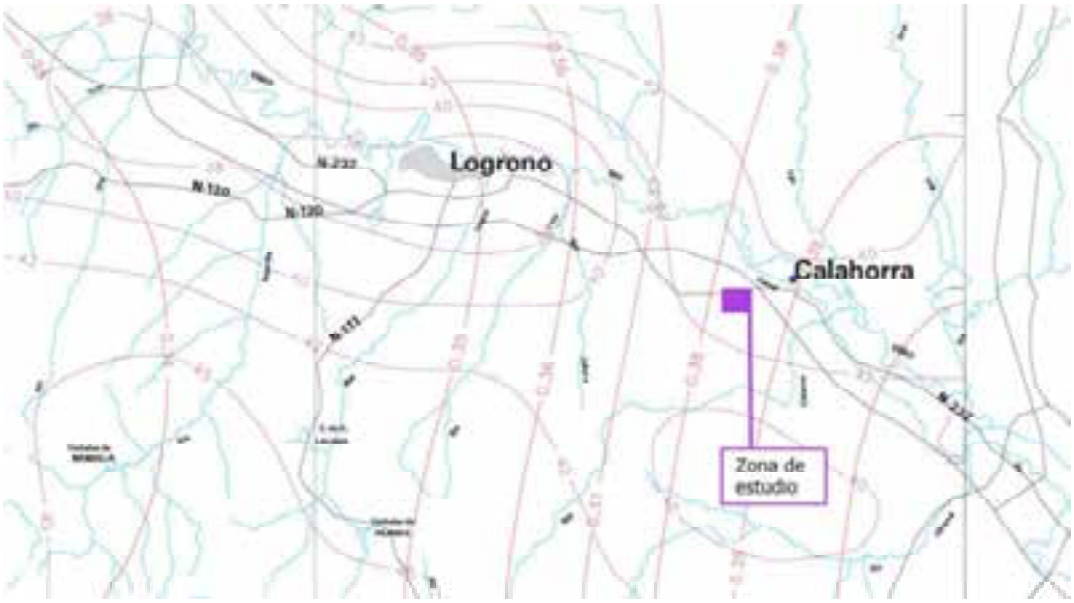


Figura 13. Mapa de valores de precipitación media y Cv según mapa

5.3.5. De la anterior figura se deducen los valores señalados:

Fuente: Manual "Máximas lluvias diarias en la España Peninsular"

Pm (valor medio de precipitación diario)	42 mm
Cv (coeficiente de variación)	0,38

[7] Véase CAP-002. Máximas lluvias diarias en la España Peninsular
[8] Véase pág 36/55 pdf del CAP-002. Máximas lluvias diarias en la España Peninsular

Figura 14. Valores de precipitación media y Cv

5.3.6. Una vez obtenidos estos valores, buscamos en la tabla 7.1 del manual el Cv y obtenemos los valores de K_T para cada período de retorno:

Fuente: Tabla 7.1 del Manual "Máximas lluvias diarias en la España Peninsular"

	PERIODO DE RETORNO EN AÑOS (T)							
C_v	2	5	10	25	50	100	200	500
0.36	0.935	1.194	1.377	1.625	1.823	2.022	2.251	2.541
0.37	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	3.1
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

Figura 15. Valores de K_T

5.3.7. Teniendo en cuenta la fórmula mostrada anteriormente, obtenemos la precipitación máxima diaria para distintos períodos de retorno. Como hemos comentado en la metodología, estos períodos van a ser para avenidas de 25, 50, 100 y 500 años:

Fuente: Cálculos a partir de los datos proporcionados por Manual "Máximas lluvias diarias en la España Peninsular"

Precipitación máxima diaria (P_d)				
Período de retorno	P (mm/día)	Cv	K_T	P_d (mm/dia)
T25	42	0,38	1,793	75,30
T50	42	0,38	2,052	86,18
T100	42	0,38	2,327	97,73
T500	42	0,38	3,014	126,588

Figura 16. Precipitación máxima diaria asociada a cada período de estudio

5.3.8. Una vez obtenido el valor de la precipitación, le aplicaremos el Factor Reductor de la Lluvia Diaria (K_A), el cual tiene en cuenta la no simultaneidad de la lluvia en toda su superficie y su valor depende del tamaño de esta:

$$K_A=1 \quad \rightarrow \quad A<1$$

Company Confidential. © 2023 Capgemini. All rights reserved.

$$K_A=1-\frac{\log A}{15} \quad \rightarrow \quad 1\leq A<3.000 \text{ km}^2$$

5.3.9. En nuestro caso, las superficies de las subcuencas de estudio (A) son inferiores a 1 km^2, por lo que el valor de K_A es 1. Sin embargo, la cuenca principal tiene una superficie de 39,635 km^2, por lo que el valor del Factor reductor lo calcularíamos de la siguiente forma:

$$K_A=1-\frac{\log A}{15} = 1-\frac{\log 39{,}635}{15}=0{,}8934$$

5.3.10. Según el Método Racional simplificado, el cálculo de la precipitación máxima diaria final es ($P'_d = P_d \times K_A$):

Fuente: Cálculos a partir de los datos proporcionados por Manual "Máximas lluvias diarias en la España Peninsular"

Precipitación máxima diaria final (P'_d)						
Período de retorno	P (mm/día)	Cv	K_T	P_d (mm)	**P'_d (mm) Cuenca (C) (K_A=0,8934)**	**P'_d (mm) Resto de cuencas (K_A=1)**
T25	42	0,38	1,793	75,30	**67,28**	**75,30**
T50	42	0,38	2,052	86,18	**77,00**	**86,18**
T100	42	0,38	2,327	97,73	**87,32**	**97,73**
T500	42	0,38	3,014	126,58	**113,10**	**126,58**

Figura 17. Precipitación máxima diaria final asociada a cada período de estudio

5.3.B. INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN

5.3.11. Siguiendo la metodología de la IC 5.2 Drenaje Superficial, la intensidad de precipitación (I) correspondiente a un período de retorno (T) y a una duración concreta (t) a emplear para el cálculo de caudales se obtiene de la siguiente fórmula:

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

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

5.3.12. La intensidad de precipitación a considerar para el cálculo de caudales para un período de retorno "T", en el punto de desagüe de la cuenca "Q_T", es el que corresponde con la duración del aguacero igual al tiempo de concentración de dicha cuenca, es decir, (t=tc).

5.3.13. A continuación, procedemos a su cálculo:

Intensidad media diaria de precipitación (I_d)

$$I_d=\frac{P'_d}{24}$$

Company Confidential. © 2023 Capgemini. All rights reserved.

- I_d (mm/h): Intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al período de retorno (T).
- P'_d (mm): Precipitación máxima diaria final correspondiente al período de retorno "T"

5.3.14. Tomando los datos anteriormente calculados para la precipitación máxima diaria, dividiéndolo entre 24 horas, obtenemos la intensidad media diaria teniendo en cuenta las diferentes cuencas y períodos de retorno:

Fuente: Cálculos a partir de los datos proporcionados por el Manual "Máximas lluvias diarias en la España Peninsular" e IC 5.2

Intensidad media diaria (Id (mm/h))				
Período de retorno	Cuenca Principal (C)		Resto de Cuencas	
	P'_d (mm)	I_d (mm/h)	P'_d (mm)	I_d (mm/h)
T25	67,28	**2,803**	75,30	**3,138**
T50	77,00	**3,208**	86,18	**3,591**
T100	87,32	**3,638**	97,73	**4,072**
T500	113,10	**4,713**	126,58	**5,275**

Figura 18. Intensidad media diaria asociada a cada período de estudio

Factor de intensidad (F_{int})

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

- 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.

5.3.15. Al no disponer de las curvas IDF de un pluviógrafo cercano, no se va a tener en cuenta para este cálculo, por lo que se va a calcular según la siguiente fórmula:

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

- (I_1/I_d): índice de torrencialidad. 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 siguiente mapa.
- t (horas): duración del aguacero o tiempo de concentración, ya que, como hemos señalado, para el cálculo de caudales los igualamos.

Company Confidential. © 2023 Capgemini. All rights reserved.

Fuente: Instrucción IC 5.2 (CAP-001[9])



Figura 19. Mapa del índice de torrencialidad (I_1/I_d)

5.3.16. Para nuestra zona de estudio, obtenemos un (I_1/I_d) igual a 10.

5.3.17. Para el cálculo de factor de intensidad, primero debemos conocer el tiempo de concentración (tc).

Tiempo de concentración (tc)

5.3.18. Se define tiempo de concentración como la duración de tiempo mínimo necesario que tarda una gota caída en el punto más alejado de la cuenca en llegar al punto de aforo, cuando ocurre una precipitación de intensidad constante.

5.3.19. La expresión utilizada para el cálculo de este parámetro viene incluida en la IC 5.2[10], y es la siguiente:

$$t_c = 0{,}3 \cdot L_c^{0{,}76} \cdot J_c^{-0{,}19}$$

- t_c (horas): tiempo de concentración

[9] Véase pág 24/142 pdf del CAP-001. Instrucción IC 5.2. Drenaje Superficial
[10] Véase pág 25/142 pdf del CAP-001. Instrucción IC 5.2. Drenaje Superficial

- L_c (km): longitud del cauce
- J_c (adimensional): pendiente media del cauce

5.3.20. A partir de las características básicas, tanto de las cuencas como de los ríos, mostradas anteriormente, podemos calcular el tiempo de concentración de cada una de las cuencas en las que se ubica la zona de estudio:

Fuente: Cálculos a partir de los datos proporcionados por el Visor cartográfico SITEBRO e IC 5.2

Tiempo de concentración (tc)							
Subcuencas	Área (km^2)	Long cauce ppal	Min cota	Max cota	Desnivel	Pdte cauce ppal (Jc)	**Tc (h)**
C	39,6353	22.094,19	329	1310	981	0,0444	**5,698**
C1	0,5662	1.068,56	350	427	77	0,07206	**0,520**
C2	0,2658	1.061,41	350	449	99	0,09327	**0,492**
C3	0,6448	1.134,32	350	457	107	0,09433	**0,517**

Figura 20. Tiempo de concentración

5.3.21. Continua la IC 5.2 indicando que, para cuencas de pequeño tamaño en las que el tiempo de recorrido es difuso, no es de aplicación esta fórmula, si no que habría que aplicar otra diferente. Señala que esta circunstancia se produce cuando el tiempo de concentración calculado mediante la anterior fórmula es menos que 0,25 h. Como vemos de los resultados anteriores, ninguna de las cuencas de estudio se encuentra en dicho caso, por lo que damos por correctos dichos tiempos.

5.3.22. Pasamos ahora a aplicar la fórmula para el cálculo del factor de intensidad, para obtener seguidamente la intensidad de precipitación:

Fuente: Cálculos a partir de los datos proporcionados por el Visor cartográfico SITEBRO e IC 5.2

Factor de intensidad (Fint)			
Subcuencas	(I_1/I_d)	Tc (h)	F_{int}
C	10	5,698	**3,306**
C1	10	0,520	**14,455**
C2	10	0,492	**14,887**
C3	10	0,517	**14,501**

Figura 21. Resultados obtenidos para el factor de intensidad

5.3.23. Una vez obtenido el factor de intensidad y la intensidad media, calculamos la intensidad de precipitación teniendo en cuenta tanto el período de retorno considerado y cada una de las cuencas:

Company Confidential. © 2023 Capgemini. All rights reserved.

Fuente: Cálculos a partir de los datos proporcionados por el Visor cartográfico SITEBRO e IC 5.2

Intensidad media (I (mm/h))						
	Cuenca (C)			Cuenca (C1)		
Período	I_d (mm/h)	F_{int}	**I (mm/h)**	I_d (mm/h)	F_{int}	**I (mm/h)**
T25	2,803	3,306	**9,269**	3,138	14,456	**45,359**
T50	3,208	3,306	**10,608**	3,591	14,456	**51,911**
T100	3,638	3,306	**12,030**	4,072	14,456	**58,868**
T500	4,713	3,306	**15,581**	5,275	14,456	**76,247**
	Cuenca (C2)			**Cuenca (C3)**		
Período	I_d (mm/h)	F_{int}	**I (mm/h)**	I_d (mm/h)	F_{int}	**I (mm/h)**
T25	3,138	14,888	**46,714**	3,138	14,501	**45,502**
T50	3,591	14,888	**53,462**	3,591	14,501	**52,075**
T100	4,072	14,888	**60,627**	4,072	14,501	**59,054**
T500	5,275	14,888	**78,526**	5,275	14,501	**76,488**

Figura 22. Resultados obtenidos para la intensidad de precipitación (mm/h)

5.3.C. COEFICIENTE DE ESCORRENTIA

5.3.24. Siguiendo con el apartado 2.2.3 de la IC 5.2, pasamos a calcular el coeficiente de escorrentía "C". Este define 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, es decir, el agua que fluye por el terreno una vez que ya ha habido parte de la lluvia que se ha filtrado.

5.3.25. La fórmula para el cálculo del coeficiente de escorrentía dependerá de si la precipitación máxima diaria antes calculada es mayor o no al umbral de escorrentía. Esto tiene sentido, ya que, si llueve menos de lo que el propio terreno puede llegar a filtrar, el agua que fluya por el terreno, o agua de escorrentía será nula:

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

$$\text{Si } P_d \cdot K_A \leq P_0 \quad \rightarrow \quad C = 0$$

- C (adimensional): coeficiente de escorrentía
- P_d (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

Company Confidential. © 2023 Capgemini. All rights reserved.

5.3.26. Para calcular el coeficiente "C", primero deberemos calcular el umbral de escorrentía de la forma que explicamos a continuación:

Umbral de escorrentía (P_0)

5.3.27. El umbral de escorrentía es el límite o la mínima cantidad de agua que debe caer sobre la cuenca a partir de la cual se genera escorrentía. La fórmula para calcularlo es:

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

- P_0 (mm): Umbral de escorrentía
- P_0^{i} (mm): valor inicial del umbral de escorrentía
- β (adimensional): coeficiente corrector del umbral de escorrentía

5.3.28. Para calcular el valor inicial del coeficiente de escorrentía debemos conocer inicialmente una serie de datos con respecto a las características del suelo:

- Uso del suelo
- Grupo hidrológico del suelo
- Pendiente media del terreno

5.3.29. Así pues, vamos a definir estar características en la zona de estudio.

Uso del suelo

5.3.30. A partir de los datos proporcionados por el Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España (SIOSE) se pueden obtener los usos del suelo en las parcelas donde se ubicará el Proyecto.

5.3.31. Hemos accedido tanto al visor del SIOSE como del IGN y hemos podido consultar el uso del suelo teniendo en cuenta las cuencas de estudio, así como, de forma más concreta, la zona de implantación de la planta:

Fuente: Iberprix (Visor IGN). Capas "hidrográfica" y "usos del suelo"

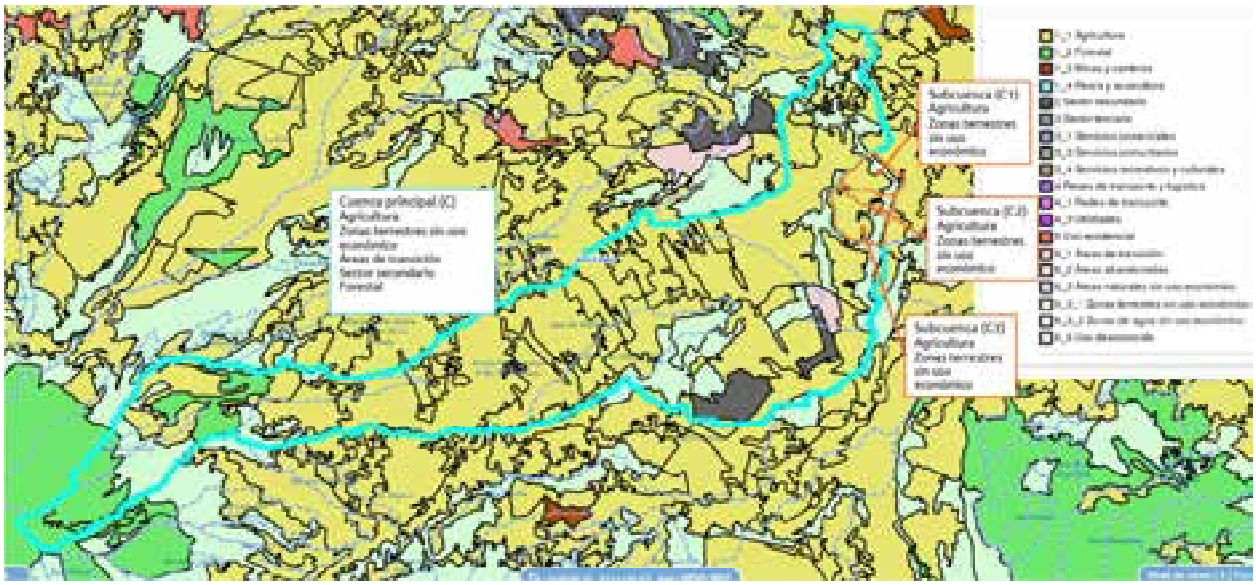


Figura 23. Mapa usos del suelo según cuencas

5.3.32. Si ampliamos la zona de las parcelas en la que se ubica la planta, el uso del suelo es de cultivos herbáceos/producción agricultura; matorral/zona terrestre sin uso económico y una pequeña zona de "área abandonada":

