

Índice de contenidos

1. INTRODUCCIÓN	7
1.1. Promotor	7
1.2. Contexto de la actuación.....	7
1.3. Antecedentes y justificación de la actuación	7
1.4. Coherencia con el Plan Hidrológico del Ebro	10
1.5. Estrategia de Ordenación Territorial de Aragón (EOTA)	10
1.6. Motivación de la aplicación del procedimiento de tramitación ambiental	11
1.7. Normativa de referencia	11
1.7.1. Legislación de la Unión Europea	11
1.7.2. Legislación de ámbito estatal	14
1.7.3. Legislación de ámbito autonómico	17
2. UBICACIÓN Y OBJETO DEL PROYECTO	21
2.1. Ubicación del proyecto. Diagnóstico de la situación actual.....	21
2.2. Objeto del proyecto	22
3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y SUS ACCIONES	24
3.1. Definición y características del proyecto: descripción de las obras.....	24
3.1.1. Obra de toma	24
3.1.2. Balsa de regulación	25
3.1.3. Red de riego	27
3.1.4. Sistema de telecontrol de la red de riego	28
3.1.5. Estación de filtrado	29
3.1.6. Nudos aéreos.....	31
3.1.7. Sistema de riego en parcela	31
3.1.8. Instalaciones auxiliares	31
3.1.9. Gestión de residuos de construcción y demolición	32
3.1.10. Afecciones	33
3.2. Descripción y procedencia de los materiales.....	34
3.2.1. Uso del suelo	34
3.2.2. Uso del agua	35
3.2.3. Uso de energía y su naturaleza	36
3.3. Residuos y otros elementos derivados de la actuación	36
4. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS: EXAMEN MULTICRITERIO	39

4.1. Consideraciones iniciales	39
4.1.1. Condicionantes técnicos	39
4.1.2. Dimensionamiento de las redes de riego.....	41
4.2. Descripción de alternativas.....	43
4.2.1. Alternativa cero.....	43
4.2.2. Alternativa 1.....	43
4.2.3. Alternativa 2.....	45
4.3. Examen multicriterio de las alternativas.....	47
4.3.1. Alternativa cero.....	47
4.3.2. Alternativas 1 y 2.....	48
4.4. Justificación de la solución adoptada.....	48
5. INVENTARIO AMBIENTAL.....	50
5.1. Marco geográfico	50
5.2. Clima.....	50
5.2.1. Temperatura.....	50
5.2.2. Humedad.....	51
5.2.3. Precipitación.....	51
5.2.4. Radiación y evapotranspiración	52
5.2.5. Viento	53
5.3. Calidad atmosférica.....	53
5.4. Geología y geomorfología	57
5.4.1. Geología	57
5.4.2. Geomorfología	59
5.5. Hidrología. Masas de agua	60
5.5.1. Masas Superficiales	61
5.5.2. Masas Subterráneas.....	63
5.5.3. Balance de entradas y salidas de agua antes del proyecto.....	66
5.5.4. Contaminación difusa por nitratos.....	67
5.5.5. Registro de Zonas Protegidas de la Demarcación Hidrográfica del Ebro.....	69
5.6. Suelo.....	72
5.7. Flora y vegetación	75
5.7.1. Vegetación en la zona de estudio	75
5.7.2. Hábitats de Interés Comunitario	78
5.8. Fauna.....	81

5.8.1. Fauna en la zona de estudio.....	81
5.9. Paisaje	88
5.10. Espacios naturales de la Red Natura 2000	91
5.10.1. ZEPAs	92
5.10.2. LIC/ZEC	93
5.11. Otros espacios naturales protegidos.....	93
5.11.1 Espacios Naturales Protegidos	93
5.11.2 Espacios Protegidos Demarcación Hidrográfica del Ebro	94
5.12. Patrimonio cultural y arqueológico.....	94
5.12.1. Patrimonio pecuario.....	96
5.13. Medio socioeconómico	97
5.13.1. Población.....	98
5.13.2. Empleo.....	98
5.13.3. Infraestructuras y servicios	100
5.14. Cambio climático.....	101
6. IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS.....	106
6.1. Definiciones según el marco legal vigente	106
6.2. Metodología	107
6.3 Identificación de impactos potenciales.....	109
6.4. Efectos previsibles sobre el entorno y sus valores ambientales.....	111
6.4.1. Valoración de la incidencia sobre la calidad atmosférica	111
6.4.2. Valoración de la incidencia sobre las masas de agua.....	113
6.4.3. Valoración de la incidencia sobre el suelo	122
6.4.4. Valoración de la incidencia sobre la flora y la vegetación	123
6.4.5. Valoración de la incidencia sobre la fauna.....	125
6.4.6. Valoración de la incidencia sobre el paisaje.....	125
6.4.7. Valoración de la incidencia sobre los espacios de la Red Natura 2000	126
6.4.8. Valoración de la incidencia sobre otros espacios protegidos	127
6.4.9. Valoración de la incidencia sobre el patrimonio cultural y arqueológico.....	127
6.4.10. Valoración de la incidencia sobre el medio socioeconómico	129
6.4.11. Valoración de la incidencia sobre el cambio climático	131
6.5. Valoración global de los efectos.....	133
7. VULNERABILIDAD DEL PROYECTO ANTE EL RIESGO DE ACCIDENTES GRAVES O CATÁSTROFES.....	135
7.1. Consideraciones previas.....	135

7.1.1. Definición de riesgo.....	137
7.1.2. Desastres causados por riesgos naturales (catástrofes). Peligros relacionados con el clima	138
7.1.3. Desastres ocasionados por accidentes graves	138
7.1.4. Accidentes y catástrofes relevantes. Identificación de riesgos.....	138
7.1.5. Relación de las fuentes de información para el análisis de vulnerabilidad	139
7.2. Riesgo de catástrofes. Peligros relacionados con el clima	140
7.2.1. Riesgos por variaciones extremas de temperatura	142
7.2.2. Riesgo de variación en el régimen de precipitaciones	150
7.2.3. Variación de la evapotranspiración potencial.....	159
7.2.4. Riesgo de inundación de origen fluvial	163
7.2.5. Riesgo por fenómenos sísmicos	167
7.2.6. Riesgo de incendio forestal	171
7.3. Riesgo de accidentes graves.....	173
7.3.1. Rotura de la balsa.....	173
7.3.2. Incendios	182
7.3.3. Riesgo por vertidos químicos	183
7.4. Vulnerabilidad del proyecto	183
7.4.1. Vulnerabilidad frente al riesgo de catástrofes	184
7.4.2. Vulnerabilidad frente al riesgo de accidentes graves	184
7.4.3. Medidas de adaptación frente a los riesgos identificados.....	185
7.5. Soluciones de adaptación frente a los riesgos identificados	186
8. ESTABLECIMIENTO DE MEDIDAS PREVENTIVAS, CORRECTORAS Y COMPENSATORIAS	187
8.1. Buenas prácticas de obra	187
8.2. Divulgación y formación en buenas prácticas agrícolas.....	189
8.3. Medidas para el control de los efectos sobre la calidad atmosférica.....	189
8.3.1. Fase de ejecución	189
8.4. Medidas para el control de los efectos sobre las masas de agua	192
8.4.1. Fase de ejecución	192
8.4.2. Fase de explotación.....	201
8.5. Medidas para el control de los efectos sobre el suelo.....	209
8.5.1. Fase de ejecución	209
8.6. Medidas para el control de los efectos sobre la flora, la vegetación y los Hábitats de Interés Comunitario	212

8.6.1. Fase de ejecución	212
8.7. Medidas para el control de los efectos sobre la fauna	216
8.7.1. Fase de ejecución	216
8.8. Medidas para el control de los efectos sobre el paisaje	221
8.8.1. Fase de ejecución	221
8.9. Medidas para el control de los efectos sobre los espacios de la Red Natura 2000	222
8.9.1. Fase de ejecución	222
8.10. Medidas para el control de los efectos sobre otros Espacios Protegidos.....	223
8.11. Medidas para el control de los efectos sobre el patrimonio arqueológico	223
8.11.1. Fase de ejecución	223
8.12. Medidas para el control de los efectos sobre los factores socioeconómicos.....	224
8.12.1. Fase de ejecución	224
8.13. Medidas para el control de residuos.....	224
8.13.1. Fase de ejecución	224
8.14. Medidas para el control de los efectos sobre el cambio climático	227
9. PROGRAMA DE VIGILANCIA Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL	228
9.1. Objetivos del Plan de Vigilancia Ambiental.....	228
9.1.1. Requerimientos del Plan de Vigilancia Ambiental en el ámbito del PRTR.....	228
9.2. Contenido básico y etapas del Plan de Vigilancia Ambiental.....	229
9.3. Seguimiento y control	230
9.4. Seguimiento ambiental en la Fase de Ejecución	232
9.4.1. Seguimiento de la calidad atmosférica	232
9.4.2. Seguimiento de las masas de agua.....	233
9.4.3. Seguimiento de la calidad del suelo.....	234
9.4.4. Control de accesos temporales	237
9.4.5. Desmantelamiento de instalaciones de obra y limpieza de las zonas	238
9.4.6. Seguimiento de la reposición de servicios afectados.....	239
9.4.7. Vertederos y acopios.....	239
9.4.8. Control y replanteo	240
9.4.9. Seguimiento del cumplimiento de la formación	241
9.4.10. Seguimiento de la Red Natura 2000.....	255
9.4.11. Informes	255
9.5. Seguimiento ambiental de la Fase de Explotación.....	256
9.5.1. Seguimiento de los Flujos de Retorno del Regadío (FRR)	256

9.5.2. Seguimiento de la contaminación difusa	257
9.5.3. Seguimiento de flora y vegetación	261
9.5.4. Seguimiento de la fauna.....	264
9.5.5. Informes	268
10. CONCLUSIONES.....	269
11. PRESUPUESTO DE LAS MEDIDAS AMBIENTALES Y EL PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL.....	273
12. EQUIPO REDACTOR.....	276
13. BIBLIOGRAFÍA.....	277
14. ÍNDICE DE ANEXOS.....	280

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Promotor

El Promotor es la Sociedad Mercantil Estatal de Infraestructuras Agrarias, S.A. (SEIASA), con CIF A82535303 y domicilio en C/ José Abascal, 4, 6ª planta, C.P. 28003. Madrid.

1.2. Contexto de la actuación

Las actuaciones incluidas en el presente proyecto están enmarcadas dentro de la Adenda al Convenio entre el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y la Sociedad Mercantil Estatal de Infraestructuras Agrarias, S.A., firmada el 30 de noviembre de 2023, publicada en BOE nº 294 del 9 de diciembre de 2023, en relación con las obras de modernización de regadíos del “Plan para la mejora de la eficiencia y la sostenibilidad en regadíos” incluido en el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, Fase II.

El Plan para la mejora de la eficiencia y la sostenibilidad en regadíos (Inversión C3.I1 del PRTR) cuenta con una dotación de 563.000.000 € a cargo del Mecanismo de Recuperación y Resiliencia, para inversiones en modernización de regadíos sostenibles, con el objetivo de fomentar el ahorro del agua y/o la mejora de la eficiencia y la sostenibilidad energética en los regadíos españoles.

Como principio común a todos los proyectos enmarcados en el Componente C3.I1. del PRTR, incluso para los que no se encuentren incluidos en el ámbito de la Ley 21/2013, se requiere desde el Órgano Sustantivo que se aporte una documentación ambiental con los contenidos indicados en el presente documento. Esta documentación contribuirá a fundamentar las posibles exenciones de tramitación y, al mismo tiempo, constituirá la base de justificación del principio DNSH (*do no significant harm*) exigido en el artículo 17 del Reglamento de taxonomía (Reglamento (UE) 2020/852 del Parlamento Europeo y del Consejo de 18 de junio de 2020 relativo al establecimiento de un marco para facilitar las Inversiones Sostenibles y por el que se modifica el Reglamento (UE) 2019/2088), como garantía de que no se causa un perjuicio significativo sobre los objetivos ambientales enumerados en el artículo 9 del mencionado reglamento.

1.3. Antecedentes y justificación de la actuación

El sistema General de Bardenas riega en la actualidad unas 82.300 has. En ella, coexisten infraestructuras con más de 50 años de antigüedad concebidas para regar cereal de invierno en una agricultura de subsistencia (Bardenas I) con los sistemas de riego por aspersión ejecutados a finales del siglo XX (Bardenas II).

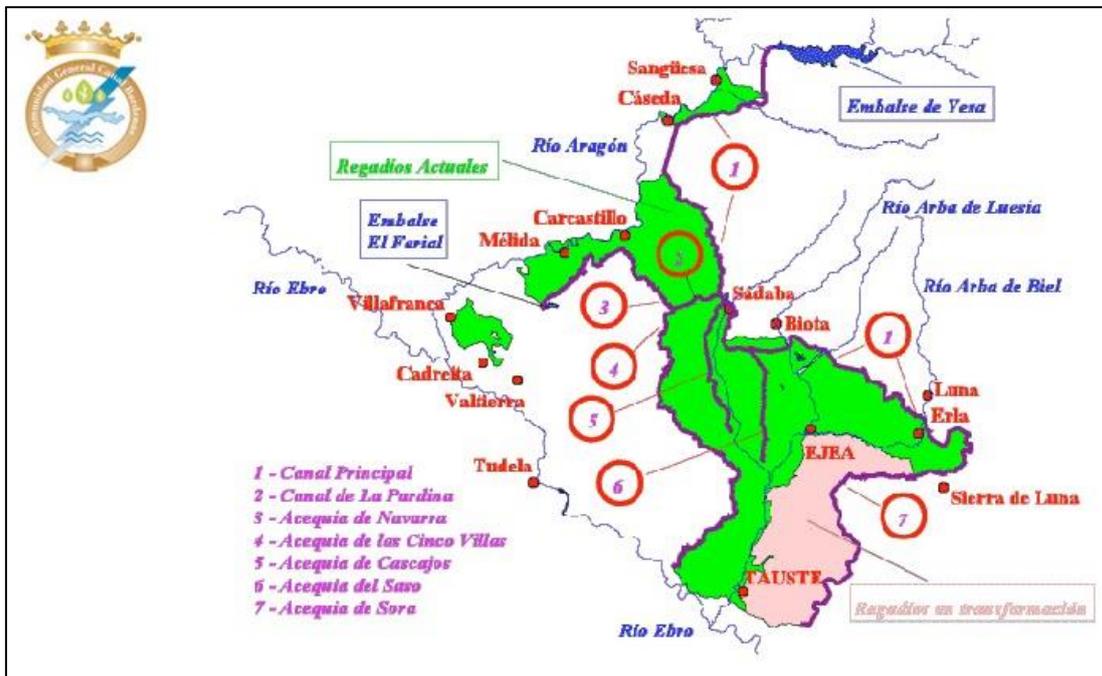


Figura 1. Sistema General de Bardenas. Fuente: CR, 2023.

En cuanto a la **concesión del agua**, la Comunidad de Regantes nº V está integrada en los Riegos de Bardenas que tiene derecho al uso del agua conforme a la Real Orden de 7 de mayo de 1926.

Los propietarios regantes y demás usuarios que tienen derecho al aprovechamiento de las aguas del río Aragón, a través del Canal de Bardenas, se constituyeron en COMUNIDAD GENERAL DE REGANTES DEL CANAL DE BARDENAS, en virtud de lo dispuesto en el artículo 228 de la Ley de Aguas de 13 de junio de 1879 y O.M. de 13 de febrero de 1968, adaptándose a la Ley de Aguas núm. 29/1985, de 2 de agosto (derogada por RDL 1/2001 de 20 de julio), y demás disposiciones vigentes.

La Comunidad General del Canal de Bardenas, la constituyen todos los propietarios autorizados para regar sus tierras y demás usuarios que tengan derecho al aprovechamiento de las aguas derivadas del río Aragón, embalsada en el pantano de Yesa y distribuida a través del Canal de Bardenas.

En el anexo de las Ordenanzas, aprobadas por Resolución de Presidencia de la Confederación Hidrográfica del Ebro de fecha 19-11-1997, se contempla como usuario de pleno derecho a las aguas del Canal de las Bardenas, procedentes del embalse de Yesa, a la Comunidad de Regantes nº V de Bardenas, con CIF nº G50065697, que comprende los sectores XVIII, XIX, XXIV, XXV, XXVI, XXVII, XXVIII, XXIX, XXX, XXXI y XXXII, correspondientes al Plan Coordinado de Obras de la zona regable de la primera parte del Canal de Bardenas, con una extensión superficial de 19.928,22 Ha, siendo la superficie regable en la campaña 2020-2021 de 15.772,5 Ha.

Durante las últimas décadas, el crecimiento económico ha motivado una intensificación agraria, con cambios en los patrones de cultivos hacia otros más exigentes, aumento de la mecanización y mejoras en la tecnología del riego que han generado un déficit estructural del canal, debido a la incapacidad de transportar suficiente caudal durante los períodos de mayor demanda, provocando estrés hídrico en los cultivos y limitando el futuro de un sistema que necesita adaptarse a una agricultura competitiva. Además, desde el año 2009 el sistema abastece de agua

a Zaragoza y su entorno, y a los más de 20 núcleos urbanos de la Comarca de Cinco Villas, genera energía a través de varias minicentrales hidroeléctricas y mantiene el caudal ecológico del río Aragón y los Arbas. La suma de todos estos factores propició el recrecimiento del embalse de cabecera, el pantano de Yesa.

Debido a la persistencia de la sequía entre los años 2004 y 2009, se dictó el **“Real Decreto-ley 14/2009, de 4 de diciembre, por el que se adoptan medidas urgentes para paliar los efectos producidos por la sequía en determinadas cuencas hidrográficas”**, a través del cual las obras urgentes de mejora de regadíos, con objeto de obtener un adecuado ahorro de agua que palie los daños producidos por la sequía (Anexo III) de la Comunidad de Regantes de base del Canal de Bardenas, se declararon de Interés General.

Actualmente la Comunidad de Regantes nº V de los riegos de Bardenas aplica en la zona de estudio (excepto en unas pocas explotaciones que han modernizado sus parcelas de manera individual mediante grupos electrógenos o diésel) un riego por inundación con unas infraestructuras de red de acequias de más de 60 años, muy deterioradas en la que se estiman unas pérdidas de agua de un 10-20%.

Por ello, la propia comunidad manifestó en el año 2012, al Departamento de Agricultura de la Diputación General de Aragón el interés de estudiar la modernización de todo el sistema.

En el año 2014 se redacta por parte del Servicio Provincial de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente de Zaragoza el **Plan Director de Modernización de Bardenas**, donde se definió como ámbito de estudio de la modernización, la totalidad de las comunidades de base del sistema hidráulico de Bardenas.

La Zona Regable dominada por la primera parte del canal de Bardenas (en lo sucesivo Bardenas I), es donde el plan profundiza más, ya que se considera como zona prioritaria de actuación, ya que la Zona regable de Bardenas II se transformó a riego a pie en sus inicios (sectores I, V, VI, VII, VIII y IX).

Este estudio hizo 4 grandes bloques de todo el sistema de Bardenas I, como se muestran a continuación:

- **1er bloque: Comunidad nº V, SAT Ansó, margen izquierda del Riguel y norte de la margen derecha.**
- 2º bloque: Comunidades nº VI y nº VII, sur de la margen derecha del Riguel y Huerta Alta de Tauste (margen derecha)
- 3er bloque: Comunidad nº II (provincia Zaragoza) y nº IV.
- 4º bloque: Comunidad de las Vegas.

Como puede observarse, la comunidad de regantes donde se ubica el proyecto que nos ocupa se encuentra recogido en el 1er bloque.

En el año 2021 y en base a la información establecida en el Plan Director, se redacta el **Anteproyecto de la modernización integral del regadío mediante transformación de riego a presión en la Comunidad de Regantes nº V de los Riegos de Bardenas**, en el que se establecieron 4 zonas y 6 sectores de riego de cara a favorecer la ejecución de la obra por fases completamente independientes. Cada zona es servida desde una balsa de almacenamiento.

El presente documento ambiental analiza las actuaciones que se llevarán a cabo en una de esas zonas, que se desarrollan en el **“Proyecto de Modernización integral de la Comunidad de Regantes nº V de los riegos de Bardenas (Zona 2) (Zaragoza)”**. Las superficies y el dimensionamiento del riego de este proyecto varían ligeramente respecto al Anteproyecto del que procede, ajustándose más a la realidad debido a que se han realizado estudios topográficos de mayor detalle.

1.4. Coherencia con el Plan Hidrológico del Ebro

El Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Ebro actualmente vigente, aprobado por el Real Decreto 35/2023, de 24 de enero, y publicado en el BOE de 10 de febrero de 2023, incorpora las demandas de los regadíos de Bardenas en sus análisis, donde se integran estas actuaciones, que contemplan escenarios con las previsiones de los efectos futuros del cambio climático.

Como resultado de las evaluaciones realizadas la Oficina de Planificación Hidrológica de la Confederación Hidrográfica del Ebro informó que no se han encontrado incoherencias entre estas demandas y los objetivos medioambientales, la asignación de recursos, los demás usos del agua, el programa de medidas, el régimen de caudales ecológicos y otras determinaciones del proyecto de Plan Hidrológico.

Además, el “Proyecto de Modernización integral de la Comunidad de Regantes nº V de los riegos de Bardenas (Zona 2) (Zaragoza)” se encuentra dentro del programa de medidas del Plan Hidrológico como una de las medidas complementarias necesarias para alcanzar los objetivos perseguidos por el mencionado plan (medida ES091_3_3373).

1.5. Estrategia de Ordenación Territorial de Aragón (EOTA)

La Estrategia de Ordenación Territorial de Aragón, sustitutiva de las Directrices Generales de Ordenación Territorial (Ley 7/1998, de 16 de julio), es un instrumento de planificación territorial contemplado en la Ley 4/2009, de 22 de junio, de Ordenación del Territorio de Aragón para diseñar el modelo de uso y transformación del territorio aragonés a corto, medio y largo plazo (EOTA, 2023).

El objetivo de la EOTA es establecer pautas de actuación (estrategias y normas) para los agentes territoriales que promuevan el desarrollo territorial de la Comunidad Autónoma de Aragón de forma equilibrada y sostenible: la mejora de todos aquellos factores que configuran la calidad de vida de los habitantes de un territorio y que dependen, de forma directa o indirecta, de las características del medio en el que viven (factores territoriales de desarrollo), teniendo en cuenta una serie de condicionantes que pueden limitar o potenciar este desarrollo (EOTA, 2023).

Este proyecto de Modernización integral de la comunidad de regantes de Bardenas se enmarca en la EOTA dentro de las Estrategias: 1.2.E1. *Agricultura de regadío*; 1.2.E2. *Proteger y consolidar el regadío*; y 12.4.E3. *Implantación de instalaciones y técnicas de bajo consumo de agua*. Asimismo, se enmarca en el Objetivo 14.1 *Implantación sostenible de las infraestructuras* que establece que las infraestructuras existentes en el territorio y las nuevas que se prevea construir en el futuro (de movilidad, telecomunicaciones, hidráulicas o energéticas) deberán cumplir con los objetivos de sostenibilidad económica (objetivo 7), social (objetivo 8) y ambiental (Objetivo 6).

1.6. Motivación de la aplicación del procedimiento de tramitación ambiental

El objeto del proyecto es la **modernización de una superficie regable** de 3.585,45 hectáreas pertenecientes a la Zona 2 de la Comunidad de Regantes nº V de los Riegos de Bardenas (Zaragoza). Se prevé la ejecución de las siguientes infraestructuras: balsa de riego (capacidad: 346.958,54 m³) y obra de toma, estación de filtrado, red de riego terciaria, y elementos de automatización y control.

El proyecto actuará sobre superficie de regadío preexistente de la Comunidad de Regantes y las actuaciones no supondrán un aumento de la superficie regable.

De acuerdo con la **Ley 21/2013 de Evaluación Ambiental** (modificada por el Real Decreto 445/2023, de 13 de junio, por el que se modifican los Anexos I, II y III de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental), se determina que el proyecto objeto del presente estudio, se encuentra dentro del **Anexo I** (Proyectos sometidos a la Evaluación Ambiental Ordinaria):

Grupo 1. Agricultura, silvicultura, acuicultura y ganadería:

- c) *Proyectos de gestión de recursos hídricos para la agricultura, incluida la transformación en regadío y la mejora o consolidación del regadío, que afecten a más de 100 ha.*

Por tanto, el proyecto debe ser sometido al procedimiento de **EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL ORDINARIA**.

1.7. Normativa de referencia

1.7.1. Legislación de la Unión Europea

Evaluación de Impacto Ambiental

- Directiva 2014/52/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de abril de 2014 por la que se modifica la Directiva 2011/92/UE.
- Directiva 2011/92/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de diciembre de 2011, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente Texto pertinente a efectos del EEE.
- Directiva 2001/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de junio de 2001, relativa a la evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente.

Espacios naturales, flora y fauna

- Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestre y Directiva 97/62/CE, de 27 de octubre de 1997 por la que se adapta al progreso científico y técnico la Directiva 92/43/CEE, relativa a la conservación de los hábitats y de fauna y flora silvestre.
- Directiva 2009/147/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de noviembre de 2009, relativa a la conservación de las aves silvestres.

- Decisión 98/746/CE, del Consejo, de 21 de diciembre de 1998, relativa a la aprobación en nombre de la Comunidad de la modificación de los Anexos II y III del Convenio de Berna relativo a la conservación de la vida silvestre y del medio natural de Europa, adoptada durante la decimoséptima reunión del Comité Permanente del Convenio.

Protección del medio ambiente

- Directiva 2010/75/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 24 de noviembre de 2010, sobre las emisiones industriales (prevención y control integrados de la contaminación) Texto pertinente a efectos del EEE.
- Directiva 97/63/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 24 de noviembre de 1997 por la que se modifican las Directivas 76/116/CEE, 80/876/CEE 89/284/CEE y 89/530/CEE del Consejo, relativas a la aproximación de las legislaciones de los Estados Miembros sobre los abonos.

Residuos

- Directiva 98/2008/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas (Directiva Marco de Residuos).
- Directiva 91/156/CEE, de 18 de marzo, relativa a los residuos, de modificación de la Directiva 75/442/CE.
- Reglamento 1013/2006, de 14 de junio, relativo a los traslados de residuos.
- Directiva 1999/31/CE del Consejo, de 26 de abril de 1999, relativa al vertido de residuos.
- Decisión 2003/33/CE del Consejo, de 19 de diciembre de 2002, por la que se establecen los criterios y procedimientos de admisión de residuos en los vertederos con arreglo al artículo 16 y al anexo II de la Directiva 1999/31 CEE.
- Directiva del Parlamento y del Consejo 94/62/CE, de 20 de diciembre, relativa a los Envases y Residuos de Envases.

Aguas

- Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas.
- Directiva 2006/44/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 6 de septiembre de 2006, relativa a la calidad de las aguas continentales que requieren protección o mejora para ser aptas para la vida de los peces (Texto pertinente a efectos del EEE).
- Directiva 2006/11/CE relativa a la contaminación causada por determinadas sustancias peligrosas vertidas en el medio acuático de la Comunidad (versión codificada de la derogada 76/464/CEE).
- Directiva 86/28/CEE del Consejo de 12 de junio de 1986 relativa a los valores límite y los objetivos de calidad para los vertidos de determinadas sustancias peligrosas comprendidas en la lista I del Anexo de la Directiva 76/464/CEE.

- Directiva 2006/118/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 12 de diciembre de 2006 relativa a la protección de las aguas subterráneas contra la contaminación y el deterioro.
- Directiva 2006/44/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 6 de septiembre de 2006 relativa a la calidad de las aguas continentales que requieren protección o mejora para ser aptas para la vida de los peces.
- Directiva 1991/676/CEE, del Consejo, de 12 de diciembre de 1991, relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en la agricultura.
- Directiva 91/271/CEE sobre el tratamiento de aguas residuales urbanas.
- Reglamento (UE) 2020/741 del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de mayo de 2020 relativo a los requisitos mínimos para la reutilización del agua.

Calidad atmosférica y ruido

- Directiva 2008/50/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de mayo de 2008, relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa.
- Directiva 2001/81/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de octubre de 2001 sobre techos nacionales de emisión de determinados contaminantes atmosféricos.
- Reglamento 166/2006, de 18 de enero, relativo al establecimiento de un registro europeo de emisiones y transferencias de contaminantes.
- Directiva 2002/80/CE, de 3 de octubre, por la que se adapta al progreso técnico la Directiva 70/220/CEE del Consejo relativa a las medidas que deben adoptarse contra la contaminación atmosférica causada por las emisiones de los vehículos a motor.
- Reglamento (CE) nº 715/2007 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de junio de 2007, sobre la homologación de tipo de los vehículos de motor por lo que se refiere a las emisiones procedentes de turismos y vehículos comerciales ligeros (Euro 5 y Euro 6) y sobre el acceso a la información relativa a la reparación y el mantenimiento de los vehículos (Texto pertinente a efectos del EEE).
- Directiva 96/62/CE, de 27 de septiembre, sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente.
- Directiva 2002/49/CE de 25 de junio, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental.
- Directiva 2008/50/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 21 de mayo de 2008 relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa.
- Directiva 2000/14/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 8 de mayo de 2000, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre emisiones sonoras en el entorno debidas a las máquinas de uso al aire libre.

Otros ámbitos

- Directiva 88/610/CEE del Consejo de 24 de noviembre de 1988 por la que se modifica la Directiva 82/501/CEE relativa a los riesgos de accidentes graves en determinadas actividades industriales.

1.7.2. Legislación de ámbito estatal

Evaluación de Impacto Ambiental

- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Real Decreto 445/2023, de 13 de junio, por el que se modifican los anexos I, II y III de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Ley 9/2018, de 5 de diciembre, por la que se modifica la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, la Ley 21/2015, de 20 de julio, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes y la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero.

Espacios naturales, flora y fauna

- Real Decreto 1015/2013, de 20 de diciembre, modifica los anexos I, II y V de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.
- Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.
- Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto, por el que se regula el Catálogo español de especies exóticas invasoras.
- Real Decreto 1997/1995, de 7 de diciembre, por la que se establecen medidas para contribuir a garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres.
- Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas.

Residuos

- Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.
- Orden APM/1007/2017, de 10 de octubre, sobre normas generales de valorización de materiales naturales excavados para su utilización en operaciones de relleno y obras distintas a aquéllas en las que se generaron.
- Real Decreto Legislativo 1/2016, de 16 de diciembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de prevención y control integrados de la contaminación.
- Ley 5/2013, de 11 de junio, por la que se modifican la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación y la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- Real Decreto 1055/2022, de 27 de diciembre, de envases y residuos de envases.

- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Orden MAN/304/2002, de 8 de febrero, por el que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.

Aguas

- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.
- Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico.
- Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril.
- Real Decreto 35/2023, de 24 de enero, por el que se aprueba la revisión de los planes hidrológicos de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Occidental, Guadalquivir, Ceuta, Melilla, Segura y Júcar, y de la parte española de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Oriental, Miño-Sil, Duero, Tajo, Guadiana y Ebro.
- Real Decreto 129/2014, de 28 de febrero, por el que se aprueba el Plan Hidrológico de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Ebro.
- Real Decreto 3/2023, de 10 de enero, por el que se establecen los criterios técnico-sanitarios de la calidad del agua de consumo, su control y suministro.

Nitratos

- Real Decreto 47/2022, de 18 de enero, sobre protección de las aguas contra la contaminación difusa producida por los nitratos procedentes de fuentes agrarias.

Suelos

- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.

Atmósfera y ruido

- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.
- Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire.
- Real Decreto 678/2014, de 1 de agosto, por el que se modifica el Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire.
- Real Decreto 212/2002 relativo a emisiones sonoras debidas a máquinas de uso al aire libre.
- Decreto 2414/1961, de 30/12, que aprueba el Reglamento de Actividades Molestas Insalubres Nocivas y Peligrosas (RAMINP).
- Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido.
- Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental.

- Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- Real Decreto 524/2006, de 28 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.

Patrimonio

- Ley 16/1985 de 25 de junio de Patrimonio Histórico Español.
- Ley 3/1995, de 23 de marzo, de Vías Pecuarias.
- Ley 39/2015, de 1 de octubre, del procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas.
- Real Decreto 111/1986, de 10 de enero, de desarrollo parcial de la Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español.
- Real Decreto 2568/1986, de 28 de noviembre, Reglamento de Organización, Funcionamiento y Régimen Jurídico de las Entidades Locales.
- Real Decreto 496/1987, de 18 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley 23/1982, reguladora del Patrimonio Nacional.
- Real Decreto 64/1994 de 21 de enero por el que se modifica el Real Decreto 111/1986, de 10 de enero, de desarrollo parcial de la Ley 16/1985, de 25 de junio del Patrimonio Histórico Español (BOE nº 52 de 02/03/1994).
- Real Decreto 162/2002, de 8 de febrero, por el que se modifica el artículo 58 del Real Decreto 111/1986 de 10 de enero de desarrollo parcial de la Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español (BOE nº 35 de 09/02/2002).
- Real Decreto 600/2011, de 29 de abril, por el que se modifica el Reglamento de la Ley 23/1982, de 16 de junio, reguladora del Patrimonio Nacional, aprobada por Real Decreto 496/1987, de 18 de marzo.
- Real Decreto 214/2014, de 28 de marzo, por el que se modifica el Reglamento de la Ley 23/1982, de 16 de junio, reguladora del Patrimonio Nacional, aprobada por Real Decreto 496/1987, de 18 de marzo.

Otra legislación aplicable

- Ley 17/2015, de 9 de julio, del Sistema Nacional de Protección Civil.
- Real Decreto-ley 14/2009, de 4 de diciembre, por el que se adoptan medidas urgentes para paliar los efectos producidos por la sequía en determinadas cuencas hidrográficas.
- Real Decreto-ley 4/2023, de 11 de mayo, por el que se adoptan medidas urgentes en materia agraria y de aguas en respuesta a la sequía y al agravamiento de las

condiciones del sector primario derivado del conflicto bélico en Ucrania y de las condiciones climatológicas, así como de promoción del uso del transporte público colectivo terrestre por parte de los jóvenes y prevención de riesgos laborales en episodios de elevadas temperaturas.

- Real Decreto-ley 4/2022, de 15 de marzo, por el que se adoptan medidas urgentes de apoyo al sector agrario por causa de la sequía.
- Real Decreto 903/2010, de 9 de julio, de evaluación y gestión de riesgos de inundación.
- Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre, por el que se aprueba la norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación (NCSR-02).
- Real Decreto 264/2021, de 13 de abril, por el que se aprueban las normas técnicas de seguridad para las presas y sus embalses.

1.7.3. Legislación de ámbito autonómico

Evaluación ambiental

- Ley 11/2014, de 4 de diciembre, de Prevención y Protección Ambiental de Aragón.

Protección de espacios protegidos y especies

- Decreto 129/2022, de 5 de septiembre, del Gobierno de Aragón, por el que se crea el Listado Aragonés de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y se regula el Catálogo de Especies Amenazadas de Aragón.
- Decreto 13/2021, de 25 de enero, del Gobierno de Aragón, por el que se declaran las Zonas de Especial Conservación en Aragón, y se aprueban los planes básicos de gestión y conservación de las Zonas de Especial Conservación y de las Zonas de Especial Protección para las Aves de la Red Natura 2000 en Aragón.
- Decreto 170/2013, de 22 de octubre, del Gobierno de Aragón, por el que se delimitan las zonas de protección para la alimentación de especies necrófagas de interés comunitario en Aragón y se regula la alimentación de dichas especies en estas zonas con subproductos animales no destinados al consumo humano procedentes de explotaciones ganaderas.
- Decreto 204/2010, de 2 de noviembre, por el que se crea el Inventario de Humedales Singulares de Aragón y se establece su régimen de protección.
- Decreto 233/2010, de 14 de diciembre, del Gobierno de Aragón, por el que se establece un nuevo régimen de protección para la conservación del Cernícalo Primilla (*Falco naumanni*).
- Decreto 27/2015, de 24 de febrero, por el que se regula el Catálogo de árboles y arboledas singulares de Aragón.
- Decreto 274/2015, de 29 de septiembre, por el que se crea el Catálogo de Lugares de Interés Geológico de Aragón y se establece su régimen de protección.

- Decreto 45/2003, de 25 de febrero, del Gobierno de Aragón, por el que se establece un régimen de protección para el quebrantahuesos y se aprueba el Plan de Recuperación.
- Decreto 49/1995, de 28 de marzo, por el que se regula el Catálogo de especies amenazadas de Aragón.
- Decreto 181/2005, de 6 de septiembre, del Gobierno de Aragón, por el que se modifica parcialmente el Decreto 49/1995, de 28 de marzo, de la Diputación General de Aragón, por el que se regula el Catálogo de Especies Amenazadas de Aragón.
- Decreto Legislativo 1/2015, de 29 de julio, de Espacios Protegidos de Aragón.
- Decreto Legislativo 1/2017, de 20 de junio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Montes de Aragón.
- Ley 1/2015, de 12 de marzo, de Caza de Aragón.
- Ley 10/2014, de 27 de noviembre, de Aguas y Ríos de Aragón.
- Ley 2/2016, de 28 de enero, de Medidas Fiscales y Administrativas de la Comunidad Autónoma de Aragón.
- Resolución de 30 de junio de 2010, de la Dirección General de Desarrollo Sostenible y Biodiversidad, por la que se delimitan las áreas prioritarias de las especies de aves incluidas en el Catálogo de Especies Amenazadas de Aragón, y se dispone la publicación de las zonas de protección existentes en la Comunidad Autónoma de Aragón.

Protección del medio

- Ley 11/2014, de 4 de diciembre, de Prevención y Protección Ambiental de Aragón.
- Decreto 167/2018, de 9 de octubre, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el Plan Especial de Protección Civil de Emergencias por Incendios Forestales (PROCINFO).
- Orden AGM/112/2021, de 1 de febrero, por la que se prorroga la Orden de 20 de febrero de 2015, del Consejero de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente, sobre prevención y lucha contra los incendios forestales en la Comunidad Autónoma de Aragón para la campaña 2015/2016.
- Orden AGM/1291/2021, de 6 de octubre, por la que se adoptan medidas para facilitar la tramitación de los usos del fuego recogidos en la Orden de 20 de febrero de 2015, del Consejero de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente, sobre prevención y lucha contra los incendios forestales en la Comunidad Autónoma de Aragón para la campaña 2015/2016, prorrogada por Orden AGM/112/2021, de 1 de febrero.

Aguas

- Ley 6/2001, de 17 de mayo, de Ordenación y Participación en la Gestión del Agua en Aragón.

Residuos

- Decreto 262/2006, de 27 de diciembre, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el Reglamento de la producción, posesión y gestión de los residuos de la construcción

y la demolición, y del régimen jurídico del servicio público de eliminación y valorización de escombros que no procedan de obras menores de construcción y reparación domiciliaria en la Comunidad Autónoma de Aragón.

- Decreto 117/2009, de 23 de junio, del Gobierno de Aragón, por el que se modifica el Decreto 262/2006, de 27 de diciembre, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el reglamento de la producción, posesión y gestión de los residuos de la construcción y la demolición, y del régimen jurídico del servicio público de eliminación y valorización de escombros que no procedan de obras menores de construcción y reparación domiciliaria en la Comunidad Autónoma de Aragón.
- Decreto 148/2008, de 22 de julio, por el que se aprueba el Catálogo Aragonés de Residuos.
- Decreto 2/2006, de 10 de enero, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el Reglamento de la producción, posesión y gestión de residuos industriales no peligrosos y del régimen jurídico del servicio público de eliminación de residuos industriales no peligrosos no susceptibles de valorización en la Comunidad Autónoma.
- Decreto 236/2005, de 22 de noviembre, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el Reglamento de la producción, posesión y gestión de residuos peligrosos y del régimen jurídico del servicio público de eliminación de residuos peligrosos en la Comunidad Autónoma de Aragón.
- Decreto 262/2006, de 27 de diciembre, del Gobierno de Aragón por el que se aprueba el Reglamento de la producción, posesión y gestión de los residuos de la construcción y la demolición y del régimen jurídico del servicio público de eliminación y valorización de escombros.
- Orden DRS/1364/2018, de 27 de julio, por el que se da publicidad al Acuerdo del Gobierno de Aragón de fecha 24 de julio de 2018, por el que se aprueba el Plan de Gestión Integral de Residuos de Aragón (2018-2022).

Ordenación territorial

- Decreto 202/2014, de 2 de diciembre, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba la Estrategia de Ordenación Territorial de Aragón.
- Decreto Legislativo 2/2015, de 17 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Ordenación del Territorio de Aragón.
- Decreto-Legislativo 1/2014, de 8 de julio, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Urbanismo de Aragón.
- Ley 1/2008, de 4 de abril, de adaptación a la Ley 8/2007, de Suelo.
- Ley 2/2016, de 28 de enero, de Medidas Fiscales y Administrativas de la Comunidad Autónoma de Aragón.
- Ley 7/1998, de 16 de julio, de aprobación de las Directrices Generales de la Ordenación del Territorio de Aragón.

- Orden DRS/1521/2017, de 17 de julio, por la que se clasifica el territorio de la Comunidad Autónoma de Aragón en función de riesgo de incendio forestal y se declaran zonas de alto y de medio riesgo de incendio forestal.

Patrimonio cultural

- Ley 3/1999, de 10 de marzo, Ley del Patrimonio Cultural Aragonés
- Ley 10/2005, de 11 de noviembre, de vías pecuarias de Aragón.
- Ley 39/2015, de 1 de octubre, de Procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas.
- Decreto 6/1990, de 23 de enero, por el que se aprueba el régimen de autorizaciones para la realización de actividades arqueológicas y paleontológicas en la Comunidad Autónoma de Aragón. BOA 15, de 07-02-90.

Atmósfera y ruido

- Ley 7/2010, de 18 de noviembre, de protección contra la contaminación acústica de Aragón.

2. UBICACIÓN Y OBJETO DEL PROYECTO

2.1. Ubicación del proyecto. Diagnóstico de la situación actual

La zona objeto de modernización (Zona 2) se encuentra en el municipio de Ejea de los Caballeros, más concretamente, entre las localidades de Ejea de los Caballeros, Sabinar, Valareña y cerca de Santa Anastasia. La superficie regable considerada en este proyecto es de 3.585,45 Ha.

Los límites de la zona regable son:

- Norte: La carretera A-125
- Este: El Polígono Valdeferrín de Ejea y el río Arba de Luesia
- Sur: El Río Riguel y el Río Arba de Luesia
- Oeste: El Río Riguel

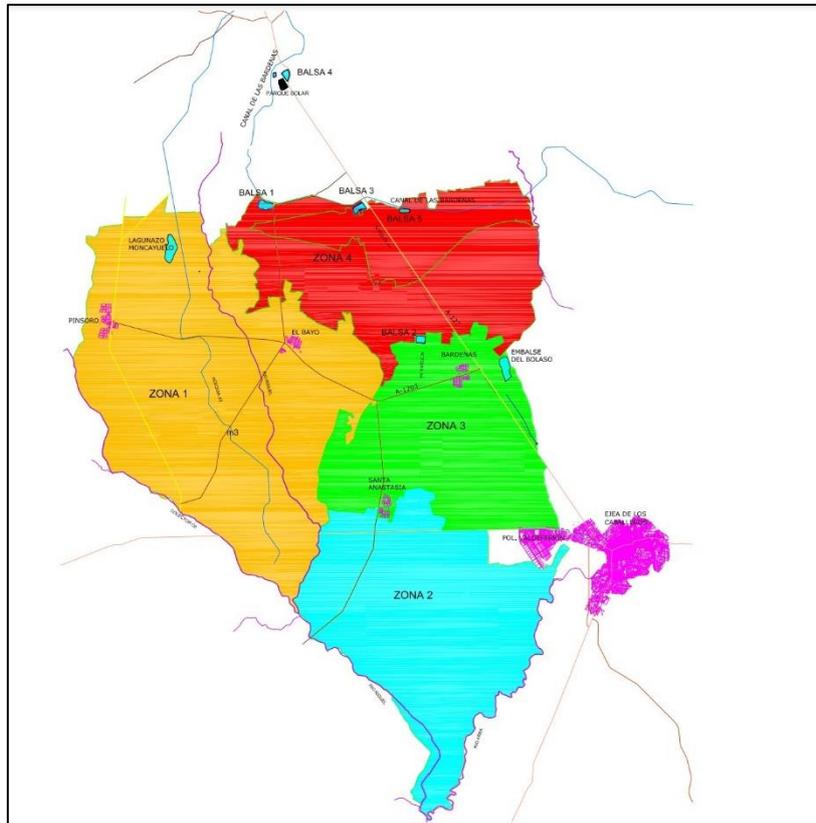


Figura 2. Plano general del regadío de Bardenas con su zonificación. La zona 2 analizada en este estudio es la que se indica en color azul claro al sur de toda la región. Escala 1/50.000.

Las modernizaciones se realizan en parcelas que pertenecen a la Comunidad de Regantes (CR) nº V de “Riegos de Bardenas” que se encuentran situadas en la Comarca de las Cinco Villas, al norte de la provincia de Zaragoza y pertenece a la Comunidad General de Regantes del Canal de Bardenas¹.

¹ Domicilio social en Polígono Valdeferrín, Centro de Negocios Exión. Crta. 125 Ayerbe-Tudela, Km. 35,500. CP 50600 Ejea de los Caballeros (Zaragoza).

Las parcelas que son objeto de modernizar afectan a los polígonos 104, 105, 106 y 107 del Término Municipal de Ejea de los Caballeros. Además, para esta modernización se proyecta una balsa ubicada, junto a la acequia del Saso (A4), cerca de la localidad de Bardenas, fuera de la zona regable a modernizar, por lo que esta misma balsa y su tubería principal hasta llegar a la zona 2 afecta los polígonos 103 y 104 del Término Municipal de Ejea de los Caballeros.

La Comunidad de Regantes nº V abarca con un total de 19.928,22 Ha, de las cuales 15.772,58 Ha son de regadío. A su vez, la superficie de regadío se distribuye en función del sistema de riego de la siguiente forma:

Tabla 1. Distribución del regadío en función del sistema empleado.

Sistema	Superficie (Ha)	Porcentaje (%)
Inundación	11.223	71,15
Aspersión	3.600	22,82
Localizado	950	6,03
TOTAL	15.773	

En la zona de estudio, la CR emplea un riego por inundación a través de una red de acequias anticuada y deficiente, en la cual se estiman unas pérdidas de agua de un 10-20%.

El origen de los recursos hídricos disponibles se encuentra en el embalse de Yesa y se distribuyen a través del Canal de las Bardenas, hacia diferentes acequias. Según el Plan Hidrológico de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Ebro (2022-2027)², la dotación asigna al Canal de las Bardenas y por ende a la Comunidad de Regantes nº V es de **9.129 m³/Ha/año**.

Aunque la Comunidad de Regantes nº V, tiene una dotación asignada, eso no quiere decir que se pueda disponer de ella, ya que depende de un embalse de escasa capacidad que no es capaz de almacenar dicha dotación para todas las Has del sistema de Bardenas. Cada año en función del comportamiento hidrológico del embalse, por parte de la Comunidad General, se asignan cupos de agua a cada Comunidad.

2.2. Objeto del proyecto

El objeto del proyecto es modernizar la infraestructura de regadío para lograr una mejor optimización del recurso hidrológico y energético. Se trata de modernizar 3.585,45 hectáreas pertenecientes a la Zona 2 de la Comunidad de Regantes nº V de los Riegos de Bardenas mediante presión natural, para ello se crea una nueva red de riego que mediante una balsa a cota suficiente lo garantice. Este método de distribución del agua pretende sustituir el actual sistema de canalizaciones abiertas mediante acequias de hormigón prefabricado, que genera importantes pérdidas de agua a consecuencia de su estado de deterioro, por un sistema presurizado de tuberías que permite la implantación de métodos de riego en parcela modernos y mucho más eficientes, como son el riego por aspersión o por goteo.

Con el fin de poder almacenar el agua solicitada por la Comunidad de Regantes nº V de los Riegos de Bardenas a la Confederación Hidrográfica del Ebro, está prevista la construcción de una balsa

² El 11 de febrero de 2023 entró en vigor el Plan Hidrológico de tercer ciclo (horizonte 2022-2027) aprobado mediante Real Decreto 35/2023, de 24 de enero, por el que se aprueba la revisión de los planes hidrológicos de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Occidental, Guadalquivir, Ceuta, Melilla, Segura y Júcar, y de la parte española de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Oriental, Miño Sil, Duero, Tajo, Guadiana y Ebro.

reguladora situada a la cota óptima para que todos los hidrantes tengan una presión adecuada de funcionamiento. Se ubica al lado de la Acequia del Saso o A-4 (abastecida por el Canal de las Bardenas) desde la que se va a alimentar con una toma directa por gravedad.

Además, el nuevo sistema de distribución del agua permite implementar instrumentos para la medición y gestión del volumen de agua de riego utilizado a nivel de explotación, logrando así un mayor control y optimización del consumo de agua con respecto al sistema actual.

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y SUS ACCIONES

Este proyecto consiste en la modernización de 3.585,45 hectáreas pertenecientes a la Zona 2 de la Comunidad de Regantes nº V de Bardenas, que riegan actualmente por inundación.

Para abastecer a esta superficie se va a realizar una balsa de 346.958,54 m³ de capacidad que se llenará desde la Acequia A-4 o del Saso y está ubicada en la cota 398.

El sistema de riego consta de tuberías principales y tuberías terciarias. Se han proyectado la incorporación de 208 nuevos hidrantes, con control de toma única y compartida. Las superficies de mayor a 5 hectáreas tendrán su propio hidrante y las que no, se agruparán con otras parcelas colindantes que permitan llegar a esa superficie mínima. En el caso de los hidrantes compartidos, en la misma agrupación, las tomas que la compongan deberán establecer un turno de riego adecuado.

3.1. Definición y características del proyecto: descripción de las obras

3.1.1. Obra de toma

El caudal de diseño de la obra de toma será como mínimo de 2.689,09 l/s. Este valor se obtiene teniendo en cuenta el caudal ficticio continuo para el mes de máximas necesidades (julio) y la superficie total a regar.

La balsa se ubicará al lado de la Acequia del Saso o A-4 desde el que se va a alimentar con una toma directa por gravedad. En dicha acequia será necesario abrir una nueva toma, en la conexión se instalará una compuerta mural de 1500 x 1500 mm, punto de accionamiento a 3000 mm.

Para realizar la obra de toma se ha de rebajar la solera de la acequia actual para llevarla a la cota 397,85 m y situar la rasante de la apertura de la compuerta automatizada 0,30 m por encima de la rasante de la acequia. El hueco donde se situará la compuerta automatizada será de 1,50 x 1,20 m, aunque la apertura máxima de ésta se fijará a 0,90 m. La cota de la solera de la acequia, aguas abajo de esta obra de toma, se situará en la cota 399,91, la misma que tenía originalmente.

Para el llenado de la balsa se empleará una arqueta de carga de la tubería de transporte. Esta arqueta tiene un hueco libre en la cara de la Acequia del Saso o A-4 de 1,20 x 1,50 m que permite su llenado mediante una compuerta mural automatizada, facilitando el paso del caudal deseado según su programación gracias a la instalación de un caudalímetro de inserción en la tubería que llenará la balsa (para el control de la petición de caudales a la Confederación Hidrográfica del Ebro). Para la regulación de la compuerta mural autoregulante se necesita un Motor eléctrico 12VDC y reductor, este será alimentado mediante panel solar 85W.

Para evitar la entrada de gruesos a la balsa, tal como plásticos, ramas, animales muertos, etc. se va a colocar en la conexión de la Obra de toma con la Acequia del Saso o A-4, delante de la compuerta mural, una reja de desbaste hecha con tubos galvanizados de 16 mm y 20 cm de luz. Dicha reja podrá ser limpiada de forma manual periódicamente.

Para disipar parte de la energía con la que el agua llegará a la Balsa de regulación, que pueda dañar a la lámina de PE, se ha diseñado una arqueta de rotura tipo aliviadero. La estructura de

entrada a balsa consiste en una arqueta cubierta por una losa de hormigón y un canal de entrada sobre el talud interior de la balsa. Sobre la losa de la arqueta existe el tráfico que pasará por el camino de coronación de la balsa.

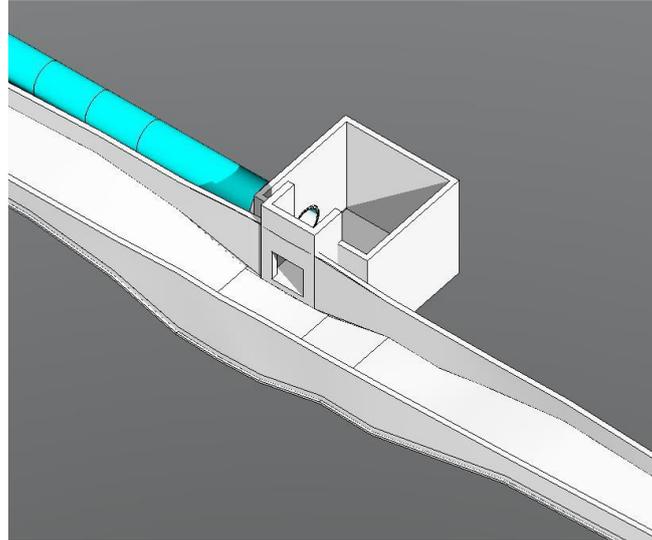


Figura 3. Detalle de la obra de toma. Fuente: Anejo 10. Obra de toma.

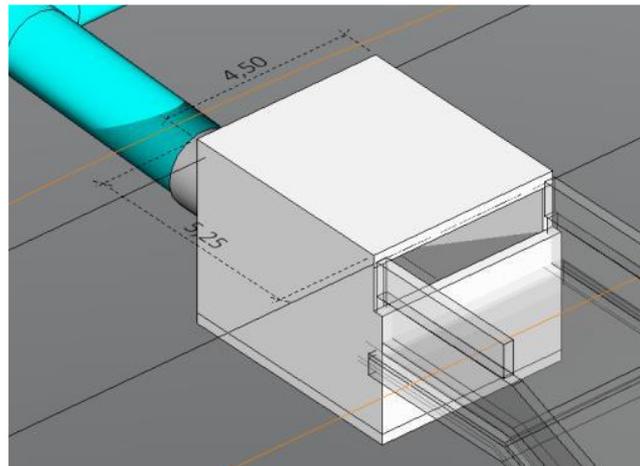


Figura 4. Detalle de la estructura de entrada a la balsa (arqueta). Fuente: Anejo 10. Obra de toma.

3.1.2. Balsa de regulación

La balsa proyectada se sitúa en el término municipal de Ejea de los Caballeros, en el paraje denominado “Corral del Poyico” y su emplazamiento se ha hecho coincidir con la parcela número 57 del polígono 103.

- Coordenadas UTM (ETRS89 HU-30):

X = 647464

Y = 4672599

La balsa se construirá semiexcavada en el terreno. Los terraplenes serán de forma trapezoidal con una anchura de coronación de 5 m. y taludes de 2,50 en horizontal por 1,00 en vertical para

el talud interior y 2,00 en horizontal por 1,00 en vertical en el talud exterior. El talud de aguas abajo se cubre con una capa de tierra vegetal.

La altura máxima del terraplén respecto al fondo de la balsa será 7,4 m, con una altura de lámina de agua a N.M.N. de 6,4 m, quedando, por tanto, un resguardo de 1 m bajo la coronación. En dicha coronación se proyecta la construcción de un camino de 1076 m de longitud.

Las características más significativas de la balsa, a modo de resumen, son las siguientes:

- Cota NAMO (Nivel de Almacenamiento Máximo Ordinario - entre la cota de fondo de la balsa y la cota del aliviadero): 398 msnm
- Cota NAME (Nivel de Almacenamiento Máximo Extraordinario): 398,61 msnm
- Cota del camino de coronación: 399 msnm
- Resguardo: 1 m
- Cota media de fondo: 391,5 msnm
- Altura Dique Contención: 7,7 m
- Superficie que abastece: 3.585,45 Has
- Caudal de llenado: 3.600 l/s
- Caudal ficticio continuo (c.f.c.): 0,75 l/s.Ha
- Capacidad de almacenamiento: 346.958,54 m³

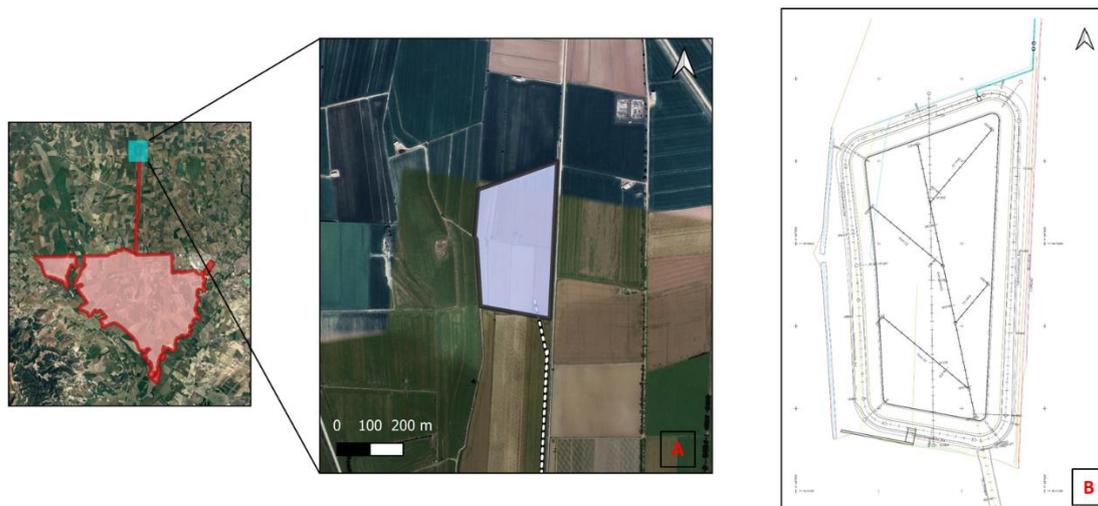


Figura 5. Ubicación (A) y planta general (B) de la balsa.

La tierra vegetal que se retire en las tareas previas a la excavación de la balsa, será extendida sobre el talud exterior al objeto de que se puedan repoblar de vegetación de forma natural. Con ello se pretende conseguir integrar la estructura en el paisaje favoreciendo a su vez a la fauna de la zona y reduciendo la erosión por acción de las lluvias y el viento.

Con el fin de evitar posibles desgracias humanas y accidentes de animales que pudieran causar daños en la obra construida, se procederá a la instalación de un doble vallado perimetral del embalse; uno a pie de talud exterior de la balsa (de 2 metros de altura) y otro en el interior del camino de coronación (de 1 metro de altura). Además, en las paredes internas de la balsa, se anclarán unas mallas que sirvan de escape para la fauna que caiga dentro accidentalmente.

3.1.3. Red de riego

Para el trazado de la red de riego, se ha seguido, siempre que ha sido posible, el criterio de realizarla paralela a caminos o carreteras, pero dentro de las fincas; de esta manera se facilita el mantenimiento y reparación de la red en caso de avería y se evita el tener que dimensionarla para cargas de tráfico. También se ha buscado evitar las zonas arboladas y las edificaciones, siguiendo la orografía más favorable posible.

En Mayo de 2021 se redactó el **Anteproyecto de modernización integral del regadío mediante transformación de riego a presión en la C.R. nº V "Riegos de Bardenas"**. En dicho Anteproyecto se trazaron ya las redes de riego, por lo que para este proyecto se ha hecho una verificación en campo de dichos trazados y una exposición pública a los regantes. Como consecuencia de dichas actuaciones ha habido ligeras modificaciones de los trazados del Anteproyecto.

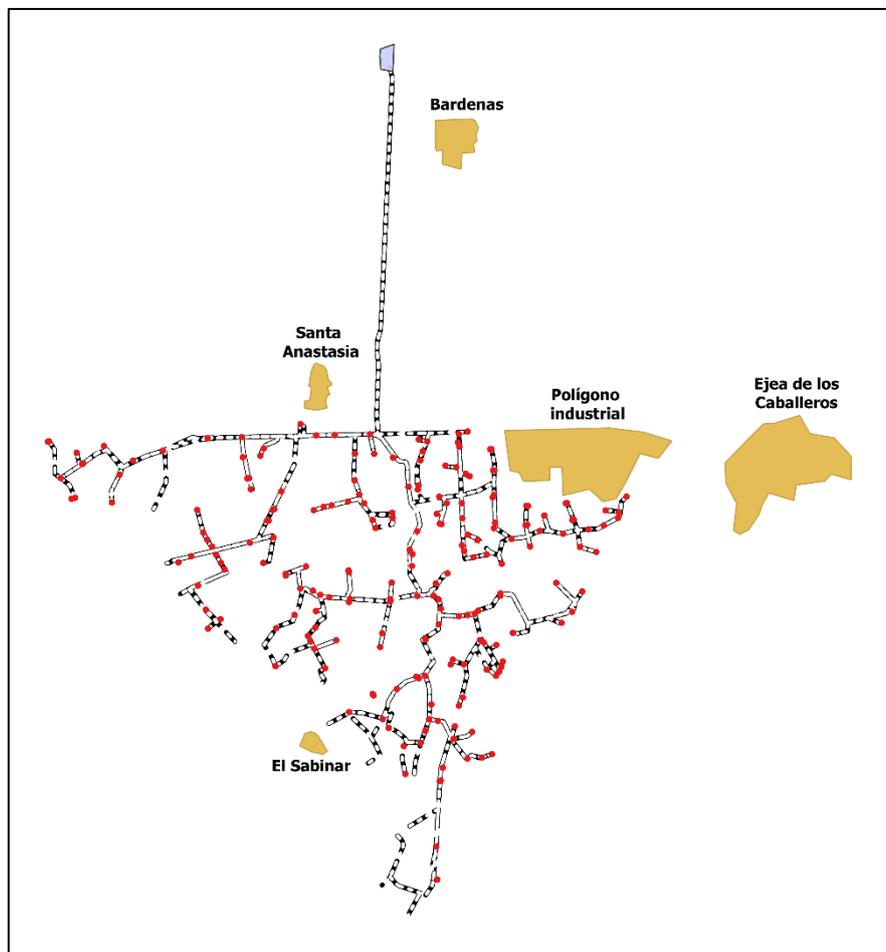


Figura 6. Red de riego (balsa, tuberías e hidrantes).

Se trata de un sistema de riego a demanda hasta el hidrante de agrupación, ordenada por la Comunidad de Regantes, que posee un programa informático de gestión del riego, llamado SGRnet. A través de este programa los propietarios realizan una petición de riego para su hidrante con una antelación de 36 horas para efectuar el riego y, así, la Comunidad solicita esa demanda de agua a la C.H.E y la sirve a la balsa. El programa informático dará petición de riego

siempre que se cumpla el coeficiente de simultaneidad para que la red funcione correctamente como se ha estudiado mediante el programa informático GESTAR.

Para la asignación de hidrantes se han hecho agrupaciones de varios propietarios (máximo 4) hasta alcanzar una superficie “tipo”, de una superficie aproximada de 10 ha. Se han agrupado las parcelas próximas que corresponden a un mismo propietario. Cuando la superficie próxima de un mismo propietario fue superior a 5 hectáreas, se han realizado agrupaciones de propietario único, salvo excepciones por optimización de diseño. En el caso de fincas ya transformadas se ha respetado la agrupación ya modernizada. La cantidad de propietarios implicados es de 120, con una superficie media por propietario de 29,88 ha.

El sistema de riego permitirá el riego por aspersión en unas condiciones óptimas de presión y caudal en la totalidad de las parcelas, dotándose a cada unidad de riego del caudal suficiente para que la aplicación del riego se efectúe con la suficiente holgura. La Presión mínima antes de hidrante se ha fijado en 38 m.c.a. + diferencia geométrica entre el hidrante y el punto más alto de la agrupación a la que abastece. La jornada de riego se ha fijado en 22/24 horas. En caso de hidrantes compartidos, se llevará una toma a cada uno de los propietarios de la agrupación. De acuerdo a lo establecido en el Plan Director, se ha garantizado una dotación mínima en hidrante de 1,6 l/s.ha hasta una superficie máxima por hidrante de 20 ha.

La garantía de suministro que se ha aplicado es la siguiente:

Tabla 2. Garantía de suministro de los hidrantes de la red de riego.

Nº Hidrantes	Garantía de Suministro	U
1-5	100 %	
6-50	95 %	1,65
>50	92 %	1,41

Por lo que se considera que los cinco últimos hidrantes de cada ramal que conforma la red de riego contarán con una garantía de suministro del 100%.

A la salida de la balsa, se pondrán dos tuberías con diámetro de 1.200 mm, que serán de Acero Helicosoldado (AH). Desde allí se dirigirán hasta la arqueta de válvulas mediante una viga de cimentación rodeadas con un dren de envuelta para detectar posibles fugas y que, en caso de producirse, no afecten al cuerpo de presa. En la arqueta de válvulas se colocarán válvulas de mariposa con su correspondiente carrete de desmontaje, ventosas y boca de hombre por si es necesario auscultarlas interiormente. El desagüe de la balsa se realizará por la misma tubería de distribución a las parcelas hasta llegar al P.K.: 1+615 aproximadamente en el que saldrá un ramal con una tubería de DN-500. Este ramal acabará en una arqueta de rotura de carga y aliviadero que ingresará los caudales, en caso de desagüe, a la acequia. Adyacente a esta arqueta se proyecta otra en la que se instalará una válvula de apertura y cierre.

Esta red llevará los elementos típicos de una modernización como son válvulas de corte, ventosas y desagües, con sus arquetas correspondientes.

3.1.4. Sistema de telecontrol de la red de riego

Con esta modernización se pretende incorporar 208 nuevos **hidrantes** simples, con control de toma única y compartida. Se tendrá un sistema de telecontrol para la apertura y cierre de cada electroválvula general de hidrante (o válvula hidráulica) y de la toma de parcela, así como el contador general del hidrante y de parcela. Gracias a este sistema tendrá un registro de

históricos de las presiones en los hidrantes y en diferentes puntos críticos de la red, que por sus características son claves para la explotación del sistema.

Además, se instalará un sistema de telecontrol de la **balsa de regulación** que permita una monitorización de la misma, indicando sus parámetros más importantes, como el nivel de agua, caudal de entrada, etc.

En la **estación de filtrado** también se automatizará el filtro, con lo que se obtendrán lecturas de los parámetros de éste y de los caudalímetros que hay a la salida de la estación.

Este sistema de automatización y telecontrol generará y enviará alarmas tanto de intrusión como si no se cumpliesen alguno de los parámetros estipulados inicialmente por cualquier fallo o caída del sistema.

Todas estas funciones se podrán visualizar y actuar desde el Centro de Control, a través de los siguientes elementos:

- Electro-válvulas, sobre las cuales actuará para su apertura y cierre, controlando el paso del agua y gestionando su estado de la manera más eficiente, realizando la apertura y cierre de las válvulas por demanda manual o programa de riego, pudiendo también, si se quisiera, hacerlo por condicionantes con la instalación de sensores.
- Contadores, para la lectura de los volúmenes de agua consumidos por hidrante y así poder facturar a cada parcela la cantidad total consumida.
- Entradas digitales, para alarmas de intrusión, presostatos de mínima o máxima y otros sensores de todo/nada.
- Sensores analógicos, lectura de transductores de presión de los hidrantes y en determinantes puntos críticos de la red, sensores de nivel de la balsa, sensores de lectura de los caudalímetros, y cualquier otra medida que se quiera implementar como sondas con transmisor de humedad del suelo, radiación, temperatura, etc. con salida de señal de 4-20 mA. Esto posibilita el tener una lectura en todo momento de los parámetros ambientales y del suelo que más puedan afectar al cultivo.

Además, se podrá:

- Visualizar el nivel de carga de la batería: se pueden gestionar avisos en el Centro de control si los niveles de carga de las baterías son inferiores a 3 V, indicando su sustitución o falta de carga por problemas con el panel solar.
- El agricultor mediante un Portal Web y su App podrá programar el riego de ese hidrante y acceder a los datos que la Comunidad le permita.

3.1.5. Estación de filtrado

Se prevé la construcción de un edificio para albergar los equipos de filtrado. El edificio se ubicará en una parcela que actualmente está destinada a cultivo, más concretamente en el Polígono 104, parcela 5075 del municipio de Ejea de los Caballeros.

Se va a construir un edificio que albergará los equipos de filtrado y el nudo de tuberías desde donde se inicia la zona regable. Llegará la conducción general denominada R2 y en dicho edificio se bifurcará en los ramales R2 y R2-1.

Las dimensiones del edificio de filtrado serán de 31,44 m de largo x 17,63 m de ancho y una altura en postes de 8,64 m. Es de estructura metálica, con pórticos a dos aguas y una pendiente del 10%, cubierta y cerramientos de panel sándwich, puente grúa de 5 Tn. En la cubierta se colocarán placas de policarbonato para la entrada de luz, puente grúa, válvulas motorizadas y líneas de alumbrado y corriente. Tendrá una puerta principal de 5,04 x 6,00 m y una puerta peatonal de 0,92 x 2,10 m.

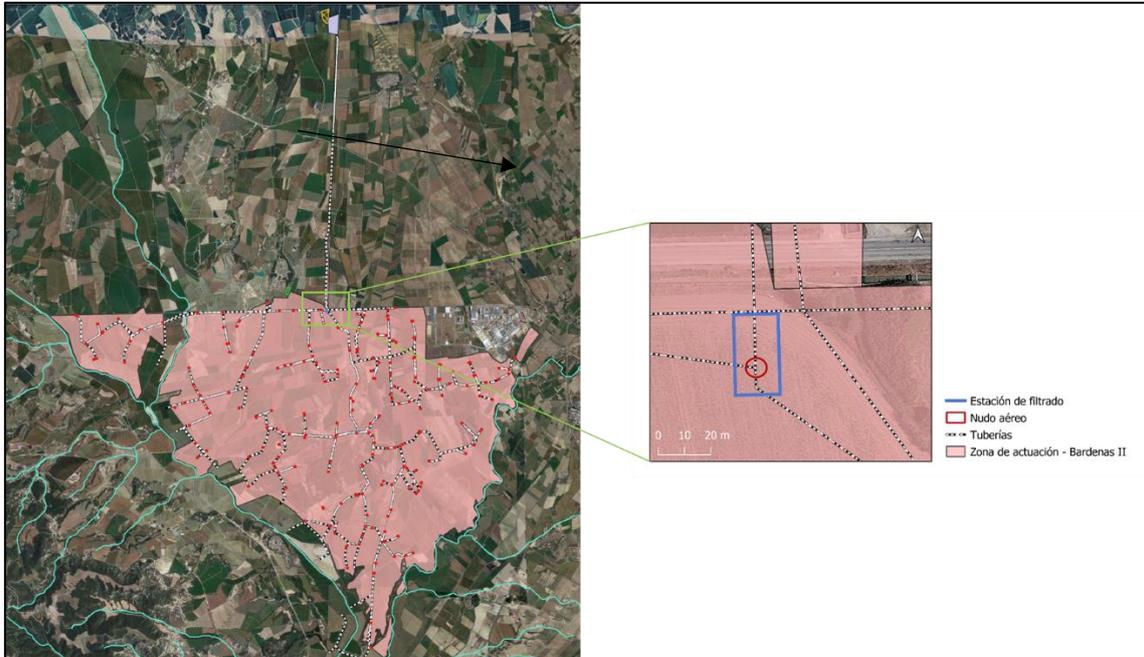


Figura 7. Ubicación de la estación de filtrado.

El equipo de filtrado se colocará en línea con la Tubería General de AH 1600 mm; concretamente en el ramal R2 pK 6+420, dentro de la estación de filtrado. Se instalará un Filtro tipo "W", con accionamiento eléctrico, funcionamiento automático y autolimpiable (retrolavado), de diámetro nominal 1.600 mm. Caudal nominal de 4,17 m³/s y malla de 2x2 mm. Para casos de avería del filtro autolimpiable, se ha previsto la colocación en bypass de un filtro cazapiedras DN 1400 mm (56").

Además, se ha previsto la canalización de las aguas de limpieza del filtro, mediante tubería PVC liso de saneamiento DN 250, hasta un desagüe próximo, y se instalarán dos caudalímetros electromagnéticos a la salida de la estación de filtrado, uno en el ramal R2 y otro en el ramal R2-1.

Se realizará una instalación fotovoltaica en la estación de filtrado que dará servicio a una serie de consumos que estarán dentro de la estación. Para satisfacer todas las necesidades eléctricas, se ha proyectado instalar 5 placas en serie de 550 Wp, alado de la nave de la estación de filtrado, como se puede apreciar en el plano 10.16. Dado que todos los receptores de la estación de filtrado funcionan en corriente alterna, será preciso la instalación de un inversor cargador trifásico de 10 kW para transformar la electricidad de continua a alterna. Con el fin de no sobredimensionar el número de placas a instalar, y teniendo en cuenta el consumo diario de la estación de filtrado, se van a instalar 5 baterías de litio de 48 v con una capacidad de 5,3 kWh cada una.

3.1.6. Nudos aéreos

Las conexiones entre distintas tuberías se realizan mediante nudos que, si son con tuberías de poco diámetro se hacen con válvulas enterradas, pero existen casos donde las tuberías son de mayor diámetro y, por ello, para poder manipular estos nudos de mayor envergadura se sacan a la superficie. Los nudos principales de las tuberías que se han sacado a la superficie se encuentran al inicio de la zona regable en la estación de filtrado y el nudo 8. Los mismos se han protegido con cobertizos de estructura metálica, cubierta de chapa prelacada y cerramiento de valla de simple torsión de 2,00 m de altura.

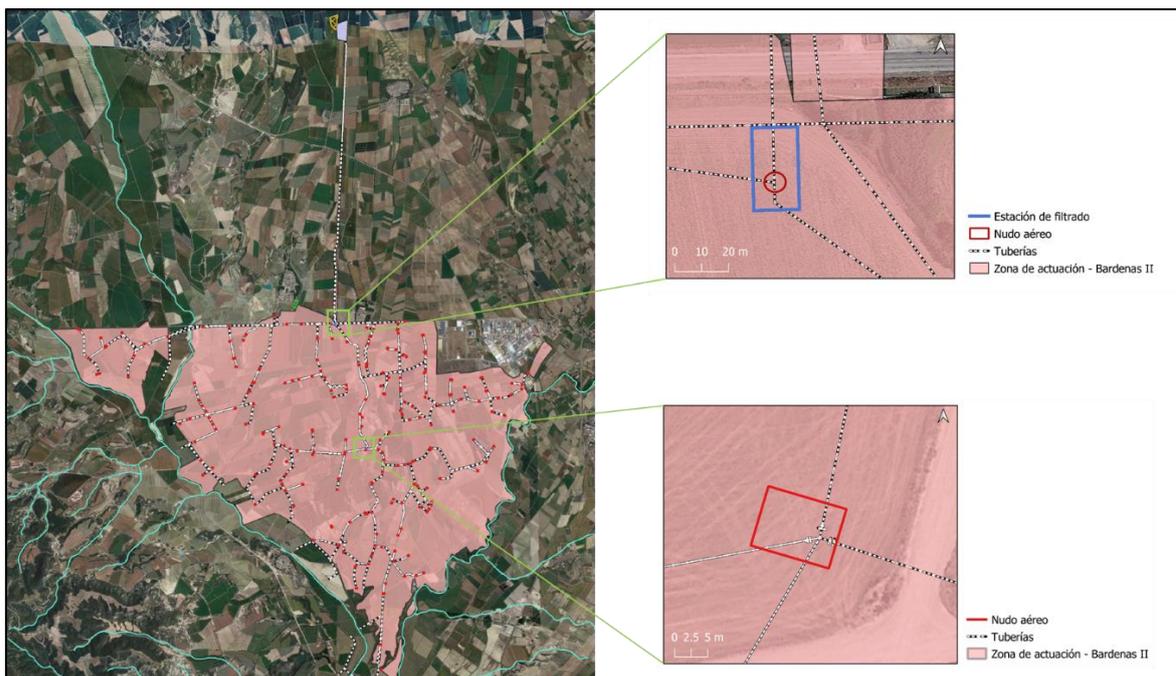


Figura 8. Ubicación de nudos aéreos.

3.1.7. Sistema de riego en parcela

Se elige el riego por aspersión por ser el mayoritariamente empleado en las zonas modernizadas de la Comunidad y porque además es más exigente en cuanto a necesidades de presión que el riego por goteo.

La mayoría de las coberturas de riego por aspersión instaladas en la zona tienen un marco triangular de 15x18T m con boquillas principales de 4,4 mm y secundarias de 2,4 mm de diámetro. Se establece que, para una presión de funcionamiento de 3,5 kg/cm², el Coeficiente de Uniformidad (CU) de este tipo de coberturas es del 92%.

3.1.8. Instalaciones auxiliares

En el presente proyecto se plantean dos zonas de ocupaciones temporales. Una de ellas servirá de acopio de materiales y se ubicará contigua a la balsa. La otra se utilizará como parque de maquinaria y se ubicará contigua al área de regadío y a la localidad de Santa Anastasia. La siguiente tabla recoge la ubicación exacta de las mismas y sus superficies.

Tabla 3. Detalle de las características de las instalaciones auxiliares.

NOMBRE	SUPERFICIE (Ha)	UBICACIÓN – Parcelas catastrales	MUNICIPIO
Zona de acopio de materiales	3,68	50095A10320048	Ejea de los Caballeros
Parque de maquinaria	0,95	6567301XM4666N - 6567802XM4666N	Ejea de los Caballeros

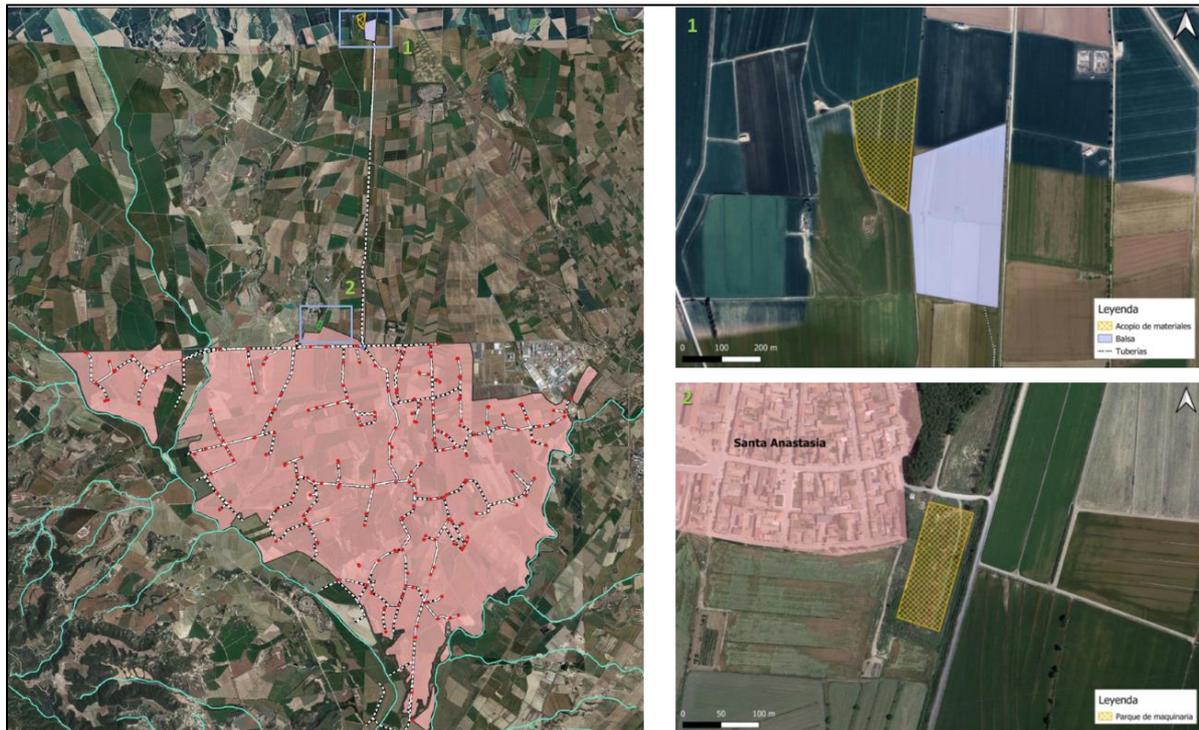


Figura 9. Localización de instalaciones auxiliares. 1. Zona de acopio de materiales, 2. Parque de maquinaria.

Durante las obras estas zonas se señalarán adecuadamente y una vez finalizada la obra, se repondrán al estado que tuvieron antes de su ocupación.

3.1.9. Gestión de residuos de construcción y demolición

Según el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, que regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, se ha elaborado para el presente proyecto de modernización de regadíos el correspondiente Plan de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición (Anejo 19 del proyecto).

Los residuos que se prevén en las obras se corresponden en su gran mayoría a materiales extraídos de la excavación de la balsa. De éstos, la tierra vegetal se acopiará para un posterior cubrimiento de sus taludes para facilitar la germinación de las semillas procedentes de la hidrosiembra.

Otra parte de los materiales excavados, previamente seleccionados, se usará para el relleno de las zanjas abiertas para la instalación de las tuberías.

El resto de residuos generados que no sean reutilizados en la propia obra, y superen los límites establecidos en el Real Decreto 105/2008, serán acopiados, tratados y transportados por un gestor autorizado.

Se contará en las zonas de acopio con un espacio debidamente señalado y vallado donde se coloquen los contenedores para los RCD y, en el parque de maquinaria, se ubicarán los contenedores impermeables, bidones o cualquier recipiente que se deba emplear para los posibles residuos peligrosos que puedan derivarse del mantenimiento de la maquinaria. Se tomarán todas las medidas necesarias para evitar la contaminación de dichas zonas y, una vez acabada la obra, se deberán restaurar estas zonas al estado anterior a la misma.

3.1.10. Afecciones

En la red de riego se atraviesan caminos, vías pecuarias, lindes de parcelas, actuales infraestructuras de riego y drenajes.

Para la realización de este proyecto se prevé la ocupación temporal de las vías pecuarias de Cabañera Real de Navarra, Vereda de Pilué, Colada de Boira y Colada de San Juan en el término municipal de Ejea de los Caballeros, para conducción de agua subterránea. La localización de dicha obra (para la que se ha solicitado permiso, ver Apartado 6.4.9.2) constará de la instalación de un cobertizo en las coordenadas: X: 639.551, Y:4.672.210; y de la ocupación temporal de la parcela 9191 del polígono 103, para la instalación de una tubería de acero helicoidado de diámetro nominal 1600 mm, en una longitud de 53 m.l. Las afecciones a dichas vías se describen en detalle en el Apartado 5.12.1 y se representan en la Figura 10.

Además, se cruzará la carretera A-1203 cerca del pueblo de Bardenas perteneciente al municipio de Ejea de los Caballeros, para extender la tubería que irá de la balsa a la zona de regadío. Así como la carretera A-125 también en el municipio de Ejea de los Caballeros.

Las afecciones que pueden sufrir las vías serán mientras se instale la tubería de riego, posteriormente se restituirá el terreno a su estado original.

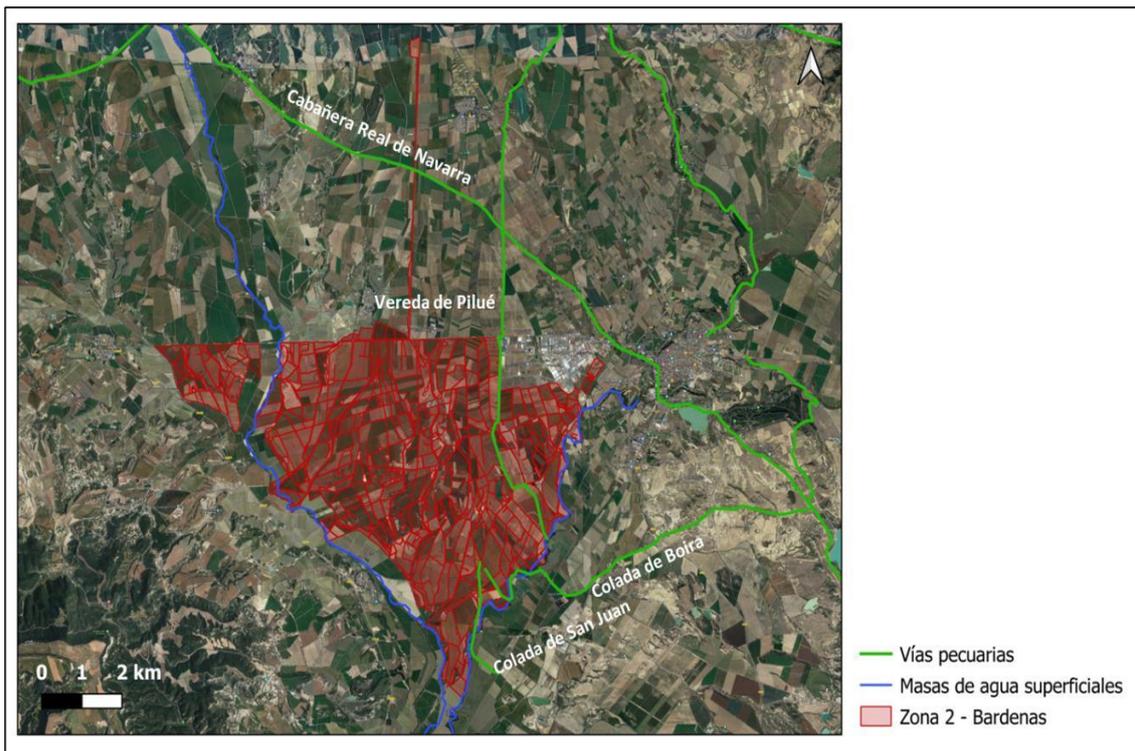


Figura 10. Localización de las vías pecuarias en la zona de actuación (Zona 2) de Bardenas. Fuente: IDE Aragón.

3.2. Descripción y procedencia de los materiales

Según el Anexo VI de la Ley 21/2013 de evaluación ambiental, se deberá incluir un apartado con la descripción y la procedencia de los materiales a utilizar en las obras.

Anexo VI

c) Descripción de los materiales a utilizar, suelo y tierra a ocupar, y otros recursos naturales cuya eliminación o afectación se considere necesaria para la ejecución del proyecto, y descripción de las principales características de la fase de explotación del proyecto (en particular cualquier proceso de producción), con indicaciones, por ejemplo, sobre la demanda de energía y la energía utilizada, la naturaleza y cantidad de materiales y recursos naturales utilizados (incluidos el agua, la tierra, el suelo y la biodiversidad).

3.2.1. Uso del suelo

Durante la ejecución de las obras el suelo sufrirá excavaciones y movimientos tierras para poder construir la nueva balsa y poder instalar bajo el suelo las nuevas conducciones proyectadas.

Los primeros centímetros de tierra extraída (tierra vegetal) se acopiará para su uso posterior en la revegetación del talud. Las gravas extraídas se acopiarán, de igual modo, y se emplearán como lecho y relleno de las zanjas para la instalación de tuberías, explanadas de la estación de filtrado, etc.

Se ocuparán de forma permanente un total de 9,51 ha de las cuales 1,46 ha se destinarán a plantaciones de especies forestales arbóreas y arbustivas (reforestación de la balsa (1,06 ha) + reforestación zona filtrado (0,4 ha)), y 8,4 ha serán ocupadas por la balsa.

De forma temporal serán ocupadas 4,63 Ha, entre zonas de acopio de materiales (3,68 ha) y parque de maquinaria (0,95 ha). En estas instalaciones auxiliares se tomarán las medidas necesarias para evitar la contaminación del suelo y se planificará la restauración del mismo a su estado previo al inicio de las obras.

En general, se buscará la forma de reincorporar al terreno el suelo excavado y, cuando esto no sea posible, será tratado por un gestor autorizado.

En la fase de explotación el recurso suelo afectado será mucho menor que durante la ejecución. En este caso se contabilizarán las infraestructuras ejecutadas que, en este proyecto serán: la estación de filtrado y la balsa.

Tabla 4. Superficie ocupada por infraestructuras tras la obra.

Infraestructura	Superficie afectada (m ²)
Estación de filtrado	527,41
Balsa	94.532

Por otro lado, otra superficie que cambiará su uso tras la obra es la correspondiente a las zonas de plantaciones. En este caso el suelo se ve favorecido por el cambio ya que se incrementa la aireación del mismo, evita su erosión y aumenta su contenido de materia orgánica, entre otros.

3.2.2. Uso del agua

Uno de los principales objetivos del presente proyecto es hacer un uso más eficiente del agua, mejorando el sistema de riego y evitando las pérdidas se dan actualmente.

La Comunidad de Regantes nº V está integrada en los Riegos de Bardenas que tiene derecho al uso del agua conforme a la Real Orden de 7 de mayo de 1926.

Los propietarios regantes y demás usuarios que tienen derecho al aprovechamiento de las aguas del río Aragón, a través del Canal de Bardenas, se constituyeron en COMUNIDAD GENERAL DE REGANTES DEL CANAL DE BARDENAS, en virtud de lo dispuesto en el artículo 228 de la Ley de Aguas de 13 de junio de 1.879 y O.M. de 13 de febrero de 1.968, adaptándose a la vigente Ley de Aguas núm. 29/1985, de 2 de agosto, y demás disposiciones vigentes.