Fuente: Geoportal IDEE (Infraestructura de Datos Espaciales de España)

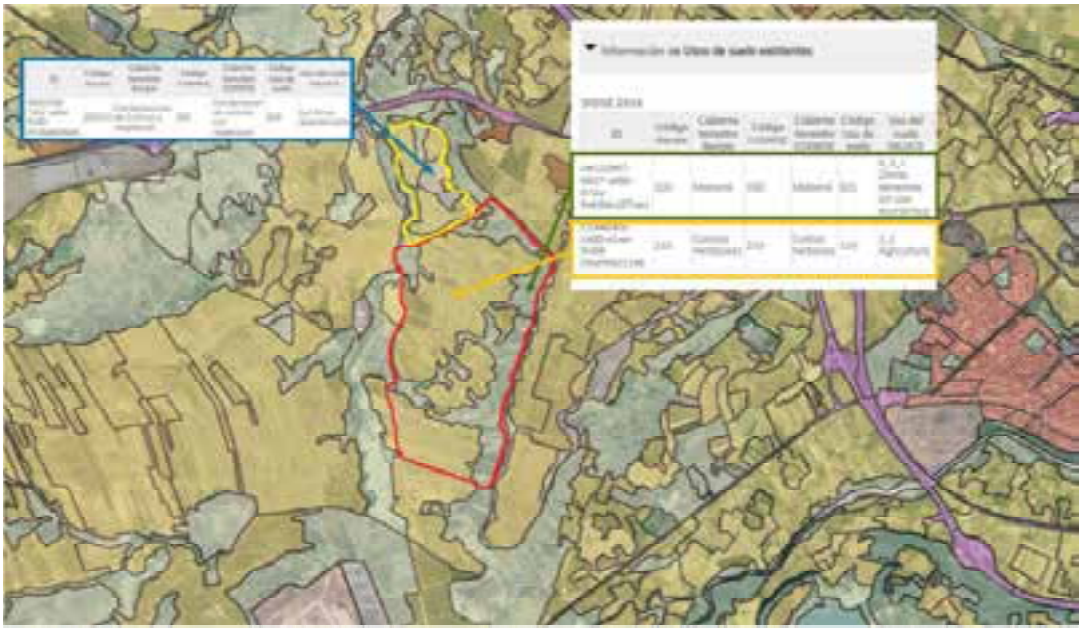


Figura 24. Mapa usos del suelo en las parcelas del Proyecto en estudio

5.3.33. Tras la visita a la zona realizada, comprobamos que en las zonas más bajas existen parcelas de cultivo abandonadas, por lo que el uso más adecuado sería de combinación de cultivos con vegetación; y en las zonas más altas, hay escasa vegetación y matorrales. Por lo tanto, damos por correcta tipología del uso de los suelos, no tanto en su proporción.

Company Confidential. © 2023 Capgemini. All rights reserved.

5.3.34. Sin embargo, dado que en las parcelas se va a realizar un desbroce previo a la instalación de la planta fotovoltaica, así como nuevos brotes de la vegetación existente, el uso del suelo dejará de ser de cultivo/agrícola. Para nuestros cálculos y modelización, vamos a identificar el nuevo uso del suelo como zona de vegetación escasa, quedándonos del lado de la seguridad, ya que, como veremos más adelante, este tipo de suelo tiene un umbral de escorrentía menor, por tanto, menor capacidad de absorción y mayor caudal de escorrentía.

Tipo de suelo

5.3.35. Definimos la caracterización del suelo a partir del *mapa de clasificación hidrológica del suelo de España*[11] incluido en la IC 5.2 de Drenaje Superficial:

Fuente: Instrucción IC 5.2 (CAP-001[12])

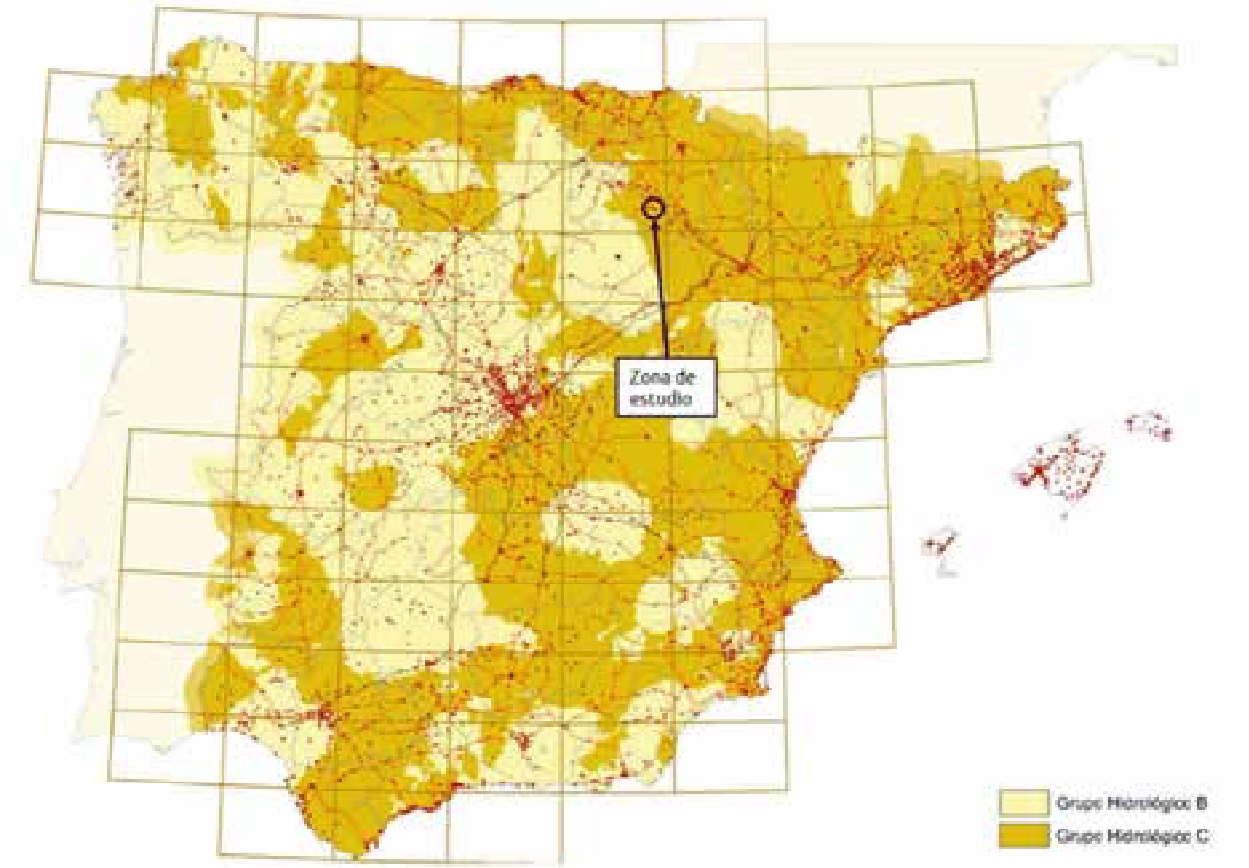


Figura 25. Mapa del Grupo hidrológico del suelo en España

5.3.36. Siguiendo con la IC 5.2, la clasificación hidrológica de nuestro suelo es "C". A efectos de determinación del valor inicial del umbral de escorrentía y teniendo en cuenta la tabla 2.4 de la IC 5.2, esto es un suelo con infiltración lenta, con un drenaje imperfecto:

[11] Véase pág 36/142 pdf CAP-001. IC 5.2 Drenaje Superficial
[12] Véase pág 36/142 pdf del CAP-001. Instrucción IC 5.2. Drenaje Superficial

Fuente: Instrucción IC 5.2 (CAP-001[13])

Grupo	Infiltración (cuando están muy húmedos)	Potencia	Textura	Drenaje
A	Rápida	Grande	Arenosa Areno-limosa	Perfecto
B	Moderada	Media a grande	Franco-arenosa Franca Franco-arcillosa-arenosa Franco-limosa	Bueno a moderado
C	Lenta	Media a pequeña	Franco-arcillosa Franco-arcillo-limosa Arcillo-arenosa	Imperfecto
D	Muy lenta	Pequeño (litosuelo) u horizontes de arcilla	Arcillosa	Pobre o muy pobre

Figura 26. Grupo hidrológico del suelo en España

Pendiente media del terreno

5.3.37. Para la determinación de la pendiente media de los terrenos se ha utilizado los parámetros básicos aportados por la Administración, en este caso por la CHE. Para la longitud de la cuenca, como dijimos al inicio del documento, hemos utilizado la herramienta "medir" en el propio visor. De esta forma, comprobamos que las pendientes medias de las cuencas tienen un valor superior al 3%:

Fuente: Visor cartográfico SITEBRO

Características de las cuencas								
Subcuencas	Área (km^2)	Longitud cuenca	Pdte media del terreno	Pdte media cauce ppal	Long cauce ppal	Min cota	Max cota	Desnivel
C	39,6353	17.785,00	**5,52%**	4,44%	22.094,19	329	1310	981
C1	0,5662	1.200,00	**6,42%**	7,21%	1.068,56	350	427	77
C2	0,2658	1.120,00	**8,84%**	9,33%	1.061,41	350	449	99
C3	0,6448	1.318,00	**8,12%**	9,43%	1.134,32	350	457	107

Figura 27. Características principales de las cuencas y sus ríos

Valor inicial del umbral de escorrentía (P_0^i)

[13] Véase pág 37/142 pdf del CAP-XXX. Instrucción IC 5.2. Drenaje Superficial

 © 2023 Capgemini. All rights reserved.

5.3.38. Ahora bien, una vez que hemos obtenido los 3 parámetros necesarios para calcular el valor inicial del umbral de escorrentía, y posteriormente, el umbral de escorrentía, pasamos a continuación a calcularlo. Recordamos su fórmula:

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

- P_0 (mm): Umbral de escorrentía
- P_0^i (mm): valor inicial del umbral de escorrentía
- β (adimensional): coeficiente corrector del umbral de escorrentía

5.3.39. Con la determinación del uso del suelo, agrícola en su mayoría, la pendiente del terreno y el grupo hidrológico del suelo, podemos estimar el P_0^i (mm) por medio de la tabla 2.3 de la IC 5.2:

Fuente: Tabla 2.3 de la IC 5.2 (CAP-001[14])

Código	Uso del suelo	Pdte media del terreno	Grupo hidrológico del suelo			
			A	B	C	D
21100	Cultivos herbáceos/Tierras de labor en secano (cereales)	5,52% > 3	29	17	**10**	8
24310	Combinación cultivos con vegetación	6,42% > 3	26	15	**9**	6
32312	Matorrales sub arbustivos o arbustivos muy poco densos	-	60	24	**14**	10
13300	Espacios con vegetación escasa/zonas de construcción	-	24	14	**8**	6

Figura 28. Valores iniciales del umbral de escorrentía en la zona de estudio (P_0^i (mm))

5.3.40. A efectos de facilitar tanto los siguientes cálculos, como la comprensión del ejercicio, vamos a calcular un valor promedio de P_0^i (mm), haciendo una estimación porcentual de la proporción del tipo de suelo en cada cuenca.

5.3.41. Así pues, teniendo en cuenta la figura de *Mapa usos del suelo según cuencas*, vamos a estimar los porcentajes de cada tipo de suelo, tanto antes de la implantación de la planta, como después, con las siguientes consideraciones:

- Consideramos que en el 55% de las cuencas se va a implementar placas. El tipo de suelo del que se ha deducido mayor porcentaje es el de cultivo, dejado la zona de matorrales (la zona del este más cercana al barranco) con prácticamente el mismo porcentaje.
- Tras la implementación se reduce el tipo de suelo "cultivo" y se considera en mayor medida "combinación de cultivo y vegetación" de forma más general.

Fuente: Cálculos a partir de los datos proporcionados por la Tabla 2.3 de la IC 5.2 (CAP-001[15])

Umbral de escorrentía (P_0^i (mm))					
Uso del suelo Antes de la implantación	P_0^i (mm)	Cuenca (C)	Subcuenca (C1)	Subcuenca (C2)	Subcuenca (C3)

[14] Véase pág 28/142 pdf del CAP-001. Instrucción IC 5.2. Drenaje Superficial
[15] Véase pág 28/142 pdf del CAP-001. Instrucción IC 5.2. Drenaje Superficial

 © 2023 Capgemini. All rights reserved.

Cultivos herbáceos/Tierras de labor en secano (cereales)	10	70%	35%	40%	35%
Combinación cultivos con vegetación	9	15%	40%	45%	40%
Matorrales sub arbustivos o arbustivos muy poco densos	14	15%	25%	15%	25%
P_0^i ponderado		**10,45**	**10,6**	**10,15**	**10,6**
Uso del suelo Después de la implantación	**P_0^i (mm)**	**Cuenca (C)**	**Subcuenca (C1)**	**Subcuenca (C2)**	**Subcuenca (C3)**
Espacios con vegetación escasa/zonas de construcción	8	5%	55%	55%	55%
Matorrales sub arbustivos o arbustivos muy poco densos	14	13%	20%	15%	20%
Cultivos herbáceos/Tierras de labor en secano (cereales)	10	68%	5%	5%	5%
Combinación cultivos con vegetación	9	14%	20%	25%	20%
P_0^i ponderado		**10,28**	**9,5**	**9,25**	**9,5**

Figura 29. Valores ponderados iniciales del umbral de escorrentía en la zona de estudio (P_0^i (mm))

5.3.42. Tras estas consideraciones, a efectos de cálculo vamos a tomar los siguientes valores iniciales del umbral de escorrentía. Para las subcuencas se ha calculado un único valor teniendo en cuenta el área de cada una de ellas:

Fuente: Cálculos a partir de los datos proporcionados por la Tabla 2.3 de la IC 5.2 (CAP-001[16])

VALOR INICIAL DEL UMBRAL DE ESCORRENTIA (P_0^i (mm))	
Cuenca (C)	**Resto de Subcuencas**
Antes de la implantación	
10,45	10,52
Después de la implantación	
10,28	9,46

Figura 30. Valores a tener en cuenta para el cálculo iniciales del umbral de escorrentía en la zona de estudio (P_0^i (mm))

5.3.43. Como podemos comprobar de los datos obtenidos, la implantación de la planta solo va a afectar un 10% en el valor inicial del umbral de escorrentía, para el caso de las subcuencas, que es donde se va a localizar la mayor parte de implantación.

[16] Véase pág 28/142 pdf del CAP-001. Instrucción IC 5.2. Drenaje Superficial

 © 2023 Capgemini. All rights reserved.

Coeficiente corrector del umbral de escorrentía

5.3.44. Este coeficiente es necesario para calibrar los datos calculados mediante el método racional con datos reales de las principales cuencas hidrológicas y asociarlos al período de retorno de estudio. Su fórmula es la siguiente, teniendo en cuenta las indicaciones de la IC 5.2:

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

- β^{PM} (adimensional): Coeficiente corrector del umbral de escorrentía para drenaje de plataforma y márgenes, o drenaje transversal de vías auxiliares
- β_m (adimensional): Valor medio en la región, del coeficiente corrector del umbral de escorrentía
- F_T (adimensional): Factor función del período de retorno "T"

5.3.45. Los valores de β_m y F_T dependen de la región en la que se ubique el Proyecto, según el *mapa de regiones consideradas para la caracterización del coeficiente corrector del umbral de escorrentía* incluido en la IC 5.2:

Company Confidential. © 2023 Capgemini. All rights reserved.

Fuente: Figura 2.9 de la IC 5.2 (CAP-001[17])



Figura 31. Regiones consideradas para caracterizar el coeficiente corrector (βm)

5.3.46. En nuestro caso nos encontramos en la región 952. Por lo que, entrando con este número de región en la *tabla 2.5 del coeficiente corrector del umbral de escorrentía* de la IC 5.2 se obtienen los siguientes valores de F_T según los diferentes períodos de retorno:

[17] Véase pág 39/142 pdf del CAP-001. Instrucción IC 5.2. Drenaje Superficial

Fuente: Tabla 2.5 de la IC 5.2 (CAP-001[18])

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
941	1,80	0,15	0,20	0,35	0,68	0,87	1,17	1,39	1,64
942	1,20	0,15	0,25	0,40	0,77	0,91	1,11	1,24	1,32
951	1,70	0,30	0,40	0,70	0,72	0,88	1,17	1,43	1,78
952	0,85	0,15	0,25	0,40	0,77	0,90	1,13	1,32	1,54
101	1,75	0,30	0,40	0,70	0,76	0,90	1,12	1,27	1,39
1021	1,45	0,15	0,25	0,40	0,79	0,93	1,00	1,00	1,00

Figura 32. Valores de F_T y βm según su región

5.3.47. Si nos fijamos, el valor de β_m es menor a la unidad en nuestra zona de estudio, en comparación con la mayor parte del resto de las regiones, que su valor es superior a 1. Esto va a afectarnos indirectamente al valor inicial del umbral de escorrentía, ya que nos minoriza el resto de los coeficientes, en lugar de mayorarlos, como harían los otros factores. A efectos prácticos, quiere decir que nuestra zona de estudio tiene un umbral de escorrentía bajo, por lo que no filtra bien el agua de lluvia, y es la que se convierte en escorrentía.