La Comunidad General del Canal de Bardenas, la constituyen todos los propietarios autorizados para regar sus tierras y demás usuarios que tengan derecho al aprovechamiento de las aguas derivadas del río Aragón, embalsada en el pantano de Yesa y distribuida a través del Canal de Bardenas.

En el anexo de las Ordenanzas, aprobadas por Resolución de Presidencia de la Confederación Hidrográfica del Ebro de fecha 19-11-1997, se contempla como usuario de pleno derecho a las aguas del Canal de las Bardenas, procedentes del embalse de Yesa, a la Comunidad de Regantes nº V de Bardenas, con CIF nº G50065697, que comprende los sectores XVIII, XIX, XXIV, XXV, XXVI, XXVII, XXVIII, XXIX, XXX, XXXI y XXXII, correspondientes al Plan Coordinado de Obras de la zona

regable de la primera parte del Canal de Bardenas, con una extensión superficial de 19.928,22 ha, siendo la superficie regable en la campaña 2020-2021 de 15.772,58 ha.

El origen de los recursos hídricos disponibles se encuentra en el embalse de Yesa y de distribuyen a través del Canal de las Bardenas. Según el Real Decreto 129/2014 de 28 de febrero por el que se aprueba el Plan Hidrológico de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Ebro, la dotación asigna al Canal de las Bardenas y por ende a la Comunidad de Regantes nº V es de **9.129 m³/Ha/año**.

3.2.3. Uso de energía y su naturaleza

En la actualidad existen 651 ha ya modernizadas en el ámbito de estudio que emplean 18 bombas para regar y consumen 94.786 litros de gasóleo al año.

En este proyecto se ha evitado la necesidad del uso de bombeos, ubicando la balsa en un terreno elevado y buscando que la red de tuberías lleve a todos los puntos el agua con presión natural.

3.3. Residuos y otros elementos derivados de la actuación

El volumen generado de tierra procedente de las excavaciones de las zanjas y de la balsa, podrá acopiarse de manera temporal hasta un límite de 12 meses dentro de las parcelas de la zona de actuación, previamente a ser utilizadas en las distintas zonas de la obra para los rellenos de zanjas y adecuación de terraplenes, según lo especificado en el Decreto 262/2006, de 27 de diciembre, del Gobierno de Aragón.

Las gravas extraídas de la excavación de la balsa se reutilizarán, previa selección, en el relleno de las zanjas excavadas para la colocación de las tuberías.

Tabla 5. Balance de tierras.

Volumen de sobrante de excavación	265.827,28 m ³
Aprovechamiento como camas de tubería y plantas de árido	126.300,32 m ³
Reutilización IN SITU (47,5%)	
Aprovechamiento para la reposición de caminos	75.780,19 m ³
Reutilización IN SITU (28,5%)	
Relleno parcelas agrícolas	58.694,75 m ³
Reutilización IN SITU (22%)	
Carga y transporte a gestor (2%)	5.052,01 m ³
Valorización EX SITU	

Sobre el volumen total de gravas extraídas en la excavación de la cubeta de la balsa de regulación, el Ayuntamiento de Ejea de los Caballeros utilizará el 28,5% para reponer y mantener los caminos rurales en mal estado de la zona; por lo que se plantea su reutilización dentro del ámbito de actuación. El 47,5% del volumen total de gravas se empleará para preparar una cama sobre la que instalar las conducciones a lo largo de todo el trazado. El 22 % quedará como relleno seleccionado. Por lo expuesto, solo se contempla que el 2 % sea gestionado como residuo inerte generado durante la ejecución de las obras.

Con ello, los volúmenes tanto de tierra como de gravas a gestionar se reducen considerablemente, evitando además el tener que incorporar estos recursos de afuera del sistema para la ejecución de la obra.

En el caso del hormigón y de las piedras se van a superar los umbrales del artículo 5.5 del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, tal y como recoge la siguiente tabla, por lo que será necesario realizar una separación en fracciones "in situ" de forma individualizada para fomentar una correcta gestión de los residuos en la obra.

Tabla 6. Cuantificación de residuos generados durante las obras.

RCDs Nivel I				
	Código LER	Tn	d	V
Evaluación teórica del peso por tipología de RDC	Nº LER	Toneladas de cada tipo de RDC	Densidad tipo (entre 1,5 y 0,5)	m³ Volumen de Residuos
1. TIERRAS Y PÉTREOS DE LA EXCAVACIÓN				
Tierras y pétreos procedentes de la excavación estimados directamente desde los datos de proyecto	17 05 04	5.557,21	1,10	5.052,01
Residuos vegetales	20 01 03	16,8	0,07	240,00
TOTAL estimación		5.574,01		5.292,01

RCDs Nivel II				
	LER	Tn	d	V
Evaluación teórica del peso por tipología de RDC	CÓDIGO LER	Toneladas de cada tipo de RDC	Densidad tipo (entre 1,5 y 0,5)	m³ Volumen de Residuos
RCD: Naturaleza no pétreo				
1. Mezclas bituminosas	17 03 02	0,50	1,30	0,38
2. Madera	17 02 01	26,40	0,60	44,00
3. Hierro y acero	17 04 05	16,50	1,50	11,00
4. Papel y cartón	20 01 01	1,60	0,50	3,20
5. Plástico	17 02 03	13,86	0,90	15,40
TOTAL estimación		58,86		73,98

RCD: Naturaleza pétreo				
1. Hormigón	17 01 01	79,20	1,50	52,80
2. Mezcla de áridos RCDs	17 01 07	356,40	1,90	187,68
TOTAL estimación		435,60		240,48

RCD: Potencialmente peligrosos y otros				
1. Basuras (RSU)	20 03 01	4,8	0,90	5,33
2. Envases contaminados	15 01 10*	0,88	0,50	1,76
TOTAL estimación		5,68		7,09

Todos los residuos generados serán apartados y gestionados de forma adecuada en los espacios reservados y acondicionados para ello en la misma obra.

Estos espacios contarán con una serie de contenedores, dispuestos de forma ordenada sobre el terreno, abiertos o cerrados según las necesidades, y debidamente señalizados para su correcta identificación y utilización, empleando el contenedor correspondiente para cada tipo de residuo. Deben ser accesibles al personal de obra y vehículos de transporte encargados de la retirada de los distintos tipos de residuos, señalizados debidamente en caso de ser necesario, y no ser causa de interferencias en el normal desarrollo de las obras, ni suponer un obstáculo para el tránsito de maquinaria y vehículos por la obra.

Los residuos generados se llevarán a puntos de recogida habilitados de forma temporal, los cuales dispondrán de distintos contenedores para cada tipo de material tal como se indica en el Anejo 19, para ser retirados por un gestor autorizado (ver Tabla 7).

El depósito temporal para RCDs valorizables que se realice en contenedores o acopios, se deberá señalar y segregar del resto de residuos de un modo adecuado.

Tras el análisis de los gestores de residuos que realizan operaciones de transporte/recogida y la valorización en el entorno donde se desarrolla la obra, se prevé que todos los residuos que no sean reutilizados en la propia obra se destinen a operaciones de valorización.

El contratista deberá:

- Entregar los residuos a gestores autorizados para el transporte/recogida y disponer de copia de las resoluciones de inscripción en el Registro de empresas de recogida, transporte y almacenamiento de residuos no peligrosos (RNP). y conservar los documentos de recogida.
- Verificar que los transportistas/recogedores/almacenistas autorizados que retiran los residuos en obra entregan los residuos a gestores de valorización autorizados, disponer de copia de las autorizaciones de los gestores de valorización y conservar los documentos de entrega en las instalaciones de valorización y certificados de aceptación de cada uno de los residuos, emitido por titulares de plantas de clasificación, valorización u otros gestores autorizados.

Tabla 7. Gestores autorizados para la valorización de residuos.

NOMBRE	DIRECCIÓN	CP	MUNICIPIO	TELÉFONO	CÓDIGO DE AUTORIZACIÓN	NIMA
VERTEDERO SERVICIO PÚBLICO ESCOMBROS	CTRA, LOGROÑO KM 261,5 C/EXTRAMUROS S/N	50297	BÁRBOLES	976613100	AR/GNPO-108; AR/GNPA-200	5000046902
TOMÁS ARRIETA S.L.	PARCELA 49, POLIGONO 35	50660	CINCO VILLAS	976854244	AR/GNPA-419; AR/GNPO-344	5000085775
CASALÉ GESTIÓN DE RESIDUOS S.L.	PARQUE TECNOLÓGICO DEL RECICLADO. PARCELA C1-10-1, C/ AZUFRE Nº 72	50720	ZARAGOZA	976107353	AR/GNPO-50; AR/GNPA-157	5000036232
RECICLADOS Y DEMOLICIONES SAN JUAN SL	CTRA. HUESCA, KM. 9.600-POL. SAN MIGUEL	50830	ZARAGOZA	976185953	AR/GNPA-131; AR/GNPO-28	5000012429
PERGA, TRANSPORTES Y EXCAVACIONES, S.L.	POLÍGONO 101, PARCELAS 259 Y 260	50690	PEDROLA	976619125	AR/GNPA-277; AR/GNPO-201	5000059766

4. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS: EXAMEN MULTICRITERIO

4.1. Consideraciones iniciales

La descripción y análisis de las alternativas se fundamenta en el artículo 1.1 b) de la Ley 21/2013 de evaluación ambiental:

Artículo 1. Objeto y finalidad.

1. Esta ley establece las bases que deben regir la evaluación ambiental de los planes, programas y proyectos que puedan tener efectos significativos sobre el medio ambiente, garantizando en todo el territorio del Estado un elevado nivel de protección ambiental, con el fin de promover un desarrollo sostenible, mediante:

a) La integración de los aspectos medioambientales en la elaboración y en la adopción, aprobación o autorización de los planes, programas y proyectos;

b) el análisis y la selección de las alternativas que resulten ambientalmente viables;

En los artículos 35, 45 y Anexo VI de la mencionada ley, se establece la necesidad de incluir en el documento ambiental o estudio de impacto ambiental una descripción de las diversas alternativas razonables estudiadas que tengan relación con el proyecto y sus características específicas, incluida la alternativa cero, o de no realización del proyecto, y una justificación de las principales razones de la solución adoptada, teniendo en cuenta los efectos del proyecto sobre el medio ambiente.

Tal y como se comenta en los antecedentes del presente documento, este proyecto de modernización tiene su base en el “Anteproyecto de modernización integral de regadío mediante transformación de riego a presión en la Comunidad de Regantes nº V de riegos de Bardenas (Zaragoza)”, el cual a su vez se elabora atendiendo al “Plan Director de Modernización de Bardenas” redactado por el Servicio Provincial de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente de Zaragoza. Para este documento se realizó un estudio pormenorizado de las alternativas que versaban, según se indicaba en el Plan: “...sobre las diferentes opciones de la red de alta que deban acometerse en el Plan Director de Modernización. Sobre ellas, se integrarán las redes de baja, que serán definidas en sus respectivos planes coordinados de modernización y ya en detalle constructivo definitivo en sus respectivos proyectos finales.”

Es por ello que las alternativas planteadas se extraen de las incluidas en dicho plan, ajustándolas en función de sus particularidades que se desarrollan a continuación.

4.1.1. Condicionantes técnicos

4.1.1.1 Alternativa de cultivos y necesidades hídricas

Se debe tener en cuenta, que la alternativa de cultivos se plantea como una aproximación a la realidad que permite obtener una estimación de las necesidades futuras, teniendo claro que dicha alternativa puede variar en mayor o menor medida en función de los cultivos finalmente desarrollados por los agricultores implicados.

Como dato de las preferencias actuales de los miembros de la Comunidad se ha cogido la experiencia en las zonas del Monte Saso de Biota y del Monte Saso del Ayuntamiento de Ejea de los Caballeros transformados a riego por aspersión mediante pivots, goteos y coberturas, y teniendo en cuenta cultivos con una implantación importante en los últimos años como es el

almendro, por lo que se plantea que la alternativa de cultivos estudiada en este caso es la siguiente:

Tabla 8. Alternativa de cultivos prevista tras la modernización. Superficie y necesidades hídricas.

CULTIVO	SUPERFICIE		NECESIDADES HÍDRICAS	
	(Ha)	%	m ³ /Ha año	m ³ /año
MAÍZ	1.434,18	40	7.876	11.295.572
ALFALFA	717,09	20	9.209	6.603.649
ALMENDRO	358,54	10	4.167	1.493.919
TRIGO	573,67	16	4.504	2.583.831
GIRASOL	501,96	14	5.919	2.971.124
TOTAL	3.585,45	100		24.948.094

En el anejo de Estudio Agronómico, se justifica y detalla el proceso de cálculo seguido. A modo de resumen se detallan a continuación las necesidades de riego:

- Superficie de cultivo: 3.585,45 ha
- Caudal ficticio continuo máximo (Julio): 0,75 l/s y ha.
- Mes de máximas necesidades: Julio.
- Dotación media mes máximas necesidades: 2.002 m³/ha mes.
- Dotación anual media: 6.958 m³ por ha y año.
- Volumen anual total consumido por la alternativa: 24.948.094 m³/año.

4.1.1.2 Parámetros de riego. Dotaciones en hidrante

Una vez determinados los parámetros agronómicos previos en el Anejo 3 “Estudio Agronómico” y delimitadas las parcelas objeto de la transformación en el Anejo 1 “Listado de Beneficiarios y Agrupaciones”, se establecen los parámetros de riego que serán posteriormente utilizados para el dimensionado de la red de riego. Todo ello está definido en el Anejo 9 “Cálculos hidráulicos y mecánicos de la red de riego”.

Se ha establecido un sistema de riego a la demanda con reducción de caudales utilizando el modelo R. Clement.

La red de distribución que se proyecta sirve para que el usuario pueda organizar el riego en parcela libremente, dentro de unas limitaciones, garantizando una alta calidad de funcionamiento a nivel de toma.

Para establecer unos criterios acordes con la realidad de la zona a transformar se ha realizado un minucioso análisis del grado de parcelación y la estructura de la propiedad. De esta forma, para la asignación de hidrantes se ha decidido recurrir a agrupaciones de varios propietarios hasta alcanzar una superficie tipo, salvo en aquellos propietarios en los que la dimensión de su explotación le permita contar con un hidrante unitario.

El criterio que se ha adoptado para las agrupaciones ha sido el siguiente:

- Se han realizado agrupaciones de propietarios de forma que el hidrante “tipo” tenga una superficie aproximada a las 10 Has y un número máximo de 4 propietarios.
- Se han agrupado las parcelas próximas que corresponden a un mismo propietario. Cuando la superficie próxima de un mismo propietario es superior a 5 Has, se han realizado agrupaciones de propietario único, salvo excepciones por optimización de diseño.
- En el caso de fincas ya transformadas se ha respetado la agrupación ya modernizada.

Según la superficie de la agrupación, el hidrante tendrá una dotación y un tamaño particular como se muestra a continuación.

Tabla 9. Dotaciones en hidrante según superficie de agrupación.

SUPERFICIE DE LA AGRUPACIÓN (Ha)	DOTACIÓN (l/s)	Ø HIDRANTE (")
desde 1-5 ha	15	3"
de 5-10 ha	20	4"
de 10-15 ha	25	4"
de 15-20 ha	32	6"
de 20-25 ha	38	6"
de 25-30 ha	45	6"
> 30 ha	Superficie * 1,5	6-8"

En el caso de hidrantes de grandes caudales como son el H74, H135, H160, H174 y H175 se ha optado por colocar una válvula hidráulica con limitador de caudal y presión y un caudalímetro electromagnético.

Se plantea una duración de jornada de riego de 22/24 h, ya que se proyecta una tubería que abastecerá a la zona por presión natural desde la balsa de cabecera.

La presión mínima a garantizar va a ser de 38 m.c.a. antes de hidrante, garantizando que no exista ningún hidrante donde esta presión no pueda cumplirse.

4.1.2. Dimensionamiento de las redes de riego

Para establecer unos criterios acordes con la realidad de la zona a transformar se ha realizado un minucioso análisis del grado de parcelación y la estructura de la propiedad. De esta forma, para la asignación de hidrantes se ha decidido recurrir a agrupaciones de varios propietarios hasta alcanzar una superficie tipo, salvo en aquellos propietarios en los que la dimensión de su explotación le permita contar con un hidrante unitario.

La modelización de la red se ha realizado a través del programa informático GESTAR, tomando como variables las conclusiones del estudio agronómico (Anejo 3), las agrupaciones existentes (Anejo 1) y los parámetros de riego establecidos en el apartado anterior.

4.1.2.1 Elección de materiales

La elección de los materiales responde a la necesidad de emplear aquellos que, por un lado, tengan una mayor durabilidad permitiendo su mantenimiento y reparación de modo que se alargue la vida útil de la red y, por otro, tengan un coste asumible en el conjunto del proyecto.

Los materiales estudiados para emplear en la red de riego han sido: Acero Helicosoldado (AH), Polietileno de Baja Densidad (PE), Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio (PRFV) y Policloruro de Vinilo Orientado (PVC-O)

Tras realizar un análisis técnico-económico de todos ellos se han seleccionado:

- Para tuberías con DN entre 125 y 630: Policloruro de Vinilo Orientado PVC-O. Para las mismas condiciones técnicas, este material ha resultado ser el más económico.
- Para tuberías con DN superiores a 630: Acero Helicosoldado AH. En este caso no resulta el más económico, pero es el que mayor garantía de duración ofrece y como dispone de protecciones catódicas en toda su longitud permite su monitorización y con ello, el control de posibles fugas.
- Para tuberías terciarias y subida a los hidrantes: Polietileno. Material más flexible, que permite realizar trazados más complejos.

Dimensionamiento y ubicación de la balsa

Como ya se ha comentado, el proyecto evaluado proviene de un “Plan Director de Modernización de Bardenas”. En este plan, para cada una de las zonas estudiadas se plantea una balsa de regulación con la finalidad de que el riego llegue con presión natural a la mayor superficie posible, reduciendo al máximo la necesidad del uso de bombeos o la presión necesaria en su funcionamiento en caso de emplearlos. La elección de la localización, por lo tanto, viene ya definida.

Para su dimensionamiento final, se han planteado diferentes alternativas con el objetivo de que las características finales de la misma se ajusten a las necesidades hídricas de las parcelas finalmente modernizadas empleando de la forma más eficiente los recursos disponibles.

En el Anejo 6 de Estudio de Alternativas del proyecto se analizan las alternativas de la balsa, la primer alternativa fue la extraída del *Anteproyecto de Modernización Integral del Regadío mediante transformación de riego a presión en la Comunidad de Regantes nº V “Riegos de Bardenas” (Zaragoza)*, donde la balsa se ubicaba en cota 390, pero dado que no se cumplía con la consigna mínima de presión en los hidrantes, se planteó una nueva alternativa llevando la balsa hasta la parcela con cota 396 para que cumpliera con el requisito de presión mínima. De este modo el lugar definido de la balsa ha sido el que ha determinado el estudio Gestar con la zona final a modernizar y con la topografía de precisión realizada, siendo la cota de la balsa la 396 para el correcto funcionamiento de la red y sus hidrantes.

Asimismo, se estudiaron tres posibles casos donde se relaciona la cota de coronación y la altura de la balsa, de modo de minimizar el posible riesgo de rotura, como se detalla en el Anejo 6 “*Estudio de alternativas*”. Una vez elegidos los valores de la cota y el camino de coronación, se han realizados estudios más detallados, incluyendo ya la pendiente correspondiente al fondo de la balsa, por lo que la capacidad útil definitiva de la misma es de 346.958,54 m³.

En relación con los restos generados, que en principio deberían ir a vertedero, son principalmente gravas que, debidamente seleccionadas y, según el estudio geotécnico, pueden ser reutilizadas para el recubrimiento de las tuberías. Es por ello, que no van a existir excedentes de tierras, ya que parte de la misma se reutilizará en la construcción de la propia balsa (incluida la tierra vegetal para revegetación de taludes) y el resto se empleará para el relleno de las zanjas de las tuberías.

4.2. Descripción de alternativas

4.2.1. Alternativa cero

La Alternativa 0 o “No Ejecución” de los proyectos, supone el mantenimiento de los actuales sistemas de riego empleados en las zonas de estudio, es decir, continuar con un riego por inundación a través de las infraestructuras existentes y continuar con el bombeo individual de aquellas personas que hayan instalado sistemas de forma particular (mediante grupos electrógenos o diésel).

4.2.2. Alternativa 1

Esta alternativa se corresponde con la Alternativa 1.6 del Plan Director y se ha valorado solo la zona que afecta a la superficie a modernizar.

La alternativa consiste en la construcción de la balsa de riego nº4, construida junto a la Acequia del Saso (A4), con una captación por gravedad desde la propia Acequia del Saso (A4). A partir de esta balsa sale una tubería de 1800 mm de diámetro hasta la zona regable que va reduciendo su diámetro según saldrían los ramales correspondientes desde 1600 mm hasta finalizar en una tubería de 700 mm de diámetro.

A continuación, se muestra en la siguiente figura el plano extraído del plan director y se ha marcado la zona que afecta a la superficie a modernizar en el proyecto actual:

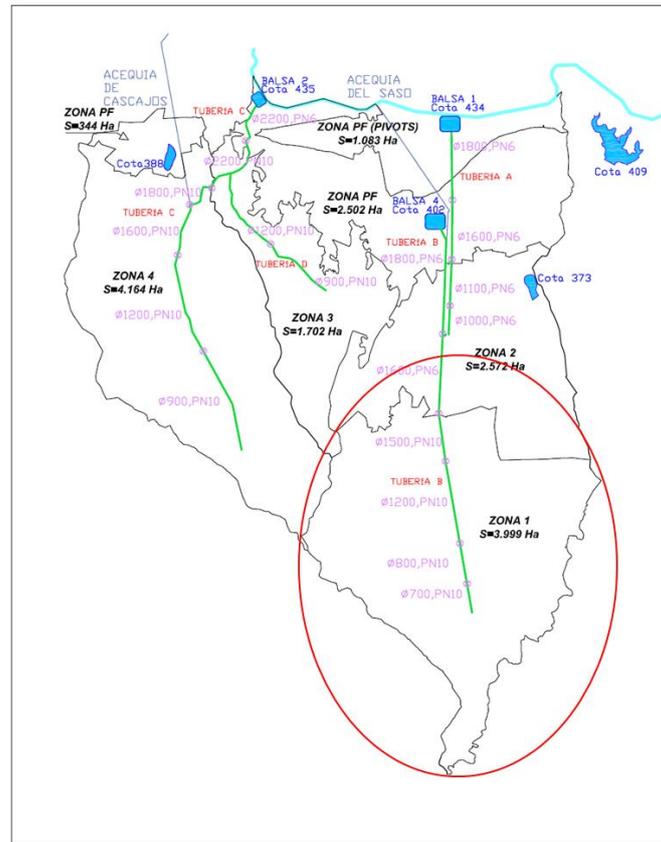


Figura 11. Alternativa 1 (alternativa 1.6 del Plan Director). En rojo se señala la zona que se considera en este proyecto.

La zona 2 considerada en este proyecto, que se muestra en la Figura 2, se corresponde con gran parte de la Zona 1 de la alternativa antes mencionada del Plan Director (Figura 11). Para poder realizar una valoración económica de esta alternativa, se ha calculado el ratio por hectárea ya que las alternativas no son exactamente de la misma superficie. Partiendo de la información que se detalla a continuación:

Tabla 10. Detalle de la justificación de costes de tuberías para la Alternativa 1 (Alternativa 1.6 del Plan Director) considerada para la zona de estudio (zona 2).

TUBERÍAS (todas de Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio - PRFV)								
TUBERÍA	DIÁMETRO (mm)	TIMBRAJE (PN) (atm)	LONGITUD (m)	SUPERFICIE (Ha)	CAUDAL UNITARIO (Qu) (l/seg.Ha)	CAUDAL SERVICIO (l/seg)	PÉRDIDA DE CARGA (ΔH)	ALTURA PIEZOM. (m)
B	1800	6	3199	3999	1,151	4.603	3,05	398,95
B	1600	6	2384	3999	1,151	4.603	4,07	397,93
B	1500	10	1445	3500	1,157	4.050	2,66	399,34
B	1200	10	2503	2800	1,171	3.279	9,29	392,71
B	800	10	1230	1800	1,196	2.153	15,26	386,74
B	700	10	884	1000	1,244	1.244	7,54	394,46

Tabla 6. Detalle de la balsa necesaria para la Alternativa 1 (Alternativa 1.6 del Plan Director) considerada para la zona de estudio (zona 2).

BALSA		
NOMBRE	SUPERFICIE (Ha)	CAPACIDAD (m ³)
Balsa 4 (del Plan director)	3.999	143.388

Tabla 72. Detalle del costo económico de la Alternativa 1 (Alternativa 1.6 del Plan Director) considerada para la zona de estudio (zona 2).

PRESUPUESTO								
TUBERÍAS							BALSA	TOTAL
TUBERÍA	TUBERIA (€/m)	PE =10% tuberías	MOVIMIENTO TIERRAS (€/m)	Σ€/m	LONGITUD (m)	TOTAL TUBERIAS (€)	TOTAL BALSA	
B	1.094,99	109,50	264,92	1.469,41	3199	4.700.646,04	1.290.493,30	
B	876,54	87,65	235,88	1.200,07	2384	2.860.974,69		
B	852,51	85,25	213,48	1.151,24	1445	1.663.548,29		
B	550,74	55,07	164,74	770,56	2503	1.928.705,52		
B	283,53	28,35	117,57	429,45	1230	528.227,36		
B	238,81	23,88	98,31	361,00	884	319.126,68		
						12.001.228,58	1.290.493,30	13.291.721,88

Por lo tanto, el coste calculado para la Alternativa 1 es de **3.324 €/Ha**.

4.2.3. Alternativa 2

Esta alternativa se corresponde con la Alternativa 1.5 del Plan Director y se ha valorado solo la zona que afecta a la superficie a modernizar.

La alternativa consiste en la utilización del embalse de San Bartolomé para el riego conjunto por presión natural de las zonas 1 y 2 (Figura 12), que juntas representan lo que en este estudio se denomina Zona 2 (Figura 2). La tubería de salida es de 1600 mm hasta la zona regable que va reduciendo su diámetro según saldrían los ramales correspondientes a 1400 mm y, en el último tramo tendría un diámetro de 1200 mm.

A continuación, se muestra en la siguiente figura el plano extraído del plan director y se ha marcado la zona que afecta a la superficie a modernizar en el proyecto actual:

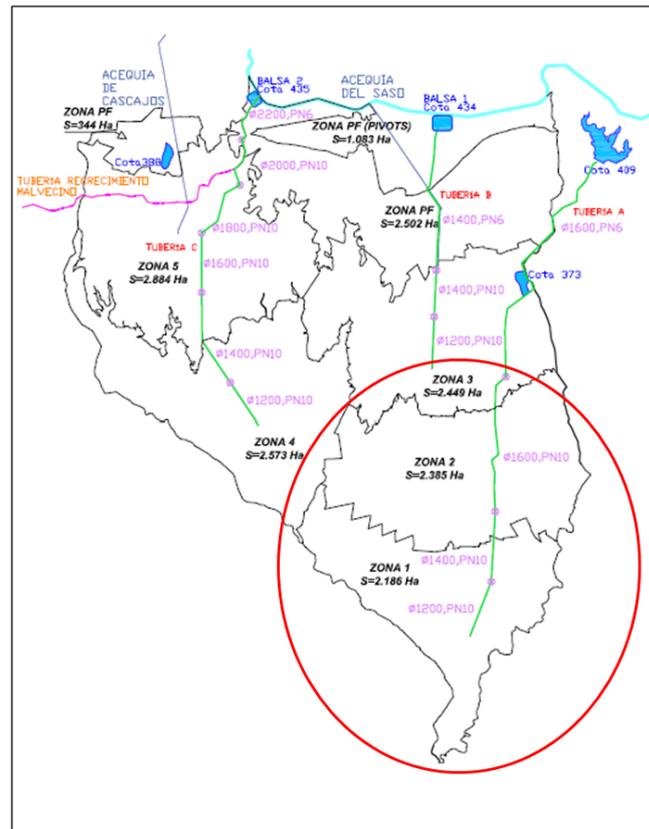


Figura 12. Alternativa 2 (alternativa 1.5 del Plan Director). En rojo se señala la zona que se considera en este proyecto.

La zona 2 considerada en este proyecto, que se muestra en la Figura 2, se corresponde con gran parte de las Zonas 1 y 2 de la alternativa antes mencionada del Plan Director (Figura 12). Para poder realizar una valoración económica de esta alternativa, se ha calculado el ratio por hectárea partiendo de la información que se detalla a continuación:

Tabla 83. Detalle de la justificación de costes de tuberías para la Alternativa 2 (Alternativa 1.5 del Plan Director) considerada para la zona de estudio (zona 2).

TUBERÍAS (todas de Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio - PRFV)								
TUBERÍA	DIÁMETRO (mm)	TIMBRAJE (PN) (atm)	LONGITUD (m)	SUPERFICIE (Ha)	CAUDAL UNITARIO (Qu) (l/sg.Ha)	CAUDAL SERVICIO (l/sg)	PÉRDIDA DE CARGA (ΔH)	ALTURA PIEZOM. (m)
A	1600	6	8.091	4.571	1,137	5.197	17,35	391,65
A	1600	10	4.320	4.000	1,151	4.604	7,38	384,27
A	1400	10	2.151	2.186	1,181	2.582	2,40	381,87
A	1200	10	1.780	1.100	1,217	1.339	1,24	380,63

Tabla 94. Detalle de la balsa necesaria para la Alternativa 2 (Alternativa 1.5 del Plan Director) considerada para la zona de estudio (zona 2).

BALSA		
NOMBRE	SUPERFICIE (Ha)	CAPACIDAD (m ³)
Balsa no es necesaria, suministro desde San Bartolomé	4.571	6.000.000

Tabla 105. Detalle del costo económico de la Alternativa 2 (Alternativa 1.6 del Plan Director) considerada para la zona de estudio (zona 2).

PRESUPUESTO						
TUBERÍAS						
TUBERÍA	TUBERIA (€/m)	PE =10% tuberías	MOVIMIENTO TIERRAS (€/m)	Σ€/m	LONGITUD (m)	TOTAL TUBERIAS (€)
A	876,54	87,65	235,88	1.200,07	8.091	9.709.792,86
A	918,67	91,87	235,88	1.264,42	4.320	5.384.542,42
A	738,74	73,87	200,22	1.012,83	2.151	2.178.603,41
A	550,74	55,07	164,74	770,56	1.780	1.371.592,42
						18.644.531,11

Por lo tanto, el coste calculado para la Alternativa 2 es de **4079 €/Ha**.

4.3. Examen multicriterio de las alternativas

4.3.1. Alternativa cero

Técnicamente, la no actuación conllevaría continuidad de un sistema de riego ineficaz por el cual se producen pérdidas de agua de riego. Como se presenta en el apartado 5.5.3 “Balance de entradas y salidas de agua antes del proyecto”, se estima una pérdida de riego de la red de acequias del área a modernizar del 15%.

A esto cabría añadir que se parte de un sistema con muchos años de funcionamiento y cuya evolución y rendimiento van a ir a peor si no se realiza ninguna actuación de mejora. En este sentido, se estima que de los 28,60 Hm³/año de consumo medio, el 15% corresponde a pérdidas por infraestructura, asociadas en su mayoría a infiltraciones causadas por el deterioro de la red de distribución actual.

Económicamente, sería la opción más ventajosa ya que no se precisa de inversión alguna.

Ambientalmente, al no ejecutarse obra alguna, se mantendrían intactos todos los elementos del medio como suelo, fauna, flora, recursos hídricos, tipo de cultivos y su forma de riego, por lo que esta alternativa supondría un impacto medioambiental nulo (en relación a su estado actual).

Por el contrario, la continuidad de un sistema de riego por inundación, además de las pérdidas que supone de un recurso tan necesario como es el agua, erosiona el suelo y moviliza contaminantes como los nitratos, que acaban alcanzando a los cursos naturales de agua, deterioran la calidad del agua y alteran el equilibrio de los ecosistemas acuáticos ligados.

Respecto al impacto sobre la calidad atmosférica y los objetivos de Cambio Climático, en la actualidad en la superficie de estudio se localizan explotaciones individuales ya modernizadas que emplean bombas abastecidas con grupos electrógenos de gasoil poco eficientes. En los

apartados 6.4.1.1. *Composición atmosférica* y 6.4.11. *Cambio climático*, se refleja que actualmente se consumen 94.786 litros de gasóleo al año, generando 257,9 tn de CO₂/año. La modernización reducirá este consumo de manera total (por la falta de utilización de bombas), lo que supondría la reducción máxima de las emisiones de CO₂ y otros contaminantes a la atmósfera.

En lo que respecta al paisaje donde están proyectadas las actuaciones de modernización, puede observarse que en su mayoría se trata de un paisaje eminentemente agrícola y ganadero, por lo que dichas actuaciones quedarían perfectamente integradas en él.

Socialmente, mantener los estándares de tecnificación actuales no permitiría que los agricultores pudieran aumentar los rendimientos de sus cultivos y/o diversificar sus explotaciones.

4.3.2. Alternativas 1 y 2

En el caso de realizarse la modernización con cualquiera de las alternativas planteadas, uno de los efectos inmediatos que podrán apreciarse será la disminución de pérdidas de agua gracias a la red de tuberías, pudiéndose emplear mejores sistemas de riego y optimizándose los consumos gracias a la automatización.

Técnicamente, la Alternativa 1 es más sencilla, ya que sólo se construye una balsa con una captación, evitando tener que realizar unas nuevas tomas de captación y salida en el embalse de San Bartolomé.

Económicamente, la Alternativa 1 resulta menos costosa.

Ambientalmente, la diferencia decisiva se encuentra en que, la Alternativa 2 propone la utilización del embalse de San Bartolomé para el riego, dicho embalse se encuentra catalogado como de Interés Regional, en función de las aves acuáticas que alberga, según la clasificación elaborada por la SEO mediante encargo del ICONA y consensuada con las Comunidades Autónomas en el marco del Comité Español del Convenio de Ramsar (CHE, 2023a). Por lo que la obra necesaria para la construcción de las tomas podría suponer un perjuicio para la fauna, especialmente las aves, que se albergan en el embalse. Además, en esta solución, también sería necesario cruzar el Río Arba de Luesia por lo que medioambientalmente esta solución también es peor que la alternativa nº 1.

Socialmente, llevar a cabo la modernización, permitiría a los agricultores obtener mejores rendimientos de sus cultivos y además poder diversificarlos, lo que fomentaría el sector agrícola en la zona, favoreciendo el desarrollo del medio rural.

4.4. Justificación de la solución adoptada

Teniendo en cuenta el análisis multicriterio del apartado anterior, se muestra a continuación una matriz donde se ha valorado cada alternativa de 0 a 2 (de peor a mejor) en función de los distintos criterios.

Tabla 116. Matriz valoración Alternativas Zona 2.

	Alternativa 0	Alternativa 1	Alternativa 2
Criterio técnico	0	2	1
Criterio económico	2	2	1
Criterio ambiental	0	2	0
Criterio social	0	2	2
TOTAL	2	8	4

Tal y como se observa en los resultados de la matriz la **Alternativa 1** es la mejor valorada. En resumen, se trata de la mejor técnicamente debido a que se construye una balsa y no se realizan nuevas tomas de captación y salida en el embalse de San Bartolomé (espacio catalogado de interés medioambiental); es la más económica (valorando en precio por hectárea); y, finalmente, es la que ambientalmente menor impacto genera en el medio.

5. INVENTARIO AMBIENTAL

5.1. Marco geográfico

En primer lugar, se describe el estado actual del lugar donde se va a llevar a cabo las actuaciones en cuanto a la ocupación del suelo. La zona de actuación constituye un área fuertemente antropizada por el desarrollo histórico de explotaciones agrícolas de regadío (principalmente de tipo cereal y pastizal).

La zona regable, perteneciente a la Comunidad de Regantes nº V de las Bardenas (CR-V), se encuadra en la provincia de Zaragoza, en el término municipal de Ejea de los Caballeros. Dicha superficie abarca parte de la cuenca del Arba y se encuentra entre el río Riguel y el río Arba.

En la actualidad, en gran parte de la superficie regable emplean el sistema de riego tradicional a manta. Este método conlleva grandes consumos de agua y bajas eficiencias en la aplicación y el transporte (acequias y canalizaciones abiertas).

A continuación, en cumplimiento de la ley 21/2013, en los siguientes apartados se realiza una descripción, censo, inventario y cuantificación, incluyendo cartografía, en su caso, de los procesos e interacciones ecológicas o ambientales claves que puedan verse afectadas por el proyecto.

5.2. Clima

El clima en la zona de Bardenas es mediterráneo continental, con escasas precipitaciones, veranos calurosos y secos, interrumpidos por fuertes tormentas, e inviernos fríos azotados por el viento de NO, llamado cierzo.

En los siguientes puntos se resumen algunas de las variables climáticas de la zona a modernizar, las series de datos empleada pertenecen a la estación agroclimática de “Ejea de los Caballeros” (UTM X: 649.166 m Y: 4.662.200 m; Huso 30) de la red del Servicio Integral de Asesoramiento al Regante (SIAR) del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Se analizaron los datos disponibles de los últimos dos años.

5.2.1. Temperatura

La evolución anual de la temperatura pone de manifiesto los rasgos continentales de la zona, con inviernos y veranos de larga duración separados por una primavera y un otoño más cortos. El frío invernal y el fuerte calor estival prevalecen durante gran parte del año, reflejo de la gran inercia térmica que domina en las zonas interiores.

El periodo frío (que según el criterio de Emberger comprende aquellos meses en los que la media de las mínimas sea menor de 7°C) transcurre desde el mes de octubre al mes de mayo y el periodo cálido (meses con media de máximas superior a 30°C) comprende los meses de junio, julio, agosto y septiembre. Las heladas pueden llegar hasta finales de abril, afectando a diferentes cultivos. El mes más cálido es julio, con valores de 24,3°C, seguido muy cerca por agosto con 24,2°C. Por el contrario, enero es el más frío, con una temperatura media cercana de 4,2°C. Ello supone una oscilación media anual de alrededor de 20°C. En agosto se pueden llegar a máximas de 40°C, mientras que en enero pueden alcanzarse mínimas de -5,6°C.

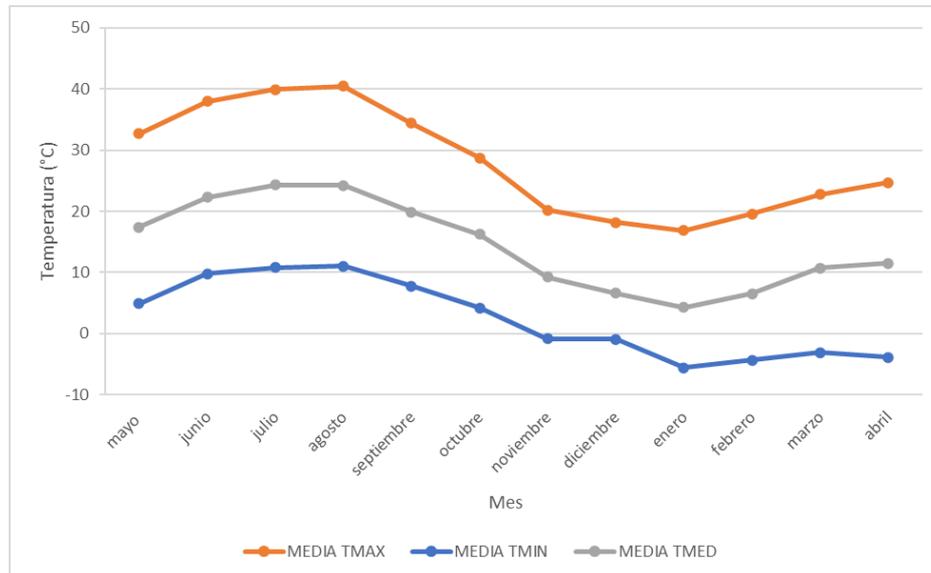


Figura 13. Temperaturas Medias Mensuales. Fuente: Servicio Integral de Asesoramiento al Regante (SIAR).

5.2.2. Humedad

La atmósfera de la zona es seca en verano, con una humedad relativa media del 54% en julio, mientras que en invierno alcanza el 89% en el mes de diciembre. La humedad relativa media anual es del 69%.

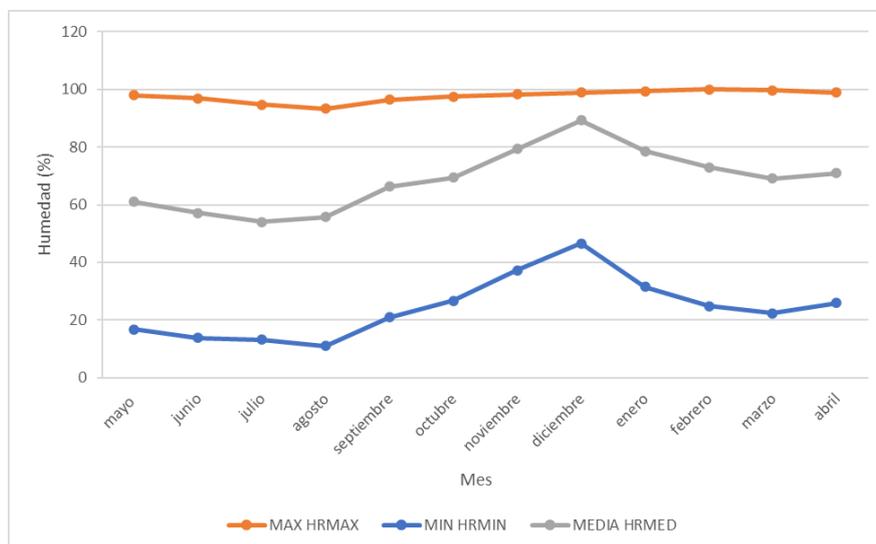


Figura 14. Humedad relativa (HR) media mensual. Fuente: Servicio Integral de Asesoramiento al Regante (SIAR).

5.2.3. Precipitación

Bardenas se encuentra en una zona de sombra de lluvia, por efecto "foehn" de las masas de aire atlántico que abordan el Pirineo desde el norte. Esto hace que el aire que alcanza la depresión del Ebro sea cálido, tenga escasa humedad relativa y, en consecuencia, vea muy reducidas las posibilidades de precipitación. Por el contrario, es alta la capacidad evaporante que induce un fuerte estrés veraniego a la vegetación. En verano, las precipitaciones convectivas muy

localizadas pueden tener fuerte intensidad y corta duración, en compañía de granizo, derivadas de nubes de evolución vertical diurna. El valor medio anual es de 339 mm. En los últimos dos años, septiembre fue el mes con mayor pluviometría, con una media de alrededor de 52 mm, y el mes menos lluvioso fue febrero con una precipitación media de 7,5 mm. Cabe señalar que las tormentas estivales tienen distribución errática en el tiempo y el espacio, pudiendo incrementar significativamente el total anual. Según la clasificación bioclimática UNESCO-FAO, este clima se encuadra dentro del tipo xérico mediterráneo, subtipo mediterráneo atenuado.

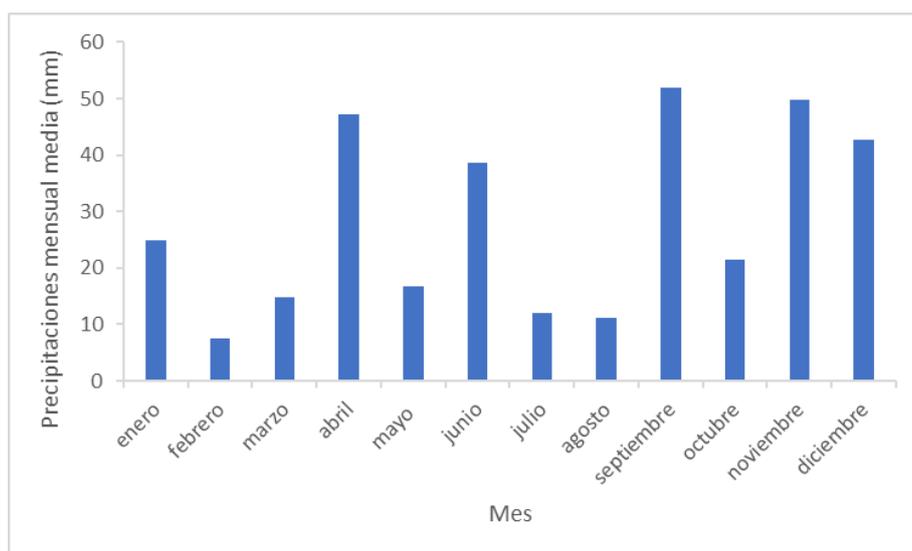


Figura 15. Precipitación media anual. Fuente: Servicio Integral de Asesoramiento al Regante (SIAR).

5.2.4. Radiación y evapotranspiración

En referencia a los registros de la estación agronómica sobre la radiación y las tasas de evapotranspiración medias mensuales, como cabe esperar ambos factores se encuentran íntimamente relacionados, dado que a mayor intensidad de radiación y más horas de sol, mayores tasas de evapotranspiración. En este caso, los datos muestran los valores más altos en julio, y los mínimos durante diciembre. La media anual de radiación es de 15,4 MJ/m² y la de evapotranspiración de 104,3 mm.

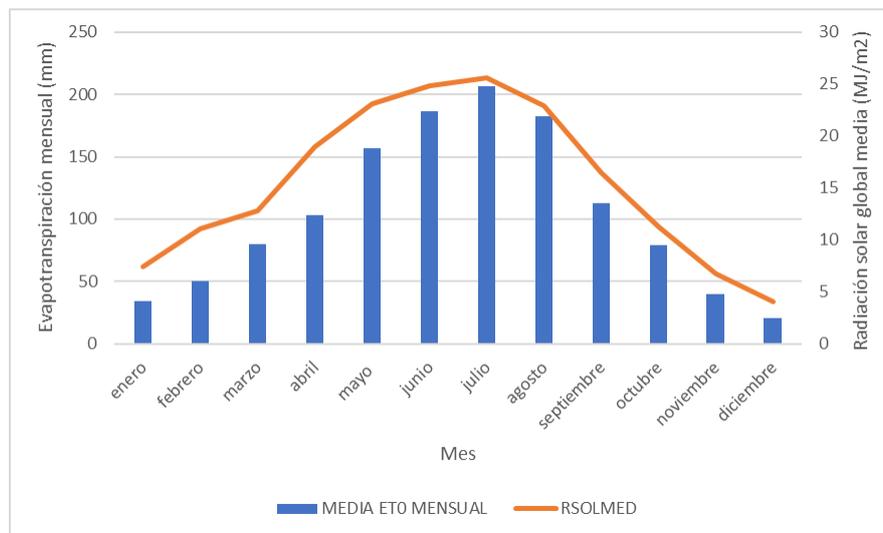


Figura 16. Medias mensuales de radiación solar y evapotranspiración. Fuente: Servicio Integral de Asesoramiento al Regante (SIAR).

5.2.5. Viento

El cierzo es muy frecuente, sobre todo en primavera y otoño. La velocidad media del viento es de 2,5 m/s, con una máxima de 3,3 m/s en abril. Elimina los sistemas nubosos y hace caer espectacularmente la humedad relativa. Su acción desecante es muy intensa, al potenciar la evapotranspiración.

5.3. Calidad atmosférica

A nivel estatal, la Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera, es actualmente la legislación básica estatal en materia de evaluación y gestión de la calidad del aire.

Por su parte, la Unión Europea ha ido publicando un conjunto de Directivas cuyo objetivo principal es tomar las medidas necesarias para mantener una buena calidad del aire ambiente o mejorarla donde sea necesario. La Directiva 2008/50/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de junio de 2008, relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa, supone la revisión, a la luz de los últimos avances científicos y sanitarios, y de la experiencia de los Estados miembros, de la normativa europea mencionada, incorporando las Directivas 96/62/CE, 99/30/CE, 2000/69/CE y 2002/3/CE, así como la Decisión 97/101/CE, con el fin de ofrecer mayor simplificación y eficacia normativa para el cumplimiento de los objetivos de mejora de la calidad del aire ambiente y considerando los objetivos del sexto programa de acción comunitario en materia de medio ambiente aprobado mediante la Decisión nº 1600/2002/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de julio de 2002.

La Directiva 2008/50/CE, fue transpuesta al ordenamiento jurídico español mediante el Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire, el cual desarrolla la Ley 34/2007, de 9 de julio, en los temas relativos a calidad del aire y simplifica la normativa nacional en dicha materia. Entre las novedades que introduce el Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, cabe destacar el establecimiento de requisitos de medida y límites para las partículas de tamaño inferior a 2,5 µm (PM2,5), la obligación de realizar mediciones de las concentraciones

de amoniaco en localizaciones de tráfico y fondo rural y la definición de los puntos en los que deben tomarse las medidas de las sustancias precursoras del ozono y su técnica de captación.

La Dirección General de Cambio Climático y Educación Ambiental perteneciente al Departamento de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente del Gobierno de Aragón, es el órgano competente para la gestión de la Red de Calidad (RCGA) que permite registrar los niveles de concentración de los principales contaminantes atmosféricos en la Comunidad Autónoma de Aragón. La configuración actual de la RCGA es el resultado del estudio de zonificación llevado a cabo en el año 2001 y revisado en 2012, quedando dividido el territorio en cinco zonas: Pirineos, Valle del Ebro, Bajo Aragón, Cordillera Ibérica y Aragón sin aglomeraciones.

La determinación de las distintas zonas de calidad del aire se realizó mediante la siguiente metodología:

- Estudio de la serie histórica de datos.
- Estudio de representatividad territorial de las estaciones, según:
 - Comparación de resultados entre las distintas estaciones.
 - Factores meteorológicos.
 - Características topográficas del territorio.

La RCGA cuenta con catorce estaciones de control, la más próxima al área de estudio se encuentra a más de 30 km, por lo que no se dispone de datos observados representativos de la calidad del aire en la zona.

A continuación, se muestra los mapas de zonificación de la Comunidad Autónoma de Aragón para los distintos contaminantes atmosféricos:

- Zonificación para dióxido de azufre (SO₂), óxidos de nitrógeno (NO_x), partículas (PM₁₀ y PM_{2,5}), y ozono. Se han establecido 5 zonas de calidad del aire diferentes, de acuerdo con sus características orográficas, de dispersión, así como sus focos emisores. La zona de estudio pertenece al área Valle del Ebro (azul).

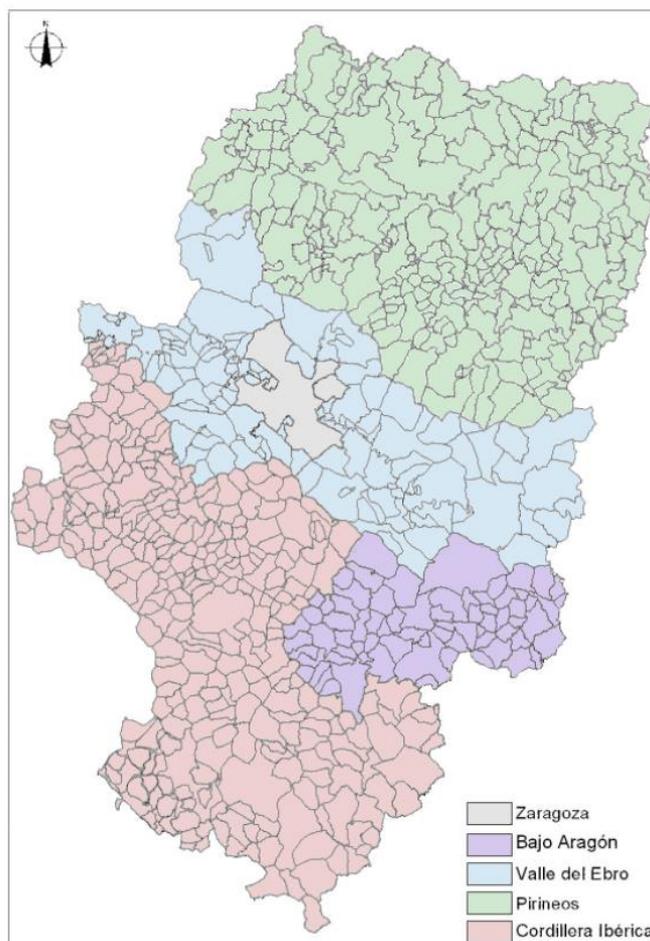


Figura 17. Zonificación de calidad del aire para dióxido de azufre (SO₂), óxidos de nitrógeno (NO_x), partículas (PM₁₀ y PM_{2,5}) y ozono. Fuente: Red de Calidad (RCGA).

- Zonificación para monóxido de carbono (CO), benceno, metales pesados (cadmio, arsénico, plomo y níquel) e hidrocarburos aromáticos policíclicos. Se han establecido 2 zonas de calidad del aire diferentes, de forma que se diferencia entre aglomeración de Zaragoza y el resto de la Comunidad Autónoma con niveles potencialmente inferiores. La zona de estudio pertenece al área Aragón sin aglomeraciones.

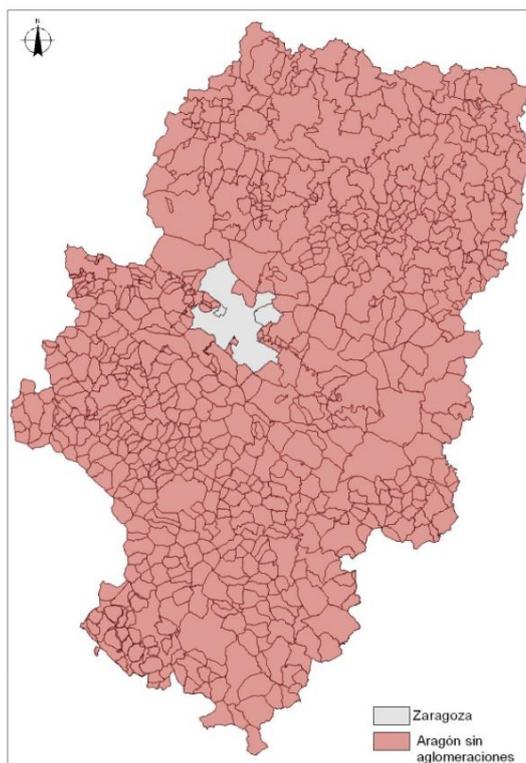


Figura 18. Zonificación calidad del aire para monóxido de carbono (CO), benceno, metales pesados (cadmio, arsénico, plomo y níquel) e hidrocarburos aromáticos policíclicos. Fuente: Red de Calidad (RCGA).

A continuación, se muestra la tabla que establece la relación de zonas de monitorización y contaminantes en Aragón.

Tabla 127. Zonas de monitorización por contaminantes. Fuente: Red de Calidad (RCGA).

Código	Nombre de la zona	Estaciones	Red de control	Contaminante evaluado (*)	Tipo (**)	Población (habitantes)	Área (km²)
ES0201	PIRINEOS	Sarriena	RCGA	PM10	nonag	210.147	18.075,22
		Huesca		SO ₂ , NO ₂ , NO _x , PM10, PM2.5 y O ₃	nonag		
		Monzón		SO ₂ , NO ₂ , NO _x , PM10, PM2.5 y O ₃	nonag		
		(1)Torrelisa		SO ₂ , NO ₂ , NO _x , y O ₃	nonag		
ES0202	VALLE EBRO	Escatrón	CCC Escatrón	O ₃	nonag	220.938	10.633,75
		Castelnou	CCC Castelnou	O ₃	nonag		
		Bujaraloz	RCGA	SO ₂ , NO ₂ , NO _x y O ₃	nonag		
		Alagón		SO ₂ , NO ₂ , NO _x , PM10, PM2.5 y O ₃	nonag		
ES0203	BAJO ARAGÓN	La Cerollera	CT TERUEL	O ₃	nonag	56.537	4.385,90
		(1)Monagrega		SO ₂ , NO ₂ , NO _x , PM10, PM2.5 y O ₃	nonag		
		Alcañiz	RCGA	PM10	nonag		
ES0204	CORDILLERA IBÉRICA	Teruel	RCGA	SO ₂ , NO ₂ , NO _x , PM10, PM2.5 y O ₃	nonag	136.987	16.524,97
ES0206	ARAGÓN SIN AGLOMERACIONES	Alagón	RCGA	CO, metales, B(a)P, Pb, C ₆ H ₆	nonag	677.037	1063,10

(1) NOX evaluación protección vegetación y ecosistemas (*)Metales (arsénico, cadmio y níquel) (**) Tipo de zona: nonag=no aglomeración

Por último, se incluyen los resultados del Índice Diario de Calidad de Aire (IDCA) registrados en la estación Alagón (41.762073, -1.144798), la cual forma parte de la RCGA, para analizar la evolución de enero a diciembre del 2022. La estación ha sido seleccionada, bajo el criterio de proximidad al área de estudio y por encontrarse en la misma zonificación “Valle Ebro”.

Tabla 138. Índice Diario de Calidad de Aire, Estación Alagón (IDCA). Fuente: Red de Calidad (RCGA).

Estación	Buena	Razonablemente buena	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable	Extremadamente desfavorable
Alagón	21	283	29	30	2	0

Los datos muestran que el 83% de los días de 2021 registran un índice diario bueno o razonablemente bueno. Siendo ocasionales las situaciones con índices catalogados como regular, desfavorable o muy desfavorable.

Cabe mencionar que la estación consultada pese a ser la más próxima, se localiza en pleno valle del Ebro y la distancia entre esta y la zona de actuación es de más de 30 km, por lo que los datos son meramente orientativos.

5.4. Geología y geomorfología

El factor ambiental incluido en el artículo 35 de la Ley 21/2013, es la geodiversidad. Según el Instituto Geológico y Minero de España, la geodiversidad es la diversidad geológica de un territorio, entendida como la variedad de rasgos geológicos presentes en un lugar, identificados tras considerar su frecuencia, distribución y cómo éstos ilustran la evolución geológica del mismo. En esta acepción el estudio de la geodiversidad se limita a analizar aspectos estrictamente geológicos, considerando la geomorfología como parte integrante de los mismos.

5.4.1. Geología

Se ha utilizado como información base la cartografía publicada por el Instituto Geológico y Minero de España (hoja 1:50.000 de Ejea de los Caballeros, Sádaba, y Fustiñana, del Mapa Geológico de España).

Prácticamente la totalidad de la cuenca del río Arba se encuentra en el dominio geológico de la depresión del Ebro. Se trata de una cuenca clásica sin-tardiorogénica asociada a la orogénesis alpina donde la evolución de la sedimentación está estrechamente ligada al desarrollo de los acontecimientos tectónicos.

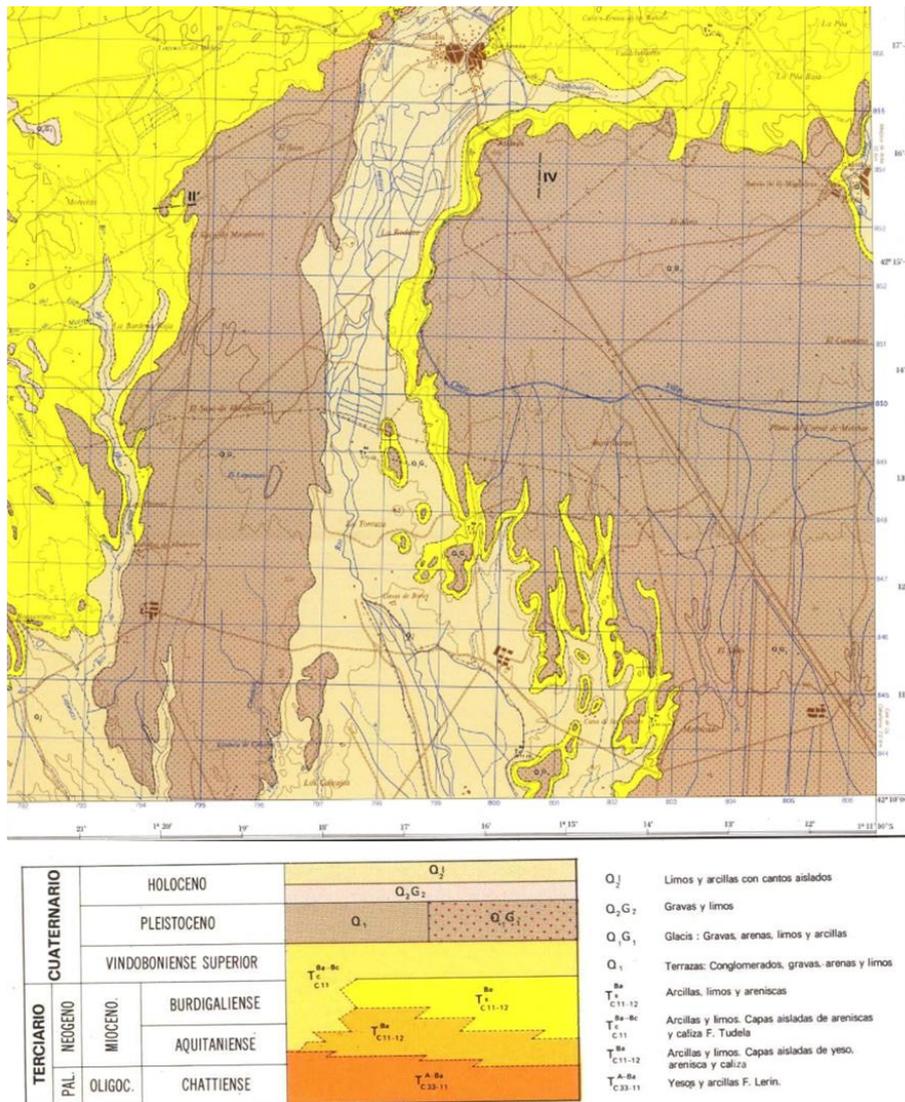


Figura 19. Cartografía publicada por el Instituto Geológico y Minero de España (hoja 1:50.000 de Ejea de los Caballeros, Sádaba, y Fustiñana, del Mapa Geológico de España).

El relleno de la cuenca del Arba, está formado por materiales marinos depositados durante el Eoceno, y por materiales continentales de edad Oligoceno y Mioceno. El aporte fue fundamentalmente del Sur hasta el Oligoceno Superior, momento en el cual tuvo lugar la tercera fase del plegamiento pirenaico, que produjo un cambio en el sentido de los aportes (Norte).

Los sedimentos tienen carácter molásico en los bordes de la cuenca, pasando a facies lutíticas hacia el centro de la misma, donde se pueden encontrar unidades carbonatadas y evaporíticas. Existe una secuencia de ambientes fluviales anastomosados y meandriformes, hasta los depósitos lacustres del centro de la cuenca.

Los materiales de mayor importancia son los que ocupan la cuenca media y baja del Arba, área donde, tradicionalmente, se ha desarrollado la agricultura de regadío a manta.

El Mioceno de la zona más septentrional (correspondientes a las hojas 1:50.000 de Sádaba, Luna, Fustiñana, y Ejea de los Caballeros), constituye un tramo lutítico con presencia de niveles de

arenisca, que son más abundantes hacia el techo. Estos niveles de arenisca están relacionados con paleocanales que presentan base erosiva, gronoclasificación decrecientes y estratificaciones cruzadas. Básicamente presentan una matriz de cuarzo y cemento carbonatado cálcico.

Hacia el Sur los niveles de arenisca van perdiendo potencia, y comienzan a aparecer bancos de calizas lacustres. Existen zonas de arcillas y limos más o menos calcáreos, de tonos rojizos y grises, con intercalaciones esporádicas de areniscas de grano fino poco cementadas y de limolitas.

La potencia de toda esta serie es variable dependiendo de la paleogeografía del medio sedimentario. Según sondeos petrolíferos de la zona, los espesores de los sedimentos terciarios pueden alcanzar los 2.700 metros.

Los materiales cuaternarios (glacis y aluviales), constituyen los principales niveles acuíferos de la zona, y se asientan sobre las arcillas, limos, y areniscas (“buro” en terminología local) de las formaciones terciarias, las cuales forman a su vez el sustrato impermeable en función del cual varía el espesor de la capa freática.

El desarrollo de los glacis se ha visto favorecido por la facilidad de los materiales terciarios a ser erosionados, y por la existencia de conglomerados en el borde Norte de la cuenca, que actúan como área fuente. Litológicamente están formados por cantos homométricos (calizas mesozoicas, y eocenas, y cuarcitas) angulosos y subredondeados englobados en matriz arcillosa, con tramos ocasionales de arcillas y limos intercalados en las gravas (“saso” en terminología local). Estas gravas pueden estar cementadas por carbonato cálcico formando pequeños bancos de conglomerados (“mallacan” en terminología local).

Los aluviales presentan dos tramos bien diferenciados, uno inferior en el que predominan las gravas, y otro superior formado por arcillas, limos, y arenas, que engloban cantos dispersos.

La Comunidad de regantes Nº V (CR-V), se sitúa sobre los glacis de Miraflores (50 Km²), al Oeste, y de Miralbueno (120 Km²) al Este, separados ambos por el aluvial del Río Riguel. En las laderas, que separan los glacis de los aluviales, afloran los materiales lutíticos areniscosos del terciario continental.

5.4.2. Geomorfología

La casi totalidad de la zona de estudio está situada en una de las grandes unidades de relieve que componen el sector central de la Depresión del Ebro conocida por Somontano Pirenaico, aunque el extremo sur del polígono de la Comunidad de Riegos de Bardenas, corresponde al valle del Ebro propiamente dicho.

Es en este contexto geomorfológico donde se sitúa la zona de estudio, el norte está formado por llanuras fundamentalmente areniscosas, alternando con las areniscas modeladas en paleocanales, los cuales van desapareciendo hacia el sur de la zona. El resultado es una pérdida del carácter estructural, mantenida allí donde los bancos de areniscas son dominantes. Próximas a estas, aparecen cubetas excavadas sobre material margoso, y de carácter endorreico.

En la zona central, se encuentra la confluencia del río Arba y el Riguel conocida por depresión de las Cinco Villas, en ella predomina una litología margosa, cubierta de material detrítico fluvial modelado en terrazas y glacis.

En el Sur, cerca de Tauste, aparece el típico paisaje del centro de la depresión, constituido por colinas margo-yesíferas, incididas por barrancos que vierten hacia los ríos Arba y Ebro.

En general, la geomorfología original de la zona de estudio se encuentra enmascarada por las labores de cultivo, de tal forma que, en la actualidad, la superficie del terreno presenta un aspecto de “mosaico de campos”, en los que solo pequeños afloramientos del sustrato rocoso permiten desvelar la naturaleza del terreno. Esta antropización es resultado de las labores de nivelación asociadas a la actividad agrícola de la zona.

5.5. Hidrología. Masas de agua

La zona objeto de modernización se localiza en la Depresión de las Cinco Villas y se encuentra incluida en el sistema Arbas. Los nacimientos de los ríos que componen el sistema tienen lugar en la Sierra de Santo Domingo a una altura de 1.200 m.

Según el Anejo 06 “*Sistemas de explotación y balances*” del Plan Hidrológico del tercer ciclo de la Demarcación Hidrográfica del Ebro (PHE), el sistema Arbas ocupa una superficie de 2.204 Km² (el 2,5% del territorio de la cuenca del Ebro), y pertenece a las Comunidades Autónomas de Navarra y Aragón.

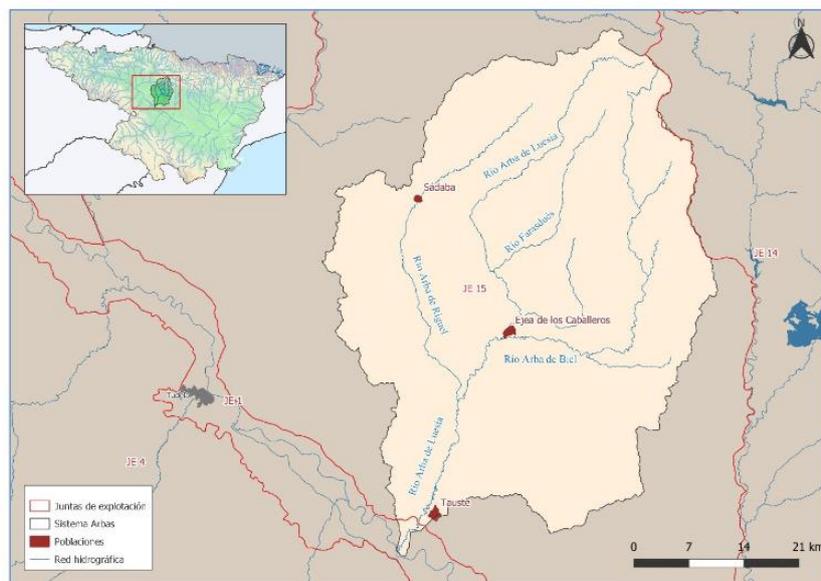


Figura 20. Mapa del Sistema Arbas. Fuente: Anexo 06, del Plan Hidrológico del tercer ciclo de la Demarcación Hidrográfica del Ebro.

El promedio de recursos hídricos superficiales o aportaciones en régimen natural disponibles en el sistema son de 108 Hm³/año, este valor se obtenido a partir de la serie corta del modelo SIMPA (1980/81-2017/18).

Respecto a las infraestructuras de regulación, el PHE del tercer ciclo indica que la única infraestructura de regulación considerada en este sistema es el embalse de San Bartolomé propiedad del Ayuntamiento de Ejea de los caballeros, con una capacidad útil de 3,97 Hm³. Además, se localizan en la zona otras infraestructuras de regulación de menor entidad pero que tienen un elevado valor ambiental por servir de hábitat a comunidades piscícolas y aves acuáticas, como es la laguna del Moncayuelo.

En relación a la infraestructura de transporte, pese a no contar con elementos de transporte significativos propios, el sistema se encuentra atravesado por el Canal de Bardenas y por el Canal de Tauste. Sin embargo, dichas infraestructuras atienden demandas contempladas en el Sistema Ebro alto y medio y Aragón, origen de los recursos hídricos empleados.

El Canal de Bardenas nace en el embalse de Yesa y distribuye los recursos a través de las acequias principales de Navarra, Cinco Villas, Cascajos, Saso y Sora para cubrir las demandas agrícolas y urbanas. El embalse de Yesa del río Aragón, se localiza al norte de la provincia de Zaragoza y este de Navarra y tiene una capacidad útil de entre 396,1 - 303,1 Hm³.

La unidad de demanda agraria a la que pertenece la zona a modernizar corresponde a *UDA40. Canal de Bardenas y Arbas [Alto Ebro]* y contempla las necesidades hídricas de los regadíos suministrados desde el Canal de Bardenas y sus derivaciones desde los ríos Arbas. Según el PHE, la superficie regable total es de 76.264 ha y la demanda agraria se establece entorno a los 696 Hm³/año.

Por lo que se identifican dos sistemas interrelacionados, uno como cedente de recurso (sistema Ebro alto y medio y Aragón) y otro como receptor (sistema Arbas). A continuación, se describen las masas de agua superficiales y subterráneas identificadas en el entorno de la actuación.

5.5.1. Masas Superficiales

Las masas superficiales afectadas por las actividades agrarias que se desarrollan en la actualidad, de acuerdo con el código establecido en el Plan Hidrológico del tercer ciclo de la Demarcación Hidrográfica del Ebro, son:

- **ES091MSPF417:** Río Aragón desde la Presa de Yesa hasta el río Irati.
 - Categoría río.
 - Naturaleza: Natural
 - Nombre Ecotipo: Ejes mediterráneo-continentales poco mineralizado.
 - Sistema de Explotación: Ebro alto y medio y Aragón.
 - Longitud: 12,55 km

- **ES091MSPF104:** Río Arba de Luesia desde el río Arba de Biel (final del tramo canalizado) hasta el río Arba de Riguel.
 - Categoría: Río
 - Naturaleza: Natural
 - Nombre Ecotipo: Ríos mineralizados de baja montaña mediterránea
 - Sistema de Explotación: Arbas
 - Longitud: 14,87 km
 -

- **ES091MSPF105:** Río Arba de Riguel desde la población de Sábada (paso del canal con río Riguel antes del pueblo) hasta su desembocadura en el río Arba de Luesia.
 - Categoría: Río
 - Naturaleza: Natural
 - Nombre Ecotipo: Ríos mineralizados de baja montaña mediterránea
 - Sistema de Explotación: Arbas
 - Longitud: 33,48 km

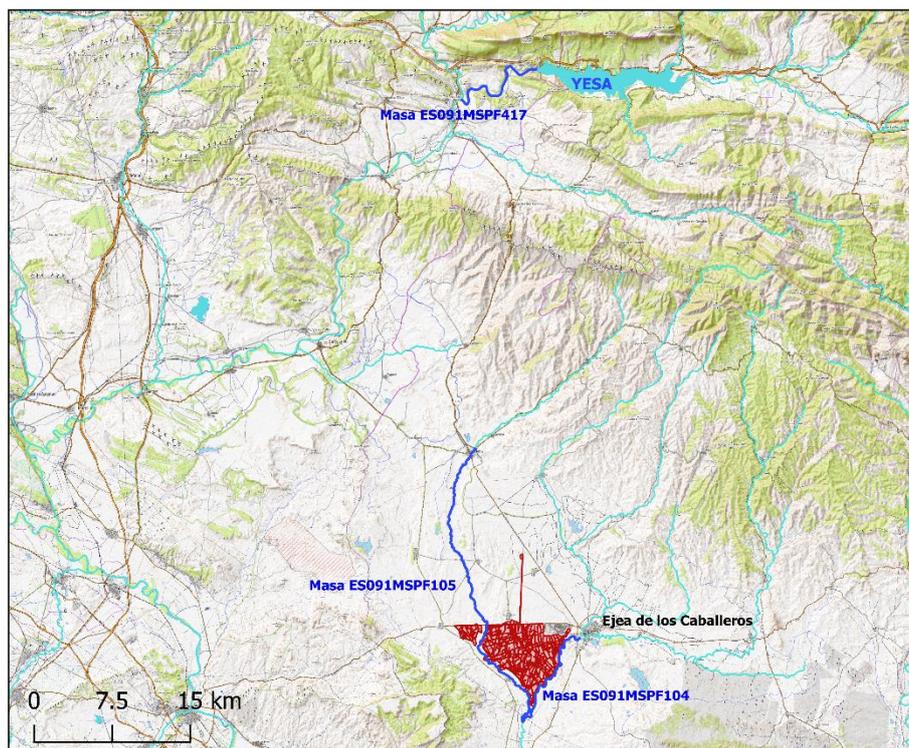


Figura 21. Ubicación masas superficiales (ES091MSPF417, ES091MSPF104, ES091MSPF105) en azul, y de la superficie objeto del proyecto (Zona 2) en rojo.

En la siguiente tabla se resume el estado/potencial ecológico de las masas nombradas.

Tabla 149. Estado y objetivos medioambientales (OMA) de las masas superficiales localizadas en el entorno del proyecto. Fuente: Anejo 09 del PHE del tercer ciclo. B = Buen estado, NO = no alcanza el buen estado, Mo = Moderado.

EUMASCod	Nombre	Categoría	Naturaleza	Tipología	Estado Global PHDE 2016	Elementos de calidad biológica	Elementos de calidad físico-químicos	Elementos de calidad hidromorfológicos	Estado/potencial ecológico	Estado químico	Estado global	OMA PH 2021-2027
ES091MSPF417	Río Argón desde la Presa de Yesa hasta el río Irati.	Río	Natural	R-T15	B	B	B		B		B	2021
ES091MSPF104	Río Arba de Luesia desde el río Arba de Biel (final del tramo canalizado) hasta el río Arba de Riguel.	Río	Natural	R-T09	NO	Mo	B	B	Mo		NO	2027
ES091MSPF105	Río Arba de Riguel desde la población de Sábada (paso del canal con río Riguel antes del pueblo) hasta su desembocadura en el río Arba de Luesia.	Río	Natural	R-T10	B	B	Mo	B	Mo		NO	2027

Mediante la actuación proyectada se prevé sustituir el sistema de distribución actual, canales y acequias, por redes de distribución presurizada, lo que supone una reducción de las pérdidas por infraestructura y un consecuente aumento de la eficiencia del sistema. Además, la transformación del método de riego por gravedad a riego por aspersión también contribuirá a aumentar la eficiencia del sistema y a la reducción de los retornos y los lixiviados.

5.5.2. Masas Subterráneas

La superficie a modernizar se encuentra sobre la Unidad Hidrogeológica Arbas (ES091MSBT053), según el Anejo 01. “Masas de agua. Caracterización adicional” del PHE del tercer ciclo, esta masa subterránea se localiza en el sector central de la cuenca hidrográfica del Ebro, dentro del Dominio de la Depresión del Ebro. Toda su superficie pertenece a la cuenca del Arba, tributario por la margen izquierda del Ebro en su tramo medio, repartida entre los ríos Arba de Riguel, Arba de Luesia y Arba de Biel.

Como ya se ha comentado en apartados anteriores, se trata de una zona fundamentalmente agrícola donde domina el regadío de extensivos abastecidos por el Canal de Bardenas y tiene una extensión total de 390 Km².

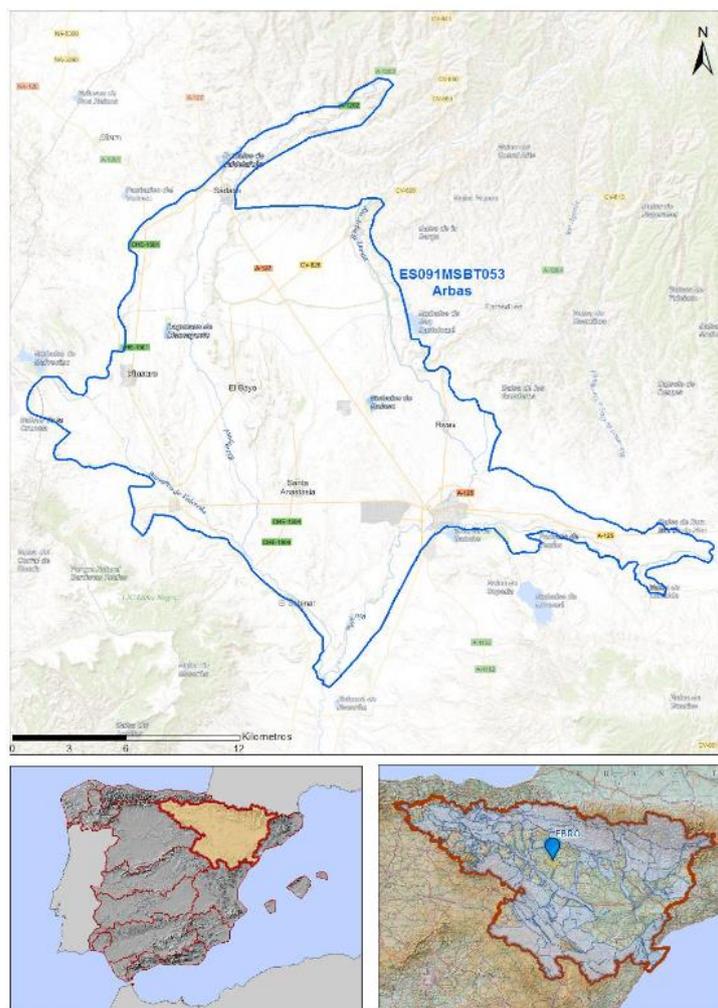


Figura 22. Mapa de localización de la masa subterránea Arbas. Fuente: Anejo 01b, PHE tercer ciclo.

Respecto a las características hidrogeológicas, el PHE indica, que la masa engloba una amplia extensión de depósitos cuaternarios situados al sur de la Sierra de Santo domingo, que se depositan sobre formaciones detríticas del Mioceno, del relleno de la Depresión del Ebro. Como ya se ha especificado en el apartado de geología y geomorfología, las principales formaciones cuaternarias corresponden a los depósitos de glaciares denominados localmente “sasos” formados por la denudación de los resaltes Oligocenos que afloran al norte de la masa de agua, y los depósitos aluviales y terrazas asociados a los principales ríos.

- Los Glaciares (Pleistoceno-Holoceno) están constituidos por cantos de calizas y cuarcitas en matriz arcillosa, con tramos de arcillas y limos e intercalación de gravas que pueden presentarse cementadas por carbonatos formando costras duras petrocálcicas (B_{km}) denominadas localmente “mallacán”. Se pueden diferenciar dos glaciares de gran extensión independizados por los aluviales del río Arba de Riguel: el saso de Mirabueno al oeste de 120 Km² (sobre el que se sitúa la zona a modernizar) y el saso de Miraflores de 50 Km² al este. Estos depósitos presentan geometrías tabulares de pendiente suave (1-4°) y dirección sur, desconectadas de los aluviales por los afloramientos terciarios de lutitas y areniscas. Su potencia depende de la geomorfología de sustrato terciario con un decrecimiento de norte a sur, y espesores que pueden llegar a alcanzar 20-30 m al norte y hasta 2 m al sur en el Saso de Mirabueno y menores potencias en el saso de Miraflores.
- Los depósitos aluviales (Pleistoceno-Holoceno) se componen de gravas, arenas, limos y arcillas, con importantes cambios laterales de facies. Engloba el cauce actual, la llanura de inundación y terrazas de los principales ríos con espesores medios de 2 a 10 m, alcanzando de forma puntual más de 20m. Estas formaciones presentan dos tramos diferenciados, uno interior en el que dominan las gravas y otro superior formado por arcillas, limos y arenas. Es común en las terrazas más antiguas la presencia de costras calcáreas de 1,5 a 2 m de espesor.

Los límites hidrogeológicos de esta masa de agua se encuentran definidos por los materiales terciarios impermeables topográficamente más elevados sobre los que se sitúa en algunos sectores los depósitos de glaciares y piedemonte. Por lo que la dirección de flujo de los glaciares presenta una clara componente de norte a sur, donde el gradiente disminuye suavemente siguiendo esa misma dirección (Causapé, 2002), encontrándose el oeste, este y norte cerrado por su naturaleza impermeable. En los aluviales la dirección del flujo del agua subterránea coincide a grandes rasgos con la del agua superficial.

Respecto al funcionamiento hidrogeológico, el PHE indica que la principal recarga de esta masa de agua corresponde a la infiltración de los retornos de riego, y en menor medida a la infiltración del agua de lluvia y de las escorrentías laterales. Por otro lado, la descarga se realiza a través de manantiales situados en los contactos con los terciarios de baja permeabilidad y por drenajes difusos al río Arba.

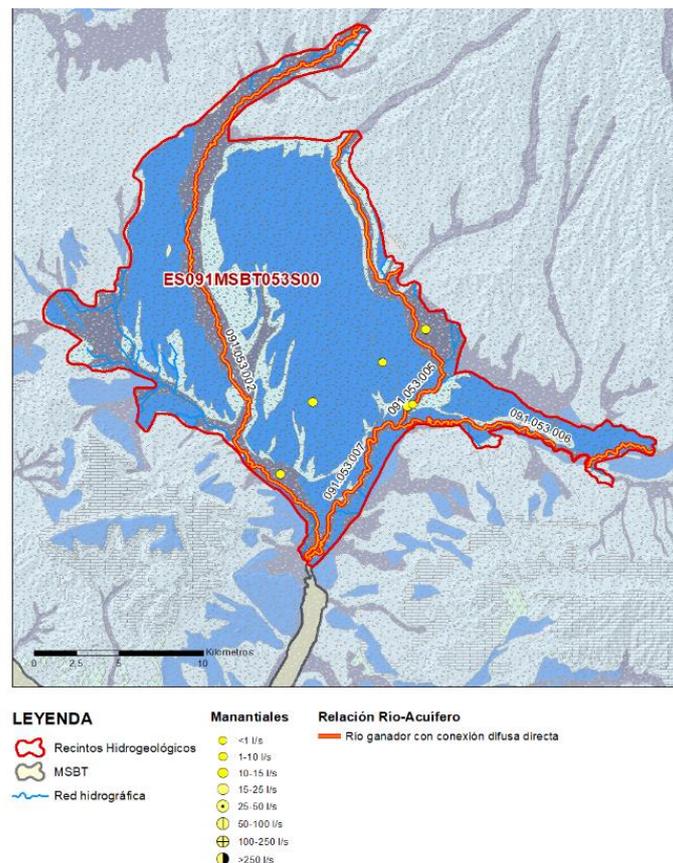


Figura 23. Relación río/acuífero: ES091MSBT053-ARBAS. Fuente: Anejo 01.b, PHE tercer ciclo.

Gran parte de estas formaciones cuaternarias se encuentran cubiertas por regadíos del Canal de Bardenas, que mantiene como principal sistema de riego, el riego por inundación o a manta. Este sistema de baja eficiencia, unido con la alta permeabilidad de estas formaciones acuíferas favorece la entrada de un gran volumen de agua durante la estación de riego. De este modo la piezometría queda condicionada por los retornos de riego presentando oscilaciones cíclicas de ascensos entre marzo y septiembre y valores mínimos en invierno.

En relación a las presiones e impactos analizados por el PHE, dentro de esta masa no se identifica como presión significativa la extracción de agua. Respecto a alteración cualitativa del recurso subterráneo, esta masa se encuentra en riesgo químico de no alcanzar los objetivos medioambientales (DMA) por contaminación difusa. Se identifica como presión difusa significativa la agricultura y la carga ganadera, con un impacto comprobado de contaminación por nutrientes y un impacto comprobado de disminución de la calidad del agua superficial asociada. El contaminante de riesgo asociado a esta contaminación corresponde al nitrato con concentraciones que varían en un rango de 3,9 mg/L a 144 mg/L con un promedio para todos los puntos de la red de control de 41 mg/L (2004-2019).

En la siguiente tabla se puede observar como el Anejo 09 *Estado, Objetivos Medioambientales y Exenciones*, del PHE, establece que la masa subterránea de Arbas se encuentra en mal estado global a causa del mal estado químico por contaminación de nutrientes (nitratos), debido a la transferencia de nutrientes de las masas superficiales ES091MSPF105 y ES091MSPF106.

Tabla 20. Estado global de la masa subterránea de Arbas (ES091MSBT053). Fuente: Anejo 09, PHE del tercer ciclo.

Código masa	Nombre	ESTADO CUANTITATIVO	ESTADO QUÍMICO	ESTADO GLOBAL
ES091MSBT053	Arbas	Buen estado	Mal estado	Mal estado

En el año 2020 el Área de Calidad de Aguas de la CHE elaboró el informe sobre la situación y evolución de la contaminación difusa de origen agrario correspondiente al periodo 2016-2019. Para la delimitación de las aguas afectadas se emplearon los datos analíticos de las redes de control de aguas superficiales y subterráneas de la CHE, y las redes de control de aguas subterráneas de las Comunidades Autónomas de País Vasco, La Rioja, Navarra y Cataluña.

A continuación, se muestra la figura resultante de la valoración de la afección de los nitratos en la masa subterránea Arbas (ES091MSBT05) para el periodo 2016-2019.

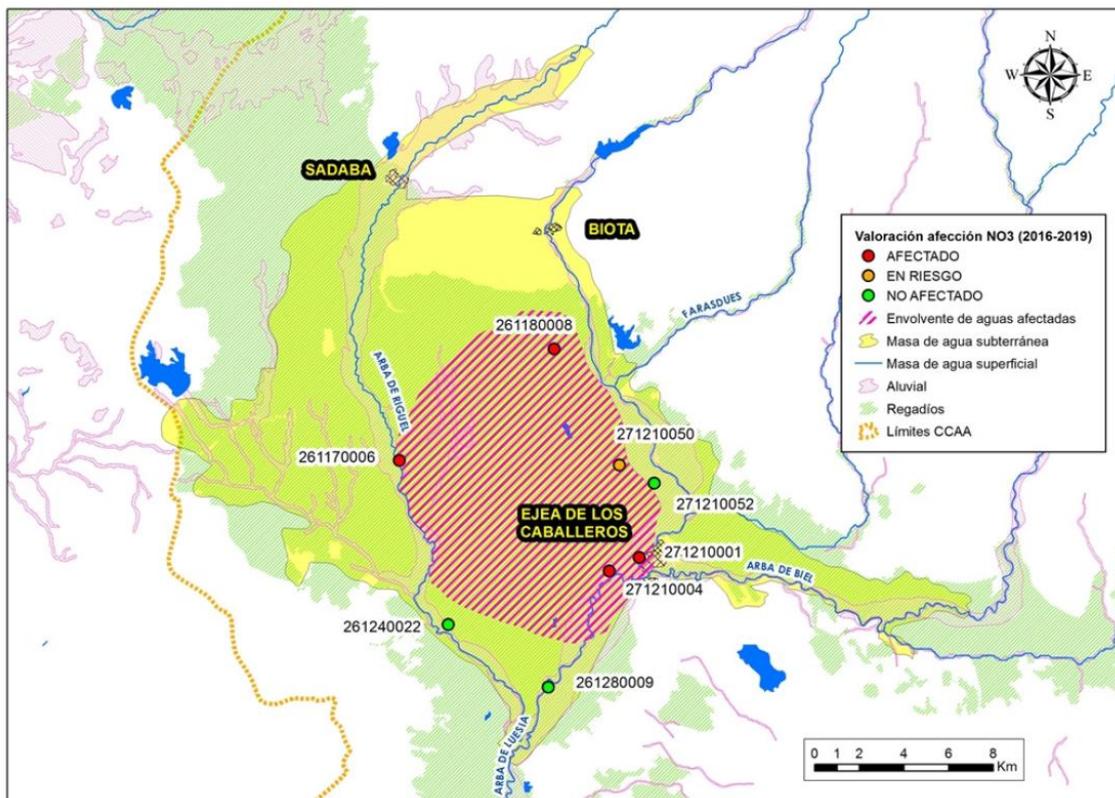


Figura 24. Valoración de la afección NO₃ (2016-2019) y localización de los puntos de muestreo para la masa de agua subterránea 053 – Arbas (ES091MSBT05). Fuente: Anejo I del Informe sobre la determinación de las aguas afectadas o en riesgo de contaminación por nitratos de origen agrario.

5.5.3. Balance de entradas y salidas de agua antes del proyecto

En la actualidad, el funcionamiento hídrico del proyecto de modernización de Bardenas – zona 2 se resume en la siguiente figura. Para esta fase, la zona a modernizar comprende los sectores XXVII, XXIX y XXXII en su totalidad, sumados a 259 ha del sector XIX (al otro lado del Río Riguel) y 121,42 ha que pertenecen actualmente al Río Riguel.

SITUACIÓN ACTUAL

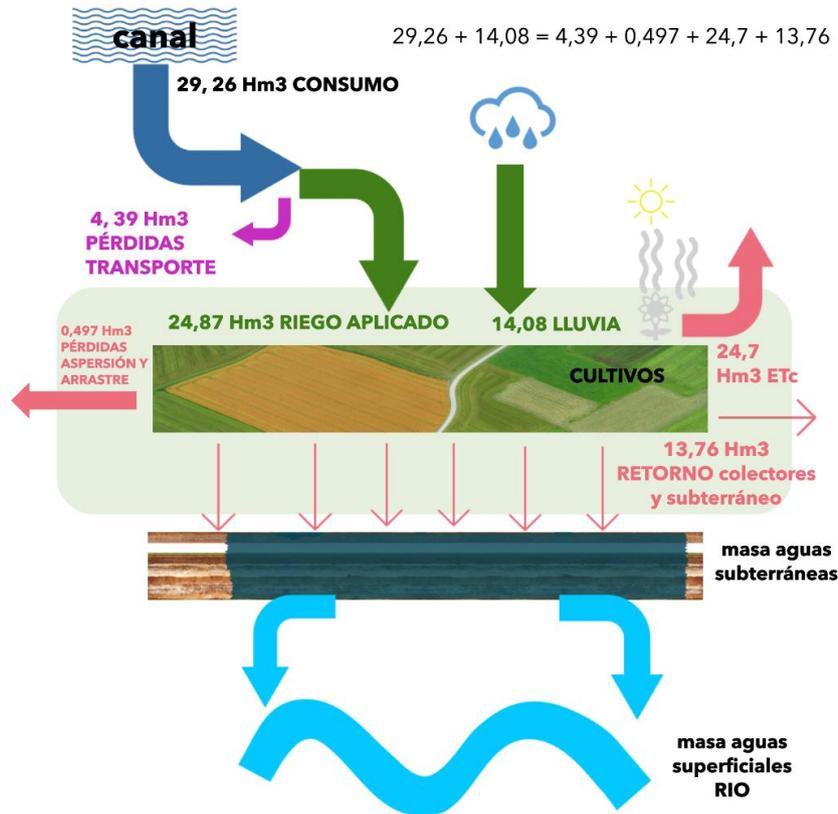


Figura 25. Balance anual de entradas y salidas de la situación actual (previa a la realización del proyecto).

El consumo medio registrado como extracciones del canal en parcela de los últimos 10 años, obtenido del programa de gestión de riego de la Comunidad SGRnet, arroja una media de 29,26 Hm³ para el abastecimiento de la zona regable, de los cuales se desaprovecha un volumen anual estimado en 4,39 Hm³ por las pérdidas que sufre la red de distribución. Esta circunstancia limita la disponibilidad media para riego a 24,87 Hm³. De los volúmenes de riego aplicados, una proporción considerable (58%), infiltra bajo la zona radicular, y no puede aprovecharse por el cultivo. Estos volúmenes de drenaje contribuyen a la recarga, con 18,15 Hm³ anuales, del acuífero detrítico sobre el que se asienta el regadío.

Una vez ejecutado el proyecto, el funcionamiento en el área analizada se modificará, cambiando principalmente los retornos de riego. Esta situación que se detalla más adelante en el apartado 6.4.2.

5.5.4. Contaminación difusa por nitratos

Como se comentó en los apartados anteriores, la masa subterránea Arbas (ES091MSBT053) se encuentra afectada por contaminación de nitratos. En el Plan Hidrológico del tercer ciclo (2022-2027) de la Demarcación Hidrográfica del Ebro, se registran las Zonas Vulnerables a Nitratos, que son aquellas susceptibles a la contaminación por nitratos procedentes de fuentes agrarias designadas en aplicación de la Directiva 91/676/CEE. Dicha directiva fue traspuesta al ordenamiento jurídico nacional mediante el Real Decreto 261/1996, de 16 de febrero, ya derogado por el Real Decreto 47/2022, de 18 de enero, sobre protección de las aguas contra la

contaminación difusa producida por los nitratos procedentes de fuentes agrarias (CHE, 2023b). De este modo, en el anejo 4 (zonas protegidas) del PHE del tercer ciclo se registra la Zona Vulnerable ES24_B “Arbas. Río Arba de Luesia”, asociada a la masa subterránea de Arbas (ES091MSBT053). Además, se menciona a las masas superficiales relacionadas al río Arba (ES091MSPF104 y ES091MSPF105) como zonas vulnerables a nitratos de la demarcación.

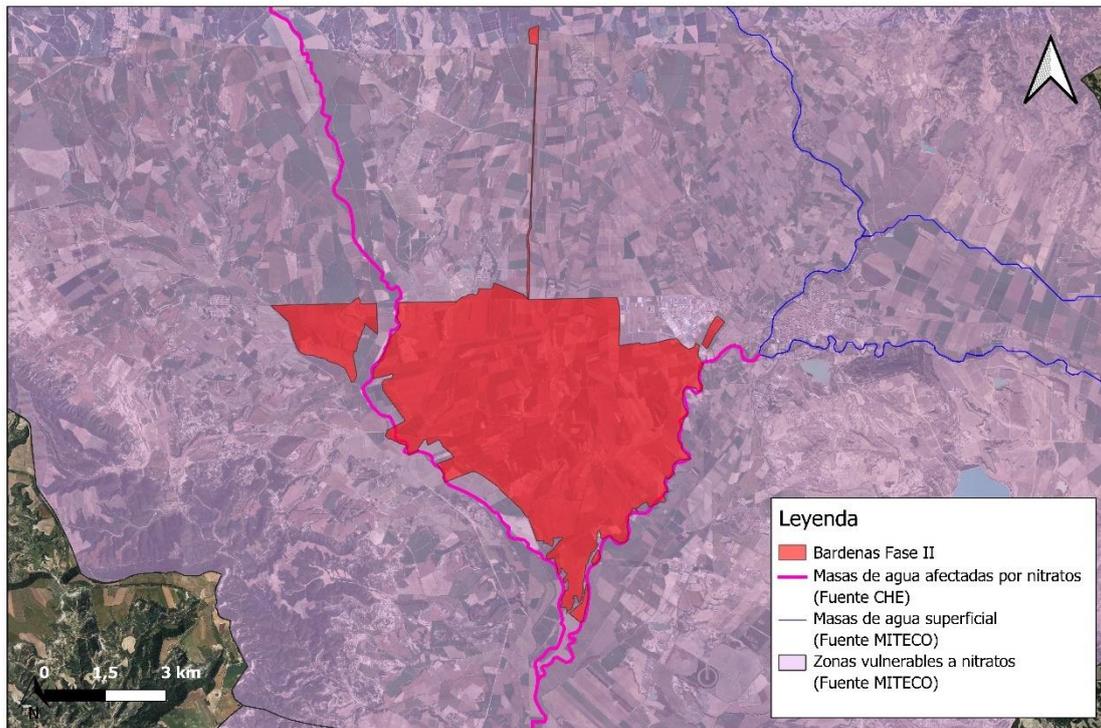


Figura 26. Zonas Vulnerables a Nitratos (subterráneas y superficiales) en el área de estudio.

Para evaluar lo que sucede más concretamente en la zona de actuación se ha realizado una aproximación al flujo de nitrógeno en función de los datos disponibles de concentración de nitratos en el acuífero que recibe los retornos de la zona regable, encuadrado en la masa de agua subterránea Arbas (ES091MSBT053), diferenciando la superficie del proyecto en dos áreas:

1. Aquella que por gradiente aportaría hacia el río Arba de Riguel
2. Aquella que aportaría al río Arba de Luesia

Esta diferenciación se realiza ya que, según las mediciones, ambas áreas tienen una caracterización diferenciada en cuanto a su concertación de nitratos.

La concentración de los drenajes de la situación actual se ha tomado de los datos de referencia medios medidos por Causapé (2002). Los datos de referencia de la concentración de las aguas subterráneas de la situación actual se han tomado de los aforos pertenecientes a la Confederación Hidrológica del Ebro (SAIH Ebro, 2023).

En la siguiente tabla se describe la situación actual estimada en lo referente a la contaminación difusa por nitratos para aguas subterráneas:

Tabla 15. Estimación de la situación actual de contaminación difusa por nitratos.

Situación actual		
Volumen infiltrado (Hm ³)	13,76	
Volumen Perdidas Transporte (Hm ³)	4,39	
Concentración Nitratos agua riego (mg/l)	1,95	
Superficie (ha)	3.585	
	Río Arba de Riguel	Río Arba de Luesia
% de Superficie	74%	26%
Volumen infiltrado (Hm ³)	10,18	3,58
Concentración Nitratos drenajes (mg/l)	58,40	85
Masa Nitratos efluente zona cultivos (Tn)	594,65	304,10
Masa Nitratos proveniente del agua riego (Tn)	19,86	6,98
Masa Nitratos proveniente suelos cultivo (Tn)	574,80	297,12
Nitratos provenientes del lixiviado de suelos cultivo (Kg Nitrato/ha lixiviado en suelos cultivo)	216,67	318,76
Volumen Pérdidas Transporte en el canal (Hm ³)	4,39	0
Concentración Nitratos agua riego (mg/l)	1,95	1,95
Masa Nitratos efluente pérdidas en el canal (Tn)	8,56	0
Volumen total efluente (Hm ³)	14,57	3,58
Concentración Nitratos efluente (mg/l)	41,39	85
Masa Nitratos efluente TOTAL (Tn)	603,21	304,10
Concentración Nitratos en subterráneas (mg/l)	18,10	63,20
Influencia de lixiviados en concentración	44%	74%

En relación a la concentración de nitratos proveniente de los ríos, dado que para la situación actual el tributo de manera difusa al río tiene una concentración de 63,2 mg/l de media, para los ríos involucrados directamente en la zona de regadío, se estima:

Tabla 162. Concentración de nitratos en los ríos asociados a la zona de regadío en la situación actual (previa a la modernización).

Concentración de nitratos (mg/l)	
Río Arba de Riguel (ES091MSPF105)	29,50
Río Arba de Luesia (ES091MSPF104)	34,00

5.5.5. Registro de Zonas Protegidas de la Demarcación Hidrográfica del Ebro

En cada demarcación el organismo de cuenca está obligado a establecer y mantener actualizado un registro de zonas protegidas, con arreglo al artículo 9 de la DMA y al artículo 99 bis del TRLA. La inclusión de todas ellas en un registro único en la demarcación resulta de especial interés para su adecuada consideración tanto en la gestión de la cuenca como en la planificación hidrológica. Los planes hidrológicos de cuenca deben incluir un resumen de este Registro de Zonas Protegidas, conforme al anexo IV de la DMA y al artículo 42 del TRLA.

De acuerdo con el vigente Plan Hidrológico de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Ebro, de la Confederación Hidrográfica del Ebro, para el tercer ciclo de planificación 2022-2027, tal como se indica en su anejo 4 "Zonas Protegidas", se identifican las zonas protegidas

que se encuentran en o cercanas al ámbito afectado por las actuaciones del proyecto “Modernización integral de la Comunidad de Regantes nºV de los Riegos de Bardenas (Zona 2) (Zaragoza)”.

ZONAS PROTEGIDAS CERCANAS AL ÁREA DE ACTUACIÓN

Las siguientes zonas protegidas *forman parte de la Red Natura 2000*. Todas se encuentran relacionadas con el medio hídrico, debido a que se componen de hábitats acuáticos con presencia de especies acuáticas en las mismas, de acuerdo con los datos indicados en el Anejo 4 del Plan Hidrológico. Sus Planes de Gestión se encuentran en estado de preparación. Su descripción se detalla en el apartado 5.10.

- LIC Loma Negra (ES2430079)
- ZEPA Loma Negra – Bardenas (ES0000292)
- ZEPA Lagunas y Carrizales de 5 Villas (ES0000289)

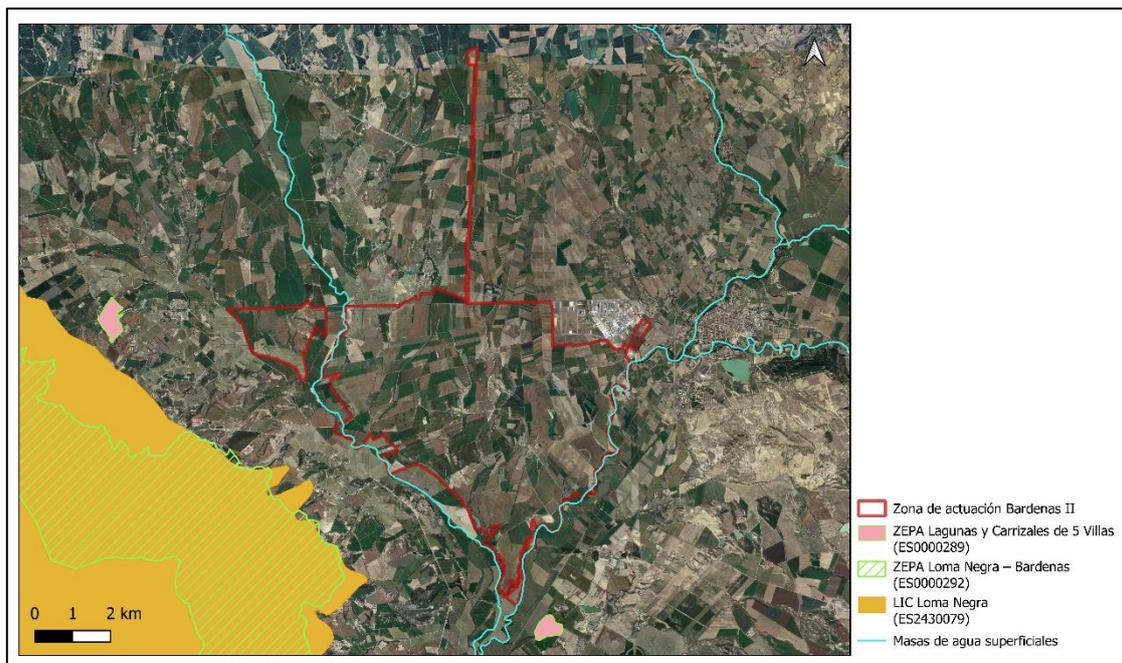


Figura 27. Espacios naturales protegidos relacionados con el medio hídrico, registrados en el anejo 4 “Zonas Protegidas” del Plan Hidrológico del tercer ciclo (2022-2027) de la Confederación Hidrográfica del Ebro. Fuente: CHE, 2023b (Anejo 04).

La siguiente zona protegida está declarada como *Zona Sensible*. Estas están declaradas en la aplicación de la Directiva 91/271/CEE sobre el tratamiento de aguas residuales urbanas. En este caso, se corresponde con el siguiente grupo indicado en la Directiva: “Aguas continentales superficiales destinadas a la obtención de agua potable que podrían contener una concentración de nitratos superior a 50 mg/l”.

- **Zona Sensible ESRI1003 “Río Arba de Luesia (Desde el Arba de Riguel hasta el Ebro):** Posee una superficie de 32,81 km de longitud. Está compuesta por la Zona de captación ESCM1003, que abastece a los municipios aragoneses de más de 10.000 habitantes de “Ejea de los Caballeros” y “Tauste”. A su vez, esta zona de captación está asociada a la

masa de agua superficial ES091MSPF106 “Río Arba de Luesia desde el río Arba de Riguel hasta su desembocadura en el río Ebro”, río cuyo estado no cumple con los objetivos ambientales al poseer un estado ecológico moderado, y no alcanzar el buen estado químico de sus aguas, de acuerdo con el Anejo o “Estado, objetivos medioambientales y exenciones” del Plan Hidrológico. La masa ES091MSPF106 se encuentra al sur del área de regadío a más de 1,5 km de distancia del mismo.

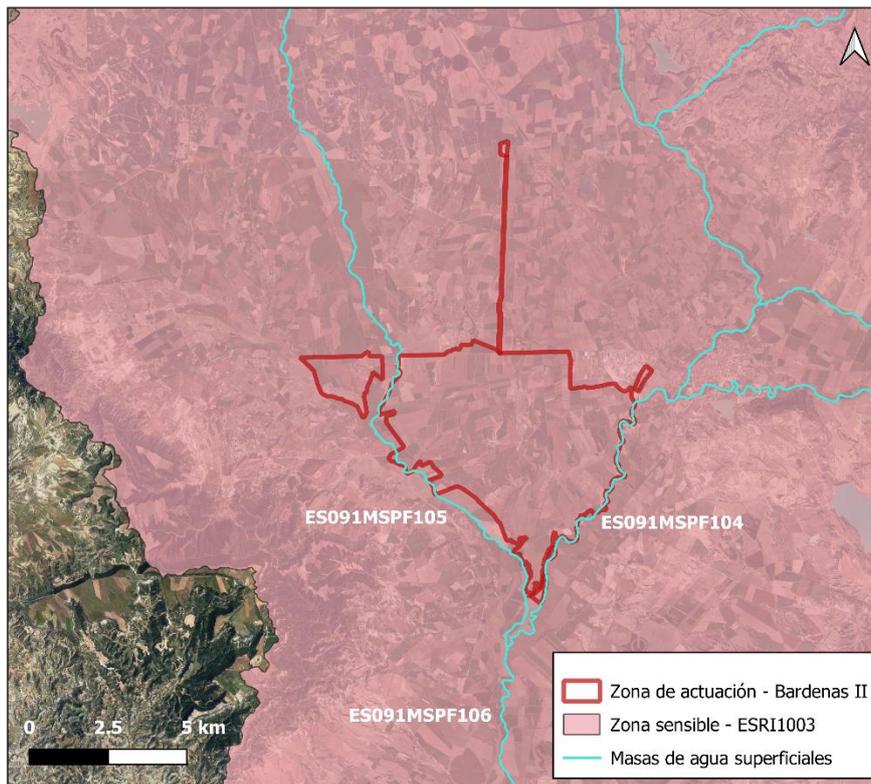


Figura 28. Zonas sensibles en el ámbito de actuación. Fuente: CHE, 2023b (Anejo 04).

La siguiente zona protegida está catalogada como **Zona Vulnerable**, denominada así por ser susceptible a la contaminación por nitratos procedentes de fuentes agrarias designadas en aplicación de la Directiva 91/676/CEE. Esta directiva fue traspuesta al ordenamiento jurídico nacional mediante el Real Decreto 261/1996, de 16 de febrero, derogado por el Real Decreto 47/2022, de 18 de enero, sobre protección de las aguas contra la contaminación difusa producida por los nitratos procedentes de fuentes agrarias. En este Real Decreto, se definen de la siguiente manera: “Las zonas vulnerables son aquellas superficies territoriales cuya escorrentía fluya hacia las aguas contempladas en el artículo 3 (aguas afectadas por la contaminación por nitratos) y que contribuyan, aunque sea mínimamente, a su contaminación”.

- **Zona Vulnerable ES24_B “Arbas. Río Arba de Luesia”:** Es una zona vulnerable con una superficie de 738,17 km² asociada a las masas de agua subterráneas ES091MSBT052 “Aluvial del Ebro: Tudela-Alagón” y a la masa de agua subterránea ES091MSBT053 “Arbas”. La zona de actuación se sitúa sobre esta última masa de agua subterránea, que se encuentra en mal estado global a causa del mal estado químico por contaminación de nutrientes (nitratos) y por la existencia de transferencia de nutrientes a las masas superficiales ES091MSPF105 “Río Arba de Riguel desde la población de Sádaba (paso del

canal con el río Riguel antes del pueblo) hasta su desembocadura en el río Arba de Luesia” y ES091MSPF106 “Río Arba de Luesia desde el río Arba de Riguel hasta su desembocadura en el río Ebro”.

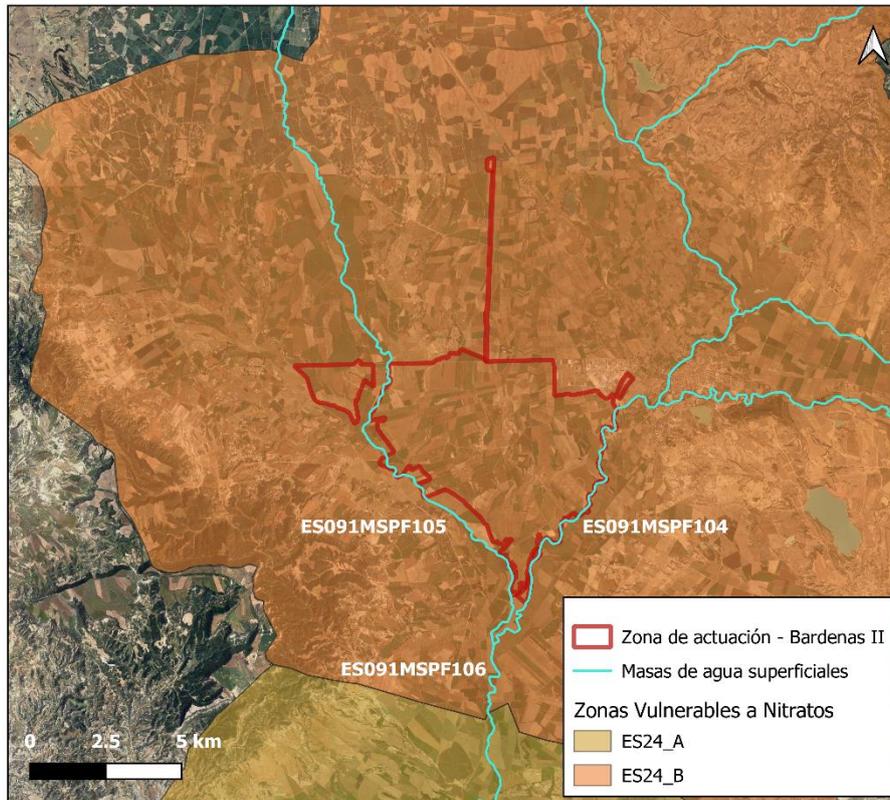


Figura 29. Zonas vulnerables en el ámbito de actuación. Fuente: CHE, 2023b (Anejo 04).

No se registran dentro del ámbito de actuación, según el PHDE del tercer ciclo: Zonas protegidas de especies acuáticas económicamente significativas, Masas de agua de uso recreativo, Reservas hidrológicas ni otras Zonas protegidas (Humedales, Zonas Ramsar, etc.).

5.6. Suelo

Los suelos tienen el principal valor de albergar y generar vida, y en el caso del regadío como actividad productiva, que esa vida sea la de los cultivos. Sus características deben mantener su capacidad para retener el agua y administrar los nutrientes, para que las plantas puedan tomarlos y terminar su ciclo, tanto de los cultivos como de la vegetación natural del entorno.

Al objeto de caracterizar los suelos de la CR-V (Comunidad de Riegos Nº V) atendiendo a propiedades hídricas, se procedió a la realización de un muestreo durante el invierno 99-00, llevado a cabo para la realización de la Tesis Doctoral de Jesús Causapé (2002), *Repercusiones medioambientales de la agricultura sobre recursos hídricos de la Comunidad Nº V de Riegos de Bardenas*.

El muestreo se planificó en base a la información de suelos recogida por Martínez Beltrán (1978), y de la cartografía litogeomorfológica de los suelos del polígono de riego Bardenas I, realizada por Basso (1994).

El muestreo se centró únicamente en los desarrollados sobre glaciares y aluviales debido a que estos ocupan la práctica totalidad de la CR-V. En los suelos de "saso" se procedió a la apertura de 40 calicatas mediante retroexcavadora con cazo de 60 cm. En los suelos de aluvial se muestrearon 10 puntos utilizando una barrena manual para la descripción del perfil como para la toma de muestras. La Figura presenta el mapa de suelos de la CR-V elaborado por Basso (1994), y la situación de las calicatas y sondeos realizados.

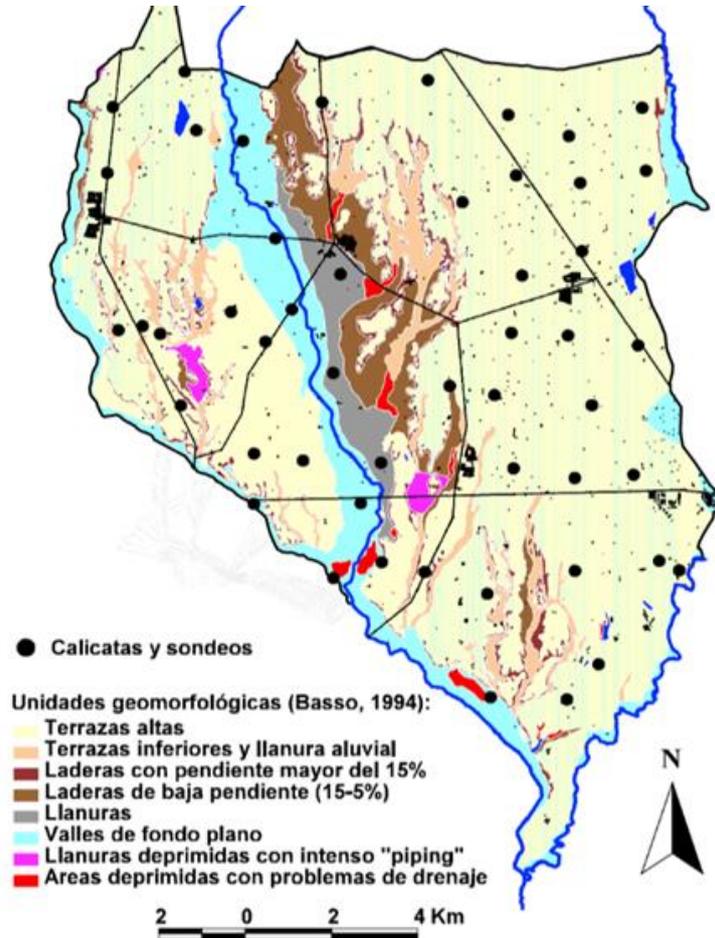


Figura 30. Mapa litomorfológico de la CR-V, con la localización de las calicatas y sondeos realizados (Basso, 1994).

El estudio de los 50 perfiles se realizó hasta la profundidad efectiva, que es la profundidad máxima que alcanzan las raíces de los cultivos de la zona (120 cm de profundidad) o, en su caso, hasta encontrar una capa limitante al paso de estas.

La siguiente figura muestra una calicata representativa de los suelos de "saso" (desarrollados sobre los glaciares) donde se observa un suelo pedregoso cuya profundidad está limitada por la existencia de "mallacán" (horizonte petrocálcico). Por el contrario, en la calicata del suelo del aluvial del Riguel, se observa un perfil profundo con ausencia de elementos gruesos (> 2 mm.).



Figura 31. Calicatas del estudio realizado por Causapé (2002).

A partir de muestras recogidas en cada uno de los horizontes del suelo se determinaron en laboratorio la pedregosidad, la densidad aparente, y los puntos característicos de retención de humedad a 0,03 (capacidad de campo, *CC*, y 1,5 Mpa (punto de marchitez, *PM*), según el Soil Survey Laboratory (1996). La Tabla presenta los resultados más relevantes del muestreo de los suelos de la CR-V. La fracción de elementos gruesos media en los suelos desarrollados sobre glacia es del 22% con una variabilidad alta ($CV = 64\%$) mientras que los suelos de aluvial no presentan elementos gruesos. En los sasos la capacidad de campo (*CC*) media de la matriz del suelo es del 27% y el punto de marchitez (*PM*) medio es del 18%, de lo que se deducen texturas francas a franco-arenosas. En cuanto a los aluviales presentan una *CC* media de la matriz del suelo del 38% y un *PM* medio del 22% reflejando texturas franco-arcillosas.

Tabla 173. Resultados medios de los perfiles estudiados en el muestreo de suelos (Causapé, 2002). Profundidad efectiva, elementos gruesos, capacidad de campo (*CC*), punto de marchitez de la matriz (*PM*), y capacidad de retención de agua útil para las plantas (*CRA*) ponderada por horizontes para los suelos aluviales y sasos.

Características	Suelos sobre aluviales	Suelos sobre sasos
Profundidad efectiva	120	87
Elementos gruesos	0	22
<i>CC</i> matriz (%V)	38	27
<i>PM</i> matriz (%V)	22	18
<i>CRA</i> (mm)	182	60

La capacidad de retención de agua (*CRA*) definida como el volumen de agua utilizable por las plantas, que es capaz de retener un suelo, se ha calculado como la diferencia entre el contenido de agua a *CC* y a *PM* para el perfil del suelo que marca la profundidad efectiva. La *CRA* en los suelos desarrollados sobre aluviales (182 mm) es muy superior a la desarrollados en sasos (60 mm). Este hecho es debido a la mayor capacidad de retención de agua en la matriz de los suelos aluviales (16% frente al 9% de media en los sasos), y a las mayores profundidades efectivas de los suelos aluviales (120 cm) frente a los sasos (87 cm) a causa de la existencia de horizontes petrocálcicos en éstos últimos.

Estos dos tipos de suelos no presentan problemas de sales, y son adecuados para el desarrollo de la agricultura de regadío. Los únicos problemas desarrollados sobre glaciares están relacionados con la elevada pedregosidad, y la presencia de “mallacán”, que limita su profundidad, y por tanto la capacidad de retención de agua disponible por las plantas.

En relación a la clasificación urbanística del suelo, asociada a la Ley de Urbanismo de Aragón aprobada por Decreto-Legislativo 1/2014, de 8 de julio, toda la zona de actuación se localiza sobre Suelo No Urbanizable Genérico (SNU-G), según lo recogido en el visor de la Infraestructura de Conocimiento Espacial de Aragón (ICEAragón, 2023).

5.7. Flora y vegetación

La vegetación es uno de los aspectos más importantes a tratar en todos los estudios del medio físico, destacando además la importancia de la misma, por su relación con el resto de componentes bióticos y abióticos del medio que la rodea. La vegetación natural viene sufriendo desde hace tiempo una serie de agresiones de origen antrópico que hacen que en la actualidad haya zonas severamente afectadas por este aspecto.

Con la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad se instauró el principio de la preservación de la diversidad biológica y genética, de las poblaciones y de las especies. Una de las finalidades más importantes de dicha Ley es detener el ritmo actual de pérdida de diversidad biológica, y en este contexto indica en su artículo 54.1 que para garantizar la conservación de la biodiversidad que vive en estado silvestre, la Administración General del Estado y las comunidades autónomas, en el ámbito de sus respectivas competencias, deberán establecer regímenes específicos de protección para aquellas especies silvestres cuya situación así lo requiera. No obstante, además de las actuaciones de conservación que realicen las citadas administraciones públicas, para alcanzar dicha finalidad, la Ley 42/2007, en su artículo 56 crea, con carácter básico, el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y, en el artículo 58, en el seno del listado, crea el Catálogo Español de Especies Amenazadas. Posteriormente el R.D. 1015/2013, de 20 de diciembre, modifica los anexos I, II y V de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.

Las normativas europeas, estatal y autonómica establecen distintas categorías de amenaza, como son Extintas (EX), En Peligro de Extinción (EN), Vulnerable (VU), y las especies que no encontrándose en ninguna de las categorías anteriores están sometidas a un Régimen de Protección Especial (especies incluidas en el LISTADO).

5.7.1. Vegetación en la zona de estudio

5.7.1.1 Vegetación Potencial

La vegetación potencial es la comunidad vegetal estable que existiría en un área determinada como consecuencia de la sucesión geobotánica progresiva si el hombre no influyera ni alterara los ecosistemas vegetales. En la práctica se considera la vegetación potencial como sinónimo de clímax o etapa final que establece una sucesión.

Según el Mapa de Series de Vegetación de España (Rivas Martínez, 1987) escala 1:400.000, la zona 2 de la Comunidad de Regantes nºV de Bardenas, se sitúa dentro de la Serie mesomediterránea murciano-bético-aragonesa de la coscoja (*Rhamno lyciodis-Querceto*

cocciferae sigmetun, y la serie alpina pirenaica central silicícola de *Carex curvucula* (*Gentiano alpinae-Cariceto curvulae sigmetum*).

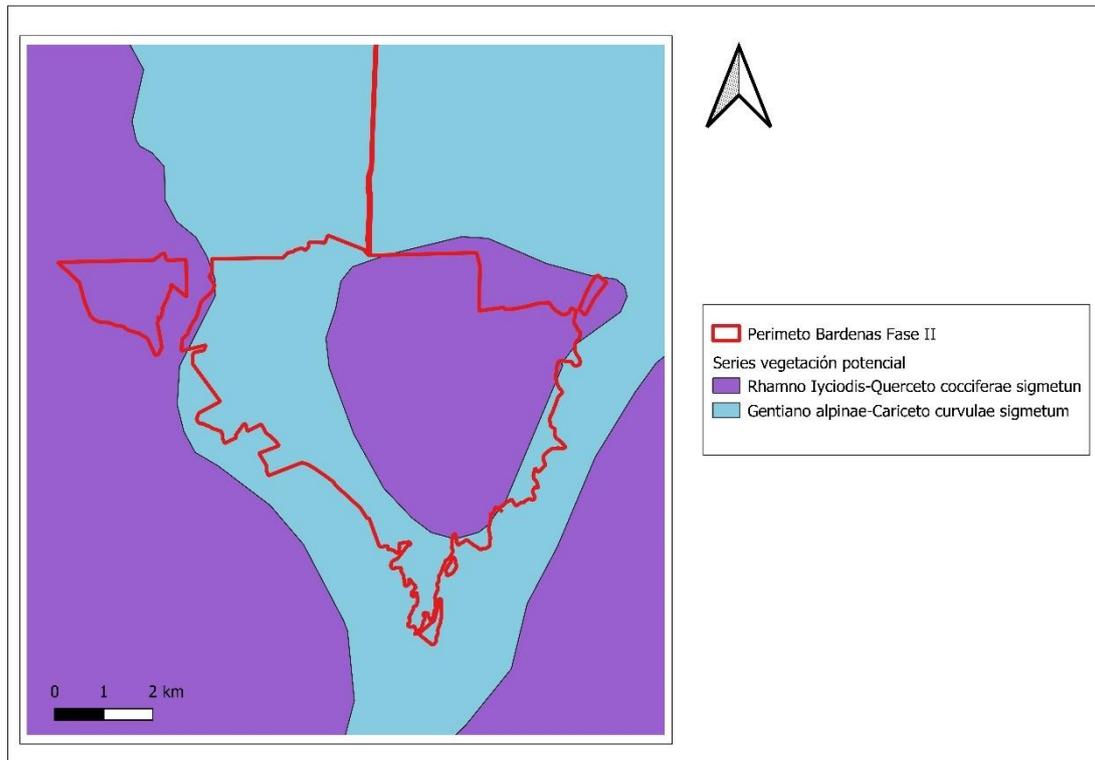


Figura 32. Vegetación potencial área de estudio. Fuente: MITECO.

La etapa “clímax” (óptimo maduro y estable del ecosistema vegetal) de *Rhamno lyciodis-Querceto cocciferae sigmetun*, está formada por bosquetes densos de coscoja (*Quercus coccifera*) en los que prosperan diversos espinos, sabinas, pino carrasco y otros arbustos mediterráneos (*Rhammus lycicoides* o espino negro; *Pinus halepensis* o pino carrasco; *Juniperus phoenicea* o sabina negra; *Juniperus oxycedrus* o enebro oxycedro; *Daphne gnidiun* o torvisco; *Ephedra nebrodensis* o efedra, etc.). El rasgo esencial de esta serie viene dado por la escasez de precipitaciones anuales, por lo que dicha etapa clímax no puede alcanzar la estructura de bosque sino solamente la de “garriga” (estructura compuesta por matorrales) densa o “silvo-estepa” (presencia de herbáceas y escaso arbolado). Dado que estos coscojares están ampliamente distribuidos por la Península, hay una cierta variabilidad entre unas zonas y otras en las especies que constituyen las etapas de los romerales y tomillares (etapa de “matorral degradado”).

La serie alpina pirenaica central silicícola de *Carex curvula* (*Gentiano alpinae-Cariceto curvulae sigmetum*), que también se encuentra en la zona de estudio se caracteriza por comunidades con valor elevado como pastos (orzagales, hermagales, ontinares); ninguna especie arbórea prospera en esta serie de vegetación.

La vocación de estos territorios es, sobre todo, ganadera, pues los cultivos cerealistas sufren avatares de la escasez e irregularidad de las precipitaciones; los cultivos arbóreos agrícolas (olivo, almendro, etc.) sólo rinden en los suelos profundos de los valles y vaguadas en los que hay cierta compensación hídrica.

Las etapas de degradación y las especies vegetales indicadoras de las series presentes en la zona de actuación se sintetizan en la siguiente tabla:

Tabla 184. Serie de la coscoja: etapas de regresión y bioindicadores.

Nombre de la serie	Murciano-bético-aragonesa de la coscoja (29)
Árbol dominante	<i>Quercus coccifera</i> (coscoja)
Nombre fitosociológico	<i>Rhamno lycioidi-Querceto cocciferae sigmetun</i>
II. Matorral denso	<i>Quercus coccifera</i> (coscoja) <i>Rhamnus lycioides</i> (espino negro) <i>Pinus halepensis</i> (pino carrasco) <i>Juniperus phoenicea</i> (sabina negra)
III. Matorral degradado	<i>Sideritis cavanillesii</i> <i>Linum suffruticosum</i> (lino blanco) <i>Salvia rosmarinus</i> (romero) <i>Helianthemum marifolium</i> (jara)
IV. Pastizales	<i>Stipa tenacissima</i> (atocha, esparto) <i>Lygeun spartum</i> (albardin) <i>Brachypodium ramosum</i> (rabo de asno)

Tabla 195. Serie Alpina pirenaica central silicícola de *Carex curvula*: etapas de regresión y bioindicadores.

Nombre de la serie	Alpina pirenaica central silicícola de <i>Carex curvula</i> (1a)
Árbol dominante	<i>Carex curvula</i>
Nombre fitosociológico	<i>Gentiano alpinae-Cariceto curvulae sigmetun</i>
IV. Pastizales	<i>Androsace carnea</i> subsp. <i>Laggeri</i> , <i>Avenula versicolor</i> , <i>Carex capillaris</i> , <i>Carex curvula</i> , <i>Erigeron aragonensis</i> , <i>Festuca supina</i> (=F. <i>airoides</i>), <i>Gentiana alpina</i> , <i>Hieracium breviscapum</i> (=H. <i>pumilum</i>), <i>Leucanthemopsis alpina</i> , <i>Luzula hispanica</i> , <i>Luzula lutea</i> , <i>Minuartia sedoides</i> , <i>Pedicularis pyrenaica</i> subsp. <i>pyrenaica</i> , <i>Phyteuma pedemontanum</i> , <i>Pulsatilla vernalis</i>

5.7.1.2 Vegetación Actual

A pesar de tratarse de una zona muy modificada por el uso de la agricultura, todavía existen pequeños restos originales de vegetación en zona aledañas al área de actuación. Estos restos se corresponden con montes de utilidad pública cercanos (Bosquetes de Ejea de los Caballeros, Bardena Alta y Bardena Baja) y con los márgenes de ríos Riguel y Arba de Luesia (donde se hallan tarays, sauces y chopos).

En los montes existen algunas manchas espesas de pino carrasco (*Pinus halepensis*) acompañadas por un sotobosque bastante denso formado por: coscoja (*Quercus coccifera*) y romero (*Rosmarinus officinalis*), enebros, sabinas, lentisco, cornicabra, aladierno, escambrón, oliveta, escobizo, aliaga, tomillo, etc.

Cabe destacar la presencia muy diseminada, con orientación norte, de pies firmes, pero de escaso porte, de carrascas (*Quercus ilex* ssp. *rotundifolia*). La degradación del fuego, seguida de

pastoreo, suele conducir a coscojales densos, los mismos tomillares y romerales presentan aspecto fisionómico del matorral estépico.

Una vez descrita la vegetación natural presente en la zona, se desarrollan, a continuación, los distintos tipos de cultivos presentes en el municipio:

- **Regadío:** Supone cerca de 30.000 Ha de cultivos herbáceos, a los que se unen pequeñas superficies de huerta en el entorno de las poblaciones. El límite occidental de estos regadíos viene dado por las Acequias de Navarra, de las Cinco Villas y de Sora que se alimentan del Canal de las Bardenas. Se cultivan maíz, alfalfa, girasol, trigo, cebada y como cultivos hortícolas, tomate, pimiento, puerro y cebolla fundamentalmente.
- **Labor de secano:** Se extiende por el borde oriental del municipio, fundamentalmente; son cultivos cerealísticos, casi el 100% (trigo y cebada). Existe un alto grado de mecanización. Hay escasas plantaciones de vid y almendro.

5.7.2. Hábitats de Interés Comunitario

Para la conservación de los hábitats naturales y la fauna y la flora silvestres se debe garantizar la biodiversidad según dispone la Directiva 92/43 del 22 de junio de 1992. El Anexo I de la misma, designa los tipos de hábitats naturales de interés comunitario para cuya conservación es preciso designar zonas especiales de conservación (ZEC), actualmente en fase de propuesta como LIC.

Estos hábitats se revisan y actualizan al progreso científico en la Directiva 97/62/CE, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestre, en la cual, en su Anexo I se relacionan una serie de hábitats naturales de interés comunitario.

Según la cartografía de distribución de Hábitats de Interés Comunitario (HIC) del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO), en el entorno de la actuación (a más de 1 Km de distancia) se pueden encontrar los siguientes hábitats:

Tabla 206. HIC en la zona de estudio. Fuente: MITECO.

CÓDIGO	PRIORITARIO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
6220*	SÍ	Zonas subestépicas de gramíneas y anuales del <i>Thero-Brachypodietea</i>	Pastos xerófilos más o menos abiertos formados por diversas gramíneas y pequeñas plantas anuales, desarrollados sobre sustratos secos, ácidos o básicos, en suelos generalmente poco desarrollados.
6420	NO	Prados húmedos mediterráneos de hierbas altar de <i>Cirsio monspessulani-Holoschoenetum</i>	Juncales y comunidades de grandes hierbas de carácter mediterráneo asentadas sobre sustratos con hidromorfía temporal, con salinidad nula o escasa, pero que sufren sequía estival.
92D0	SI	Galerías y matorrales ribereños termomediterráneos <i>NerioTamaricetea</i> y <i>Securinegion tinctoriae</i>	Formaciones arbustivas de ramblas y riberas mediterráneas en climas cálidos, de semiáridos a subhúmedos tarayales prácticamente monoespecíficos.

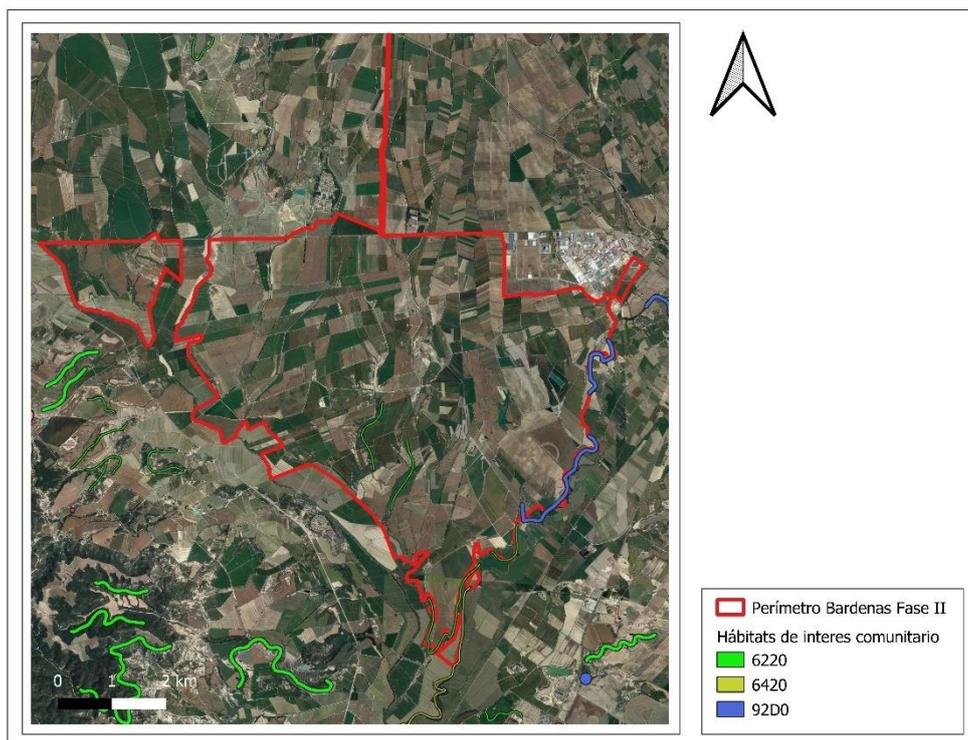


Figura 33. HIC en la zona de estudio. Fuente: MITECO.

En la zona de actuación se incluyen dos pequeños enclaves del hábitat **6220* Zonas subestépicas de gramíneas y anuales del *Thero-Brachypodietea*** (situación sur). Además, bordeando los linderos este y sur se encuentran los hábitats **6420 Prados húmedos mediterraneos de hierbas altas de *Cirsio monspessulani-Holoschoenetum*** y **92D0 Turberas boscosas de *Tamaricetum gallicae***.

A continuación, se incluye una breve descripción de cada tipo de hábitat según la información contenida en la ficha resumida de cada uno de ellos.

- **6220* Zonas subestépicas de gramíneas y anuales del *Thero-Brachypodietea***

Estas comunidades están muy repartidas por todo el territorio, presentando por ello una gran diversidad. Siempre en ambientes bien iluminados, suelen ocupar los claros de matorrales y de pastos vivaces discontinuos, o aparecer en repisas rocosas, donde forman el fondo de los pastos de plantas crasas de los tipos de hábitat 6110 u 8230. Asimismo, prosperan en el estrato herbáceo de dehesas (6310) o de enclaves no arbolados de características semejantes (majadales).

Se trata de comunidades de cobertura variable, compuestas por pequeñas plantas vivaces o anuales, a veces de desarrollo primaveral efímero. A pesar de su aspecto homogéneo, presentan gran riqueza y variabilidad florísticas, con abundancia de endemismos del Mediterráneo occidental. Entre los géneros más representativos están *Arenaria*, *Chaenorrhinum*, *Campanula*, *Asterolinum*, *Linaria*, *Silene*, *Euphorbia*, *Minuartia*, *Rumex*, *Odontites*, *Plantago*, *Bupleurum*, *Brachypodium*, *Bromus*, *Stipa*, etc. En las áreas del occidente peninsular adquieren mayor importancia especies de *Poa*, *Aira*, *Vulpia*, *Anthoxantum*, *Trifolium*, *Tuberaria*, *Coronilla*, *Ornithopus*, *Scorpiurus*, etc. En los territorios semiáridos del sureste suele dominar *Stipa capensis*, y la riqueza de plantas endémicas aumenta, con especies de *Limonium*, *Filago*, *Linaria*, etc. En los suelos yesíferos del centro y del este destacan especies gipsícolas como *Campanula fastigiata*, *Ctenopsis gypsophila*, *Clypeola eriocarpa*, etc.

- **6420 Prados húmedos mediterráneos de hierbas altar de *Cirsio monspessulani-Holoschoenetum***

Comunidades mediterráneas de juncos (fundamentalmente *Scirpus* y *Juncus*) y grandes hierbas, ambos de carácter higrófilo (agua dulce o con escasa salinidad), que prosperan sobre suelos de muy distinta naturaleza (arenosos o no, eutróficos u oligotróficos) pero siempre con freatismo de carácter estacional. El descenso del nivel freático durante el verano provoca el agostamiento de las herbáceas de sistemas radicales más superficiales, pero no el de los juncos, algunas hierbas altas y, sobre todo, los arbustos (generalmente zarzas y otras rosáceas) de la comunidad. Son, por consiguiente, comunidades azonales, que dependen de un freatismo de agua dulce o de escasa salinidad, pero siempre estacional: son temporhigrófilas. Como consecuencia de sus requerimientos ecológicos, su área de distribución es muy amplia, no solo en las zonas aledañas al proyecto; sino que también está presente en parte de la cuenca Atlántica europea, toda la Mediterránea, las Islas Canarias y hasta la costa del Mar Negro, especialmente en sistemas dunares.

Son comunidades densas en las que destacan diversos juncos (*Scirpus*, *Juncus* y otros géneros de las familias Cyperaceae y Juncaceae) que forman un estrato superior siempreverde, de altura media y a menudo discontinuo. En sus huecos se desarrollan otras especies herbáceas, generalmente de menor talla, la mayor parte de las cuales se agostan. Aunque su aspecto es relativamente homogéneo, presentan gran variabilidad y diversidad florística. Las familias dominantes son las ciperáceas y juncáceas con *Scirpus holoschoenus*, *Cyperus longus*, *Carex mairii*, *Juncus maritimus*, *Juncus acutus*, etc. Son frecuentes gramíneas como *Briza minor*, *Melica ciliata*, *Cynodon dactylon*, especies de *Festuca*, *Agrostis*, *Poa*, etc., además de un amplio cortejo de táxones como *Cirsium monspessulanus*, *Tetragonolobus maritimus*, *Lysimachia ephemerum*, *Prunilla vulgaris*, *Senecio doria* o especies de *Orchis*, *Pulicaria*, *Hypericum*, *Euphorbia*, *Linum*, *Ranunculus*, *Trifolium*, *Mentha*, *Galium*, etc. Cuando las aguas freáticas se enriquecen en sales, entran en la comunidad o aumentan su dominancia, especies halófilas, como *Juncus acutus*, *J. maritimus*, *Linum maritimum*, *Plantago crassifolia*, *Schoenus nigricans*, etc.

- **92D0 Galerías y matorrales ribereños termomediterráneos *NerioTamaricetea* y *Securinegion tinctoriae***

Este tipo de hábitat consta de diferentes manchas a lo largo del río Arba de Luesia, que rodea el proyecto por la zona este y sur.

Se localizada, sobre todo, en riberas y ramblas del sur y este de la Península Ibérica, Baleares, Ceuta, Melilla y Canarias, aunque se extiende hasta Extremadura, Castilla-La Mancha y la Depresión del Ebro. Son formaciones vegetales que habitan cursos de agua de caudal escaso, intermitente e irregular, propio de climas cálidos y térmicos con fuerte evaporación, aunque algunas bordean cauces de caudal permanente en climas más húmedos, en condiciones microclimáticas particulares.

Son comunidades dominadas por diversas especies del género *Tamarix*, grandes arbustos con pequeñas hojas escuamiformes y caducas (los braquiblastos o ramillas también caen en invierno). Soportan mayor continentalidad y salinidad de suelos y aguas que el resto de los subtipos. Se distribuyen abundantemente por orillas y lechos de todos los tramos, en sustratos generalmente finos, del sur y levante ibérico, en las riberas de muchos ríos de las dos mesetas y en el Valle del Ebro. Estrato arbustivo. Generalmente es monoespecífico o está formado por dos o tres especies de *Tamarix*.

5.8. Fauna

La Directiva Aves estableció por primera vez un régimen general para la protección de todas las especies de aves que viven de forma natural en estado salvaje en el territorio de la Unión. Reconoció asimismo que las aves silvestres, que comprenden un gran número de aves migratorias, constituyen un patrimonio común a los Estados miembros de la UE y que para que su conservación sea eficaz, es necesaria una cooperación a escala mundial.

Según esta nueva Directiva, los Estados miembros de la Unión Europea (UE) deben adoptar medidas para garantizar la conservación y regular la explotación de las aves que viven de forma natural en estado salvaje en el territorio europeo, para mantener o adaptar su población a niveles satisfactorios. En este sentido, la desaparición de los hábitats o su deterioro representa una amenaza para la conservación de las aves silvestres. Por ello, es esencial protegerlos. Para preservar, mantener o reestablecer los biotopos y los hábitats de las aves, los Estados deben designar zonas de protección, mantener y ordenar los hábitats de acuerdo con los imperativos ecológicos y restablecer los biotopos destruidos y crear otros nuevos.

La Ley 42/2007, de 13 de diciembre crea, con carácter básico, el Listado de Especies Silvestres en régimen de protección especial y, en su seno, el Catálogo Español de Especies Amenazadas. Dicho catálogo recoge el listado de especies, subespecies o poblaciones de la flora y fauna silvestres que requieren medidas específicas de protección. En posteriores modificaciones al catálogo inicial, las especies y subespecies quedan catalogadas en dos categorías: “en peligro de extinción” y “vulnerables”.

5.8.1. Fauna en la zona de estudio

5.8.1.1 Anfibios

- Sapo común (*Bufo bufo*), está presente en la mayor parte de las Cinco Villas, puesto que es muy adaptable a diferentes hábitats.
- Rana común (*Pelophylax perezi*), íntimamente ligada al agua, se puede hallar en cualquier punto de agua independiente de su extensión: charcas, estanques, acequias, etc.
- Sapo corredor (*Bufo calamita*), muy parecido al sapo común, del que se diferencia por menor tamaño. Aunque no se registra en la zona de actuación, es habitual morador de las Cinco Villas debido a sus bajas exigencias reproductoras.

5.8.1.2 Reptiles

- Lagartija ibérica (*Podarcis hispanicus*), ocupa una gran variedad de hábitats naturales y humanizados dónde presenta casi siempre un carácter rupícola.

5.8.1.3 Peces

Según información recibida del INAGA (Instituto Aragonés de Gestión Ambiental), las especies piscícolas presentes en las aguas superficiales localizadas dentro del área de actuación son:

- *Achondrostoma arcasii*

- *Parachondrostoma miegii*
- *Barbatula quignardi*
- *Salmo trutta*
- *Luciobarbus graellsii*
- *Cyprinus carpio*
- *Phoxinus phoxinus*
- *Gobio lozanoi*

Las tres primeras especies poseen protección autonómica, tanto *Achondrostoma arcasii* como *Barbatula quignardi* están categorizadas como Vulnerables en el Catálogo de Especies Amenazadas en Aragón; asimismo, *Parachondrostoma miegii* figura en el Listado Aragonés de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial. Las especies restantes no se encuentran catalogada ni a nivel autonómico ni a nivel nacional.

5.8.1.4 Mamíferos

Según la información de las cuadrículas 10x10 km provista por el INAGA, las especies de mamíferos que podrían estar presentes en la zona de estudio son:

- Gato montés (*Felis silvestris*)
- Gineta (*Genetta genetta*)
- Tejón común (*Meles meles*)
- Nutria (*Lutra lutra*)
- Ganado ovino propio de la zona.

5.8.1.5 Aves

Según la información de las cuadrículas 1x1 km provista por el INAGA, las especies de aves que podrían estar presentes en la zona de estudio son:

- Entre los rapaces se pueden encontrar el milano real (*Milvus milvus*), el alimoche (*Neophron percnopterus*) y el mochuelo común (*Athene noctua*)
- El aguilucho lagunero (*Circus aeruginosus*) y el aguilucho pálido (*Circus cyaneus*) se encuentran, según la información facilitada por el INAGA (Instituto Aragonés de Gestión Ambiental), en los límites este y oeste de la zona estudio.
- La grulla (*Grus grus*) se registra con dormideros en el sector oeste del área de actuación.
- Las aves esteparias constituyen el grupo de vertebrados de mayor interés. Como especies más destacadas se mencionan las siguientes:
 - ✓ Cernícalo primilla (*Falco naumanni*): cercano al área de actuación, al sureste, se encuentra la única zona de cría conocida hasta el momento en la comarca de las Cinco Villas, la colonia de aproximadamente 8 parejas, que se localiza en el paraje de Casa Cotaz-Corral de Cúlete (30T XM 552/599) (U.T.M. x= 655145 y= 4659966) y la cual motivó la inclusión del término municipal de Ejea de los Caballeros en el Plan

de Conservación del Hábitat del Cernícalo Primilla en Aragón (Decreto 233/2010, de 14 de diciembre, del Gobierno de Aragón). Dentro del ámbito de dicho plan se distinguen las Áreas críticas (en el extremo sur de las actuaciones), definidas como zonas vitales para la supervivencia y conservación de la especie (territorios de nidificación, dormideros postnupciales y sus zonas de influencia).

- ✓ Alcaraván (*Burhinus oedicnemus*): presente al sur de la zona de actuación, según las cuadrículas 1x1 km provistas por el INAGA, pero sin datos poblacionales.
- ✓ Ganga ortega (*Pterocles orientalis*): no se registra en la zona, según las cuadrículas 1x1 km provistas por el INAGA. Pero se registra una población existente en la comarca de Cinco Villas entre Tauste, Ejea de los Caballeros y Castejón de Valdejasa de unos 150 ejemplares.
- ✓ Terrera marismeña (*Calandrella rufescens*): alúcido característico de formaciones de matorral abierto en estepas inferiores o en litoral y cuyas únicas poblaciones de Europa occidental se localizan en España. No se registra en la zona, según las cuadrículas 1x1 km provistas por el INAGA.
- ✓ Calandria común (*Melanocorypha calandra*): alúcido propio de cultivos cerealistas y formaciones abiertas de pastizal o matorral claro en llanuras. Al igual que en el caso de la especie precedente, las únicas poblaciones de Europa Occidental se localizan en España. Ocupa cultivos herbáceos de secano y matorral-pastizal de tipo estepario en los sectores más llanos de la zona. Aunque la zona es propicia, según las cuadrículas 1x1 km provistas por el INAGA, no se registra en el área de actuación.
- ✓ Cogujada montesina (*Galerida theklae*): alúcido característico de formaciones de matorral más o menos abierto generalmente en laderas y zonas alomadas. Sus únicas poblaciones europeas se localizan en España y Portugal, con la excepción de un pequeño número de parejas en el suroeste de Francia. No se registra en la zona según las cuadrículas 1x1 km provistas por el INAGA.
- ✓ Bisbita campestre (*Anthus campestris*): paseriforme propio de áreas abiertas cuya distribución alcanza la mayor parte de Europa Occidental, pero con la mayor parte de efectivos europeos concentrados en España. Aunque la zona es propicia, según las cuadrículas 1x1 km provistas por el INAGA, no se registra en el área de actuación.
- ✓ Chova piquirroja (*Pyrhcorax pyrrhcorax*): presente en la zona, sin datos de abundancia, según las cuadrículas 10x10 km del MITECO provistas por el INAGA. Algunas parejas podrían nidificar en las construcciones agroganaderas existentes, pero no se ha comprobado tal extremo.
- ✓ Cigüeña blanca (*Ciconia ciconia*): presente en la zona según las cuadrículas 1x1 km provistas por el INAGA.

En la siguiente tabla se recogen las especies de aves presentes en el ámbito de la zona de estudio incluidas en el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial (LESPE) y/o en el Catálogo Español de Especies Amenazadas (Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero) a nivel nacional o en el Catálogo de Especies Amenazadas de Aragón (Decreto 129/2022, de 5 de septiembre, del Gobierno de Aragón, por el que se crea el Listado Aragonés de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial -LAESPRE- y se regula el Catálogo de Especies

Amenazadas de Aragón). Se utilizaron las cuadrículas 1x1 km provistas por el INAGA para el análisis.

Tabla 217. Especies de aves presentes en la zona de estudio, según las cuadrículas 1x1 km del INAGA (30TXM4064, 30TXM4065, 30TXM4164, 30TXM4165, 30TXM4263, 30TXM4264, 30TXM4265, 30TXM4362, 30TXM4363, 30TXM4364, 30TXM4366, 30TXM4462, 30TXM4464, 30TXM4465, 30TXM4466, 30TXM4562, 30TXM4564, 30TXM4565, 30TXM4566, 30TXM4664, 30TXM4665, 30TXM4666, 30TXM4759, 30TXM4760, 30TXM4764, 30TXM4765, 30TXM4766, 30TXM4859, 30TXM4860, 30TXM4865, 30TXM4866, 30TXM4958, 30TXM4959, 30TXM5060, 30TXM5061, 30TXM5365).

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	LESPE	CATÁLOGO ESPECIES AMENAZADAS	ESPECIES AMENAZADAS ARAGÓN	ANEXOS LEY 42/2007
<i>Actitis hypoleucos</i>	Andarríos chico	*			
<i>Ardea cinerea</i>	Garza real	*			
<i>Bubulcus ibis</i>	Garcilla bueyera	*			
<i>Burhinus oedicephalus</i>	Alcaraván	*			IV
<i>Calidris minuta</i>	Correlimos menudo	*			
<i>Charadrius dubius</i>	Chorlitejo chico	*			
<i>Ciconia ciconia</i>	Cigüeña blanca	*		LAESRPE	IV
<i>Circus aeruginosus</i>	Aguilucho lagunero	*			IV
<i>Egretta alba</i>	Garceta grande	*			IV
<i>Himantopus himantopus</i>	Cigüeñuela común	*			IV
<i>Milvus milvus</i>	Milano real	*	En peligro de extinción	En peligro de extinción	IV
<i>Pluvialis apricaria</i>	Chorlito dorado europeo	*			IV
<i>Pterocles orientalis</i>	Ganga ortega	*	En peligro de extinción	Vulnerable	IV
<i>Tringa glareola</i>	Andarríos bastardo	*			IV
<i>Tringa ochropus</i>	Andarríos grande	*			

Del área de Biodiversidad y Bosques del MITECO se pueden extraer aquellas **especies faunísticas que son de interés comunitario o se encuentran con algún tipo de régimen de protección especial**. Esta información viene distribuida en cuadrículas de 10 x 10 Km. La zona de actuación en este caso se encuentra comprendida en las cuadrículas 30TXM45, 30TXM46, 30TXM47 y 30TXM56.

En la siguiente tabla se registran dichas especies faunísticas presentes en el área de estudio, según las cuadrículas analizadas. Además, al igual que en la tabla anterior, se indica si se encuentran en el **Real Decreto 139/2011**, de 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial (LESPE) y del Catálogo Español de Especies Amenazadas o en el **Decreto 181/2005**, de 6 de septiembre, del Gobierno de Aragón, por el que se modifica parcialmente el Decreto 49/1995, de 28 de marzo, de la Diputación General de Aragón, por el que se regula el Catálogo de Especies Amenazadas de Aragón, de 6 de septiembre.

Tabla 228. Especies registradas en las cuadrículas 10x10 km del MITECO (30TXM45, 30TXM46, 30TXM47, 30TXM56) de la zona de estudio.

GRUPO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	LESPE	CATÁLOGO ESPECIES AMENAZADAS	ESPECIES AMENAZADAS ARAGÓN	ANEXOS LEY 42/2007	
Peces	<i>Achondrostoma arcasii</i>	Bermejuela			Vulnerable		
Anfibios	<i>Pelophylax perezi</i>	Rana común			LAESRPE	VI	
Reptiles	<i>Natrix natrix</i>	Culebra de collar	*			II y V	
	<i>Rhinechis scalaris</i>	Culebra de escalera	*				
Aves	<i>Actitis hypoleucos</i>	Andarríos chico	*				
	<i>Alauda arvensis</i>	Alondra común			LAESRPE		
	<i>Ardea cinerea</i>	Garza real	*				
	<i>Ardea purpurea</i>	Garza imperial	*		LAESRPE	IV	
	<i>Athene noctua</i>	Mochuelo común	*				
	<i>Bubulcus ibis</i>	Garcilla bueyera	*				
	<i>Burhinus oedicephalus</i>	Alcaraván	*			IV	
	<i>Calidris minuta</i>	Correlimos menudo	*				
	<i>Charadrius dubius</i>	Chorlitejo chico	*				
	<i>Carduelis carduelis</i>	Jilguero europeo			LAESRPE		
	<i>Ciconia ciconia</i>	Cigüeña blanca	*		LAESRPE	IV	
	<i>Circus aeruginosus</i>	Aguilucho lagunero	*			IV	
	<i>Circus cyaneus</i>	Aguilucho pálido	*		LAESRPE	IV	
	<i>Circus pygargus</i>	Aguilucho cenizo	*	Vulnerable	Vulnerable	IV	
	<i>Corvus corax</i>	Cuervo			LAESRPE		
	<i>Egretta alba</i>	Garceta grande	*			IV	
	<i>Falco naumanni</i>	Cernícalo primilla	*		Vulnerable	IV	
	<i>Grus grus</i>	Grulla común	*				
	<i>Himantopus himantopus</i>	Cigüeñuela común	*			IV	
	<i>Milvus milvus</i>	Milano real	*	En peligro de extinción	En peligro de extinción	IV	
	<i>Neophron percnopterus</i>	Alimoche común	*	Vulnerable	Vulnerable	IV	
	<i>Otis tarda</i>	Avutarda común	*		En peligro de extinción	IV	
	<i>Pluvialis apricaria</i>	Chorlito dorado europeo	*			IV	
	<i>Podiceps cristatus</i>	Somormujo lavanco	*				
	<i>Pterocles orientalis</i>	Ganga ortega	*	En peligro de extinción	Vulnerable	IV	
	<i>Pyrhocorax pyrrhocorax</i>	Chova piquirroja	*		Vulnerable	IV	
	<i>Serinus serinus</i>	Verdecillo			LAESRPE		
	<i>Tetrax tetrax</i>	Sisón común	*	En peligro de extinción	En peligro de extinción	IV	
	<i>Tringa glareola</i>	Andarríos bastardo	*			IV	
	<i>Tringa ochropus</i>	Andarríos grande	*				
	Mamíferos	<i>Crocidura russula</i>	Musaraña gris			LAESRPE	
		<i>Erinaceus europaeus</i>	Erizo europeo occidental			LAESRPE	

<i>Felis silvestris</i>	Gato montés	*			V
<i>Lutra lutra</i>	Nutria	*		LAESRPE	II
<i>Martes foina</i>	Garduña			LAESRPE	
<i>Meles meles</i>	Tejón común			LAESRPE	
<i>Genetta genetta</i>	Gineta			LAESRPE	VI

De todas las especies recogidas en las anteriores tablas caben destacar:

- ***Milvus milvus*** (milano real), del cual se tienen datos de su presencia en la zona más occidental de la actuación, y se encuentra también en peligro de extinción a nivel nacional y autonómico. El principal motivo que ha ocasionado su declive en las últimas décadas ha sido el uso de venenos de forma ilegal, el envenenamiento secundario por la acumulación de pesticidas empleados para combatir plagas de roedores y la desaparición de muladares. Su periodo de nidificación y cría comprende desde marzo hasta julio.

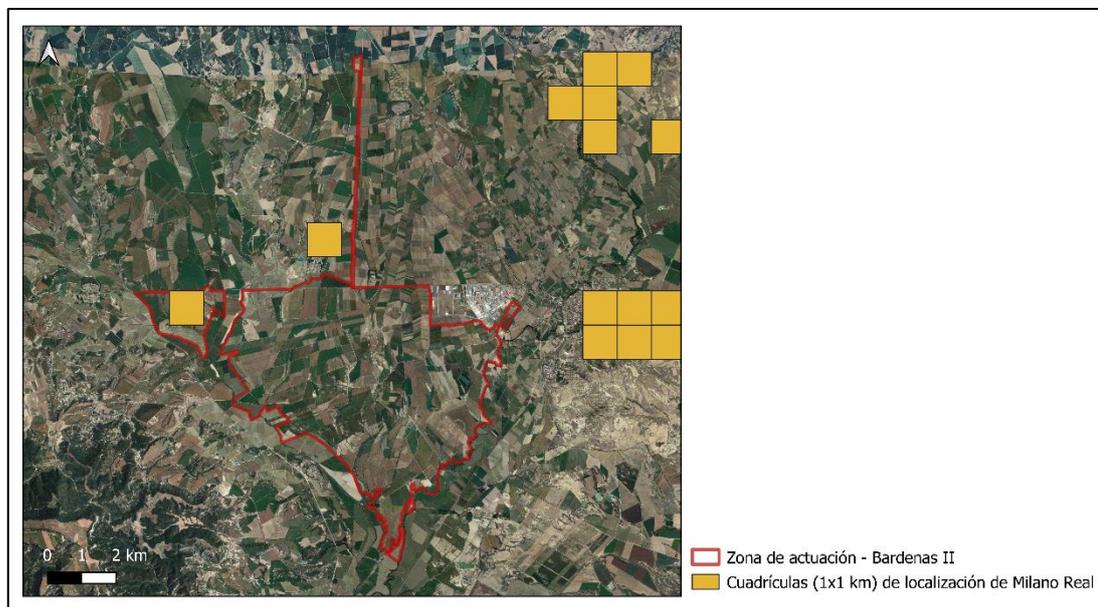


Figura 34. Cuadrículas 1x1 km donde se registra la presencia de milano real (*Milvus milvus*). Fuente: INAGA.

- ***Falco naumanni*** (cernícalo primilla), del que se localizaron individuos, según las cuadrículas 10x10 km del MITECO, y se registra el extremo sur de la zona de actuación dentro del área crítica de la especie. Para la misma se ha redactado un plan de conservación debido a que se trata de una especie sensible a la alteración de su hábitat, según la normativa autonómica. Las principales amenazas que sufre esta especie es la disminución de su principal fuente de alimento debido al uso de insecticidas y la pérdida de sus zonas de cría debido a la desaparición o restauración de los edificios agrícolas dispersos. Su periodo de nidificación y cría comprende desde abril hasta julio.

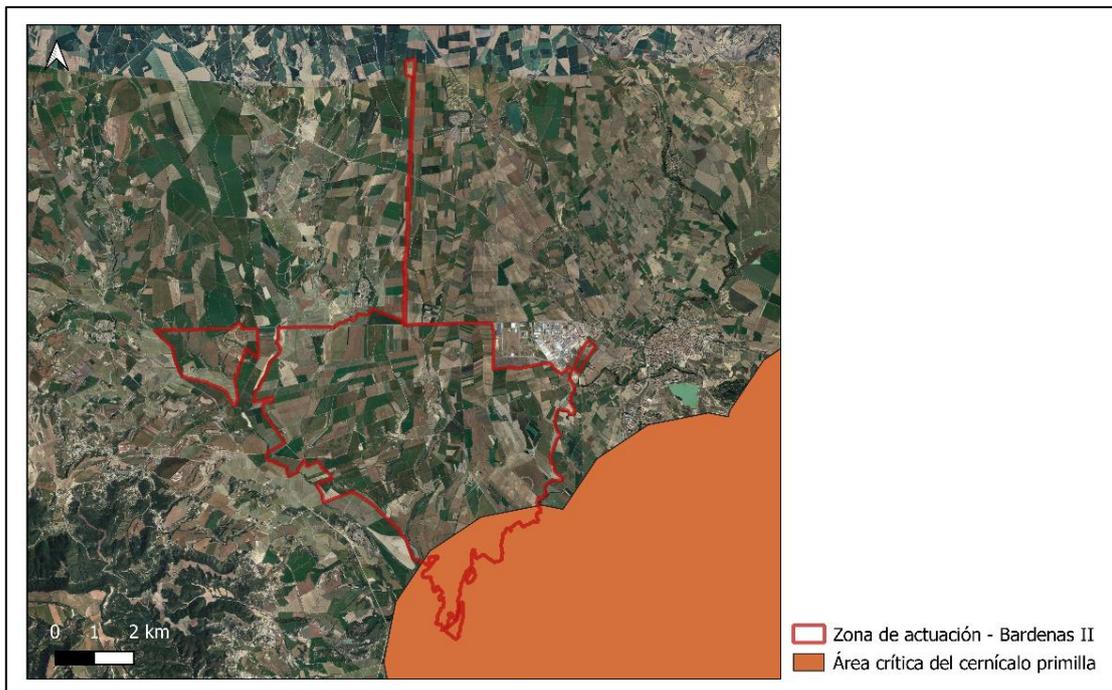


Figura 35. Ubicación del área crítica del cernícalo primilla. Fuente: INAGA.

- **Avutarda común** (*Otis tarda*) y **Sisón común** (*Tetrax tetrax*), ambas especies se encuentran catalogadas como En peligro de extinción en el Catálogo de Especies Amenazadas de Aragón. En este estudio se encuentran reportadas en la cuadrícula 10x10 km 30TXM47, que es aquella en la que se encuentra la balsa, al norte de la zona de regadío. Particularmente, el sisón común, prefiere cultivos de secano a los de regadío, y se han reportado núcleos de población más bien residuales en la comarca de las Cinco Villas.

Otras especies que son de interés, y se registran en la comarca de las Cinco Villas o la ZEPA más cercana a la zona de actuación, pero no se han registrado según las cuadrículas y, por tanto, quedan lo suficientemente alejadas del área de estudio como para que las obras o la explotación actuación les afecte, son:

- ***Alytes obstetricans*** (Sapo partero común): se encuentra como vulnerable en el listado de especies amenazadas de Aragón, además de estar presente en el Libro Rojo de especies amenazadas debido a las poblaciones de Guadarrama, Huesca y el centro y sur de la Península. Está presente en la ZEPA Lagunas y carrizales de Cinco Villas (ES0000289) y en la comarca de las Cinco Villas, pero se desconoce el estado de la población.
- ***Botaurus stellaris*** (avetoro común): está presente en la ZEPA Lagunas y carrizales de Cinco Villas (ES0000289) y su estado es preocupante, estando catalogada tanto a nivel nacional como autonómico como en peligro de extinción. Su dieta principal en los arrozales de las Cinco Villas se compone de crustáceos, insectos, anfibios y reptiles (Leukona, 2018). La época de reproducción va desde febrero hasta finales de primavera y su principal amenaza es la mala gestión de su hábitat en lo que se refiere al mantenimiento de los niveles de inundación de los humedales, así como quemadas incontroladas de carrizales debido al crecimiento en exceso de los mismos.

5.9. Paisaje

El paisaje de la zona de modernización de regadío, y su entorno, se compone mayoritariamente por una llanura ligeramente escalonada de forma artificial debido a las terrazas construidas para su uso como cultivos de regadío. En algunos casos, la erosión del terreno, unida a la presión antrópica por el intenso laboreo, hace que se puedan formar pequeñas zonas endorreicas (sin conexión a la red fluvial) que se van encharcando de forma estacional. Las comunidades vegetales halófitas singulares que se desarrollan en algunas de estas zonas, le confieren valor tanto ecológico como paisajístico.

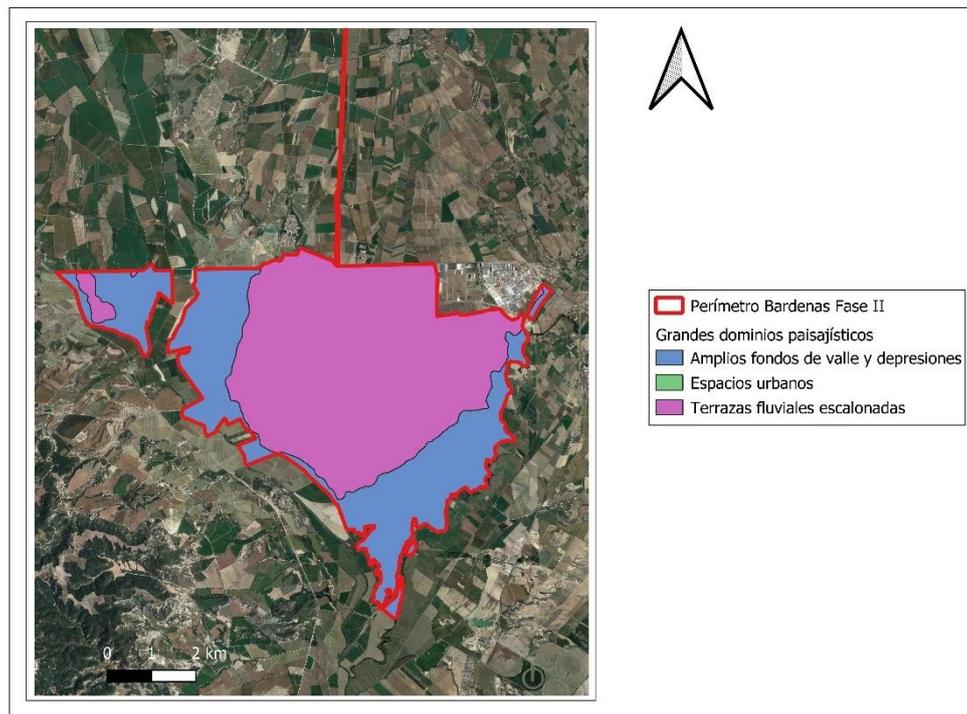


Figura 36. Grandes dominios paisajísticos en la zona de actuación. Fuente: IDE Aragón.

En la parte este de la zona de actuación se encuentra un área de ribera donde, debido a la transformación antrópica del paisaje, no se distingue entre las llanuras/terrazas aluviales y las que han sido construidas para su puesta en cultivo. En algunos tramos sí que puede observarse un paisaje más típico de ribera gracias a que se distingue el cauce en sí, o algunas especies vegetales asociados al mismo (álamos, chopos, sauces, tarayes, etc.), lo cual resta algo de monotonía al paisaje predominantemente agrícola.

El único entorno urbano presente corresponde al municipio de Ejea de Los Caballeros.

Por otro lado, el artículo 68 del Decreto Legislativo 2/2015, de 17 de noviembre, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Ordenación del Territorio de Aragón indica que: "Se entiende por paisaje, a los efectos de esta ley y de acuerdo con la definición del convenio Europeo del Paisaje, cualquier parte del territorio tal como la percibe la población, cuyo carácter sea el resultado de la acción y la interacción de factores naturales o humanos".

En este mismo decreto se reconoce jurídicamente a los paisajes como “*elemento fundamental del entorno humano, expresión de la diversidad de su patrimonio común cultural y natural, y como fundamento de su identidad*” y se define el contenido de los mapas de paisaje. Estos mapas son una herramienta para la integración de los paisajes en los distintos instrumentos de planificación territorial.

Según la información recogida del Mapa de Paisaje la Depresión presomontana occidental, la región donde se encuentra la zona de estudio presenta una calidad media, baja-muy baja, debido a que se trata de un entorno muy modificado.

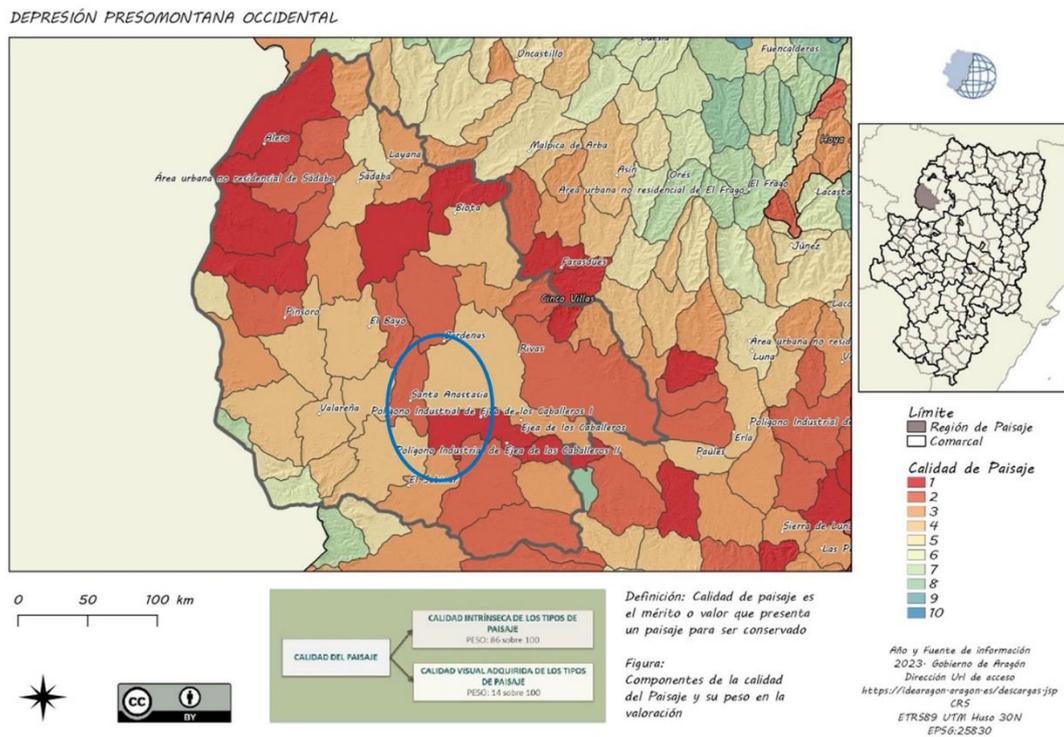


Figura 37. Mapa Calidad del paisaje Depresión presomontana occidental. Zona de actuación delimitada en azul.
Fuente: IDE Aragón.

En la zona de la actuación la calidad del paisaje es en su mayor parte baja y media, como se puede apreciar en la siguiente figura.

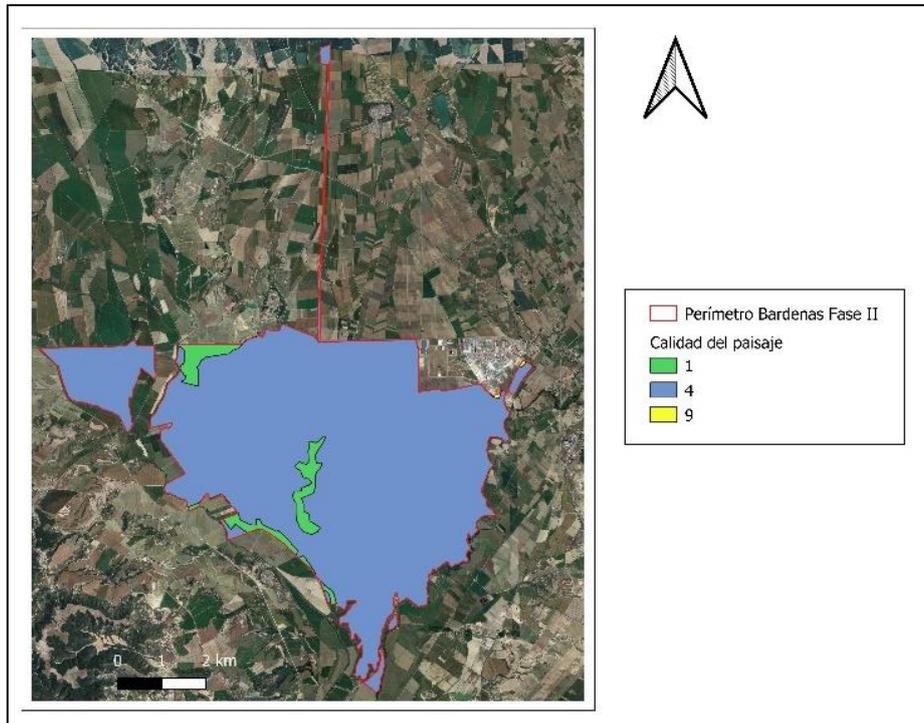


Figura 38. Calidad del paisaje en la zona de actuación. Fuente: IDE Aragón.

En cuanto a la fragilidad, se observa que es media y media-alta en la mayor parte de la zona de actuación, esto es debido a la vegetación presente, los usos del suelo, la distancia a las redes viales y los núcleos de población.

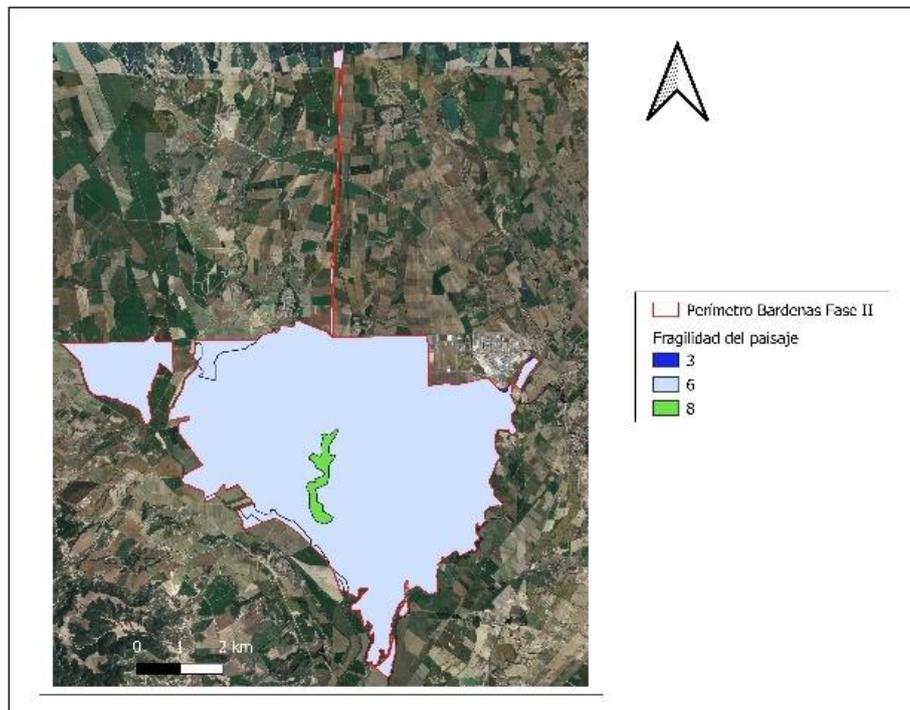


Figura 39. Fragilidad del paisaje en la zona de actuación. Fuente: IDE Aragón.

5.10. Espacios naturales de la Red Natura 2000

La Directiva 92/43/CE relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres (o Directiva Hábitats) crea en 1992 la Red Natura 2000, bajo los siguientes criterios:

“Se crea una red ecológica europea coherente de zonas especiales de conservación, denominada ‘Natura 2000’. Dicha red, compuesta por los lugares que alberguen tipos de hábitats naturales que figuran en el Anexo I y de hábitats de especies que figuran en el Anexo II, deberá garantizar el mantenimiento o, en su caso, el restablecimiento, en un estado de conservación favorable, de los tipos de hábitats naturales y de los hábitats de las especies de que se trate en su área de distribución natural” (artículo 3.1, Directiva Hábitats).

La Red Natura 2000 está vinculada asimismo a la Directiva 2009/147/CE relativa a la conservación de las aves silvestres, o Directiva Aves, al incluir también los lugares para la protección de las aves y sus hábitats declarados en aplicación de esta Directiva.

El objetivo de la Red Natura 2000 es por tanto garantizar la conservación, en un estado favorable, de determinados tipos de hábitat y especies en sus áreas de distribución natural, por medio de zonas especiales para su protección y conservación. La Red está formada por las Zonas Especiales de Conservación (ZEC) y por los Lugares de Importancia Comunitaria (LIC) hasta su transformación en ZEC, establecidas de acuerdo con la Directiva Hábitats, y por las Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA), designadas en aplicación de la Directiva Aves.

Las Directivas Hábitats y Aves han sido transpuestas a nuestro ordenamiento jurídico interno por medio de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, que constituye el marco básico de la Red Natura 2000 en España.

En la zona de actuación no se ha registrado ningún espacio Red Natura 2000. Pero se detectan tres áreas protegidas al sur - suroeste de la misma.

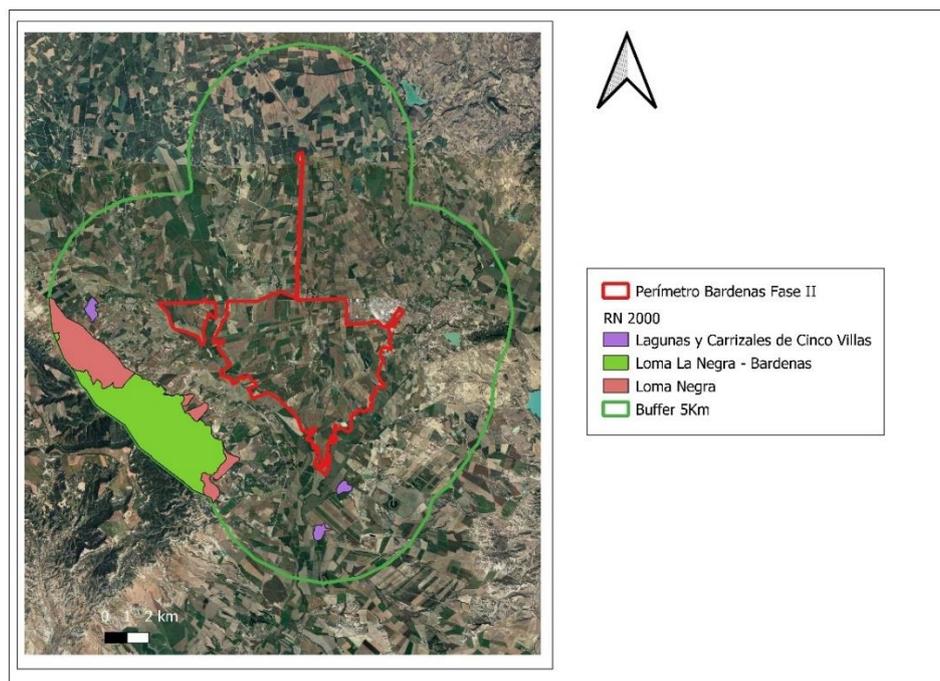


Figura 40. Espacios Red Natura 2000 en el entorno del área de actuación. Fuente: MITECO.