5.3.48. Con estos valores pasamos a obtener el coeficiente corrector de escorrentía:

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

Fuente: Datos incluidos en la IC 5.2

Coeficiente corrector β			
Período de retorno (T)	βm	F_T	β^{PM}
25	0,85	1,13	**0,96**
50	0,85	1,25[19]	**1,062**
100	0,85	1,32	**1,122**
500	0,85	1,54	**1,309**

Figura 33. Valores obtenidos del coeficiente corrector β, para los períodos de retorno en estudio

5.3.49. A continuación, mostramos unas tablas con los valores finales del umbral de escorrentía según su uso del suelo:

[18] Véase pág 41/142 pdf del CAP-001. Instrucción IC 5.2. Drenaje Superficial
[19] Para el cálculo del período de retorno T=50, se han extrapolado el resto de los valores

 © 2023 Capgemini. All rights reserved.

Fuente: Cálculos a partir de los datos proporcionados por los visores y el manual IC 5.2

UMBRAL DE ESCORRENTIA (Po (mm))						
Po (mm) antes de la implementación						
Período de retorno (T)	Cuenca (C)			Resto de Cuencas		
	P_0^i (mm)	β	Po (mm)	P_0^i (mm)	β	Po (mm)
25	10,45	0,96	**10,037**	10,52	0,960	**10,104**
50		1,062	**11,103**		1,062	**11,176**
100		1,122	**11,725**		1,122	**11,802**
500		1,309	**13,679**		1,309	**13,769**
Po (mm) después de la implementación						
Período de retorno (T)	Cuenca (C)			Resto de Cuencas		
	P_0^i (mm)	β	Po (mm)	P_0^i (mm)	β	Po (mm)
25	10,28	0,960	**9,874**	9,46	0,960	**9,082**
50		1,062	**10,923**		1,062	**10,046**
100		1,122	**11,534**		1,122	**10,609**
500		1,309	**13,457**		1,309	**12,377**

Figura 34. Valores del umbral de escorrentía

Cálculo del coeficiente de escorrentía

5.3.50. Antes de pasar a calcular el coeficiente de escorrentía, comprobamos que sí que existe en nuestra zona de estudio. Recordamos que para que hubiese escorrentía, el caudal de lluvia (P'_d) debía ser mayor que el umbral de escorrentía (Po). Ahora bien, teníamos unos valores de P'_d en torno a 80 mm, por lo tanto, muy superiores a los Po aquí calculados.

5.3.51. Una vez obtenidos todos los datos necesarios para el cálculo del coeficiente de escorrentía, pasamos a calcularlo:

Fuente: Cálculos a partir de los datos proporcionados por los visores y el manual IC 5.2

COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA (C)						
"C" antes de la implementación						
Período de retorno (T)	Cuenca (C)			Resto de Cuencas		
	P_d (mm)	Po (mm)	C	P_d (mm)	Po (mm)	C
25	67,283	10,037	**0,541**	75,306	10,104	**0,577**
50	77,002	11,103	**0,552**	86,184	11,176	**0,589**

Company Confidential. © 2023 Capgemini. All rights reserved.

100	87,322	11,725	**0,577**	97,734	11,802	**0,613**
500	113,101	13,679	**0,612**	126,588	13,769	**0,647**
"C" después de la implementación						
Período de retorno (T)	**Cuenca (C)**			**Resto de Cuencas**		
	P_d (mm)	**Po (mm)**	**C**	**P_d (mm)**	**Po (mm)**	**C**
25	67,283	9,874	**0,546**	75,306	9,082	**0,613**
50	77,002	10,923	**0,558**	86,184	10,046	**0,624**
100	87,322	11,534	**0,582**	97,734	10,609	**0,648**
500	113,101	13,457	**0,618**	126,588	12,377	**0,680**

Figura 35. Valores de escorrentía

5.4. Cálculos de caudales de avenida

5.4.1. Una vez obtenidos los valores de precipitación máxima, de intensidad y de escorrentía, pasamos a calcular el caudal máximo de avenidas de cada una de las cuencas. Recordamos su fórmula:

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

- Q_T (m^3/s): Caudal máximo anual correspondiente al período de retorno "T", en el punto de desagüe de la cuenca.
- I (T, t_c) (mm/h): Intensidad de precipitación 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 escorrentía.
- A (km^2): Área de la cuenca o superficie considerada.
- K_T (adimensional): Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación

$$K = 1 + \frac{(T_c)^{1,25}}{14 + (T_c)^{1,25}}$$

5.4.2. A continuación, se muestran las tablas con los cálculos realizados para cada una de las cuencas, tanto antes de la implementación, como tras la implementación de la planta, viendo como la variación es de poca magnitud:

Fuente: Cálculos a partir de los datos proporcionados por los visores y el manual IC 5.2

CAUDAL DE AVENIDA (Q) Cuenca (C)
"Q" antes de la implementación

Período de retorno (T)	Cuenca (C)				
	C	I (mm/h)	A (km²)	K	Q (m³/s)
25	0,541	9,269	39,635	1,386	**76,459**
50	0,552	10,608	39,635	1,386	**89,414**
100	0,577	12,030	39,635	1,386	**105,899**
500	0,612	15,581	39,635	1,386	**145,551**
"Q" después de la implementación					
Período de retorno (T)	**Cuenca (C)**				
	C	**I (mm/h)**	**A (km²)**	**K**	**Q (m³/s)**
25	0,546	9,269	39,635	1,386	**77,265**
50	0,558	10,608	39,635	1,386	**90,332**
100	0,582	12,030	39,635	1,386	**106,925**
500	0,618	15,581	39,635	1,386	**146,846**

Figura 36. Caudales máximos de avenidas para la cuenca "C"

5.4.3. Si comparamos los caudales obtenidos para la cuenca "C" (yasa de Majillonda), con los datos incluidos en el visor de la CHE de caudales estimados para diferentes períodos de retorno, obtenemos que, para el período de retorno de 100 años, período para el cual tenemos datos, se incluye un caudal máximo de 67 m³/s frente a los 105 que hemos obtenido tras el estudio. Por lo que damos por válidos nuestros resultados, ya que, hemos obtenido unos valores dentro de un rango normal, y superiores a los aportados por la administración, por lo que estaríamos por el lado de la seguridad.

Fuente: Visor Sitebro

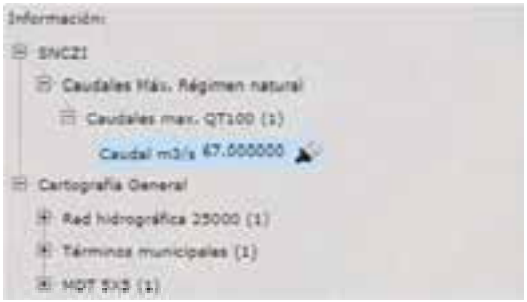


Figura 37. Caudal tramo "2" Yasa Majillonda incluido en la CHE

Fuente: Cálculos a partir de los datos proporcionados por los visores y el manual IC 5.2

CAUDAL DE AVENIDA (Q) Subcuenca "C1"	
"Q" antes de la implementación	
	Subcuenca "C1"

Período de retorno (T)	C	I (mm/h)	A (km²)	K	Q (m³/s)
25	0,577	45,359	0,566	1,031	**4,243**
50	0,589	51,911	0,566	1,031	**4,954**
100	0,613	58,868	0,566	1,031	**5,846**
500	0,647	76,247	0,566	1,031	**7,995**
"Q" después de la implementación					
Período de retorno (T)	**Subcuenca "C1"**				
	C	**I (mm/h)**	**A (km²)**	**K**	**Q (m³/s)**
25	0,613	45,359	0,566	1,031	**4,508**
50	0,624	51,911	0,566	1,031	**5,254**
100	0,648	58,868	0,566	1,031	**6,179**
500	0,680	76,247	0,566	1,031	**8,410**

Figura 38. Caudales máximos de avenidas para la subcuenca "C1"

5.4.4. En este caso, como hemos identificado 2 arroyos dentro de la misma cuenca y por la ubicación de cada uno, en los extremos de la cuenca, el "Q" calculado para la subcuenca C1 lo vamos a dividir en dos, haciendo pasar la mitad de caudal por cada arroyo.

Fuente: Cálculos a partir de los datos proporcionados por los visores y el manual IC 5.2

CAUDAL DE AVENIDA (Q) Subcuenca "C2"					
"Q" antes de la implementación					
Período de retorno (T)	**Subcuenca "C2"**				
	C	**I (mm/h)**	**A (km²)**	**K**	**Q (m³/s)**
25	0,577	46,714	0,266	1,029	**2,048**
50	0,589	53,462	0,266	1,029	**2,391**
100	0,613	60,627	0,266	1,029	**2,821**
500	0,647	78,526	0,266	1,029	**3,858**
"Q" después de la implementación					
Período de retorno (T)	**Subcuenca "C2"**				
	C	**I (mm/h)**	**A (km²)**	**K**	**Q (m³/s)**
25	0,613	46,714	0,266	1,029	**2,176**
50	0,624	53,462	0,266	1,029	**2,536**
100	0,648	60,627	0,266	1,029	**2,982**

Company Confidential. © 2023 Capgemini. All rights reserved.

500	0,680	78,526	0,266	1,029	**4,059**

Figura 39. Caudales máximos de avenidas para la subcuenca "C2"

Fuente: Cálculos a partir de los datos proporcionados por los visores y el manual IC 5.2

CAUDAL DE AVENIDA (Q) Subcuenca "C3"					
"Q" antes de la implementación					
Período de retorno (T)	Subcuenca "C3"				
	C	I (mm/h)	A (km^2)	K	Q (m^3/s)
25	0,577	45,502	0,645	1,030	**4,847**
50	0,589	52,075	0,645	1,030	**5,658**
100	0,613	59,054	0,645	1,030	**6,677**
500	0,647	76,488	0,645	1,030	**9,132**
"Q" después de la implementación					
Período de retorno (T)	Subcuenca "C3"				
	C	I (mm/h)	A (km^2)	K	Q (m^3/s)
25	0,613	45,502	0,645	1,030	**5,149**
50	0,624	52,075	0,645	1,030	**6,001**
100	0,648	59,054	0,645	1,030	**7,058**
500	0,680	76,488	0,645	1,030	**9,606**

Figura 40. Caudales máximos de avenidas para la subcuenca "C3"

5.4.5. Al igual que en la subcuenca 1, en esta subcuenca 3 hemos detectado otro posible cauce del agua, aguas arriba del Arroyo 3. Por tanto, este caudal calculado para esta subcuenca lo dividiremos en 2 para hacerlo pasar por los dos cauces iniciales de este arroyo.

6. SIMULACIÓN HIDRÁULICA

6.1. Introducción

6.1.1. Una vez calculado el caudal máximo de avenida que vamos a tener para cada período de retorno analizado, vamos a simular como se comportarían estos caudales en el terreno, para comprobar que parte de la zona de estudio quedaría inundada.

6.1.2. Para la modelación hidráulica hemos utilizado dos programas:

- ArcGIS: software de representación cartográfica SIG que proporciona la representación en 2D y 3D a partir de unos datos previamente introducidos.
- HEC-RAS: (Hydrological Engineering Center – River Analysis System) es un programa de modelización hidráulica unidimensional que permite simular flujos en cauces naturales o canales artificiales. Este software permite realizar estudios de inundabilidad y determinar las zonas inundables. Fue creado por la armada estadounidense y actualmente es uno de los más utilizados.

6.2. Datos introducidos

6.2.1. A continuación, vamos a indicar de forma breve los insumos necesarios que hemos tenido que introducir en los diferentes programas para obtener el modelo hidráulico.

6.2.A. CARTOGRAFÍA: MODELO DIGITAL TERRESTRE

6.2.2. Para el modelo Digital Terrestre (MDT), hemos utilizado los recursos del Centro de Descargas del IGN (Instituto Geográfico Nacional). Dentro de la cuadrícula del mapa, es la hoja 0243 MDT05.

6.2.B. RIOS Y CUENCAS

6.2.3. De la misma forma, hemos utilizado la información hidráulica incluida en las bases de datos del estado, para descargar la información cartográfica existente, tanto los cauces de los ríos, como los límites de las cuencas. Esta información, como hemos indicado en el punto anterior, también la hemos utilizado para el cálculo de la hidrología.

6.2.4. Al no contar con una topografía detallada de la zona de estudio, la cartografía con la que contamos, tanto el modelo digital terrestre como la ubicación de los ríos, no se acoplan con exactitud. Es por eso que la delimitación de los ríos no es exactamente acorde con las zonas inundables obtenidas.

6.2.5. Los datos relacionados con la cartografía se introducen en el programa ArcGIS que es el programa que va a construir el modelo digital terrestre y calcular las secciones transversales. Estas secciones, en su mayoría, se han tomado cada 40 metros y con una anchura de más 100 m, intentando abarcar toda la zona de estudio.

6.2.6. Para simplificar los cálculos, se ha tenido en cuenta un régimen permanente del caudal. Esto es así, ya que lo que nos interesa conocer son los datos máximos, es decir, zonas inundables máximas, velocidades máximas, para evitar, en mayor medida, instalar trackers dentro de dichas zonas.

6.2.7. Igualmente, hemos analizado concretamente la zona de implantación de la planta, es decir, la yasa de Majillonda y los arroyos. Para la simulación de los modelos, se han codificado de la siguiente forma:

Fuente: Imágenes obtenidas de Google Earth

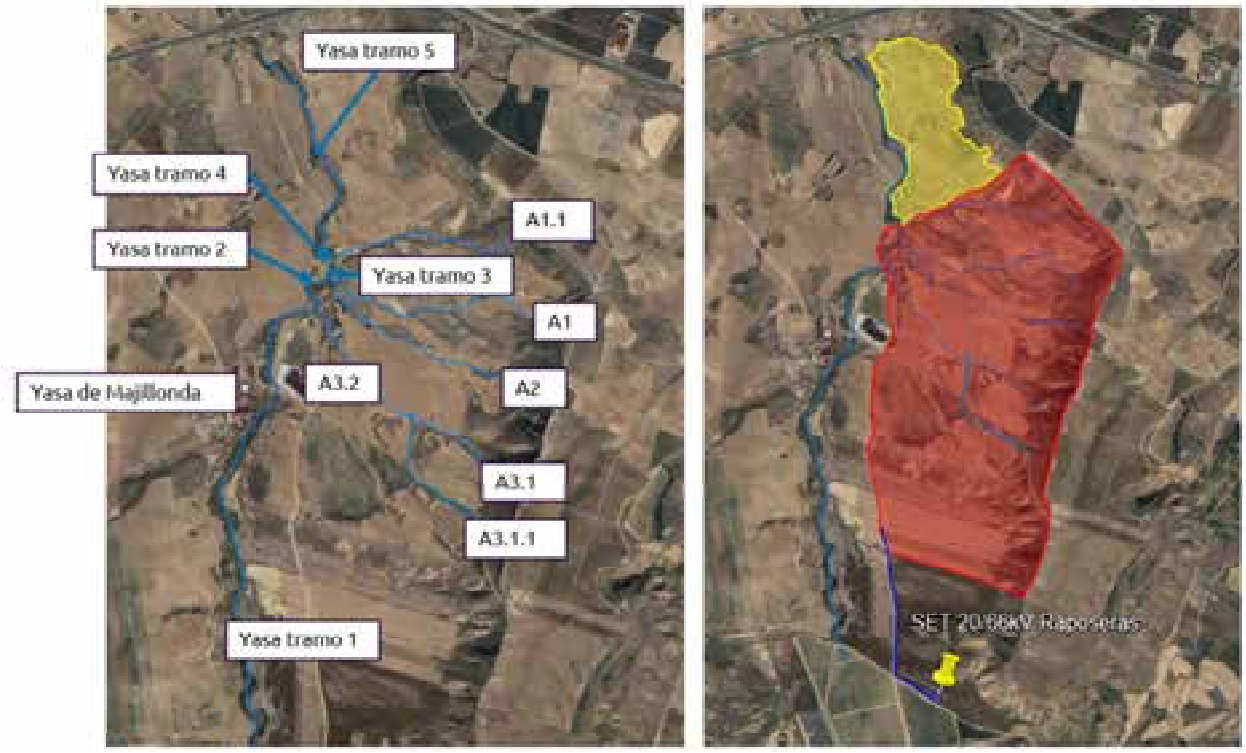


Figura 41. Tramos y codificación de los ríos

6.2.C. COEFICIENTE DE MANNING

6.2.8. El coeficiente o número de Manning es un índice de rugosidad el cual determina la resistencia de un flujo en su paso por un canal o un cauce.

6.2.9. Para el número de Manning vamos a utilizar el manual incluido en el propio programa HEC-RAS que, según la tipología del río en estudio, proporciona un rango de valores del coeficiente.