Tabla 239. Espacios de la Red Natura 2000 en el entorno del área de actuación.

NOMBRE	NORMATIVA	DISTANCIA A ZONA DE ACTUACIÓN (km)
ZEPA ES0000289 - Lagunas y Carrizales de 5 Villas	DECRETO 13/2021, de 25 de enero, del Gobierno de Aragón, por el que se declaran las Zonas de Especial Conservación en Aragón, y se aprueban los planes básicos de gestión y conservación de las Zonas de Especial Conservación y de las Zonas de Especial Protección para las Aves de la Red Natura 2000 en Aragón	<1
ZEPA ES0000292 - Loma Negra – Bardenas	DECRETO 13/2021, de 25 de enero, del Gobierno de Aragón, por el que se declaran las Zonas de Especial Conservación en Aragón, y se aprueban los planes básicos de gestión y conservación de las Zonas de Especial Conservación y de las Zonas de Especial Protección para las Aves de la Red Natura 2000 en Aragón.	3,22
LIC/ZEC ES2430079 - Loma Negra		2,28

5.10.1. ZEPAs

– Lagunas y Carrizales de 5 Villas (ES0000289)

Estos humedales se encuentran en depresiones del terreno donde, debido a la actividad del hombre y a que son hidrogeológicamente poco permeables, se han formado pequeñas cuencas endorreicas (sin conexión a la red fluvial).

Hoy en día y gracias a presencia habitual de agua poseen una franja de vegetación formada por carrizo (*Phragmites australis*), espadaña (*Typha latifolia*) y junco (*Juncus sp.*) entre otras, la cual favorece la presencia de aves acuáticas como el aguilucho lagunero (*Circus aeruginosus*), avetorillo (*Ixobrychus minutus*), focha (*Fulica atra*), pato cuchara (*Anas clypeata*), porrón europeo (*Aythya ferina*) o el somormujo lavanco (*Podiceps cristatus*). Destaca especialmente por albergar poblaciones de avetoro (*Botaurus Stellaris*) y garza imperial (*Ardea purpurea*).

Alrededor de las lagunas se encuentran campos de cultivo y especies forestales como pino carrasco (*Pinus halepensis*), pino piñonero (*Pinus pinea*), sauce (*Salix sp.*), chopo (*Populus sp.*), ciprés (*Cupressus sp.*) y olmo (*Ulmus sp.*) que aportan mucha diversidad.

– Loma Negra – Bardenas (ES0000292)

Espacio situado sobre la vertiente oriental de la Loma Negra. Se trata de un relieve morfológico tabular que se alza en la Bardena Negra, justo en el límite entre Navarra y Zaragoza. Su máxima altitud la constituye Loma Negra con 646 m. Está formado por un conjunto de niveles de calizas de color blanco y gris, con intercalaciones de niveles margosos. Su espesor oscila entre 25 y 40 metros.

La zona se caracteriza además por una buena cobertura de pinar autóctono de *Pinus halepensis*. Destacan las poblaciones de rapaces entre las que sobresalen *Neophron percnopterus*, con una densidad local muy alta, *Hieraaetus pennatus* y *Circaetus gallicus* entre otras especies de interés. Buena representación de especies de garriga mediterránea: *Galerida theklae* y muchas otras.

En este EPRN sobresale la importancia de especies de avifauna ligadas a cortados y acantilados como *Neophron percnopterus* (A077) y *Circaetus gallicus* (A080). Además, resulta reseñable la presencia de *Oenanthe leucura* (A279) en las laderas pedregosas, gleras y canchales y otras especies de avifauna como *Hieraetus pennatus* (A092) en bosques mediterráneos y *Sylvia undata* y *Galerida theklae* en hábitats de matorrales halófilos mediterráneos temoatlánticos y matorrales halo-nitrófilos (Pegano-Salsoletea).

La práctica totalidad de las especies mencionadas son elementos clave para la conservación del EPRN; *Neophron percnopterus* es elemento clave para el EPRN, y el EPRN resulta esencial para su protección como especie. *Circaetus gallicus* no es un elemento clave, pero sí que el EPRN resulta esencial para su protección.

5.10.2. LIC/ZEC

– Loma Negra (ES2430079)

Espacio situado sobre la vertiente oriental de la Loma de La Negra. Se trata de un relieve morfológico tabular que se alza en La Bardena Negra, justo en el límite entre Navarra y Zaragoza. Su máxima altitud la constituye Loma Negra con 646 m. Está formado por un conjunto de niveles de calizas de color blanco y gris, con intercalaciones de niveles margosos. Su espesor oscila entre 25 y 40 metros.

El relativo aislamiento de estas superficies dada la poca accesibilidad de la ladera favorece su conservación y su importancia como refugio y reducto de numerosas especies no presentes en el fondo del valle. La altura condiciona una mayor pluviosidad lo que posibilita en los márgenes de los campos de cultivo y en las laderas el desarrollo formaciones boscosas dominadas por *Pinus halepensis*. Junto a estos bosques abiertos encontramos un predominio de zonas de matorral esclerófilo mediterráneo dominado por *Juniperus phoenicea*, *Salvia rosmarinus*, *Quercus coccifera* y pies dispersos de *Pinus halepensis* entre otras muchas especies. En sectores más degradados por el pastoreo aparecen pastizales con predominio de *Brachypodium ramosum*.

Los principales usos son los agrícolas ya que las superficies horizontales de la cumbre favorecen estas actividades. Junto a ellas el pastoreo y la caza son las actividades más frecuentes.

En el espacio cabe resaltar la importancia de los hábitats de brezales oromediterráneos endémicos con aliaga (4090) y zonas subestépicas de gramíneas y anuales de *Thero-Brachypodietea* (6220).

5.11. Otros espacios naturales protegidos

5.11.1 Espacios Naturales Protegidos

De acuerdo con la Ley 42/2007 del Patrimonio Natural y la Biodiversidad, tienen la consideración de Espacios Naturales Protegidos aquellos espacios del territorio nacional, incluidas las aguas continentales y las aguas marítimas bajo soberanía o jurisdicción nacional, que cumplan al menos uno de los requisitos siguientes y sean declarados como tales:

- Contener sistemas o elementos naturales representativos, singulares, frágiles, amenazados o de especial interés ecológico, científico, paisajístico, geológico o educativo.
- Estar dedicados especialmente a la protección y el mantenimiento de la diversidad biológica, de la geodiversidad y de los recursos naturales y culturales asociados.

Ni en la zona de actuación, ni en un área de 5 Kilómetros a la redonda se encuentran ningún espacio natural más allá de los catalogados como ZEPA y LIC/ZEC. El Espacio Natural Protegido más cercano es el Parque Natural de Bardenas Reales, localizado a 5,3 km de la zona de actuación.

5.11.2 Espacios Protegidos Demarcación Hidrográfica del Ebro

En el apartado 5.5.5 se detallan las siguientes Zonas Protegidas, registradas en el Anejo 4 (Zonas protegidas) del Plan hidrológicos del tercer ciclo (2022-2027), de la Demarcación Hidrográfica del Ebro:

Zonas protegidas que forman parte de la Red Natura 2000:

- LIC Loma Negra (ES2430079)
- ZEPA Loma Negra – Bardenas (ES0000292)
- ZEPA Lagunas y Carrizales de 5 Villas (ES0000289)

Zonas sensibles:

- Zona Sensible ESRI1003 “Río Arba de Luesia (Desde el Arba de Riguel hasta el Ebro)

Zonas vulnerables:

- Zona Vulnerable ES24_B “Arbas. Río Arba de Luesia”

5.12. Patrimonio cultural y arqueológico

Bardenas, con algo más de 500 habitantes, es una localidad de Ejea de Los Caballeros. Los arqueólogos han encontrado en estas tierras indicios de actividad humana desde el Neolítico, intensificándose desde el Calcolítico. En concreto, se han hallado restos en el yacimiento arqueológico existente en la parte alta de la villa, localizado ante la iglesia de Santa María, en pleno barrio de la Corona.

Si bien se constata una presencia prerromana relevante en la zona, su importancia se intensifica como zona de producción agraria (principalmente cerealista) en el seno del Imperio Romano. Esto hizo necesarios asentamientos permanentes y creación de vías de comunicación y transporte. Igualmente pone de manifiesto el carácter agrario de la zona desde épocas tempranas, dadas sus peculiaridades geográficas. La naturaleza agrícola de la zona se mantuvo durante las épocas posteriores visigóticas e hispanomusulmanas, con escasa relevancia de otros sectores hasta épocas recientes.

Tras un breve estudio histórico de la zona, se describen los yacimientos más próximos al ámbito de estudio. Ninguno se encuentra en el interior de la zona que abarca el presente proyecto; todos se localizan a más de 2 km de la zona de actuación, siendo Abejares (YA13) el más próximo a su vertiente oriental:

- **Cerro Vicario (YA1):** yacimiento de cronología neolítica/calcolítica indeterminado, perteneciente a Ejea de los Caballeros, con unas coordenadas de X: 654474.04 Y: 4662127.8163 UTM ETRS89 HUSO 30N.
- **Abejares (YA13):** yacimiento de cronología neolítica/calcolítica indeterminado, perteneciente a Ejea de los Caballeros, con unas coordenadas de X: 651710.2829 Y: 4659291.8348 ETRS89 HUSO 30N
- **Caseta de Juan Ramón (YA31):** yacimiento de industria lítica indeterminada, perteneciente a Ejea de los Caballeros, con unas coordenadas de X: 639453.0533 Y: 4659573.1026 ETRS89 HUSO 30N.

A continuación, se describen los elementos patrimoniales declarados Bienes de Interés Cultural (BIC) más próximos al proyecto, todos se encuentran a más de 1,4 km de distancia:

- **Castillo de La Corona (Biota):** zona arqueológica perteneciente a Ejea de los Caballeros, declarado BIC el 22/05/2006, con unas coordenadas de X: 643756 Y: 4669377 ETRS89 HUSO 30N.
- **Muralla de Ejea de los Caballeros:** declarada BIC 22/05/2006, perteneciente a Ejea de los Caballeros, con unas coordenadas de X: 653969 Y: 4665789 ETRS89 HUSO 30N
- **Iglesia Fortificada del Salvador:** de estilo románico/gótico, perteneciente a Ejea de los Caballeros, declarada BIC 04/03/1931, con unas coordenadas de X: 653585 Y: 4665445 ETRS89 HUSO 30N. La Iglesia de San Salvador o Iglesia del Salvador es una iglesia fortaleza ubicada en Ejea de los Caballeros, Zaragoza, España. De estilo románico con transición al gótico, en su interior se encuentra un retablo de gran tamaño, considerado una joya gótica del siglo XV.
- **Iglesia de Santa María:** de estilo románico, perteneciente a Ejea de los Caballeros, declarada BIC 14/02/1984, con unas coordenadas de X: 653929.40 Y: 4666041.80 ETRS89 HUSO 30N. En la iglesia de Santa María de Ejea de los Caballeros sólo la portada sur conserva el estilo románico original, con reminiscencias cistercienses. Destacan los testimonios esculpidos de los dos escudos básicos de Ejea: el de la banda (el más antiguo) y el del caballero. En cuanto al interior, lo constituye una nave única, cubierta por bóveda de cañón apuntado. El ábside, en la cabecera del templo, es poligonal y se encuentra recorrido por una arquería ciega, con vanos abocinados y cubierta de horno nervada. Las capillas, mejor dicho, los arcosolios se abrieron entre los contrafuertes a partir del siglo XV.

No obstante, ninguno de los mencionados bienes se ve directamente afectado por las acciones relativas al proyecto.

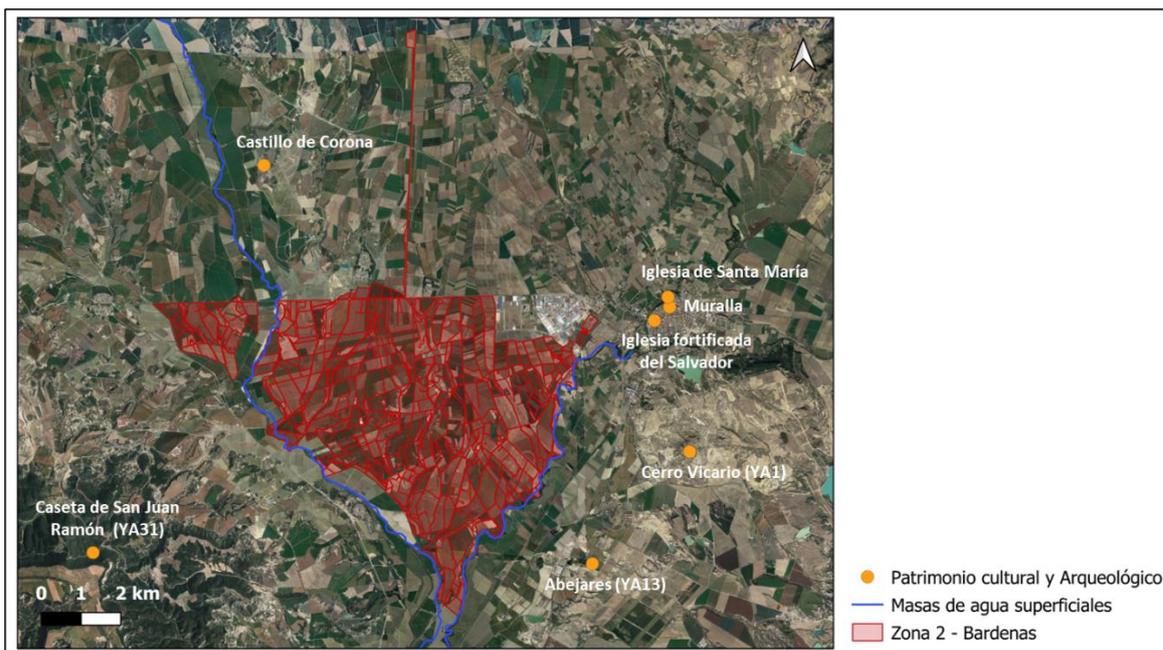


Figura 41. Patrimonio cultural y arqueológico en la zona de actuación (Zona 2) de Bardenas. Fuente: elaboración propia.

5.12.1. Patrimonio pecuario

Las vías pecuarias son un patrimonio cultural que en los tiempos de la Mesta (siglos XIII al XIX), los ganados de las zonas frías y montañosas de la Península se trasladaban de un lugar a otro de su geografía, en una búsqueda permanente de pastos estivales e invernales, en un desplazamiento denominado "trashumancia".

El impulso económico y social de este movimiento ganadero fue favorecido por el Estado, constituyendo la organización de la Mesta, que legisló sobre los pastos y los caminos, trazando rutas, dormideros, esquiladeros, corrales, etc. A pesar de estar en desuso, los caminos y cordeles mantienen su privilegio de paso franco y pueden recorrerse en la actualidad, rememorando los vestigios de la forma de vida rural e itinerante de otras épocas y percibir su contenido histórico, monumental y paisajístico.

Las vías pecuarias están clasificadas en cuatro categorías según su anchura:

- Cañadas: hasta 75 metros de anchura (90 varas castellanas)
- Cordeles: hasta 37,5 metros de anchura
- Veredas: hasta 20 metros de anchura
- Coladas: cualquier vía pecuaria de menor anchura que las anteriores

La red de vías pecuarias no se extiende sobre todas las regiones españolas, sino que está restringida a aquellas zonas donde las condiciones climáticas impiden la explotación de los pastos durante todo el año. Por lo tanto, en Galicia y a lo largo de la Cornisa Cantábrica, no existen cañadas. En el resto de España, las vías pecuarias reciben distintos nombres, en Aragón se conocen como cabañeras, mientras que en Cataluña se llaman carreradas; en Andalucía, son

veredas de la carne y en Castilla, aparte del nombre genérico de cañadas, se denominan también galianas, cordones, cuerdas y cabañiles.

Los caminos pecuarios son ancestrales veredas o redes de vías que canalizan movimientos periódicos de ganados, a su vez ejes básicos de un sistema ganadero que se fundamenta en los desplazamientos cíclicos de animales y personas y que conocemos modélicamente como trashumancia.

La ley 10/2005, de 11 de noviembre, de vías pecuarias de Aragón es la que regula su uso y ocupación.

En la zona de actuación, se localizan las siguientes vías pecuarias:

- “Vereda de Pilué”
- “Cabañera Real de Navarra”
- “Colada de Boira”
- “Colada de San Juan”

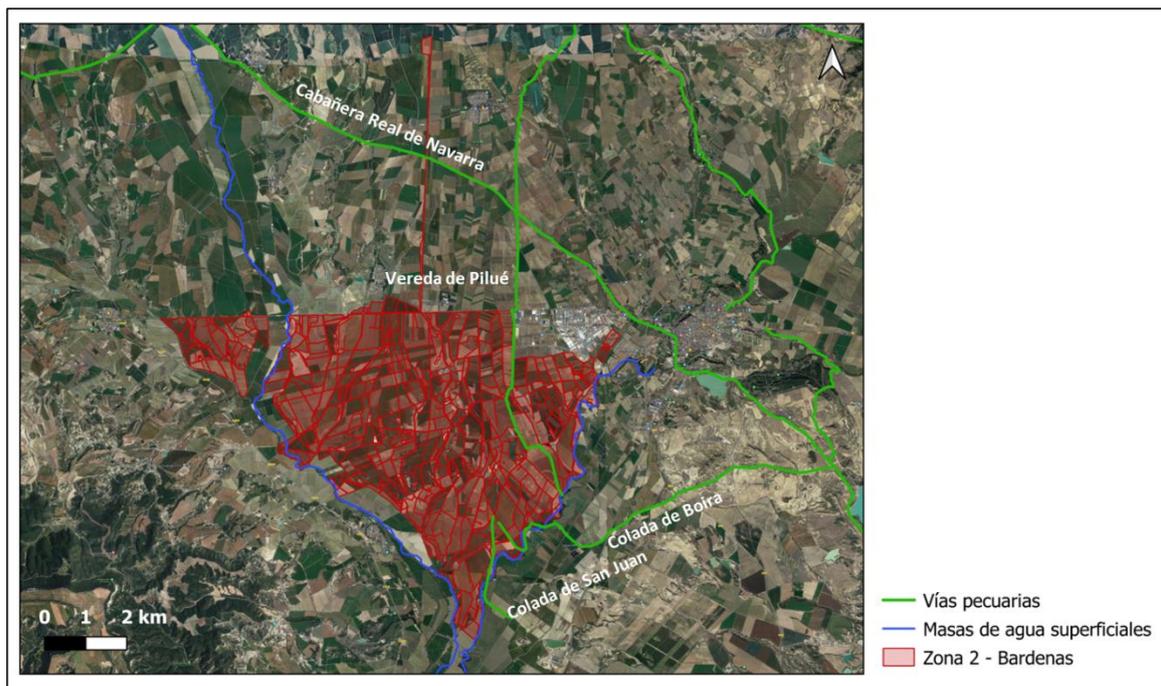


Figura 42. Vías pecuarias en la zona de actuación (Zona 2) de Bardenas. Fuente: IDE Aragón.

5.13. Medio socioeconómico

Ejea de los Caballeros se encuentra situada en el noroeste de la provincia de Zaragoza, en las coordenadas 42º 07' 48" latitud norte y 1º 08' 09" longitud oeste. El término municipal, de 613,35 Km², ocupa la franja centro-oeste de la Comarca de las Cinco Villas. La zona de actuación se sitúa al oeste-suroeste de la localidad.

5.13.1. Población

Ejea de los Caballeros es el octavo municipio más poblado de Aragón (a fecha 1 enero de 2021). Su población es de 17.036 habitantes, con un reparto casi igual entre sexos (51,4% hombres y 48,6% mujeres). A continuación, se desglosa el número total de habitantes por unidades poblacionales:

Tabla 30. Población a mayo de 2022 del Término Municipal Ejea de los Caballeros. Fuente: Instituto Aragonés de Estadística (IAEST), 2023.

Clasificación	Denominación	Población
1.-Municipio	EJEA DE LOS CABALLEROS	17.036
2.-Entidad singular	EJEA DE LOS CABALLEROS	17.036
3.-Núcleo	EJEA DE LOS CABALLEROS	14.246
3.-Núcleo	BARDENAS	507
3.-Núcleo	BAYO (EL)	269
3.-Núcleo	FARASDÚES	74
3.-Núcleo	PINSORO	645
3.-Núcleo	RIVAS	423
3.-Núcleo	SABINAR (EL)	176
3.-Núcleo	SANTA ANASTASIA	396
3.-Núcleo	VALAREÑA	294
3.-Núcleo	POLÍGONO VALDEFERRÍN	0
4.-Diseminado	*DISEMINADO*	6

La estructura poblacional de Ejea de los Caballeros, a fecha 1 de enero de 2021, es la siguiente:

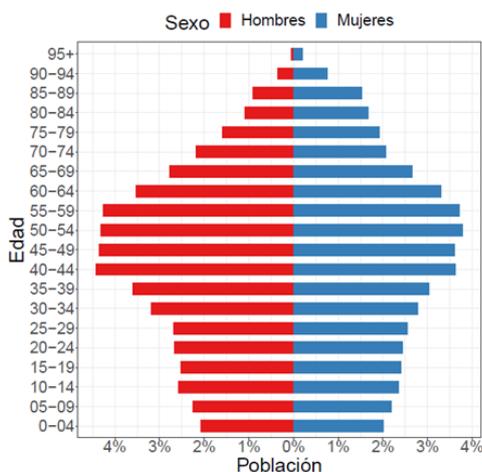


Figura 43. Pirámide poblacional de Ejea de los Caballeros (enero 2021). Fuente: Instituto Aragonés de Estadística (IAEST), 2023.

Se aprecia una evolución positiva en la densidad de población de los últimos años, siendo en la actualidad de 27,31 habitantes/Km², mientras que la comarca de Cinco Villas, a la que pertenece, reporta una densidad de 10,1 habitantes/Km².

5.13.2. Empleo

El sector servicios es el que más empleo genera, seguido de la industria, la agricultura y la construcción, tal y como refleja la siguiente imagen. No obstante, en la zona que ocupa el presente proyecto la agricultura ocupa un lugar más relevante, generando insumos agrícolas que generan actividad en el resto de sectores de la zona.

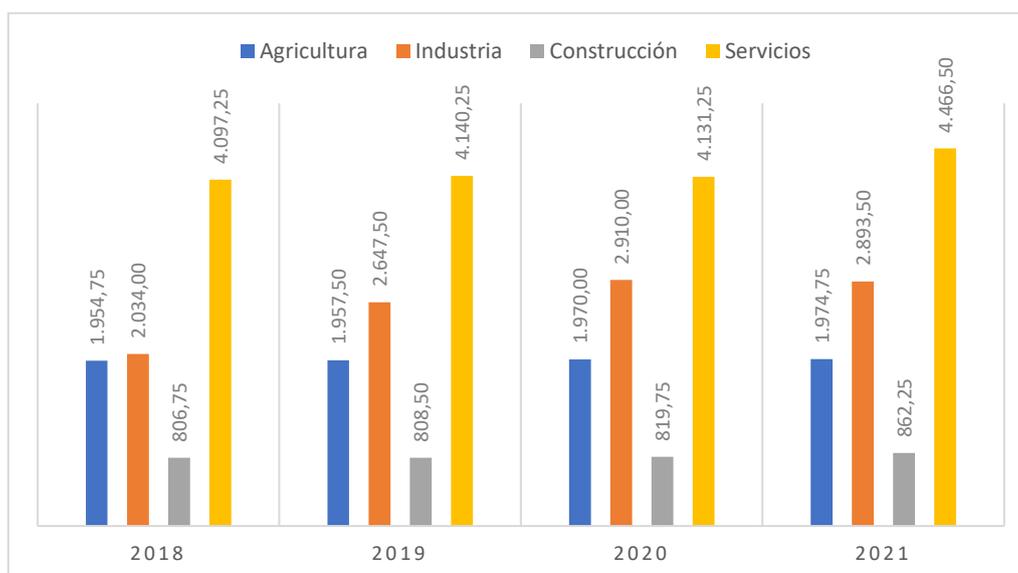


Figura 44. Media anual de trabajadores por sector de actividad (se incluyen todos los regímenes de afiliación y los trabajadores por cuenta propia) para Ejea de los Caballeros. Fuente: Instituto Aragonés de Estadística (IAEST), 2023.

Las afiliaciones registradas por sector de actividad según los datos del Instituto Aragonés de Estadística para 2023 para el Municipio de Ejea de los Caballeros se muestran a continuación:

Tabla 241. Porcentajes de afiliaciones por sector de actividad para Ejea de los Caballeros. Fuente: Instituto Aragonés de Estadística (IAEST), 2023.

Municipio	Agricultura, ganadería y pesca (%)	Industria y energía (%)	Construcción (%)	Servicios (%)
Ejea de los Caballeros	17,2	34,45	10,07	38,27

Dentro del sector **Servicios** la rama de actividad que más trabajadores tiene es el comercio al por mayor y al por menor y la reparación de vehículos de motor y motocicletas, seguido de actividades inmobiliarias, profesionales, científicas y técnicas.

En cuanto a la **Industria**, el suministro de energía eléctrica, gas, vapor y aire acondicionado es la rama que más trabajadores emplea, seguida de la metalurgia y la industria de la alimentación, bebidas y tabaco.

Por lo que respecta a la **Agricultura**, tal y como puede observarse a continuación, existe un mayor número de explotaciones agrícolas frente a las ganaderas y, dentro de las primeras, los cultivos herbáceos en regadío son a los que se dedica mayor superficie cultivada (un 68%).

Tabla 252. Explotaciones por tipo según el Censo agrario 2019. Fuente: Instituto Aragonés de Estadística (IAEST), 2023.

Tipo de Explotaciones	Número
Total	1.038
Agrícolas	846
Ganaderas	26
Agricultura y ganadería	166

Tabla 263. Distribución tierras de cultivo (Ha), año 2020. Fuente: Departamento de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente. Gobierno de Aragón.

Tierras de cultivo (en Ha)	Regadío	Secano	Total
Cultivos herbáceos	28.448	6.022	34.470
Barbechos y otras tierras agrícolas no ocupadas	2.753	2.849	5.602
Cultivos leñosos	1.503	109	1.612

5.13.3. Infraestructuras y servicios

En términos generales, varios son los **ejes de comunicación** que se pueden utilizar para acceder a Ejea de los Caballeros. La carretera A-127 vertebrada la comarca de las Cinco Villas y Ejea de los Caballeros, de norte a sur.

La A-125 limita el norte de la zona de estudio y conecta a Ejea de los Caballeros con Tudela (Navarra) por el oeste y con Huesca por el este, constituyendo un eje de comunicación transversal e interregional. Limitan la zona la A-127 en su vertiente sureste y la CHE-1501 en el lateral suroeste.

Los seis Barrios de Colonización (Bardenas, Santa Anastasia, El Bayo, Pinsoro, Valareña y Sabinar), además de Farasdues y Rivas, cuentan con una red de carreteras secundarias que los comunican entre sí, y los conectan con el resto del municipio. La carretera CHE-1504 pasa por Santa Anastasia y cruza la zona de estudio al oeste; mientras que la A-1203 atraviesa Bardenas y cruza la tubería que va desde la balsa a la zona de regadío, al norte de la zona de estudio.

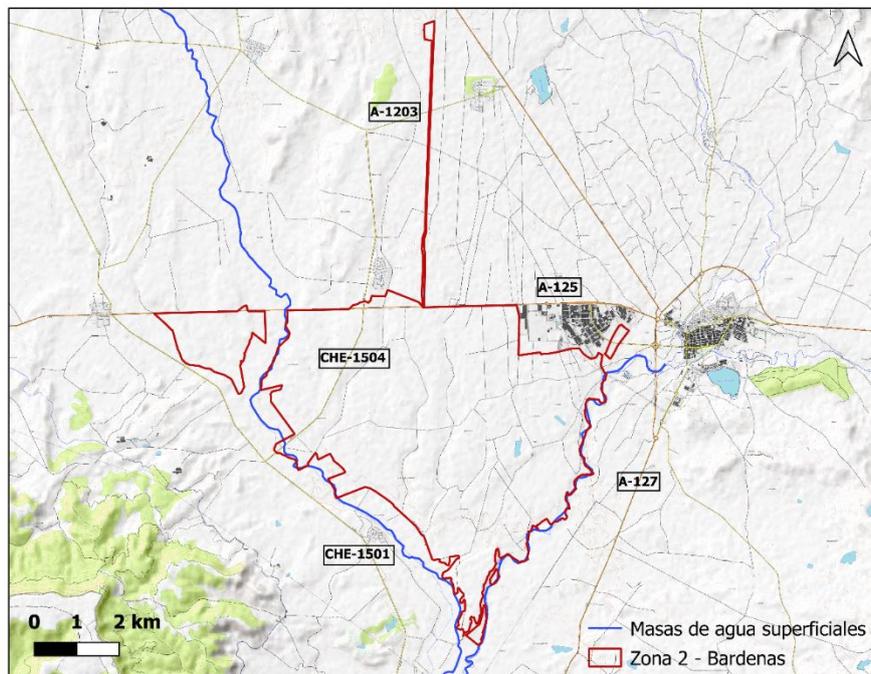


Figura 45. Ejes de comunicación de acceso a Ejea de los Caballeros, asociados al área de actuación (Zona 2).

Con respecto a los **servicios disponibles** en el Municipio de Ejea de los Caballeros, los mismos se detallan a continuación:

Tabla 274. Servicios disponibles en Ejea de los Caballeros. Fuentes: Instituto Aragonés del Agua e Instituto Aragonés de Estadística (IAEST), 2023.

	INFRESTRUCTURA	UNIDADES
USO DEL AGUA	Depuradora de aguas residuales	1
EQUIPAMIENTOS SANITARIOS	Farmacias	6
	Centros de Salud	1
	Consultorios	8
	Hospitales	1
EDUCACIÓN	Centros de enseñanza	9
EQUIPAMIENTOS CULTURALES	Bibliotecas	2

5.14. Cambio climático

El cambio climático ya es una realidad a nivel mundial. No es necesario analizar los estudios realizados al respecto para conocer qué efectos puede tener, ya que estos se están manifestando de una forma u otra en todos los puntos del planeta.

En España el **Plan de Adaptación al Cambio Climático 2021-2030** (en adelante PNACC) es un *“instrumento de planificación básico para promover la acción coordinada y coherente, desde una perspectiva transversal (desde distintos campos), multilateral (por parte de distintos actores) y multinivel (desde distintas escalas territoriales), ante los riesgos y amenazas que presenta el cambio climático en los diferentes ámbitos de la sociedad. Sin perjuicio de las competencias que correspondan a las diversas Administraciones Públicas, el PNACC define objetivos, criterios, ámbitos de aplicación y acciones para construir resiliencia, anticipar y minimizar daños, y definir las orientaciones para los sectores y la sociedad”* (MITECO, 2023).

Según este plan, los impactos más significativos a nivel nacional están siendo:

- *Incremento de las temperaturas.*
- *Alargamiento de los veranos.*
- *Aumento de las noches tórridas ($T^a \geq 25$ °C)*
- *Incremento del número de días de ola de calor:* en este sentido cabe destacar los 42 días de ola de calor sufridos en el verano de 2022, la ola de calor más intensa desde que se tienen registros (desde el año 1975).
- *Disminución de las precipitaciones.*
- *Desaparición de los glaciares (Pirineos).*
- *Disminución de los caudales medios de los ríos.*
- *Expansión del clima semiárido.*
- *Aumento de la temperatura del agua marina.*
- *Ascenso del nivel medio del mar.*
- *Acidificación de las aguas marinas.*

Ante los riesgos que conllevan estos impactos, en el PNACC se plantean los siguientes objetivos específicos:

1. *Reforzar la observación sistemática del clima, la elaboración y actualización de proyecciones regionalizadas de cambio climático para España y el desarrollo de servicios climáticos.*
2. *Promover un proceso continuo y acumulativo de generación de conocimiento sobre impactos, riesgos y adaptación en España y facilitar su transferencia a la sociedad, reforzando el desarrollo de metodologías y herramientas para analizar los impactos potenciales del cambio climático.*
3. *Fomentar la adquisición y el fortalecimiento de las capacidades para la adaptación.*
4. *Identificar los principales riesgos del cambio climático para España, teniendo en cuenta su naturaleza, urgencia y magnitud, y promover y apoyar la definición y aplicación de las correspondientes medidas de adaptación.*
5. *Integrar la adaptación en las políticas públicas.*
6. *Promover la participación de todos los actores interesados, incluyendo los distintos niveles de la administración, el sector privado, las organizaciones sociales y la ciudadanía en su conjunto, para que contribuyan activamente a la construcción de respuestas frente a los riesgos derivados del cambio climático.*
7. *Asegurar la coordinación administrativa y reforzar la gobernanza en materia de adaptación.*
8. *Dar cumplimiento y desarrollar en España los compromisos adquiridos en el contexto europeo e internacional.*
9. *Promover el seguimiento y evaluación de las políticas y medidas de adaptación.*

Para facilitar la gestión de las distintas actividades encaminadas a la adaptación al cambio climático, tanto en el sector público como en el privado, se definen en el plan 18 ámbitos de trabajo. El que concierne a la temática del presente documento es el de “Agricultura, Ganadería, Pesca, Acuicultura y Alimentación” cuyos objetivos específicos relacionados con la agricultura son:

- Reducir los riesgos derivados del cambio climático para la seguridad alimentaria.
- Actualizar o ampliar el conocimiento relativo a la evaluación de los riesgos (peligros, exposición, vulnerabilidad) e impactos del cambio climático sobre los principales tipos de cultivos, especies ganaderas y pesquerías, así como en el sector de la alimentación, incluyendo la interrelación de todos los elementos del sistema alimentario e integrar dicho conocimiento en los planes, normativas y estrategias de estos sectores.
- Promover el desarrollo de intervenciones de adaptación a través del Plan Estratégico de España para la PAC post 2020 y otros instrumentos.
- Promover la adaptación de la agricultura y la ganadería a los cambios del clima ya verificados, así como a los previstos, con especial énfasis en su ajuste a los recursos hídricos disponibles mediante los correspondientes sistemas de gestión.

- Promover la sostenibilidad del sistema alimentario y la adaptación al cambio climático del medio rural, fomentando los canales cortos de comercialización, la bioeconomía, la economía circular y la agricultura de proximidad, entre otras estrategias de menor impacto climático y mayor resiliencia.

A nivel autonómico, la **Estrategia Aragonesa de Cambio Climático, Horizonte 2030** (en adelante EACC 2030), tiene los siguientes objetivos estratégicos:

1. Contribuir a la reducción del 40% de las emisiones de gases de efecto invernadero respecto a los niveles de 1990.
2. Reducir un 26% las emisiones del sector difuso con respecto al año 2005.
3. Aumentar la contribución mínima de las energías renovables hasta el 32% sobre el total del consumo energético.
4. Integrar las políticas de cambio climático en todos los niveles de gobernanza.
5. Desarrollar una economía baja en carbono en cuanto al uso de la energía y una economía circular en cuanto al uso de los recursos.

Para lograr estos objetivos, la EACC 2030 recoge las siguientes metas:

Tabla 285. Metas de la Estrategia Aragonesa de Cambio Climático 2030. Fuente: EACC, 2023.

Metas Aragón 2030	ODS relacionados
Meta 1. Favorecer la resiliencia e integridad de los servicios ecosistémicos y la biodiversidad.	6 AGUA LIMPIA Y SALUDABLE, 14 VIDA SUBMARINA, 15 VIDA DE ECOSISTEMAS TERRESTRES, 13 ACCIÓN POR EL CLIMA
Meta 2. Transitar hacia un modelo energético bajo en carbono.	7 ENERGÍA LIMPIA Y TRANSICIÓN ENERGÉTICA, 13 ACCIÓN POR EL CLIMA
Meta 3. Apostar por un modelo de transporte y movilidad de nulas o bajas emisiones.	3 SALUD Y BIENESTAR, 11 CIUDADES Y COMUNIDADES SOSTENIBLES, 13 ACCIÓN POR EL CLIMA
Meta 4. Avanzar en la descarbonización y mejorar la adaptación al cambio climático de los pueblos y ciudades.	9 INDUSTRIA, INNOVACIÓN E INFRAESTRUCTURAS, 11 CIUDADES Y COMUNIDADES SOSTENIBLES, 13 ACCIÓN POR EL CLIMA
Meta 5. Implementar una economía circular baja en carbono.	7 ENERGÍA LIMPIA Y TRANSICIÓN ENERGÉTICA, 12 PRODUCCIÓN Y CONSUMO RESPONSABLES, 13 ACCIÓN POR EL CLIMA
Meta 6. Adaptar el sistema agroalimentario al nuevo escenario climático.	2 SEGURIDAD ALIMENTARIA Y AGRICULTURA, 6 AGUA LIMPIA Y SALUDABLE, 7 ENERGÍA LIMPIA Y TRANSICIÓN ENERGÉTICA, 8 TRABAJO DECENTE Y CRECIMIENTO ECONÓMICO, 11 CIUDADES Y COMUNIDADES SOSTENIBLES, 12 PRODUCCIÓN Y CONSUMO RESPONSABLES, 14 VIDA SUBMARINA, 15 VIDA DE ECOSISTEMAS TERRESTRES, 13 ACCIÓN POR EL CLIMA
Meta 7. Reducir la generación de residuos y sus emisiones asociadas.	6 AGUA LIMPIA Y SALUDABLE, 12 PRODUCCIÓN Y CONSUMO RESPONSABLES, 13 ACCIÓN POR EL CLIMA
Meta 8. Aumentar la resiliencia de la población y del sistema de salud frente al cambio climático.	2 SEGURIDAD ALIMENTARIA Y AGRICULTURA, 3 SALUD Y BIENESTAR, 6 AGUA LIMPIA Y SALUDABLE, 13 ACCIÓN POR EL CLIMA
Meta 9. Avanzar hacia un modelo de turismo sostenible	8 TRABAJO DECENTE Y CRECIMIENTO ECONÓMICO, 9 INDUSTRIA, INNOVACIÓN E INFRAESTRUCTURAS, 11 CIUDADES Y COMUNIDADES SOSTENIBLES, 13 ACCIÓN POR EL CLIMA

El presente proyecto se encuentra dentro de la **Meta 6. Adaptar el sistema agroalimentario al nuevo escenario climático**. La agricultura es una de las actividades más afectadas por el cambio climático debido a que depende directamente de factores como la temperatura, la precipitación, la disponibilidad de agua en cantidad y calidad. A las variaciones en los factores anteriores, en detrimento de la producción agraria, cabe sumar el aumento de fenómenos meteorológicos extremos cada vez más frecuentes, que provocarán cuantiosos daños al sector. Por otro lado, la agricultura es una de las actividades que, debido al uso de fertilizantes, el incremento del uso del agua y su mala gestión, los cambios en tipos de cultivo e intensificación de los mismos, entre otros, ha contribuido al empeoramiento de los factores de los que depende.

Las rutas de actuación propuestas para lograr la Meta 6 son:

- Ruta de actuación 17: facilitar la resiliencia del sector agrario ante el cambio climático, con la implicación de las entidades afectadas.
- Ruta de actuación 18: favorecer el modelo de agricultura familiar, profesional y sostenible como base de nuestro mundo rural.
- Ruta de actuación 19: garantizar el uso eficiente del agua agraria.

Por otro lado, el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX realizó un informe de “**Evaluación del impacto del cambio climático en los recursos hídricos y sequías en España**” (CEDEX, 2017), en el que se analizan cuantitativamente el “*Impacto sobre la capacidad de adaptación al cambio climático de los ecosistemas acuáticos y del resto de usos de la cuenca*”.

Para la cuenca del Ebro, se analizan los cambios porcentuales estimados para las variables las diferentes variables hidrológicas en tres periodos de impacto (PI: periodos futuros de 30 años hidrológicos, del 2010 al 2100), con respecto al periodo control (PC) según dos escenarios de cambio climático (RCP 4.5 y 8.5) (Figura 46). Se observa la tendencia general a una reducción de los recursos hídricos: reducción de la precipitación (PRE), aumento de la evapotranspiración potencial (ETP), ligeras reducciones de la evapotranspiración real (ETR) y fuertes reducciones de la escorrentía (ESC). Las reducciones son mayores conforme avanza el siglo XXI y según el RCP 8.5, siendo la diferencia entre ambos RCP bastante clara para el PI3 (2070-00) (Figura 46).

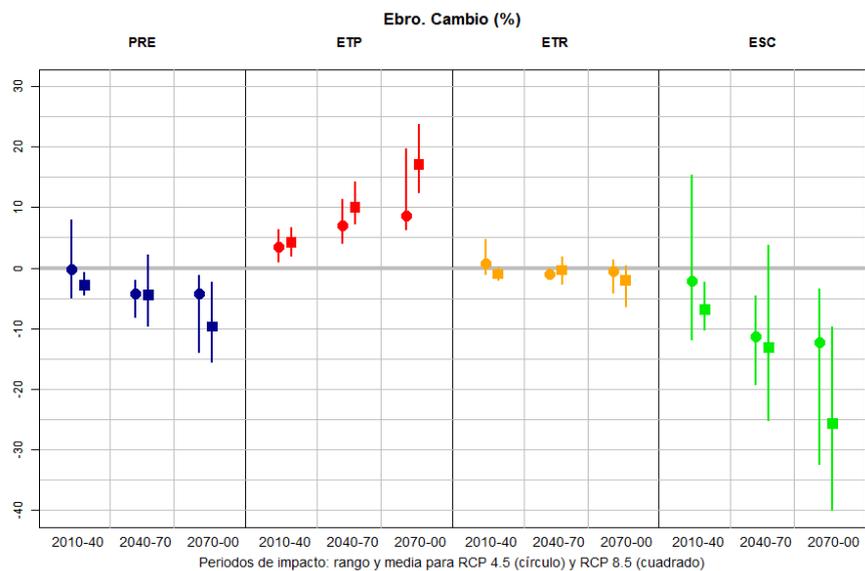


Figura 46. Cambio (%) en las principales variables hidrológicas en los tres PI respecto al PC para la DH del Ebro. Rango y media de resultados para RCP 4.5 (círculos) y RCP 8.5 (cuadrados). Fuente: CEDEX, 2017.

Asimismo, en dicho informe se realiza una estimación cuantitativa de la previsible reducción de aportaciones hídricas (volumen de agua que circula por el río en un periodo de tiempo dado) por efecto del cambio climático (CEDEX, 2017). Para la cuenca del Ebro, se analiza la aportación hídrica (APN) en el punto fluvial representativo del río Ebro a su paso por zaragoza (Figura 47). De este modo, se observa en las proyecciones que, las aportaciones hídricas en régimen natural del río Ebro a su paso por Zaragoza, para el periodo 2010-2040, podrían oscilar en un margen alrededor de los 9000 hm³/año actuales, desde unos 7700 hm³/año a los 10100 hm³/año. Para finales de siglo podrían oscilar desde los aproximadamente 8400 hm³/año a descender hasta unos 5000 hm³/año (Figura 47). En general, se pronostica una reducción de la APN anual, que sería más acusada conforme avanzara el siglo XXI y en el escenario de emisiones RCP 8.5.

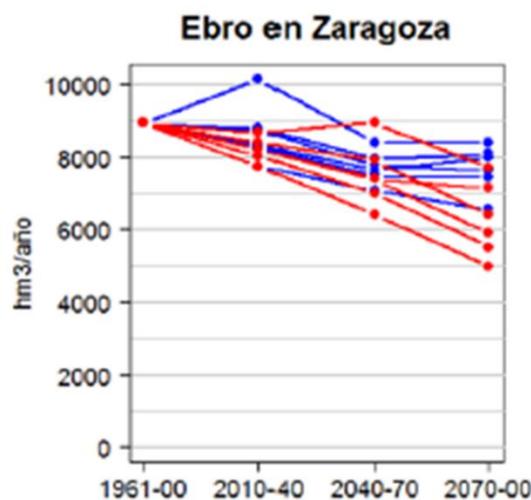


Figura 47. APN anual en el punto fluvial representativo de la cuenca del Ebro, simulada a partir de datos climáticos observados para el PC y estimados para los tres PI según proyecciones climáticas del RCP 4.5 (azul) y RCP 8.5 (rojo). Fuente: CEDEX, 2017.

6. IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS

6.1. Definiciones según el marco legal vigente

Según la ley 21/2013 de evaluación ambiental, los criterios a considerar en la valoración de impactos son los siguientes:

- a) *Efecto directo: Aquel que tiene una incidencia inmediata en algún aspecto ambiental.*
- b) *Efecto indirecto o secundario: Aquel que supone incidencia inmediata respecto a la interdependencia, o, en general, respecto a la relación de un sector ambiental con otro.*
- c) *Efecto acumulativo: Aquel que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad, al carecerse de mecanismos de eliminación con efectividad temporal similar a la del incremento del agente causante del daño.*
- d) *Efecto sinérgico: Aquel que se produce cuando, el efecto conjunto de la presencia simultánea de varios agentes, supone una incidencia ambiental mayor que el efecto suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente. Asimismo, se incluye en este tipo aquel efecto cuyo modo de acción induce en el tiempo la aparición de otros nuevos.*
- e) *Efecto permanente: Aquel que supone una alteración indefinida en el tiempo de factores de acción predominante en la estructura o en la función de los sistemas de relaciones ecológicas o ambientales presentes en el lugar.*
- f) *Efecto temporal: Aquel que supone alteración no permanente en el tiempo, con un plazo temporal de manifestación que puede estimarse o determinarse.*
- g) *Efecto a corto, medio y largo plazo: Aquel cuya incidencia puede manifestarse, respectivamente, dentro del tiempo comprendido en un ciclo anual, antes de cinco años, o en un periodo superior.*
- h) *Impacto ambiental compatible: Aquel cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad, y no precisa medidas preventivas o correctoras.*
- i) *Impacto ambiental moderado: Aquel cuya recuperación no precisa medidas preventivas o correctoras intensivas, y en el que la consecución de las condiciones ambientales iniciales requiere cierto tiempo.*
- j) *Impacto ambiental severo: Aquel en el que la recuperación de las condiciones del medio exige medidas preventivas o correctoras, y en el que, aun con esas medidas, aquella recuperación precisa un período de tiempo dilatado.*
- k) *Impacto ambiental crítico: Aquel cuya magnitud es superior al umbral aceptable. Con él se produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas protectoras o correctoras.*
- l) *Impacto residual: Pérdidas o alteraciones de los valores naturales cuantificadas en número, superficie, calidad, estructura y función, que no pueden ser evitadas ni reparadas, una vez aplicadas in situ todas las posibles medidas de prevención y corrección.*

m) *Peligrosidad sísmica: Probabilidad de que el valor de un cierto parámetro que mide el movimiento del suelo (intensidad, aceleración, etc.) sea superado en un determinado período de tiempo.*

6.2. Metodología

Con objeto de evaluar los impactos ambientales asociados al desarrollo de la ejecución y la explotación de las actuaciones e infraestructuras proyectadas, se ha dividido el análisis en dos fases. En la primera de ellas se identifican las alteraciones que se pueden producir por los trabajos contemplados, durante la fase de ejecución y explotación, sobre los elementos abióticos, bióticos, paisajísticos y socioeconómicos del entorno. Una vez identificados, se procede a su valoración en base a la nomenclatura contemplada en la normativa de Evaluación de Impacto Ambiental (Ley 21/2013, de Evaluación Ambiental).

Entre las metodologías disponibles, se ha seleccionado un método basado en la Matriz de Leopold. La ventaja que presenta este método es que resulta sencillo a la par que completo al contemplar las interacciones entre los elementos que componen el medio físico, biológico, paisajístico, económico y social, y las actividades o actuaciones proyectadas en cada una de las fases.

En un primer análisis se relacionan las actuaciones del proyecto que pueden causar alteraciones con los elementos del medio afectados. Mediante dicho cruce se identifican los impactos generados por la actividad. A continuación, se caracteriza cada una de las alteraciones y finalmente, se plasma la expresión de dicha evaluación en una escala de niveles de impacto.

Para que el análisis cuantitativo elegido sea útil a la hora de profundizar en el conocimiento y valoración final de los impactos, deben de definirse los criterios de valoración adecuadamente. Las características que se van a analizar son las siguientes:

- **CARÁCTER:** Hace referencia a si el impacto es **positivo o negativo** con respecto al estado previo a la actuación. En el primer caso será beneficioso y en el segundo adverso. Se considera impacto positivo a aquel admitido como tal, tanto por la comunidad técnica y científica como por la población en general, en el contexto de un análisis completo de los costes y beneficios genéricos y de las externalidades de la actuación contemplada. Se considera impacto negativo a aquel que se traduce en pérdida de valor natural, estético-cultural, paisajístico, de productividad ecológica, o un aumento de los perjuicios derivados de la contaminación, de la erosión o colmatación, y demás riesgos ambientales en discordancia con la estructura ecológica-geográfica, el carácter y la personalidad de una localidad determinada.
- **TIPO DE ACCIÓN:** El efecto sobre los elementos del medio puede producirse de una forma **directa** (tiene una incidencia inmediata en algún aspecto ambiental) o **indirecta**, es decir, el efecto es debido a interdependencias o, en general, respecto a la relación de un sector ambiental con otro.
- **DURACIÓN:** Este criterio se refiere a la escala de tiempo en la que actúa el impacto, puede ser **temporal** (aquel que supone una alteración no permanente en el tiempo, con un plazo temporal de manifestación que puede estimarse o determinarse) o **permanente** (aquel que supone una alteración indefinida en el tiempo de factores de

acción predominante en la estructura o en la función de los sistemas de relaciones ecológicas o ambientales presentes en el lugar).

- **MOMENTO:** Se refiere al momento en que se manifiesta el impacto: **a corto plazo** (dentro del tiempo comprendido en un ciclo anual), **a medio plazo** (antes de cinco años) y **a largo plazo** (en periodos superiores).
- **SINERGIA:** Alude a la combinación de los efectos para originar uno mayor; en este caso se habla de **impactos simples, acumulativos y sinérgicos**. Un efecto simple es aquel que se manifiesta sobre un solo componente ambiental, sin consecuencias en la inducción de nuevos efectos, ni en la de su acumulación. El efecto acumulativo es aquel que incrementa progresivamente su gravedad al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, al carecerse de mecanismos de eliminación con efectividad temporal similar a la del incremento del agente causante del daño. El efecto sinérgico es aquel que se produce cuando, el efecto conjunto de la presencia simultánea de varios agentes, supone una incidencia ambiental mayor que el efecto suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.
- **REVERSIBILIDAD:** Se considera impacto **reversible** aquel en el que la alteración que supone puede ser asimilada por el entorno de forma medible, a medio plazo, debido al funcionamiento de los procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio. El impacto **irreversible** es aquel que supone la imposibilidad o la “dificultad extrema” de retornar a la situación anterior a la acción que lo produce.
- **RECUPERABILIDAD:** Un impacto **recuperable** es aquel en el que la alteración que supone puede eliminarse, bien por la acción natural, bien por la acción humana y, asimismo, aquel que la alteración que supone puede ser reemplazable. Por lo contrario, en un impacto **irrecuperable** la alteración o pérdida que se provoca es imposible de reparar o restaurar, tanto por la acción natural como por la humana.

Una vez caracterizados los diferentes impactos, se ha procedido a la valoración de los IMPACTOS NEGATIVOS según la siguiente escala de niveles de impacto:

- **COMPATIBLE:** Aquel cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad, y no precisa prácticas protectoras o correctoras.
- **MODERADO:** Aquel cuya recuperación no precisa prácticas protectoras o correctoras intensivas, y en el que la consecución de las condiciones ambientales iniciales requiere cierto tiempo.
- **SEVERO:** Aquel en el que la recuperación de las condiciones del medio exige la adecuación de medidas protectoras o correctoras, y en que, aun con estas medidas, la recuperación precisa de un periodo de tiempo dilatado.
- **CRÍTICO:** Aquel cuya magnitud es superior al umbral aceptable. Se produce una pérdida permanente en la calidad de las condiciones ambientales, sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas protectoras o correctoras.

Por último, cabe la posibilidad de que una acción analizada no conlleve impactos significativos sobre el medio, en cuyo caso se indicará como **IMPACTO NO SIGNIFICATIVO**.

6.3 Identificación de impactos potenciales

Todo proyecto conlleva una serie de repercusiones sobre el entorno donde se desarrolle. A continuación, se identifican las diferentes acciones que componen cada una de las etapas asociadas al mismo (ejecución o construcción y explotación), así como la incidencia que dichas acciones pueden tener sobre el medio.

Fase ejecución o construcción:

Las acciones contempladas durante la fase de ejecución de las obras de modernización son:

- Ocupación del suelo
- Preparación del terreno (desbroce y despeje)
- Circulación de maquinaria y transporte de materiales
- Acopio de materiales
- Movimiento de tierras (excavaciones y rellenos)
- Construcción en general (tuberías y cabezales de riego)
- Construcción de la balsa
- Necesidad de mano de obra (empleo)
- Acondicionamiento y limpieza

Como ya se ha expresado en apartados anteriores, la modernización de la zona conlleva dos fases, la primera contempla la construcción de las redes de distribución principales, las cuales parten de la balsa ubicada junto a la acequia del Saso (A4), cerca de la localidad de Bardenas, y discurren, en su mayoría, paralelas a los caminos existentes para conducir las aguas de la acequia hasta las parcelas agrícolas. Y, la segunda, contempla la modernización en parcela mediante la instalación de mecanismos de riego localizado, especialmente para el cultivo de almendro (aspersión o/y goteo).

Fase de explotación:

La fase de explotación del proyecto lleva asociada una serie de acciones que afectarán directa o indirectamente al entorno. Estas actividades contemplan tanto el desarrollo de la actividad agraria (uso y tránsito de vehículos agrícolas, laboreo de suelo, nuevos patrones y métodos de riego, explotación y mantenimiento de las instalaciones, consumo energético, ocupación permanente del suelo, etc.). Es preciso que aquellas acciones relacionadas con la infraestructura asociada a la modernización sean lo menos invasivas posible y que se mantengan y empleen la red de caminos actual para evitar incrementar las tasas de ocupación del terreno.

En los siguientes apartados se han identificado y relacionado las principales acciones de la **fase de ejecución** que puedan generar alteraciones sobre los diferentes elementos que componen el medio afectado y se ha hecho referencia a los criterios contemplados para la valoración del nivel del impacto que pueden generar.

Fase de desmantelamiento:

En este proyecto no será necesario llevar a cabo una fase de desmantelamiento, ya que las instalaciones anteriormente existentes y las acequias de riego, seguirán siendo utilizadas por algunos regantes que vayan realizando el cambio al nuevo sistema de riego modernizado poco a poco.

Alteraciones en el medio físico:

Atmósfera:

- Alteración en la calidad del aire (contaminación)
- Contaminación acústica

Hidrología:

- Cambios en la calidad de las aguas (contaminación)
- Modificación de los cursos de agua artificiales (acequias y canales de riego)

Geología y geomorfología:

- Cambios en el relieve

Edafología:

- Destrucción, pérdida o disminución de la calidad del suelo
- Compactación del suelo
- Alteraciones en las características químicas (contaminación)

Alteraciones en el medio biótico:

Vegetación:

- Destrucción y degradación de la vegetación situada en el entorno de las actuaciones

Fauna:

- Afecciones a la calidad de los hábitats
- Alteraciones en el comportamiento
- Afección directa a la micro fauna (invertebrados y micromamíferos)

Alteraciones en el medio socioeconómico

Población:

- Creación de empleo
- Molestias a la población local por las obras

Sectores socioeconómicos:

- Dinamización económica
- Tecnificación del sector y mejora de la eficiencia

Patrimonio arqueológico:

- Posibles afecciones sobre el patrimonio cultural

Patrimonio pecuario:

- Posibles alteraciones en el trazado de las vías

Paisaje:

- Afección de la calidad del paisaje
- Visibilidad e intrusión visual

6.4. Efectos previsibles sobre el entorno y sus valores ambientales

Tras identificar las posibles alteraciones que puede sufrir el medio como resultado de la ejecución de las fases contempladas en la modernización del regadío, se procede a realizar la valoración de los impactos asociados, según lo establecido en los artículos 35 y 45 de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.

Para abordar dicha fase de forma objetiva se deben valorar los impactos sobre los diferentes elementos afectados basándose en las características propias de cada uno. Para ello, previamente, se han determinado criterios e indicadores propios, objetivos, representativos y, en la medida de lo posible, cuantificables, para cada uno de los componentes que conforman el medio ambiente.

- **Geología, Geomorfología y Edafología (suelo):** volumen de suelos afectados, superficie afectada, riesgo de erosión, cambios en la estructura por compactación, contaminación por vertidos incontrolados.
- **Atmósfera/Clima:** contaminación por emisiones a la atmósfera, niveles acústicos generados, áreas afectadas por los ruidos, aporte de partículas en suspensión.
- **Hidrología:** proximidad a los cauces naturales o cursos de agua, generación de lixiviados, permeabilidad del suelo, comportamiento hidrogeológico, alteración de la red de drenajes.
- **Vegetación:** unidades de vegetación afectadas por superficie, tipo de vegetación afectada, capacidad de autorregeneración.
- **Fauna:** tipo de especies afectadas, alteración de los hábitats, unidades de fauna afectadas, alteración del comportamiento por perturbaciones, periodo de nidificación y de reproducción, especies protegidas.
- **Socio-economía:** tráfico en la zona, grado de antropización, nivel y calidad del empleo generado, cambio en los usos del suelo, riesgos en la población, influencia sobre los sectores económicos locales, identificación de elementos de interés histórico-cultural, espacios naturales protegidos, infraestructuras afectadas.
- **Paisaje:** nivel de intrusión visual del proyecto, nivel de afección por unidad de paisaje, cuencas visuales.

6.4.1. Valoración de la incidencia sobre la calidad atmosférica

6.4.1.1 Composición atmosférica

Fase de ejecución

La construcción e instalación de la red presurizada de distribución principal, la modernización en parcela y la construcción de la balsa, así como del resto de infraestructura prevista, generará un aumento de la concentración de partículas en suspensión como consecuencia principalmente

de las labores de excavación al efectuar la apertura y el cierre de las zanjas, y la construcción de la balsa de regulación.

El incremento del tránsito de vehículos y el transporte de materiales de construcción generará emisiones de contaminantes atmosféricos y un aporte de partículas sólidas en suspensión que posteriormente sedimentarán sobre las superficies del entorno pudiendo incidir sobre la vegetación y en determinadas condiciones a las viviendas próximas a las zonas de actuación.

La composición de la atmósfera también podrá verse afectada por el acopio de materiales o por el mantenimiento de la maquinaria.

Dado que todas alteraciones de la composición atmosférica durante la fase de ejecución pese a ser de carácter negativo, tienen una duración en el tiempo limitada (temporal) se determina que la magnitud del impacto es **MODERADA**.

Por lo que, en el Plan de Vigilancia se establecerán las medidas pertinentes para controlar los factores de emisión: revisiones de la maquinaria, riegos periódicos para reducir el polvo en suspensión, limpieza de accesos, evitar el acopio de materiales que puedan generar malos olores (contenido de materia orgánica), etc.

IMPACTO: negativo, directo, temporal, acumulativo, reversible, recuperable, MODERADO.

Fase de explotación

Actualmente en esta zona a modernizar hay una serie de propietarios que ya han modernizado sus parcelas con grupos electrógenos, diesel o placas solares, concretamente una superficie de 651,06 ha de 12 propietarios, de las cuales 473,93 ha dependen de combustibles fósiles (las ha restantes utilizan bombeo solar).

Según los datos facilitados por los propietarios, actualmente se consume entre 150 y 250 litros de gasóleo/ha por campaña. Este consumo depende del tipo de cultivo, necesitando para el cereal de invierno 150 litros/ha (cebada, trigo, colza...), y 250 l/ha para cereales y cultivos de verano (maíz, alfalfa, hortalizas...). Esta superficie recibe servicio mediante el empleo de 18 bombas horizontales de cámara seca con un caudal unitario de 144 m³/h, y una potencia necesaria unitaria de 25 kW. Las necesidades hídricas brutas de esta zona (según anejo agronómico) son de 3.297.604,9 m³, el tiempo teórico de funcionamiento de las 18 bombas y la energía consumida serán:

$$(3.297.604,9 \text{ m}^3 / 144 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}) / 18 \text{ bombas} = 1272,22 \text{ h/año}$$

$$1272,22 \text{ h} * 25 \text{ kW} * 18 \text{ bombas} = 572,5 \text{ MWh}$$

Según los datos facilitados por los propietarios, actualmente se consume entre 150 y 250 litros de gasóleo/ha por campaña. Actualmente, asumiendo un consumo medio de 200 litros/ha, para el riego de las 473,93 ha modernizadas se consumen **94.786 litros de gasóleo al año**.

Tras la modernización, los bombeos particulares serán sustituidos por riego a presión natural por goteo o aspersión, por los que se ahorrará el consumo de 94.786 litros de gasóleo al año, lo que supone una reducción significativa del consumo de diésel y, por tanto, en las emisiones de contaminantes derivados a la atmósfera.

IMPACTO: **POSITIVO**, directo, permanente y acumulativo.

6.4.1.2 Confort sonoro

Fase de ejecución

La gran mayoría de trabajos contemplados en esta fase conllevarán, inevitablemente, un incremento de los niveles acústicos de la zona. Se trata de un impacto temporal dado que éste concluirá con el fin de los trabajos.

Como resultado de la alteración sonora, se generará una migración de la fauna hacia espacios libres de ruido. Respecto a las molestias causadas a las poblaciones locales o las instalaciones agrícolas cercanas, las perturbaciones se mantendrán durante esta fase hasta su finalización. Por todo ello, se determina que se trata de un impacto de magnitud **MODERADO**.

En el Plan de vigilancia se incluirá el control de la maquinaria, asegurando que pasan las revisiones específicas y que cumplen con los niveles de sonoridad.

Si se confirma la presencia de nidos de las especies *Milvus milvus* o Milano Real, *Neophron percnopterus* o Alimoche común, *Pterocles alchata* o Ganga común, *Pterocles orientalis* o Ganga ortega y/o *Tetrax tetrax* o Sisón común, se comunicará al responsable del seguimiento ambiental para que se evalúe si la incidencia generada por las obras supone un riesgo, en caso de confirmación se procederá a la paralización y aplazamiento de las obras.

IMPACTO: Negativo, directo, temporal, simple, reversible, recuperable y MODERADO.

Fase de explotación

Durante la fase de explotación, la contaminación acústica ocasionada por la actividad agrícola y el mantenimiento de las instalaciones que conforman la infraestructura hidráulica será de magnitud **NO SIGNIFICATIVA**.

IMPACTO: NULO

6.4.2. Valoración de la incidencia sobre las masas de agua

6.4.2.1 Efecto sobre el Balance de agua

Fase de ejecución

Durante la ejecución de las obras no se prevé afección a las aguas (superficiales y subterráneas) más allá de los desvíos o actuaciones provisionales que puedan sufrir la actual red de riego y avenamiento de la zona. Por ello se considera que el impacto sobre la hidrología de la zona durante la presente fase es compatible.

IMPACTO: negativo, directo, temporal, simple, reversible y recuperable, COMPATIBLE.

Fase de explotación

Tras la modernización del regadío, en la fase de explotación del proyecto, el funcionamiento hídrico de la zona 2 de Bardenas se resume en la siguiente figura. Dicha zona de la CR-V se constituye de los sectores XIX (259 ha), XXVII, XXIX y XXXII, además de 121,42 ha correspondientes al Río Riguel.

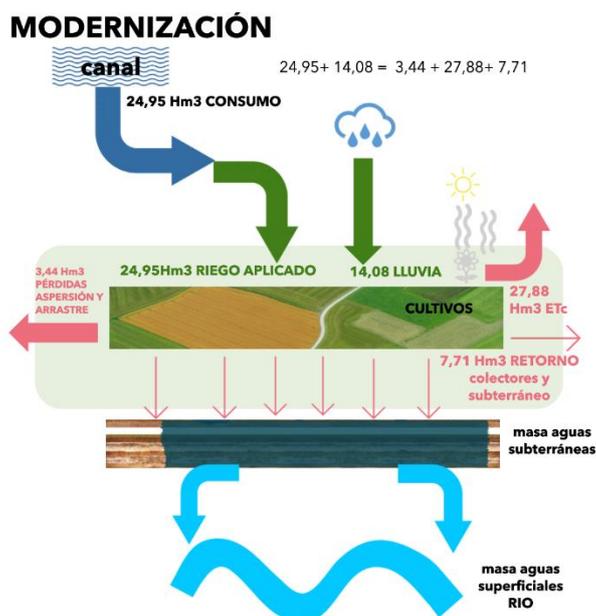


Figura 48. Balance anual de entradas y salidas de agua después de la ejecución del proyecto de modernización.

La modernización de esta Zona de la CR-V de Bardenas, supone importantes cambios en su balance hídrico, con una incidencia directa sobre las distintas masas de agua involucradas.

Para valorar estos cambios, se han comparado los resultados obtenidos en el balance antes y después del proyecto.

A continuación, se presentan de forma resumida los resultados obtenidos en los balances de agua antes y después de la modernización, respectivamente. Utilizando una media los últimos 10 años y datos del consumo en parcela extraídos del programa de gestión de riego de la Comunidad SGRnet.

Tabla 296. Balance de agua en el regadío antes y después de la modernización.

Principales magnitudes (Hm ³)	Situación actual (previa a modernización)	Modernización	Variación	%
INPUT TOTAL	43,34	39,03	-4,31	-10
EXTRACCION CANAL	29,26	24,95	-4,31	-15
PERDIDAS TRANSPORTE	4,39	0	-4,39	-100
RIEGO APLICADO	24,87	24,95	0,08	0,3
PEA	0,50	3,44	2,95	592
Etc cultivos	22,45	25,76	3,31	15
Et suelo sin cultivar	2,25	2,12	-0,13	-6
Evapotranspiración	24,70	27,88	3,18	13
RETORNO RIEGO CULTIVOS	12,24	4,28	-7,96	-65
FRACCIÓN RETORNO RIEGO	42%	17%	-0,25	-59
RETORNO TOTAL (riego + lluvia)	13,76	7,71	-6,05	-44
RETORNO TOTAL + PERDIDA TRANSPORTE	18,15	7,71	-10,44	-58
Fracción input/ output	42%	20%		
Rend agua aplicada: retorno total / (Riego + Lluvia - PEA)	35,8%	21,7%		

Los consumos medios registrados como extracciones del canal en los últimos 10 años arrojan una media de 29,26 Hm³. Estos consumos muestran una considerable variabilidad interanual, lo que puede evidenciar situaciones de infradotación.

De los 29,26 Hm³ extraídos como media para el abastecimiento a la zona regable, se desaprovecha un volumen anual estimado en 4,39 Hm³ por las pérdidas que sufre la red de distribución.

De los volúmenes de riego aplicados, una proporción considerable (58%), infiltra bajo la zona radicular, y no puede aprovecharse por el cultivo. Estos volúmenes de drenaje contribuyen a la recarga, con 18,15 Hm³ anuales, del acuífero detrítico sobre el que se asienta el regadío.

La modernización proyectada implica un cambio muy favorable en el balance hídrico, tanto desde un punto de vista agronómico como ambiental. En primer lugar, permite reducir los consumos medios anuales extraídos del canal, liberando un volumen de 4,31 Hm³ que quedan disponibles para la integración ambiental del regadío. Esta reducción de los consumos se consigue mediante la sustitución de la red de distribución, suprimiéndose las pérdidas. Por otra parte, se incrementa notablemente la eficiencia del riego, reemplazándose las modalidades de inundación actualmente predominantes por sistemas presurizados, fundamentalmente aspersión y, en menor medida, goteo. El cambio en el sistema de riego supone un mejor aprovechamiento del recurso, con una menor infiltración, una disminución de la pérdida por transporte, y un apreciable incremento de productividad en la nueva alternativa de cultivos (ver estudio agronómico). Así mismo, aumenta la garantía del suministro, ya que disminuye la extracción del canal, evitándose episodios de infradotación. Por otro lado, disminuyen los retornos, tras la modernización, cambiando su distribución a lo largo del año. De estos retornos, una gran parte se infiltrará recargando el acuífero, y éste aportará a través de manantiales y de manera difusa agua al sistema de ríos. El resto retornará al río a través de los colectores.

Por ello se considera que la incidencia sobre la cantidad de agua empleada por el sistema agrario analizado es **POSITIVA**.

IMPACTO: POSITIVO, indirecto, permanente, sinérgico, reversible y recuperable.

6.4.2.2 Efecto sobre el régimen hidrológico de las masas de agua superficiales

Fase de ejecución

No se identifican afecciones sobre las características hidromorfológicas de las masas superficiales próximas, por parte de las actuaciones asociadas a las obras durante la fase de ejecución. Por lo que se concluye que la incidencia será de magnitud **NO SIGNIFICATIVA**.

IMPACTO: NULO

Fase de explotación

En el presente apartado, se ha procedido a valorar la incidencia de las extracciones y los retornos, asociados al desarrollo de la actividad agraria de la zona a modernizar (3.585,45 Ha), sobre las masas superficiales afectadas.

- Presión hidromorfológica por extracciones

En relación a la presión por extracciones, cabe mencionar, que en este caso la detracción del caudal para su uso agrícola afecta a la masa superficial ES091MSPF417 (*Río Aragón, desde la Presa de Yesa hasta el río Irati*) y el recurso extraído es distribuido por el Canal de Bardenas hacia la acequia del Saso hasta los regadíos dependientes.

La CHE determina en el plan del tercer ciclo, que dicha masa se encuentra en buen estado global, con valores de indicadores biológicos de buen estado y de los indicadores físico-químicos e hidromorfológicos de muy buen estado.

Dado que no se espera un incremento de la demanda significativo y la masa cumple con los objetivos medioambientales, se concluye que la presión por extracciones es **NO SIGNIFICATIVA**.

Además, como se ha mencionado anteriormente, permite reducir los consumos medios anuales extraídos del canal, liberando un volumen de 4,31 Hm³ que quedan disponibles para la integración ambiental del regadío.

- Presión hidromorfológica por retornos de riego

En el Plan Hidrológico del tercer ciclo, la CHE no identifica que la masa ES091MSPF105 (*Río Arba de Riguel desde la población de Sábada hasta su desembocadura en el río Arba de Luesia*), receptora de la mayor parte de los retornos agrícolas de la Comunidad de Regantes nº V, esté afectada por presión hidromorfológica (Apéndice 09.05, Anejo 09 Estado, Objetivos Medioambientales y Exenciones) (CHE, 2023c).

Se asume que la CHE no contempla la alteración hidromorfológica del tramo final del río Arba de Riguel porque la recepción de los retornos agrícolas se produce en el tramo final de la masa de agua.

Para valorar la magnitud y el origen del impacto, se han consultado los datos observados por las estaciones de aforo pertenecientes a la red de seguimiento de la CHE, A273 (El Sabinar) – Río Arba de Riguel y A290 (Ejea de los Caballeros) – Río Arba de Luesia, estaciones localizadas a ambos lados de la zona de actuación.



Figura 49. Ubicación de las estaciones de aforo pertenecientes a la red de seguimiento de la CHE más cercanas a la zona de actuación.

Tabla 37. Media mensual de las series observadas de las estaciones A273 (Río Arba de Riguel) y A290 (Río Arba de Luesia) entre los años 2008 y 2022.

SERIE OBSERVADA												
Hm ³ /mes	Sept	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago
A273	12,02	13,16	15,86	19,85	15,56	15,74	10,68	10,18	9,60	8,60	5,68	6,09
A290	3,43	6,04	6,68	7,81	3,90	2,63	1,22	0,93	1,20	2,47	2,37	2,58

En la siguiente figura se puede observar que el caudal registrado en la estación de aforo de Ejea de los Caballeros (A290) es significativamente bajo en comparación con los promedios mensuales de la estación del Sabinar (A273).

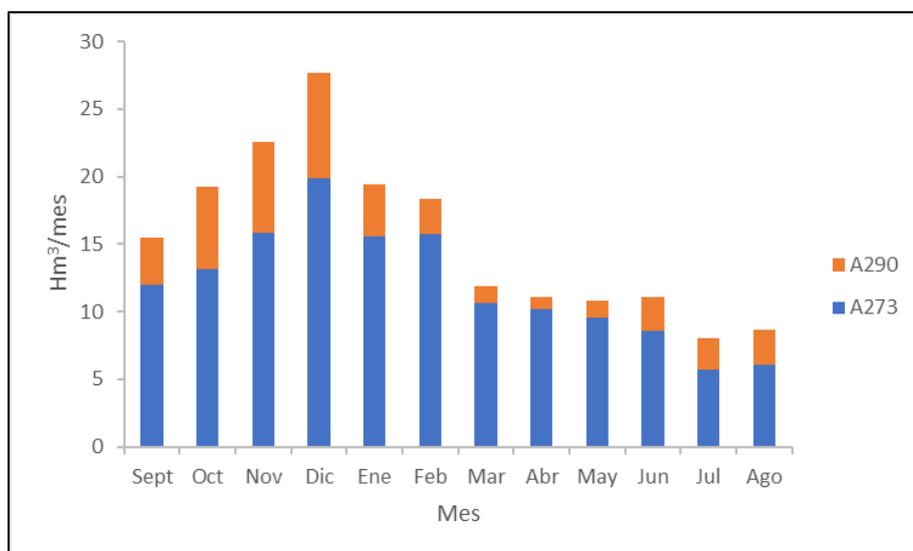


Figura 50. Promedio mensual serie de caudales observados entre 2008 y 2022 en el tramo final del río Arba de Riguel.

La tesis de Causapé (2002) recoge el análisis de los desagües o colectores de retornos de la CR-V e indica que las redes de drenaje siguen una pauta general. Durante la época de no riego (octubre a abril) se registran caudales bajos y relativamente constantes que aumentan puntualmente por el efecto de las lluvias. En la época de riego (de abril a septiembre) los caudales aumentan y presentan picos asociados a los drenajes de riego. Por último, ocasionalmente se presentan oscilaciones de caudal debido al vertido directo de colas de acequia.

Este patrón no concuerda con las series de aforo del Sabinar, en los cuales durante los meses que no se riega, el caudal del río Arba de Riguel no desciende de los 10,68 Hm³/mes (marzo); lo mismo sucede con la estación de aforo de Ejea, observándose que el patrón difiere de lo descrito por Causapé (2002). Por lo antes mencionado se deduce que tanto la masa ES091MSPF105 como la ES091MSPF104 son receptoras de otras fuentes de recurso.

En este sentido, el PHE del tercer ciclo indica que la masa subterránea de Arbas descarga a través de manantiales situados en los contactos con los terciarios de baja permeabilidad y por drenajes difusos al río Arba, pero no se cuantifica la aportación mensual o anual. Además, Causapé (2002), menciona en su tesis la existencia de filtraciones del Canal de Bardenas, aporte que es drenado íntegramente por los desagües de la margen derecha hasta alcanzar el cauce del río Arba de Riguel.

Tanto las descargas al Río Arba de Riguel por parte de la masa subterránea Arbas, las infiltraciones del Canal de Bardenas, como la recepción de los retornos de riego, tiene su origen en la actividad agraria desarrollada en la zona.

El proyecto de modernización favorecerá la eficiencia del sistema mediante la optimización de la red de distribución y aumentará la eficiencia en la aplicación de riego mediante métodos de aspersión y goteo. Este incremento en la eficiencia del sistema conlleva una reducción de las pérdidas por infraestructura y de los retornos de riego. Los retornos estimados pasarían de 18,15 Hm³ (13,76 Hm³ de drenaje y 4,39 Hm³ de pérdidas en la red de distribución) antes de la modernización a 7,71 Hm³ de drenaje en después de la modernización.

La disminución del volumen de retornos totales a casi la mitad, supone un ligero descenso de los recursos ajenos a la cuenca del Arba, por lo que podría interpretarse como un efecto positivo, para reducir el impacto de la actividad agraria sobre los aspectos hidromorfológicos de los ríos afectados.

Sin embargo, aunque los retornos incorporados a las masas fluviales receptoras suponen una desviación respecto su estado natural, estas masas vienen recibiendo esas aportaciones adicionales durante un largo periodo de tiempo, con la incorporación de este régimen modificado en su equilibrio actual, tanto en lo referente a sus características hidromorfológicas y ecológicas como a los aprovechamientos de que son objeto aguas abajo. Atendiendo a estas consideraciones, se prevé la derivación de un volumen anual de 4,31 Hm³ para la mejora ambiental de los ríos Arba de Riguel y Arba de Luesia.

Por ello, durante la fase de explotación, se considera un impacto **POSITIVO**.

IMPACTO: POSITIVO, directo, permanente, sinérgico, a medio plazo, reversible y recuperable.

6.4.2.3 Efecto sobre el balance de nitrógeno

Fase de explotación

Para poder evaluar la incidencia del proyecto sobre el balance de nitrógeno del área de estudio (3.585,45 ha), ha sido necesario valorar la situación actual y futura del sistema.

El balance de nitrógeno (N) se ha realizado basándose en el balance hídrico del regadío ya efectuado, aunque es más complejo de estimar, ya que las principales entradas y salidas, como la fertilización y la cosecha, dependen en gran medida del manejo de cada agricultor.

Para evaluar lo que sucede más concretamente en la zona de actuación se ha realizado una aproximación al flujo de nitrógeno en función de los datos disponibles de concentración de nitratos en el acuífero que recibe los retornos de la zona regable, encuadrado en la masa de agua subterránea Arbas (ES091MSBT053), diferenciando la superficie del proyecto en dos áreas:

1. Aquella que por gradiente aportaría hacia el río Arba de Riguel
2. Aquella que aportaría al río Arba de Luesia

Esta diferenciación se realiza ya que, según las mediciones, ambas áreas tienen una caracterización diferenciada en cuanto a su concertación de nitratos.

La concentración de los drenajes de la situación actual se ha tomado de los datos de referencia medios medidos por Causapé (2002). Los datos de referencia de la concentración de las aguas subterráneas de la situación actual se han tomado de los aforos pertenecientes a la Confederación Hidrológica del Ebro (SAIH Ebro, 2023).

Para definir el flujo de nitratos en la zona regable una vez realizada la modernización se parte del objetivo de no sobrepasar los 37,5 mg/l de concentración tras la modernización, valor que marca el límite de referencia para aguas subterráneas afectadas por la contaminación por nitratos (Real Decreto 47/2022, de 18 de enero, sobre protección de las aguas contra la contaminación difusa producida por los nitratos procedentes de fuentes agrarias). La consecución de este objetivo se considera un requisito fundamental en la gestión ambiental de la zona regable, que deberá alcanzarse mediante un adecuado seguimiento y control de la

fertilización y, en su caso, mediante una adaptación de la alternativa de cultivos que permita reducir de forma efectiva los inputs de nitrógeno (ver apartados 8 *Establecimiento de Medidas Preventivas, Correctoras y Compensatorias*, y 9 *Programa de Vigilancia y Seguimiento Ambiental*). Es de este modo que los valores obtenidos tras la modernización representan las concentraciones del aporte máximas que no se deberían sobrepasar para conseguir el objetivo.

En la siguiente tabla se describe la situación actual y la situación estimada tras la modernización en lo referente a la contaminación difusa por nitratos:

Tabla 38. Estimación de la contaminación difusa por nitratos en la situación actual y tras la modernización.

	ACTUAL		MODERNIZACIÓN	
	Volumen infiltrado (Hm ³)	13,76		7,71
Volumen de pérdidas por transporte en el canal (Hm ³)	4,39		0	
Concentración Nitratos agua riego (mg/l)	1,95		1,95	
Superficie (ha)	3.585,45		3.585,45	
	Río Arba de Riguel	Río Arba de Luesia	Río Arba de Riguel	Río Arba de Luesia
% de Superficie	74%	26%	74%	26%
Volumen infiltrado (Hm ³)	10,18	3,58	5,71	2
Concentración Nitratos drenajes (mg/l)	58,40	85	85,76	50,44
Masa Nitratos efluente zona cultivos (Tn)	594,65	304,10	489,30	101,10
Masa Nitratos proveniente del agua riego (Tn)	19,86	6,98	11,13	3,91
Masa Nitratos proveniente suelos cultivo (Tn)	574,80	297,12	478,18	97,19
% de disminución nitratos lixiviado proveniente suelos cultivo			-17%	-67%
Kg Nitrato / ha lixiviado en suelos cultivo	216,67	318,76	180,25	104,27
Masa Nitratos efluente pérdidas en el canal (Tn)	8,56	0	0	0
Volumen total efluente (Hm ³)	14,57	3,58	5,71	2
Concentración Nitratos efluente (mg/l)	41,39	85	85,76	50,44
Masa Nitratos efluente TOTAL (Tn)	603,21	304,10	489,30	101,10
Concentración Nitratos en subterráneas (mg/l)	18,10	63,20	37,5	37,5
Influencia de lixiviados en concentración	44%	74%	44%	74%

Valoración general del efecto del proyecto:

Los efectos más destacados de la modernización resultantes de la aplicación del límite indicado de 37,50 mg/l en la concentración de los retornos son los siguientes:

- Importante disminución en la masa total de nitratos exportada desde la zona regable.
- Descenso en las concentraciones de nitrato del lixiviado
- Reducción en la masa de nitratos en el efluente final del sistema de drenaje de la zona regable
- Mejora en el estado de las masas de agua superficiales receptoras, ya que en la actualidad el tributo de manera difusa al río tiene una concentración media de 63,2 mg/l, mientras que tras la modernización dicha concentración se verá disminuida a 37,5 mg/l.

El diferente manejo del riego genera diferentes fracciones de drenaje y por tanto distintas masas de nitrógeno exportado. Parte del nitrógeno aplicado como fertilización se pierde por el agua de drenaje, dada la eficiencia del actual de este regadío.

Por lo que, según los resultados obtenidos, se considera que el impacto del proyecto de modernización sobre el balance de nitrógeno es **POSITIVO**.

IMPACTO: POSITIVO, directo, permanente, sinérgico, a medio plazo, reversible y recuperable.

6.4.2.4 Efecto sobre la calidad del agua de la masa de agua subterránea

Fase de ejecución

La posible afección a la masa de agua subterránea tiene un carácter accidental, causada por posibles vertidos que se puedan dar durante la ejecución de las obras, relacionados con el tránsito de maquinaria pesada como pueden ser vertidos de combustibles, aceites o lubricantes. Y que pueda alcanzar infiltrar en el terreno.

IMPACTO: Negativo, directo, temporal, acumulativo, reversible, recuperable y COMPATIBLE

Fase de explotación

Los datos disponibles de concentración de nitratos en el acuífero que recibe los retornos de la zona regable, encuadrado en la masa de agua subterránea Arbas (ES091MSBT053), muestran concentraciones altas, de hasta 63,20 mg/l en el área de la masa que aportaría al río Arba de Luesia.

Dado que la recarga de la masa subterránea se produce casi exclusivamente por los retornos del regadío, la elevada transmisividad y la escasa potencia del acuífero, que propician una alta tasa de renovación, se ha podido estimar la exportación actual de nitratos de la zona regable en 216,67 y 318,76 kg de nitrato/ha para las áreas de la masa subterránea que aportan hacia el río Arba de Riguel y hacia el río Arba de Luesia respectivamente.

Para definir el flujo de nitratos en la zona regable una vez realizada la modernización se parte del objetivo de reducir las concentraciones de los lixiviados por debajo de 37,5 mg/l, valor que marca el límite de referencia para aguas subterráneas afectadas por la contaminación por nitratos (Real Decreto 47/2022), en su caso, mediante una adaptación de la alternativa de cultivos que permita reducir de forma efectiva los inputs de nitrógeno.

La concentración de referencia de 37,5 mg/l de nitrato en el lixiviado, equivale a unas entradas de nitrógeno anuales en el acuífero de 180,25 y 104,27 kg de nitrato/ha para las áreas de la masa subterránea que aportan hacia el río Arba de Riguel y hacia el río Arba de Luesia respectivamente.

Por lo tanto, se espera un descenso en las concentraciones de nitrato del lixiviado y una disminución en la masa total de nitratos exportada desde la zona regable.

IMPACTO: POSITIVO, indirecto, permanente, sinérgico, reversible y recuperable.

6.4.2.5 Efecto sobre la calidad del agua de las masas de agua superficiales

Fase de ejecución

Respecto a afecciones causadas por posibles vertidos que se puedan dar durante la ejecución de las obras, relacionados con el tránsito de maquinaria pesada como pueden ser vertidos de combustibles, aceites o lubricantes, se prestará especial atención en el mantenimiento de la misma, que deberá estar al día en la Inspección de Vehículos. Además, las reparaciones se realizarán en talleres autorizados y sólo en caso de emergencia o fuerza mayor, se podrán realizar "in situ", en cuyo caso se deberán adoptar las medidas protectoras oportunas para realizar la tarea con la seguridad de que los contaminantes no alcancen el medio.

IMPACTO: Negativo, directo, temporal, acumulativo, reversible, recuperable y COMPATIBLE

Este aspecto también será uno de los indicativos de control del Plan de Vigilancia Ambiental de las obras.

Fase de explotación

Dado que el proyecto de modernización integral valorado va producir cambios directos sobre la técnica de riego y cambios indirectos en la aplicación y dosificación de fertilizantes ligado al cambio de patrón de cultivos por la intensificación de la producción agrícola, es necesario valorar que repercusión tendrá el escenario futuro de explotación sobre las masas de agua superficiales dependientes del mismo.

En la situación actual, el valor medio anual de concentración de nitratos, del tributo de manera difusa al río, es de 63,2 mg/l. En la modernización, se espera un descenso de esta concentración en la masa de agua receptora, asociado a una disminución de la masa de nitrógeno exportada por los flujos de retorno de riego, debido al cambio en los sistemas de riego y fertilización, unido a la condición de no superar las concentraciones de 37,5 mg/l en la masa subterránea que drena los cauces.

Por ello se considera que la incidencia sobre la calidad del agua de las masas de agua afectadas por el proyecto es **POSITIVA**.

IMPACTO: POSITIVO, directo, permanente, sinérgico, a medio plazo, reversible y recuperable.

6.4.3. Valoración de la incidencia sobre el suelo

Fase de ejecución

La ejecución de la modernización contempla las obras para la construcción de la balsa de regulación, junto a la acequia del Saso (A4), y la instalación de las redes de distribución necesarias para el abastecimiento del recurso con la suficiente presión natural para que los usuarios puedan modernizar sus cultivos. Estas obras se encuentran proyectadas dentro de los límites municipales de Ejea de los Caballeros.

Tanto la construcción de la balsa, como la instalación de las redes de conducción y distribución producen alteraciones sobre el terreno de carácter permanente. Especialmente en el caso de la balsa, superficie que quedará transformada por completo.

En este sentido, el proyecto incluye el acopio de la tierra vegetal de la superficie afectada por la construcción de la balsa para su posterior reposición en los taludes de la misma y la reutilización de los materiales extraídos de la excavación de la cubeta para el recrecimiento de los taludes de la balsa y para el relleno de las zanjas de las conducciones.

La **excavación de las zanjas** para el posterior soterramiento de las conducciones incidirá negativamente sobre la superficie afectada, por lo que bajo el objeto de reducir dicho impacto se acopiará la tierra vegetal existente para su posterior restitución tras el relleno de las zanjas. Una vez enterradas las conducciones y repuesta la primera capa de tierra vegetal, el terreno precisará de un tiempo para su recuperación completa.

Respecto a la **incidencia de la circulación** de maquinaria pesada por las inmediaciones de las obras, un tráfico incontrolado de estos vehículos produciría alteraciones sobre la estructura del suelo por compactación, así como alteraciones en la circulación local de vehículos, aumentando el tráfico local. Por lo que, para prevenir dicha situación, se deberá planificar el tráfico, respetando los caminos existentes y aminorando lo máximo posible la circulación de maquinaria. En caso de ocupación de terrenos adyacentes, se procederá a su descompactación.

Del mismo modo, en relación a las zonas o parcelas destinadas al **acopio de materiales, al parque de maquinaria y a instalaciones auxiliares**, se establece la obligatoriedad de reponer el estado original del terreno afectado tras la finalización de las obras.

Por último, se prestará especial atención a los posibles **vertidos incontrolados** ocasionados por la maquinaria o por cualquier otro factor relacionado con las obras. Para prevenir la contaminación accidental de los suelos, se realizarán las correspondientes revisiones homologadas de la maquinaria.

IMPACTO: Negativos, directos, temporales, a corto plazo, acumulativos, reversibles, recuperables y MODERADOS

Fase de explotación

No se identifican nuevas afecciones sobre el factor suelo durante la fase de explotación de la infraestructura de riego presurizado. Los usuarios emplearán la red de caminos existente y el tráfico en la zona se restablecerá a los niveles previos a la ejecución del proyecto. Por tanto, se determina que la magnitud del impacto sobre el suelo durante la fase de explotación será **NO SIGNIFICATIVA**.