6.2.10. En nuestro caso se trata de ríos de cauce natural con maleza y matorrales. Por tanto, los coeficientes de Manning para tener en cuenta en nuestra simulación van a ser de 0,05 para el canal principal de la yasa, y de 0,07 para los arroyos; y para las llanuras aluviales vamos a considerar 0,05, por ser zonas de cultivo con algo de matorrales.

6.2.11. En la siguiente fotografía se muestra un tramo del arroyo 1 en el que se observan las características comentadas, cauces llenos de malezas y matorrales:

Company Confidential. © 2023 Capgemini. All rights reserved.

Fuente: fotografías realizadas en la visita del 03.06.2024



Figura 42. Fotografía de un tramo del arroyo 1

6.2.D. CAUDALES MÁXIMOS DE AVENIDAS

6.2.12. Los caudales anteriormente calculados en el estudio hidrológico se van a introducir en el programa HEC-RAS que, con la geometría aportada por ArcGIS, será quien realice las simulaciones indicadas.

Fuente: Estudio hidrológico realizado

Q_{max} (m^3/s)	T25	T50	T100	T500
A1	2,254	2,627	3,090	4,205
A1.1	2,254	2,627	3,090	4,205
A2	2,176	2,536	2,982	4,059
A3.2	5,149	6,001	7,058	9,606
A3.1	2,574	3,000	3,529	4,803
A3.1.1	2,574	3,000	3,529	4,803
Yasa1	65,433	76,542	90,706	124,771
Yasa2	70,582	82,543	97,764	134,377
Yasa3	72,758	85,078	100,746	138,436
Yasa4	75,011	87,705	103,836	142,641
Yasa5	77,265	90,332	106,925	146,846

Figura 43. Caudales máximos de avenidas por ríos y períodos de retorno

Company Confidential. © 2023 Capgemini. All rights reserved.

6.2.13. Hemos considerado unas condiciones de contorno en régimen mixto, por tanto, incluimos flujo critico tanto aguas arriba como aguas abajo de los cauces, ya que se trata de cauces con pendientes entre el 1% y el 10%.

6.3. Resultados obtenidos

6.3.1. Una vez introducidos todos los datos comentados en los puntos anteriores, se ha procedido a realizar las simulaciones en los programas, tanto para un período de retorno de 25 años como para 50, 100 y 500 años.

6.3.2. El período de retorno de los 500 años se utiliza sobre todo para edificaciones. Así pues, para minimizar los posibles daños en las construcciones existentes o futuras, se recomienda que los elementos queden fuera de la superficie afectada por la avenida de retorno de los 500 años.

6.3.3. A continuación, adjuntamos imágenes de los resultados obtenidos en forma de mapas, tanto de zonas inundables como de velocidad.

6.3.A. ZONAS INUNDABLES Y CALADOS

6.3.4. En los siguientes mapas, representamos las zonas previsiblemente inundables para el caudal máximo de avenida tanto para el período de 25 años, como para el de 50 y de 100. La simulación para el período de los 500 años se adjunta en el anexo correspondiente.

6.3.5. Se observa que prácticamente son iguales, a excepción de algunas zonas en la parte de los arroyos. También destacamos que la zona afectada es la zona de "implantación", sin afectar a la zona de "posible ampliación":

Fuente: HEC RAS. Mapas profundidades

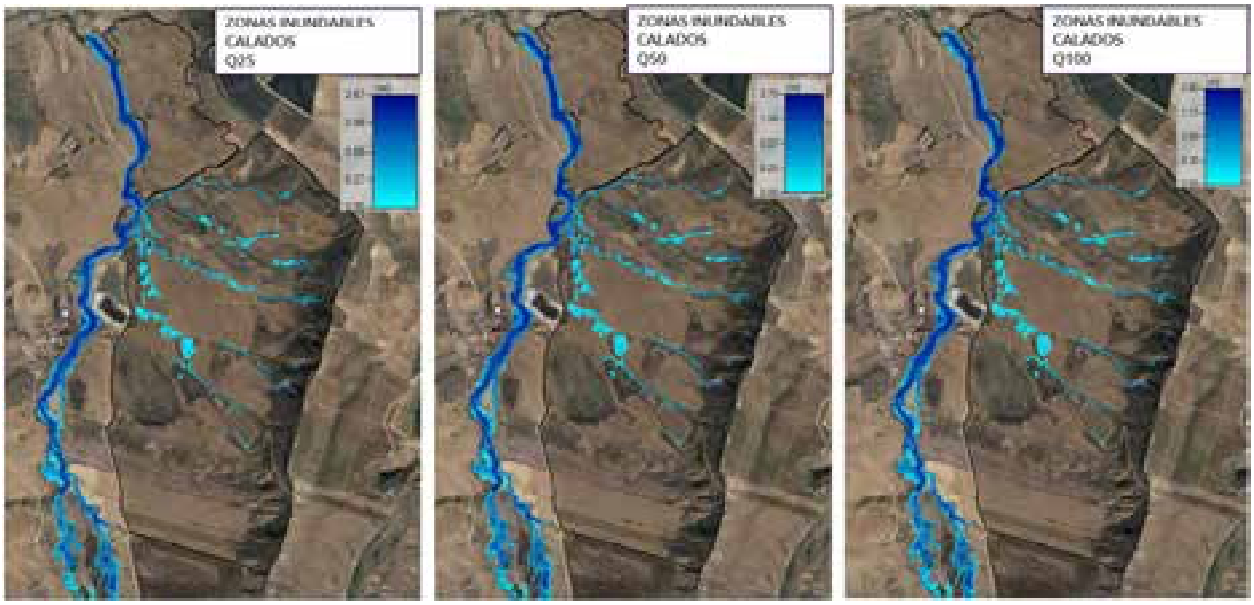


Figura 44. Mapas de profundidad con las zonas inundables para los períodos 25, 50 y 100

Período de retorno 25

6.3.6. En la siguiente imagen obtenida del propio HEC RAS, se observan las zonas inundables para un caudal máximo en el período de retorno de 25 años.

Fuente: HEC RAS. Profundidad T25 años

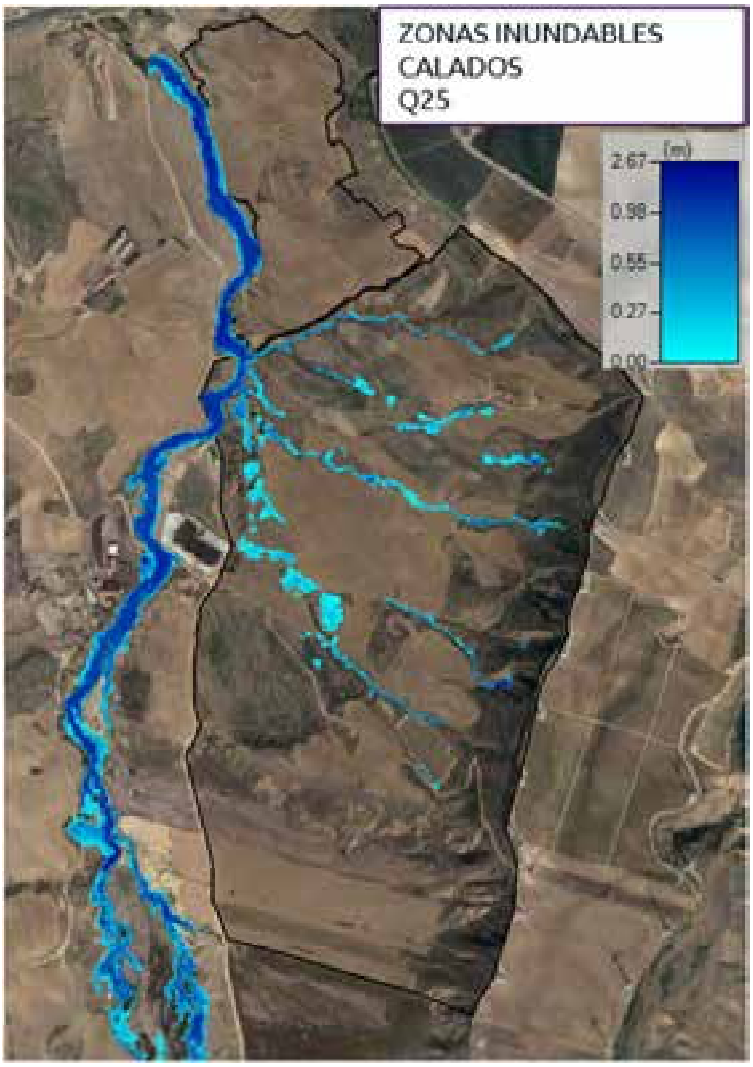


Figura 45. Zonas inundables y calados para Qmáx T25

6.3.7. Se observa como las zonas inundables siguen, en su mayoría, los cauces de los arroyos. Sin embargo, se observan masas de agua en partes centrales de las fincas. Concretamente, la zona inundada en una de las parcelas tiene un calado de más de 250 mm:

Fuente: HEC RAS. Profundidad T25 años

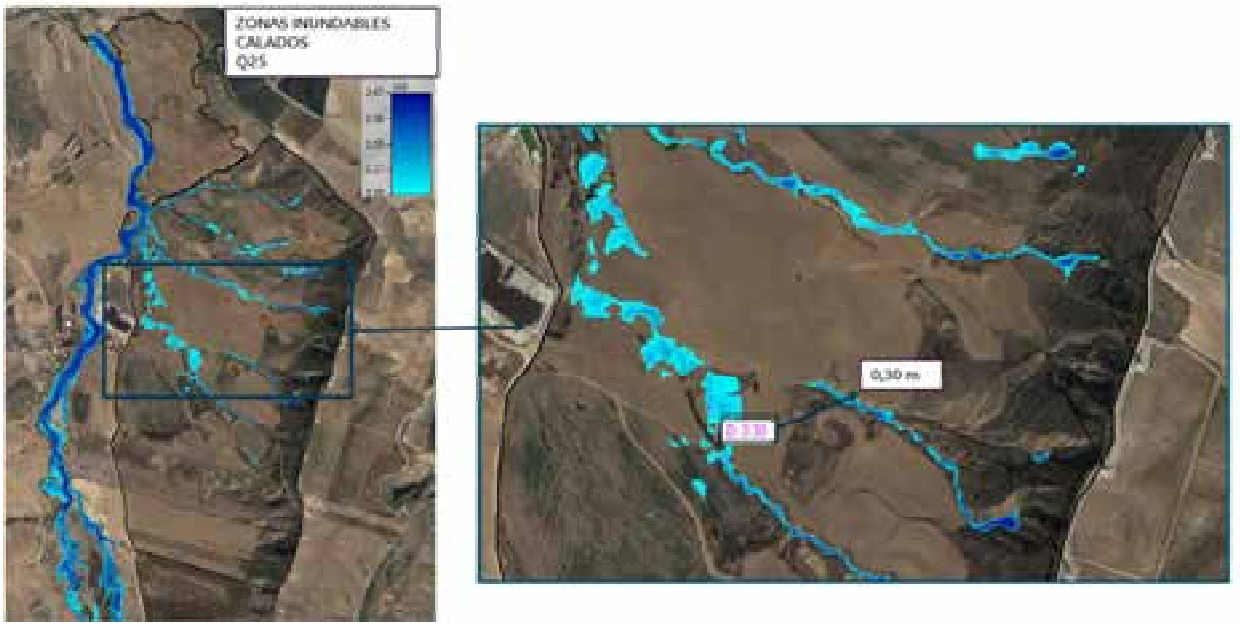


Figura 46. Zonas inundables para Qmáx T25. Calados

6.3.8. Si realizamos un corte transversal en esta zona, observamos que existe una parte baja en la zona central de la parcela, lo que responde al resultado que estamos obteniendo. Habrá que tener en cuenta estas zonas, ya que no coinciden exactamente con los cauces de los arroyos:

Fuente: HEC RAS. Profundidad T25 años

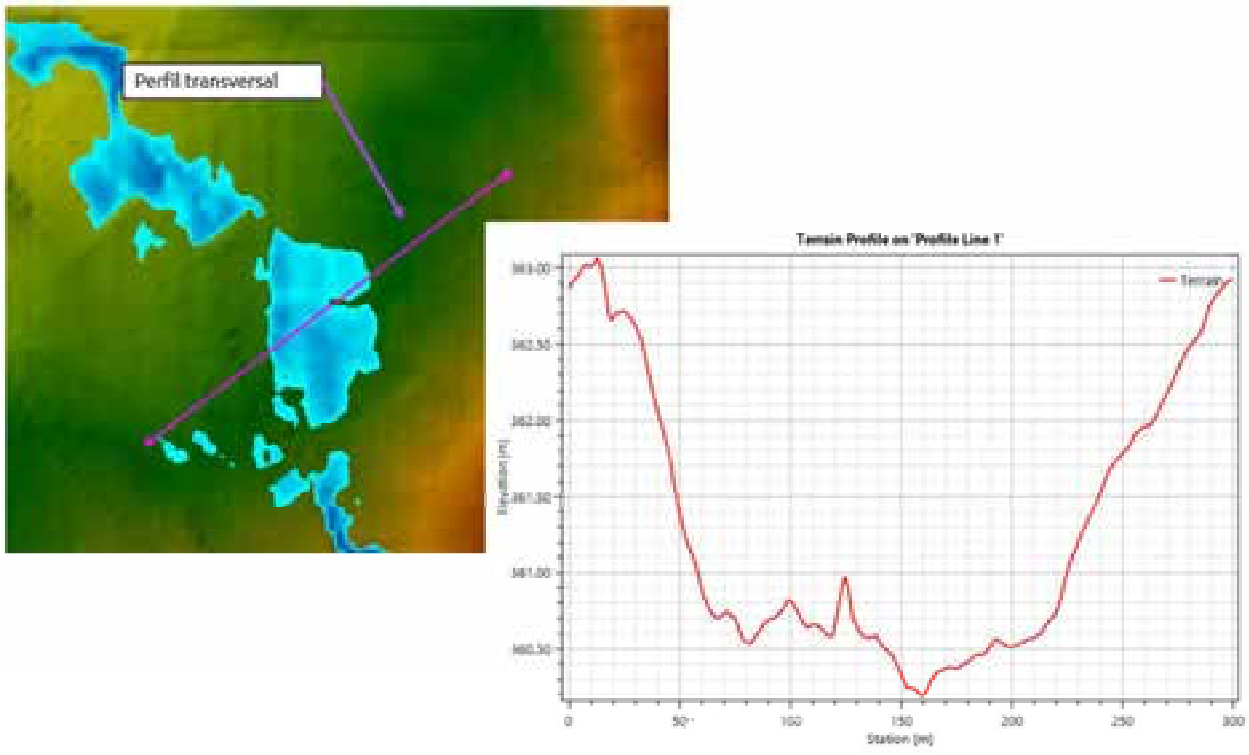


Figura 47. Perfil transversal zona central. Zonas inundables para Qmáx T25. Calados

6.3.9. En este punto concreto, se recomienda una pequeña explanación que pudiese compensar ese desnivel central existente. El resto de las zonas afectadas por inundaciones se trata de los propios cauces de los arroyos por lo que se recomienda evitar dichas zonas a la hora de instalar los postes de las placas.

Período de retorno 50, 100 y 500

6.3.10. Como se ha visto en las imágenes anteriores, la lámina de inundación obtenida para los diferentes periodos no difiere en gran medida, por lo que consideramos válido el análisis realizado para el T25, para los otros dos períodos de análisis.

6.3.11. Se adjuntan las láminas de las zonas de inundación de los 4 períodos en el anexo CAP-004 adjunto a este documento.

6.3.B. VELOCIDAD DEL AGUA

6.3.12. En los siguientes mapas podemos observar la velocidad máxima que puede alcanzar el agua en los momentos de avenidas máximas. Al igual que pasaba con los calados, evitando las zonas de los cauces de los arroyos, se seguirían cumpliendo los requerimientos técnicos de no superar un valor de velocidad de 0.3 m/s en la planta.

Fuente: HEC RAS. Mapas velocidades

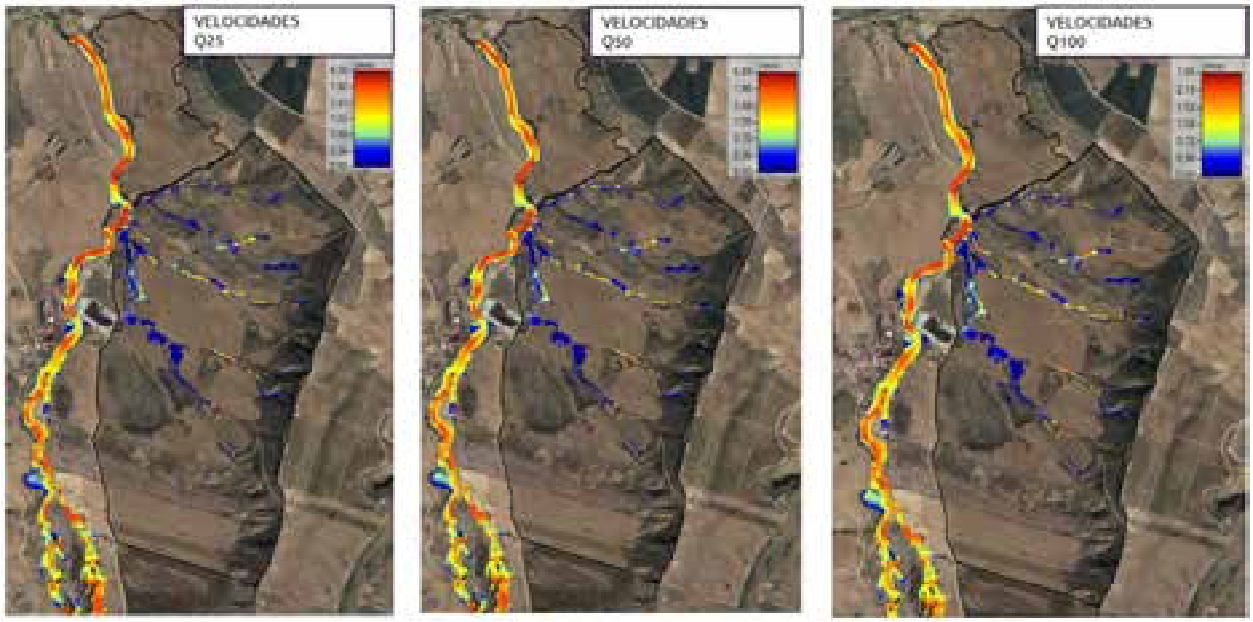


Figura 48. Mapas de velocidades para los 3 períodos de análisis

Período de retorno 25

Fuente: HEC RAS. Velocidad Pr25 años

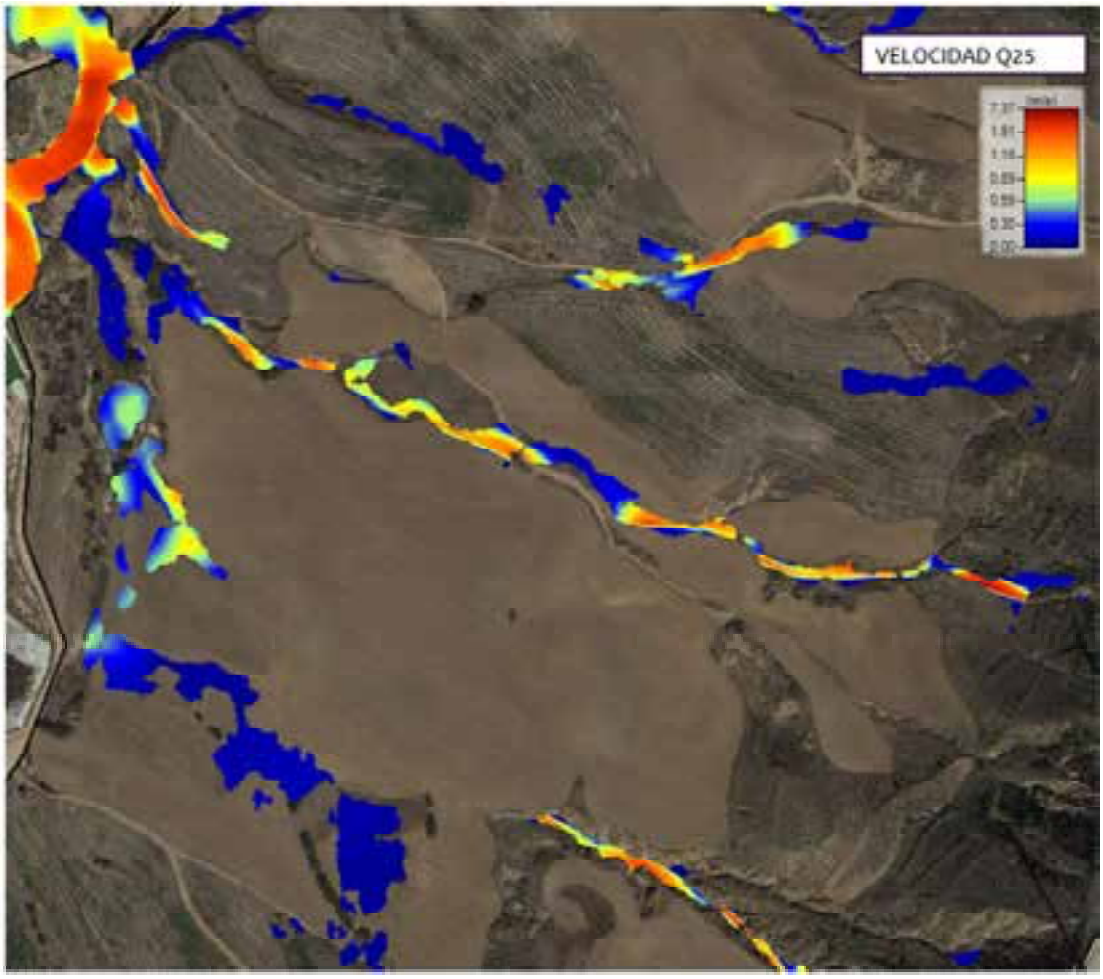


Figura 49. Mapa velocidades Qmáx T25

6.3.13. En la anterior figura se observa que, en los casos en los que el agua pudiera salir del cauce, la velocidad de esta no superaría los 0,3 m^3/s en su mayoría. Existe una zona aislada, por debajo del arroyo 3, que se solucionaría con una pequeña explanación.

Período de retorno 50, 100 y 500

6.3.14. Como se ha visto en las imágenes anteriores, la velocidad obtenida para los diferentes periodos no difiere en gran medida, por lo que consideramos válido el análisis realizado para el T25, para los otros dos períodos de análisis.

6.3.15. Se adjuntan las láminas de velocidades del agua de los 4 períodos en el anexo CAP-004 adjunto a este documento.

6.3.16. Se adjunta en el anexo CAP-005 una tabla resumen con los resultados obtenidos de las diferentes secciones transversales realizadas y sus perfiles.

Company Confidential. © 2023 Capgemini. All rights reserved.

7. CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS REALIZADO

7.1. Conclusiones

7.1.1. Tras el análisis realizado, pasamos a indicar las conclusiones/consideraciones obtenidas:

- Se han detectado 4 posibles arroyos temporales y sus afluentes dentro de la zona de estudio.
- Los periodos de retorno analizados han sido para avenidas de 25, 50, 100 y 500 años.
- Se han determinado las zonas previsiblemente inundables para los diferentes períodos, no obteniendo gran diferencia entre ellos.
- Se tratan de caudales de poca importancia, sobre todo en el caso de los arroyos, que no llegan a superar los 10 m^3/s en el peor de los casos.
- Al no contar con una topografía detallada de la zona de estudio, la cartografía con la que contamos, tanto el modelo digital terrestre como la ubicación de los ríos, no se acoplan con exactitud. Es por eso que la delimitación de los ríos no es exactamente acorde con las zonas inundables obtenidas.
- A la hora de señalar las zonas de DPH se ha tenido en cuenta una línea de cauce según la morfología de las zonas inundadas. Se han delimitado una franja a 5 metros a cada lado para la zona de servidumbre y otra de 100 metros para la de policía.
- Se debe evitar instalar postes en las zonas previsiblemente inundables de los arroyos.
- Se han detectado ciertas zonas centrales, fuera de los arroyos, que se inundarían, no cumpliendo con los calados máximos. En ese caso se recomienda evitarlas o realizar una explanación de la zona.



Company Confidential. © 2023 Capgemini. All rights reserved.

About Capgemini Engineering

World leader in engineering and R&D services, Capgemini Engineering combines its broad industry knowledge and cutting-edge technologies in digital and software to support the convergence of the physical and digital worlds. Coupled with the capabilities of the rest of the Group, it helps clients to accelerate their journey towards Intelligent Industry. Capgemini Engineering has more than 55,000 engineer and scientist team members in over 30 countries across sectors including Aeronautics, Space, Defense, Naval, Automotive, Rail, Infrastructure & Transportation, Energy, Utilities & Chemicals, Life Sciences, Communications, Semiconductor & Electronics, Industrial & Consumer, Software & Internet.

Capgemini Engineering is an integral part of the Capgemini Group, a global leader in partnering with companies to transform and manage their business by harnessing the power of technology. The Group is guided every day by its purpose of unleashing human energy through technology for an inclusive and sustainable future. It is a responsible and diverse organization of over 360,000 team members in more than 50 countries. With its strong 55-year heritage and deep industry expertise, Capgemini is trusted by its clients to address the entire breadth of their business needs, from strategy and design to operations, fueled by the fast evolving and innovative world of cloud, data, AI, connectivity, software, digital engineering and platforms. The Group reported in 2022 global revenues of €22 billion.

Get the Future You Want | www.capgemini.com/engineering

This document contains information that may be privileged
or confidential and is the property of the Capgemini Group.

Company Confidential. Copyright © 2023 Capgemini. All rights reserved.

DOCUMENTO Nº2. PLANOS

LA RIOJA

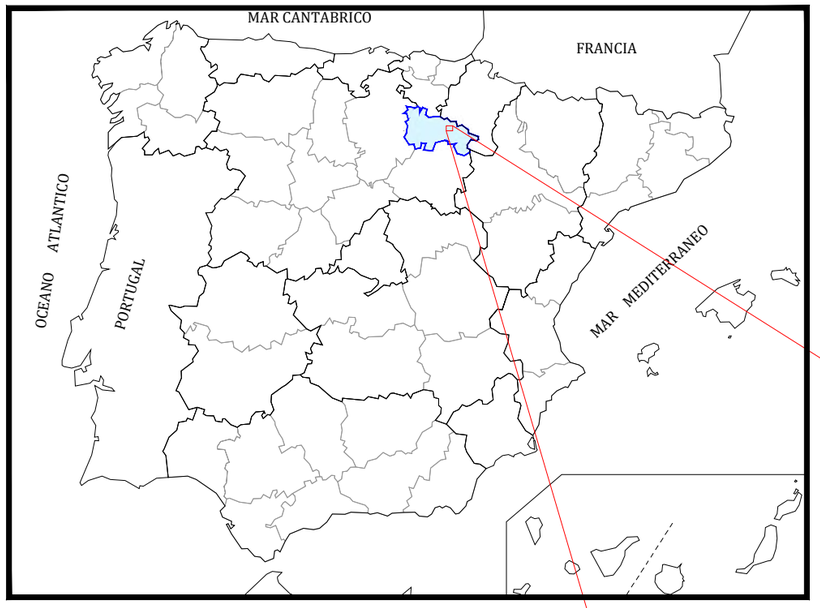


Barlovento

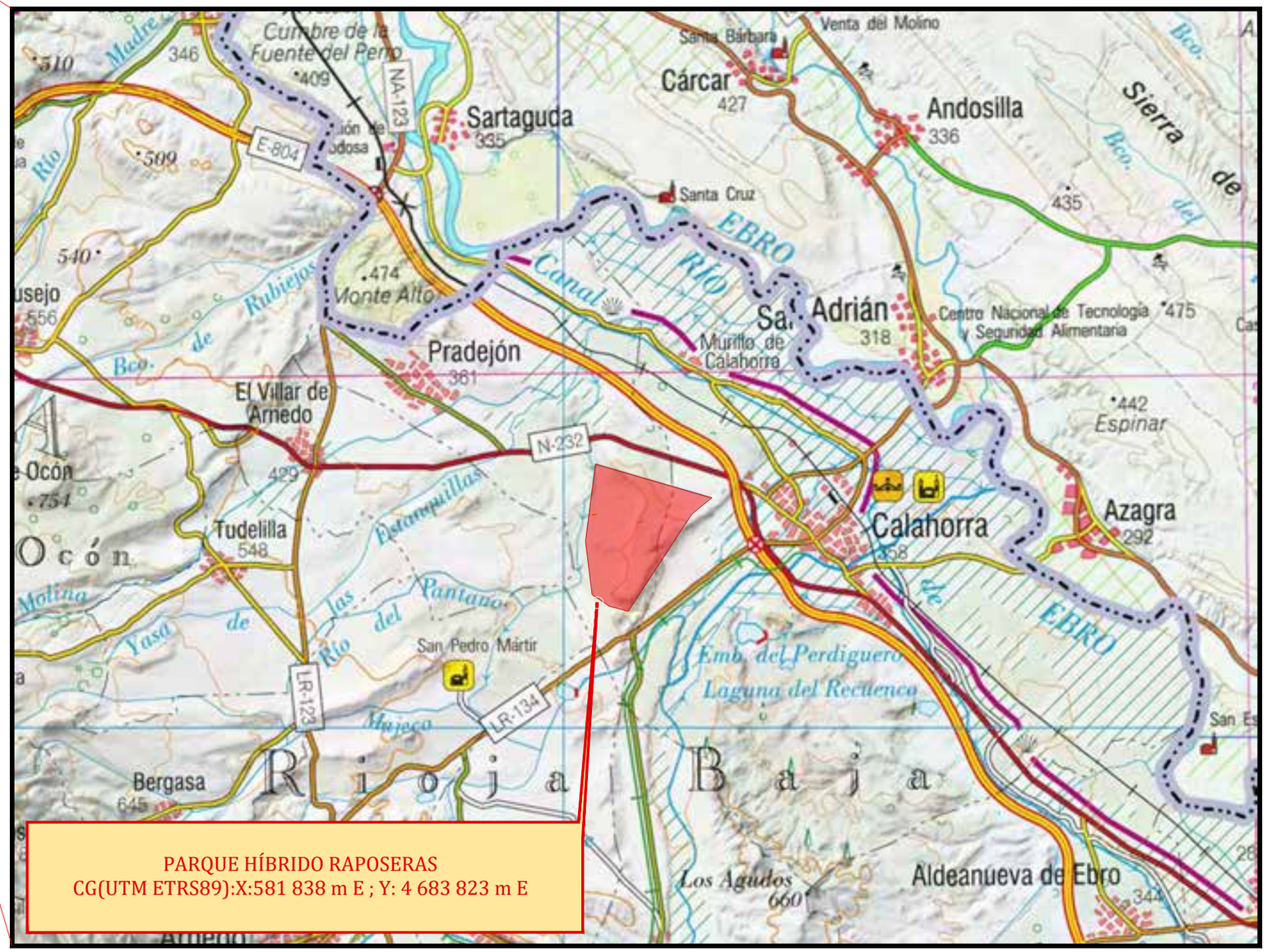
ÍNDICE DE PLANOS

PLANO 01. LOCALIZACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.
PLANO 02. PLANTA GENERAL DE DESMANTELAMIENTO, SITUACIÓN ACTUAL DEL PE.
PLANO 03. PLANTA GENERAL DE DESMANTELAMIENTO, CAMINOS Y PLATAFORMAS A RESTITUIR.
PLANO 04. PLANTA GENERAL DE DESMANTELAMIENTO – ZANJAS A RESTITUIR.
PLANO 05. DESMANTELAMIENTO. RESTITUCIÓN DE VIALES.
PLANO 06. DESMANTELAMIENTO. RESTITUCIÓN DE PLATAFORMAS.
PLANO 07. DESMANTELAMIENTO. DEMOLICIÓN CIMENTACIÓN.
PLANO 08. PARCELARIO DE DESMANTELAMIENTO.
PLANO 09. PLANTA GENERAL DE IMPLANTACIÓN REPOTENCIACIÓN E HIBRIDACIÓN PE RAPOSERAS.
PLANO 10. PARCELARIO REPOTENCIACIÓN E HIBRIDACIÓN.
PLANO 11. PLANTA TRAZADO VIALES DEL PE "RAPOSERAS".
PLANO 12. SECCIÓN CARACTERÍSTICA VIAL PE "RAPOSERAS".
PLANO 13. CAMINOS. PERFILES LONGITUDINALES, PE "RAPOSERAS".
PLANO 14. CAMINOS. PERFILES TRANSVERSALES, PE "RAPOSERAS".
PLANO 15. PLATAFORMA TIPO - PE "RAPOSERAS".
PLANO 16. CIMENTACIÓN TIPO - PE "RAPOSERAS".
PLANO 17. AEROGENERADOR N163.
PLANO 18. TORRE DE MEDICIÓN.
PLANO 19. DIAGRAMA DE CONEXIÓN DE MT DE LOS AEROGENERADORES.
PLANO 20. ESQUEMA DE INTERCONEXIÓN DE PAT DEL PE "RAPOSERAS".
PLANO 21. ESQUEMA DE INTERCONEXIÓN DE COMUNICACIONES DEL PE "RAPOSERAS".
PLANO 22. IMPLANTACIÓN DE LA PSFV " RAPOSERAS".
PLANO 23. DIVISIÓN DE BLOQUES DE POTENCIA DE LA PSFV "RAPOSERAS".
PLANO 24. DETALLE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.
PLANO 25. CONEXIONADO DE MÓDULOS PSFV RAPOSERAS.
PLANO 26. DETALLE INVERSOR - PSFV "RAPOSERAS".
PLANO 27. DETALLE DE LA ESTACIÓN DE POTENCIA -PSFV "RAPOSERAS".
PLANO 28. DETALLE VALLADO.
PLANO 29. DETALLE ESTRUCTURA PSFV "RAPOSERAS".
PLANO 30. DETALLE DE ZANJAS DE BAJA TENSIÓN.
PLANO 31. DIAGRAMA DE INTERCONEXIÓN DE LA PSFV "RAPOSERAS".
PLANO 32. PLANTA GENERAL DE LA RED DE PAT DE LA PSFV "RAPOSERAS".
PLANO 33. CIMENTACIÓN DE LA ESTACIÓN DE POTENCIA DE LA PSFV “RAPOSERAS”.
PLANO 34. VIALES DE LA PSFV.
PLANO 35. SECCIÓN CARACTERÍSTICAS VIALES PSFV.
PLANO 36. DRENAJE DE LA PSFV "RAPOSERAS".
PLANO 37. IMPLANTACIÓN BESS.
PLANO 38. DETALLE DEL CONTENEDOR DE BATERÍAS ST5015UX DEL BESS.
PLANO 39. DETALLE DEL MVS5140-LS DEL BESS.
PLANO 40. ESQUEMA DE INTERCONEXIÓN DEL BESS.
PLANO 41. CIMENTACIÓN DEL BESS.
PLANO 42. PLANTA GENERAL DE IMPLANTACIÓN DE LAS ZANJAS DE MT PE + PSFV + BESS.
PLANO 43. ZANJAS ELÉCTRICAS SECCIÓN TIPO MT.
PLANO 44. PLANO GENERAL DE IMPLANTACIÓN SET “RAPOSERAS".
PLANO 45. SALA DE CONTROL Y CELDAS SET "RAPOSERAS".
PLANO 46. UNIFILAR SIMPLIFICADO DE LA SET RAPOSERAS.
PLANO 47 UNIFILAR DE PYM 20 KV SET RAPOSERAS.