6.4.4. Valoración de la incidencia sobre la flora y la vegetación

Fase de ejecución

Los mayores impactos que se pueden generar en esta fase están asociados a:

Las zonas de instalaciones auxiliares, que ocuparán campos agrícolas que serán repuestos una vez finalizadas las obras.

Las zanjas para las tuberías y la estación de filtrado, que afectarán sobre todo a caminos, algún campo agrícola y algún matorral que se pueda encontrar en los bordes de los mismos. Se adoptarán las medidas necesarias de revegetación consideradas necesarias.

Por otro lado, hay considerar la afección del polvo sobre la vegetación cercana. Para evitarla se prevén riegos periódicos durante las obras.

En conclusión, la vegetación natural que se puede ver afectada por las obras es escasa y de poco valor ambiental.

IMPACTO: Negativo, directo, temporal, corto plazo, acumulativo, reversible, recuperable, **COMPATIBLE.**

Fase de explotación

Durante la aplicación de los riegos una vez modernizado el sistema no se verá afectada la vegetación natural del entorno. El único cambio que se prevé será la reducción de especies herbáceas no deseadas en los campos de cultivo. Por ello, el impacto este caso se considera como **NO SIGNIFICATIVO.**

6.4.4.1 Valoración de la incidencia sobre Hábitats de Interés Comunitario

Dentro de la zona de actuación se encuentran dos pequeños enclaves del hábitat 6220* *Zonas subestépicas de gramíneas y anuales del Thero-Brachypodietea*. Asimismo, en los lindes este y sur se puede encontrar los hábitats 6420 *Prados húmedos mediterráneos de hierbas altas de Cirsio monspessulani-Holoschoenetum* y 92D0 *Turberas boscosas de Tamaricetum gallica*.

Fase de ejecución

Durante esta fase los mayores impactos que se pueden generar sobre estos hábitats, en función de su ubicación dentro de la zona de actuación, están asociados a:

Las zanjas para las tuberías que podrían afectar las zonas donde se registran dichos HICs y el paso de maquinaria por estas áreas. Para evitar estos impactos se adoptarán medidas preventivas mediante la señalización de los hábitats, a fin de evitar el daño a las zonas identificadas con presencia de HICs.

El polvo podría ser otra afección a los Hábitats de Interés Comunitario. Para eliminarlo se prevén riegos periódicos durante las obras.

En conclusión, los Hábitats de Interés Comunitario podrían verse afectados por las obras, pero se tomarán medidas preventivas para evitarlos.

IMPACTO: Negativo, directo, temporal, corto plazo, acumulativo, reversible, recuperable, **MODERADO.**

Fase de explotación

Durante la fase de explotación de regadío, una vez modernizado el sistema, no se verán afectados los Hábitats de Interés Comunitario. Por ello, el impacto este caso se considera como **NO SIGNIFICATIVO.**

6.4.5. Valoración de la incidencia sobre la fauna

Fase de ejecución

Los impactos que pueden producirse sobre la fauna en esta fase van asociados a: la destrucción del hábitat; molestias por ruido y polvo debido al desplazamiento de maquinaria; por la presencia humana (en mayor grado del habitual) y por afección directa a los individuos durante los trabajos de excavación.

Los trabajos se van a ejecutar sobre terreno agrícola por lo que fauna que resida allí no es ajena al movimiento de tractores, personas, etc. Por otro lado, excepto los invertebrados, pequeños reptiles y micromamíferos del suelo, el resto de especies de mayor tamaño tienen la capacidad de desplazarse a zonas próximas con menor o ninguna afección.

Los ruidos y emisiones también podrían afectar a las aves en periodo reproductivo, lo cual es especialmente importante para las especies vulnerables o en peligro de extinción. No obstante, estas molestias se localizarán exclusivamente en la zona de actuación y serán de consideración leve. Se prestará especial atención a este aspecto y a la correcta ejecución de las medidas de mitigación durante la ejecución de las obras.

Cabe citar que los puntos más peligrosos (*Falco naumanni*) no van a llevar más que tuberías.

IMPACTO: Negativo, directo, temporal, corto plazo, acumulativo, reversible, recuperable, **COMPATIBLE.**

Fase de explotación

Una vez finalizadas las actuaciones, los posibles impactos que permanecen los ahogamientos de la fauna producidos al caer en la balsa de riego, la cual es reducida al contemplarse durante su construcción la instalación de dos vallados perimetrales. Sus efectos quedarán minimizados tras la aplicación de medidas correctoras.

IMPACTO RUIDO: **NO SIGNIFICATIVO.**

IMPACTO BALSA: **NO SIGNIFICATIVO.**

6.4.6. Valoración de la incidencia sobre el paisaje

Fase de ejecución

Durante la fase de ejecución, las obras producirán un deterioro temporal del paisaje. Los movimientos de tierra, acopios de materiales y residuos, la maquinaria necesaria y la producción de partículas en suspensión producen un deterioro visual del paisaje, el cual finalizará una vez concluida la obra y recolonizadas las zanjas por la vegetación. Cabe destacar que las obras se llevarán a cabo sobre una zona de campos de regadío altamente antropizados, lejos de los núcleos de población.

IMPACTO: Negativo, directo, temporal, corto plazo, acumulativo, reversible, **COMPATIBLE.**

Fase de explotación

Durante la fase de funcionamiento el impacto yacerá en las instalaciones auxiliares y la balsa de riego construidas, que destacarán en el paisaje. Para reducir este impacto visual, se tomarán las medidas de corrección oportunas.

IMPACTO: Negativo, directo, permanente, acumulativo, irreversible, recuperable, **COMPATIBLE.**

6.4.7. Valoración de la incidencia sobre los espacios de la Red Natura 2000

Se incluye el presente apartado, que es específico para la identificación y valoración de los potenciales impactos del proyecto sobre la Red Natura 2000, en conformidad con lo dispuesto en el artículo 45.1, apartado e) de la Ley 21/2013:

“[...] Cuando el proyecto pueda afectar directa o indirectamente a los espacios Red Natura 2000, se incluirá un apartado específico para la evaluación de sus repercusiones en el lugar, teniendo en cuenta los objetivos de conservación del espacio.”

Fase de ejecución

Las dos ZEPAS que se encuentran más cercanas a la zona de actuación se muestran en la figura a continuación.

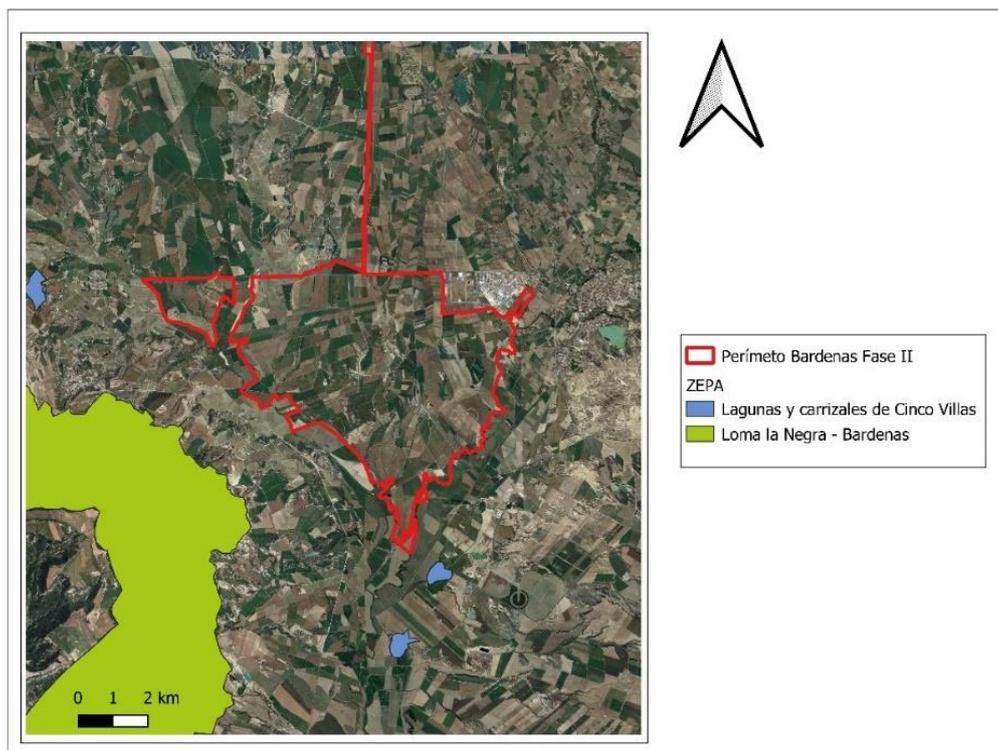


Figura 51. Ubicación de las ZEPAs más cercanas a la Zona 2 de Bardenas. Fuente: Gobierno de Aragón.

Las obras de instalación de la red de riego no atravesarán ninguna de las ZEPAs cercanas (ES0000289 “Lagunas y carrizales de Cinco Villas” y ES0000292 “Loma la Negra – Bardenas”).

IMPACTO: NULO.

Fase de explotación

No se espera ningún efecto sobre los Espacios Red Natura 2000 durante la explotación del regadío.

IMPACTO: NULO.

6.4.8. Valoración de la incidencia sobre otros espacios protegidos

Fase de ejecución

No se espera ningún efecto sobre los espacios protegidos cercanos al área de actuación durante la de ejecución de las obras.

IMPACTO: NO SIGNIFICATIVO.

Fase de explotación

No se espera ningún efecto sobre los espacios protegidos cercanos al área de actuación durante la explotación del regadío.

IMPACTO: NULO

6.4.9. Valoración de la incidencia sobre el patrimonio cultural y arqueológico

6.4.9.1 Patrimonio arqueológico

Tras iniciar los trámites para liberalizar el suelo de cargas arqueológicas, la Dirección General de Patrimonio Cultural del Gobierno de Aragón, autoriza una prospección arqueológica mediante la Resolución a fecha del 10 de enero de 2023, con la referencia **Exp.:009/20223 Exp. Prev.: 001/22.489** a la arqueóloga Carmen Marín Jarauta. Dicha prospección se realiza para actualizar y verificar los yacimientos arqueológicos en la zona y tras ella se concluye lo siguiente:

Durante los meses de febrero y marzo de 2023 se realizan los trabajos de prospección, que consisten en una exploración visual intensiva y sistemática del territorio afectado por el Proyecto de Modernización Integral de la Comunidad de Regantes N°V de los Riegos de Bardenas (zona 2) en el término municipal de Ejea de los Caballeros. El 11 de abril de 2023 se recibe el Informe de Prospección en la Dirección General de Patrimonio Cultural del Gobierno de Aragón, en el cual se redacta un trabajo de documentación previa (yacimientos, evolución histórica y patrimonio etnográfico) y se describe la prospección arqueológica realizada. En dicho documento se constata que la zona a cubrir por la prospección incluye las zonas de ubicación del proyecto, recorrido y superficie a ocupar por las tuberías, creación de tramos y accesos para el transporte e instalación de las tuberías y superficies donde estarán las zanjas para instalación de tubería general y ramales para regantes.

En dicho informe se detalla que no se encuentra ningún resto arqueológico dentro del espacio de ejecución del proyecto de abastecimiento de aguas, aunque se establecen procedimientos de control ante futuras apariciones de restos de asentamientos, dada la constatación de presencia humana continuada en la zona desde el neolítico y, de manera más intensiva, desde

el calcolítico. En conclusión, se determina que no se han detectado afecciones directas al patrimonio arqueológico, pero si cabe la posibilidad de que se encuentren restos bajo el subsuelo.

El 11 de abril de 2023, la Dirección General de Patrimonio Cultural del Gobierno de Aragón, emite una resolución de evaluación (**Exp.:009/20223 Exp. Prev.: 001/22.489**), en el cual, se determinan una serie de medidas preventivas.

Por todo ello, se determina que el impacto para la fase de construcción se considera **COMPATIBLE**, condicionado a las consideraciones de la resolución de la Dirección General de Patrimonio Cultural del Gobierno de Aragón. Cualquier modificación en el proyecto deberá ser inmediatamente comunicada a esta Dirección General con el objetivo de valorar nuevas posibles afecciones sobre el patrimonio cultural.

6.4.9.2 Vías pecuarias

Para la ejecución de este proyecto se ha realizado una solicitud de modificación de la ocupación temporal de la vía pecuaria “Cabañera Real de Navarra” en el término municipal de Ejea de los Caballeros para conducción de agua subterránea. Dicha solicitud consta de una Memoria Técnica, los formularios 56A y 56B “Concesiones de ocupación temporal en vías pecuarias” (Solicitud, Solicitud de modificación y Anejo I. Datos generales de la instalación).

La localización de dicha obra constará de la instalación de un cobertizo en las coordenadas: X: 639.551, Y:4.672.210; y de la ocupación temporal de la parcela 9191 del polígono 103, para la instalación de una tubería de acero helicosoldado de diámetro nominal 1600 mm, en una longitud de 53 m.l. para la conducción de agua subterránea.

La afección sobre las vías pecuarias del proyecto, según la Figura 10, se produce en:

- Cabañera Real de Navarra
- Vereda de Pilué
- Colada de Boira
- Colada de San Juan

Las afecciones que pueden sufrir las vías serán mientras se instale la tubería de riego, posteriormente se restituirá el terreno a su estado original.

El Plan de vigilancia Ambiental deberá recoger el seguimiento de las visitas de control realizadas por el técnico acreditado, con sus correspondientes informes. Además, se deberán tener en cuenta los condicionantes establecidos en su caso por el órgano competente en materia arqueológica según el contenido de la prospección arqueológica.

Por todo ello, se determina que el impacto para la fase de construcción se considera **COMPATIBLE**.

Fase explotación

No aplica la valoración del impacto en la fase de explotación de las instalaciones asociadas a la modernización de regadío, puesto que la afección al patrimonio se considera de aplicación durante la construcción de los proyectos (trabajos de movimientos de tierras y excavaciones).

IMPACTO: NULO

6.4.10. Valoración de la incidencia sobre el medio socioeconómico

6.4.10.1 Valoración de la incidencia sobre la población

Fase de ejecución

El área afectada por la construcción e instalación de la infraestructura necesaria para la modernización se encuentra dominada por explotaciones agrícolas de carácter variado en extensión y cultivo, identificándose escasas edificaciones. Los núcleos urbanos que pueden verse afectados por el paso de maquinaria (polvo, ruido, etc), si bien no directamente, son Santa Anastasia al norte y Valareña al oeste. Igualmente podría verse afectado el centro religioso IBetel Ejea, situado al sur del Polígono Industrial Valdeferrín. Finalmente, podría verse afectada la actividad y desarrollo de las Bodegas Ejeanas, situadas al sur del mencionado polígono industrial.

Se considera que las afecciones generadas por el desarrollo de las obras serán muy escasas y tendrán un marcado carácter temporal, por lo que se determina que el impacto sobre la población local es **COMPATIBLE**.

IMPACTO: Negativo, directo, temporal, simple, reversible, recuperable y **COMPATIBLE**.

Respecto al sector de la población activa, cabe esperar que el desarrollo de las obras conlleve un impacto positivo ante la demanda de recurso humano para la ejecución del proyecto. Esto se debe a la presencia de un creciente sector industrial, aunque todavía inferior al 25% y terciario (con una relevancia mucho mayor), sobre el que la generación de este tipo de infraestructuras puede ejercer un impacto positivo en términos de oferta y diversificación del empleo. No obstante, el carácter temporal de las obras relativas al proyecto supone un alcance limitado. Por lo que se determina que la incidencia será **POSITIVA**, aunque de magnitud **BAJA** por la temporalidad.

Fase de explotación

La tecnificación del sector agrícola mediante la modernización de la aplicación de riego conlleva una mejora de calidad del trabajo asociada a la eliminación o suavización de tareas de carácter manual. Además, la implantación de sistemas asociados a nuevas tecnologías supone una oportunidad para incorporar en el sector primario nuevos perfiles profesionales, en muchos casos vinculado a las nuevas tecnologías, así como a sectores más feminizados, lo que favorecería el asentamiento de la población.

En este sentido, se considera relevante la capacidad de este tipo de proyectos a la hora de permitir un mayor grado de fijación de la población, en especial la población joven. Esto se debe a que el incremento de los retornos de las inversiones agrícolas, así como un menor grado de

dificultad a la hora de la realización de las labores agrícolas, permite al sector agrícola dar cabida a nuevos trabajadores al mismo tiempo que permite continuar con sus explotaciones a un porcentaje de población envejecido, que, de otro modo, no podría continuar trabajando sus explotaciones.

Igualmente, este tipo de inversiones puede tener un efecto positivo en la perspectiva de género. Dicho factor es especialmente relevante dada la disparidad por sexos en la población general de Ejea de los Caballeros que, aunque todavía débilmente, tiende a la masculinización.

Por ello, se considera un impacto **POSITIVO**.

6.4.10.2 Valoración de la incidencia sobre los sectores económicos

Fase de ejecución

Durante el desarrollo de las obras, se contempla un incremento en el número de contratos en la rama de la construcción (sector secundario) por los requerimientos asociados a ciertos servicios técnicos o actuaciones (materiales de construcción, suministro, subcontrataciones, etc.). Estas demandas tendrán un impacto **POSITIVO** sobre el tejido económico, pero su magnitud será **BAJA**, ya que, la incidencia tendrá una durabilidad limitada por la temporalidad de la fase de ejecución. Este impacto se verá condicionado, además, por las elecciones que se hagan sobre la provisión de materiales y las empresas de realización y mantenimiento (proveedores). Requiere de especial atención la incidencia sobre algunas actividades económicas de la zona, como bodegas o congregaciones religiosas, que podrían verse afectadas por la ejecución del proyecto.

Respecto al sector terciario, no se identifican factores relevantes que puedan tener un impacto significativo sobre las actividades asociadas a la provisión de servicios locales.

Fase de explotación

La modernización del regadío, durante la fase de explotación, comprende una mejora de la calidad del trabajo, una reducción en los costes de producción y un incremento de la rentabilidad productiva por unidad de superficie. En términos generales, y dado el peso del sector agrario en la economía de Ejea de los Caballeros, un incremento en la producción agrícola supondría una mejora en la renta per cápita de la localidad (actualmente situada por debajo de los 24.000 euros al año), lo que, a su vez, permitiría una mayor capacidad de consumo. Esto podría derivar en una mejora en otros sectores locales, sobre todo vinculados al consumo, pero también podría tener efectos sobre el sector industrial.

Esto se traduce en un incremento de la renta agraria que podría beneficiar a la economía local, por lo que el impacto sobre el sector primario se considera **POSITIVO**.

En el caso del sector terciario, y dependiendo de las eventuales mejoras en la producción agrícola vinculadas a este proyecto, se podrían generar sinergias positivas en el sector servicios, vinculadas a la comercialización de nuevos productos o a la gestión comercial cooperativa de los antiguos, ya que éstos podrían presentar mejoras en su productividad.

6.4.10.3 Valoración de la incidencia sobre las infraestructuras

Fase de ejecución

Respecto a la afección sobre las infraestructuras existentes, caminos y acequias mayoritariamente, se ha previsto la reposición de todos los servicios de éstas tras la ejecución de las obras, aplicándose las medidas oportunas durante la fase de ejecución para garantizar la accesibilidad y el correcto funcionamiento del sistema hidráulico existente. En el caso de que las actuaciones afecten a las conducciones u otras infraestructuras de abastecimientos de agua de consumo se cumplirá con lo dispuesto en el Real Decreto 3/2023, de 10 de enero, por el que se establecen los criterios técnico-sanitarios de la calidad del agua de consumo, su control y suministro.

Dada la naturaleza reversible de cualquier clase de daño o modificación de las infraestructuras requerirá de un relevamiento previo de aquellas existentes y su estado de cara a su adecuación una vez finalizada la fase de ejecución.

Por lo expuesto y por el carácter temporal de las afecciones, se considera un impacto de magnitud **MODERADO**.

IMPACTO: Negativo, directo, temporal, simple, reversible, recuperable y MODERADO.

Fase de explotación

Dado que se contempla el mantenimiento de la red de acequias existente, previa ejecución del proyecto, y se repondrá el estado original de aquellos tramos afectados por las obras, se concluye que el impacto durante la fase de explotación del proyecto será **NO SIGNIFICATIVO**.

6.4.11. Valoración de la incidencia sobre el cambio climático

Fase de ejecución:

No aplica la valoración del impacto sobre el Cambio Climático dado que las actuaciones contempladas en la construcción de la balsa, los elementos como cabezales o la estación de filtrado y la instalación de la red de tuberías no generará emisiones importantes de gases de efecto invernadero. En este sentido, los únicos elementos de emisión contemplados son de carácter temporal, dado que cesarán con el fin de la obra. Las fuentes corresponderán a la maquinaria y los transportes asociados a la ejecución de las obras.

Por lo que, en el Plan de Vigilancia se establecerán las medidas pertinentes para controlar los factores de emisión de los vehículos y las revisiones de la maquinaria acorde normativa.

IMPACTO: **NO SIGNIFICATIVO**

Fase de explotación:

Según los resultados sobre los escenarios de cambio climático presentados en el visor de la Plataforma sobre Adaptación al Cambio Climático en España (AdapteCCa, 2023), el cambio climático generará una serie de alteraciones sobre los elementos que determinan el factor clima de la zona de estudio. Los efectos asociados incidirán directamente sobre factores decisivos para la producción primaria.

En términos generales, se prevé un incremento progresivo de la duración de las olas de calor, de las temperaturas máximas y extremas, de las tasas de evapotranspiración, del factor torrencialidad y una reducción de las precipitaciones, todo ello limitará la disponibilidad de recursos hídricos superficiales y subterráneos.

En este estudio, la modernización de regadío, frente a la situación actual (o Alternativa 0), mejora la situación del sistema, ya que el mismo transportará el agua por gravedad, sin necesidad de utilizar bombas abastecidas con grupos electrógenos de gasoil poco eficientes, como sucede en la actualidad. Esto conllevará un efecto positivo asociado al cambio climático ya que se reducirán las emisiones a la atmósfera.

A continuación, se desarrollan los cálculos realizados para conocer la reducción de emisiones de CO₂ a la atmósfera:

- En la situación actual, se identifican 473,93 ha de 12 propietarios, ya modernizadas mediante grupos electrógenos o diésel. Para abastecer la red de riego, se emplean 18 bombas horizontales de cámara seca con un caudal unitario de 144 m³/h y una potencia necesaria unitaria de 25 Kw. Por lo que, asumiendo que las necesidades brutas de la superficie afectada, según el anejo agronómico son de **3.297.604,9 m³**, el tiempo teórico de funcionamiento de las 18 bombas y la energía consumida serán:

$$(3.297.604,9 \text{ m}^3 / 144 \text{ m}^3/\text{h}) / 18 \text{ bombas} = \mathbf{1272,22 \text{ h/año}}$$

$$\mathbf{1272,22 \text{ h} * 25 \text{ kw} * 18 \text{ bombas} = 572,5 \text{ MWh}}$$

En este caso, según los datos facilitados por los propietarios, actualmente se consume entre 150 y 250 litros de gasóleo/Ha por campaña. Este consumo depende del tipo de cultivo, necesitando para el cereal de invierno 150 litros/Ha (cebada, trigo, colza...), y 250 l/Ha para cereales y cultivos de verano (maíz, alfalfa, hortalizas...). Por lo que, actualmente, asumiendo un consumo medio de 200 litros/Ha, para el riego de las 473,93 ha modernizadas se consumen **94.786 litros de gasóleo al año**.

- En la situación final, se eliminarían las bombas del sistema, según lo planteado en el apartado 4. *Análisis de las Alternativas*.
- Para valorar el impacto sobre la calidad atmosférica de la situación actual, se ha consultado la última edición de los **factores de emisión** para el año 2021 (MITECO, 2022). Este informe fue publicado por el Ministerio para la Transición Ecológica y el reto Demográfico en Julio de 2022 y los datos están basados en fuentes oficiales. En dicho documento se desglosan, para actividad y por año (2007-2021), los factores de emisión de CO₂, CH₄ y N₂O de los combustibles considerados.

En el caso abordado, se ha tomado el valor de kg de CO₂/ud, indicado en la primera tabla sobre instalaciones fijas, para el combustible Gasóleo B y en el año 2021 (**2,721 kg de CO₂/ud**).

De este modo, las emisiones totales de CO₂ por campaña de riego se estiman para la situación actual:

- **94.786 l de gasóleo * 2,721 kg de CO₂/l = 257,9 tn de CO₂/año**

De este modo, según el planteo de modernización de regadío para la Zona 2 de Bardenas, **se espera una reducción de las emisiones de CO₂ a la atmósfera de un 100% respecto a la situación actual (257,9 tn de CO₂/año).**

En cuanto a las bombas que quedarán en desuso tras la completa modernización y que son propiedad de los agricultores, se recomienda que sean trasladadas al gestor de residuos autorizado más cercano.

IMPACTO: POSITIVO, directo, permanente, sinérgico, reversible y recuperable.

En el apartado 5.14 cambio climático, de este documento, se presentan los escenarios de variación de las variables hídricas y la aportación hídrica para la cuenca del Ebro. La tendencia general en los escenarios analizados es hacia una reducción de los recursos hídricos y de la aportación anual, conforme avanza el siglo XXI.

De este modo, cuando se analiza el efecto del cambio climático en relación a la modernización del regadío, se observa que, con la implementación de las modificaciones al sistema, se produce un incremento en la eficiencia hídrica, evitando pérdidas y aumentando el excedente para la integración ambiental. Por este motivo, la modernización de la superficie regable supone una medida de adaptación frente al Cambio Climático.

IMPACTO: POSITIVO, directo, permanente, sinérgico, reversible y recuperable.

6.5. Valoración global de los efectos

Como se recoge en el presente apartado, no se identifican impactos ambientales severos, se han contemplado la existencia de algunos moderados y la mayoría son compatibles o no significativos. Además, en base a los análisis aportados, se deben destacar los impactos ambientales positivos ligados al incremento de la eficiencia del sistema de riego con el consecuente ahorro de los recursos hídricos, la reducción en las cargas exportadas de sales y nitrógeno y la reducción de las emisiones de CO₂ a la atmósfera.

Tras la valoración de la incidencia del “Proyecto de Modernización integral de la Comunidad de Regantes nº V de los riegos de Bardenas (Zona 2) (Zaragoza)”, durante la fase de ejecución y la fase de explotación, sobre el medio natural del entorno, se considera en términos generales COMPATIBLE.

Para que el proyecto se desarrolle con la seguridad ambiental necesaria, será preciso aplicar todas las medidas que minimizan las alteraciones graves sobre el medio físico. El apartado 8, del presente documento, recoge las medidas preventivas, correctoras y compensatorias necesarias para reducir la incidencia de los impactos, para que sean compatibles con el entorno, y realizar el correspondiente seguimiento ambiental.

		MEDIO ABIÓTICO						MEDIO BIÓTICO		MEDIO SOCIO ECONÓMICO				PAISAJE	CC
		Suelo		Atmósfera		Hidrología		Flora	Fauna	Población	Sector económico	Infraestruc.	Patrimonio	Paisaje	Cambio Climático
ACCIONES DEL PROYECTO		Geomorf	Edafología	Calidad Aire	Ruido	Masas Sup	Masas Sub								
FASE EJECUCIÓN	Ocupación del suelo	C	MOD	NS	NS	NS	NS	C	C	C			C	C	NS
	Preparación del terreno	C	C	MOD	C	C	C	C	C	C		MOD	MOD	C	NS
	Circulación maquinaria y transporte materiales	C	MOD	MOD	MOD	C	C	MOD	C	C		MOD	C	C	NS
	Acopio de materiales	C	C	MOD	C	C	C	C	C	C			C	C	NS
	Movimiento de tierras	MOD	MOD	MOD	MOD	C	C	MOD	MOD	C		MOD	MOD	MOD	NS
	Construcción red tuberías y cabezales	MOD	MOD	MOD	MOD	C	C	MOD	MOD	C		MOD	MOD	MOD	NS
	Construcción balsa	MOD	MOD	MOD	MOD	C	C	MOD	MOD	C		MOD	MOD	MOD	NS
	Necesidad de mano de obra										POS	POS			
FASE EXPLOTACIÓN	Explotación infraestructura modernización	NS	NS	POS	NS	POS	POS	NS	C	POS	POS	NS	NS	C	POS

TIPOS DE IMPACTO: NO APLICA POS POSITIVO NS NO SIGNIFICATIVO C COMPATIBLE MOD MODERADO

7. VULNERABILIDAD DEL PROYECTO ANTE EL RIESGO DE ACCIDENTES GRAVES O CATÁSTROFES

7.1. Consideraciones previas

El presente apartado se desarrolla de acuerdo a la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, que establece lo siguiente:

Artículo 35. Estudio de impacto ambiental.

d) Se incluirá un apartado específico que incluya la identificación, descripción, análisis y si procede, cuantificación de los efectos esperados sobre los factores enumerados en la letra c), derivados de la vulnerabilidad del proyecto ante riesgos de accidentes graves o de catástrofes, sobre el riesgo de que se produzcan dichos accidentes o catástrofes, y sobre los probables efectos adversos significativos sobre el medio ambiente, en caso de ocurrencia de los mismos, o bien informe justificativo sobre la no aplicación de este apartado al proyecto.

Para realizar los estudios mencionados en este apartado, el promotor incluirá la información relevante obtenida a través de las evaluaciones de riesgo realizadas de conformidad con las normas que sean de aplicación al proyecto.

Artículo 45. Solicitud de inicio de la evaluación de impacto ambiental simplificada

f) Se incluirá un apartado específico que incluya la identificación, descripción, análisis y si procede, cuantificación de los efectos esperados sobre los factores enumerados en la letra e), derivados de la vulnerabilidad del proyecto ante riesgos de accidentes graves o de catástrofes, sobre el riesgo de que se produzcan dichos accidentes o catástrofes, y sobre los probables efectos adversos significativos sobre el medio ambiente, en caso de ocurrencia de los mismos, o bien informe justificativo sobre la no aplicación de este apartado al proyecto.

El promotor podrá utilizar la información relevante obtenida a través de las evaluaciones de riesgo realizadas de conformidad con otras normas, como la normativa relativa al control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas, así como la normativa que regula la seguridad nuclear de las instalaciones nucleares.

Asimismo, en la mencionada ley se establecen las siguientes definiciones:

Artículo 5. Definiciones

f) "Vulnerabilidad del proyecto": características físicas de un proyecto que pueden incidir en los posibles efectos adversos significativos que sobre el medio ambiente se puedan producir como consecuencia de un accidente grave o una catástrofe.

g) "Accidente grave": suceso, como una emisión, un incendio o una explosión de gran magnitud, que resulte de un proceso no controlado durante la ejecución, explotación, desmantelamiento o demolición de un proyecto, que suponga un peligro grave, ya sea inmediato o diferido, para las personas o el medio ambiente.

h) “Catástrofe”: suceso de origen natural, como inundaciones, subida del nivel del mar o terremotos, ajeno al proyecto que produce gran destrucción o daño sobre las personas o el medio ambiente.»

Por otro lado, el Reglamento de taxonomía (Reglamento (UE) 2020/852 del Parlamento Europeo y del Consejo de 18 de junio de 2020 relativo al establecimiento de un marco para facilitar las Inversiones Sostenibles y por el que se modifica el Reglamento (UE) 2019/2088), se completa mediante el Reglamento Delegado Clima de 4/6/2021: *Criterios técnicos de selección para determinar las condiciones en las que se considera que una actividad económica contribuye de forma sustancial a la adaptación al cambio climático y para determinar si esa actividad económica no causa un perjuicio significativo a ninguno de los demás objetivos ambientales.*

En el Apéndice A del Anexo 1 y del Anexo 2 del mencionado Reglamento Delegado se incluye una tabla de peligros relacionados con el clima, que debe utilizarse como base para justificar el cumplimiento del DNSH. Estos peligros se recogen en la siguiente Tabla:

Tabla 309. Clasificación de los peligros crónicos y agudos relacionados con el clima. Fuente: Apéndice A de los Anexos 1 y 2 del Reglamento Delegado Clima.

	Relacionados con la temperatura	Relacionados con el viento	Relacionados con el agua	Relacionados con la masa sólida
Crónicos	Variaciones de temperatura (aire, agua dulce, agua marina)	Variaciones en los patrones del viento	Variaciones en los tipos y patrones de las precipitaciones (lluvia, granizo, nieve o hielo)	Erosión costera
	Estrés térmico		Precipitaciones o variabilidad hidrológica	Degradación del suelo
	Variabilidad de la temperatura		Acidificación de los océanos	Erosión del suelo
	Deshielo del permafrost		Intrusión salina	Soliflucción
			Aumento del nivel del mar	
Agudos	Ola de calor	Ciclón, huracán, tifón	Sequía	Avalancha
	Ola de frío/helada	Tormenta (incluidas las tormentas de nieve, polvo o arena)	Precipitaciones fuertes (lluvia, granizo, nieve o hielo)	Corrimiento de tierras
	Incendio forestal	Tornado	Inundaciones (costeras, fluviales, pluviales, subterráneas)	Hundimiento de tierras
			Rebosamiento de los lagos glaciares	

De todos estos peligros se analizan los que son de aplicación a la tipología de este proyecto de modernización de regadío:

- **Crónicos:** variabilidad de la temperatura, precipitaciones o variabilidad hidrológica y estrés hídrico.
- **Agudos:** ola de calor, incendio forestal, sequía y precipitaciones fuertes.

7.1.1. Definición de riesgo

Según el artículo 2 de la Ley 17/2015, de 9 de julio, del Sistema Nacional de Protección Civil, a los efectos de esta ley se entenderá por:

- 1. Peligro. Potencial de ocasionar daño en determinadas situaciones a colectivos de personas o bienes que deben ser preservados por la protección civil.*
- 2. Vulnerabilidad. La característica de una colectividad de personas o bienes que los hacen susceptibles de ser afectados en mayor o menor grado por un peligro en determinadas circunstancias.*
- 3. Amenaza. Situación en la que personas y bienes preservados por la protección civil están expuestos en mayor o menor medida a un peligro inminente o latente.*
- 4. Riesgo. Es la posibilidad de que una amenaza llegue a afectar a colectivos de personas o a bienes.*
- 5. Emergencia de protección civil. Situación de riesgo colectivo sobrevenida por un evento que pone en peligro inminente a personas o bienes y exige una gestión rápida por parte de los poderes públicos para atenderlas y mitigar los daños y tratar de evitar que se convierta en una catástrofe. Se corresponde con otras denominaciones como emergencia extraordinaria, por contraposición a emergencia ordinaria que no tiene afectación colectiva.*
- 6. Catástrofe. Una situación o acontecimiento que altera o interrumpe sustancialmente el funcionamiento de una comunidad o sociedad por ocasionar gran cantidad de víctimas, daños e impactos materiales, cuya atención supera los medios disponibles de la propia comunidad.*
- 7. Servicios esenciales. Servicios necesarios para el mantenimiento de las funciones sociales básicas, la salud, la seguridad, el bienestar social y económico de los ciudadanos, o el eficaz funcionamiento de las instituciones del Estado y las Administraciones Públicas.*

En resumen, según la Dirección General de Protección Civil y Emergencias, se entiende por riesgo la combinación de la probabilidad de que se desencadene un determinado fenómeno o suceso que, como consecuencia de su propia naturaleza o intensidad y la vulnerabilidad de los elementos expuestos, pueda producir efectos perjudiciales en las personas o pérdidas de bienes.

Según la terminología de la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (ISDR), *“Riesgo es la combinación de la probabilidad de que se produzca un evento y sus consecuencias negativas.”*

También define el riesgo de desastres como *“Las posibles pérdidas que ocasionaría un desastre en términos de vidas, las condiciones de salud, los medios de sustento, los bienes y los servicios, y que podrían ocurrir en una comunidad o sociedad particular en un período específico de tiempo en el futuro.”*

Por lo tanto, **el riesgo es función de la probabilidad de ocurrencia de esa amenaza (peligrosidad), de la exposición de la zona o elementos objeto de estudio y de la vulnerabilidad de los mismos.**

Los riesgos se dividen en naturales y tecnológicos. Al primer grupo corresponden los procesos o fenómenos naturales potencialmente peligrosos, que son los incluidos en el Reglamento Delegado Clima. Al segundo grupo pertenecen los originados por accidentes tecnológicos o industriales, fallos en infraestructuras o determinadas actividades humanas.

En todo caso, además del fenómeno peligroso, es preciso considerar la vulnerabilidad como determinante del tipo y cantidad de los daños acaecidos. La vulnerabilidad de una comunidad vendrá determinada por factores físicos y sociales, incluidos los económicos, que condicionan su susceptibilidad a experimentar daños como consecuencia del fenómeno peligroso.

Los factores sobre los que analizar el riesgo serán aquellos susceptibles de verse afectados por las actividades del proyecto. En este caso, se seleccionan los peligros recogidos en el Apéndice A del Reglamento Delegado Clima, por estar el proyecto incluido en el PRTR y tener la necesidad de justificar el principio de no causar un perjuicio significativo al objetivo de adaptación al cambio climático.

7.1.2. Desastres causados por riesgos naturales (catástrofes). Peligros relacionados con el clima

La EEA (European Environment Agency), en el informe *El Medio Ambiente en Europa: segunda evaluación. Capítulo 13: Riesgos naturales y tecnológicos*, enumera los riesgos naturales que pueden amenazar el medio ambiente y la salud humana. Estos incluyen: tormentas, huracanes, vendavales, inundaciones, tornados, ciclones, olas de frío, olas de calor, grandes incendios, ventiscas, tifones, granizadas, terremotos y actividad volcánica; todos los incluidos en la Tabla 309.

7.1.3. Desastres ocasionados por accidentes graves

Existe un amplio abanico de acontecimientos que pueden ser denominados accidentes, por lo que, para presentar datos sobre accidentes, su naturaleza y sus consecuencias se precisa el establecimiento de definiciones claras. Las definiciones se basan habitualmente en diferentes consecuencias adversas (número de víctimas mortales, heridos, número de evacuados, impacto medioambiental, costes, etc.) y en un umbral de daño para cada tipo de consecuencia. En la Unión Europea, los accidentes graves se definen como "acontecimientos repentinos, inesperados y no intencionados, resultantes de sucesos incontrolados, y que causen o puedan causar graves efectos adversos inmediatos o retardados" según la Directiva 88/610/CEE del Consejo de 24 de noviembre de 1988.

7.1.4. Accidentes y catástrofes relevantes. Identificación de riesgos

Se trata de responder a tres cuestiones básicas:

1. Cuáles pueden ser los accidentes y catástrofes relevantes para la actuación proyectada y cuál es la probabilidad de que éstos sucedan.
2. Cuán vulnerable es la actuación proyectada frente a los accidentes o desastres identificados como relevantes y cuál es la vulnerabilidad de los factores ambientales.

3. Si se ve afectada la actuación proyectada por alguno de los accidentes o desastres frente a los que es vulnerable, qué repercusiones tendrá sobre los factores ambientales del entorno. O bien, si aun no siendo vulnerable la propia actuación, ésta puede agravar el riesgo de algún modo.

Como se ha indicado anteriormente, en este caso se analizarán los riesgos derivados de los peligros relacionados con el clima, por ser el requerimiento exigido en el PRTR para la justificación del DNSH.

7.1.5. Relación de las fuentes de información para el análisis de vulnerabilidad

Se aporta la relación de las fuentes de información clave para la evaluación de las vulnerabilidades del proyecto ante catástrofes naturales y accidentes tecnológicos:

❖ Riesgo de catástrofe natural

▪ Relacionados con el clima:

- Informes de Evaluación AR5 y AR6 del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC)
- Plataforma sobre Adaptación al Cambio Climático de España. MITERD
- Observatorio de Salud y Cambio Climático. MSSSI y MAGRAMA
- Visor de Escenarios de Cambio Climático *AdpateCCa.es*. MITERD

▪ Inundaciones de origen fluvial:

- Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). MITECO y CHE

▪ Fenómenos sísmicos:

- Documento Básico de Seguridad Estructural (DB SE-C). Código Técnico de la Edificación (CTE)
- Mapa de peligrosidad Sísmica de España. Instituto Geográfico Nacional (IGN)
- Plan Territorial de Protección Civil de Aragón (PLATEAR)

▪ Incendios:

- Decreto 167/2018, de 9 de octubre, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el *Plan Especial de Protección Civil de Emergencias por Incendios Forestales* (PROCINFO).
- Orden DRS/1521/2017, de 17 de julio, por la que se clasifica el territorio de la Comunidad Autónoma de Aragón en función de riesgo de incendio forestal y se declaran zonas de alto y de medio riesgo de incendio forestal.

❖ Riesgo de accidentes tecnológicos

▪ Rotura de balsas:

- *Guía Técnica para la clasificación de presas* (noviembre 2021) en función del riesgo potencial publicada por la Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de Aguas del MITECO

7.2. Riesgo de catástrofes. Peligros relacionados con el clima

Durante años se han estado perfeccionando las técnicas para obtener datos de variables climáticas, y su evolución desde modelos climáticos globales o regionales a modelos locales calibrados y fiables.

Para poder evaluar la magnitud del efecto del cambio climático en las amenazas o los receptores de los diferentes sectores analizados, es necesario incorporar las proyecciones de variables climáticas a modelos que están calibrados y funcionan bajo condiciones actuales, para generar escenarios futuros de la amenaza o los receptores afectados.

Desde el año 2016, en España está disponible *AdapteCCa (2023)* un portal de proyecciones climáticas regionalizadas para toda España que permite obtener datos, sin ajuste de sesgo, a diferentes escalas regionales, desde comunidades autónomas hasta municipios. Este documento utiliza como fuente de datos las proyecciones con dato diario generadas mediante técnicas de regionalización estadística a partir de las proyecciones globales de los informes de evaluación del IPPC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático).

Este grupo de expertos se creó a nivel internacional en 1988 como una organización intergubernamental de las Naciones Unidas para facilitar evaluaciones integrales del estado de los conocimientos científicos, técnicos y socioeconómicos sobre el cambio climático, sus causas, posibles repercusiones y estrategias de respuesta.

Desde su formación ha preparado seis informes de evaluación, finalizando a principios del presente año 2022 el Sexto Informe de Evaluación o AR6 por sus siglas en inglés *Sixth Assessment Report*.

En el Quinto Informe de Evaluación (AR5) se hacía hincapié en la evaluación de los aspectos socioeconómicos del cambio climático y sus consecuencias para el desarrollo sostenible, los aspectos regionales, la gestión del riesgo y la elaboración de una respuesta mediante la adaptación y la mitigación. Por su parte, en el Sexto Informe de Evaluación (AR6) se enfoca en el riesgo y soluciones marco, incluyendo riesgos de las respuestas al cambio climático, considerando consecuencias dinámicas y describiendo con más detalle los riesgos para las personas y los ecosistemas, evaluando dichos riesgos en una variedad de escenarios. Asimismo, este último informe presta mayor atención a la inequidad en vulnerabilidad climática y sus respuestas, con un enfoque más amplio sobre el papel de la transformación en cumplimiento de las metas sociales.

También, este último informe enfatiza en la evaluación de los cambios observados relacionados con la adaptación: respuestas al cambio climático, gobernanza y toma de decisiones en la adaptación y el papel de la adaptación en la reducción de riesgos clave y motivos de preocupación a escala mundial, así como los límites de dicha adaptación.

Para realizar esta evaluación, se adopta un conjunto común de años de referencia y periodos de tiempo: la referencia es el período 1850-1900 donde se aproxima a la temperatura de la superficie global preindustrial, y tres períodos de referencia futuros cubren el corto plazo (2021–2040), medio plazo (2041–2060) y largo plazo (2081–2100).

En ellos se establece un marco integrador SSP (Shared Socioeconomic Pathways) y RCP (Representative Concentration Pathways), donde las proyecciones climáticas obtenidas bajo los

cuatro escenarios RCP del AR5, diferenciados según su forzamiento radiativo total o FR, se analizan en el contexto de cinco escenarios SSP ilustrativos.

El término forzamiento se utiliza para indicar que el equilibrio radiativo de la Tierra está siendo desviado de su estado normal y se cuantifica como la tasa de cambio de energía por área de unidad del planeta medida en la parte superior de la atmósfera en W/m^2 . Un forzamiento radiativo positivo representa que la energía del sistema atmósfera-Tierra se verá incrementado posteriormente, conduciendo al calentamiento del sistema.

Con esto, el IPCC establece en el AR5 cuatro escenarios diferentes de emisión de gases de efecto invernadero (GEI) y las consecuencias que se derivan sobre el clima mundial y la intervención de las políticas socioeconómicas aplicadas. Los cuatro RCP diferenciados por su FR son:

- RCP 2,6 W/m^2 : con un nivel de FR muy bajo, representa un escenario con bajas emisiones de GEI.
- RCP 4,5 y 6,0 W/m^2 : con un nivel de FR de estabilización en la progresión hasta el año 2100.
- RCP 8,5 W/m^2 : representa un nivel de FR muy alto, contemplando un nivel muy alto de emisiones GEI.

Las emisiones continuadas de GEI causan un calentamiento adicional al que existe actualmente. Los resultados obtenidos para estos escenarios indican que la concentración de CO_2 en la atmósfera será mayor en 2100 que en la actualidad como consecuencia de las emisiones acumuladas durante el siglo XXI. Unas emisiones iguales o superiores a las actuales inducirán cambios en todos los componentes del sistema climático.

Por su parte, en el AR6 se identifican impactos y riesgos futuros en diferentes grados del cambio climático. Como resultado, se establecen 127 riesgos clave por regiones y sectores integrados en ocho riesgos globales, llamados Riesgos clave representativos, RKR.

El aumento evaluado en la temperatura global de la superficie es de $1,09^\circ C$ en 2011-2020 por encima de 1850-1900. Este aumento estimado desde AR5 se debe principalmente a un mayor calentamiento desde 2003–2012 ($+0,19^\circ C$). Considerando los cinco escenarios ilustrativos evaluados, existe al menos una probabilidad mayor al 50% de que el calentamiento global alcance o supere $1,5^\circ C$ a corto plazo, incluso en el escenario de muy bajas emisiones de gases de efecto invernadero.

En el Quinto Informe de Evaluación (AR5), en la Región Mediterránea se han proyectado efectos específicos si no se reducen las emisiones, como son:

- Un incremento de temperatura por encima de la media global, más pronunciado en los meses estivales que en los invernales. Para el escenario RCP8,5 y para finales del siglo XXI, esta Región experimentará incrementos medios de temperatura de $3,8$ y $6,0^\circ C$ en los meses invernales y estivales respectivamente.
- En la Península Ibérica se reducirá la precipitación anual, de manera más acusada cuanto más al sur. Las precipitaciones se reducirán fuertemente en los meses estivales. Para el escenario RCP 8,5 y para finales del siglo XXI, la Región Mediterránea experimentará reducciones medias de precipitación de 12 y 24% en los meses invernales y estivales respectivamente.

- Un aumento de los extremos relacionados con las precipitaciones de origen tormentoso.

Por su parte, en el Sexto Informe de Evaluación (AR6), se establecen las siguientes conclusiones generales:

- La magnitud de los impactos observados y los riesgos climáticos proyectados indica la escala de la toma de decisiones, la financiación y la inversión necesaria durante la próxima década si se quiere lograr un desarrollo resiliente al clima.
- Desde el AR5, los riesgos climáticos están apareciendo más rápido y serán más graves que antes. Las soluciones de adaptación y mitigación integradas se pueden adecuar a ubicaciones específicas y ser monitoreados por su efectividad mientras se evita el conflicto con los objetivos de desarrollo sostenible y de gestión de riesgos y compensaciones.
- La evidencia disponible sobre los riesgos climáticos proyectados indica que es probable que las oportunidades de adaptación a muchos riesgos climáticos se vuelvan limitadas y tengan una eficacia reducida, se supere los 1,5°C de calentamiento global y que, en muchos lugares de la Tierra, la capacidad de adaptación ya sea significativamente limitada. El mantenimiento y la recuperación de los sistemas naturales y humanos requieren el logro de los objetivos de mitigación.

Finalmente, en base a todo lo anterior, para evaluar la magnitud del efecto climático a nivel nacional y en el área de actuación del proyecto de modernización de regadío en estudio, se utilizará AdapteCCa. La aplicación Escenarios, desarrollada en el marco del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático y gracias a la cofinanciación de un proyecto de la Fundación Biodiversidad, del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, está orientada a facilitar la consulta de las proyecciones regionalizadas de cambio climático para España a lo largo del siglo XXI, realizadas por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) siguiendo técnicas de regionalización estadística.

En el visor se muestran datos de los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5, que se corresponden con emisiones intermedias y altas para el siglo XXI, respectivamente. Para estos escenarios se consideran tres períodos de análisis futuros: cercano (2011-2040), medio (2041-2070) y lejano (2071-2100) y recogen los datos a lo largo del periodo 2015-2100 de temperatura máxima y mínima para 360 estaciones termométricas y de precipitación para 2092 estaciones pluviométricas. El conjunto de los datos que la aplicación *Escenarios* procesa suma más de 6.000 millones.

Tomando como base de referencia el visor de escenarios de cambio climático indicado anteriormente (AdapteCCa, 2023), se han consultado las proyecciones de cambio climático previstas según dos de los escenarios de emisiones de uso habitual (RCP 4.5 y RCP 8.5) para diferentes variables climáticas en la zona del proyecto, situado en el municipio de Ejea de los Caballeros, provincia de Zaragoza (Aragón).

7.2.1. Riesgos por variaciones extremas de temperatura

Para analizar las proyecciones de las variaciones extremas de temperatura en la ubicación del proyecto, se utiliza, tal y como se ha comentado en el apartado anterior, el visor de escenarios de la aplicación AdapteCCa regionalizando los datos del portal por municipios, siendo el caso

que nos ocupa el municipio de Ejea de los Caballeros en la provincia de Zaragoza (Aragón), y utilizando como referencia los datos históricos y dos escenarios de emisión, RCP 4,5 y RC P8,5 (Figura 52). En el primer escenario se proyecta una tendencia estable en las emisiones de GEI, mientras que el segundo se sitúa en la posición extrema, ya que se proyecta una tendencia de emisiones de GEI muy altas con un valor de FR en igual medida.

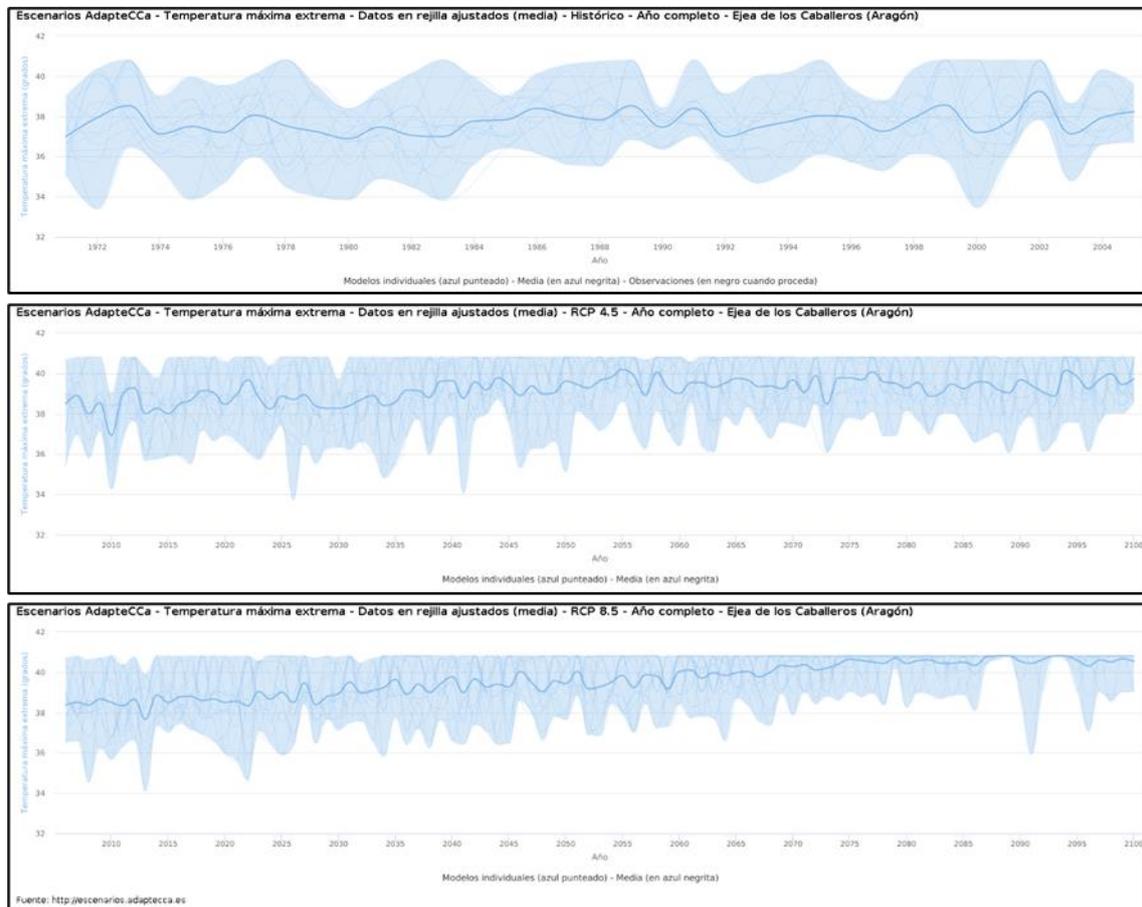


Figura 52. Serie temporal de temperaturas máximas extremas. Datos históricos y predicción para los escenarios RCP 4,5 y RCP 8,5. Fuente: AdapteCCA, 2023.

Si se analizan los datos históricos de la temperatura máxima extrema en el municipio dónde se sitúa el proyecto, se obtiene que, entre los años 1971 y 2005, la temperatura máxima extrema media se sitúa en torno a los 37°C. En el escenario RCP 4,5, esta temperatura media se sitúa en torno a los 39°C, aumentando ligera y progresivamente en el periodo analizado. Por su parte, en el escenario RCP 8,5 el aumento de temperatura en el periodo de proyección es más significativo, situándose la temperatura máxima extrema media alrededor de los 39°C a corto y medio plazo y situándose algo por debajo de los 41°C a largo plazo.

Por tanto, ambos escenarios de cambio climático consultados prevén un aumento de las temperaturas máximas extremas (Tabla). Comparando los valores promedio de la serie histórica con los del escenario de emisiones intermedias, se prevé un aumento de 1,44°C. Si se comparan estos valores con los del escenario de emisiones altas, el aumento de temperaturas máximas extremas previsto es de 1,91°C.

Tabla 40. Temperaturas máximas extremas medias. Datos históricos y predicción para los escenarios RCP 4,5 y RCP 8,5. Fuente: AdapteCCa, 2023.

	1977	1980	1983	1986	1989	1992	1995	1998	2001	2004	Media 1971-2005
Tª máxima extrema. Datos históricos (°C)	38,1	36,9	37,0	38,4	38,5	37,0	38,0	37,9	37,7	37,9	37,72
	2010	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100	Media 2006-2100
Tª máxima extrema RCP 4,5 (°C)	36,9	38,5	38,3	39,6	39,6	39,0	39,8	39,3	39,7	39,7	39,16
Tª máxima extrema RCP 8,5 (°C)	38,5	38,5	38,9	39,8	39,4	40,0	40,3	40,4	40,5	40,5	39,63

Asimismo, se han analizado las series temporales de las temperaturas mínimas extremas (Figura 53, Tabla 311). Según los datos promedio de las series, en el escenario RC P4,5 se prevé una subida de las temperaturas mínimas extremas de 1,16°C y para el escenario RCP 8,5 la subida prevista es de 1,85°C con respecto a los datos históricos.

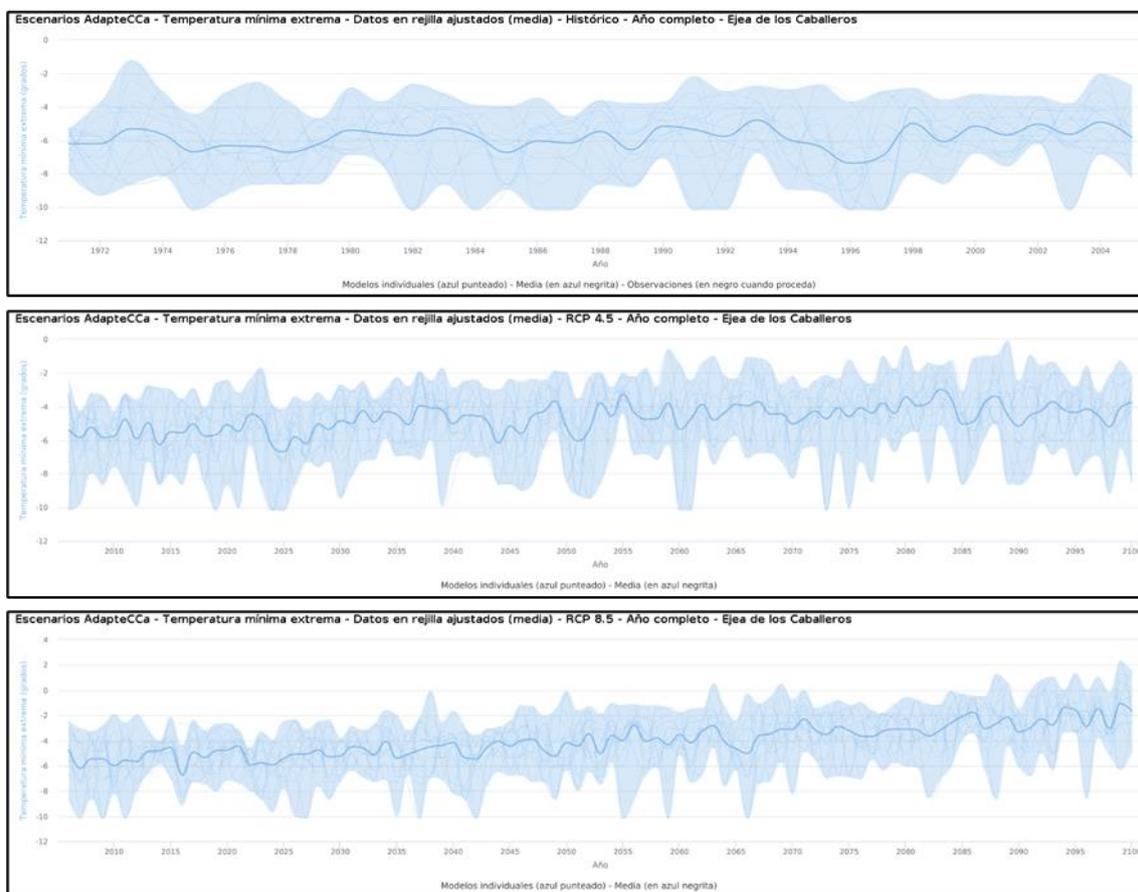


Figura 53. Serie temporal de temperaturas mínimas extremas. Datos históricos y predicción para los escenarios RCP 4,5 y RCP 8,5. Fuente: AdapteCCa, 2023.

Tabla 311. Temperaturas mínimas extremas medias. Datos históricos y predicción para los escenarios RCP 4,5 y RCP 8,5. Fuente: AdapteCCa, 2023.

	1977	1980	1983	1986	1989	1992	1995	1998	2001	2004	Media 1971-2005
Tª mínima extrema. Datos históricos (°C)	-6,35	-5,40	-5,27	-6,05	-6,56	-5,78	-6,35	-5,00	-5,69	-4,91	-5,87
	2010	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100	Media 2006-2100
Tª mínima extrema RCP 4,5 (°C)	-5,75	-5,08	-4,82	-5,04	-5,24	-5,37	-5,02	-3,44	-5,15	-3,80	-4,70
Tª mínima extrema RCP 8,5 (°C)	-5,98	-4,74	-5,22	-4,14	-4,16	-3,51	-3,11	-3,09	-3,31	-1,66	-4,02

7.2.1.1 Riesgos por el incremento de las temperaturas máximas

En este apartado, procediendo de igual modo que el punto anterior, se analizan las temperaturas máximas en la zona de estudio, mostrando en primer lugar las temperaturas máximas previstas en un futuro medio (2040-2070) para el escenario correspondiente a las emisiones altas (RCP 8,5) para las zonas agrícolas a nivel nacional (Figura 54).

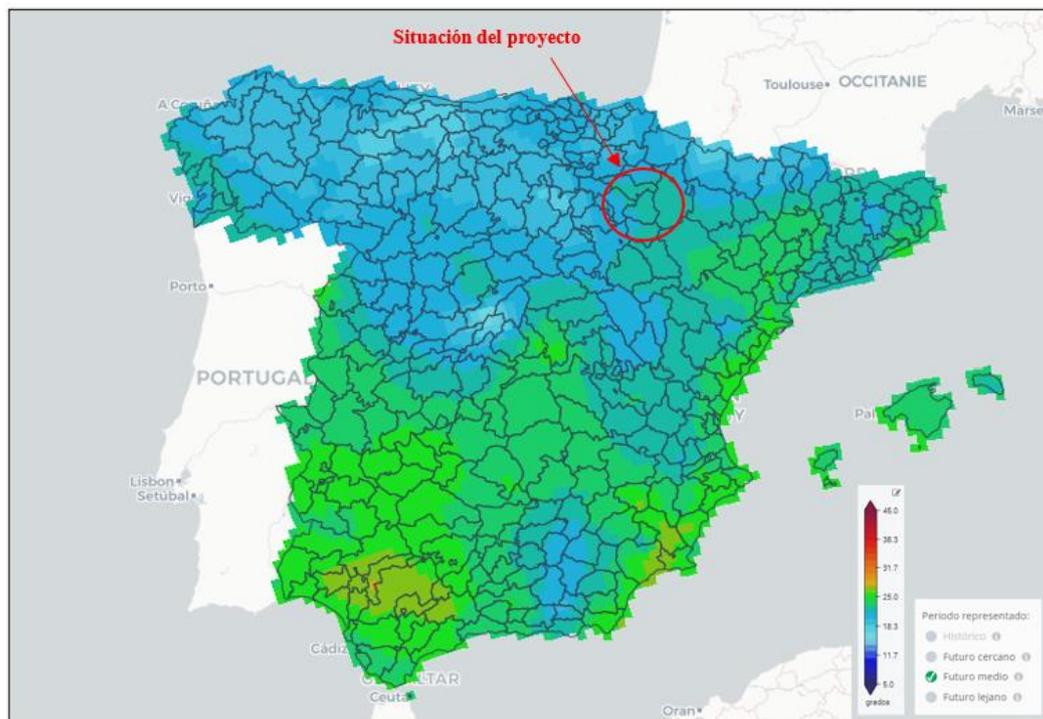


Figura 54. Mapa de temperaturas máximas en las zonas agrícolas. Predicción a futuro medio y escenario RCP 8,5. Fuente: AdapteCCa, 2023.

Al igual que en apartado anterior, se obtienen los gráficos de la temperatura máxima en la zona de estudio que corresponden a los datos históricos y los escenarios RCP 4,5 y RCP 8,5 (Figura 55).

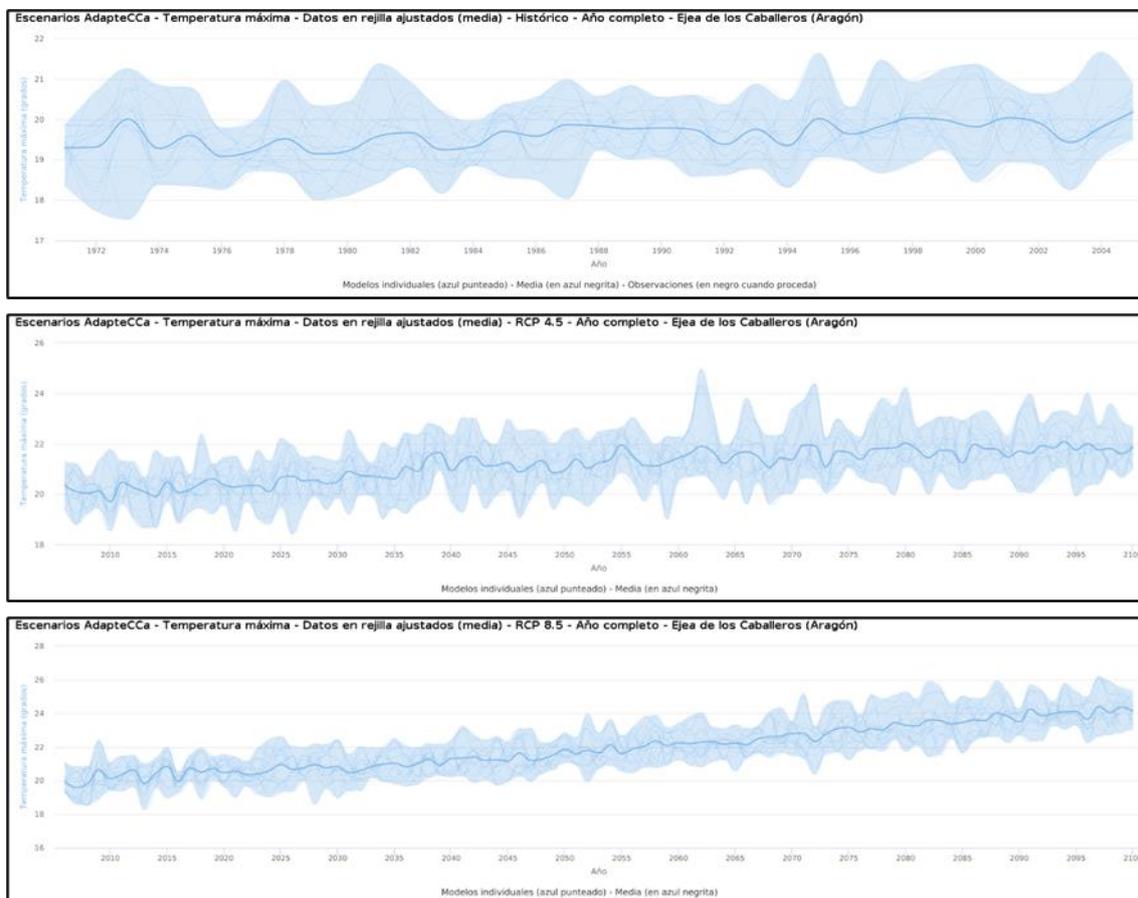


Figura 55. Serie temporal de temperaturas máximas. Datos históricos y predicción para los escenarios RCP 4,5 y RCP 8,5. Fuente: AdapteCCA, 2023.

Si se analizan los datos históricos de la temperatura máxima en el municipio dónde se sitúa el proyecto, se obtiene que, entre los años 1971 y 2005, la temperatura máxima media se sitúa entre los 19 y 20 °C. En el escenario RCP 4,5, esta temperatura media se sitúa en torno a los 20°C a corto plazo, aumentando hasta los 21°C en el medio plazo y cerca de los 22°C a largo plazo. Por su parte, en el escenario RCP 8,5 el aumento de temperatura en el periodo de proyección es más significativo, situándose la temperatura máxima extrema media alrededor de los 20°C al inicio del periodo analizado y en torno a los 24°C al final del mismo.

Por tanto, ambos escenarios de cambio climático consultados prevén un aumento de las temperaturas máximas (Tabla 322), que se traducirán en un aumento de la evapotranspiración de los cultivos y, por tanto, en un incremento de las necesidades de riego en la zona de estudio. Comparando los valores promedio de la serie histórica con los del escenario de emisiones intermedias, se prevé un aumento de 1,52°C. Si se comparan estos valores con los del escenario de emisiones altas, el aumento de temperaturas máximas extremas previsto es de 2,31°C.

Tabla 322. Temperaturas máximas medias. Datos históricos y predicción para los escenarios RCP 4,5 y RCP 8,5.
Fuente: AdapteCCa, 2023.

	1977	1980	1983	1986	1989	1992	1995	1998	2001	2004	Media 1971-2005
Tª máxima. Datos históricos (°C)	19,2	19,2	19,3	19,6	19,8	19,4	20,0	20,0	20,0	19,8	19,63
	2010	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100	Media 2006-2100
Tª máxima RCP 4,5 (°C)	19,7	20,4	20,5	20,9	21,0	21,4	21,4	22,0	21,7	21,9	21,15
Tª máxima RCP 8,5 (°C)	20,1	20,5	20,8	21,3	21,9	22,2	22,8	23,3	23,5	24,1	21,94

Dada la naturaleza del proyecto, en este apartado se puede analizar la tendencia que siguen la temperatura máxima en verano, ya que es el momento del año en el que es necesario aportar agua a los cultivos para suplir las necesidades hídricas que no cubren las escasas precipitaciones estivales. Si se toman como referencia las proyecciones del periodo 1971-2000 y se comparan con los escenarios RCP 4,5 y RCP 8,5, que comprenden el periodo 2006-2100, se puede obtener la variable temperatura como una anomalía absoluta que refleja el incremento de la temperatura máxima media (Figura 56). Como puede observarse, en los meses de verano, las proyecciones muestran una tendencia al alza, llegando a alcanzar un incremento de temperatura entre 3 y 6 °C aproximadamente, según el escenario analizado.

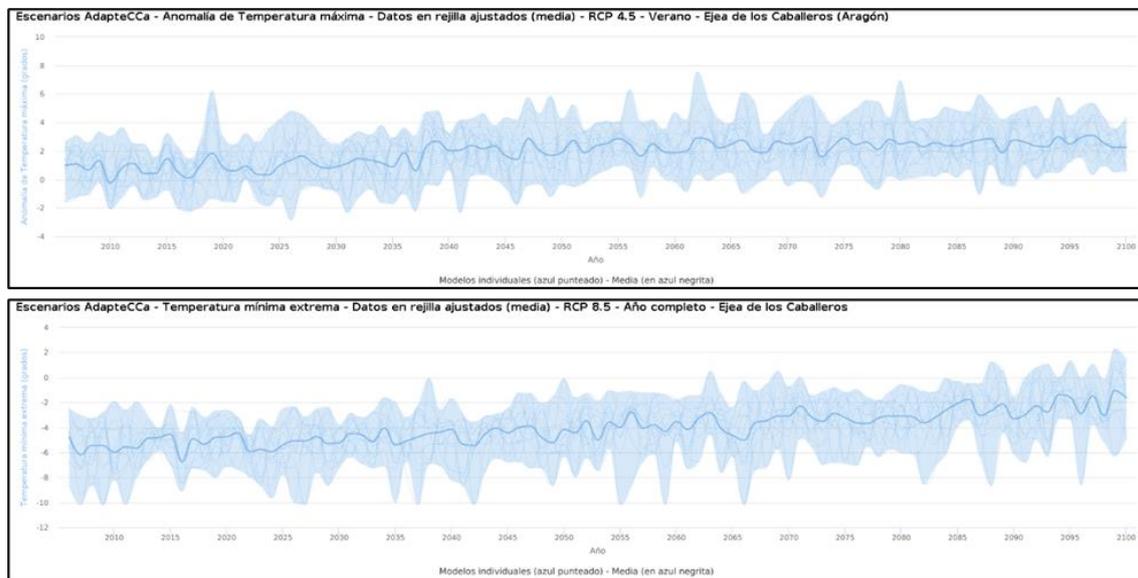


Figura 56. Serie temporal de la anomalía de temperaturas máximas. Predicción para los escenarios RCP 4,5 y RCP 8,5. Fuente: AdapteCCa, 2023.

7.2.1.2 Riesgo por olas de calor

Otra de las variables relacionada con los peligros relacionados con el clima es la duración máxima de olas de calor. En este caso, al igual que en apartados anteriores, se analizan las variaciones

entre los datos históricos y las proyecciones realizadas para los escenarios RCP 4,5 y RCP 8,5 (Figura 57, Tabla 33).

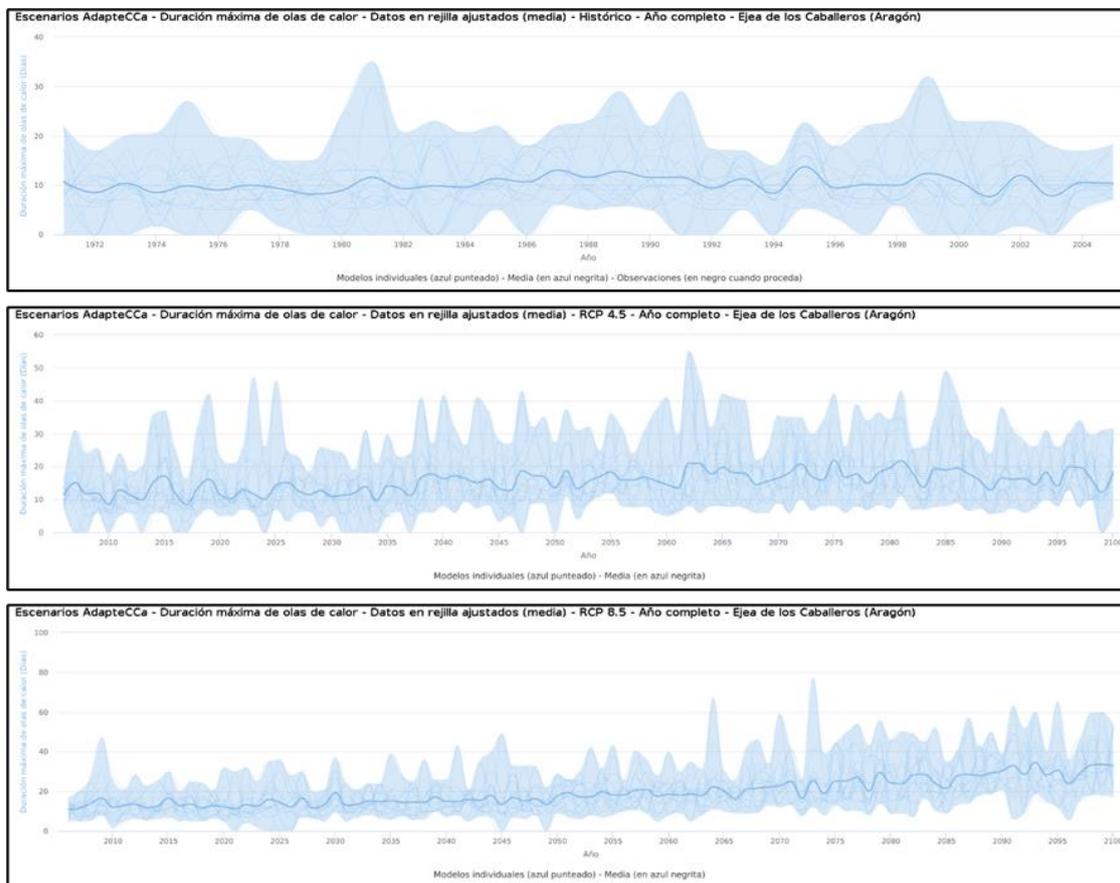


Figura 57. Serie temporal de duración de las olas de calor. Datos históricos y predicción para los escenarios RCP 4,5 y RCP 8,5. Fuente: AdapteCCa, 2023.

Las gráficas muestran que las olas de calor según los datos históricos tienen una duración media de entre 9 y 10 días, mientras que en los escenarios analizados la duración media aumenta, situándose entre 15 y 22 días en el escenario correspondiente a emisiones intermedias (RCP 4,5) y llegando a alcanzar los 30 días al final del periodo para el escenario correspondiente a altas emisiones (RCP 8,5).

Por tanto, ambos escenarios de cambio climático consultados prevén un aumento de la duración de las olas de calor (Tabla 333), que se traducirán, al igual que sucedía con la temperatura máxima, en un aumento de la evapotranspiración de los cultivos y, por tanto, en un incremento de las necesidades de riego en la zona de estudio. Comparando los valores promedio de la serie histórica con los del escenario de emisiones intermedias, se prevé un aumento de 5,13 días. Si se comparan estos valores con los del escenario de emisiones altas, el aumento de la duración media de las olas de calor previsto es de 9,13 días.

Tabla 333. Duración media de olas de calor. Datos históricos y predicción para los escenarios RCP4,5 y RCP8,5.
Fuente: AdapteCCa, 2023.

	1977	1980	1983	1986	1989	1992	1995	1998	2001	2004	Media 1971-2005
Duración olas de calor. Datos históricos (días)	9,9	8,9	9,8	10,7	12,7	9,4	13,7	10,0	7,7	10,5	10,28
	2010	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100	Media 2006-2100
Duración olas de calor RCP 4,5 (días)	8,5	11,6	11,0	16,4	13,6	14,5	16,5	19,6	16,6	18,3	15,41
Duración olas de calor RCP 8,5 (días)	11,8	12,2	19,1	15,0	17,9	18,5	22,7	24,1	30,2	33,0	19,41

En este apartado, también, se analiza la tendencia que sigue la duración de la ola de calor en verano, ya que es el periodo en el que es necesario aportar agua a los cultivos para suplir las necesidades hídricas que no cubren las escasas precipitaciones. Si se toman como referencia las proyecciones del periodo 1971-2000 y se comparan con los escenarios RCP 4,5 y RCP 8,5, que comprenden el periodo 2006-2100, se puede obtener la variable duración de ola de calor como una anomalía absoluta que refleja el incremento de la duración media (Figura 58). Como puede observarse, en los meses de verano, las proyecciones muestran una tendencia al alza, llegando a alcanzar un incremento de la duración de las olas de calor entre 7 y 15 días aproximadamente, según el escenario analizado.

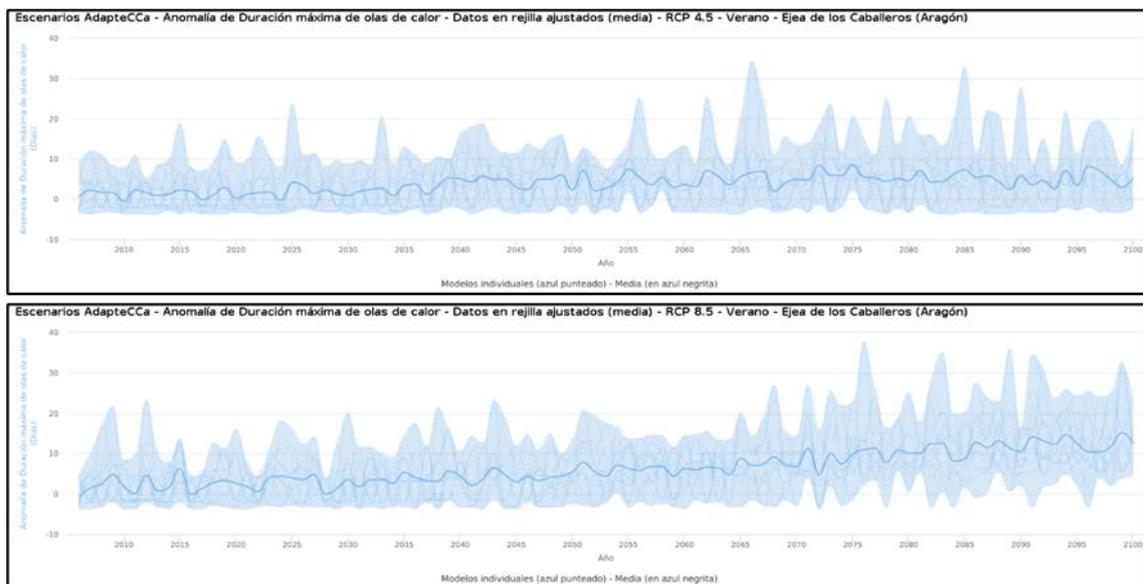


Figura 58. Serie temporal de la anomalía de duración de ola de calor. Predicción para los escenarios RCP4,5 y RCP8,5. Fuente: AdapteCCa, 2023.

7.2.2. Riesgo de variación en el régimen de precipitaciones

En este apartado, se toman como referencia los escenarios RCP 4,5 y RCP 8,5 para evaluar las consecuencias de una variación en el régimen de precipitaciones sobre el proyecto y la actividad económica asociada.

En el AR5, informe del que se extraen los datos para la consulta de proyecciones climáticas en la aplicación, se prevé para la región mediterránea una reducción de la escorrentía (agua disponible) y la humedad del suelo.

En primer lugar, se muestra la predicción de precipitaciones diaria media por año en las zonas agrícolas a nivel nacional en un futuro medio (2040-2070) y para el escenario correspondiente a emisiones altas (RCP 8,5) (Figura 59) y, a continuación, se analizan los datos en el municipio de Ejea de Caballeros dónde se sitúa el proyecto (Figura 60).

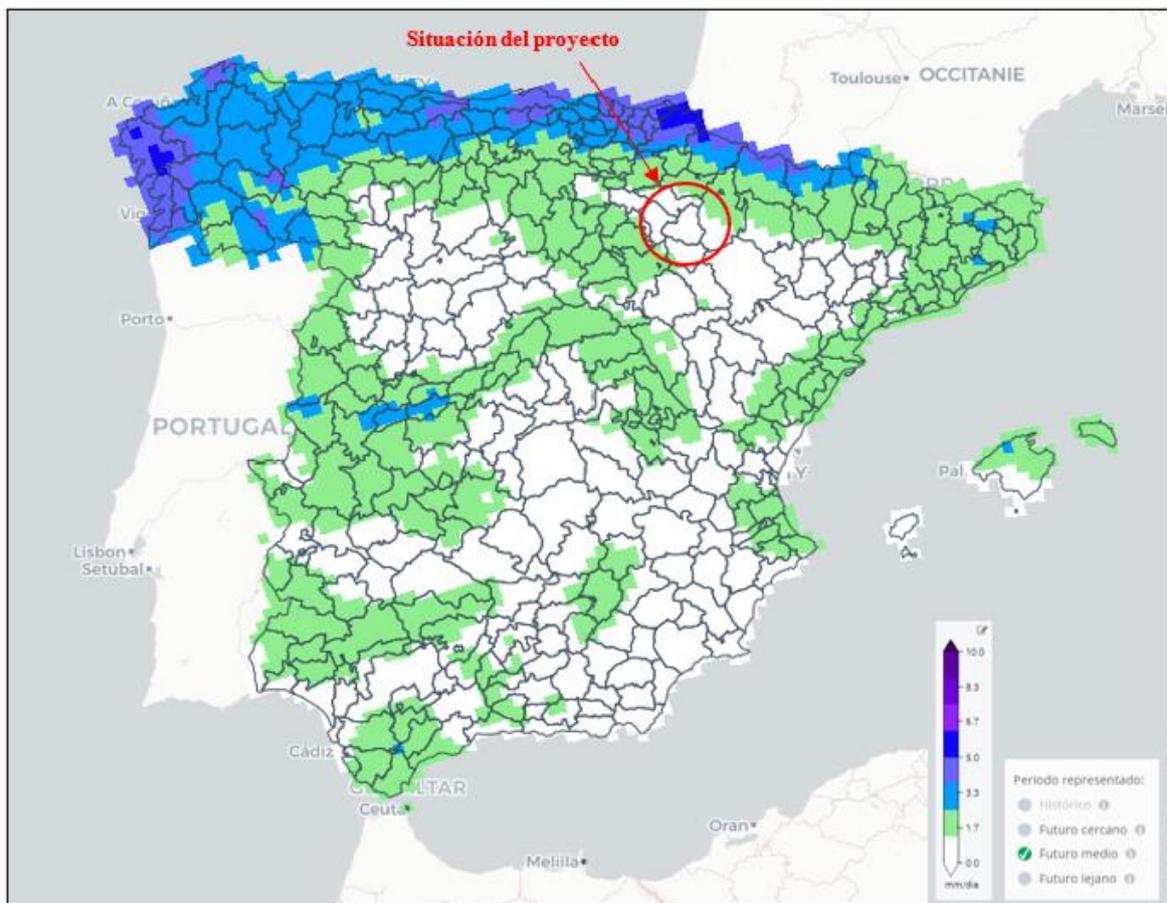


Figura 59. Mapa de precipitaciones diarias por año en las zonas agrícolas. Predicción a futuro medio y para el escenario RCP 8,5. Fuente: AdapteCCa, 2023.

La variación y tendencia del régimen de precipitaciones en el futuro se analiza a partir de la precipitación diaria por año en ambos escenarios en comparación con los datos históricos disponibles (Figura 60, Tabla 344). Los datos muestran que tanto la precipitación diaria media como las precipitaciones diarias máximas prácticamente no varían, situándose en torno a 1 mm/día la precipitación diaria media y alrededor de 1,3 la precipitación diaria máxima.

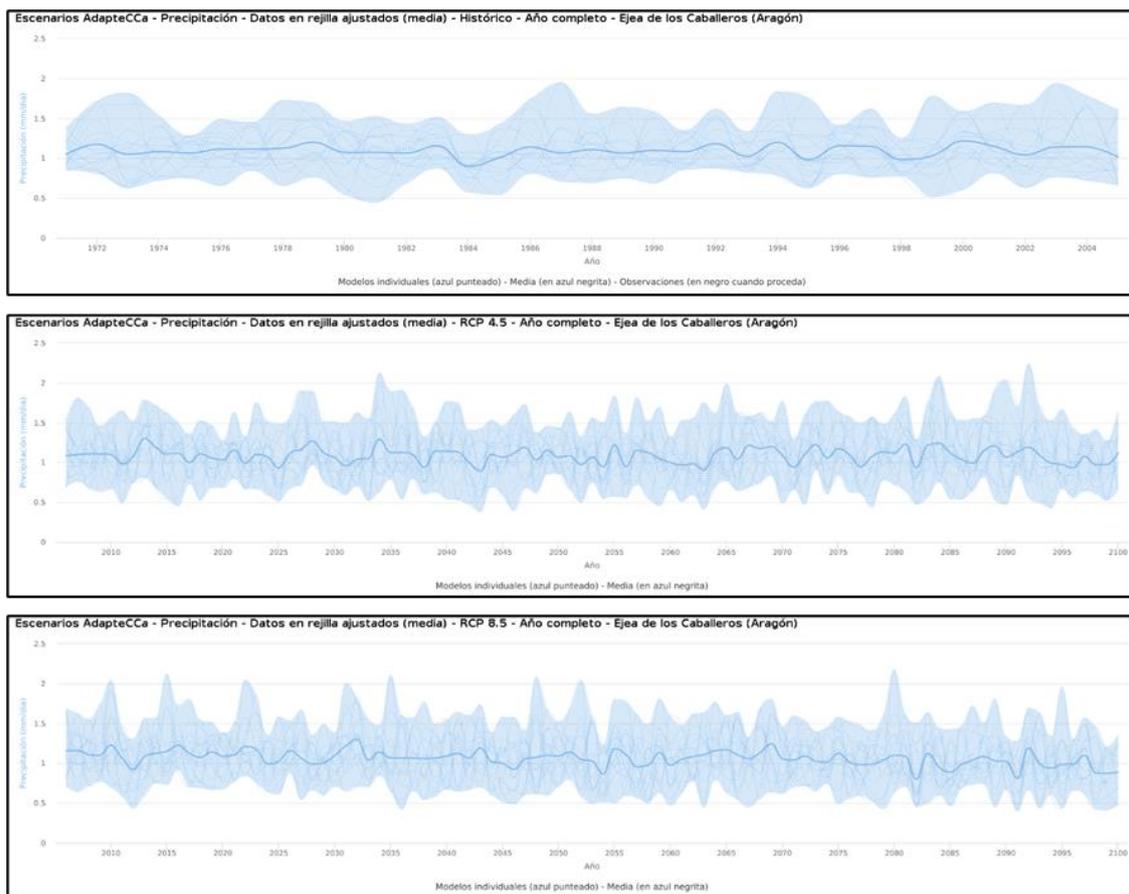


Figura 60. Serie temporal de la precipitación diaria por año. Datos históricos y predicción para los escenarios RCP4,5 y RCP8,5. Fuente: AdapteCCa, 2023.

Tabla 344. Precipitación diaria media por año. Datos históricos y predicción para los escenarios RCP4,5 y RCP8,5. Fuente: AdapteCCa, 2023.

	1977	1980	1983	1986	1989	1992	1995	1998	2001	2004	Media 1971-2005
Precipitación. Datos históricos (mm/día)	1,11	1,08	1,16	1,14	1,06	1,18	0,98	0,98	1,15	1,14	1,09
	2010	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100	Media 2006-2100
Precipitación RCP 4,5 (mm/día)	1,10	1,03	1,06	1,14	1,07	1,00	1,09	1,11	1,06	1,13	1,08
Precipitación RCP 8,5 (mm/día)	1,23	1,09	1,10	1,09	1,09	0,98	1,06	1,10	1,02	0,89	1,06

Para realizar una mejor valoración de la variación del régimen de precipitaciones se analizan estos datos para el verano (Figura 61), cuando las precipitaciones suelen ser menos abundantes. Inicialmente, también se observa que los datos históricos reflejan una precipitación entre 0,6 y 1 mm/día y las proyecciones para ambos escenarios muestran una cierta estabilización, aunque los valores mínimos se sitúan en unos 0,4 mm/día.