PLANO 48. UNIFILAR DE PYM 66KV SET RAPOSERAS.

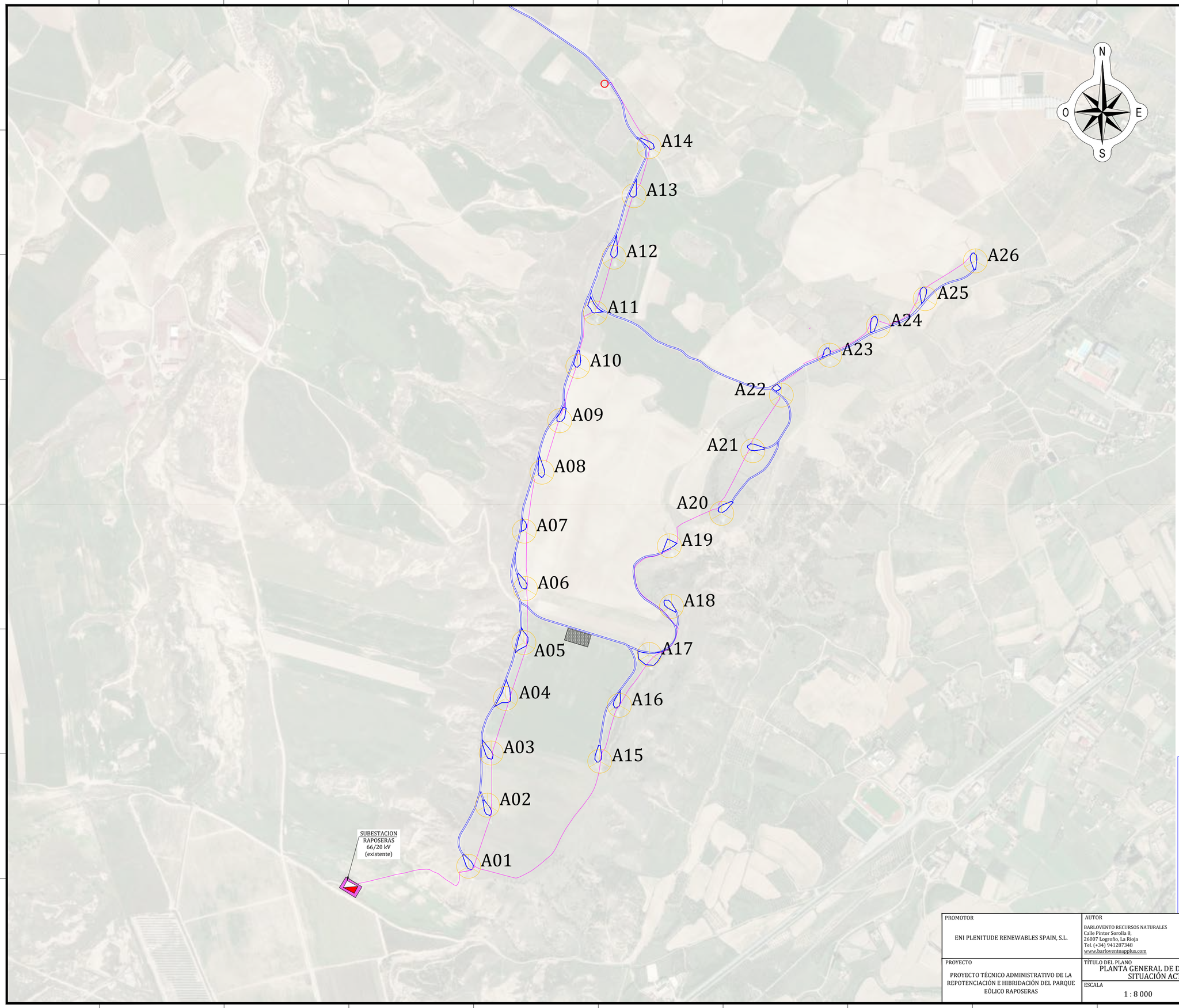


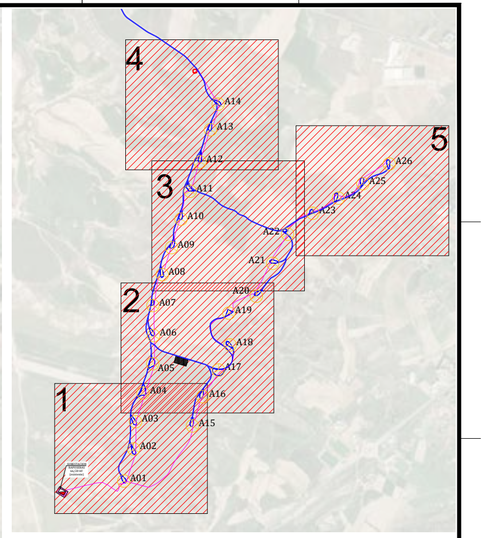
N



PARQUE HÍBRIDO RAPOSERAS
CG(UTM ETRS89):X:581 838 m E ; Y: 4 683 823 m E

PROMOTOR	AUTOR					PROYECTO	TÍTULO DEL PLANO	FECHA
ENI PLENITUDE RENEWABLES SPAIN, S.L.	BARLOVENTO RECURSOS NATURALES C/ Pintor Sorolla 8, 26007 Logroño, España Tel. +(34) 941 287 348 www.barloventoapplus.com					PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE LA REPOTENCIACIÓN E HIBRIDACIÓN DEL PARQUE EÓLICO RAPOSERAS	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	06/2025
		00	06/2025	ETDL	CGG	AGM	ESCALA: S/E — FORMATO: ISO A3	NÚMERO DE PLANO: PLANO 01
		REV.	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO		REVISIÓN: R00 — HOJA 01 DE 01





COORDENADAS UTM AEROS		
Nº AERO	X (m)	Y (m)
A01	581231	4682762
A02	581291	4682958
A03	581303	4683125
A04	581349	4683300
A05	581408	4683479
A06	581413	4683652
A07	581409	4683836
A08	581466	4684025
A09	581523	4684190
A10	581581	4684364
A11	581637	4684535
A12	581697	4684714
A13	581761	4684911
A14	581809	4685068
A15	581651	4683099
A16	581714	4683278
A17	581810	4683441
A18	581881	4683595
A19	581874	4683789
A20	582042	4683893
A21	582142	4684094
A22	582233	4684272
A23	582388	4684400
A24	582544	4684493
A25	582694	4684581
A26	582855	4684702

LEYENDA (PE EXISTENTE)

VIALES INTERNOS

ZANJAS

AEROGENERADORES

TORRE DE MEDICIÓN

CAMPAMENTO PROVISIONAL
(Acopio de material del desmantelamiento)

PROMOTOR
ENI PLENITUDE RENEWABLES SPAIN, S.L.

AUTOR
BARLOVENTO RECURSOS NATURALES
Calle Pintor Sorolla 8,
26007 Logroño, La Rioja
Tel. (+34) 941287348
www.barloventoapplus.com

REV.	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
00	06/2025	ETDL	CGG	AGM

PROYECTO
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE LA REPOTENCIACIÓN E HIBRIDACIÓN DEL PARQUE EÓLICO RAPOSERAS

TÍTULO DEL PLANO
PLANTA GENERAL DE DESMANTELAMIENTO
SITUACIÓN ACTUAL DEL PE

ESCALA
1 : 8 000

FORMATO
ISO A2

FECHA
06/2025

NÚMERO DE PLANO
PLANO 02

REVISIÓN
R00

PÁGINA 00 DE 05



A04

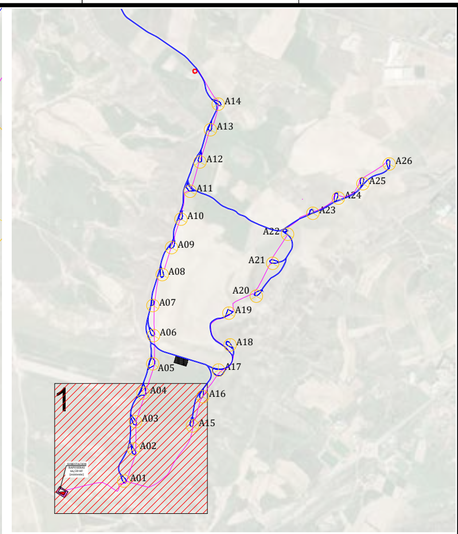
A03

A02

A01

A15

SUBESTACION
RAPOSERAS
66/20 kV
(existente)



COORDENADAS UTM AEROS		
Nº AERO	X (m)	Y (m)
A01	581231	4682762
A02	581291	4682958
A03	581303	4683125
A04	581349	4683300
A05	581408	4683479
A06	581413	4683652
A07	581409	4683836
A08	581466	4684025
A09	581523	4684190
A10	581581	4684364
A11	581637	4684535
A12	581697	4684714
A13	581761	4684911
A14	581809	4685068
A15	581651	4683099
A16	581714	4683278
A17	581810	4683441
A18	581881	4683595
A19	581874	4683789
A20	582042	4683893
A21	582142	4684094
A22	582233	4684272
A23	582388	4684400
A24	582544	4684493
A25	582694	4684581
A26	582855	4684702

LEYENDA (PE EXISTENTE)

VIALES INTERNOS

ZANJAS

AEROGENERADORES

TORRE DE MEDICIÓN

CAMPAMENTO PROVISIONAL
(Acopio de material del desmantelamiento)

PROMOTOR
ENI PLENITUDE RENEWABLES SPAIN, S.L.

AUTOR
BARLOVENTO RECURSOS NATURALES
Calle Pintor Sorolla 8,
26007 Logroño, La Rioja
Tel. (+34) 941287348
www.barloventoapplus.com

REV.	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
00	06/2025	ETDL	CGG	AGM

PROYECTO
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE LA REPOTENCIACIÓN E HIBRIDACIÓN DEL PARQUE EÓLICO RAPOSERAS

TÍTULO DEL PLANO
PLANTA GENERAL DE DESMANTELAMIENTO
SITUACIÓN ACTUAL DEL PE

ESCALA
1 : 2 000

FORMATO
ISO A2

FECHA
06/2025

NÚMERO DE PLANO
PLANO 02

REVISIÓN
R00

PÁGINA 01 DE 05



A07

A06

A05

A04

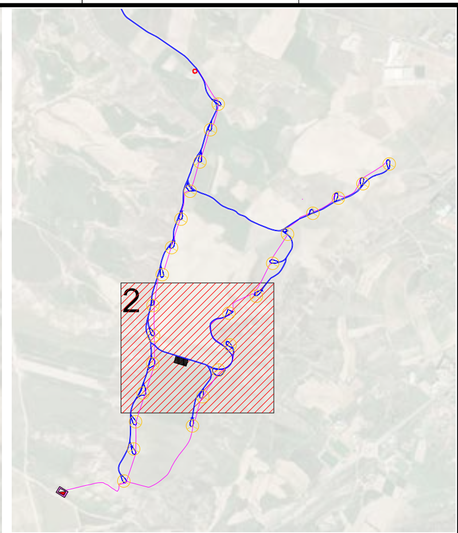
A20

A19

A18

A17

A16



COORDENADAS UTM AEROS		
Nº AERO	X (m)	Y (m)
A01	581231	4682762
A02	581291	4682958
A03	581303	4683125
A04	581349	4683300
A05	581408	4683479
A06	581413	4683652
A07	581409	4683836
A08	581466	4684025
A09	581523	4684190
A10	581581	4684364
A11	581637	4684535
A12	581697	4684714
A13	581761	4684911
A14	581809	4685068
A15	581651	4683099
A16	581714	4683278
A17	581810	4683441
A18	581881	4683595
A19	581874	4683789
A20	582042	4683893
A21	582142	4684094
A22	582233	4684272
A23	582388	4684400
A24	582544	4684493
A25	582694	4684581
A26	582855	4684702

LEYENDA (PE EXISTENTE)

VIALES INTERNOS

ZANJAS

AEROGENERADORES

TORRE DE MEDICIÓN

CAMPAMENTO PROVISIONAL
(Acopio de material del desmantelamiento)

PROMOTOR
ENI PLENITUDE RENEWABLES SPAIN, S.L.

AUTOR
BARLOVENTO RECURSOS NATURALES
Calle Pintor Sorolla 8,
26007 Logroño, La Rioja
Tel. (+34) 941287348
www.barloventoapplus.com

REV.	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
00	06/2025	ETDL	CGG	AGM

PROYECTO
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE LA REPOTENCIACIÓN E HIBRIDACIÓN DEL PARQUE EÓLICO RAPOSERAS

TÍTULO DEL PLANO
PLANTA GENERAL DE DESMANTELAMIENTO
SITUACIÓN ACTUAL DEL PE

ESCALA
1 : 2 000

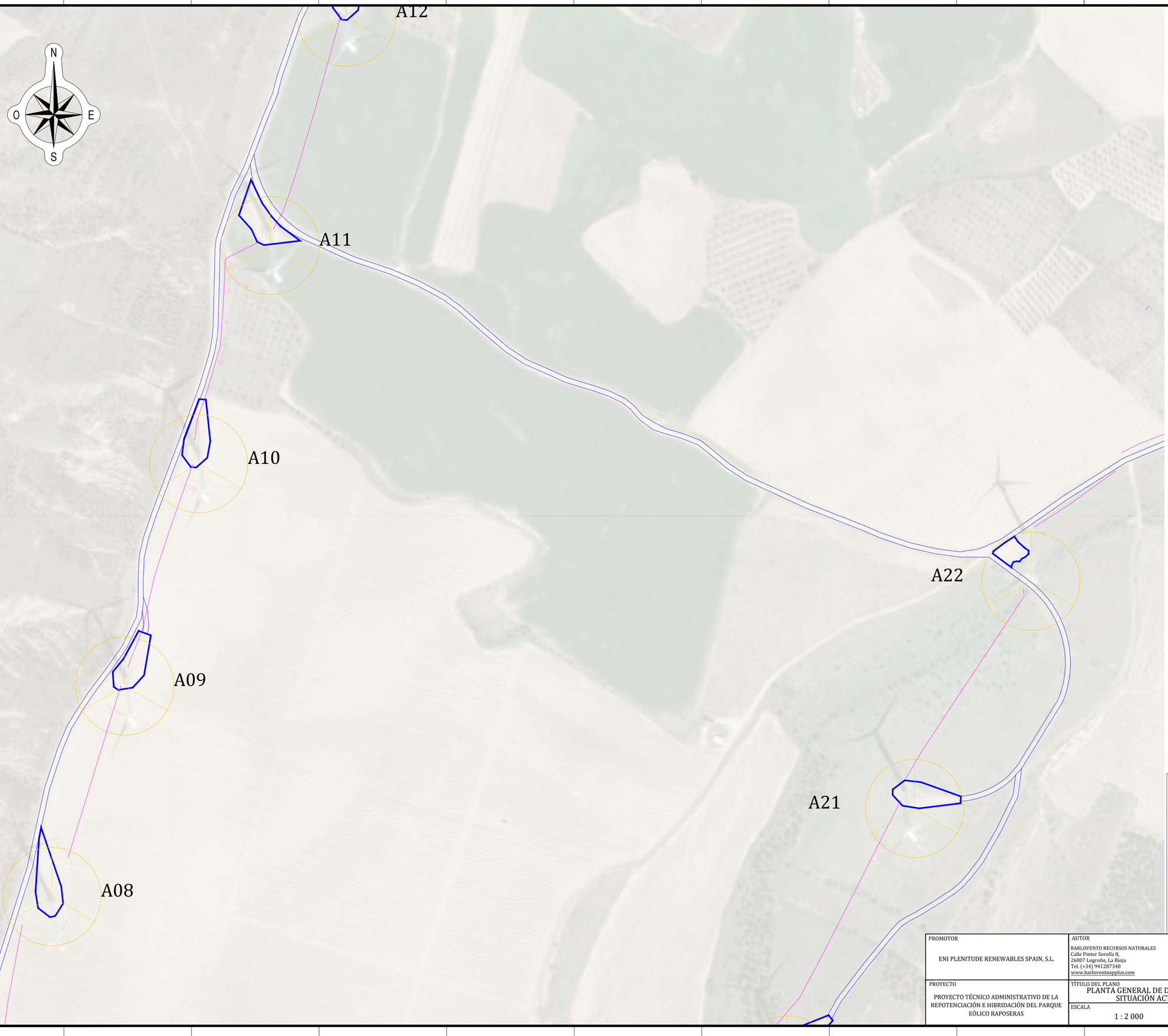
FORMATO
ISO A2

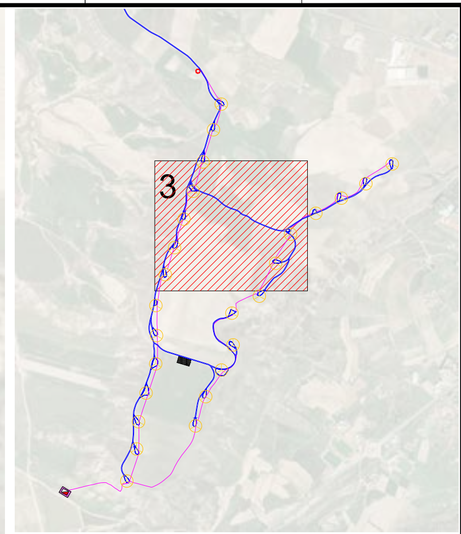
FECHA
06/2025

NÚMERO DE PLANO
PLANO 02

REVISIÓN
R00

PÁGINA 02 DE 05





COORDENADAS UTM AEROS		
Nº AERO	X (m)	Y (m)
A01	581231	4682762
A02	581291	4682958
A03	581303	4683125
A04	581349	4683300
A05	581408	4683479
A06	581413	4683652
A07	581409	4683836
A08	581466	4684025
A09	581523	4684190
A10	581581	4684364
A11	581637	4684535
A12	581697	4684714
A13	581761	4684911
A14	581809	4685068
A15	581651	4683099
A16	581714	4683278
A17	581810	4683441
A18	581881	4683595
A19	581874	4683789
A20	582042	4683893
A21	582142	4684094
A22	582233	4684272
A23	582388	4684400
A24	582544	4684493
A25	582694	4684581
A26	582855	4684702

LEYENDA (PE EXISTENTE)

- VIALES INTERNOS
- ZANJAS
- AEROGENERADORES
- TORRE DE MEDICIÓN
- CAMPAMENTO PROVISIONAL (Acopio de material del desmantelamiento)

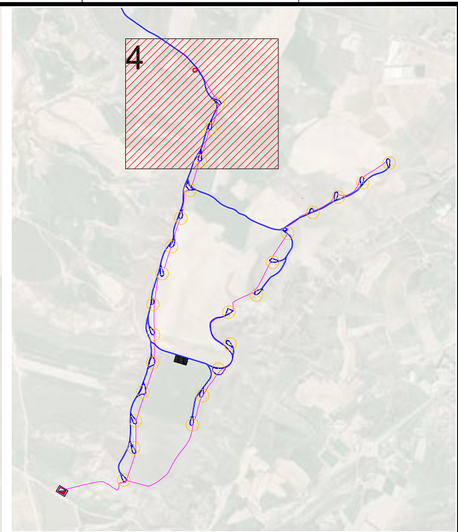
PROMOTOR: ENI PLENITUDE RENEWABLES SPAIN, S.L.	AUTOR: BARLOVENTO RECURSOS NATURALES, Calle Pintor Sorolla 8, 26007 Logroño, La Rioja, Tel. (+34) 941287348, www.barloventoapplus.com			
		00	06/2025	ETDL / CGG / AGM
		REV.	FECHA	DIBUJADO / REVISADO / APROBADO
PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE LA REPOTENCIACIÓN E HIBRIDACIÓN DEL PARQUE EÓLICO RAPOSERAS	TÍTULO DEL PLANO: PLANTA GENERAL DE DESMANTELAMIENTO SITUACIÓN ACTUAL DEL PE	FECHA: 06/2025	NÚMERO DE PLANO: PLANO 02	
	ESCALA: 1 : 2 000 / FORMATO: ISO A2		REVISIÓN: R00	PÁGINA 03 DE 05



A14

A13

A12



COORDENADAS UTM AEROS		
Nº AERO	X (m)	Y (m)
A01	581231	4682762
A02	581291	4682958
A03	581303	4683125
A04	581349	4683300
A05	581408	4683479
A06	581413	4683652
A07	581409	4683836
A08	581466	4684025
A09	581523	4684190
A10	581581	4684364
A11	581637	4684535
A12	581697	4684714
A13	581761	4684911
A14	581809	4685068
A15	581651	4683099
A16	581714	4683278
A17	581810	4683441
A18	581881	4683595
A19	581874	4683789
A20	582042	4683893
A21	582142	4684094
A22	582233	4684272
A23	582388	4684400
A24	582544	4684493
A25	582694	4684581
A26	582855	4684702

LEYENDA (PE EXISTENTE)

VIALES INTERNOS

ZANJAS

AEROGENERADORES

TORRE DE MEDICIÓN

CAMPAMENTO PROVISIONAL
(Acopio de material del desmantelamiento)

PROMOTOR
ENI PLENITUDE RENEWABLES SPAIN, S.L.

AUTOR
BARLOVENTO RECURSOS NATURALES
Calle Pintor Sorolla 8,
26007 Logroño, La Rioja
Tel. (+34) 941287348
www.barloventoapplus.com

REV.	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
00	06/2025	ETDL	CGG	AGM

PROYECTO
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE LA REPOTENCIACIÓN E HIBRIDACIÓN DEL PARQUE EÓLICO RAPOSERAS

TÍTULO DEL PLANO
PLANTA GENERAL DE DESMANTELAMIENTO SITUACIÓN ACTUAL DEL PE

ESCALA
1 : 2 000

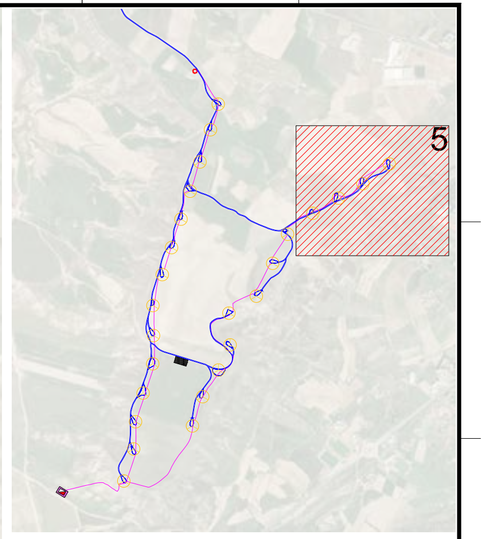
FORMATO
ISO A2

FECHA
06/2025

NÚMERO DE PLANO
PLANO 02

REVISIÓN
R00





A26

A25

A24

A23

COORDENADAS UTM AEROS		
Nº AERO	X (m)	Y (m)
A01	581231	4682762
A02	581291	4682958
A03	581303	4683125
A04	581349	4683300
A05	581408	4683479
A06	581413	4683652
A07	581409	4683836
A08	581466	4684025
A09	581523	4684190
A10	581581	4684364
A11	581637	4684535
A12	581697	4684714
A13	581761	4684911
A14	581809	4685068
A15	581651	4683099
A16	581714	4683278
A17	581810	4683441
A18	581881	4683595
A19	581874	4683789
A20	582042	4683893
A21	582142	4684094
A22	582233	4684272
A23	582388	4684400
A24	582544	4684493
A25	582694	4684581
A26	582855	4684702

LEYENDA (PE EXISTENTE)

VIALES INTERNOS

ZANJAS

AEROGENERADORES

TORRE DE MEDICIÓN

CAMPAMENTO PROVISIONAL
(Acopio de material del desmantelamiento)

PROMOTOR
ENI PLENITUDE RENEWABLES SPAIN, S.L.

AUTOR
BARLOVENTO RECURSOS NATURALES
Calle Pintor Sorolla 8,
26007 Logroño, La Rioja
Tel. (+34) 941287348
www.barloventoapplus.com

REV.	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
00	06/2025	ETDL	CGG	AGM

PROYECTO
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE LA REPOTENCIACIÓN E HIBRIDACIÓN DEL PARQUE EÓLICO RAPOSERAS

TÍTULO DEL PLANO
PLANTA GENERAL DE DESMANTELAMIENTO
SITUACIÓN ACTUAL DEL PE

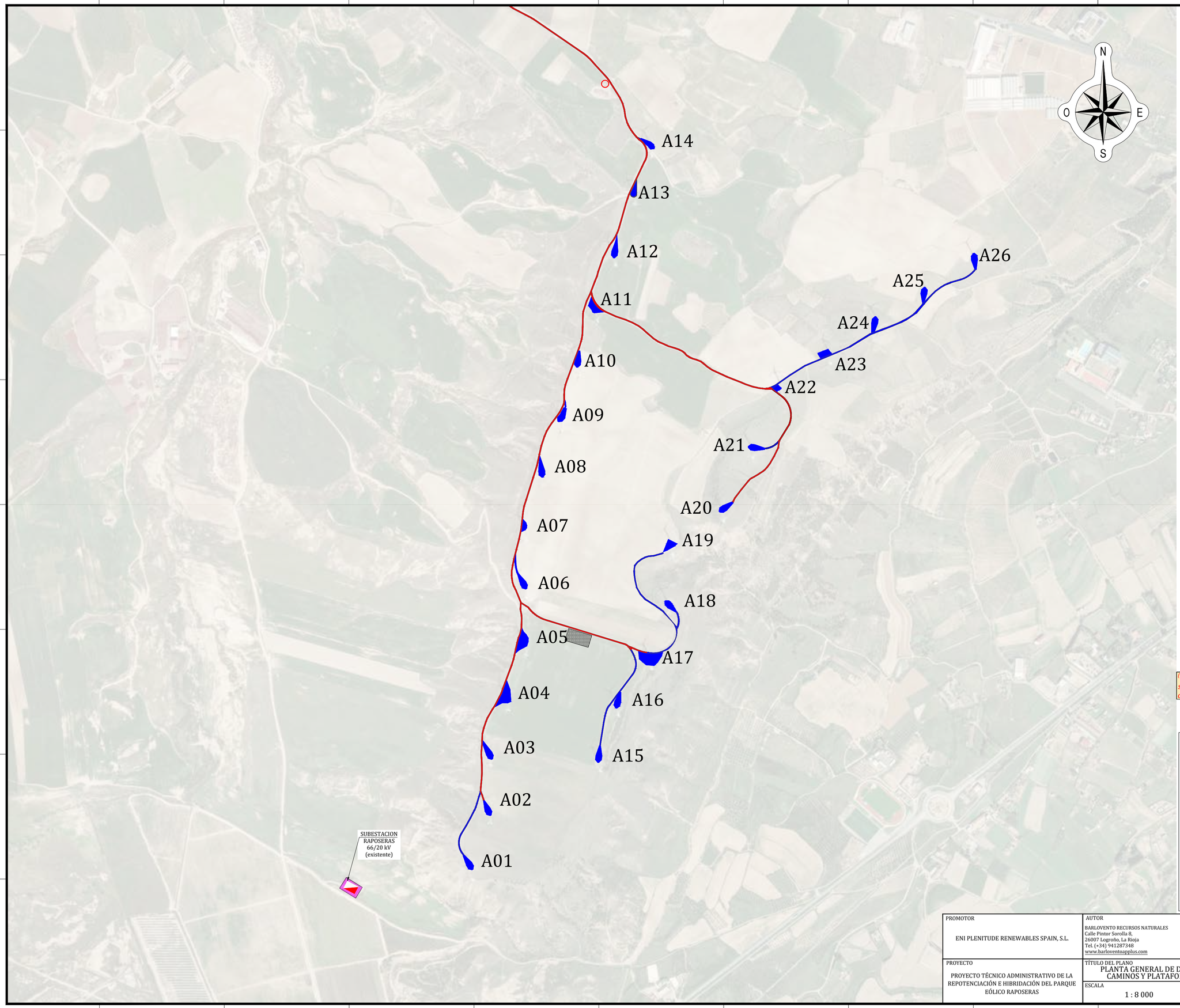
ESCALA: 1 : 2 000

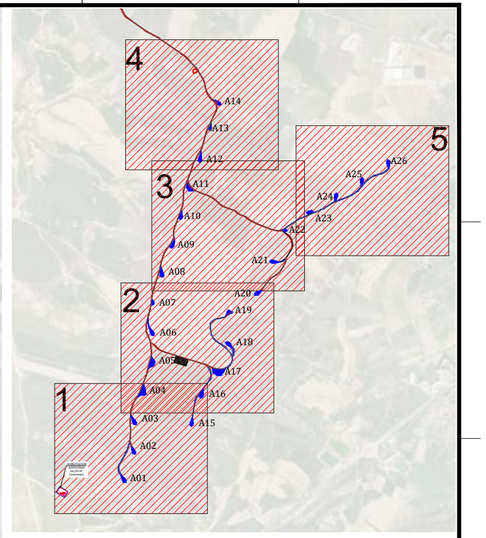
FORMATO: ISO A2

FECHA: 06/2025

NÚMERO DE PLANO: PLANO 02

REVISIÓN: R00



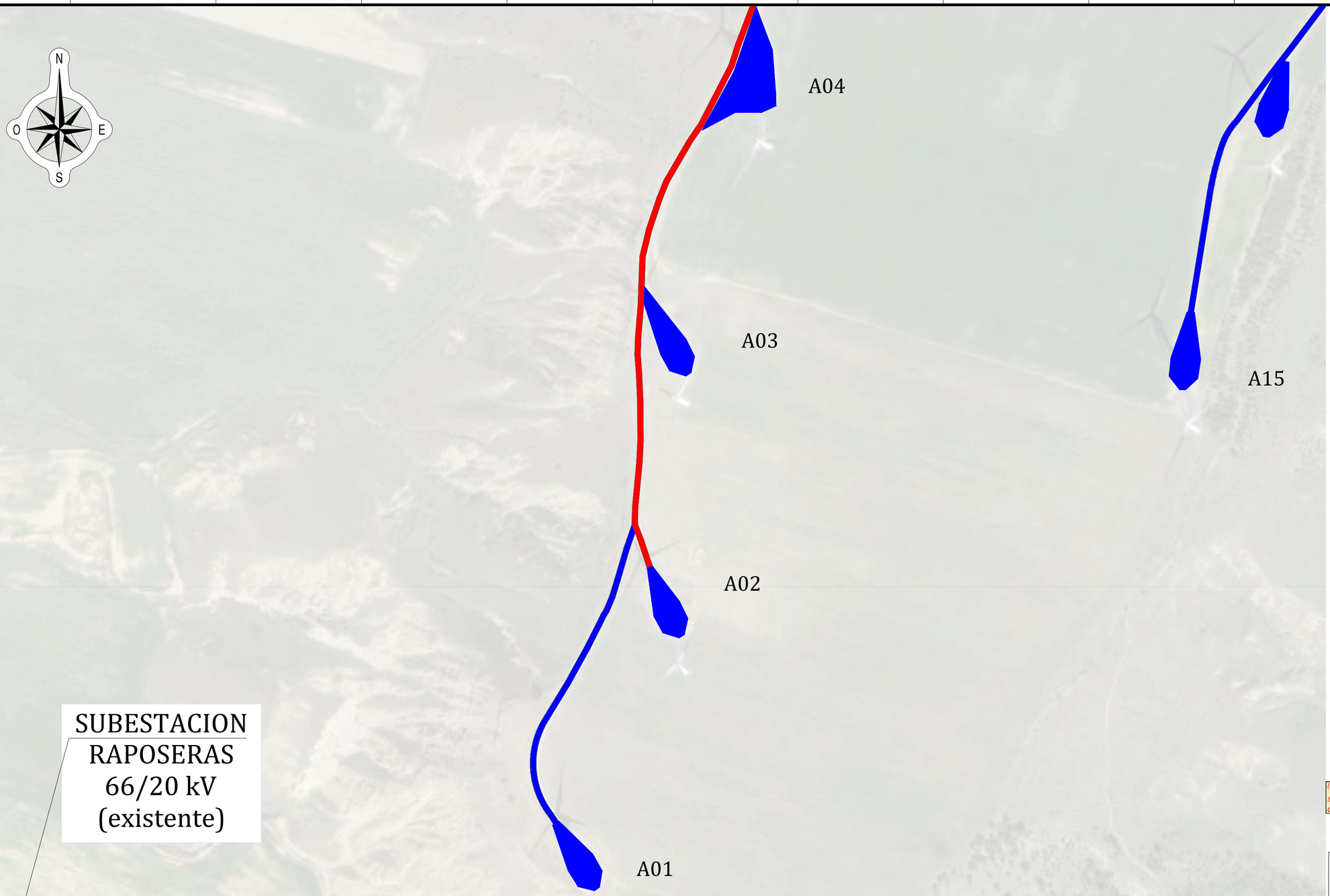


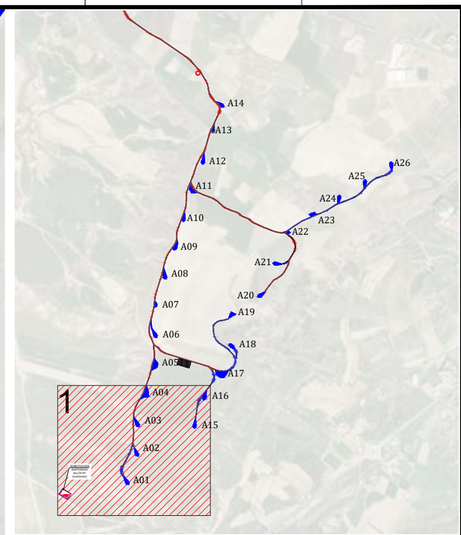
(*)Nota: *Los viales identificados como "viales a restituir" serán restaurados, salvo que los propietarios de las parcelas, en las que se ubican, soliciten su conservación.*