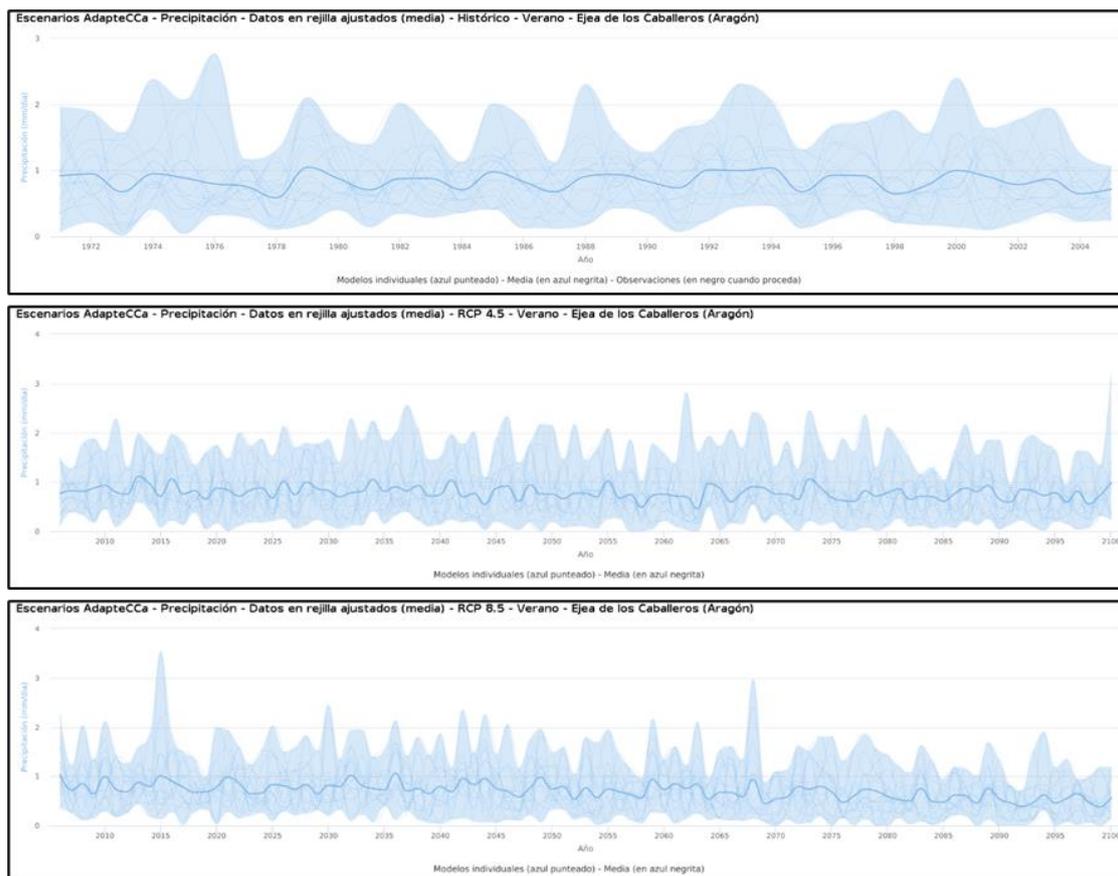


Figura 61. Serie temporal de la precipitación diaria por año en verano. Datos históricos y predicción para los escenarios RCP 4,5 y RCP 8,5. Fuente: AdapteCCa, 2023.

Sin embargo, aunque en las gráficas pueda parecer que no existe tendencia, la precipitación diaria media por año en verano muestra una tendencia decreciente (Tabla 355), principalmente en los valores mínimos. En concreto, el valor de precipitación diaria media mínima en verano para los datos históricos se sitúa en 0,6 mm/año, descendiendo hasta 0,46 mm/año para el escenario correspondiente a emisiones intermedias (RCP 4,5) y hasta 0,38 mm/año para el escenario correspondiente a emisiones altas (RCP 8,5).

Tabla 355. Precipitación diaria media por año en verano. Datos históricos y predicción para los escenarios RCP 4,5 y RCP 8,5. Fuente: AdapteCCa, 2023.

	1977	1980	1983	1986	1989	1992	1995	1998	2001	2004	Media 1971-2005
Precipitación. Datos históricos (mm/día)	0,76	0,88	0,87	0,82	0,94	1,01	0,68	0,64	0,91	0,65	0,84
	2010	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100	Media 2006-2100
Precipitación RCP 4,5 (mm/día)	0,93	0,88	0,83	0,74	0,76	0,75	0,75	0,78	0,65	0,98	0,79
Precipitación RCP 8,5 (mm/día)	1,00	0,79	0,83	0,80	0,74	0,72	0,55	0,60	0,55	0,56	0,71

7.2.2.1 Riesgo por sequías

El riesgo por sequías se analiza a partir del parámetro del máximo número de días consecutivos con una precipitación inferior a 1 mm/día, ya que es indicativo de la concurrencia de sequías prolongadas.

Como se puede observar a continuación (Figura 62, Tabla 366), en los escenarios futuros las sequías son más prolongadas, con valores medios de duración que se sitúan en 34,59 días según los datos históricos y aumentando hasta los 38,71 días en el escenario correspondiente a las emisiones intermedias (RCP 4,5) y hasta los 41,24 días en el escenario correspondiente a las emisiones altas (RCP 8,5). Asimismo, los valores máximos ascienden desde los 40 días según los datos históricos y hasta superar los 50 días en escenarios futuros.

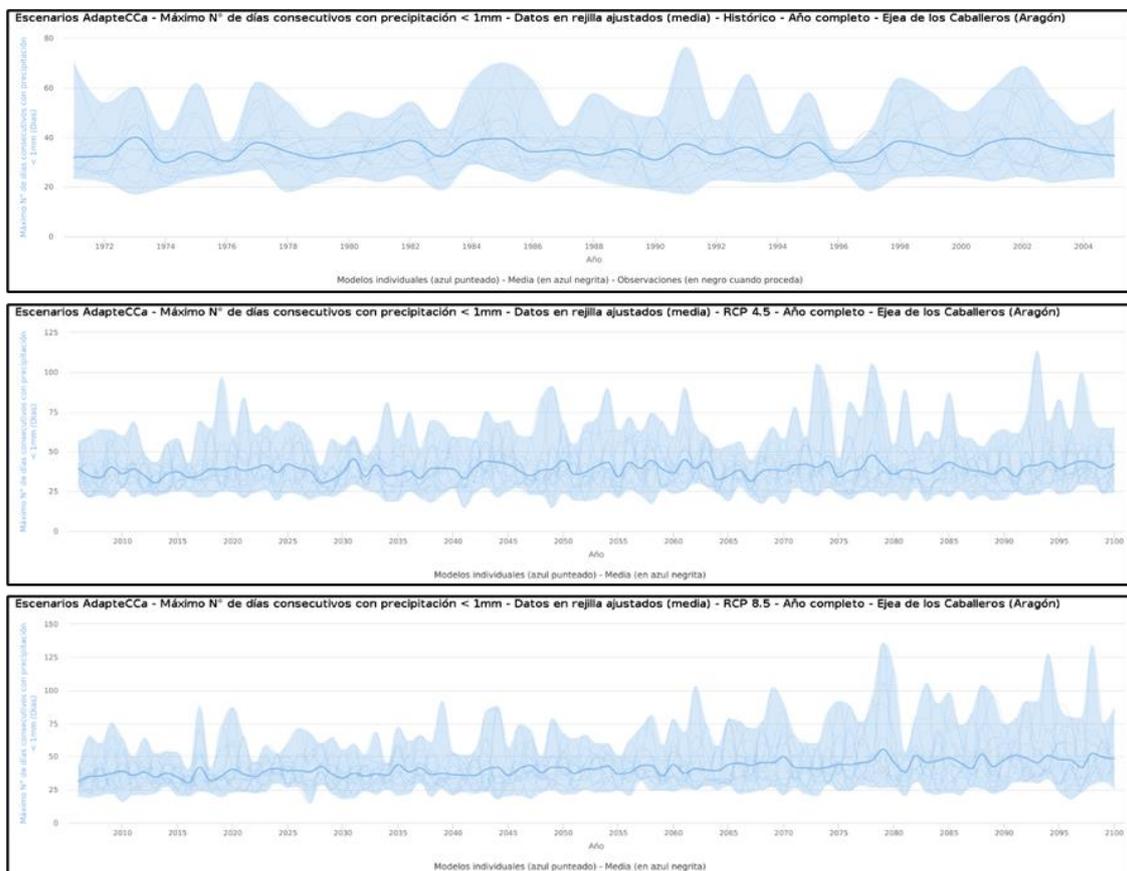


Figura 62. Serie temporal del máximo número de días consecutivos con una precipitación inferior a 1 mm/día. Datos históricos y predicción para los escenarios RCP 4,5 y RCP 8,5. Fuente: AdapteCCa, 2023.

Tabla 366. Máximo número de días consecutivos medio con una precipitación inferior a 1 mm/día. Datos históricos y predicción para los escenarios RCP4,5 y RCP8,5. Fuente: AdapteCCa, 2023.

	1977	1980	1983	1986	1989	1992	1995	1998	2001	2004	Media 1971-2005
Máximo número de días consecutivos con una precipitación inferior a 1 mm/año. Datos históricos (día)	37,8	33,2	32,2	34,0	35,3	33,0	37,8	38,3	38,0	34,0	34,59
	2010	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100	Media 2006-2100
Máximo número de días consecutivos con una precipitación inferior a 1 mm/año RCP 4,5 (día)	36,3	40,3	36,8	39,2	44,5	36,8	37,9	35,9	39,8	42,1	38,71
Máximo número de días consecutivos con una precipitación inferior a 1 mm/año RCP 8,5 (día)	38,8	40,3	33,8	36,5	41,9	43,6	50,1	46,0	47,3	48,4	41,24

7.2.2.2 Riesgo por precipitaciones extremas

El riesgo por precipitaciones en la zona de estudio se analiza a partir de la variable asociada a las precipitaciones extremas acumuladas en 5 días, cuya valoración para zonas agrícolas a nivel nacional en un futuro medio (2040-2070) y para el escenario correspondiente a emisiones altas (RCP 8,5) se presenta en la Figura 63.

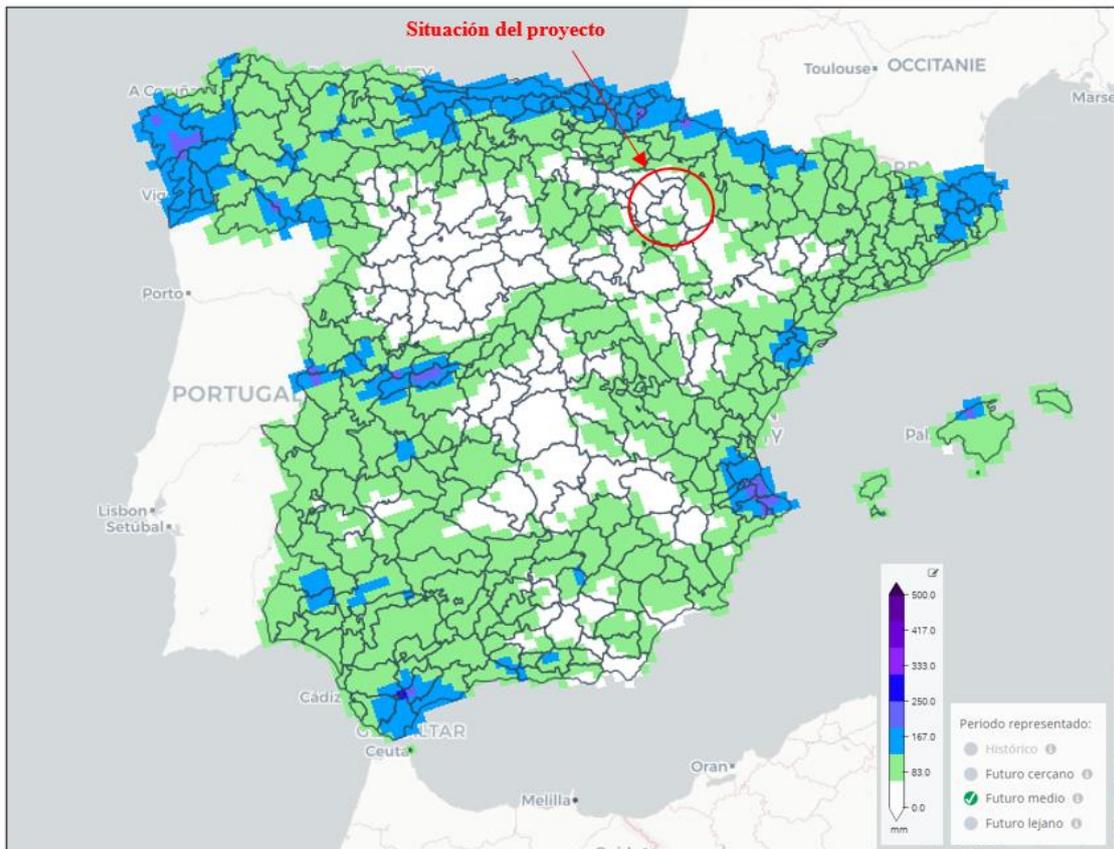


Figura 63. Mapa de precipitaciones máximas acumuladas en 5 días en las zonas agrícolas. Predicción a futuro medio y para el escenario RCP 8,5. Fuente: AdapteCCa, 2023.

La variación y tendencia del régimen de precipitaciones en el futuro se analiza a partir de la precipitación diaria por año en ambos escenarios en comparación con los datos históricos disponibles (Figura 64). Los datos históricos por su parte se sitúan, en general, entre 50 y 65 mm/día, mientras que los escenarios muestran valores máximos que ascienden hasta situarse entre 70 y 80 mm/día.

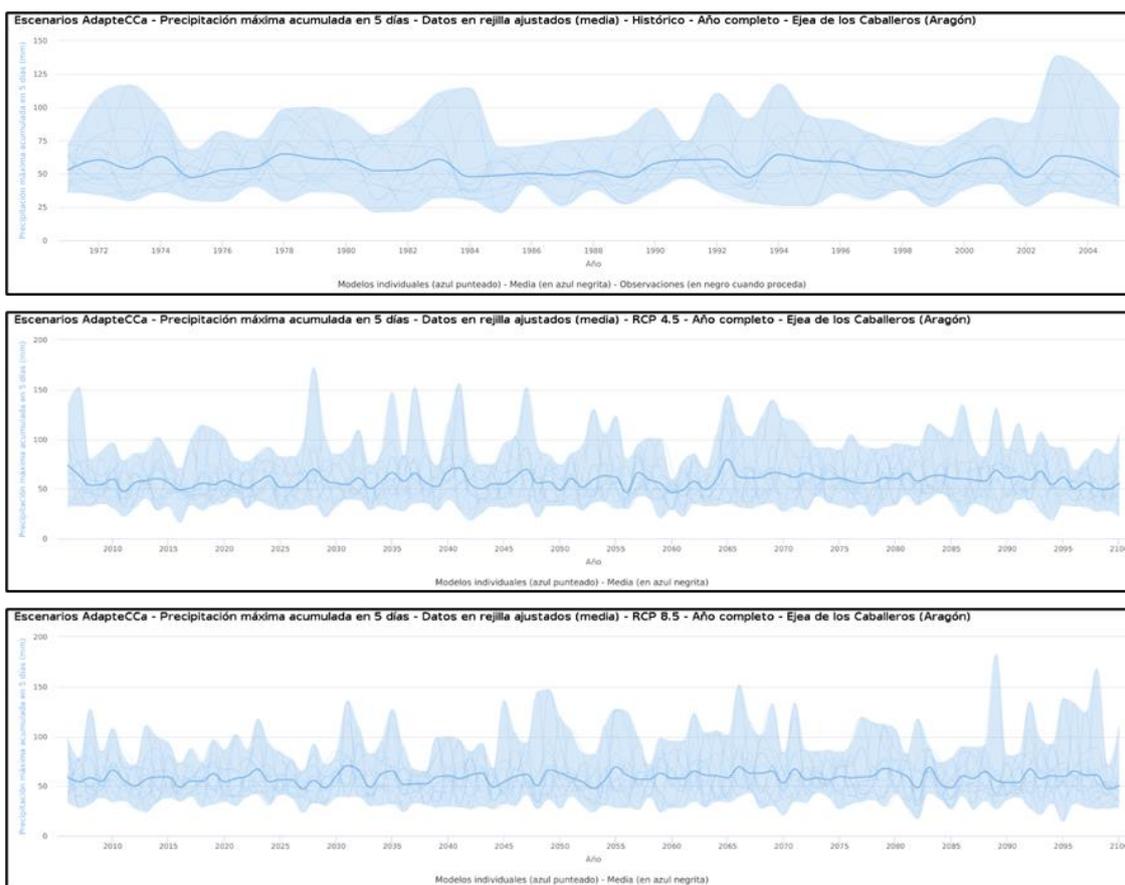


Figura 64. Serie temporal de la precipitación máxima acumulada en 5 días. Datos históricos y predicción para los escenarios RCP 4,5 y RCP 8,5. Fuente: AdapteCCA, 2023.

Por otro lado, si se comparan los valores medios de la precipitación máxima acumulable en 5 días (Tabla 377), se observa que se sitúa en 55,3 mm/día según los datos históricos, aumentando en 3,4 mm/día para el escenario correspondiente a las emisiones intermedias (RCP 4,5) y en 3,2 mm/día para el escenario correspondiente a las emisiones altas (RCP 8,5).

Tabla 377. Precipitación máxima media acumulada en 5 días. Datos históricos y predicción para los escenarios RCP 4,5 y RCP 8,5. Fuente: AdapteCCA, 2023.

	1977	1980	1983	1986	1989	1992	1995	1998	2001	2004	Media 1971-2005
Precipitación máxima acumulada en 5 días. Datos históricos (mm/día)	54,3	60,2	60,8	50,6	47,6	60,8	59,8	52,4	62,2	59,8	55,29
	2010	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100	Media 2006-2100
Precipitación máxima acumulada en 5 días RCP4,5 (mm/día)	60,1	58,2	55,9	68,1	49,0	46,6	64,9	60,6	61,1	56,1	58,70
Precipitación máxima acumulada en 5 días RCP8,5 (mm/día)	66,4	54,6	60,2	60,6	63,0	58,0	53,0	65,1	53,7	50,6	58,53

Otra de las variables a analizar en este apartado es la precipitación máxima en 24 horas (Figura 65). En este caso, se observa cómo, según los datos históricos, esta variable se sitúa entre 30 y 35 mm en su mayor parte, mientras que para ambos escenarios el valor medio de la precipitación máxima asciende hasta alcanzar los 40 mm.

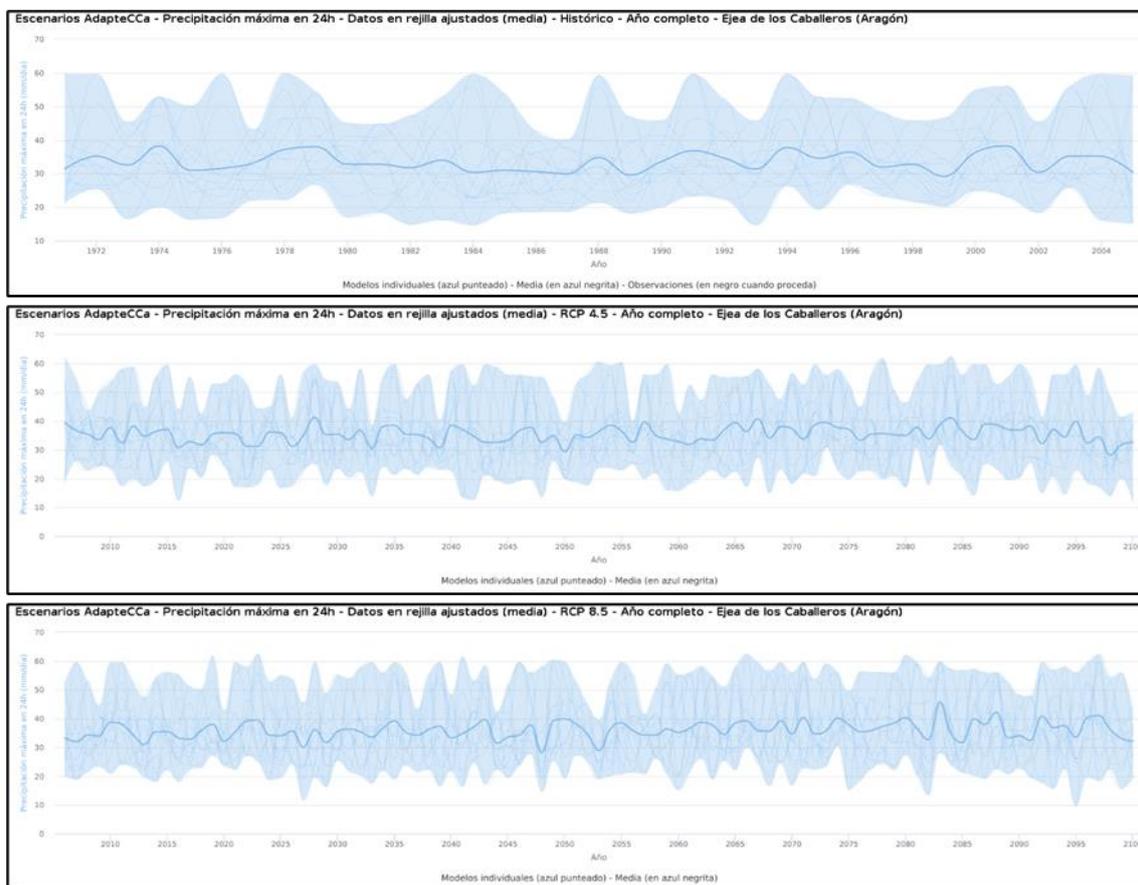


Figura 65. Serie temporal de la precipitación máxima en 24 horas. Datos históricos y predicción para los escenarios RCP 4,5 y RCP 8,5. Fuente: AdapteCCa, 2023.

Asimismo, si se comparan los valores medios de la precipitación máxima en 24 horas (Tabla 388), se observa que se sitúa en 33,44 mm/día según los datos históricos, aumentando en 1,97 mm/día para el escenario correspondiente a las emisiones intermedias (RCP 4,5) y en 2,54 mm/día para el escenario correspondiente a las emisiones altas (RCP 8,5).

Tabla 388. Precipitación máxima en 24 horas. Datos históricos y predicción para los escenarios RCP 4,5 y RCP 8,5.
Fuente: AdapteCCa, 2023.

	1977	1980	1983	1986	1989	1992	1995	1998	2001	2004	Media 1971-2005
Precipitación máxima en 24 horas. Datos históricos (mm/día)	33,1	32,7	34,0	30,5	29,5	34,5	34,6	32,7	38,2	35,1	33,44
	2010	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100	Media 2006-2100
Precipitación máxima en 24 horas RCP 4,5 (mm/día)	37,9	36,0	35,6	38,5	29,3	32,9	37,3	35,0	36,8	32,6	35,41
Precipitación máxima en 24 horas RCP 8,5 (mm/día)	38,7	32,2	35,4	33,3	39,9	35,2	34,8	40,3	34,1	32,1	35,98

Por último, se analizan las dos variables anteriores, la precipitación máxima acumulada en 5 días y la precipitación máxima en 24 horas como una anomalía absoluta de la variable en el periodo de verano, que ofrece la diferencia de ambas variables con los datos del escenario de referencia en el periodo 1971 a 2000, para comprobar si existe un descenso de los valores máximos.

En concreto, en la precipitación máxima acumulada en 5 días se observa como los valores son negativos en gran parte de la serie temporal de ambos escenarios analizados (Figura 66), obteniéndose, a lo largo del periodo analizado, una reducción de 0,8 mm/día para el escenario correspondiente a las emisiones intermedias (RCP 4,5) y de 5,6 mm/día para el escenario correspondiente a las emisiones altas (RCP 8,5).

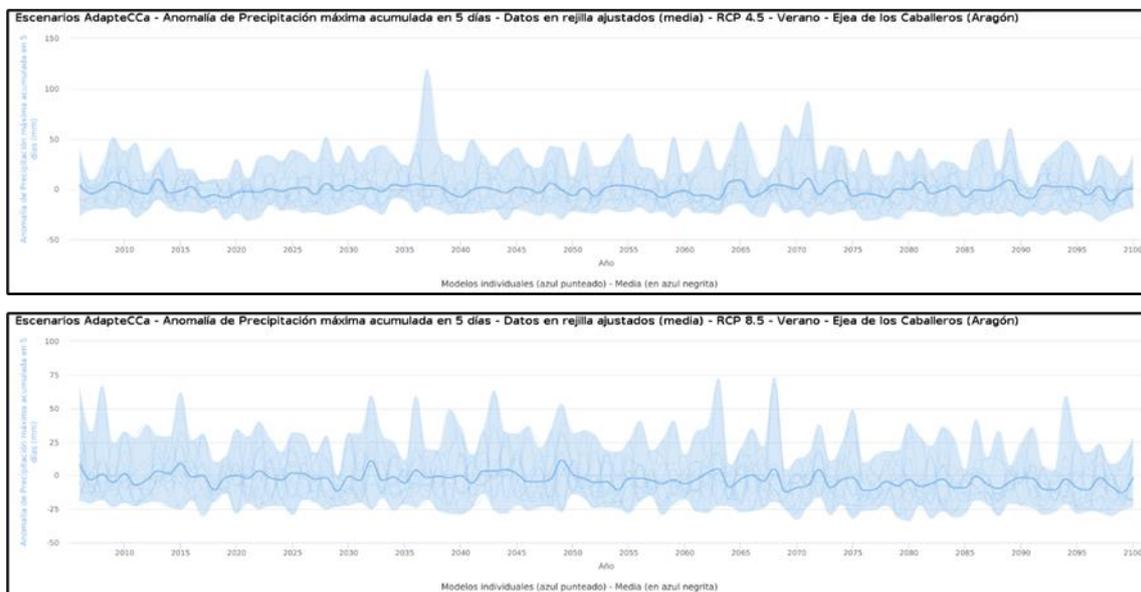


Figura 66. Serie temporal de la anomalía de precipitación máxima acumulada en 5 días en verano. Predicción para los escenarios RCP 4,5 y RCP 8,5. Fuente: AdapteCCa, 2023.

Por otro lado, en la precipitación máxima en 24 h (Figura 67) se observa cómo el valor medio de la diferencia entre los datos de referencia y los correspondientes al escenario de emisiones

intermedias se sitúa entre -0,5 mm/día y -1,5 mm/día en los escenarios. Asimismo, a lo largo del periodo analizado, se obtiene una reducción de 1,6 mm/día para el escenario correspondiente a las emisiones intermedias (RCP 4,5) y de 2,96 mm/día para el escenario correspondiente a las emisiones altas (RCP 8,5).

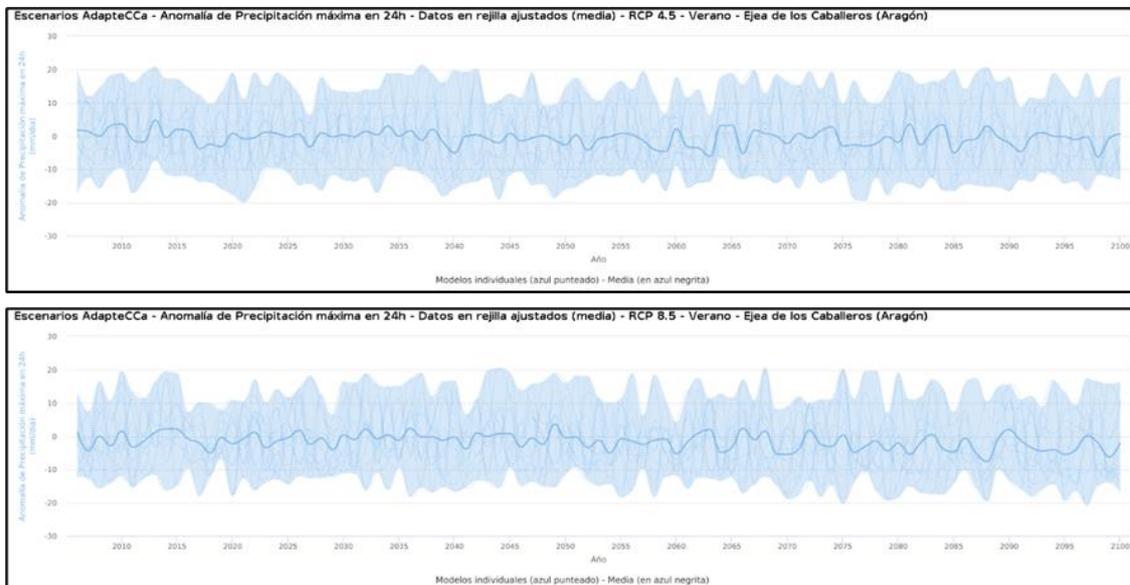


Figura 67. Serie temporal de la anomalía de precipitación máxima en 24 horas en verano. Predicción para los escenarios RCP4,5 y RCP8,5. Fuente: AdapteCCa, 2023.

7.2.3. Variación de la evapotranspiración potencial

A través de la evapotranspiración potencial (ETP) que, por definición, es la evapotranspiración que se produciría si la humedad del suelo y la cobertura vegetal estuvieran en condiciones óptimas y sin tener limitaciones en la disponibilidad de agua, podemos valorar el grado de aridez de una zona para cada una de las proyecciones en los diferentes escenarios.

En primer lugar, se muestra la evapotranspiración potencial prevista en un futuro medio (2040 a 2070) y para el escenario correspondiente a emisiones altas (RCP 8,5) para las zonas agrícolas a nivel nacional (Figura 68).

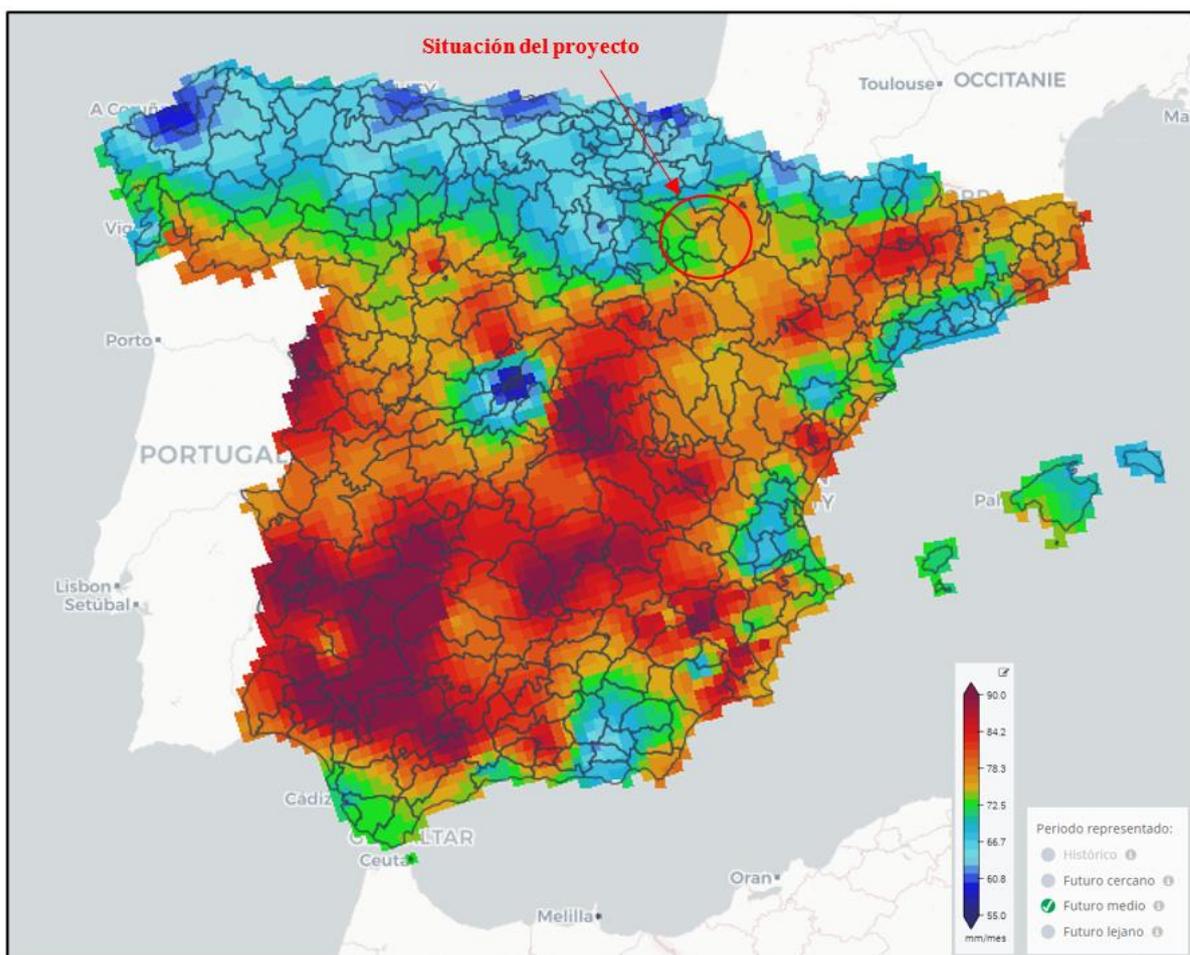


Figura 68. Mapa de evapotranspiración potencial en las zonas agrícolas. Predicción a futuro medio y para el escenario RCP 8,5. Fuente: AdapteCCa, 2023.

Respecto a los datos históricos de evapotranspiración potencial anual, se observa una evapotranspiración al alza en ambos escenarios analizados, siendo especialmente relevante el escenario correspondiente a emisiones altas (RCP 8,5). En concreto, los datos históricos reflejan una evapotranspiración que se sitúa por debajo de 70 mm/mes, ascendiendo hasta situarse por encima de los 80 mm/mes en el escenario RCP 8,5 (Figura 69).

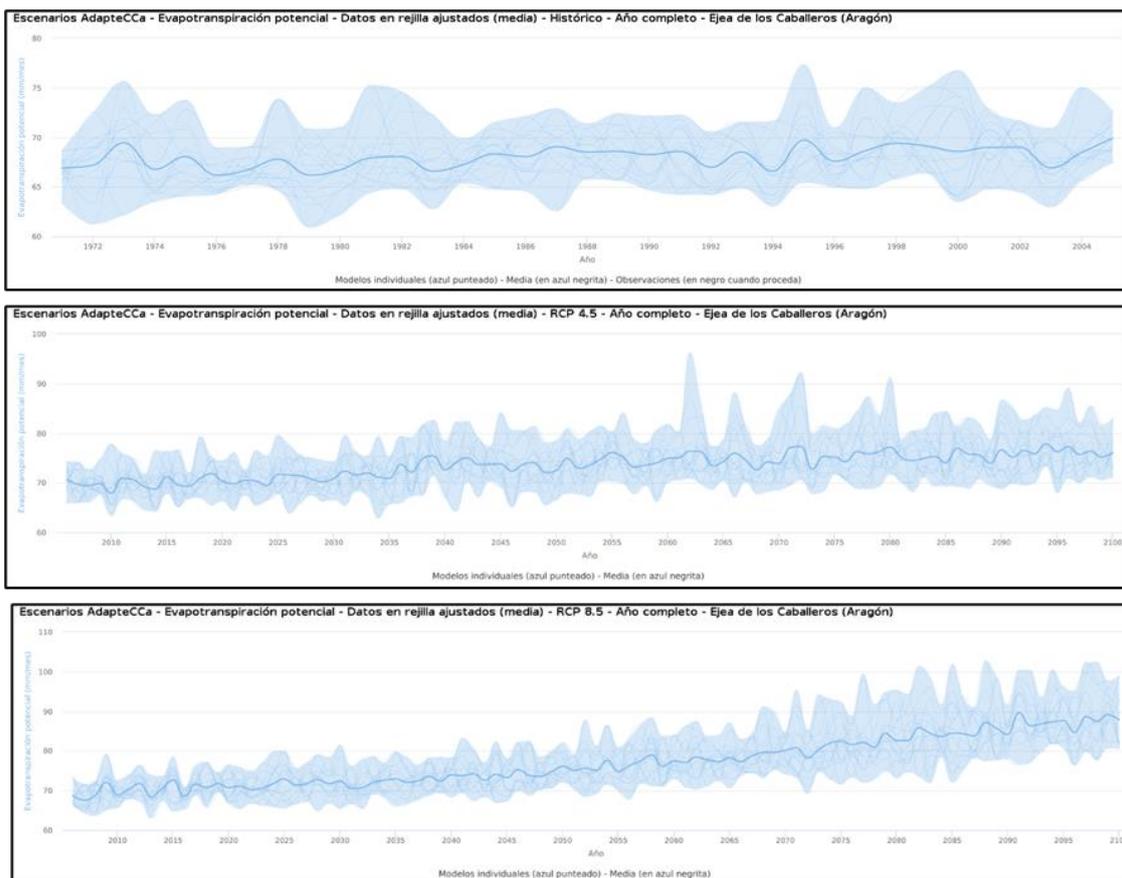


Figura 69. Serie temporal de la evapotranspiración potencial. Datos históricos y predicción para los escenarios RCP 4,5 y RCP 8,5. Fuente: AdapteCCa, 2023.

Asimismo, los valores medios anuales (Tabla 9) muestran como la evapotranspiración potencial, si se compara con los datos históricos, asciende en 5,5 mm/mes para el escenario correspondiente a las emisiones intermedias (RCP 4,5) y en 9 mm/mes para el escenario correspondiente a emisiones altas (RCP 8,5).

Tabla 49. Evapotranspiración potencial. Datos históricos y predicción para los escenarios RCP 4,5 y RCP 8,5. Fuente: AdapteCCa, 2023.

	1977	1980	1983	1986	1989	1992	1995	1998	2001	2004	Media 1971-2005
ETP. Datos históricos (mm/mes)	66,7	66,7	66,6	68,1	68,6	67,0	69,8	69,4	69,0	68,4	68,00
	2010	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100	Media 2006-2100
ETP RCP4,5 (mm/mes)	67,9	70,3	70,9	72,7	72,5	74,9	73,9	77,2	76,7	76,1	73,49
ETP RCP8,5 (mm/mes)	68,9	70,8	72,4	73,9	76,2	77,5	80,2	82,6	84,1	87,9	77,09

Dada la naturaleza del proyecto, se analizan, también, los datos y proyecciones de la evapotranspiración potencial en verano (Figura 70), meses en los que se condicionará en mayor medida la disponibilidad de agua y el incremento de las necesidades de riego. Igual que sucedía

con la ETP anual, se produce un aumento en la ETP en ambos escenarios con respecto a la situación actual, llegando a superar los 160 mm/mes en el escenario correspondiente a emisiones altas (RCP 8,5).

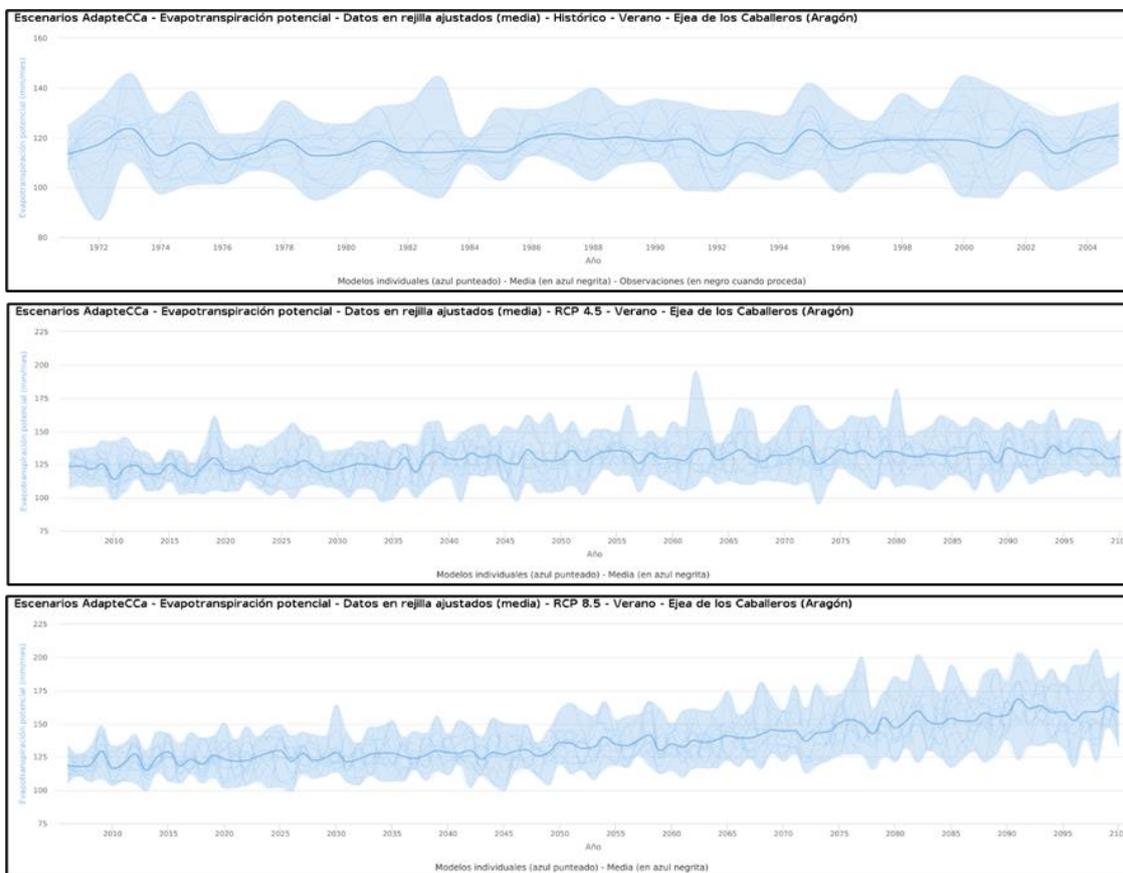


Figura 70. Serie temporal de la evapotranspiración potencial en verano. Datos históricos y predicción para los escenarios RCP 4,5 y RCP 8,5. Fuente: AdapteCCA, 2023.

Si se analiza la evapotranspiración potencial media en verano (Tabla 5050), también se observa que, con respecto a los datos históricos, la misma asciende en 11,6 mm/mes para el escenario correspondiente a las emisiones intermedias (RCP 4,5) y en 19,5 mm/mes para el escenario correspondiente a emisiones altas (RCP 8,5).

Tabla 50. Evapotranspiración potencial en verano. Datos históricos y predicción para los escenarios RCP 4,5 y RCP 8,5. Fuente: AdapteCCA, 2023.

	1977	1980	1983	1986	1989	1992	1995	1998	2001	2004	Media 1971-2005
ETP. Datos históricos (mm/mes)	113,8	113,9	114,0	119,9	120,3	112,7	123,1	119,3	116,0	118,8	117,24
	2010	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100	Media 2006-2100
ETP RCP 4,5 (mm/mes)	114,1	121,3	121,4	129,6	129,1	129,2	132,1	134,3	137,5	131,0	128,86
ETP RCP 8,5 (mm/mes)	116,2	123,3	128,3	128,5	136,0	135,0	144,3	146,7	156,3	158,7	136,73

Por tanto, las previsiones auguran un aumento del grado de aridez en la zona de estudio en los próximos años, condicionando la disponibilidad del agua y pudiendo verse reflejado en un incremento de las necesidades de riego.

7.2.4. Riesgo de inundación de origen fluvial

Respecto al riesgo de inundación de origen fluvial, las diferentes confederaciones hidrográficas estudian las áreas de riesgo potencial significativo (ARPS). Estos estudios generan el Sistema Nacional de Cartografía de Zonas inundables (SNCZI) para cada ARPS que incluye los Mapas de peligrosidad y riesgo para periodos de retorno de 10, 100 y 500 años.

A través del Real Decreto 903/2010, de 9 de julio, de *evaluación y gestión de riesgos de inundación*, que transpone el ordenamiento jurídico español la Directiva 2007/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2007, relativa a la *evaluación y gestión de los riesgos de inundación*, se coordinan las zonas inundables que se definen en la legislación de aguas, suelo y ordenación territorial y de Protección Civil.

Para definir estas zonas de inundación, se puso en marcha el Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI) a través del MITECO, estableciéndose como un instrumento de apoyo a la gestión del espacio fluvial y la prevención de riesgos.

Desde la Infraestructura de datos espaciales (IDE) del MITECO y el Sistema de Información Geográfica de la Confederación Hidrográfica del Ebro (SITEbro), se da acceso al usuario público a una amplia recopilación de recursos GIS que facilitan la evaluación de las zonas de inundación.

Para evaluar los efectos que tendría una eventual inundación de origen fluvial sobre las infraestructuras del proyecto en la Zona 2, a partir de la cartografía disponible, se han consultado las ARPSs, las zonas inundables, los mapas de *Peligrosidad de inundación fluvial* y de *Riesgo de inundación fluvial* para un periodo de retorno de 10 años, escenario de alta probabilidad de ocurrencia, y de 500 años, escenario de probabilidad baja o excepcional pero que representa la peor situación posible en caso de inundación, ya que es la situación en la que la avenida generada tiene mayor alcance y calado dentro de los tres escenarios de simulación.

Aplicando la ecuación de riesgo $1-[1-(1/T)]^N$ para ambos escenarios, teniendo en cuenta que la vida útil del proyecto se puede estimar en 50 años, por lo que $T=10$ y 500 años y $N=50$ años, se obtiene una probabilidad del 99,5% para el periodo de retorno de 10 años de alta probabilidad, pero menores consecuencias y del 9,5% para el periodo de retorno de 500 años de baja probabilidad, pero peores consecuencias de que la zona evaluada se vea inundada en este periodo de tiempo.

Por tanto, a partir de lo mencionado anteriormente, en primer lugar, se analizan las Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSI) establecidas en el Plan de Gestión del Riesgo de Inundación de la demarcación hidrográfica del Ebro del segundo ciclo (2022-2027) que puedan afectar al proyecto en la Zona 2 (Figura 71). Tal y como puede observarse, en el área del proyecto no se sitúa ninguna ARPSI, aunque próxima a ella se sitúan dos de los siete tramos que forman el ARPS número 19 del Arba (ES091_ARPS_ARB-02 y ES091_ARPS_ARB-03), al este asociado al núcleo urbano de Ejea de Los Caballeros.

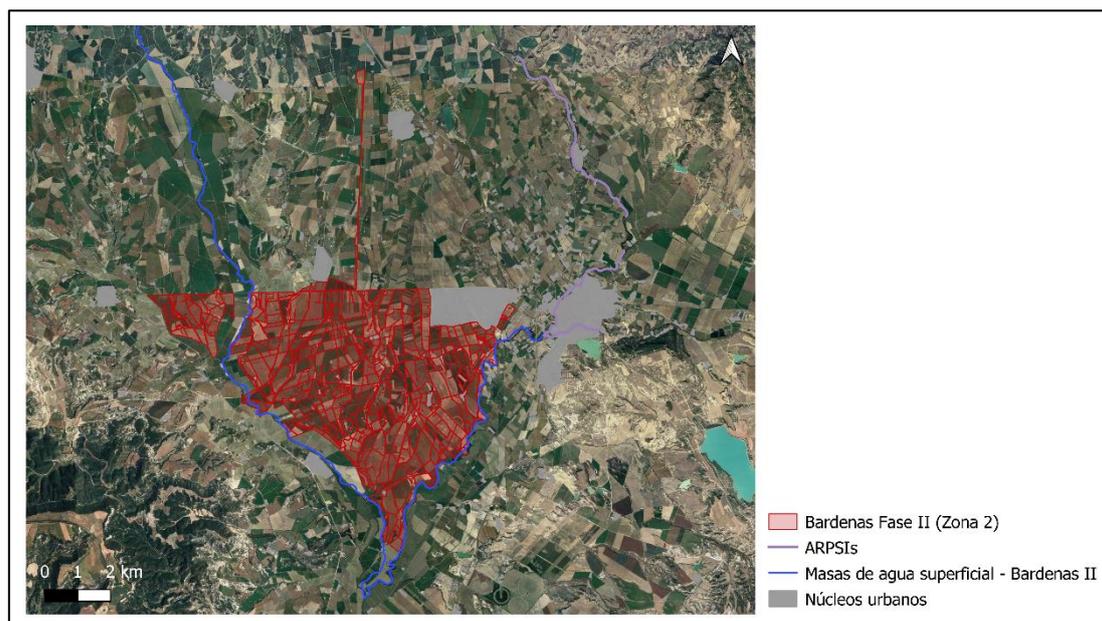


Figura 71. Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSIs) establecidas en el Plan de Gestión del Riesgo de Inundación de la demarcación hidrográfica del Ebro del segundo ciclo (2022-2027). Fuente: Elaboración propia a partir de la cartografía SIG del MITECO.

Asimismo, también se analiza la zona con riesgo de inundación para un periodo de retorno de 10 años, considerada como alta probabilidad de suceso, y de 500 años, baja probabilidad de suceso, pero mayores consecuencias (Figura 72, Figura 73). Para ambos periodos de retorno, las zonas con riesgo de inundación no se sitúan en el área del proyecto analizado, pero se observa una zona cercana asociada al núcleo urbano de Ejea de Los Caballeros.

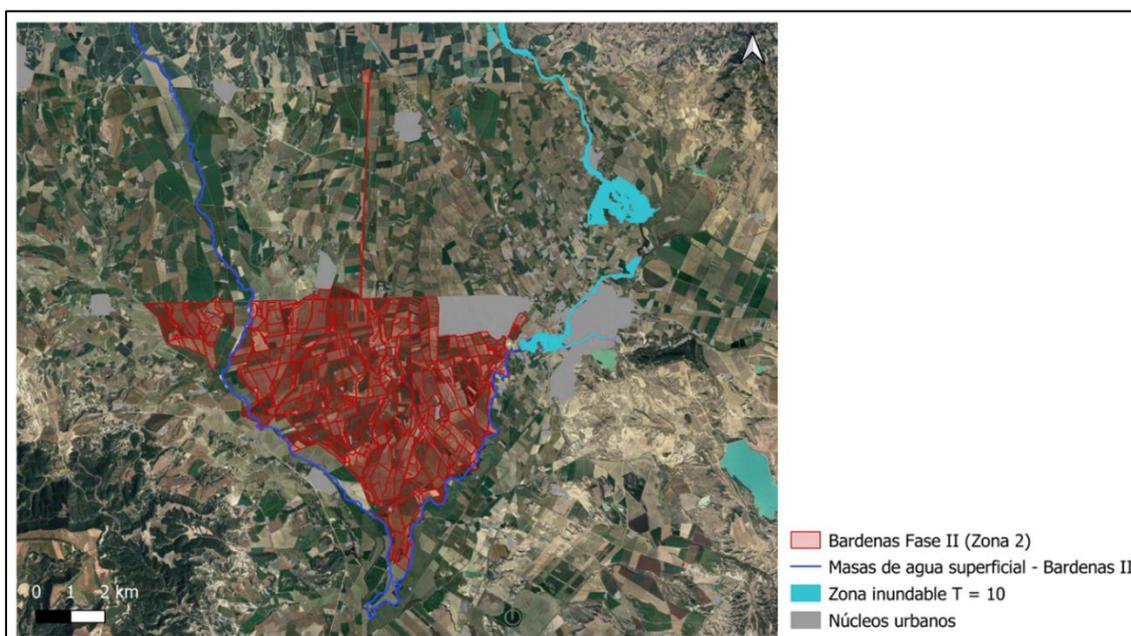


Figura 72. Zonas con riesgo de inundación para un periodo de retorno de 10 años establecidas en el Plan de Gestión del Riesgo de Inundación de la demarcación hidrográfica del Ebro del segundo ciclo (2022-2027). Fuente: Elaboración propia a partir de la cartografía SIG del MITECO.

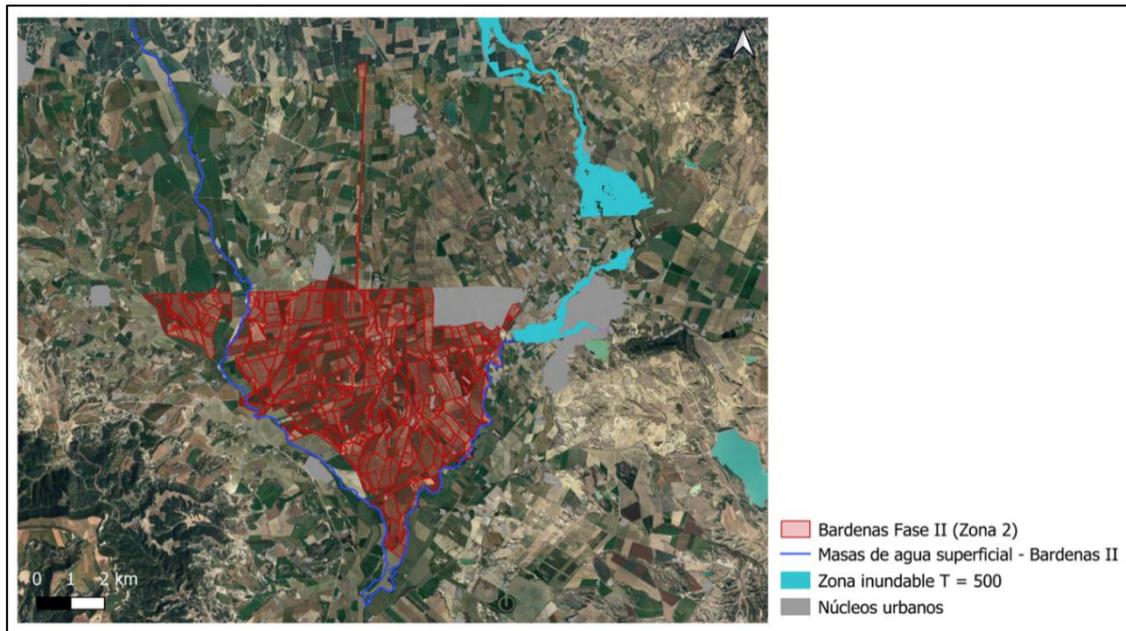


Figura 73. Zonas con riesgo de inundación para un periodo de retorno de 500 años establecidas en el Plan de Gestión del Riesgo de Inundación de la demarcación hidrográfica del Ebro del segundo ciclo (2022-2027). Fuente: Elaboración propia a partir de la cartografía SIG del MITECO.

Además, se analizan los mapas de riesgo de inundación fluvial y de peligrosidad de inundación fluvial para los periodos de retorno de 10 y 500 años que pudieran afectar a la zona del proyecto a partir de la cartografía mencionada. Se observa que la zona en la que se va a realizar el proyecto se encuentra fuera de riesgo y peligro, aunque se detectan zonas cercanas asociadas al núcleo urbano de Ejea de los Caballeros (Figura 74 a Figura 77).

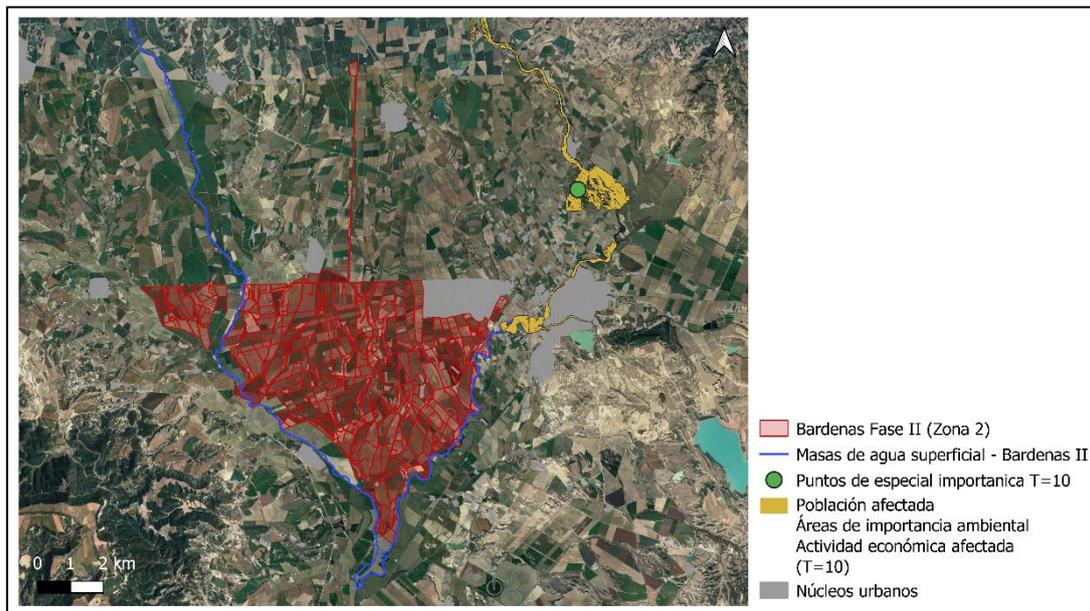


Figura 74. Mapa de riesgo de inundación fluvial para un periodo de retorno de 10 años establecidas en el Plan de Gestión del Riesgo de Inundación de la demarcación hidrográfica del Ebro del segundo ciclo (2022-2027). Fuente: Elaboración propia a partir de la cartografía GIS del MITECO.

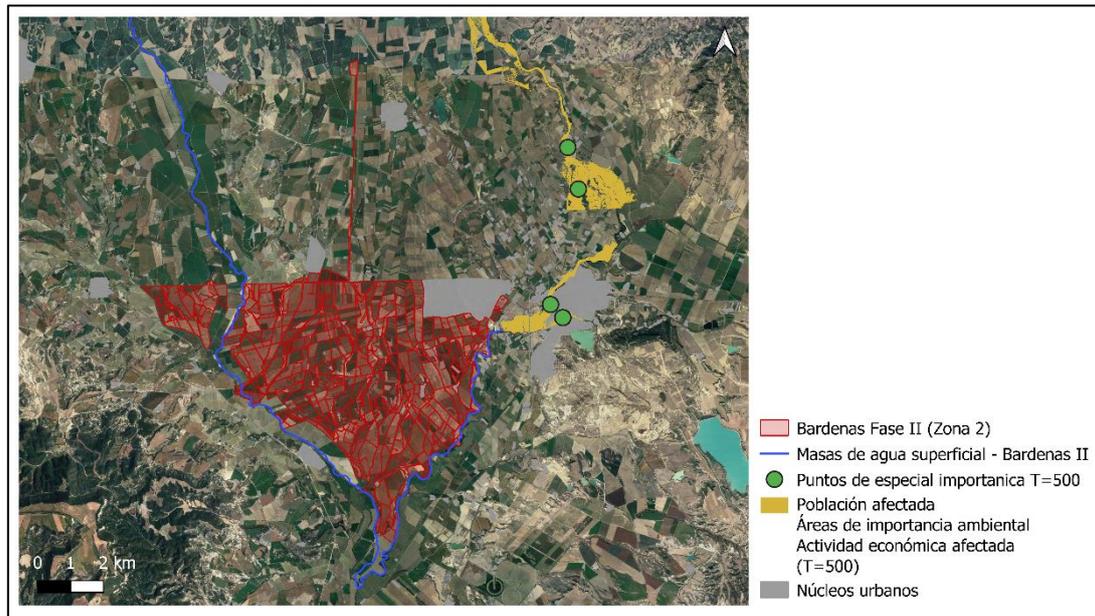


Figura 75. Mapa de riesgo de inundación fluvial para un periodo de retorno de 500 años establecidas en el Plan de Gestión del Riesgo de Inundación de la demarcación hidrográfica del Ebro del segundo ciclo (2022-2027). Fuente: Elaboración propia a partir de la cartografía GIS del MITECO.

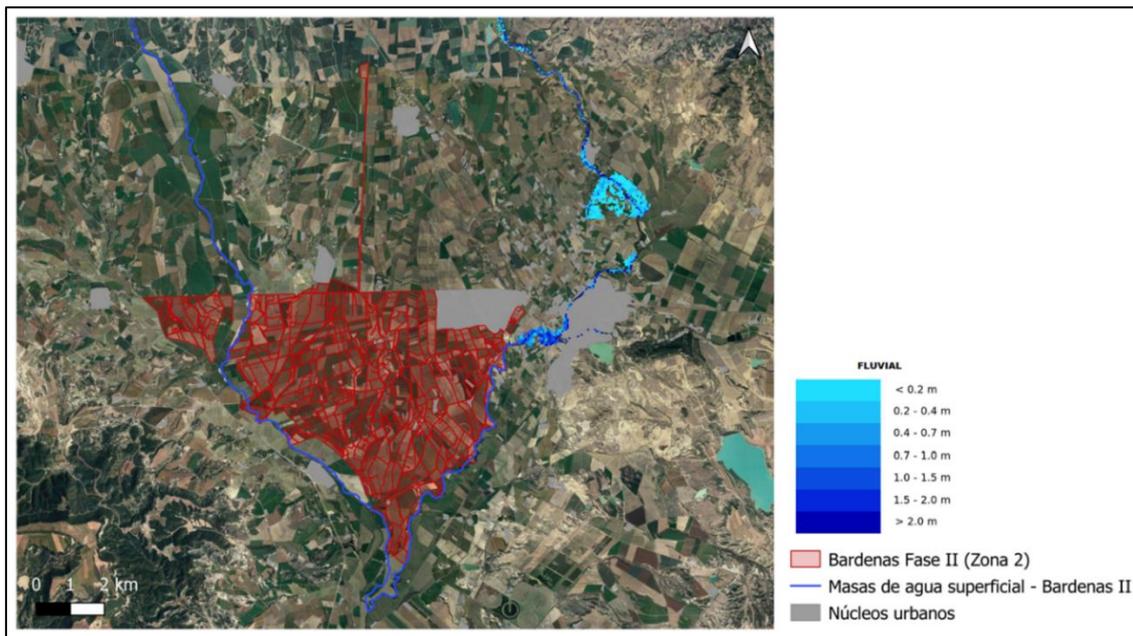


Figura 76. Mapa de peligrosidad de inundación para un periodo de retorno de 10 años establecidas en el Plan de Gestión del Riesgo de Inundación de la demarcación hidrográfica del Ebro del segundo ciclo (2022-2027). La escala corresponde al calado. Fuente: Elaboración propia a partir de la cartografía GIS del MITECO.

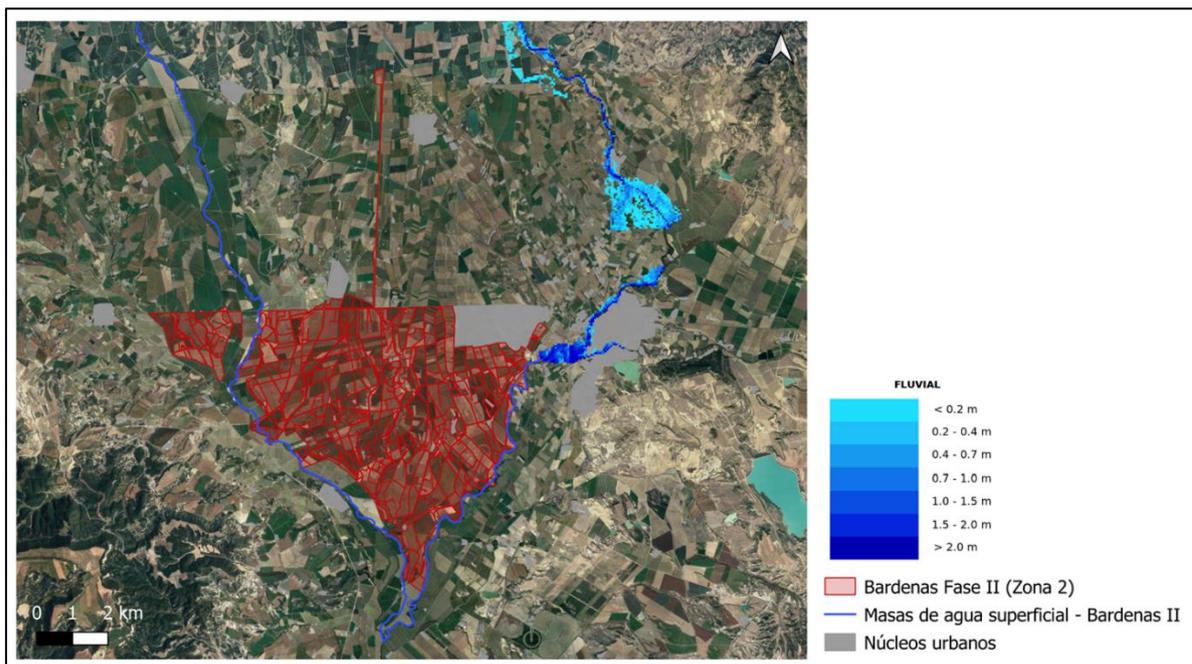


Figura 77. Mapa de peligrosidad de inundación para un periodo de retorno de 500 años establecidas en el Plan de Gestión del Riesgo de Inundación de la demarcación hidrográfica del Ebro del segundo ciclo (2022-2027). La escala corresponde al calado. Fuente: Elaboración propia a partir de la cartografía GIS del MITECO.

En conclusión, según se ha podido comprobar en las figuras ilustrativas, el área afectada por el proyecto no se encuentra incluida dentro de ninguna de las Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación definidas y caracterizadas en la Demarcación Hidrográfica del Ebro. Además, no se encuentra dentro de riesgos para la población y para las actividades económicas analizadas para las ARPSI del entorno. En base a esta información la zona del proyecto se considera susceptible al riesgo de inundación, aunque el núcleo urbano de Ejea de los Caballeros se localice en la cercanía.

7.2.5. Riesgo por fenómenos sísmicos

Para realizar la valoración que supone el riesgo de sismicidad en la zona de actuación se acude, en primer lugar, al Código Técnico de la Edificación (CTE), concretamente al Documento Básico de Seguridad Estructural (DB SE-CE), en su apartado 4 *Acciones accidentales*; donde se especifica que “Las acciones sísmicas están reguladas en la NSCE, Norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación”.

Dicha NCSE, se desarrolla a partir de la entrada en vigor del Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre, por el que se aprueba la *Norma de Construcción Sismorresistente: Parte general y edificación (NCSE-02)*.

Aquí se define la peligrosidad sísmica en el territorio nacional por medio del mapa de peligrosidad sísmica, adjunto a continuación (Figura 78), en el que se presenta la relación del valor de la aceleración sísmica básica (a_0) con el valor de la gravedad (g) y con el coeficiente de contribución (k); conjunto que tiene en cuenta la influencia de los distintos tipos de terremotos esperados en la peligrosidad sísmica en cada punto del territorio nacional.



Figura 78. Mapa sísmico de España (NCSE-02). Fuente: Norma de Construcción Sismorresistente: Parte general y edificación (NCSE-02). Ministerio de Fomento.

Según los coeficientes de sismicidad considerados por la NCSE-02, toda la zona de actuación se encuentra por debajo del coeficiente 0,04g, lo que a nivel geotécnico se define como zona de baja sismicidad, por lo que desde el punto de vista del nivel constructivo se considera despreciable.

Por otro lado, el riesgo de sismicidad también se evalúa a partir de la cartografía disponible en el Instituto Geográfico Nacional. En concreto, se consulta el Mapa de peligrosidad sísmica de España para un periodo de retorno de 475 años como una actualización revisada en el año 2015 del Mapa de Peligrosidad Sísmica de España 2012 (IGN, 2023) (Figura 79).

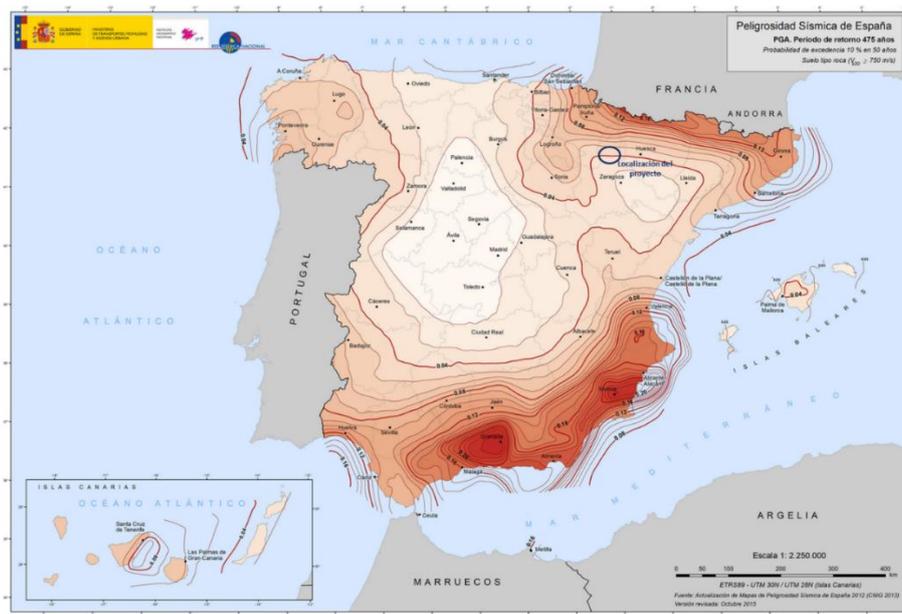


Figura 79. Mapa de peligrosidad sísmica de España 2015 (en valores de aceleración). Localización del proyecto marcada con un círculo azul. Fuente: Mapas de sismicidad y peligrosidad IGN.

A partir del detalle de peligrosidad sísmica en la ubicación del proyecto (Figura 80), el valor actualizado en 2015 de peligrosidad sísmica se sitúa entre 0,04g y 0,05g, por lo que el riesgo derivado por fenómenos sísmicos para la zona de estudio se puede decir que es de tipo muy bajo.



Figura 80. Detalle de peligrosidad sísmica en la ubicación del área del proyecto. Fuente: Mapas de sismicidad y peligrosidad IGN.

Finalmente, según el Plan Territorial de Protección Civil de Aragón, en el que se hace un análisis más detallado de la Comunidad Autónoma, se muestra que la susceptibilidad por peligrosidad referida a la escala macrosísmica europea (EMS) es baja para la zona de estudio, tal como se recoge a continuación (Figura 81).

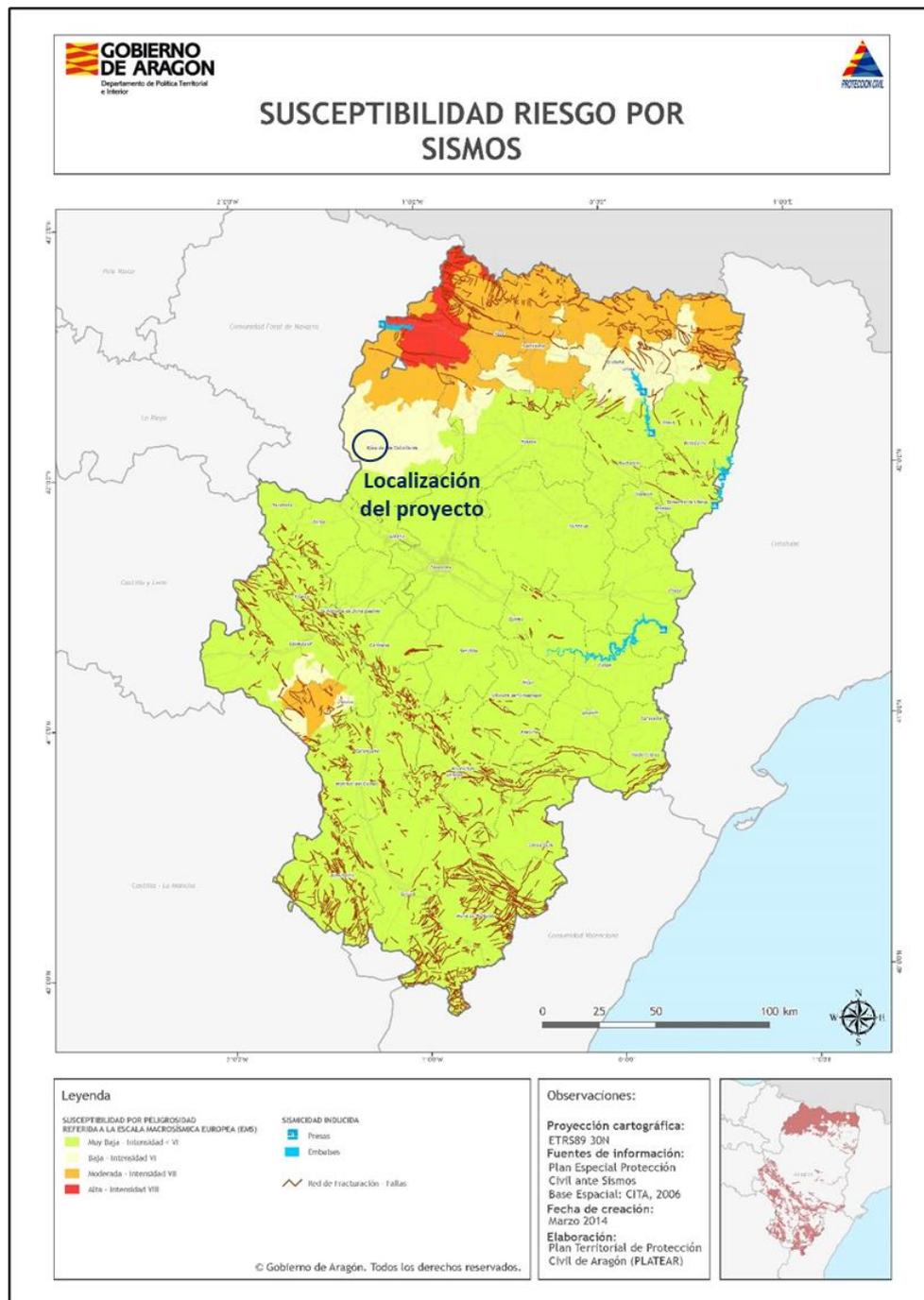


Figura 81. Mapa de susceptibilidad de riesgo por sismos en Aragón. Fuente: Plan Territorial de Protección Civil del Gobierno de Aragón (Anexo VI. Cartografía. Mapas de Riesgos).

Por tanto, el riesgo derivado por fenómenos sísmicos para la zona de estudio es bajo, tal y como se ha comprobado en las fuentes consultadas, por lo que la integridad de las instalaciones proyectadas no se encuentra comprometida por este tipo de catástrofes naturales.

7.2.6. Riesgo de incendio forestal

En este apartado se contempla el riesgo de incendio forestal, ya se causado de forma natural sin intervención humana, como los incendios que se originan por los rayos durante las tormentas.

De acuerdo con el Decreto 167/2018, de 9 de octubre, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el *Plan Especial de Protección Civil de Emergencias por Incendios Forestales (PROCINFO)*, se establecen las épocas de peligro a lo largo del año en función del riesgo meteorológico: época de peligro bajo, medio y alto. En estas épocas se valora la concurrencia de períodos prolongados en los que la vegetación y el terreno se encuentran secos junto con las altas temperaturas estivales y con la probabilidad de que se produzcan tormentas que desencadenen conatos de incendios.

Para desarrollar los planes de prevención, la Orden DRS/1521/2017, de 17 de julio, clasifica el territorio de la Comunidad Autónoma de Aragón en función de riesgo de incendio forestal y declara las zonas de alto y de medio riesgo de incendio forestal (Figura 82). Según el mapa de zonificación del riesgo de incendios forestales en Aragón, la zona donde se proyecta la modernización de regadío está clasificada de tipo 7 y, por tanto, caracterizada por su bajo-medio peligro, con importancia de protección baja.

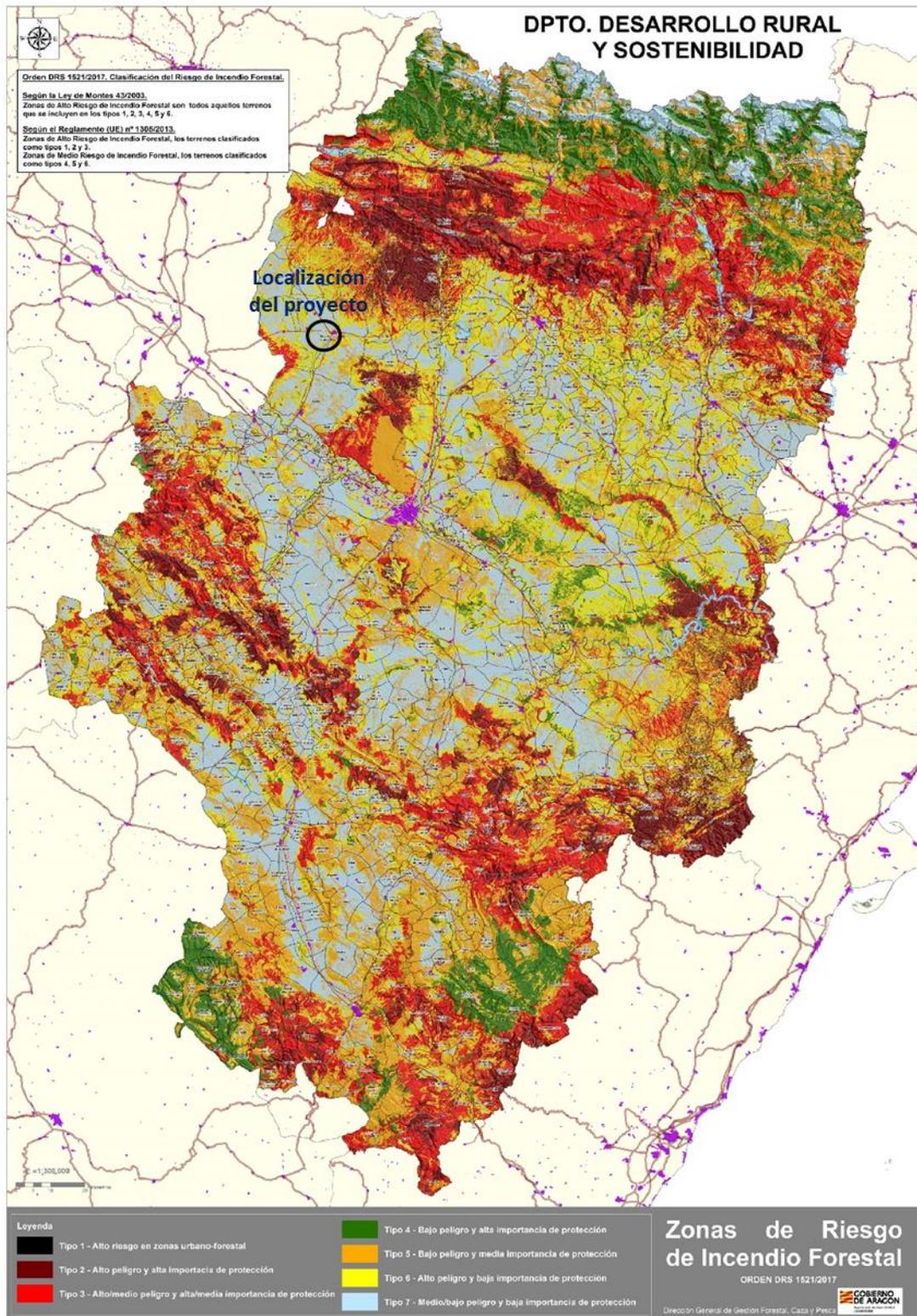


Figura 82. Mapa de zonificación del riesgo de incendios forestales en Aragón. Fuente: Plan Territorial de Protección Civil del Gobierno de Aragón (Anexo VI. Cartografía. Mapas de Riesgos).

7.3. Riesgo de accidentes graves

En este caso, los riesgos de accidentes graves son aquellos originados por accidentes tecnológicos o fallos en infraestructuras de tipo funcional o de estabilidad estructural que hayan sido ejecutadas en un proyecto.

Debido a la tipología del proyecto de modernización, se van a evaluar en este apartado los efectos de una posible rotura de la balsa de regulación prevista en la Zona 2 del proyecto, el riesgo de incendio que existe al utilizarse maquinaria potencialmente causante de deflagraciones tanto en la fase de ejecución como en la de explotación del proyecto y el riesgo por vertidos químicos debido a los posibles residuos a generar, principalmente en la fase de ejecución.

7.3.1. Rotura de la balsa

En este apartado se plantea el estudio de las consecuencias derivadas de una posible rotura del dique de cierre de la balsa que se ha diseñado para regular y almacenar el agua de riego en la zona del proyecto en su primera fase.

En el Anejo 6 “Estudio de las Alternativas”, se plantean aquellas alternativas que derivan en la Propuesta de Clasificación de la balsa, que es resultado de la valoración de los daños estimados sobre las vidas humanas, las infraestructuras, las propiedades y el medio ambiente de la zona.

A continuación, se expone el contenido de dicha propuesta para la balsa proyectada.

7.3.1.1 Introducción

La Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones (Directriz Básica en adelante), aprobada por acuerdo del Consejo de Ministros el 9 de diciembre de 1994 y publicada en el Boletín Oficial del Estado con fecha 14 de febrero de 1995, establece en su artículo 3.5.1.3. la obligatoriedad de que las presas se clasifiquen en categorías en función del riesgo potencial que pueda derivarse de su rotura o funcionamiento incorrecto. Asimismo, se establecen en ella los criterios fundamentales de clasificación, el procedimiento a seguir y determinadas obligaciones que, para los titulares de presas, se derivan de la categoría asignada.

Con la aprobación de la Directriz Básica de Protección Civil se establece la necesidad de clasificar las presas en función del riesgo potencial derivado de su posible rotura. Esta clasificación consiste en evaluar los daños inducidos por una eventual rotura de la presa, según los cuales las presas se pueden clasificar en tres categorías:

- **Categoría A:** Corresponde a las presas cuya rotura o funcionamiento incorrecto puede afectar gravemente a núcleos urbanos o servicios esenciales, o producir daños materiales o medioambientales muy importantes.
- **Categoría B:** Corresponde a las presas cuya rotura o funcionamiento incorrecto puede producir daños materiales o medioambientales importantes o afectar a un número reducido de viviendas.
- **Categoría C:** Corresponde a las presas cuya rotura o funcionamiento incorrecto puede producir daños materiales o medioambientales de moderada importancia y solo

incidentalmente pérdida de vidas humanas. En todo caso, a esta categoría pertenecerán todas las presas no incluidas en las Categorías A y B.

En la Orden Ministerial de 12 de marzo de 1996, por la que se aprueba el “Reglamento Técnico sobre Seguridad de Presas y Embalses”, publicada en el Boletín Oficial del Estado de fecha 30 de marzo de 1996, se establece en su artículo quinto que los titulares o concesionarios de todas las presas en servicio, independientemente de su titularidad dentro del ámbito de competencias del Estado, deben presentar a la Dirección General de Obras Hidráulicas y calidad de Aguas, en el plazo de un año desde la entrada en vigor de la Orden, la propuesta razonada de clasificación frente al riesgo en los términos previstos por la Directriz Básica y el Reglamento Técnico, debiendo resolver la Dirección General en un plazo máximo de 1 año.

A través del Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, quedan incluidas en el ámbito de aplicación de la seguridad de presas, embalses y balsas, además de todas las consideradas como gran presa, aquellas presas y balsas de altura superior a 5 metros o de capacidad de embalse mayor de 100.000 m³, de titularidad privada o pública, existentes, en construcción o que se vayan a construir, estando obligados a solicitar su clasificación y registro.

Para facilitar los criterios de clasificación, procedimientos y metodologías, el Área de Tecnología y Control de Estructuras de la Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas del Ministerio de Medio Ambiente redacta la “Guía Técnica para la Clasificación de Presas en Función del Riesgo Potencial”. La cual ha servido de guía para la redacción de la presente propuesta.

Más recientemente, en el Real Decreto 264/2021, de 13 de abril, se aprueban las Normas Técnicas de Seguridad para las presas y sus embalses.

El objeto de este apartado es estudiar los riesgos, daños y perjuicios derivados de la rotura de la balsa de regulación proyectada, así como realizar una propuesta de clasificación de la balsa de riego para el proyecto de modernización integral de la Comunidad de Regantes Nº V de los Riegos de Bardenas Zona 2. Esta clasificación se basará en una evolución progresiva de los daños potenciales, desde la categoría C hasta la A.

Los aspectos a analizar son, por tanto:

- Riesgo potencial a vidas humanas. Población en riesgo.
- Afecciones a servicios esenciales.
- Daños materiales.
- Daños medioambientales.

De acuerdo con la Guía Técnica para la clasificación de presas en función de su riesgo potencial, apartado 2 “criterios para la definición de categorías”, el elemento esencial para la clasificación es el relativo a la población y a las vidas humanas con riesgo potencial de afección por la hipotética rotura de la presa. Para ello, la Directriz define esta población con riesgo de una forma cualitativa según la afección potencial sea de tipo grave a núcleos urbanos (categoría A), afecte a un número reducido de viviendas (categoría B) o pudiera afectar solo incidentalmente a vidas humanas (categoría C). Como consecuencia debe partirse de que el elemento primordial en la

clasificación es la afección potencial a las vidas humanas, por lo que este es el primer aspecto que debe ser considerado en el proceso.

7.3.1.2 Características de la presa

La balsa riego para proyecto modernización integral de la Comunidad de Regantes Nº V de los Riegos de Bardenas Zona 2 se sitúa junto a la Acequia del Saso (A4), emplazada coincidentemente en la parcela 57 del polígono 103. La captación sucede por gravedad desde la propia Acequia del Saso (A4).

La altura máxima del terraplén respecto al fondo de la balsa será 7,7 m, con una altura de lámina de agua a N.M.N. de 6,4 m, quedando, por tanto, un resguardo de 1 m bajo la coronación. En dicha coronación se proyecta la construcción de un camino de 1076 m de longitud.

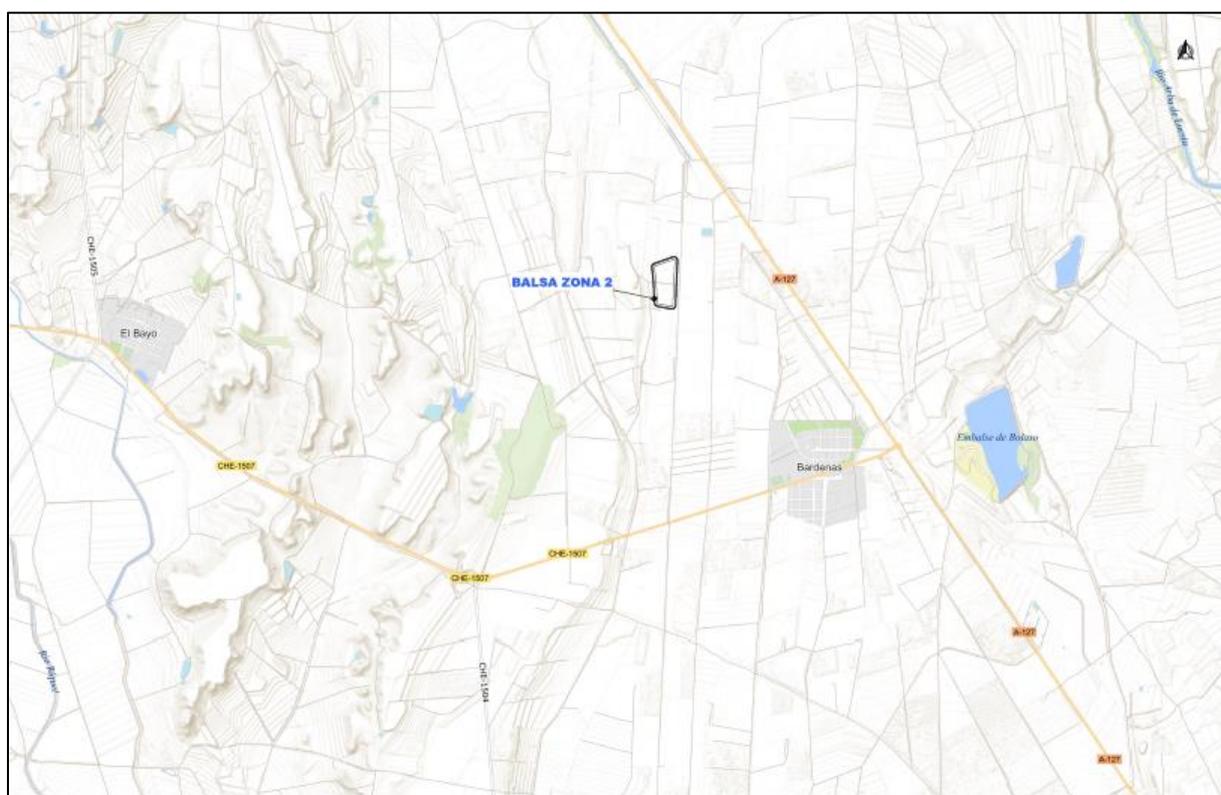


Figura 83. Plano de situación y emplazamiento de la balsa de regulación. Escala: 1:25.000. Fuente: Propuesta de clasificación de la balsa (Proyecto de modernización integral de la Comunidad de Regantes Nº V de los Riegos de Bardenas (Zona 2)).

Se ha evaluado la peligrosidad de la posible rotura obteniendo que el punto crítico en la determinación de la Clasificación es la inundación producida en la carretera autonómica que discurre al sur de la situación de la balsa proyectada, concretamente situada en el P.K. 2+200 de la carretera A-1203.

De este modo, se han estudiado tres posibles supuestos; con una altura interior de balsa de 7 m para todos los casos; que son los siguientes:

- Balsa compensando volúmenes de tierra: Cota de coronación: 402,1 m. Altura de talud balsa 7 m. Volumen movilizable aproximado: 424.730 m³.

- Cota de coronación: 400,1 m. Altura de talud balsa 5 m. Volumen movilizable aproximado: 289.600 m³.
- Cota de coronación: 398,1 m. Altura de talud de balsa 3 m. Volumen movilizable aproximado: 166.470 m³.

Se estudiaron los 3 escenarios planteados anteriormente comparando los hidrogramas de rotura en la balsa y rotura en la carretera, como se observa a continuación:

COMPARATIVA 3 SUPUESTOS

- Comparativa hidrograma de rotura en la balsa

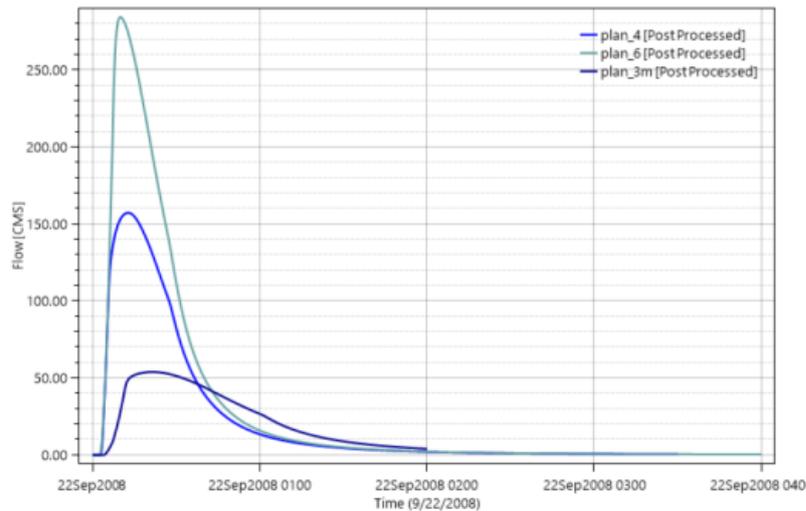


Figura 84. Hidrograma de rotura en la balsa según los 3 supuestos analizados (Altura de talud de la balsa = 3, 5 o 7 m).

- Comparativa hidrograma de rotura en la carretera

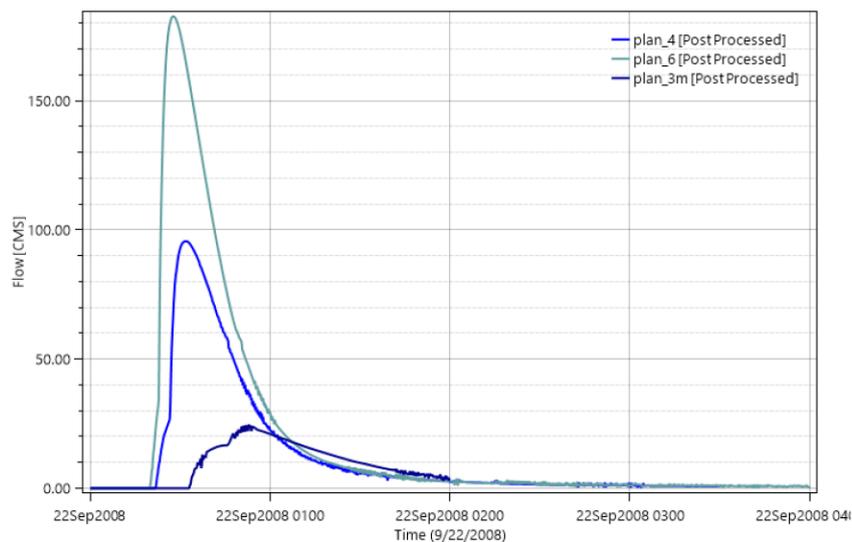


Figura 85. Hidrograma de rotura en la carretera según los 3 supuestos analizados (Altura de talud de la balsa = 3, 5 o 7 m).

De todo lo anterior se concluye que sólo con una altura de dique de 3 metros se consigue que la peligrosidad de la balsa sea de **categoría C**.

7.3.1.3 Relación de afecciones

En el anejo de “Propuesta de clasificación de la balsa”, y los planos de “Estudio de rotura potencial de la balsa” (envolvente de calados, envolvente de peligrosidad y envolvente de velocidad) se registran los resultados del avance de la onda de avenida para los valores máximos de calado y de velocidad registrados a lo largo de la simulación. Se consideran elementos afectados a los que son alcanzados en mayor o menor medida por la onda de avenida (calado en algún momento es mayor que cero). Un ejemplo de la simulación se puede observar en la siguiente figura:

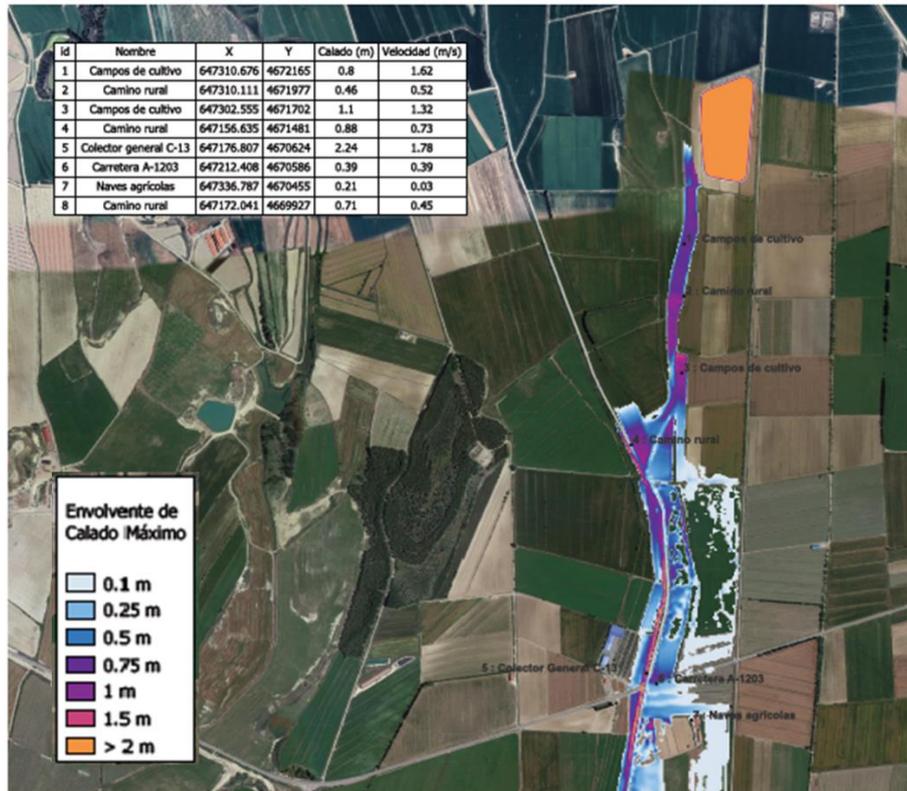


Figura 86. Mapa 1 (de 7) de la envolvente de calados, de la simulación de la rotura potencial de la balsa. Escala: 1:10.000. Fuente: Propuesta de clasificación de la balsa (Proyecto de modernización integral de la Comunidad de Regantes Nº V de los Riegos de Bardenas (Zona 2)).

7.3.1.4 Estudio de afecciones

Aplicando el artículo 9 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico que define la zona donde se puedan producir graves daños durante una avenida sobre personas y los bienes cuando se cumpla alguna de estas condiciones:

- Que el calado sea superior a 1.0 m
- Que la velocidad sea superior a 1.0 m/s
- Que el producto de ambas variables sea superior a 0.5

La valoración de los efectos de la onda de avenida de manera cualitativa se realiza de acuerdo con la Guía Técnica Para la Clasificación de Presas en Función de su Riesgo Potencial.

Se muestran, a continuación, las simulaciones de rotura de la balsa elegida como alternativa con una coronación cota de 398,1 y un talud de 3m, para evaluar los daños y afecciones en función de las variables mencionadas anteriormente en la zona de la autovía aragonesa A-1203, que cruza el recorrido de tubería desde la balsa hasta la zona de regadío (Figura 45):

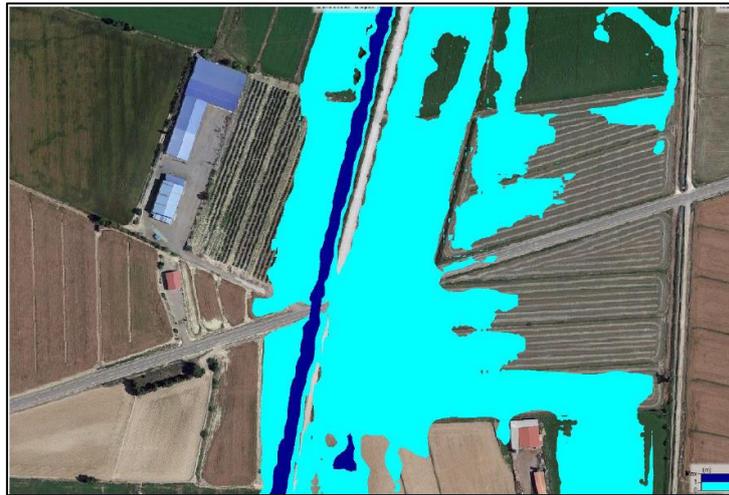


Figura 87. Calado en la zona afectada de la A-1203 (escala de color modificada para representar en azul oscuro calados de 1 m o más).

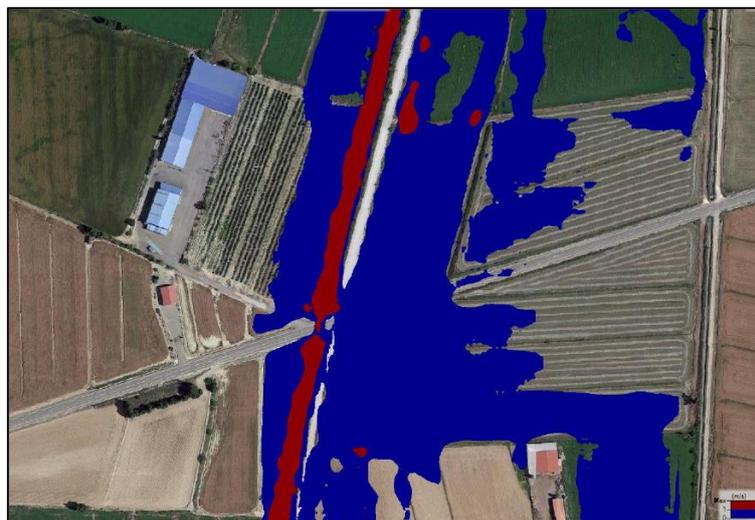


Figura 88. Velocidad en la zona afectada de la A-1203 (escala de color modificada para representar en rojo velocidades de 1 m³/s o más).

- **AFECCIONES A NÚCLEOS URBANOS Y PRESENCIA DE PERSONAS**

De los resultados del análisis se concluye que no se produce afección a ninguna vivienda habitada ni cascos urbanos.

En cuanto a la presencia de personas, los terrenos por los que discurriría la avenida son zonas agrícolas con presencia muy reducida en el tiempo por parte del personal que realiza las labores, por los que se considera que las pérdidas de vidas humanas que pudieran producirse serían accidentales.

- **SERVICIOS ESENCIALES**

No hay servicios esenciales que se vean afectados

- **DAÑOS MATERIALES**

Los únicos daños materiales que se producirían serían los asociados a los daños a cultivos, y a algún edificio agrícola y granja. Así como los ocasionados a los caminos y a las carreteras comarcales.

- **Carretera A-1203, desde Bardenas a El Bayo**

El marco situado en el PK 2.3 tiene capacidad suficiente para evacuar la onda de avenida que llega a través de la acequia en tierra, sin producirse rebase del mismo. Sin embargo, debido a la pendiente del terreno, hay un tramo de la carretera que se ve afectado por una segunda ola que avanza más lentamente y posteriormente a la entrada en funcionamiento del marco, por la izquierda del mismo, inundando la carretera en un tramo de unos 100 m. En cualquier caso, los calados y velocidades en este tramo son muy reducidos, sin superar en ningún momento 1m de altura o 1m/s de velocidad.

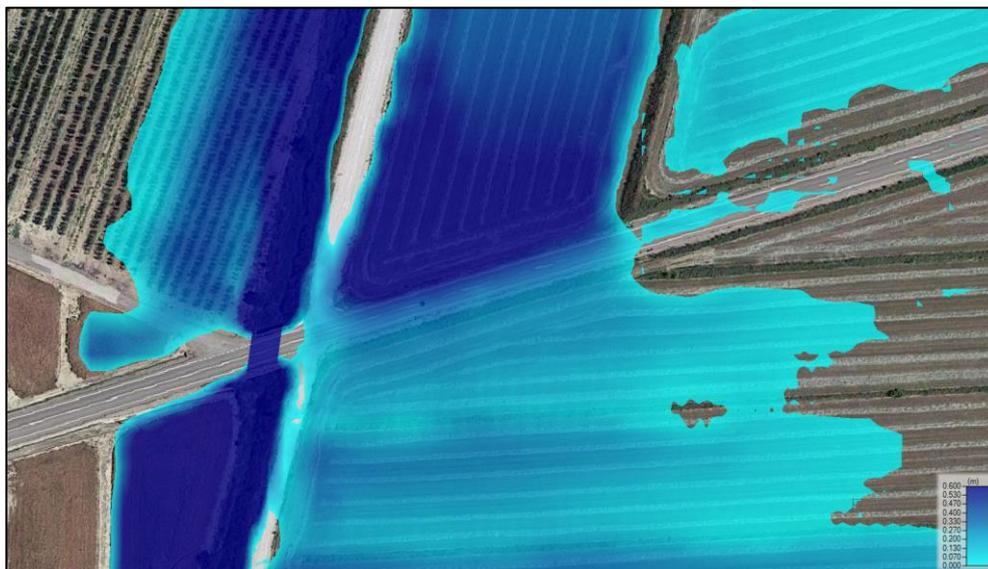


Figura 89. Detalle de zona afectada en la carretera A-1203, obtenida del modelo con HEC-RAS.



Figura 90. Detalle de zona afectada por la inundación en la carretera A-1203.

- **Carretera A-125, desde Ejea de los Caballeros a Valareña**

Esta carretera dispone de una obra de drenaje transversal (marco) que es capaz de evacuar el flujo de agua resultante de la rotura sin dificultades.

- **Caminos rurales y de acceso a fincas**

Los daños materiales se clasifican como moderados ya que sólo en algún punto las condiciones hidráulicas pueden producir daños graves sobre los bienes.

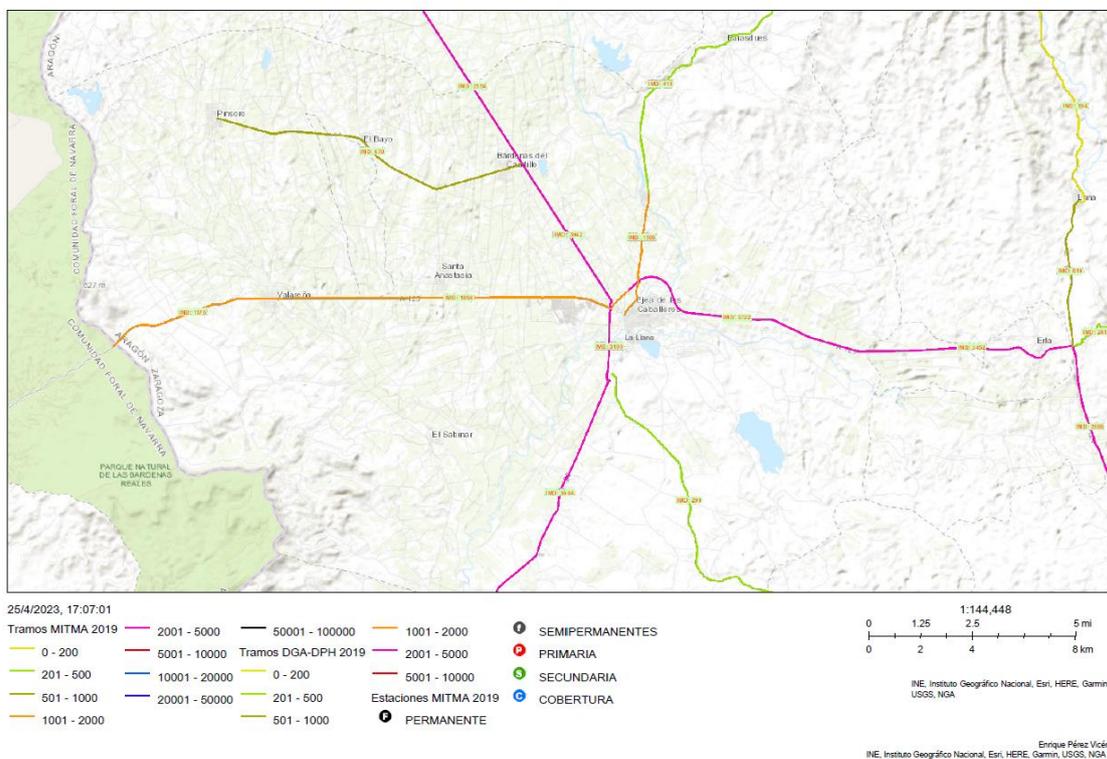


Figura 91. Mapa de tráfico de Aragón en la región donde se localiza la zona de estudio.

- Cultivos de regadío

La superficie en la que en algún momento el calado es mayor de 0, es decir, llega a mojarse no supera las 1.000 Ha.

La Guía Técnica califica los daños materiales como moderados si la superficie afectada es <3000 ha de seco y < 1000 ha de regadío. Por lo tanto, estos daños son considerados moderados.

- Cultivos de secano

La superficie en la que en algún momento el calado es mayor de 0, es decir, llega a mojarse no supera las 3.000 Ha.

La Guía Técnica califica los daños materiales como moderados si la superficie afectada es <3000 ha de seco y < 1000 ha de regadío. Por lo tanto, estos daños son considerados moderados.

- Industrias y propiedades rústicas

Los daños a industrias y propiedades rústicas se consideran también moderados (< de 10 instalaciones).

• DAÑOS MEDIOAMBIENTALES

No se advierten daños medioambientales.

7.3.1.5 Conclusiones clasificación en función del riesgo potencial

Según la evaluación de afecciones desarrollada en el apartado anterior del presente documento, se concluye que tras la rotura:

- No se producen daños materiales importantes
- No hay afecciones a núcleos de población ni viviendas aisladas
- Se puede producir la pérdida de vidas humanas sólo incidentalmente
- No hay afecciones graves a servicios esenciales
- No se advierten daños medioambientales

Por todo lo anterior, se propone la clasificación de la **Balsa de riego** para el *Proyecto de Modernización Integral de la Comunidad de Regantes Nº V de los Riegos de Bardenas (Zona 2)* como **Categoría C**.

Categoría C: La rotura o funcionamiento incorrecto puede producir daños materiales de moderada importancia y solo incidentalmente pérdida de vidas humanas. No afecta a vivienda alguna y tampoco afecta de manera grave a ningún servicio esencial.

De este modo, una vez realizado este estudio sobre la balsa, se dio cuenta de las alternativas de la Balsa en la zona 2, a la Junta de Gobierno que en la **JUNTA DE GOBIERNO CELEBRADA EL DÍA 17 DE MAYO 2023 de la Comunidad** entre uno de sus acuerdos aprobó:

“Se da cuenta de las alternativas de la Balsa en la zona 2, la cual una de ellas se realizaría compensando volúmenes de tierra, obteniendo una propuesta de clasificación de esta Balsa tipo B. La otra alternativa sería realizar la balsa totalmente excavada con una propuesta de

clasificación de esta Balsa tipo C. La diferencia de precio entre ambas balsas es de 700.000 € más la alternativa de la Balsa con clasificación C. Una vez explicadas las exigencias de cada una de las Balsas así como los riegos que conllevan cada una. **La Junta de Gobierno a pesar del sobrecoste acuerda realizar el diseño de la Balsa como C, con el objetivo de estar del lado de la seguridad."**

7.3.2. Incendios

La presencia del personal de obra y de maquinaria en un espacio natural con vegetación conlleva la posibilidad de que se produzcan incendios forestales, sobre todo durante la fase de construcción del proyecto, durante la que se emplea un mayor número de máquinas en ubicaciones dispersas que, en conjunto, abarcan más superficie aumentando el riesgo entendido como una probabilidad.

Aunque podrían producirse conatos de incendio de forma accidental durante la ejecución de las obras o por actuaciones negligentes por parte del personal de la obra, la posibilidad de que esto desemboque en un incendio se valora como baja, dado que en toda obra son de aplicación las correspondientes medidas preventivas que minimizan el riesgo de incendio.

Asimismo, de acuerdo con lo establecido en la Orden DRS/1521/2017, de 17 de julio, por el clasifica el territorio de la Comunidad Autónoma de Aragón en función de riesgo de incendio forestal, la zona donde se proyecta la modernización del riego, tal y como se desarrolla en el apartado 7.2.6. del presente informe, está clasificada de tipo 7, y por tanto caracterizado por su bajo-medio peligro e importancia de protección baja, por lo que no será necesario tomar medidas adicionales para prevenir incendios.

En caso de que llegase a producirse un incendio, como la zona del proyecto se encuentra destinada a cultivos de regadío, con escasa presencia de terreno forestal, arbolado, matorrales y arbustos, las consecuencias no se prevén de gran relevancia. Además, los caminos agrícolas que comunican las parcelas de cultivo se encontrarán libres de vegetación, pudiendo actuar de cortafuegos limitando la propagación de cualquier conato de incendio.

Por todo lo anterior, no se prevé que la explotación de este proyecto suponga cambios en los usos del suelo, modificación de los cultivos o prácticas agrícolas que incrementen el riesgo sobre las personas, sus bienes o el medio ambiente como consecuencia de que se produzca un incendio.

Aun así, en caso de conato de incendio, es muy importante la prevención y extinción inmediata de estos, para evitar desastres naturales.

Como medida preventiva y de seguridad se recomienda la colocación de extintores polivalentes ABC de 6 kg en la estación de filtrado. Se dispondrá también extintores de CO₂ de 6 Kg junto a los cuadros generales de mando y protección de las instalaciones eléctrica de las naves.

Finalmente, será recomendable contar con un plan de prevención y control en caso de incendio para la correcta actuación y coordinación con los equipos de protección civil de la Comarca de las Cinco Villas, así como un programa de prevención y actuación ante situaciones de emergencia identificando la repercusión ambiental y medidas de control para prevenir, minimizar o eliminar los riegos asociados.

7.3.3. Riesgo por vertidos químicos

La alteración de la calidad del suelo puede ser ocasionada por una mala gestión de los materiales y productos usados, y de los residuos generados durante las obras, así como por vertidos accidentales sobre el suelo.

Por ello, es recomendable realizar una adecuada conservación y mantenimiento de herramientas e instalaciones para evitar fugas, emisiones y pérdidas de energía, como también aplicar un plan de mantenimiento con inspecciones periódicas.

Asimismo, se garantizará el correcto mantenimiento de la maquinaria de obra con objeto de evitar derrames de combustibles o aceites y se evitará la realización de las operaciones de limpieza y mantenimiento de vehículos y maquinaria en obra. Estas operaciones deberán ser realizadas en talleres, gasolineras o locales autorizados, donde los vertidos generados sean convenientemente gestionados.

Se puede producir contaminación por vertidos, posibles fugas puntuales de la maquinaria empleada en la construcción del proyecto, así como una incorrecta gestión de los residuos generados en las obras.

Por otro lado, los trabajos de obra civil pueden suponer un riesgo de contaminación de los suelos por vertidos accidentales de hormigón, acontecidos por las labores de hormigonado y limpieza de las cubas o canaletas de las hormigoneras en zonas no habilitadas para ello, con la consiguiente alteración de las características fisicoquímicas del suelo.

Los materiales empleados y los residuos generados en este tipo de proyectos que, por vertido accidental o incorrecto almacenamiento, pueden provocar la contaminación de los suelos, son los típicos de la construcción urbana, esto es, hormigón, áridos, aceites, lubricantes, disolventes, combustibles de la maquinaria, etc.

En cuanto a residuos peligrosos, se generarán en muy pequeñas cantidades. Además, debe considerarse que la mayor parte de los mismos tienen su origen en el uso de maquinaria y que el mantenimiento de la misma no se realizará en el ámbito de las obras, sino que se llevará a cabo en talleres. No obstante, todos los residuos peligrosos que se generen en el ámbito de las obras serán debidamente almacenados y se entregarán a un gestor autorizado.

Finalmente, se considera que se tomarán todas las medidas para minimizar el riesgo de vertidos químicos, por lo que se considera este riesgo como muy bajo.

7.4. Vulnerabilidad del proyecto

Tomando en consideración todos los datos obtenidos en cada uno de los apartados anteriores relativos a los riesgos relacionados con el clima (naturales) y los originados por las actividades y la tipología del proyecto (tecnológicos), se establece a continuación cuál es la vulnerabilidad del proyecto valorando cada punto analizado.

7.4.1. Vulnerabilidad frente al riesgo de catástrofes

7.4.1.1 Peligros relacionados con el clima

Frente al riesgo de que se produzcan fenómenos relacionados con el clima, se considera que la **vulnerabilidad es moderada**, puesto que en la zona de estudio se han identificado incrementos de la duración de las olas de calor, de las temperaturas máximas y extremas, de la evapotranspiración y la reducción de las precipitaciones. Sin embargo, estos incrementos analizados desde una proyección entre la actualidad hasta el año 2100, no tienen una magnitud tal que imposibiliten el desarrollo de medidas que permitan adaptarse a las condiciones climáticas previstas, tal como se expone en el apartado de *Medidas de adaptación frente a los riesgos identificados* (7.4.3).

7.4.1.2 Riesgo de inundación fluvial

Tal y como se analiza en el apartado 7.2.4. del presente informe, el área afectada por el proyecto en su primera fase no se encuentra incluida dentro de ninguna de las Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación definidas y caracterizadas en la demarcación hidrográfica del Ebro. Además, no se encuentra dentro de riesgos para la población y para las actividades económicas analizadas para las ARPSI del entorno.

Por tanto, se deduce que la **vulnerabilidad** del proyecto frente a una eventual situación de catástrofe derivada de inundación fluvial es **muy baja**.

7.4.1.3 Riesgo por fenómenos sísmicos

Respecto al riesgo de sismicidad, se considera con una **vulnerabilidad muy baja**, pues se encuentra en una zona de sismicidad muy reducida, según las fuentes consultadas en el apartado 7.2.5., que no prevé efectos sobre las construcciones que se ejecutarán en el proyecto.

7.4.1.4 Riesgo de incendios

El riesgo de incendio se considera con una **vulnerabilidad muy baja**, ya que no existen grandes masas de vegetación debido al predominio casi exclusivo de campos de cultivo delimitados por caminos con pavimento de tierra que segregan toda la zona de cultivo. Además, tal y como se desarrolla en el apartado 7.2.6. del presente informe, según el mapa de zonificación del riesgo de incendios forestales en Aragón, la zona donde se proyecta la modernización del riego está clasificada de tipo 7 y, por tanto, caracterizada por su bajo-medio peligro e importancia de protección baja.

7.4.2. Vulnerabilidad frente al riesgo de accidentes graves

7.4.2.1 Rotura de la balsa

En el caso de rotura de la balsa de riego prevista en el proyecto se considera que la **vulnerabilidad es moderada**, ya que, según la evaluación de afecciones realizada en el apartado

7.3.1. del presente informe, y lo presentado en el anejo de “*Propuesta de clasificación de la balsa*”, no se esperan efectos graves sobre el entorno, las personas, las infraestructuras o el medio ambiente. Por ello, se propone la clasificación de la Balsa de riego para el *Proyecto de Modernización Integral de la Comunidad de Regantes Nº V de los Riegos de Bardenas (Zona 2)* como Categoría C.

7.4.2.2 Riesgo de incendio

Respecto al riesgo de que se produzca un incendio derivado del empleo de maquinaria o por negligencia de los operadores o del personal de obra, se valora la **vulnerabilidad como muy baja**, dado que representa una baja probabilidad de que se produzca al imponerse desde el principio de buenas prácticas en obra al llevar a cabo las directrices del plan de prevención de riesgos laborales recogidos en el documento de seguridad y salud del proyecto.

7.4.2.3 Riesgo por vertidos químicos

Se considera que, al igual que sucede con el riesgo de incendios, se impondrán en la fase de ejecución de las obras buenas prácticas en obra relacionadas con la gestión de materiales y productos usados, así como de los residuos generados, mantenimiento de maquinaria y vehículos, evitando los vertidos accidentales. Por ello, se considera que la **vulnerabilidad es muy baja**.

7.4.3. Medidas de adaptación frente a los riesgos identificados

7.4.3.1 Peligros relacionados con el clima

Una vez analizados los siete puntos que se han considerado más relevantes en relación con el clima, tomando como referencia la tabla de Clasificación de los peligros crónicos y agudos relacionados con el clima del Reglamento Delegado Clima 4/6/2021, se deduce de las proyecciones de los escenarios una tendencia en la ubicación del proyecto hacia un alza de las temperaturas extremas entre 1,4 y 1,9 °C y un incremento de las temperaturas máximas que se pueden alcanzar en época estival con subidas entre 3 y 6 °C. Asimismo, la variación en el régimen de precipitaciones augura un incremento acusado de las olas de calor, también en los meses estivales, de entre los 7 y 15 días, y un aumento importante del número de días con precipitaciones inferiores a 1 mm, con valores de incremento entre 4 y 7 días.

Con la vista puesta en los cultivos, todos estos datos se correlacionan con el aumento de la evapotranspiración identificada en el análisis, esperando incrementos entre 5,5 y 9 mm/mes, si se analizan los datos anuales, y entre 11,6 y 19,5 mm/mes, si se analizan los valores en los meses de verano. Esto generará inevitablemente mayores pérdidas de agua de los cultivos aumentando la necesidad de aportar más agua de riego.

Es en este punto sobre el que el proyecto de modernización del regadío actúa directamente, constituyendo en sí mismo una medida de adaptación frente al riesgo identificado. Desarrollado como una medida para el ahorro y la mejora de la eficiencia de las aplicaciones de riego, el proyecto será la herramienta que busca contrarrestar el incremento de la evapotranspiración de los cultivos y hacer frente a la reducción en la disponibilidad de agua de lluvia, permitiendo

a través de su ejecución implantar un sistema de riego en parcela con consumos optimizados y con la capacidad de incorporar nuevas tecnologías en la estrategia de la eficiencia de los regadíos. De este modo, el proyecto garantiza la disponibilidad de agua ante los escenarios de reducción de la disponibilidad hídrica y aumento de la frecuencia de los episodios de sequía.

7.4.3.2 Riesgo de incendios

A pesar de haberse calificado como muy baja la vulnerabilidad del proyecto frente al riesgo de incendios, en caso de producirse un evento de estas características será de aplicación el Decreto 167/2018, de 9 de octubre, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el Plan Especial de Protección Civil de Emergencias por Incendios Forestales (PROCINFO) de la Comunidad Autónoma de Aragón, que regula la actuación coordinada de los medios de las diferentes instituciones ante una emergencia por incendio forestal.

A ello se sumarán las medidas, equipos y protocolos de actuación que quedan recogidos en el documento desarrollado como anejo en el Estudio de Seguridad y Salud del Proyecto y que será puesto en marcha a través del Plan de Seguridad y Salud en la fase de ejecución de obras supervisado por el Coordinador de Seguridad y Salud.

Algunas de las medidas recogidas en dicho Plan de Seguridad y Salud en materia de prevención de incendios en las obras son:

- Se dispondrá de los correspondientes equipos de extinción (extintores) de acuerdo con los tipos de fuego a extinguir según la maquinaria o la ubicación de las obras: extintores de polvo químico o dióxido de carbono.
- No se recurrirá al fuego para eliminar maleza.
- Prohibición de realizar hogueras y fogatas, la quema de residuos, madera y cartón.
- No se utilizará gasolina ni otros disolventes inflamables para la limpieza de herramientas.
- Se vigilará que no existan fuentes de calor o fuego a menos de 15 metros de la zona de extendido de los riegos asfálticos.
- Señales identificativas de peligro, fuego o elemento a altas temperaturas.
- Prohibición de fumar o acercar fuego a sustancias inflamables.
- Extremar las precauciones al emplear herramientas que puedan producir deflagraciones o chispazo eléctrico, tales como equipos de soldadura o maquinaria para desbroces.
- Prohibición de que la maquinaria porte depósitos de combustible que puedan ser fuente de riesgos por explosión o incendio.

Bajo estas premisas se consigue reducir en gran medida el riesgo de que se origine un incendio relacionado con las actuaciones del proyecto y sus obras.

7.5. Soluciones de adaptación frente a los riesgos identificados

Las soluciones de adaptación relacionadas con los riesgos mencionados en los apartados anteriores se comentan, en parte, dentro de los apartados y en el Plan de Seguridad y Salud.

8. ESTABLECIMIENTO DE MEDIDAS PREVENTIVAS, CORRECTORAS Y COMPENSATORIAS

8.1. Buenas prácticas de obra

En la fase de construcción deberá aplicarse una serie de medidas y buenas prácticas organizativas, con el fin de limitar posibles afecciones ambientales:

Responsabilidades

- Coordinación de la responsabilidad de los diferentes agentes de la obra en materias de medio ambiente.
- Observar un estricto cumplimiento de las indicaciones de los encargados y de las instrucciones de trabajo de la empresa.
- Potenciar entre los trabajadores una actitud que contribuya al cumplimiento del Sistema de Gestión Medio Ambiental de la empresa.

Residuos

- Minimización de la generación de residuos.
- Fomentar la formación de los trabajadores para evitar el uso indebido de materiales y equipos. Reutilizar materiales en la medida de lo posible.
- Planificar debidamente, y con suficiente antelación, la contratación del gestor autorizado para la recogida de residuos, de forma que los residuos se puedan segregar, almacenar y gestionar adecuadamente desde el primer momento.

Consumos

- Realizar seguimientos del consumo energético de la obra.
- Definir un programa de inspecciones y lecturas periódicas del consumo en obra, para detectar posibles excesos y plantear objetivos de ahorro energético.
- Tratar de evitar el consumo excesivo e inadecuado del agua.
- Definir políticas y procedimientos que obliguen a utilizar máquinas de consumo mínimo.
- Asegurar el adecuado mantenimiento técnico de las mismas (que asegure una buena combustión en el motor), y el empleo de vehículos y maquinaria nuevos o recientes.
- Practicar la conducción adecuada de vehículos y máquinas para evitar excesos en el consumo de carburantes.
- Controlar y almacenar correctamente las piezas para el montaje de los encofrados. Guardar estos elementos en cajas, o similar, para evitar pérdidas, costes y afecciones innecesarias.

Vertidos accidentales y seguridad laboral

- Realizar una adecuada conservación y mantenimiento de herramientas e instalaciones para evitar fugas, emisiones y pérdidas de energía. Aplicar un plan de mantenimiento con inspecciones periódicas.
- Garantizar el correcto mantenimiento de la maquinaria de obra con objeto de evitar derrames de combustibles o aceites. Evitar la realización de las operaciones de limpieza, y mantenimiento de vehículos y maquinaria en obra. Estas operaciones deberán ser realizadas en talleres, gasolineras o locales autorizados, donde los vertidos generados sean convenientemente gestionados.

Emisiones y ruido

- Control del ruido de la maquinaria en obra. Medir el ruido de las distintas máquinas que participan en la obra para determinar su legalidad, según umbrales establecidos por la legislación vigente. En caso de incumplimiento, incorporar sistemas silenciadores o tratar de sustituir la máquina.
- Revisión periódica de los vehículos de obra y mantenimiento de los mismos al objeto de adecuar a la legislación vigente las emisiones contaminantes de CO, NOx, HC, SO2, etc.

Vegetación

- Planificar las zonas accesibles a vehículos y maquinaria de las obras para evitar destrucción de zonas vegetales, compactación de suelos, etc.

Polvo

- Limitar las operaciones de carga/descarga de materiales, ejecución de excavaciones y, en general, todas aquellas actividades que puedan dar lugar a la movilización de polvo o partículas a periodos en los que el rango de velocidad del viento (vector dispersante) sea inferior a 10 km/h.
- Riego o humectación de las zonas de obra susceptibles de generar polvos, como zonas con movimiento de tierras y caminos de rodadura, además de la zona de instalaciones auxiliares de obra.
- Limpieza de los lechos de polvo en las zonas colindantes al ámbito de la obra donde, como consecuencia del transporte de materiales y tránsito de maquinaria, se hayan depositado.
- Reducción de la velocidad de los vehículos de obra con el objeto de disminuir la producción de polvos y la emisión de contaminantes gaseosos.
- Empleo de toldos en los camiones, o riegos del material transportado susceptible de crear pulverulencias o pérdidas de material en sus recorridos.

Factor humano

- Aplicación de la totalidad de las medidas de Seguridad e Higiene en el trabajo, así como de Prevención de Riesgos Laborales, y cumplimiento de la legislación vigente.
- Control del acceso de personal no autorizado, sobre todo a la zona de operaciones.

8.2. Divulgación y formación en buenas prácticas agrícolas

Como medida transversal a todas las demás que se diseñan en este documento ambiental, se desarrolla una medida de divulgación y formación en el Código de Buenas Prácticas Agrarias (CBPA), con el objetivo de transmitir una conciencia ecológica a los agricultores a través de la formación y la exposición de acciones demostrativas eficaces, para ayudar a alcanzar la sostenibilidad e integración ambiental de los regadíos.

En este sentido, se incorporan acciones concretas de divulgación y formación en buenas prácticas agrarias, dirigidas a los miembros de la Comunidad de usuarios del agua beneficiaria de la obra, que se desarrollarán antes de hacerse entrega de la misma. Se trata de una medida preventiva en la **fase de ejecución** del proyecto, cuyo contenido se desarrolla de forma detallada en el capítulo correspondiente a seguimiento ambiental del presente documento. Esta medida se ha desarrollado de acuerdo con lo establecido en las directrices elaboradas por el CEBAS-CSIC en el ámbito del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.

Además, se han previsto jornadas formativas para el personal encargado de la explotación de las mismas enfocadas a ofrecer las recomendaciones generales en el uso de las instalaciones de riego previstas. Se hará especial hincapié en los sistemas de control previstos para que puedan llevar un adecuado control del consumo hídrico del sistema.

8.3. Medidas para el control de los efectos sobre la calidad atmosférica

Las operaciones propias de la construcción del proyecto pueden generar emisiones atmosféricas produciéndose por ello un aumento en los niveles de inmisión (o disminución de calidad del aire).

Las medidas aquí descritas están encaminadas a evitar las molestias que el polvo y las emisiones generadas durante la ejecución de las obras pudieran ejercer sobre el entorno.

8.3.1. Fase de ejecución

Los trabajos asociados a la construcción e instalación de la infraestructura necesaria para la modernización de la zona de estudio, incluyendo la construcción de la balsa de regulación, llevan asociados la generación de emisiones atmosféricas con el consecuente deterioro de la calidad del aire.

8.3.1.1 Prevención de emisión de partículas en suspensión

Con el fin de minimizar las afecciones sobre la calidad del aire en el entorno de las obras y medios circundantes debe tomarse una serie de medidas preventivas tendentes a evitar concentraciones de partículas y contaminantes en el aire por encima de los límites establecidos por la legislación vigente.

Estas **medidas preventivas** recaen sobre las principales acciones del proyecto, generadoras de polvo y partículas en suspensión, fundamentalmente, transporte de materiales pulverulentos y funcionamiento de maquinaria.

- Riego de superficies pulverulentas:

Se realizarán riegos periódicos con agua de los caminos de tierra habilitados para la circulación de maquinaria, de los acopios de tierras y áridos y en general de todas aquellas superficies que sean fuentes potenciales de polvo (incluidos aquellos materiales que son transportados en camiones, los cuales además de la medida anterior, serán regados antes de su cubrición en momentos de fuertes vientos o de sequía extrema), como medida preventiva durante la fase de ejecución de las obras, para evitar el exceso de emisión de partículas en suspensión a la atmósfera.

La periodicidad de los riegos se adaptará a las características de las superficies a regar y a las condiciones meteorológicas, siendo más intensos en las épocas de menores precipitaciones o con vientos fuertes como el cierzo (primavera y otoño), de modo que en todo caso se asegure que los niveles resultantes de concentración de partículas en el aire, no superen los límites establecidos por el Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire.

Se realizará una media de dos riegos diarios en la época estival, si bien esta periodicidad se modificará tras las inspecciones visuales que permitan determinar la necesidad de ampliar o reducir la periodicidad de los riegos para el cumplimiento de la legislación vigente.

- Cubrición de los camiones de transporte de material térreo y de los acopios de áridos:

Durante los movimientos de la maquinaria de transporte de materiales, se puede producir la emisión de partículas, afectando en las inmediaciones de las distintas rutas utilizadas.

La emisión debida a la acción del viento sobre la superficie de la carga de los volquetes se reducirá por confinamiento, cubriéndola mediante lonas de forma que se evite la incidencia directa del viento sobre ella y por tanto la dispersión de partículas. Las lonas deberán cubrir la totalidad de las cajas de los camiones. Esta medida se aplicará a todos los medios de transporte de materiales pulverulentos, principalmente en días ventosos y cerca de zonas habitadas. En todo caso, es obligatorio que cuando estos vehículos circulen por carreteras lo hagan siempre tapados.

Igualmente se cubrirán con lonas los materiales pulverulentos que deban permanecer acopiados durante la ejecución de las obras con objeto de evitar la emisión de polvo a la atmósfera durante las fuertes rachas de viento que caracterizan la zona.

- Limitación de la velocidad de circulación en zona de obras:

Para reducir la emisión de partículas a la atmósfera se limitará la velocidad de circulación de la maquinaria en los caminos de obra no pavimentados.

8.3.1.2 Prevención de las emisiones procedentes de los motores de combustión

Se asegurará el buen estado de funcionamiento de vehículos y maquinaria, para lo cual toda maquinaria presente en la obra deberá cumplir con las siguientes **medidas preventivas**:

- Debe mantenerse al día con la Inspección Técnica de Vehículos.

- Debe mantenerse la puesta a punto cumpliendo con los programas de revisión y mantenimiento especificados por el fabricante de los equipos, realizándose las revisiones y arreglos pertinentes siempre en servicios autorizados.

Con objeto de asegurar el mantenimiento adecuado de la maquinaria a lo largo de toda la duración de la obra, se realizarán las comprobaciones oportunas al inicio de la obra, cada vez que entre nueva maquinaria y periódicamente en función de lo establecido para dichos programas.

8.3.1.3 Prevención de ruido

Como norma general, las acciones llevadas a cabo para la ejecución de la obra propuesta deberán hacerse de manera que el ruido producido no resulte molesto. Por este motivo el personal responsable de los vehículos deberá acometer los procesos de carga y descarga sin producir impactos directos sobre el suelo tanto del vehículo como del pavimento, así como evitar el ruido producido por el desplazamiento de la carga durante el recorrido.

Las **medias preventivas** consideradas para la minimización de ruido durante la ejecución de las obras, son las siguientes:

- Para disminuir el ruido emitido en las operaciones de carga, transporte y descarga, se exigirá que la maquinaria utilizada en la obra tenga un nivel de potencia acústica garantizado inferior a los límites fijados por la Directiva 2000/14/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 8 de mayo de 2000.
- Toda la maquinaria que se vaya a utilizar deberá estar insonorizada en lo posible según la normativa específica. No se podrá emplear máquinas de uso al aire libre cuyo nivel de emisión medio a 5 metros sea superior a 90 dBA. En caso de necesitar un tipo de máquina especial cuyo nivel de emisión supere los 90 dBA, medido a 5 metros de distancia, se pedirá un permiso especial, donde se definirá el motivo de uso de dicha máquina y su horario de funcionamiento.
- Se asegurará el correcto mantenimiento de la maquinaria cumpliendo la legislación vigente en materia de emisión de ruidos aplicable a las máquinas que se emplean en las obras públicas (Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, y su posterior modificación mediante el Real Decreto 524/2006, de 28 de abril).
- Se contralará la velocidad de los vehículos de obra en las zonas de actuación y accesos (40 km/h para vehículos ligeros y 30 km/h para los pesados).
- Revisión y control periódico de escapes y ajuste de los motores, así como de sus silenciadores (ITV).
- Se emplearán medidas que mejoren las condiciones de trabajo en cumplimiento del Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Se evitará la utilización de contenedores metálicos.

- En los paneles informativos de la obra se dejará claramente patente el plazo de ejecución de la actuación para representar el carácter temporal de las molestias ocasionadas.
- Se realizarán limitaciones en el horario de trabajo. Cuando se precise maquinaria especialmente ruidosa se realizará el trabajo en horario diurno, según la legislación vigente.
- Se evitará el tráfico nocturno por núcleos urbanos. Los desplazamientos de los vehículos cargados de materiales o en busca de los mismos, no podrán atravesar núcleos urbanos, de manera que los materiales se deberán acopiar en las áreas destinadas a tal efecto hasta la mañana siguiente. De esta manera se evitará la afección acústica a los residentes por el paso de los vehículos pesados.
- Control de los niveles acústicos. En caso de considerarse necesario, se realizarán controles de las emisiones sonoras en las inmediaciones de las viviendas con probable afección acústica debido a la ejecución de las obras, especialmente en los horarios más críticos en cuanto a la inmisión de ruido, para garantizar que los valores predominantes no excedan los límites de inmisión permitidos por la normativa vigente. Si se sobrepasan los umbrales de calidad acústica establecidos por la normativa de aplicación, se propondrán las medidas correctoras adicionales oportunas.

8.4. Medidas para el control de los efectos sobre las masas de agua

Para establecer las medidas de control del medio hídrico, deberá considerarse la adecuación de los caudales y los parámetros de calidad de los retornos de riego a las cuantías y referencias desarrolladas en el Plan Hidrológico del Tercer Ciclo de la Cuenca del Ebro, además de las establecidas por las diferentes normativas estatales y europeas de aplicación, tomando en cuenta los tipos de cultivo que se instaurarán con la modificación del regadío. Para ello, se establecen una serie de medidas preventivas que se desarrollan a continuación.

8.4.1. Fase de ejecución

Las **medidas preventivas** consideradas para la minimización de las afecciones sobre las masas de agua durante la fase de explotación se deben realizar con anterioridad en fase de ejecución, y son las siguientes:

Elaboración de mapa de retención de agua disponible en el suelo de la comunidad de regantes

La metodología general se basa en la subdivisión de unidades morfoedáficas relativamente homogéneas, dentro de las cuales se describen los perfiles de suelo y se muestrean y realizan ensayos en laboratorio para determinar la capacidad de retención de agua disponible (CRAD) del suelo de la zona afectada por la modernización.

La identificación de unidades homogéneas se basa en los mapas de suelos realizados por Causapé (2002). A partir de estos mapas y mediante el uso de un software de Información Geográfica se construye un mapa temático de la retención de agua disponible en el suelo mediante la combinación de los valores de CRAD expresada en 1,5 m y la profundidad útil del suelo georeferenciado para la zona afectada por la modernización. Se dividirá la zona en cuatro

categorías de retención de agua disponible en el suelo: muy baja (<30 mm), baja (30-60 mm), media (60-90 mm), alta (>90mm), para facilitar su uso en gestión de riego. Las parcelas que no tengan puntos de muestreo se asemejarán a aquellas que estén identificadas en la misma unidad de retención de agua disponible en el suelo. Este mapa de la retención de agua disponible en el suelo se realiza a escala 1:25.000.

- Descripción de perfiles.

A partir del mapa de suelos, con base en criterios propios contrastados con visitas de campo se identifican una serie de unidades morfoedáficas homogéneas desde el punto de vista hidrológico. En estas unidades, se describen sus perfiles de suelo de acuerdo con FAO (2006) y SSDS (1993). Tras la descripción en campo, se muestrean los diversos horizontes para su análisis en laboratorio. Simultáneamente, para determinar la densidad aparente (D_a), se extraen muestras de suelo inalterado mediante el hincado de cilindros metálicos biselados o anillos de Kopecki. La D_a , relación masa suelo seco/volumen del cilindro, se calcula a partir del secado y pesado de estas muestras.

- Análisis físicos del suelo.

Las muestras de campo se secan al aire, se muelen en un molino de barras y luego se tamizan con tamiz de 2 mm de luz. Sobre el rechazo, se calcula el porcentaje de elementos gruesos, en función de la relación entre el peso de la tierra fina (<2mm) y de las gravas (>2mm). El material se analiza según la metodología de la Comisión de Métodos Oficiales de Análisis y Laboratorios (MAPA, 1982).

El contenido hídrico de punto marchitez permanente (-1,5 MPa) y capacidad de campo (-0,033 MPa) se mide volumétricamente mediante placas extractoras a presión en un equipo de membrana Eijelkamp. Está previsto determinar el punto marchitez permanente y la capacidad de campo de 592 muestras de suelo en las 3.711 hectáreas afectadas por la actuación para obtener un mapa de CRAD de escala 1:25.000. A partir de los valores del punto de marchitez permanente (PMP), capacidad de campo (CC), el porcentaje de elementos gruesos (EG), la densidad aparente (D_a) y el espesor de cada horizonte (e) se calcula la capacidad de retención de agua disponible (CRAD) de cada perfil, con la siguiente expresión:

$$\text{CRAD (mm)} = ((\text{CC} - \text{PMP})/100) \cdot (1 - \text{EG}/100) \cdot D_a \cdot e$$

Los parámetros de CC, PMP y EG se introducen en %, D_a en kg/m^3 y e en m. La CRAD de cada perfil de suelo, se obtiene como la suma de este parámetro de cada uno de sus horizontes hasta una profundidad de 1,5 m o hasta la presencia de un impedimento físico a la circulación de las raíces (por ejemplo, un horizonte petrocálcico, B_{km}). Esta CRAD se valorará inicialmente de acuerdo a los cinco intervalos: muy baja (<64 mm), baja (64-127 mm), media (128-190 mm), alta (191-250 mm) y muy alta (>250 mm) propuestos por el Servicio de Conservación de Suelos (1983) para los regímenes de humedad del suelo arídicos y xéricos. Sin embargo, para su utilización práctica por parte de los regantes, no es suficiente porque los niveles propuestos por el SCS son muy amplios y no cubren el objetivo de mejorar el riego por aspersión en parcela. Por lo tanto, se propone hacer una clasificación más precisa de la retención de agua disponible en el suelo mediante la combinación de los valores de CRAD expresada en 1,5 m y la profundidad útil del suelo. Se obtendrán así cuatro categorías: muy baja (<30 mm), baja (30-60 mm), media (60-90 mm), alta (>90mm), para facilitar su uso en gestión de riego.

Los valores obtenidos en cada uno de puntos muestreados se utilizarán en el balance de agua en el suelo. Las parcelas que no tengan puntos de muestreo se asemejarán a aquellas que estén identificadas en la misma unidad de retención de agua disponible en el suelo. Esta información se representa espacialmente mediante un software de sistema de información geográfica.

Las parcelas que tengan varios tipos de unidades de retención de agua disponible en el suelo, tendrán que tenerlo en cuenta en el diseño del “amueblamiento” de su parcela por medio de aspersores cobertura fija enterrada, haciendo que los sectores de riego se correspondan con suelos homogéneos para poder programar el riego de acuerdo a de retención de agua disponible en el suelo de cada sector.

Establecer una red de control de los retornos de riego en los cauces superficiales

La zona 2 a modernizar en la CR n.º V de los Riegos de Bardenas posee una superficie de 3.585,45 ha, localizadas en el término municipal de Ejea de los Caballeros. La zona regada se alimenta del Canal de Bardenas, que nace en la presa de Yesa, mediante la acequia A4 o del Saso. En el propio canal existe un punto de control de calidad fisicoquímico (0560-FQ) gestionado por la Confederación Hidrográfica del Ebro. Este punto de control nos proporciona los parámetros de calidad del agua de riego que entra en la zona. Será necesario analizar los valores de los parámetros y las frecuencias de medida que se realizan en este punto de control.

La zona de estudio se encuentra dentro de la cuenca de aportación del río Arba de Riguel, entre las masas de agua superficiales ES091MSPF105 y ES091MSPF104 que la limitan a oeste y este, respectivamente.

En el Plan Hidrológico del Ebro (tercer ciclo: 2022-2027) se encuentran los estados químicos del Río Arba de Riguel (ES091MSPF105) y del Río Arba de Luesia (ES091MSPF104) (CHE, 2023b). Ambos ríos disponen en la zona de estudio de un punto de control fisicoquímico en aguas superficiales (Río Arba de Riguel: 1276-FQ: Arba de Riguel / Pte. a Valareña (FQ) y el Río Arba de Luesia: 3016-FQ: Arba de Luesia / Ejea (aguas abajo).

La mitad de la cuenca río Arba de Riguel corresponde a superficies de riego abastecidas por el Canal de Bardenas y la acequia de las Cinco Villas con toma en el río Aragón aguas abajo de la presa de Yesa.

a) Identificación de los puntos para controlar.

Para realizar un control completo del nuevo sistema de riego, se debe evaluar la cantidad y calidad de los retornos de riego de la zona a modernizar en más de un punto. Se han seleccionado tres colectores que recogen aguas de los sectores a modernizar:

- Punto de control 1: representativo del SECTOR XXVII (aforador C-13)
- Punto de control 2: representativo del SECTOR XXXIX y de la superficie del sector XXXII que tributa al Arba de Riguel (aforador C-14)
- Punto de control 3: representativo de la superficie del SECTOR XXXII que tributa al Arba de Luesia (Muestreo Luesia)

Estos tres puntos de control cubren más de un 75% de la superficie de drenaje de las cuencas en la zona a modernizar (2.722,2 ha: el punto 1 cubre 616,7 ha; el punto 2, 1.801,4 ha; y el punto 3, 304,11 ha). Los puntos C-13 y C-14 se construirán en los sitios identificados en el trabajo de

Isidoro et al. (2002) “Calidad de las aguas de drenaje de la Comunidad de Regantes V del Canal de las Bardenas (Zaragoza)” como colectores principales de los retornos de riego de la Comunidad de Regantes.

Existen más colectores en la zona, pero drenan gran parte de agua de superficie que no es objeto de esta modernización, como sucede con el colector de retorno de superficiales del sector XXIX. Solo una parte de este sector (259 ha) es objeto de esta modernización, que representan un 7% de la superficie total a controlar, por lo que no se establece un punto de control para este sector, asumiendo que su aporte al barranco Valareña y, posteriormente al río Riguel, influye de manera incierta en las aguas superficiales.

En los puntos de control 1 y 2 (C-13 y C-14) se construirán dos estaciones de aforo fijas para realizar muestreos manuales. Además, en los puntos C-13-A y C-14-A (al norte de la zona de regadío), también se realizarán muestreos manuales con el objetivo de medir la calidad de las aguas superficiales entrantes a la comunidad de regantes para su posterior análisis en laboratorio, y para aforar su caudal manualmente empleando un molinete que posee la Comunidad de Regantes. Adicionalmente, se realizarán muestreos manuales en el punto de control 3 denominado “Muestreo Luesia”. Al igual que en los puntos C-13-A y C-14-A, se medirá el caudal de la escorrentía con la ayuda de un molinete, y se tomarán muestras de agua para valorar su concentración de nitratos en laboratorio.

Se utilizarán como referencia puntos de control existentes en estaciones inventariadas en los cursos de los ríos:

- **Arba de Riguel**
EB1276
SAIH A273
- **Arba de Luesia**
SAIH A290
EB3016

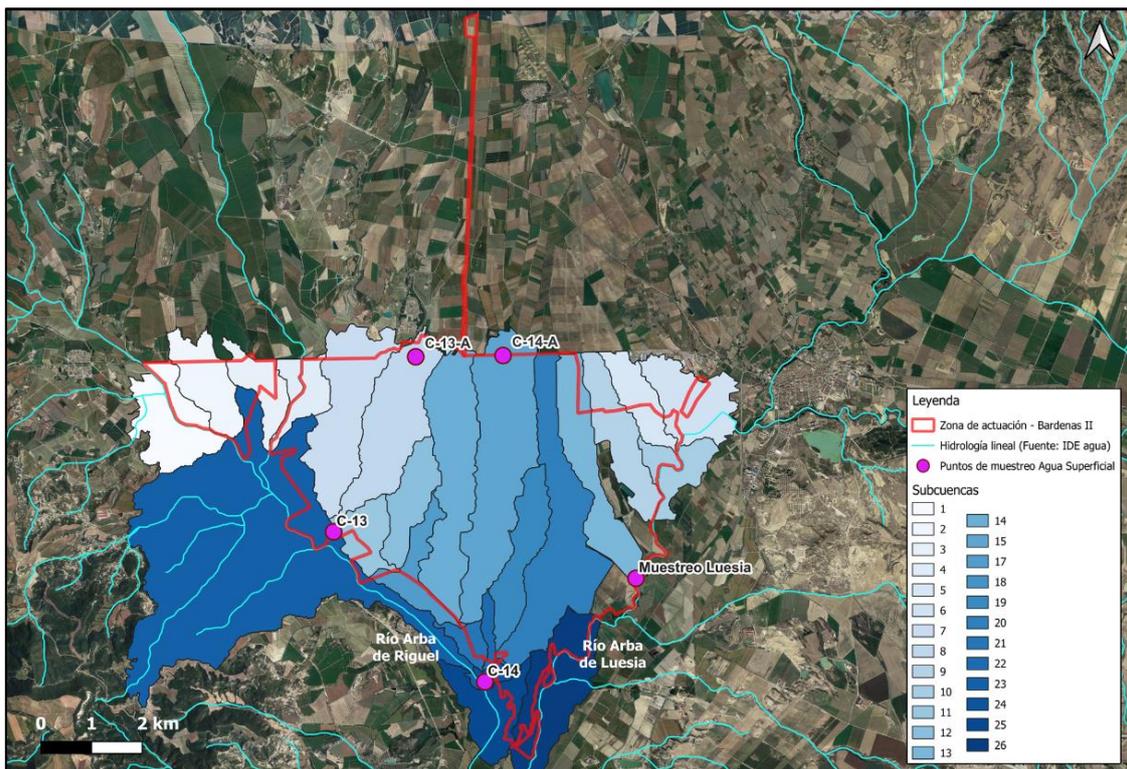


Figura 92. Localización de puntos de control superficiales y subcuencas tributarias en la zona de actuación.

b) Infraestructuras y equipamiento

Infraestructuras a construir in situ en los puntos de control

Para determinar el tipo de vertedero más adecuado en cada punto de control, sus dimensiones y las necesidades constructivas de las estaciones de aforo es necesario realizar un estudio de viabilidad. A falta de conocer previamente los requerimientos específicos en cada punto de control, se va a establecer un presupuesto considerando una estación tipo, con un aforador Parshall de garganta de 12 pulgadas.

Equipamiento de las estaciones de control

Además de la infraestructura de obra, es necesario dotar a la estación de control de los siguientes equipos:

1. Sonda de inmersión con membrana piezorresistiva en interior de pozo de estabilización
2. Sonda de Conductividad eléctrica rango de 2 a 20mS/cm con salida analógica
3. Sonda de temperatura
4. Regulador de carga 12/24V 15A, panel solar 24V 335W con detección de intrusión sobre mástil en soporte orientable, baterías monoblock, estancas y libres de mantenimiento de 12V 250Ah
5. Sistema de control electrónico. Equipo de control de nivel con batería y regulador solar integrable: Instalación, conexionado y puesta en marcha de equipo de control de nivel de bajo consumo (30mA), Con comunicación GSM-

GPRS-3G de bajo tráfico para control desde telefonía móvil y desde Puesto central de control en la nube con protocolo de comunicación TCP y UDP. Accesible por el usuario a través de aplicación de escritorio (Windows), página web y aplicaciones para teléfonos inteligentes (Android e iOS). Incluye: Modem GSM-GPRS-3G Cuatribanda (900/1800/850/1900), 1 puerto USB 2.0, 1 puerto rs485, ampliable con hasta tres tarjetas de expansión. Reloj a tiempo real con calendario, 11 entradas digitales, 4 entradas analógicas, 1 detector de tensión de batería, temperatura interior del núcleo, 4 salidas digitales relé de estado sólido, 1 fuente controlada 12/24 VDC, 1 tensión común digitales 10 VDC, entrada de tensión de back-up. 6 entradas analóg. y 4 digitales. y 4 salidas analóg. Para telecontrol y automatización con software de control o regulación automática. con regulador solar y batería integrable en caja atornillada sobre muro. Codificación de remota de control y activación de software para comunicación por protocolo TCP/IP con servidor de puesto central. Habilitación en cada equipo de software SCADA para gestión, programación y configuración de equipos de automatización y telecontrol.

Será en los momentos en los que se circule el caudal cuando se deberán realizar aforos de flujo y toma de muestras para calidad.

Puesta en marcha de la red de control de las aguas subterráneas

Los materiales cuaternarios (glacis y aluviales) constituyen los principales acuíferos de la cuenca del Arba y se asientan sobre las arcillas, limos, y areniscas de las formaciones terciarias, las cuales forman a su vez el sustrato impermeable. El desarrollo de los glacis se ha visto favorecido por la facilidad de los materiales terciarios a ser erosionados y por la existencia de conglomerados en el borde Norte de la cuenca que actúan como área fuente. Litológicamente están formados por cantos homométricos (calizas mesozoicas y eocenas, y cuarcitas) angulosos y subredondeados englobados en matriz arcillosa, con tramos ocasionales de arcillas y limos intercalados en las gravas. Estas gravas pueden estar cementadas por carbonato cálcico formando pequeños bancos de conglomerados. Los aluviales presentan dos tramos bien diferenciados, uno inferior en el que predominan las gravas y otro superior formado por arcillas, limos y arenas que engloban cantos dispersos (Causapé et al., 2004).

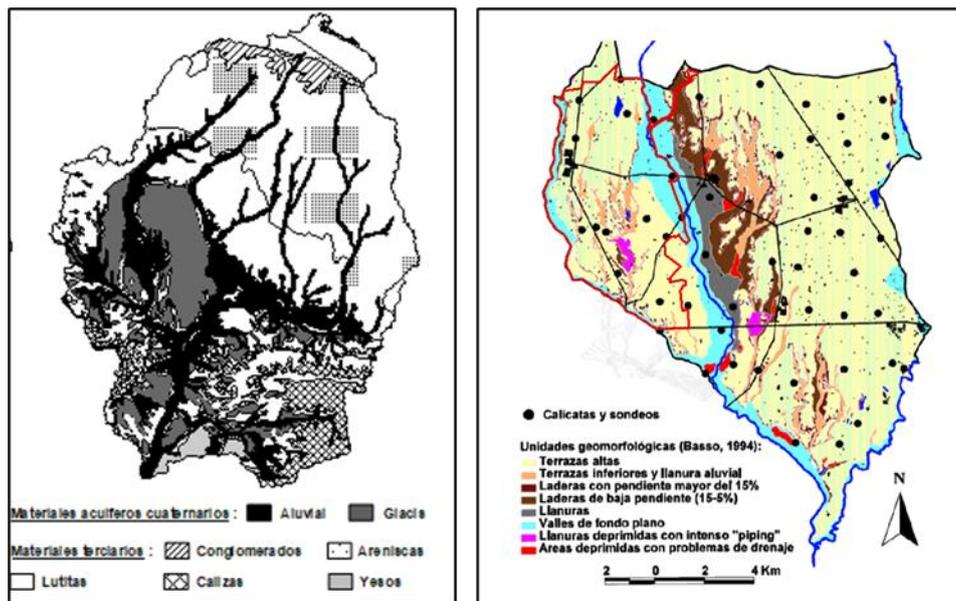


Figura 93. Mapa geológico de toda la cuenca del Arba (izquierda) y mapa litomorfológico de la CR-V (Basso, 1994) con la localización de las calicatas y sondeos (Causapé, 2002) (derecha).

Como se mencionó anteriormente, la masa de agua subterránea involucrada en la zona de actuación es la de Arbas (ES091MSBT053). Asimismo, la recarga proviene del riego y las precipitaciones, mientras que la descarga se produce a través de los ríos (principales ejes de drenaje) hacia los que converge un gran número de zanjas drenantes (desagües).

La masa de agua subterránea Arbas (ES091MSBT053) se encuentra en riesgo químico de no alcanzar los objetivos medioambientales (DMA) por contaminación difusa. Se identifica como presión difusa significativa la agricultura y la carga ganadera, con un impacto comprobado de contaminación por nutrientes y un impacto comprobado de disminución de la calidad del agua superficial asociada. El contaminante de riesgo asociado a esta contaminación corresponde al nitrato con concentraciones que varían en un rango de 3,9 mg/L a 144 mg/L con un promedio para todos los puntos de la red de control de 41 mg/l (2004-2019). En el Anejo 09 *Estado, Objetivos Medioambientales y Exenciones*, del PHE de tercer ciclo de planificación (2022-27), se establece que la masa subterránea de Arbas se encuentra en mal estado global a causa del mal estado químico por contaminación de nutrientes (nitratos) y por la existencia de transferencia de nutrientes a la masa superficial ES091MSPF105.

En el año 2000 se realizó un inventario de puntos de agua de interés en el área de estudio. El inventario de puntos de agua consta de: datos de registro y situación, datos técnicos (acuífero al que pertenece, litologías atravesadas, profundidad, diámetro y revestimiento del pozo) y datos sobre el uso del pozo y otras observaciones de interés. En cada uno de los muestreos realizados se midió el nivel freático y se tomaron muestras de agua en las que se determinó la conductividad eléctrica a 25 °C (CE) con un conductímetro, y la concentración de nitrato ($[NO_3^-]$) con un cromatógrafo iónico con supresión química. Dentro de la zona a modernizar por la actuación existen tres de estos puntos de agua ya inventariados (Figura 94), de los cuales dos de ellos se registran como no afectados por Nitratos en el informe de la CHE (2021), mientras que el punto más cercano a Ejea de los Caballeros, sí se registra como afectado.

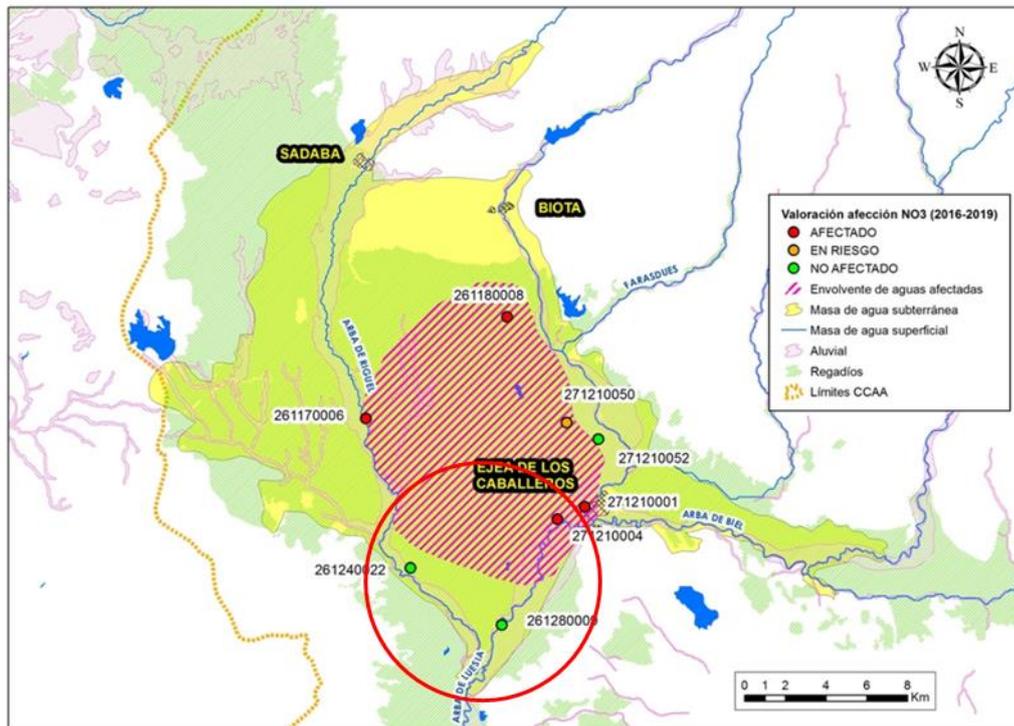


Figura 94. Valoración de la afección NO3 (2016-2019) y localización de los puntos de muestreo, Masa de agua subterránea 053 – Arbas. El círculo identifica la zona de actuación. Fuente: CHE, 2021 (Anejo I).

En este sentido se propone estudiar la masa de agua subterránea en la zona a modernizar mediante el análisis y diagnóstico de una nueva red de monitoreo de agua subterránea. Esta red permitirá hacer estudios piezométricos, definir el acuífero y sus parámetros hidrogeológicos, caracterizar la hidrogeoquímica, la contaminación difusa, modelizar el flujo subterráneo y el transporte de reactivos y solutos. Al tratarse de una zona declarada como vulnerable a la contaminación por nitratos, con una superficie de 3.585,45 ha en el que se localiza un acuífero constituido por depósitos cuaternarios, en base a las Directrices definidas para las aguas subterráneas, debería establecerse como mínimo ocho puntos de control.

Para ello se han escogido un total de 5 pozos existentes de acuerdo a los datos de la Confederación Hidrológica del Ebro (2612-4-0002, 2612-4-0007, 2612-4-0022, 2612-4-0024 y 2612-4-0025), y se ejecutarán las obras para crear 3 pozos de sondeo adicionales (POZO1, POZO2 y POZO3). La profundidad de los pozos de nueva ejecución será de 3 metros, al ser esta la profundidad máxima de los depósitos de gravas y arena de la zona, siendo sustituidos los depósitos de arenas y gravas por arcillas a partir de los 3 metros de profundidad.

Los sondeos de nueva ejecución tendrán 90 mm de diámetro y se protegerán con una arqueta con tapa. La ejecución de estos pozos se ha realizado con el objetivo de buscar la continuidad norte-sur del acuífero en la realización de los muestreos, dado que esa es la dirección del flujo del agua de la masa subterránea Arbas en la zona de estudio.

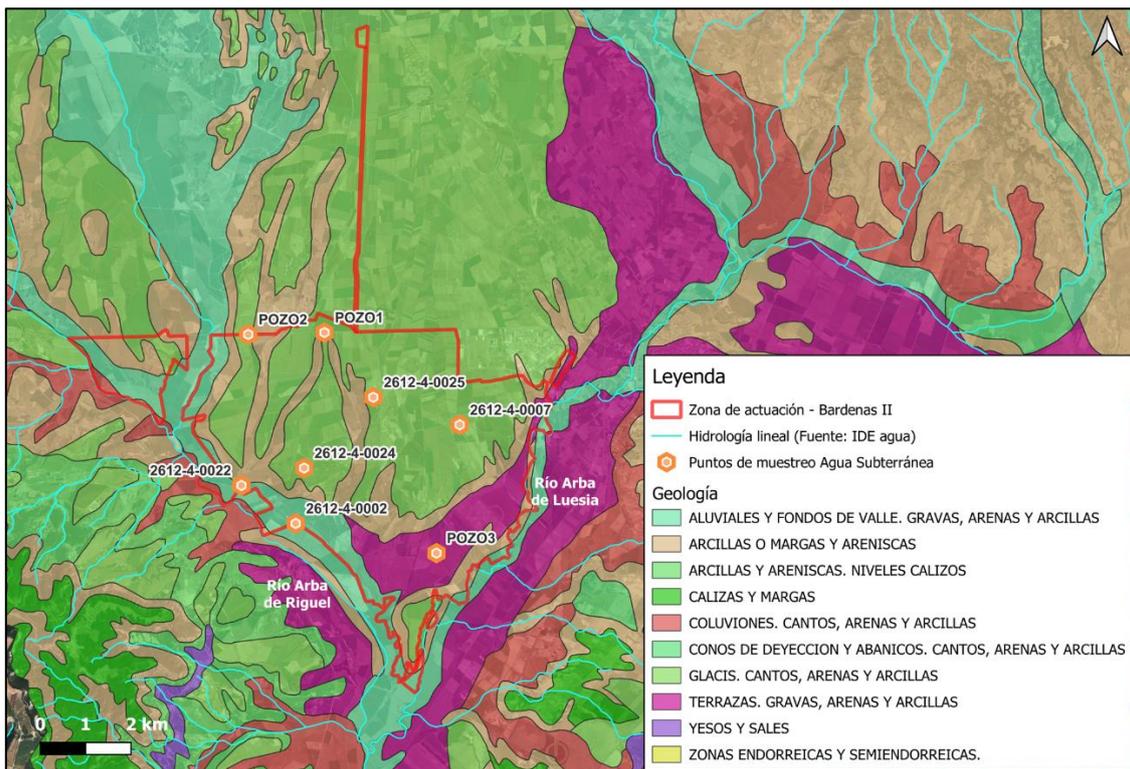


Figura 95. Puntos de muestreo subterráneos escogidos para la zona de actuación, y su ubicación respecto al mapa geológico de Aragón.

- Puntos de control piezométrico.

Debido a las características geológicas locales, solo se puede asegurar la continuidad, sin ningún impedimento producido por masas de arcillas o margas y areniscas, entre los pozos POZO1 y 2612-4-0024. Es por esto que ambos han sido escogidos para la realización de los muestreos piezométricos del proyecto, instalándose un total de 3 sondas piezométricas automáticas: una en el POZO1, otra en el 2612-4-0024, y una tercera adicional en el 2612-4-0024 a la altura de la boca del pozo, para poder medir la presión atmosférica y poder calcular la altura piezométrica de la masa de agua subterránea. La frecuencia de lectura deberá ser diaria. Se instalará una sonda tipo data-logger con descarga de datos cada 6 meses (comienzo y finalización de la campaña de riego). Se puede ampliar tanto la cadencia de medida como las descargas en función de la necesidad de los datos.

El resto de pozos se usarán para el control de la calidad de agua, realizando la toma manual de muestras para su posterior análisis en laboratorio.

- Ensayos de bombeo e instalación de sondas de medida en continuo del nivel piezométrico.

El ensayo de bombeo indica la transmisividad del acuífero. Es un parámetro que varía mucho en función de la composición litológica que cada Fm posee, independientemente de que el aluvial y el glacis al estar interconectados puedan funcionar como un solo acuífero.

Por lo tanto, en la zona de estudio, será necesario la realización de un ensayo de bombeo para determinar los principales parámetros hidrodinámicos. Dicho ensayo se realizará en el pozo 2612-4-0024.

En la medida en la que se conozcan las características constructivas de otros sondeos en la zona, o sea necesaria la construcción de otros puntos de control, se podrá plantear un mayor número de ensayos de bombeo, con una mayor distribución en los sectores de control.

8.4.2. Fase de explotación

Las **medidas preventivas** consideradas para la minimización de las afecciones sobre las masas de agua durante la fase de explotación, son las siguientes:

Desarrollo y aplicación de programas informáticos para la asesoría sobre el riego

Se propone llevar a cabo una modalidad complementaria a la tradicional gestión de riego a la demanda, aplicando un método de programación automática basada en el balance de agua en el suelo, la cual será desarrollada una vez se concluya el proyecto de modernización del regadío como medio para fomentar el ahorro de agua.

Se plantea como una alternativa al método de petición del riego a la demanda, en la que es el regante quien ha de solicitar el momento y la cantidad de agua a aplicar para cada uno de los riegos efectuados durante toda la campaña.

El objetivo de este método automático de programación de riegos, es optimizar el uso de agua aplicada a partir de establecer el momento óptimo de riego para evitar que se generen pérdidas por percolación.

La metodología se basa en calcular a un futuro cercano de 7 días el balance necesario para mantener el nivel de agua en el suelo (NAS) a base de reponer la evapotranspiración (ET) acumulada desde el momento de aplicación del último riego.

Se establece la programación del riego aplicando la siguiente ecuación de balance de agua:

$$NAST = NAS_{T-1} + RE + PE - ET$$

Siendo:

NAST: Nivel de agua en el suelo para el día t

NAS_{T-1}: Nivel de agua en el suelo del día anterior

RE: Riego efectivo

PE: Precipitación efectiva

ET: Evapotranspiración

- **Datos empleados en el balance de agua.**

El proceso de cálculo, en la programación automática se establece el momento de aplicar un riego (MR) cuando el Nivel de Agua en el Suelo (NAS) obtenido de la ecuación de balance de entradas y salidas de agua es inferior a la Dosis de Riego Neta (DRN) multiplicada por un Margen de Riego (MGR) que impide que se supere la Capacidad de Campo (CC) en el suelo y se produzcan pérdidas por percolación y esorrentía.

Todos los parámetros de la ecuación de balance son dependientes del tipo de suelo, del clima característico de la zona y del tipo de cultivo que se implante en cada parcela.

- Datos edafológicos.

La clase textural, la profundidad efectiva y el porcentaje de elementos gruesos determinan la capacidad que tiene un suelo para retener el agua, condicionando su disponibilidad para las plantas. Estos datos se obtienen del mapa de CRAD elaborado para la zona a modernizar. En el momento inicial de la campaña de riego, el equipo de gestión asigna a cada parcela que se acoge a esta modalidad de riego automatizado su CRAD predominante según el mapa de elaborado, a fin de contemplar este dato en el proceso de cálculo del momento de riego (MR).

Los parámetros de cálculo relacionados con los datos edafológicos del suelo que intervienen en el proceso y que han de calcularse son los siguientes:

- **Límite superior de contenido de agua en el suelo (θ_{ls})**, equivale a la Capacidad de Campo (CC), es el contenido de agua en el que se estabiliza un suelo después de haber drenado. Cada vez que se aporta un riego, el contenido de agua en el suelo debe encontrarse lo más próximo a este nivel.
- **Límite inferior de contenido de agua en el suelo (θ_{li})**, equivale al Punto de Marchitez Permanente (PM). Es el contenido por debajo del cual las raíces son incapaces de extraer agua. Este nivel es el que tiene el suelo cuando se realiza la siembra y el primer valor del balance de agua en el suelo.
- **Intervalo de humedad disponible (IHD)**, es la diferencia entre los límites superior e inferior.

$$IHD = \theta_{ls} - \theta_{li} = CC - PM$$

- **Capacidad de almacenamiento de agua en el suelo (CRAD)**, es el volumen de agua utilizable por las plantas que es capaz de retener un suelo. Se ha calculado como la diferencia entre el contenido de agua a CC y a PM equivalente al (IHD) para el perfil del suelo que abarca la profundidad efectiva.

$$CRAD \text{ (mm)} = ((CC - PMP)/100) \cdot (1 - EG/100) \cdot Da \cdot e$$

$$CRAD \text{ (mm)} = ((\theta_{ls} - \theta_{li})/100) \cdot (1 - EG/100) \cdot Da \cdot e$$

$$CRAD \text{ (mm)} = ((IHD)/100) \cdot (1 - EG/100) \cdot Da \cdot e$$

Donde EG es el porcentaje de elementos gruesos en %, Da la densidad aparente en kg/m³ y e el espesor de cada horizonte en m.

En los trabajos previos de la zona la CRAD en los suelos desarrollados sobre aluviales (182 mm) es muy superior a la de los desarrollados sobre los sasos (60 mm). Este hecho es debido a la mayor capacidad de retención de agua en la matriz de los suelos aluviales y a las mayores profundidades efectivas de los suelos aluviales (120 cm) frente a las de los sasos (87 cm) a causa de la existencia de horizontes petrocálcicos en éstos últimos.

- **Nivel de Agotamiento Permisible (NAP)**, es un porcentaje de la CRAD y representa la fracción de agua retenida por el suelo que es utilizable por la planta sin que se

reduzca la ET. Este porcentaje depende de la fase de desarrollo del cultivo, del suelo y de la demanda evaporativa. El valor más utilizado es el 0,65, aproximadamente 2/3 de la CC.

- **Dosis de Riego (DR_N)**, es la cantidad de agua que se aporta en cada riego como Dosis de Riego Bruta (DRB) multiplicada por el valor de Eficiencia de Riego (ER) característico del sistema de riego en parcela que se emplea.

$$DRN = DRB \cdot ER$$

- **Déficit Permisible (DP)**, es la cantidad de agua total que puede extraer el cultivo del suelo sin que se reduzca la ET. Ha de ser aproximadamente igual al valor de la Dosis de Riego Neta (DRN), y se calcula multiplicando los valores de CRAD, NAP y ZR (profundidad radicular del cultivo):

$$DP = ZR \cdot CRAD \cdot NAP$$

- **Margen de Riego (MG_R)**, es un valor del nivel de agotamiento en el suelo (NAS), que equivale a la cantidad de agua consumida por el cultivo. Se expresa como un porcentaje sobre el Déficit Permisible (DP) que se establece para aumentar el valor que determina el Momento de Riego (MR) de tal forma que no se programe un riego que haga que se supere la Capacidad de Campo (CC) del suelo generando pérdidas por percolación.
- **Momento de Riego (MR)**, se determina el momento de aplicar un riego cuando el Nivel de Agua en el Suelo (NAS) se encuentra por debajo del valor definido por:

$$NAS < (CC - DR_N) - (DR_N \cdot MG_R)$$

A la vez que se comprueba que el número de días transcurridos desde el último riego es superior al promedio de días entre riegos menos un día:

$$(DRN/ET) - 1$$

- Condición que se exige para evitar que cuando el nivel de agua en el suelo esté entre el déficit permisible (DP) y el nivel de agotamiento permisible (NAP) se concedan dos riegos seguidos.
- **Datos climáticos** Los datos climáticos que hay que tener en cuenta, en el balance de agua son:
- **Evapotranspiración de referencia (ET_0)**, el dato se recoge a través del observatorio de la red del Servicio Integral de Asesoramiento al Regante (SIAR) en la zona, ubicada en la localidad de Ejea de los Caballeros (UTM X: 649.166 m Y: 4.662.200 m; Huso 30).

Esta estación aplica la fórmula de Penman-Monteith en función de las variables climáticas: radiación, temperatura, humedad y velocidad del viento.

Con estos datos se puede estimar los correspondientes valores de ET_0 a un futuro en función de los valores de la semana previa para predecir el momento del riego (MR) aplicando la ecuación de balance de agua.

- **Evapotranspiración del cultivo (ET)**, es la evapotranspiración del cultivo y se obtiene de multiplicar la evapotranspiración de referencia (ET₀) por el coeficiente Kc del cultivo.

$$ET = ET_0 \times Kc$$

- **Precipitación efectiva (PE)**, es la precipitación que alcanza y se retiene en el suelo y no se pierde por escorrentía o percolación.

A la precipitación que mide la estación meteorológica se le aplica una fórmula desarrollada por el Servicio de Conservación de Suelos (SCS) de los Estados Unidos. En la que se tiene en cuenta la evapotranspiración del cultivo y el déficit de agua en el suelo antes de regar.

$$PE = 1,9 [f (DAS) [1,25 P^{0,824} - 2,93] 10^{0,000955 ET}]$$

$$f (DAS) = 0,53 + 0,0116 DAS - 8,94 \cdot 10^{-5} DAS^2 + 2,32 \cdot 10^{-7} DAS^3$$

- **Datos del cultivo** En relación con los propios cultivos es necesario conocer los siguientes datos:
 - **Profundidad radicular (ZR)**, este dato permite saber que altura tiene el horizonte del suelo, donde la planta puede aprovechar el agua. Esta profundidad es constante para cultivos permanentes y variable para cultivos anuales. Se establece un valor característico para cada tipo de cultivo.
 - **Coefficiente del cultivo (Kc)**, es un factor que incluye los efectos propios del cultivo sobre la ET, como puede ser el área foliar, la altura, el porcentaje de suelo cubierto o la evaporación que ocurre en el suelo.

A medida que el cultivo se va desarrollando, el coeficiente de cultivo (Kc) también varía, pudiendo determinarse la curva generalizada del Kc definida por tres coeficientes parciales Kc inicial, Kc medio y Kc final, así como por el número de días que transcurren entre cada etapa.

En los estados iniciales de aplicación del método de programación del riego automático se tomaban como referencia los valores de Kc propuestos por la FAO.

Los coeficientes de cultivo a utilizar (Kc) son los establecidos para la comarca agraria nº 61 de Ejea de los Caballeros en la Revisión de las necesidades hídricas netas de los cultivos de la cuenca del Ebro.

Se podría establecer un modelo de cálculo de la ETc particularizado y más próximo a la realidad de la zona mediante un ajuste del Kc a través de la aplicación de la teledetección a nivel local a través de los valores del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada o NVDI,

El Kc local se podría obtener a través del método simplificado desarrollado por la Universidad de Castilla La Mancha como:

$$Kc = 1,25 \cdot NVDI + 0,1$$

Con todos los datos edafológicos, climáticos y de los cultivos que se han definido, se aplica la ecuación de balance de agua obteniéndose el momento en el que es necesario aplicar un riego para mantener el nivel de agua en el suelo con un consumo eficiente y optimizado.

Para mejorar la eficiencia del riego se puede modificar la programación del riego, de manera que se reduzca el drenaje y el déficit hídrico. Se propone un cambio consistente en regar en función del contenido de agua en el suelo. La programación permite ajustar el riego a las necesidades de los cultivos sin variar substancialmente la gestión de la CR. El criterio escogido para decidir el día de riego es sencillo y mejora la calidad del riego. Con la programación propuesta, no es necesario aplicar una mayor dosis de riego en los suelos con baja capacidad de almacenamiento. Las pérdidas por drenaje se reducen y no existe déficit hídrico.

Control y seguimiento de la cantidad y calidad de los retornos de riego superficiales

a) Programa de muestreo

Como **el régimen de caudal de estos cauces es permanente**, se propone instalar aforadores Parshall en los puntos de control seleccionados C-13 y C-14 (Figura 92), con una garganta de 12 pulgadas y un medidor de nivel que recolecte los datos con una frecuencia de 15 minutos. Se realizará un **muestreo exhaustivo durante el primer año de riego** mediante toma de muestras manual en dichos puntos de control. Respecto a la frecuencia de muestreo, en el punto “Muestreo Luesia” y en los puntos de entrada de la cuenca C-13-A y C-14-A, será semanal durante la estación de riego inicialmente. En función del caudal que van a drenar estos puntos y de las concentraciones de los parámetros de calidad, se revalorará la propuesta. En las muestras de agua se determinarán todos los elementos detallados en la tabla del Plan de muestreo (Tabla 1). El objetivo del muestreo durante el primer año de riego es definir periodos con concentraciones (o masas) más o menos estables (con varianza pequeña). Así, en el primer año se establece el siguiente plan de muestreo:

- a. En los puntos C-13 y C-14, se realizarán muestreos manuales de agua cada semana en época de riego para nitratos y fósforo, mientras que plaguicidas y Sólidos Disueltos Totales (SDT) se estudiarán en muestreos mensuales. Fuera de la época de riego, se tomarán muestras para analizar $CE-NO_3-NH_4$, fosfatos totales y fosfatos disueltos SDT y plaguicidas mensualmente. El análisis completo se realizará anualmente en cada punto de muestreo. Las muestras deberán ser tomadas en campo y llevadas a un laboratorio para su análisis.
- b. En los 3 puntos superficiales manuales (C-13-A, C-14-A y punto “Muestreo Luesia”) se realizarán muestreos mensuales de $CE-NO_3-NH_4$, fosfatos totales y fosfatos disueltos, plaguicidas y Sólidos Disueltos Totales, y un muestreo anual para análisis completos. Al coste de los análisis químicos hay que añadir el coste horario de personal y el desplazamiento a la zona para tomar las muestras.

Con los datos obtenidos los dos primeros años de muestreo intensivo un experto realizará un informe anual. En el mismo se establecerá el número de periodos con concentraciones de N y P más o menos estables y se definirán las frecuencias de muestreo definitivas. Estos ajustes del plan de muestreo se revisarán con el presupuesto establecido en el proyecto de obra. El objetivo es que cuando acabe el periodo financiado, el plan de muestreo final sea adecuado para la zona y pueda ser asumido por la Comunidad de Regantes. Este plan de muestreo tiene que estar supervisado por un experto y servir a los objetivos de la red de control.

b) Plan de muestreo, parámetros y frecuencia de muestreo

Tabla 51. Plan de muestreo intensivo en los puntos de control de cauce superficial (automáticos: C-13 y C-14, manuales: C-13-A, C-14-A y "Muestreo Luesia"), durante el primer año de instalación de la red de control de calidad.

Puntos de muestreo	Superficiales	
	Aforo automático (2 puntos de control)	Aforo manual (3 puntos de control)
CE-NO ₃ -NH ₄	60	36
PT	60	36
PD	60	36
Plaguicidas	24	36
SDT	24	36
Completo	2	3

Control y seguimiento de la calidad química de los retornos de riego en aguas subterráneas

Para el control de la calidad química de los retornos de riego en aguas subterráneas, se deben medir conductividad eléctrica, nitrato, nitrito, amonio, fósforo, plaguicidas y componentes mayoritarios.

La toma de muestras de aguas subterráneas lleva asociado también la medida *in situ* de la temperatura del agua, temperatura del aire, pH, Eh (potencial Redox), conductividad eléctrica, oxígeno disuelto y nivel freático, como marcan los protocolos habituales del muestreo en aguas subterráneas.

El número elevado de puntos y alta frecuencia propuestos se debe a que se trata de formaciones acuíferas de elevada vulnerabilidad intrínseca a la contaminación. Esta zona está declarada como zona vulnerable, no tiene puntos oficiales de control para los pocos muestreos que hay, que muestran valores especialmente elevados de afección por nutrientes. Por todo lo anterior, a este acuífero constituido por depósitos cuaternarios se le debe aplicar una frecuencia de medida elevada, tal y como se detalla siguiente tabla.

Tabla 52. Frecuencia de muestreo de aguas subterráneas en los 8 puntos de control de la zona de estudio durante el primer año de modernización.