LEYENDA (PE EXISTENTE)

- SUPERFICIE A RESTITUIR (DESMANTELAMIENTO)
- VIALES A RESTUTIR (*) (DESMANTELAMIENTO)
- VIALES A CONSERVAS PARA REPOTENCIACION (ACONDICIONAR)
- TORRE DE MEDICIÓN
- CAMPAMENTO PROVISIONAL (Acopio de material del desmantelamiento)

PROMOTOR: ENI PLENITUDE RENEWABLES SPAIN, S.L.	AUTOR: BARLOVENTO RECURSOS NATURALES, Calle Pintor Sorolla 8, 26007 Logroño, La Rioja, Tel. (+34) 941287348, www.barloventoapplus.com				
		00 (REV.)	06/2025 (FECHA)	ETDL (DIBUJADO)	CGG (REVISADO)	AGM (APROBADO)
PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE LA REPOTENCIACIÓN E HIBRIDACIÓN DEL PARQUE EÓLICO RAPOSERAS	TÍTULO DEL PLANO: PLANTA GENERAL DE DESMANTELAMIENTO CAMINOS Y PLATAFORMAS A RESTITUIR	FECHA: 06/2025	NÚMERO DE PLANO: PLANO 03		
	ESCALA: 1 : 8 000	FORMATO: ISO A2	REVISIÓN: R00	PÁGINA 00 DE 05	





(*)Nota: *Los viales identificados como "viales a restituir" serán restaurados, salvo que los propietarios de las parcelas, en las que se ubican, soliciten su conservación.*

LEYENDA (PE EXISTENTE)

- SUPERFICIE A RESTITUIR (DESMANTELAMIENTO)
- VIALES A RESTUTIR (*) (DESMANTELAMIENTO)
- VIALES A CONSERVAS PARA REPOTENCIACION (ACONDICIONAR)
- TORRE DE MEDICIÓN
- CAMPAMENTO PROVISIONAL (Acopio de material del desmantelamiento)

00	06/2025	ETDL	CGG	AGM
REV.	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

PROMOTOR
ENI PLENITUDE RENEWABLES SPAIN, S.L.

AUTOR
BARLOVENTO RECURSOS NATURALES
Calle Pintor Sorolla 8,
26007 Logroño, La Rioja
Tel. (+34) 941287348
www.barloventoapplus.com

PROYECTO
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE LA REPOTENCIACIÓN E HIBRIDACIÓN DEL PARQUE EÓLICO RAPOSERAS

TÍTULO DEL PLANO
PLANTA GENERAL DE DESMANTELAMIENTO CAMINOS Y PLATAFORMAS A RESTITUIR

ESCALA: 1 : 2 000
FORMATO: ISO A2
FECHA: 06/2025
NÚMERO DE PLANO: PLANO 02
REVISIÓN: R00
PÁGINA 01 DE 05



A07

A06

A05

A04

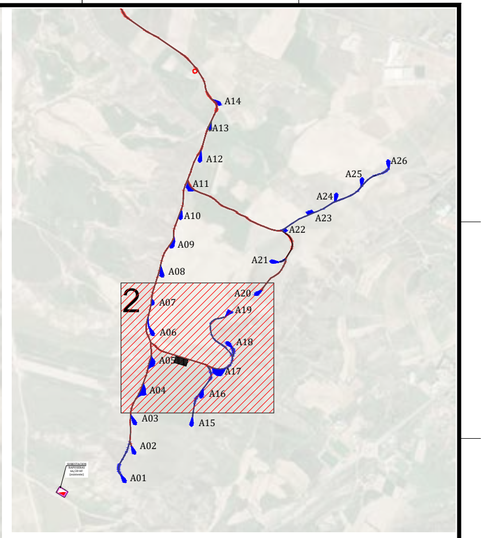
A20

A19

A18

A17

A16



(*)Nota: Los viales identificados como "viales a restituir" serán restaurados, salvo que los propietarios de las parcelas, en las que se ubican, soliciten su conservación.

LEYENDA (PE EXISTENTE)

- SUPERFICIE A RESTITUIR (DESMANTELAMIENTO)
- VIALES A RESTUTIR (*) (DESMANTELAMIENTO)
- VIALES A CONSERVAS PARA REPOTENCIACION (ACONDICIONAR)
- TORRE DE MEDICIÓN
- CAMPAMENTO PROVISIONAL (Acopio de material del desmantelamiento)

00	06/2025	ETDL	CGG	AGM
REV.	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO

PROMOTOR
ENI PLENITUDE RENEWABLES SPAIN, S.L.

AUTOR
BARLOVENTO RECURSOS NATURALES
Calle Pintor Sorolla 8,
26007 Logroño, La Rioja
Tel. (+34) 941287348
www.barloventoapplus.com

PROYECTO
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE LA REPOTENCIACIÓN E HIBRIDACIÓN DEL PARQUE EÓLICO RAPOSERAS

TÍTULO DEL PLANO
PLANTA GENERAL DE DESMANTELAMIENTO CAMINOS Y PLATAFORMAS A RESTITUIR

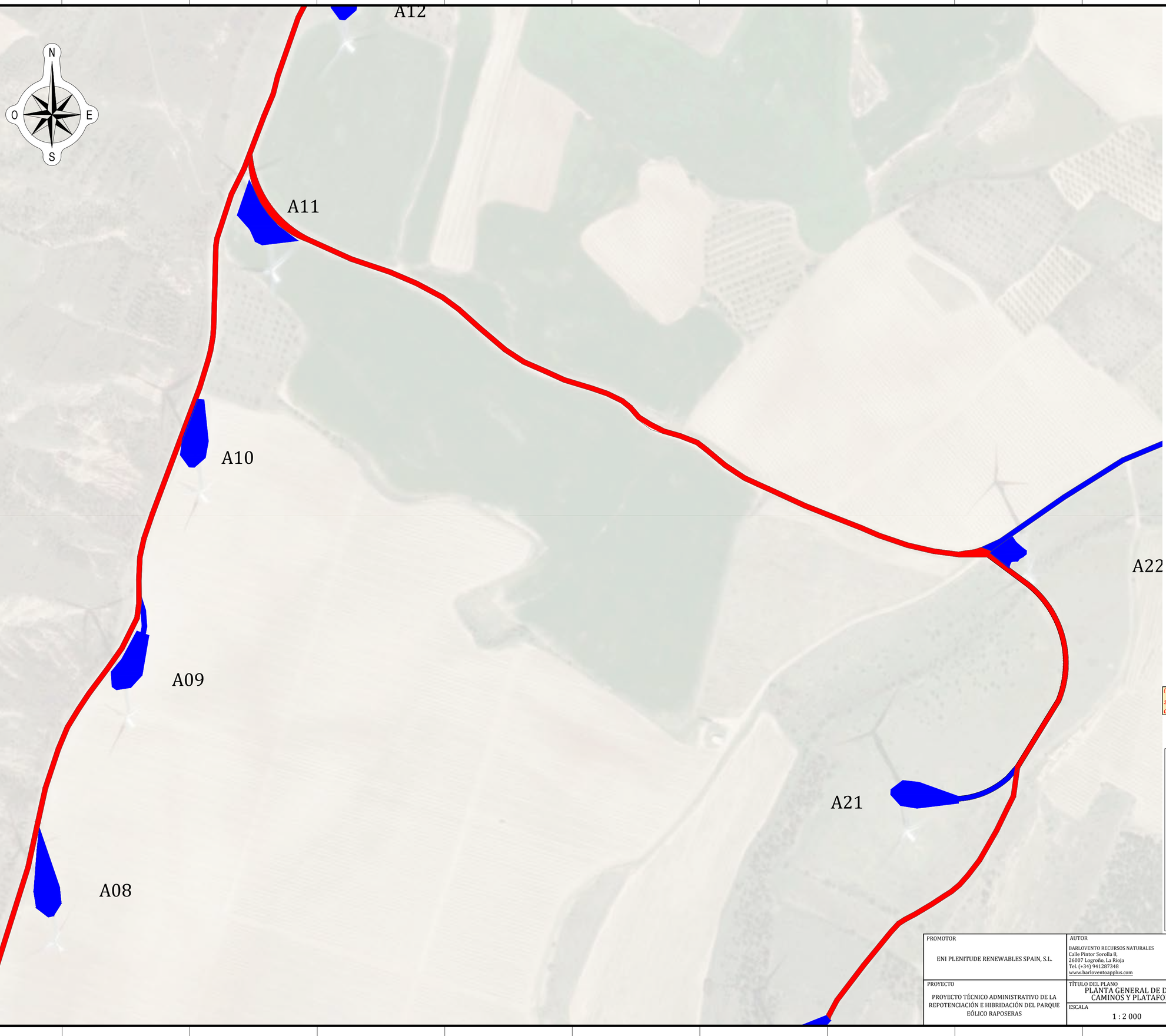
ESCALA
1 : 2 000

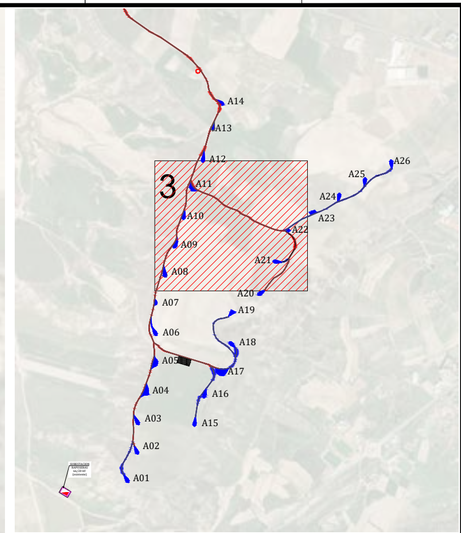
FORMATO
ISO A2

FECHA
06/2025

NÚMERO DE PLANO
PLANO 02

REVISIÓN
R00





(*)*Nota: Los viales identificados como "viales a restituir" serán restaurados, salvo que los propietarios de las parcelas, en las que se ubican, soliciten su conservación.*

LEYENDA (PE EXISTENTE)

- SUPERFICIE A RESTITUIR (DESMANTELAMIENTO)
- VIALES A RESTUTIR (*) (DESMANTELAMIENTO)
- VIALES A CONSERVAS PARA REPOTENCIACION (ACONDICIONAR)
- TORRE DE MEDICIÓN
- CAMPAMENTO PROVISIONAL (Acopio de material del desmantelamiento)

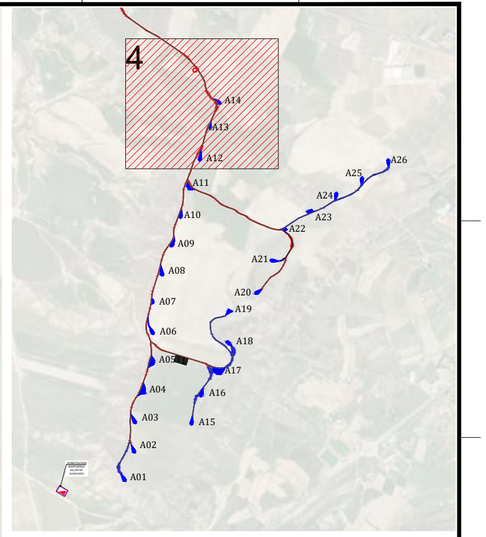
PROMOTOR: ENI PLENITUDE RENEWABLES SPAIN, S.L.	AUTOR: BARLOVENTO RECURSOS NATURALES, Calle Pintor Sorolla 8, 26007 Logroño, La Rioja, Tel. (+34) 941287348, www.barloventoapplus.com	00	06/2025	ETDL	CGG	AGM
		REV.	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE LA REPOTENCIACIÓN E HIBRIDACIÓN DEL PARQUE EÓLICO RAPOSERAS	TÍTULO DEL PLANO: PLANTA GENERAL DE DESMANTELAMIENTO CAMINOS Y PLATAFORMAS A RESTITUIR	FECHA: 06/2025	NÚMERO DE PLANO: PLANO 02			
	ESCALA: 1 : 2 000 / FORMATO: ISO A2		REVISIÓN: R00	PÁGINA 03 DE 05		



A14

A13

A12



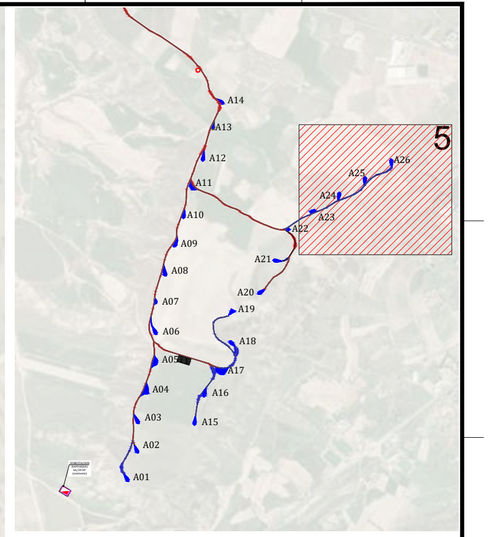
(*)Nota: *Los viales identificados como "viales a restituir" serán restaurados, salvo que los propietarios de las parcelas, en las que se ubican, soliciten su conservación.*

LEYENDA (PE EXISTENTE)

SUPERFICIE A RESTITUIR (DESMANTELAMIENTO)	
VIALES A RESTUTIR (*) (DESMANTELAMIENTO)	
VIALES A CONSERVAS PARA REPOTENCIACION (ACONDICIONAR)	
TORRE DE MEDICIÓN	
CAMPAMENTO PROVISIONAL (Acopio de material del desmantelamiento)	

PROMOTOR: ENI PLENITUDE RENEWABLES SPAIN, S.L.	AUTOR: BARLOVENTO RECURSOS NATURALES, Calle Pintor Sorolla 8, 26007 Logroño, La Rioja, Tel. (+34) 941287348, www.barloventoapplus.com				
		00	06/2025	ETDL	CGG	AGM
		REV.	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE LA REPOTENCIACIÓN E HIBRIDACIÓN DEL PARQUE EÓLICO RAPOSERAS	TÍTULO DEL PLANO: PLANTA GENERAL DE DESMANTELAMIENTO CAMINOS Y PLATAFORMAS A RESTITUIR	FECHA: 06/2025	NÚMERO DE PLANO: PLANO 02			
	ESCALA: 1 : 2 000	FORMATO: ISO A2	REVISIÓN: R00	PÁGINA 04 DE 05		





A26

A25

A24

A23

A22

(*)*Nota: Los viales identificados como "viales a restituir" serán restaurados, salvo que los propietarios de las parcelas, en las que se ubican, soliciten su conservación.*

LEYENDA (PE EXISTENTE)

SUPERFICIE A RESTITUIR (DESMANTELAMIENTO)	
VIALES A RESTUTIR (*) (DESMANTELAMIENTO)	
VIALES A CONSERVAS PARA REPOTENCIACION (ACONDICIONAR)	
TORRE DE MEDICIÓN	
CAMPAMENTO PROVISIONAL (Acopio de material del desmantelamiento)	

PROMOTOR: ENI PLENITUDE RENEWABLES SPAIN, S.L.	AUTOR: BARLOVENTO RECURSOS NATURALES, Calle Pintor Sorolla 8, 26007 Logroño, La Rioja, Tel. (+34) 941287348, www.barloventoapplus.com				
		00	06/2025	ETDL	CGG	AGM
		REV.	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO
PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE LA REPOTENCIACIÓN E HIBRIDACIÓN DEL PARQUE EÓLICO RAPOSERAS	TÍTULO DEL PLANO: PLANTA GENERAL DE DESMANTELAMIENTO CAMINOS Y PLATAFORMAS A RESTITUIR		FECHA: 06/2025	NÚMERO DE PLANO: PLANO 02	
	ESCALA: 1 : 2 000	FORMATO: ISO A2		REVISIÓN: R00	PÁGINA 05 DE 05