CE	NO ₃	NO ₂	NH ₄	PO ₄	Plaguicidas	Componente mayoritario
Mensual	Mensual	Trimestral	Trimestral	Trimestral	Semestral	Anual

En función de los resultados analizados en los primeros años podrá limitarse el número de puntos, frecuencia y parámetros de control o reforzar aquellos periodos con una mayor variabilidad o incorporar nuevos puntos en zonas en las que no se conozca el grado de afección de las aguas subterráneas y/o soporten una elevada presión agrícola.

Se recomienda la toma de muestra mediante bomba de bajo caudal posicionada a la altura de los niveles de rejilla correspondiente con los tramos más productivos: arenas y gravas cuaternarias.

El plan de muestreo para los 8 puntos de control subterráneos se desglosa a continuación:

Tabla 393. Plan de muestreo intensivo en los 8 puntos de control de cauce subterráneo, durante el primer año de modernización.

Puntos de muestreo	Subterráneos
Elementos	8 puntos de control
CE-NO ₃	96
NO ₂	32
NH ₄	32
PO ₄	32
Plaguicidas	16
Mayoritarios	8

Volumen para integración ambiental del regadío

Como se ha expuesto en la valoración de los efectos ambientales asociados con el balance hídrico del regadío, el diseño de la modernización además de incrementar la disponibilidad de recursos netos para uso agrícola, permite una reducción del consumo anual estimada en 4,31 Hm³, susceptible de uso para la integración ambiental del regadío.

El principal impacto del regadío sobre el medio hídrico es, como se ha visto, la contaminación difusa por nitratos. Aunque la modernización proyectada y otras que puedan acometerse a escala comarcal suponen una importante reducción en la masa de nitratos exportada, la merma prevista en el volumen de los retornos puede dificultar una disminución suficiente en las concentraciones de las masas de agua afectadas.

Por otra parte, aunque los retornos incorporados a las masas fluviales receptoras suponen una desviación respecto a su estado natural, estas masas vienen recibiendo esas aportaciones adicionales durante un largo periodo de tiempo, con la incorporación de este régimen modificado en su equilibrio actual, tanto en lo referente a sus características hidromorfológicas y ecológicas como a los aprovechamientos de que son objeto aguas abajo.

Atendiendo a estas consideraciones, se prevé la derivación de un volumen anual de 4,31 Hm³ para la mejora ambiental de los ríos Arba de Riguel y Arba de Luesia. El objetivo es que la concentración de nitratos del efluente de la zona regable, incluyendo el volumen de integración ambiental, se sitúe por debajo del valor umbral de 37,5 mg/l, de modo que este vertido seas compatible con la mejora en el estado de la masa. Los resultados esperados son los siguientes:

Tabla 404. Valores esperados de la medida (volumen para la integración ambiental del regadío) sobre la contaminación difusa por nitratos. Las mediciones se diferencian en dos áreas: 1. Aquella que por gradiente aportaría hacia el río Arba de Riguel, y 2. Aquella que aportaría al río Arba de Luesia, ya que ambas áreas tienen una caracterización diferenciada en cuanto a su concertación de nitratos.

Parámetros principales (valores anuales medios)	Actual		Modernización	
	Río Arba de Riguel	Río Arba de Luesia	Río Arba de Riguel	Río Arba de Luesia
Volumen infiltrado (hm ³)	13,76		7,71	
Volumen de pérdidas por transporte en el canal (Hm ³)	4,39		0	
Volumen integración ambiental (hm ³)	0,00		4,31	
Concentración Nitratos agua riego (mg/l)	1,95		1,95	
Masa de nitratos total efluente (Tn)	603,21	304,10	489,30	101,10
Volumen total efluente (Hm ³)	14,57	3,58	5,71	2
Concentración Nitratos en subterráneas (mg/l)	18,10	63,20	37,5	37,5

Eventualmente, este volumen para la integración ambiental, también podría destinarse para la mejora ecológica de cuerpos de agua asociados a la zona de modernización.

Reducción en los insumos de nitrógeno

Como se ha indicado, el proyecto se marca como objetivo, en su fase de explotación, obtener una concentración de nitratos en los retornos, compatible con 37,5 mg/l como concentración máxima en los lixiviados, de modo que puedan cumplirse los requisitos relativos a las masas de agua afectadas, tanto superficiales como subterráneas.

La consecución de este objetivo requiere una mejora muy importante en la eficiencia de la fertilización nitrogenada, que debe abordarse por los propios regantes en distintos frentes:

- 1) Implantación de sistemas de fertirrigación que permitan adecuar de manera estricta el aporte de nitrógeno a las necesidades de cultivo
- 2) Adquisición de la formación y capacitación técnica necesaria por parte de los agricultores
- 3) Desarrollo de herramientas informáticas que permitan ajustar el balance de nitrógeno mediante la adecuada dosificación de la fertilización o, en su caso, mediante la modificación de la alternativa de cultivos
- 4) Implantar los sistemas de seguimiento necesarios para conocer los flujos de nitrógenos en los distintos compartimentos del sistema (biomasa, suelo, acuífero y aguas superficiales)

El sistema de fertirrigación se instalará en las explotaciones desde el momento inicial, e irá acompañado por las acciones formativas, la puesta a punto de la herramienta informática y el arranque de las campañas de seguimiento. Si no llegara a ser posible la implantación del sistema de manera global en instancias iniciales, se deberán planificarlos riegos y el abonado de forma no coincidente, y con menos intervalos de tiempo para evitar excesos: agricultura de precisión y abonados de liberación lenta.

Aunque la respuesta del acuífero a la reducción de insumos nitrogenados será rápida, se considera necesario el desarrollo de esta medida durante una fase inicial de cuatro años para evaluar sus resultados. Se estima que este plazo permitirá la renovación completa de las aguas subterráneas y el lavado de los nitratos acumulados, al tiempo que permite calibrar los efectos de la fertirrigación y ajustar su aplicación.

En caso de que trascurridos cuatro años no se alcance una concentración en las aguas subterráneas compatible con una concentración máxima en los lixiviados de 37,5mg/l, se iniciará una segunda fase orientada a reducir la superficie de los cultivos más demandantes en nitrógeno y su sustitución por cultivos de leguminosas. En concreto se procederá a la sustitución de maíz por alfalfa. Dado que esta sustitución implica un mayor consumo de agua, podrá implementarse haciendo uso de los volúmenes de integración ambiental. La superficie a reemplazar deberá determinarse empíricamente en función de los valores reales que arrojen los flujos de nitrógeno para el patrón de cultivo modernizado.

8.5. Medidas para el control de los efectos sobre el suelo

Las principales afecciones sobre el factor suelo, se producirán durante el desarrollo de las obras en la fase de ejecución. De las alteraciones sobre el mismo destacan la incidencia sobre el relieve como consecuencia de los movimientos de tierra necesarios para la construcción de la balsa de regulación y la instalación de la red de conducciones desde la misma hasta los puntos de suministro en parcela.

La circulación de maquinaria pesada incidirá sobre la estructura del suelo (compactación) y, además, la presencia de la maquinaria supone un riesgo por contaminación puntual accidental para el entorno.

8.5.1. Fase de ejecución

Las **medidas preventivas** consideradas para la minimización de las afecciones sobre el suelo durante la fase de ejecución, son las siguientes:

8.5.1.1 Prevención frente a la contaminación accidental del suelo

- Se deberá llevar un correcto mantenimiento preventivo de toda la maquinaria y de los vehículos de obra, con el fin de reducir el riesgo de verter accidentalmente al suelo aceites, lubricantes, fluidos de los sistemas hidráulicos, etc. por averías de los motores y demás mecanismos.
- Las reparaciones o mantenimientos de la maquinaria deberán ser realizadas en talleres, gasolineras o locales autorizados, donde los vertidos generados sean convenientemente gestionados.
- Los parques de maquinaria durante las obras contarán con una zona impermeabilizada que impida que los fluidos de las máquinas y vehículos puedan infiltrarse en el suelo, siendo de uso obligatorio en caso de que sea necesario realizar tareas de mantenimiento y reparación de máquinas y vehículos.

- Se comprobará previamente a su utilización que toda máquina de obra o vehículo cuenta con la emisión favorable de su correspondiente ITV, OCA o cualquier acreditación que le sea de aplicación.
- A pie de obra se contará con los contenedores correspondientes para la correcta gestión de los restos de sustancias peligrosas, residuos de carburantes, disolventes, pinturas, grasas y lubricantes, así como de sus envases. Igualmente, estas zonas de acopio de residuos deberán contar con un método que evite la infiltración de cualquier sustancia en el suelo, bien sea mediante contenedores estancos o a través de la impermeabilización del suelo en la ubicación donde se almacenen.
- Siempre que se produzca un vertido accidental al suelo se retirará la parte afectada más una fracción adicional de 25 cm de profundidad para asegurar que no se dejan restos.
- En caso de que el vertido sea de morteros o concretos, el suelo afectado será gestionado como un residuo de demolición más. Si se trata de una sustancia tóxica será gestionada tal y como se especifica en el envase del producto, teniendo que almacenarse en los contenedores de residuos peligrosos habilitados para ello.

8.5.1.2 Prevención frente a acciones erosivas

- Se evitará, en la medida de lo posible, la circulación de vehículos o maquinaria y la ejecución de excavaciones tras sucesos de precipitaciones intensas con el objeto de evitar modificaciones en exceso de la morfología del terreno que puedan incrementar el efecto erosivo de las lluvias sobre el suelo alterado.
- Se realizará un riego para estimular el crecimiento del banco de semillas de la tierra vegetal con la que se recubrirá la balsa. El objeto de la medida es crear un tapiz herbáceo que afiance el suelo en sus inicios que prevenga la exposición del terreno desnudo de la acción erosiva de las lluvias y el viento.

8.5.1.3 Movimiento y reposición de la tierra vegetal

Se considera como tierra vegetal todo el material superficial de 10-20 cm que es removido en las actuaciones previas a las excavaciones y que reúne las condiciones fisicoquímicas necesarias para el arraigamiento de una cobertura vegetal, ya sea con intervención externa o por colonización natural. Durante la ejecución de la obra se cumplirá con las siguientes medidas preventivas:

- Para la retirada de la tierra vegetal se deberá realizar un decapado del terreno de 15-30 cm según la profundidad que presente el estrato.
- La tierra vegetal retirada se acopiará temporalmente en un cordón separado del resto de materiales excavados. Este material será apilado en caballones de 1,5-2,0 m de altura para evitar su compactación y facilitar el establecimiento natural de la vegetación una vez repuesto. Los caballones tendrán sección trapezoidal con pequeños ahondamientos en la parte superior para evitar que se produzca el lavado del suelo por la lluvia y la deformación de los taludes por la erosión.

- Todo el volumen de tierra vegetal retirado en las actuaciones del proyecto, será reutilizado dentro de las propias obras del proyecto. El material excedentario de una obra podrá ser utilizado en las acciones de restauración del suelo en otra obra/actuación del proyecto.
- Respecto a la restitución de la tierra vegetal durante la construcción e instalación de las tuberías, una vez repuesto el material excavado, se procederá a restaurar la capa de tierra vegetal mediante extendido y posterior explanado.
- En el caso de la balsa de regulación, el volumen de tierra vegetal será repuesto sobre el talud exterior del dique de cierre. Mediante esta medida se pretende dotar de un material adecuado para el desarrollo de vegetación natural en los taludes de la balsa.

8.5.1.4 Movimientos de tierras y reposición de excavaciones

La ejecución de la infraestructura para la modernización del riego contempla llevar a cabo excavaciones y movimientos de tierras de diferente tipología y grado de afección al factor suelo.

A continuación, se exponen las **medidas preventivas** consideradas para reducir la incidencia sobre el factor suelo.

- En caso de que parte del material de la excavación no cumpla con las características mínimas contempladas en el estudio geotécnico y no pueda ser reutilizado en otras actuaciones del proyecto, se considerará como material excedentario y será un gestor autorizado contratado a tal fin el responsable del tratamiento del material.
- En las redes de tuberías, se excavarán zanjas con una profundidad variable marcada por la rasante de diseño de la red con unas dimensiones dadas según el diámetro de la tubería. El material extraído se acopiará en un cordón continuo paralelo al trazado de las zanjas con el objetivo de reincorporarlo una vez se haya instalado la tubería.
- En las balsas de regulación se realizará un cubicaje tal que sean compensados los volúmenes de desmonte y de terraplén, priorizando el uso de suelo en la propia ubicación de la balsa para que no sea necesario tomar préstamos de material de otras ubicaciones.
- Para el resto de construcciones se aprovecharán los materiales para reducir al máximo el volumen de excedentes.
- Las excavaciones se rellenarán por completo garantizándose su compactación para evitar hundimientos ante posibles encharcamientos por riego o lluvias.

8.5.1.5 Prevención de las afecciones por compactación del suelo

- En la medida de lo posible, las ocupaciones temporales se ubicarán sobre las superficies sobre las que se vayan a ejecutar las construcciones.
- Se planificarán los viales de acceso a las obras de forma que el tránsito de maquinaria pesada no afecte innecesariamente a terreno adicional. En la medida de lo posible, se evitará circular con la maquinaria o los vehículos de obra por los terrenos adyacentes a

los viales habilitados o a las obras. En caso contrario, se procederá a su descompactación tras la finalización de las obras.

- Será de obligado cumplimiento respetar la tara máxima de los camiones y volquetes con el fin de no deteriorar los viales y generar una compactación excesiva del terreno.

La **medida correctora** considerada para reducir los impactos producidos sobre los terrenos durante la fase de ejecución, es el siguiente:

Corrección de las afecciones por compactación del suelo

- En la medida de lo posible, las ocupaciones temporales se ubicarán sobre las superficies sobre las que se vayan a ejecutar las construcciones. En caso contrario, se llevarán a cabo acciones de subsolado o arado en los terrenos que hayan acogido instalaciones auxiliares tales como: parques de maquinaria, casetas de obra, acopios de materiales y de RCDs que presenten signos claros de compactación del suelo, de tal forma que se reestablezcan las condiciones iniciales de suelo afectado.

8.6. Medidas para el control de los efectos sobre la flora, la vegetación y los Hábitats de Interés Comunitario

Las principales afecciones sobre la vegetación en el área de actuación se producirán durante la fase de ejecución de las obras, al eliminarse ejemplares en las excavaciones para la balsa de riego, la estación de filtrado y del trazado de la nueva red de riego, así como en la construcción de los taludes de la balsa. Para minimizar y corregir los efectos causados por estas actuaciones, se consideran las siguientes medidas:

8.6.1. Fase de ejecución

Medidas preventivas previas al inicio de las obras

- De forma previa al inicio de las obras se hará una prospección para localizar especies catalogadas y/o Hábitats de Interés Comunitario. Se balizarán adecuadamente los individuos, si se encontraran, para evitar cualquier afección de forma accidental. Se identificarán ribazos, taludes o zonas con vegetación natural que presente escaso desarrollo, teniendo especial cuidado de localizar y evitar afecciones a superficies de vegetación natural inventariadas como Hábitats de Interés Comunitario. Se retirarán las balizas una vez finalizadas las obras.
- Se tendrá particular cuidado de no incidir en las áreas balizadas con la maquinaria de trabajo.
- Si los propietarios de los terrenos sujetos a la modernización, tuvieran que realizar una adecuación parcelaria a los nuevos sistemas de riego, se deberá tener particular cuidado sobre la vegetación natural existente en el perímetro a modernizar. Se deberán reducir o compensar los potenciales efectos inducidos sobre la misma.

Medidas preventivas ante incendios

- Se adoptarán las medidas necesarias de prevención de incendios, y las básicas para una contención primaria de focos.

Medidas correctoras ante la emisión de partículas

- Se realizarán riegos periódicos de la vegetación en el área de las actuaciones para limpiar el polvo que se deposite sobre ella generado por el movimiento de tierras y maquinaria.

Medidas correctoras de revegetación

- Al escoger las plantas para las plantaciones, se priorizarán los viveros locales, y se escogerán especies existentes en las proximidades que en el vivero se encuentren como plantas sanas, bien formadas, endurecidas, pero no envejecidas, y equilibradas en la parte aérea y la subterránea.

Para los árboles se recomiendan plantas con 12 a 14 cm de perímetro de tronco medido a 1 m de altura, en cepellón cohesionado, de 35 a 45 cm de diámetro y 25 a 30 cm de profundidad para árboles caducifolios; o de 25 a 30 cm de diámetro y 30 a 50 cm de profundidad para árboles perennes. Se recomienda una altura de entre 2,5 y 3,5 m, con troncos o estirpes rectos, carentes de heridas o cicatrices, con forma flechada o con cruz generada a una altura mínima de 2,5 m. En caso de escogerse individuos en formato más pequeño, se aplicará lo establecido para los arbustos en bandeja forestal o contenedor.

Para los arbustos se empleará planta a raíz desnuda o con cepellón, de una savia, en bandeja forestal de alveolos preferentemente de 0,2-0,3 L, para plantas de dos savias de 0,3-0,4 L. Si se trata de arbustos pequeños o matas, se recomienda que tengan una altura de 10-15 cm en contenedor de 11-13 cm de diámetro y 0,5-1 L de capacidad. Para arbustos de mayor tamaño, se recomienda una altura de planta de 20 a 40 cm, en contenedor de 15-16 cm de diámetro y 1,5-2 L de capacidad.

En caso de usarse arbustos a raíz desnuda, se recomiendan ejemplares superiores a 40 cm de altura, para especies caducifolias de pequeño porte.

- Se recomienda que las mezclas de semillas a utilizar contengan entre 10 y 20 especies autóctonas de la zona a revegetar, con mezcla de especies de ciclo corto y de ciclo largo, sin que estas últimas superen el 10% de las semillas en la mezcla. Se recomienda la predominancia de gramíneas (hasta un 60%) y leguminosas (hasta un 40%).
- Las plantaciones se realizarán durante el periodo de reposo vegetativo de las especies a plantar, preferiblemente dentro del periodo de otoño e invierno, pero evitando las épocas de heladas. Se realizará el primer riego en el momento de las plantaciones, y los riegos posteriores quedarán a juicio del técnico ambiental.
- Se cubrirá con la tierra vegetal extraída en las obras la superficie de los taludes de la balsa y del trazado de las tuberías de la red de drenaje, con el objetivo de que se reestablezca la vegetación herbácea autóctona a partir del banco de semillas del suelo.

- Con el objetivo de acelerar la repoblación del talud de la balsa, así como de reducir el impacto de la erosión en su superficie y facilitar su integración en el paisaje, se realizará una hidrosiembra con la que se recubrirá la balsa. La superficie del talud a hidrosembrar es de 53.594,98 m².
- Se realizará una plantación adyacente a la caseta de filtrado sobre una parcela de aproximadamente 0,4 ha de superficie y de 90 metros de perímetro. Se buscará el uso de especies pertenecientes a la serie de vegetación potencial del área de estudio “Serie mesomediterránea murciano-bético-aragonesa de la coscoja (*Rhamno lyciodis-Querceto cocciferae sigmetun*)”, y otras especies autóctonas que se han observado en la zona. La plantación se divide en dos partes:
 - Una plantación lineal siguiendo el perímetro de la parcela, empleando las especies *Pinus halepensis*, *Quercus coccifera*, *Retama sphaerocarpa*, *Salvia rosmarinus*, y *Thymus vulgaris*. Se dejarán 10 metros de distancia entre especies arbóreas (*Pinus halepensis* y *Quercus coccifera*), entre las cuales se plantarán, cada entre 1,5 y 2,5 metros, un ejemplar de *Retama sphaerocarpa*, un ejemplar de *Salvia rosmarinus*, y dos plantas de *Thymus vulgaris*. La distribución de las especies queda a juicio del inspector ambiental de la obra, buscando una distribución heterogénea y lo más natural posible.

En total, se plantará el siguiente número de plantas de cada especie:

- *Pinus halepensis*: 5 ejemplares
- *Quercus coccifera*: 4 ejemplares
- *Retama sphaerocarpa*: 9 ejemplares
- *Salvia rosmarinus*: 9 ejemplares
- *Thymus vulgaris*: 18 ejemplares
- En el interior de la parcela, se plantará un ejemplar de *Pinus halepensis*, un ejemplar de *Retama sphaerocarpa*, dos ejemplares de *Salvia rosmarinus*, y cuatro ejemplares de *Thymus vulgaris*. Se intentará dejar entre las especies la misma distancia que en la plantación perimetral, tanto entre las plantas del interior de la parcela como con las plantas de la plantación perimetral. Se deberá dejar un espacio de suelo vacío de dos metros cuadrados para permitir la construcción de una pequeña charca abrevadero de un metro cuadrado como medida correctora para la fauna.
- Se cubrirá con la tierra vegetal extraída en las obras la superficie de los taludes de la balsa y del trazado de las tuberías de la red de drenaje, con el objetivo de que se reestablezca la vegetación herbácea autóctona a partir del banco de semillas del suelo.

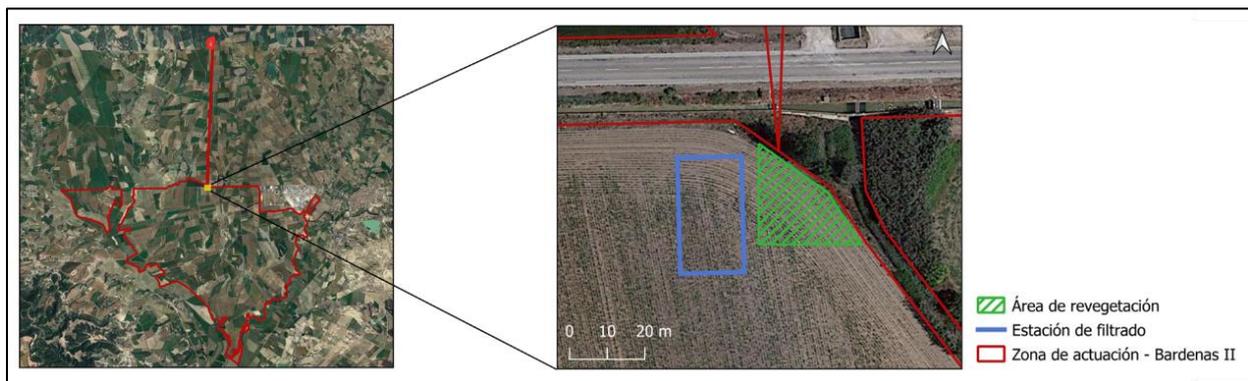


Figura 96. Área de revegetación contigua a la estación de filtrado.

- Se realizará una plantación lineal a dos metros del vallado perimetral de la balsa. Esta plantación busca la integración ambiental de la balsa a lo largo de los aproximadamente 1140 metros de perímetro del vallado. Se buscará el uso de especies pertenecientes a la serie de vegetación potencial del área de estudio “Serie mesomediterránea murciano-bético-aragonesa de la coscoja (*Rhamno lycioidis-Querceto cocciferae sigmetun*)”, y otras especies autóctonas que se han observado en la zona.

Se plantarán las especies *Juniperus phoenicea*, *Rhamnus lycioides*, *Salvia rosmarinus* y *Thymus vulgaris*. Los ejemplares de las especies de mayor porte, *Juniperus phoenicea* y *Rhamnus lycioides*, se plantan dejando 5 metros de distancia entre ejemplares, mientras que las de menor porte, *Salvia rosmarinus* y *Thymus vulgaris*, se plantan dejando entre 1,5 y 2,5 metros entre sí y de las especies de mayor porte. La distribución de las especies queda a juicio del técnico ambiental de la obra, buscando una distribución heterogénea lo más natural posible.

En total, se plantará el siguiente número de plantas de cada especie:

- *Juniperus phoenicea*: 114 ejemplares
 - *Rhamnus lycioides*: 114 ejemplares
 - *Salvia rosmarinus*: 228 ejemplares
 - *Thymus vulgaris*: 228 ejemplares
- Se mezclará la tierra vegetal con una mezcla de semillas de herbáceas autóctonas, presentes en las proximidades, procedentes de un vivero local, en una proporción de 25 gramos de semillas por metro cuadrado de tierra vegetal, de acuerdo con las Directrices Científico-Técnicas de ejecución y mantenimiento de estructuras vegetales de conservación del CSIC, realizándose una siembra lineal sobre un 20% de los tramos de tubería ya enterrada que transcurra fuera de camino y cultivo, con el objetivo de fomentar la presencia de polinizadores y otros invertebrados.

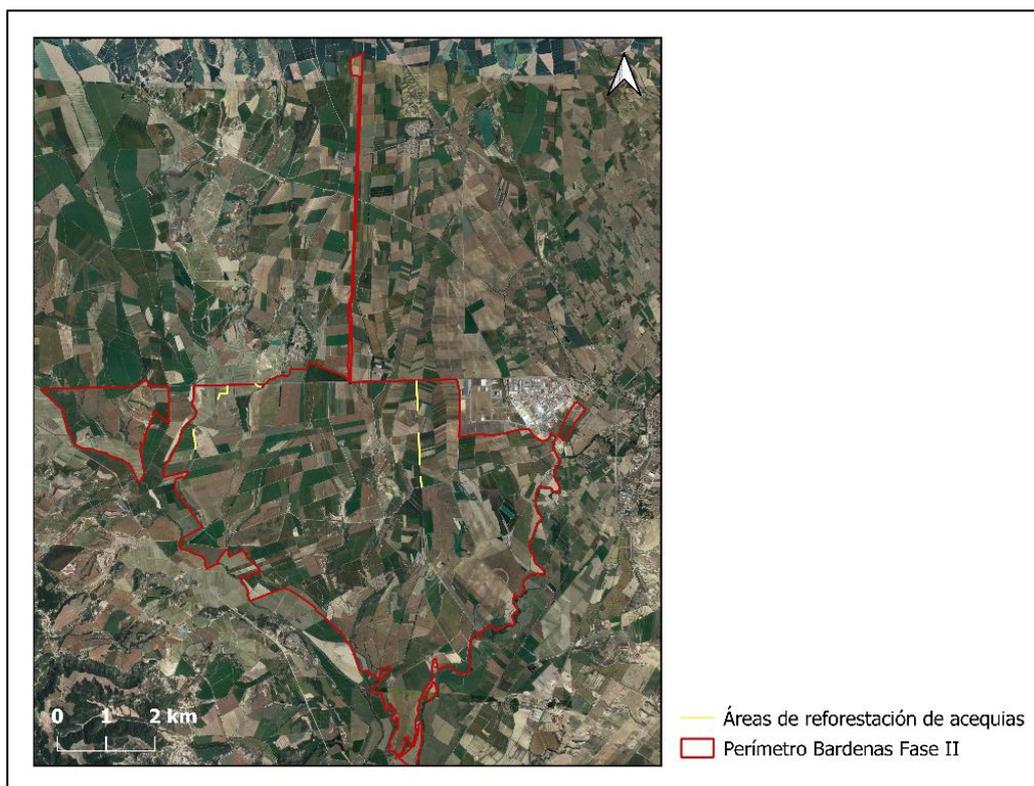


Figura 97. Áreas de reforestación de tuberías.

8.7. Medidas para el control de los efectos sobre la fauna

8.7.1. Fase de ejecución

Medidas preventivas al inicio de las obras

- Antes de comenzar las obras, se realizará una inspección de las áreas afectadas, en periodo adecuado al ciclo reproductivo y biológico de las aves registradas en la zona (milano real, cernícalo primilla, grulla, etc.) con el fin de detectar dormideros y/o refugios de las especies sensibles y la posible presencia de áreas de nidificación, madrigueras y puestas. Se tendrá particular cuidado en realizar la debida prospección en la zona donde se ubicará la balsa, y sus alrededores, por si se detectara la presencia de Avutarda común o Sisón común, especies catalogadas como En peligro de extinción en el Catálogo de Especies Amenazadas de Aragón. Si se localizara la presencia de individuos, nidos o áreas de utilización de las especies catalogadas, se notificará al órgano competente de la Comunidad Autónoma de Aragón, para realizar un protocolo adecuado que no interfiera con las mismas (jalonar para evitar el paso de vehículos, especial cuidado durante la ejecución de obras en la zona, etc.).
- Se realizará una prospección previa al comienzo de las obras, para detectar aquellas áreas que presenten arbolado de gran tamaño como chopos u otras especies arbóreas. Se buscará respetar y preservar dicha vegetación, durante las obras, ya que puede ser propicia para el establecimiento de nidos y/o dormideros del milano real en la zona de actuación. Además, se facilitará la generación de nuevos rodales de estas características

en los pequeños fragmentos de vegetación natural que quedan en la matriz agrícola, con plantación y protección de estos árboles.

- Se evitará ejecutar la obra en los periodos de nidificación de las especies presentes en la zona o cercanas a la misma, que comprenden entre febrero y julio. Además, se llevará a cabo una prospección de la zona de forma previa al inicio de las obras con tal de cerciorarse que no existe peligro alguno para ninguna de las especies del entorno, en especial aquellas que se encuentran en peligro de extinción como el milano real o la ganga ortega, o aquellas consideradas vulnerables, como en cernícalo primilla.
- No se realizarán trabajos nocturnos, con el fin de evitar ruidos que molesten a la fauna.
- Si las obras se realizan durante un periodo de invernada, se reducirán las actividades al mínimo para evitar causar molestias a la fauna.

Medidas correctoras

- Instalación de 46 cajas nido dentro del área de actuación para favorecer la reproducción del cernícalo primilla al encontrarse en el sur del área de actuación una parte de la Zona Crítica de esta especie (Figura 35), por lo que se incluye el área en el Plan de Conservación del Hábitat del Cernícalo Primilla en Aragón (Decreto 233/2010, de 14 de diciembre, del Gobierno de Aragón); además de favorecer a otros grupos cubiertos bajo las medidas para la fauna de las Directivas 3 y 4: 15 cajas para cernícalo primilla, 5 para lechuzas, 16 para murciélagos, 10 cajas para insectos. Serán cajas colgadas en árbol, a una altura de al menos 3 metros. La ubicación de las cajas nido se realizará según el criterio del técnico ambiental de obra en los sectores que se muestran a continuación, buscando priorizar las áreas de uso de estas especies en la zona de estudio.

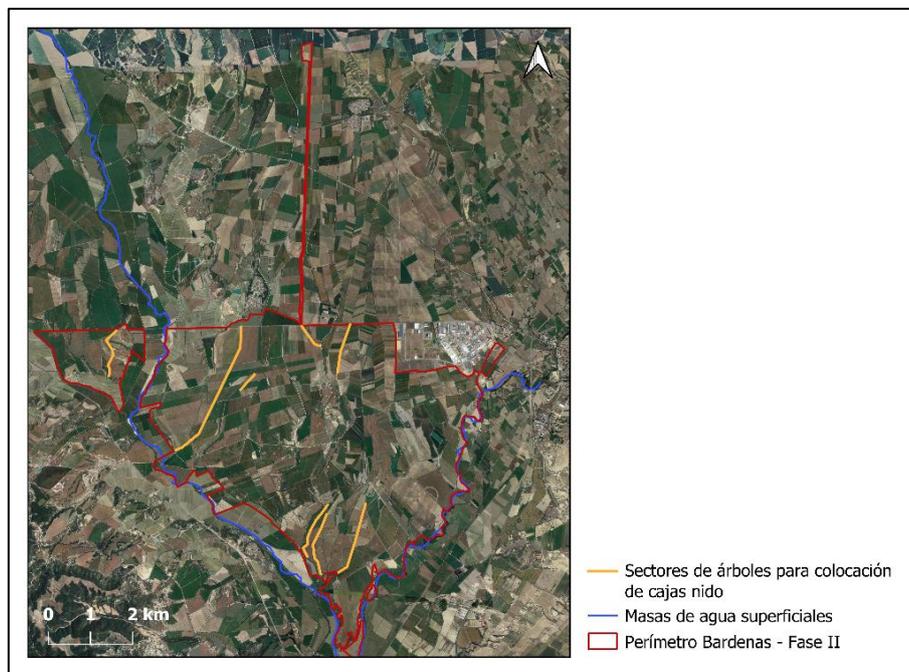


Figura 98. Ubicación de los sectores con árboles en la zona de estudio, propicios para la colocación de cajas nido.



Figura 99. Ejemplos de cajas nido para aves y murciélagos.



Figura 100. Ejemplos de cajas para insectos.

- Instalación de 3 islas flotantes para la fauna en la balsa, para favorecer la nidificación de aves acuáticas.



Figura 101. Ejemplo de islas flotantes.

Los impactos esperados sobre la fauna en la fase de explotación son accidentales, debido a caídas o atrapamientos de ejemplares en el vaso de la balsa o en zanjas, o por colisión con vallas perimetrales. Para evitar estos accidentes, en la fase de ejecución se establecerá un sistema de escape adecuado en la balsa:

- Se instalarán 8 mallas de salvamento para personas y animales en balsa de riego, para facilitar la salida a la fauna que accidentalmente pueda caerse en ella. Tendrán 18 metros de largo cada una y se dispondrán de forma equidistante.



Figura 102. Ejemplo de mallas de salvamento.

- No se empleará alambre de espino en los vallados perimetrales.
- En la parte superior de la pantalla interior de la balsa se instalarán chapas de aluminio perforadas, de 20 x 20 cm, con una distancia de 5 m y a distinta altura para evitar colisiones de aves. El vallado de la coronación de la balsa tiene 1.075 metros de longitud, por lo que se instalarán un total de 215 placas.



Figura 103. Ejemplo de placas de señalización para aves. Fuente: Fernández García et al. (2005).

- Creación de charcas abrevadero; pequeños cuerpos de agua que proporcionan recursos a la fauna, particularmente para mamíferos, aves y anfibios. Para los últimos, son especialmente importantes, ya que son lugares imprescindibles para su reproducción. En la zona de la balsa se realizará una pequeña charca abrevadero al oeste de la superficie en una zona expropiada.

Se localizarán en la parcela dedicada a la revegetación adyacente a la caseta de filtrado, y dentro de la parcela empleada para la ejecución de la balsa, en zona llana. El tamaño de la cubeta será de entre 1-2 m², con una profundidad de unos pocos centímetros.

Es necesario que se alimenten con frecuencia. A la hora de localizarlas es recomendable que se ubiquen en zonas deprimidas, para que esto ayude a su alimentación. Por estos motivos, es necesario que haya un frecuente mantenimiento.

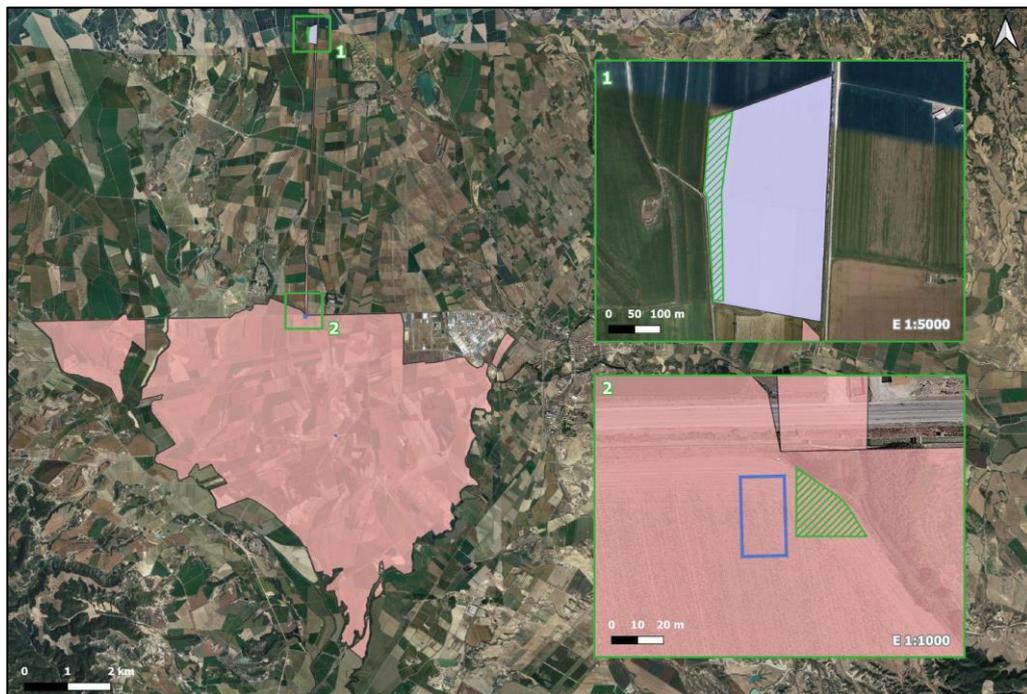


Figura 104. Localización de las parcelas expropiadas (color verde rayado) donde se realizarán las charcas abrevaderos.

- La aplicación de las medidas incluidas en el apartado 8.6 *Medidas para el control de los efectos sobre la flora, la vegetación y los hábitats de interés comunitario*, relacionadas con el mantenimiento de los retazos o rodales con chopos y otros árboles altos, así como la facilitación de generación de nuevos rodales con plantación y protección de estos árboles, favorecerá a los ejemplares de milano real (*Milvus milvus*).

Medidas de control durante todas las fases del proyecto

Como se conoce desde hace tiempo, en la cuenca del Ebro se registra la presencia del mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*), especie incluida en el Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto por el que se aprueba el Catálogo Español de especies Exóticas Invasoras, en la categoría de Invertebrados no Artrópodos. Su presencia conlleva impactos y amenazas en los ecosistemas que coloniza, asociados al alto consumo de plancton, que generan una reducción en el oxígeno,

un aumento en la MO y la alteración de ciclos de elementos en el medio acuático (CEEEI, 2013; Durán et al., 2017). Asimismo, elimina o desplaza especies autóctonas, pudiendo condicionar hábitats de las mismas, afectando a la pesca y el turismo (CEEEI, 2013; Durán et al., 2017). Es una especie capaz de generar graves daños en infraestructuras tales como motores, turbinas o embarcaciones, repercutiendo, así en problemas socioeconómicos para la población (CEEEI, 2013; Durán et al., 2017). Particularmente en redes presurizadas de riego puede generar daños de elevada repercusión económica, ya que, tanto en el riego por aspersión, como por goteo, las tuberías de pequeño diámetro y los poros son susceptibles a sufrir taponamiento por las conchas (CHE, 2007).

Por lo antes mencionado, se plantea como medida preventiva instalar en las cabeceras de la red principal de tuberías, unas arquetas para la auscultación y control de la existencia de ejemplares de mejillón cebrá, con el objeto de actuar con rapidez ante la detección de estos invertebrados, ya que su presencia y rápida dispersión, como se comentó anteriormente, generan daños ambientales, sociales y económicos muy elevados, por lo que la prevención es un factor principal, para conseguir los objetivos de la modernización planteada y su sostenibilidad económica, social, hídrica y medioambiental.

Según el criterio del técnico ambiental de obra, se planteará un esquema de monitorización, y si, eventualmente, se detectara la presencia de esta especie se deberá desarrollar un plan de evaluación y prevención para evitar su expansión, coordinado con la administración pública pertinente.

8.8. Medidas para el control de los efectos sobre el paisaje

Para reducir lo máximo posible el impacto de las obras sobre el paisaje, y en cumplimiento de la Estrategia 5.2.E3. *Integración paisajística de proyectos* de la Estrategia de Ordenación Territorial de Aragón, aprobada por Decreto 202/2014, de 2 de diciembre, del Gobierno de Aragón, se deberá velar por la conservación de los valores paisajísticos mediante la integración de todos los elementos del proyecto en el paisaje, tanto en las fases de diseño y ejecución de las obras como en la explotación y en la restauración del medio afectado. Para ello, se adoptan las siguientes medidas:

8.8.1. Fase de ejecución

Medidas preventivas previas a la ejecución de las obras

- Previo a la realización de las obras se deberán delimitar y señalizar adecuadamente todos los caminos y accesos tanto para el uso del personal como para limitar el movimiento de la maquinaria y su posible afección.
- Durante el desarrollo de las obras se cuidará del entorno, con una adecuada y ordenada situación de los acopios, parque de vehículos y limpieza diaria de las zonas ocupadas y de trabajo.

Medidas correctoras del paisaje

- Tal como se recoge en el punto 8.6 “Medidas para el control de los efectos sobre la flora, la vegetación, y los hábitats de interés comunitario”, se va a realizar un riego para

estimular el crecimiento del banco de semillas de la tierra vegetal con la que se recubrirá la balsa, con el objetivo de evitar su erosión y acelerar su colonización por la flora, integrándose así en el paisaje.

- Asimismo, como se recoge en el punto 8.6 “Medidas para el control de los efectos sobre la flora, la vegetación, y los hábitats de interés comunitario”, se realizarán plantaciones perimetrales en torno a la caseta de filtrado y alrededor del vallado perimetral de la balsa utilizando especies existentes en las proximidades. De esta forma los elementos quedan cubiertos por otros, integrados en el paisaje.
- Se recubrirán con la tierra vegetal extraída los tramos de las nuevas canalizaciones de riego una vez hayan sido enterradas, lo cual acelerará el crecimiento de especies autóctonas sobre ellas y eliminará el impacto visual del movimiento de tierras.
- Finalizadas las obras, se retirarán los materiales sobrantes e instalaciones auxiliares y se dismantlarán los accesos temporales.
- Se restaurarán las zonas que hayan sufrido alguna afección por algún motivo una vez acabados los trabajos. Las zonas de trabajo y la de instalaciones auxiliares serán restauradas, procediendo a la descompactación del terreno y la posterior restauración de sus características.

8.9. Medidas para el control de los efectos sobre los espacios de la Red Natura 2000

8.9.1. Fase de ejecución

8.9.1.1 Medidas preventivas

Se realizará un trabajo de campo con objeto de disponer de conocimiento actualizado de las poblaciones animales que habitan los espacios Red Natura 2000 (RN2000) y del uso del territorio que realizan de estos. Se tendrá en particular consideración a aquellas especies consideradas como elementos clave para la ZEPA ES0000289 “Lagunas y Carrizales de 5 Villas”, la ZEPA ES0000292 “Loma Negra – Bardenas” y el LIC/ZEC ES2430079 “Loma Negra”. El objeto de estos trabajos es valorar de manera precisa y evitar las posibles molestias (incremento de ruido, de circulación de vehículos y maquinaria, presencia de operarios, etc.), principalmente durante la fase de ejecución de las obras, de especies que habiten estos espacios Red Natura 2000 ubicados cerca de la zona de estudio.

Primeramente, se realizará un inventario, caracterización y diagnóstico de las especies y elementos clave de los espacios RN2000 antes mencionados. Posteriormente la información se irá actualizando con visitas mensuales durante la fase de ejecución de las obras, lo que permitirá adoptar las medidas necesarias para evitar las posibles molestias a la fauna.

En estos trabajos se incluirán, además, otras dos especies de interés:

- El aguilucho cenizo (*Circus pygargus*)
- El milano real (*Milvus milvus*)

Se tendrán en cuenta, en el calendario de obras y en la planificación de las mismas, las épocas más sensibles (reproducción, invernada, etc.) de aquellas especies identificadas en los planes de gestión de estas áreas protegidas, para toda la superficie afectada por el proyecto.

8.10. Medidas para el control de los efectos sobre otros Espacios Protegidos

No se detectan otros espacios protegidos en la zona de actuación por lo que las medidas adoptadas para controlar los efectos sobre la flora, la fauna y el paisaje minimizarán los efectos sobre las posibles especies vulnerables presentes en otros espacios protegidos cercanos a la Zona 2.

8.11. Medidas para el control de los efectos sobre el patrimonio arqueológico

8.11.1. Fase de ejecución

8.11.1.1 Medidas preventivas

Tal como se recoge en el apartado de valoración de impactos, la Dirección General de Patrimonio Cultural del Gobierno de Aragón, emite una resolución (Exp.: 009/20223, Exp. Prev.: 001/22.489), en la cual, se determinan una serie de medidas preventivas que se mencionan a continuación.

- Cualquier modificación en el proyecto deberá ser inmediatamente comunicada a esta Dirección General con el objetivo de valorar nuevas posibles afecciones sobre el patrimonio cultural.
- En cuanto al tránsito de maquinaria y vehículos de obra, zonas de aparcamiento y de acopio de materiales, deberán ceñirse a las zonas prospectadas.
- Control y seguimiento arqueológico de los movimientos de tierras asociados a esta obra. Dicho control y seguimiento exige la presencia obligada y permanente de un arqueólogo mientras duren los movimientos de tierras, desde los momentos iniciales de desbroce hasta los niveles de obra o niveles geológicos. Dichos movimientos de tierras se ajustarán en tiempo y forma para que el control y seguimiento sea efectivo. Estos controles se ceñirán a la apertura de zanjas, accesos, zapatas de los aerogeneradores y cualquier otra obra que conlleve remoción de tierras.

8.11.1.2 Medidas correctoras

- Se recuerda que si en el transcurso de los trabajos de control y seguimiento arqueológico o durante las obras, en general, se produjera el hallazgo de restos arqueológicos de interés deberá comunicarse de forma inmediata a la Dirección General de Patrimonio Cultural (Ley 3/1999, de 10 de marzo, del Patrimonio Cultural Aragonés), que arbitrará las medidas oportunas.

8.12. Medidas para el control de los efectos sobre los factores socioeconómicos

8.12.1. Fase de ejecución

8.12.1.1 Medidas preventivas

- Se deberán proteger las infraestructuras existentes. Los cruces con las infraestructuras de transporte deberán realizarse de forma que se asegure el correcto funcionamiento de las mismas durante la ejecución de las obras.
- En cuanto a las afecciones directas a redes de servicios básicos (agua potable y suministro de electricidad), en caso de producirse alguna rotura o afección no prevista se realizará su reposición inmediata y el restablecimiento del servicio.

8.12.1.2 Medidas correctoras

- En el caso de viales agrícolas y rurales afectados, se prevé su reposición garantizando en cualquier caso un itinerario alternativo. Se deberán mantener los usos del suelo y servicios afectados, en concreto con lo referente al aprovechamiento agrícola. Es decir, cuando se corte un camino o acceso, de forma temporal, se mantendrá una reposición temporal que permita el acceso a las parcelas.
- Las acequias que se afecten serán repuestas todas a su estado original y, si a causa del desarrollo de las obras, alguna queda fuera de uso se habilitarán canalizaciones alternativas provisionales si fuese necesario para garantizar la operatividad del sistema de riego actual durante la fase de ejecución. En tal caso, se deberán reestablecer las condiciones iniciales de los terrenos empleados para las canalizaciones provisionales.

8.13. Medidas para el control de residuos

8.13.1. Fase de ejecución

8.13.1.1 Medidas preventivas para reducir y gestionar correctamente los residuos generados

- En el Plan de Gestión de Residuos, acorde al Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, el productor de dichos residuos está obligado a incluir en el proyecto de ejecución de la obra un “Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición”. Posteriormente el contratista adjudicatario debe presentar un Plan de Gestión de Residuos que concrete el Estudio de Proyecto estableciendo los gestores escogidos para la gestión de los mismos, no sólo con objeto de realizar el tratamiento correcto para los mismos (urbanos, inertes o peligrosos) sino también para lograr paralelamente una minimización efectiva de la cantidad total producida.

- Se dará prioridad a la utilización de materiales que provengan de procesos de reciclado y/o reutilización y que se suministren en la zona de obras con la menor cantidad posible de material de embalaje a fin de minimizar la producción de residuos.
- Se realizará un seguimiento del mercado de productos y materias primas utilizadas en la obra, así como un control y mantenimiento de los productos almacenados, con el objetivo de proveerse de aquellos que estén diseñados bajo la premisa de una menor generación de residuos.
- En la medida en que se produzca el residuo se deberá procurar una solución de reutilización o reciclado. Normalmente, esto es posible en el caso de los residuos asimilables a urbanos (chatarra, papel, cartón, plásticos, etc.) y en los inertes (escombros de demolición, tierras sobrantes, restos de construcción, etc.), que suponen la mayor parte del volumen total generado en estas obras. Se busca con este proceder, por un lado, una menor generación de elementos que deban ser eliminados y, por otro, no tener que hacer el aprovisionamiento en puntos de abastecimiento exteriores a la zona de actuación, con el consiguiente coste de tiempo, materias primas y combustible.
- Se establece la obligatoriedad de realizar una correcta segregación y clasificación de todos los residuos que se generen. Esta separación evita mezclas que siempre dificultan la posterior gestión, especialmente en el caso de los residuos peligrosos.
- Los residuos generados en la obra, a excepción de los inertes, deberán ser recogidos con periodicidad diaria de los puntos de generación y trasladados a las zonas de almacenamiento acondicionadas específicamente para ello. Se deberá atender a los criterios de seguridad e higiene, procurando evitar mezclas, vertidos, diluciones, extravíos y otro tipo de incidentes.
- Los **residuos inertes** generados durante la fase de obras que no puedan ser reutilizados en los rellenos de la propia obra, serán gestionados por una empresa autorizada (con acreditación oficial de gestor de residuos por el Gobierno de Aragón) y se destinarán a vertedero, revalorización u otro destino dentro de la normativa vigente. El contratista deberá acreditar la adecuada gestión de residuos mediante la documentación que le proporcione el gestor autorizado.
- Los **residuos asimilables a urbanos** generados por los operarios se gestionarán en los puntos de vertido habituales del entorno (zonas de contenedores, ecoparques, etc.).
- Los **residuos peligrosos** serán manipulados atendiendo a sus Fichas de Seguridad mientras permanezcan en las instalaciones de la obra y deberán ser almacenados en condiciones adecuadas de seguridad e higiene: suelos impermeables, techado para prevención de afecciones derivadas de radiaciones solares, lluvia, etc., atendiendo a posibles incompatibilidades entre los mismos (por ejemplo, inflamables y corrosivos) y debidamente vallados para establecer el acceso restringido. Los residuos peligrosos serán señalizados y conocidos por todos los trabajadores. De los puntos en obra destinados a su gestión (duración máxima de permanencia un día), serán trasladados a la zona de almacenamiento donde deberán ser almacenados por un periodo nunca superior a 6 meses. Los **residuos peligrosos** solo podrán ser gestionados por un gestor autorizado por el Gobierno de Aragón.

- Se deberán tener en cuenta las siguientes actuaciones con el fin de minimizar los residuos peligrosos:
 - Priorizar el uso de productos menos peligrosos o inocuos, como aerosoles con plomo y CFS (cloro-fluorocarburos) por otros que no contengan; detergentes con sulfatos y nitratos por otros biodegradables; sustituir disolventes halogenados por no halogenados; priorizar el uso de pinturas con basa de agua frente a con disolvente, etc.
 - Prolongar la vida media de los aceites hidráulicos de la maquinaria mediante analíticas periódicas.
 - Previsión de productos con componentes asociados a residuos peligrosos en envases de mayor tamaño.
 - Priorizar el uso productos en envases reutilizables, que sean retirados por el agente comercial para su reutilización.
 - Comprar exclusivamente el contenido de un producto, no del envase, siendo luego almacenado en obra en grandes depósitos específicos rellenables.
 - Procurar al residuo peligroso una gestión de valorización material (tras su adecuado tratamiento) o de inertización, dejando en último lugar la eliminación de depósito de seguridad.
 - Se informará inmediatamente en caso de desaparición, pérdida o escape accidental de residuos peligrosos.

8.13.1.2 Medidas preventivas para el fomento de la economía circular

- Ante la premisa de fomentar una economía circular y reducir el impacto generado por los RCD, durante la ejecución del proyecto, se retirará la primera capa de tierra vegetal para ser repuesta al finalizar la instalación de la tubería. Con ello se favorecerá la colonización de la vegetación sobre la superficie afectada por las excavaciones.
- Del mismo modo, se deberá acopiar la primera capa de tierra vegetal de la balsa de regulación para su posterior uso en el recubrimiento de los taludes de la misma.
- Sobre el volumen total de gravas extraídas en la excavación de la cubeta de la balsa de regulación, el 30% se empleará por parte del Ayuntamiento de Ejea de los Caballeros para reponer y mantener los caminos rurales en mal estado de la zona, por lo que se plantea su reutilización dentro del ámbito de actuación. El 50% del volumen total de gravas se empleará para preparar una cama sobre la que instalar las conducciones a lo largo de todo el trazado. Por lo que solo se contempla que el 20% sea gestionado como residuo inerte generado durante la ejecución de las obras.

8.14. Medidas para el control de los efectos sobre el cambio climático

Tal como se ha determinado en el apartado de valoración de los efectos sobre el cambio climático (6.4.11), el impacto del proyecto es positivo, por lo que no se precisa el establecimiento de medidas al respecto.

9. PROGRAMA DE VIGILANCIA Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL

9.1. Objetivos del Plan de Vigilancia Ambiental

El Plan de Vigilancia Ambiental (PVA) tiene por objeto verificar los impactos producidos por las acciones derivadas de las actuaciones del proyecto, así como la comprobación de la eficacia de las medidas preventivas, correctoras y compensatorias establecidas en el capítulo correspondiente y que deberán ser aceptadas con carácter obligatorio por la empresa contratada para la realización de la obra.

De forma genérica, la vigilancia ambiental ha de atender a los siguientes objetivos:

- Controlar y garantizar el cumplimiento de las medidas preventivas y correctoras establecidas en el presente documento.
- Analizar el grado de ajuste entre el impacto previsto, y el real producido durante la ejecución de las obras y tras la puesta en funcionamiento.
- Detectar la aparición de impactos no deseables de difícil predicción en la evaluación anterior a la ejecución de las obras; una de las funciones fundamentales del PVA es identificar las eventualidades surgidas durante el desarrollo de la actuación para poner en práctica las medidas correctoras oportunas.
- Ofrecer los métodos operativos de control más adecuados al carácter del proyecto con objeto de garantizar un correcto programa de vigilancia ambiental.
- Describir el tipo de informes que han de realizarse, así como la frecuencia y la periodicidad de su emisión.

En todo caso, el PVA ha de constituir un sistema abierto de ajuste y adecuación en respuesta a las variaciones que pudieran plantearse respecto a la situación prevista.

Además de los análisis y estudios que se han señalado, se realizarán otros particularizados cuando se presenten circunstancias o sucesos excepcionales que impliquen deterioro ambiental o situaciones de riesgo, tanto durante la fase de obras, como en la de explotación.

Las medidas y controles a los que se refiere cada uno de los siguientes apartados para cada variable afectada, se desarrollarán con la periodicidad que se marca en cada caso y con carácter general y de forma inmediata, cada vez que se produzca algún incidente o eventualidad que pueda provocar una alteración sensible de la variable en cuestión.

El plan ha de tener un carácter dinámico que debe ir parejo a la ejecución de las obras para garantizar la optimización de esta herramienta de verificación y prevención.

9.1.1. Requerimientos del Plan de Vigilancia Ambiental en el ámbito del PRTR

Según se establece en el Anexo III del Convenio entre el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y la Sociedad Mercantil Estatal de Infraestructuras Agrarias, SA, en relación con las obras de modernización de regadíos del «Plan para la mejora de la eficiencia y la sostenibilidad

en regadíos» incluido en el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia de la Economía Española. Fase I:

El control de la eficacia de las medidas estará recogido en el Programa de Vigilancia Ambiental que se ha de adoptar para cada proyecto, incluyendo indicadores, que serán de tipo cuantitativo siempre que sea posible y se ajustarán a lo establecido a este respecto en el presente Convenio.

El Programa de Vigilancia Ambiental comprenderá tanto la fase de ejecución, como la fase de seguimiento ambiental posterior a la ejecución de las obras, durante los 5 primeros años tras la entrega de las mismas. Entre otras actuaciones, recogerá el plan de seguimiento y mantenimiento de los dispositivos instalados según los casos (sensores y telecontrol), así como la reposición de mallas en el caso de las estructuras vegetales de conservación y su mantenimiento con riego durante los tres primeros años. También incluirá el mantenimiento de otras estructuras de conservación y de retención de nutrientes que se hayan instalado, garantizando su funcionamiento y persistencia.

9.2. Contenido básico y etapas del Plan de Vigilancia Ambiental

La supervisión de todas las inspecciones la llevará a cabo un técnico medioambiental que se contrate directamente o a través de una empresa especializada, durante la ejecución de las obras. La dedicación del mismo a la actividad si bien no ha de ser completa durante todo el periodo que ésta dure, debe ser suficiente para garantizar un seguimiento de detalle y pleno desarrollo de las actuaciones, así como la realización de las siguientes funciones:

- Realizar los informes del PVA
- Coordinar el seguimiento de las mediciones.
- Controlar que la aplicación de las medidas preventivas y correctoras adoptadas se ejecute correctamente.
- Elaborar propuestas complementarias de medidas correctoras.
- Vigilar el desarrollo de la actuación al objeto de detectar impactos no valorados a priori.

En el desarrollo del Plan de Vigilancia Ambiental, el proyecto presenta tres fases claramente diferenciadas, caracterizadas con parámetros distintos: fase previa a la construcción, fase de construcción y fase de explotación.

Fase previa a la construcción

Constituye la etapa previa a la ejecución del proyecto y se llevará a cabo antes del inicio de las obras. El objetivo de esta fase es el de realizar un reconocimiento sobre el terreno de la zona que se verá afectada por las obras, recabándose toda aquella información que se considere oportuna y entre la que se incluirán las siguientes actividades:

- Se procederá al saneamiento y a las acciones necesarias para la gestión de residuos en las instalaciones de servicios propios de obra.

Fase de construcción

Esta etapa se prolongará por el espacio de tiempo que duren las obras. Durante este período se realizarán inspecciones aleatorias sobre el terreno en función de la evolución de los trabajos que se vayan realizando.

El intervalo transcurrido entre dos visitas sucesivas no superará los treinta días. El objetivo propio de esta fase se centra en realizar un seguimiento directo de las obras, verificando el cumplimiento de las medidas preventivas y correctoras especificadas.

Fase de explotación

Esta fase dará comienzo justo después de concluir las obras, realizándose un seguimiento del retorno de las condiciones ambientales posterior a la finalización de las obras, incluyendo la correspondiente redacción de informes. Si durante el periodo de tiempo establecido para el seguimiento al término de las obras se percibiera algún impacto significativo no previsto, se propondrán de inmediato las posibles medidas correctoras a aplicar con el fin de minimizar o eliminar los efectos no deseados.

Además, por estar el proyecto incluido en el PRTR, se deberá llevar a cabo el seguimiento ambiental posterior a la ejecución de las obras, durante los 5 primeros años tras la entrega de las mismas, tal como se ha especificado anteriormente.

9.3. Seguimiento y control

El contratista de la obra deberá responsabilizarse del cumplimiento estricto de la totalidad de los condicionados ambientales establecidos para la obra, que se encuentren incluidos en el proyecto, en el estudio de impacto ambiental, en el correspondiente informe ambiental o en la legislación vigente. Por lo tanto, debe conocer estos condicionados y ponerlos en ejecución.

El promotor y, en su caso, el contratista principal, deben definir quién será el personal asignado a las labores de seguimiento y vigilancia ambiental en obras. En el caso de la vigilancia del contratista principal, se designará un Jefe de Medio Ambiente o el Jefe de Obra, en caso de que no exista la figura anterior.

El equipo encargado de llevar a cabo el PVA estará compuesto por:

- El responsable del programa: debe ser un experto en alguna de las disciplinas especializadas y con experiencia probada en este tipo de trabajos. El experto será el responsable técnico del PVA en las tres fases identificadas (planificación, construcción y funcionamiento) y el interlocutor válido con la Dirección de las Obras en la fase de construcción.
- Equipo de técnicos especialistas (equipo técnico ambiental). Conjunto de profesionales experimentados en distintas ramas del medio ambiente, cultura y socio-economía, que conformarán un equipo multidisciplinar para abordar el PVA. Las principales funciones de este personal son las siguientes:
 - o Seguimiento y vigilancia ambiental durante la ejecución de las obras.
 - o Control y seguimiento de las relaciones con proveedores y subcontratistas.

- Ejecución del PVA
- Controlar la ejecución de las medidas preventivas, correctoras y compensatorias.
- Emitir informes de seguimiento periódicos.
- Dejar constancia de todas las actividades de seguimiento, detallando el resultado de las mismas.
- Comunicar los resultados del seguimiento y vigilancia ambiental al Director de Obra y al Jefe de Obra.

Para el seguimiento y vigilancia ambiental de las obras, el personal asignado realizará visitas periódicas *in situ*, podrá realizar mediciones cuando sea necesario y deberá estudiar los documentos de la obra que incluyen los principales condicionados ambientales:

- Programa de Vigilancia Ambiental.
- Proyectos informativos y constructivos de la obra.
- Documento ambiental y Resolución Ambiental.
- Plan de gestión ambiental de obra (PGA).

En la fase de construcción tanto el responsable del PVA como el equipo de técnicos especialistas deberán visitar periódicamente la zona de obras desde el inicio de la misma, al objeto de controlar desde las fases más tempranas del proyecto todos y cada uno de los programas que se desarrollen.

El equipo del PVA debe coordinar sus actuaciones con el personal técnico planificador, así como el personal técnico destacado en la zona de obras. En este segundo caso, el equipo del PVA deberá estar informado de las actuaciones de la obra que se vayan a poner en marcha, para así asegurar su presencia en el momento exacto de la ejecución de las unidades de obra que puedan tener repercusiones sobre el medio ambiente.

Al mismo tiempo, la Dirección de Obra deberá notificar con suficiente antelación en qué zonas se va a actuar y el tiempo previsto de permanencia, de forma que permita al Equipo Técnico Ambiental establecer los puntos de inspección oportunos de acuerdo con los indicadores a controlar.

Para la adecuada ejecución del seguimiento ambiental de los impactos generados por la fase de construcción del proyecto, el Equipo Técnico Ambiental llevará a cabo los correspondientes estudios, muestreos y análisis de los distintos factores del medio ambiente, al objeto de obtener indicadores válidos que permitan cuantificar las alteraciones detectadas.

Todos los informes emitidos por el equipo de trabajo del Plan de Vigilancia Ambiental deberán ser supervisados y firmados por el técnico responsable, el cual los remitirá al promotor en las fases de planificación y operación, y a la Dirección de las Obras en la fase de construcción. El promotor y la Dirección de las Obras, remitirán todos los informes al órgano sustantivo, al objeto de que sean supervisados por éste.

Además de un informe inicial y uno final, se realizarán, siempre que se considere necesario, informes periódicos de seguimiento, donde se reflejarán las observaciones efectuadas durante el seguimiento de las obras, los resultados obtenidos en la aplicación de las medidas propuestas y los problemas detectados, siendo de gran importancia en estos informes, la detección de impactos no previstos.

9.4. Seguimiento ambiental en la Fase de Ejecución

9.4.1. Seguimiento de la calidad atmosférica

Control de la emisión de polvo y partículas

Objetivos:	<i>Verificar la mínima incidencia de emisiones de polvo y partículas debidas a movimientos de tierras y tránsito de maquinaria, así como la correcta ejecución de riegos en su caso.</i>
Actuaciones:	<i>Se realizarán inspecciones visuales en la zona de obras, analizando especialmente, las nubes de polvo que pudieran producirse en las zonas de trabajo, así como la acumulación de partículas. Se controlará visualmente la ejecución de riegos de control de polvo.</i>
Lugar de inspección:	<i>Toda la zona de obras y en particular núcleos habitados y cultivos y accesos próximos a la zona de obras.</i>
Parámetros de control y umbrales:	<i>Nubes de polvo y acumulación de partículas; no deberá considerarse admisible su presencia. En su caso, se verificará la intensidad de los riegos mediante certificado de la fecha y lugar de su ejecución. No se considerará aceptable cualquier situación en contra de lo previsto, sobre todo en épocas de sequía.</i>
Periodicidad de la inspección:	<i>Las inspecciones serán diarias y deberán intensificarse en función de la actividad y de la pluviosidad.</i>
Medidas de prevención y corrección:	<i>Riegos o intensificación de los mismos en plataforma y accesos. Limpieza en las zonas que eventualmente pudieran haber sido afectadas.</i>
Documentación:	<i>Los resultados de las inspecciones se reflejarán en los informes ordinarios, adjuntando un plano de localización de áreas afectadas, así como de lugares donde se estén llevando a cabo riegos. Asimismo, se adjuntarán a estos informes los certificados.</i>
Recursos necesarios:	<i>Equipo de seguimiento ambiental.</i>

Control del ruido: niveles acústicos de la maquinaria

Objetivos:	<i>Verificar el correcto estado de la maquinaria ejecutante de las obras en lo referente al ruido emitido por la misma.</i>
Actuaciones:	<i>Se exigirá la ficha de Inspección Técnica de Vehículos de todas las máquinas que vayan a emplearse en la ejecución de las obras. Se partirá de la realización de un control de los niveles acústicos de la maquinaria, mediante una identificación del tipo de máquina, así como del campo acústico que origine en las condiciones normales de trabajo. En caso de detectarse una emisión acústica elevada en una determinada máquina, se procederá a realizar una analítica del ruido emitido por ella según los métodos, criterios y condiciones establecidas en la legislación vigente.</i>
Lugar de inspección:	<i>Parque de maquinaria y zona de obras.</i>
Parámetros de control y umbrales:	<i>Los límites máximos admisibles para los niveles acústicos emitidos por la maquinaria serán los establecidos en la legislación vigente.</i>
Periodicidad de la inspección:	<i>El primer control se efectuará con el comienzo de las obras, repitiéndose si fuera preciso, de forma diaria.</i>
Medidas de prevención y corrección:	<i>Si se detectase que una determinada máquina sobrepasa los umbrales admisibles, se propondrá su paralización hasta que sea reparada o sustituida por otra.</i>
Documentación:	<i>Si fuese necesario realizar una analítica de la emisión sonora de una determinada máquina, se incluirán los métodos operativos dentro de un anejo al correspondiente informe ordinario.</i>
Recursos necesarios:	<i>Personal y material especializado.</i>

9.4.2. Seguimiento de las masas de agua

Control de la contaminación por vertidos

Objetivos:	<i>Garantizar la protección de la hidrología superficial y subterránea ante vertidos accidentales al medio que puedan producirse por vertidos accidentales de la maquinaria de obra.</i>
Actuaciones:	<ul style="list-style-type: none"> - Controlar que los cambios de aceite y repostaje de la maquinaria se lleva a cabo en los lugares dispuestos a tal fin. - Se verificará que, en caso de que se produzca un vertido accidental de aceite proveniente de la maquinaria, es tratado con sepiolita y acopiado como residuo peligroso para su recogida por gestor autorizado.
Lugar de inspección:	<i>Toda la zona de obra.</i>

Periodicidad de la inspección:	<i>Diaria durante las obras.</i>
Medidas de prevención y corrección:	<ul style="list-style-type: none"> - Cambios de aceite y repostaje de la maquinaria se llevan a cabo en los puntos previstos a tal fin, disponiendo de lona plástica bajo la maquinaria. - Tratamiento de vertidos accidentales de aceite con sepiolita u otro absorbente y almacenamiento de los restos en contenedor de residuos peligrosos para su recogida y gestión por gestor autorizado.
Documentación:	<i>Los resultados de estos controles se incluirán en los informes ordinarios.</i>
Recursos necesarios:	<i>Equipo de seguimiento ambiental.</i>

9.4.3. Seguimiento de la calidad del suelo

Control de la alteración y compactación de suelos

Objetivos:	<i>Asegurar el mantenimiento de las características edafológicas de los terrenos no ocupados directamente por las obras. Verificación de la ejecución de medidas correctoras (subsolados, gradeos, etc.).</i>
Actuaciones:	<i>Si se crean zonas auxiliares de acopio, etc. se comprobará la ejecución de labores de descompactación del suelo en los lugares que así lo requieran. Para ello se realizarán inspecciones visuales, midiendo con cinta la profundidad de la labor y verificando el correcto acabado.</i>
Lugar de inspección:	<i>El control de la descompactación de suelos se realizará en los lugares donde esté prevista la actuación del proyecto.</i>
Parámetros de control y umbrales:	<i>Se controlará la compacidad del suelo, así como la presencia de roderas que indiquen tránsito de maquinaria. Será umbral inadmisibles la presencia de excesivas compactaciones por causas imputables a la obra y la realización de cualquier actividad en zonas excluidas. En su caso, se comprobará: tipo de labor, profundidad, y acabado de las superficies descompactadas. El umbral vendrá dado por el "Método del tacón".</i>
Periodicidad de la inspección:	<i>De forma paralela a la implantación de zonas auxiliares, verificándose quincenalmente.</i>
Medidas de prevención y corrección:	<i>En caso de sobrepasarse los umbrales admisibles se informará a la Dirección de las obras, procediéndose a practicar una labor al suelo, si esta fuese factible, aunque no estuviese contemplada en el proyecto.</i>
Documentación:	<i>Los resultados de las inspecciones se reflejarán en los informes ordinarios, en el modelo de ficha creado para tal fin.</i>
Recursos necesarios:	<i>Equipo de seguimiento ambiental.</i>

Control de la retirada y acopio de tierra vegetal

Objetivos:	<i>Verificar la correcta ejecución de la retirada y el acopio de la tierra vegetal retirada previo al inicio de toda excavación.</i>
Actuaciones:	<i>Se comprobará que la retirada se realice en los lugares adecuados y con los espesores inferiores a 1 m. Asimismo, se propondrán los lugares concretos de acopio, verificándose que no se ocupe la red de drenaje superficial. Se supervisarán las condiciones de los acopios hasta su reutilización en obra, y la ejecución de medidas de conservación si fueran precisas.</i>
Lugar de inspección:	<i>Retirada de la capa de tierra vegetal en los lugares de excavación, principalmente, trazado de las zanjas, área afectada por la construcción de la balsa y construcciones auxiliares.</i>
Parámetros de control y umbrales:	<i>Se verificará el espesor retirado, que deberá corresponder a los primeros centímetros del suelo, según especifique el Proyecto. Dado que se contempla el reemplazo de material, será inaceptable su retirada a vertedero y sustitución por tierras vegetales de préstamos o compradas.</i>
Periodicidad de la inspección:	<i>Se comprobará que se realice antes del inicio de las excavaciones y que se ejecute una vez finalizado el desbroce, permitiendo así la retirada de los propágulos vegetales que queden en los primeros centímetros del suelo, tanto de los preexistentes como de los aportados con las operaciones de desbroce. Los acopios que pueda haber se inspeccionarán de forma semestral.</i>
Medidas de prevención y corrección:	<i>Si se detectasen alteraciones en los acopios que pudieran conllevar una disminución en la calidad de la tierra vegetal, se hará una propuesta de conservación adecuada (siembras, tapado, etc.)</i>
Documentación:	<i>Cualquier incidencia en esta operación se reflejará en el correspondiente informe ordinario, al que se adjuntarán los planos de situación de los acopios temporales de tierra vegetal.</i>
Recursos necesarios:	<i>Equipo de seguimiento ambiental.</i>

Control de la extensión de la tierra vegetal

Objetivos:	<i>Verificar la correcta ejecución de esta unidad de obra.</i>
Actuaciones:	<i>Se verificará su ejecución en las zonas donde las conducciones se instalen en los campos y en los taludes de la balsa de regulación. Tras su ejecución, se controlará que no se produzca circulación de maquinaria pesada.</i>

Lugar de inspección:	<i>Trazado de las conducciones y taludes de la balsa de regulación.</i>
Parámetros de control y umbrales:	<i>Se verificará el espesor de tierra aportado. La tolerancia máxima en la extensión será de 20 cm de profundidad con una densidad media de 5 mediciones por 500 m² de superficie. Cuando se realicen análisis de tierra vegetal, se tomarán muestras en las que se determinará como mínimo la granulometría, el pH y el contenido en materia orgánica.</i>
Periodicidad de la inspección:	<i>Las inspecciones se realizarán una vez finalizada la extensión. En caso de realizarse análisis, serán previos a la utilización de la tierra en obra.</i>
Medidas de prevención y corrección:	<i>Si se detectase que el espesor aportado es incorrecto, se deberá proceder a reparar las zonas afectadas. En el caso de los análisis, si se detectasen anomalías en la composición de la tierra vegetal, se propondrán enmiendas o mejoras si es posible, o su retirada de la obra en caso contrario.</i>
Documentación:	<i>Los resultados de las mediciones del espesor de tierra vegetal se recogerán en los informes ordinarios.</i>
Recursos necesarios:	<i>Equipo de seguimiento ambiental.</i>

Control de la alteración de caminos y accesos

Objetivos:	<i>Verificar que durante toda la fase de construcción y al finalizarse las obras, se mantiene la continuidad de todos los caminos cruzados y que, en caso de cortarse alguno, existen desvíos provisionales o definitivos correctamente señalizados.</i>
Actuaciones:	<i>Se verificará la continuidad de los caminos, bien por su mismo trazado, bien por desvíos provisionales y en este último caso, la señalización de los mismos.</i>
Lugar de inspección:	<i>Todos los caminos y sendas de tránsito y acceso de maquinaria.</i>
Parámetros de control y umbrales:	<i>Se considerará inaceptable la falta de continuidad en algún camino, por su mismo recorrido u otro opcional, o la falta de señalización en los desvíos.</i>
Periodicidad de la inspección:	<i>Las inspecciones se realizarán mensualmente, mediante recorridos por la traza y los caminos interceptados.</i>
Medidas de prevención y corrección:	<i>En caso de detectarse la falta de continuidad en algún camino, o la falta de acceso a alguna zona, se dispondrá inmediatamente algún acceso alternativo.</i>
Documentación:	<i>Los resultados de estas inspecciones se reflejarán en el correspondiente informe.</i>

Recursos necesarios:	<i>Equipo de seguimiento ambiental.</i>
-----------------------------	---

Control arqueológico

Objetivos:	<i>Verificar que durante la fase de ejecución y al finalizar las obras se realizan los trabajos de seguimiento arqueológico previsto. Evitar afecciones no previstas sobre posibles valores arqueológicos a consecuencia de las acciones del proyecto que supongan movimiento de tierras.</i>
Actuaciones:	<i>Durante la ejecución de las obras, se hará un seguimiento arqueológico por un especialista a pie de obra.</i>
Lugar de inspección:	<i>Toda la traza por la que discurran las conducciones, superficie afectada por la construcción de la balsa y cualquier punto donde se produzcan movimientos de tierras.</i>
Parámetros de control y umbrales:	<i>Aparición de algún resto o yacimiento arqueológico no previsto.</i>
Periodicidad de la inspección:	<i>Durante la ejecución de la obra. Las inspecciones se ajustarán al avance de los trabajos, donde se realicen los movimientos de tierras.</i>
Medidas de prevención y corrección:	<i>Si aparece algún resto o yacimiento arqueológico no previsto, se interrumpirán puntualmente las obras en la zona hasta que se realicen las actuaciones pertinentes por el órgano competente (INAGA).</i>
Documentación:	<i>Los resultados de las inspecciones se reflejarán en informes mensuales, así como en un informe final tras la terminación de los trabajos.</i>
Recursos necesarios:	<i>Especialista arqueólogo.</i>

9.4.4. Control de accesos temporales

Objetivos:	<i>Evitar afecciones no previstas a consecuencia de la apertura de caminos de obra y accesos temporales no previstos en el proyecto.</i>
Actuaciones:	<i>De forma previa a la firma del Acta de Replanteo se analizarán los accesos previstos para la obra y los caminos auxiliares. Periódicamente se verificará que no se han construido caminos nuevos no previstos.</i>
Lugar de inspección:	<i>Toda la zona de obras y su entorno.</i>

Parámetros de control y umbrales:	<i>No se considerará aceptable la apertura de caminos de obra nuevos sin autorización. Si se precisase algún acceso o camino no previsto, se analizarán las posibilidades existentes, seleccionando el que menos afecte al entorno, y se diseñarán las medidas para la restauración de la zona una vez finalizadas las obras.</i>
Periodicidad de la inspección:	<i>Se realizará una visita previa a la firma del Acta de Replanteo y visitas cuatrimestrales.</i>
Medidas de prevención y corrección:	<i>En todos los caminos de obra y accesos temporales que no se mantengan de forma definitiva, se deberá proceder a su desmantelamiento y restauración, con los criterios aportados en el Proyecto de Construcción.</i>
Documentación:	<i>La localización de accesos y caminos de obra se reflejará en el primer informe. Las conclusiones de esta actuación se recogerán en el informe final. Si se detectase algún incumplimiento, se recogerá en los informes ordinarios. Si a consecuencia de la apertura de un camino no previsto se afectase alguna zona de alto valor natural o cultural se emitirá un informe extraordinario.</i>
Recursos necesarios:	<i>Equipo de seguimiento ambiental.</i>

9.4.5. Desmantelamiento de instalaciones de obra y limpieza de las zonas

Objetivos:	<i>Verificar que a la finalización de las obras se desmantelan todas las instalaciones auxiliares y se procede a la limpieza de los terrenos.</i>
Actuaciones:	<i>Antes de la firma del Acta de Recepción se procederá a realizar una inspección general de toda el área de obras, zonas de instalaciones, acopios o cualquier otra relacionada con la obra, verificando su limpieza y el desmantelamiento y retirada de todas las instalaciones auxiliares.</i>
Lugar de inspección:	<i>Todas las zonas afectadas por las obras.</i>
Parámetros de control y umbrales:	<i>No será aceptable la presencia de ningún tipo de residuo o resto de las obras.</i>
Periodicidad de la inspección:	<i>Una inspección al finalizar las obras, antes de la firma del Acta de Recepción.</i>
Medidas de prevención y corrección:	<i>Si se detectase alguna zona con restos de la obra se deberá proceder a su limpieza inmediata, antes de realizar la recepción de la obra.</i>
Documentación:	<i>Los resultados de esta inspección se recogerán en el informe final de la fase de construcción.</i>

Recursos necesarios:	<i>Equipo de seguimiento ambiental.</i>
-----------------------------	---

9.4.6. Seguimiento de la reposición de servicios afectados

Objetivos:	<i>Verificar que todos los servicios afectados se reponen de forma inmediata, sin cortes o interrupciones que puedan afectar a la población del entorno. Cuando la entidad o compañía suministradora o propietaria del servicio se haga cargo de la reposición, o de la verificación de ésta, no será preciso realizar ningún control.</i>
Actuaciones:	<i>Se realizará un seguimiento de la reposición de servicios afectados, para comprobar que ésta sea inmediata. No son previsibles molestias en la reposición de los principales servicios, por lo que esta actuación debe centrarse principalmente en los casos en que se crucen zonas con pequeños servicios de importancia local.</i>
Lugar de inspección:	<i>Zonas donde las obras intercepten servicios, con especial atención a aquellos de pequeña entidad o interés local.</i>
Parámetros de control y umbrales:	<i>Se considerará inaceptable el corte de un servicio o una prolongada interrupción.</i>
Periodicidad de la inspección:	<i>Las inspecciones se realizarán coincidiendo con otras visitas de obra y su periodicidad dependerá de la cantidad de servicios afectados.</i>
Medidas de prevención y corrección:	<i>Si se detecta la falta de continuidad en algún servicio se repondrá de inmediato.</i>
Documentación:	<i>Los resultados de estas inspecciones, si fueran precisas, se recogerán en el informe final de la fase de construcción.</i>
Recursos necesarios:	<i>Equipo de seguimiento ambiental.</i>

9.4.7. Vertederos y acopios

Objetivos:	<i>Será objeto de control que la ubicación y explotación de las zonas de préstamos y vertederos no conlleven afecciones a zonas o elementos de singularidad ambiental.</i>
-------------------	--

Actuaciones:	<i>Se controlará que los materiales sobrantes sean retirados a los lugares de destino de la forma más rápida posible y que no se acopien en la zona exterior de las obras. Se verificará que los materiales necesarios para las obras sean acopiados únicamente en los lugares autorizados para ello y se controlará que las condiciones de almacenamiento garanticen la ausencia de contaminación de aguas y suelos por arrastres o lixiviados. Las zonas de acopio de materiales peligrosos, perjudiciales o altamente contaminantes se señalarán convenientemente, comprobándose asimismo que se ubican en terrenos especialmente habilitados e impermeabilizados. Se definirán con exactitud los lugares de acopio de la tierra hasta su reutilización en la obra.</i>
Lugar de inspección:	<i>Zonas de préstamos, vertederos y acopios y en general toda la obra y su entorno próximo para verificar que no existen acopios o vertidos no autorizados.</i>
Parámetros de control y umbrales:	<i>Los parámetros a controlar serán: presencia de acopios no previstos; forma de acopio de materiales peligrosos; zonas de préstamos o vertederos incontrolados. No se aceptará la formación de ningún tipo de vertedero, acopios o zona de préstamos fuera de las áreas acondicionadas para tal fin.</i>
Periodicidad de la inspección:	<i>Los controles se realizarán durante toda la fase de construcción, de forma cuatrimestral.</i>
Medidas de prevención y corrección:	<i>Si se detectase la formación de vertederos, zonas de préstamos o acopios incorrectos, se informará con carácter de urgencia, para que las zonas sean limpiadas y restauradas.</i>
Documentación:	<i>Los resultados de estos controles se incluirán en los informes ordinarios.</i>
Recursos necesarios:	<i>Equipo de seguimiento ambiental.</i>

9.4.8. Control y replanteo

Objetivos:	<i>El control del replanteo perseguirá evitar la afección a superficies mayores distintas de las recogidas en el proyecto. Esta medida deberá evitar alteraciones innecesarias sobre los factores ambientales.</i>
Actuaciones:	<i>Se verificará la adecuación de la localización de la infraestructura a los planos de planta incluidos en el proyecto, comprobando que la ocupación de la misma no conlleve afectaciones mayores de las previstas.</i>
Lugar de inspección:	<i>Toda la zona de obras. Asimismo, se verificará que todos los caminos de acceso a las obras son replanteados en esta fase, evitando afectaciones innecesarias.</i>

Parámetros de control y umbrales:	<i>Los parámetros de control serán los propios recursos valiosos. Los umbrales de alerta serán las afecciones a mayores superficies de las necesarias, o alteraciones de recursos no previstas.</i>
Periodicidad de la inspección:	<i>Los controles se realizarán durante la fase de replanteo de las obras, o a la finalización de ésta, antes del inicio de las obras.</i>
Medidas de prevención y corrección:	<i>Para prevenir posibles afecciones, si fuese el caso, se informará al personal ejecutante de las obras de las limitaciones existentes en el replanteo por cuestiones ambientales.</i>
Documentación:	<i>Si fuese necesario realizar esta actuación, sus resultados se recogerán en el primer informe emitido paralelo al Acta de Replanteo de la obra.</i>
Recursos necesarios:	<i>Equipo de seguimiento ambiental.</i>

9.4.9. Seguimiento del cumplimiento de la formación

9.4.9.1 Plan para la Mejora de la Eficiencia y la Sostenibilidad en Regadíos – Curso general

El contenido del curso de formación establecido será el siguiente:

Mejora de la eficiencia del regadío y su gestión ambiental en el marco del CBPA

CURSO GENERAL DE CONTENIDOS COMUNES EN BPA
1. Título de la formación
Optimización de la eficiencia del regadío y su gestión ambiental en el marco del CBPA.
2. Objetivo general y específicos
Los objetivos generales son introducir el contexto administrativo y de políticas que han dado lugar al Plan y los principios que soportan la orientación de las directrices. En cuanto a los objetivos específicos, el curso proporciona, por un lado, una visión integrada y equilibrada de las medidas que se han recomendado en las directrices 1-4 para mejorar la gestión ambiental y la eficiencia del regadío y, por otro lado, los conocimientos básicos necesarios para aplicar el CBPA en zonas agrícolas de regadío mediante conceptos que van más allá de los recogidos en las directrices 1-4 y que son relevantes para las buenas prácticas agrícolas.
3. Contenidos
<ol style="list-style-type: none"> 1. Aspectos generales. Origen y condicionantes del Plan, aplicación del principio DNSH en el marco del Plan y visión general de las medidas integradas en las directrices 1-4. 2. Conservación y calidad de los suelos en zonas agrícolas de regadío. 3. Balance de agua en los suelos. 4. Agricultura de precisión y uso sostenible de plaguicidas. 5. Uso eficiente de fertilizantes nitrogenados. 6. Eficiencia del uso de la energía en redes de riego presurizadas. 7. Principios básicos sobre el funcionamiento de los agroecosistemas.

4. Cronograma tentativo y carga horaria total (20 h).

1. Aspectos generales (2 h):

El Plan para la Mejora de la Eficiencia y la Sostenibilidad en Regadíos, origen y contexto.

Aplicación del principio DNSH en el marco del Plan (0,5 h).

Resumen de las medidas descritas en las directrices 1-4 (1,5 h).

2. Conservación y calidad de los suelos en zonas agrícolas de regadío (3 h).

3. Balance de agua en suelo para determinar el momento y dosis de riego (3 h).

4. Agricultura de precisión y uso sostenible de plaguicidas (3 h).

5. Uso eficiente de fertilizantes nitrogenados (3 h).

6. Eficiencia del uso de la energía en redes de riego presurizadas (3 h).

7. Agroecosistemas (3h):

El funcionamiento de los paisajes agrarios (1,5 h)

Elementos no productivos del paisaje agrario: Estructuras vegetales de conservación y

mejora de la habitabilidad para la fauna acompañante (1,5 h)

5. Perfil de formadores

- Ingeniero Técnico Agrícola, Ingeniero Agrónomo, Graduado en Ingeniería Forestal, Graduado en Ingeniería del Medio Natural, Ingeniero de Montes, Licenciado o Graduado en Ciencias Ambientales, Licenciado o Graduado en Biología, Licenciado o Graduado en Química especialidad Agrícola.

Experiencia acreditada en formación agraria y/o en servicios de extensión agraria de, al menos, un año, así como experiencia en particular en alguno o varios de los campos mostrados en el resumen de contenidos.

6. Destinatarios

Técnicos de las CCRR y comuneros.

7. Presupuesto estimativo

3.800 € (sin IVA)

8. Recursos (Materiales necesarios)

La mayoría del material será impartido mediante presentaciones (PowerPoint o similar) especialmente preparadas para abordar la formación. El material de los casos prácticos se entregará al comienzo del curso para que los asistentes puedan revisarlo durante unos días.

9. Estrategias metodológicas

Se trata de un curso intensivo y presencial concebido para proporcionar conocimientos generales relacionados con las directrices y otros conceptos relevantes en el CBPA. Al final de cada clase magistral se reservará entre 15 y 30' para discusión y casos prácticos que se diseñarán fundamentalmente como una herramienta para que los asistentes, bajo supervisión del formador, apliquen los conocimientos adquiridos en la parte teórica del curso.

10. Criterios de valoración

Certificado de asistencia (control del total de horas a las que asiste cada alumno).

Certificado de aprovechamiento para los técnicos de las CCRR tras aprobar un test de evaluación final.

Cada uno de los apartados/módulos en los que se divide el contenido del curso general de contenidos comunes en BPA se detalla a continuación:

1. Aspectos generales

1. Objetivo general
Entender el origen y los condicionantes del Plan, aplicación del principio DNSH en el marco del Plan y visión generalizada de las medidas integradas en las directrices 1-4
2. Contenidos teórico-prácticos y carga horaria total (2h)
<ol style="list-style-type: none"> 1. Origen y condicionantes del Plan. Principio DNSH en el marco del Plan (0,5 h). 2. Visión generalizada de las medidas descritas en las directrices 1-4 (1,5 h): <ol style="list-style-type: none"> 2.1. Monitorización de las necesidades de riego y su gestión. 2.2. Control de la calidad del agua de riego y sus retornos. 2.3. Medidas para la mejora de la integración ambiental del regadío y sus servicios ecosistémicos. 2.4. Síntesis de los contenidos teóricos utilizando uno o dos casos prácticos donde se aplican todas las herramientas revisadas en los contenidos 2.1-2.3.
3. Recursos
Materiales especialmente preparados para abordar la formación teórica en forma de presentaciones PowerPoint o similar.

2. Conservación y calidad de los suelos en zonas agrícolas de regadío

Conservación y calidad de suelos en zonas agrícolas de regadío
1. Objetivo general
Mostrar los principales problemas relacionados con el uso de los suelos en sistemas agrarios de regadío. Establecer el marco conceptual para la gestión del suelo en regadíos con el objeto de mantener su calidad, mitigar la erosión y mantener y/o mejorar el contenido en carbono.
2. Contenidos teórico-prácticos y carga horaria total (3h)
<ol style="list-style-type: none"> 1. Introducción: El suelo, factores que inciden en su calidad, características de los suelos y los problemas de uso en regadío. Directivas asociadas a la protección del suelo (0,5 h). 2. La dinámica del carbono en el suelo, influencia de las prácticas agrarias. Erosión del suelo en paisajes agrarios, con especial atención a regadíos (1 h). 3. Catálogo de Buenas Prácticas para mitigar los efectos de los procesos de degradación del suelo. Técnicas para mantener o mejorar la calidad del suelo (1 h). 4. Discusión final de todos los aspectos revisados en relación con las zonas regable y/o explotaciones de los asistentes. Estudio de casos (0,5 h)
3. Recursos
<p>Materiales especialmente preparados para abordar la formación en forma de presentaciones (Powerpoint o similar).</p> <p>Datos medidos en suelos de zonas regables para relacionarlos con las características locales y evaluar posibilidades de mitigación de los impactos de los procesos de degradación.</p>
4. Estrategias metodológicas
El curso aborda aspectos teóricos de funcionamiento de los suelos y prácticos sobre el manejo de estos. Los aspectos teóricos consistirán en conceptos básicos para que cualquier persona pueda seguir el curso, independientemente de su nivel de conocimiento en edafología. La formación está orientada a introducir los problemas de gestión del contenido en carbono del suelo y de la erosión en terrenos agrarios, especialmente de regadío. La información se proporcionará en forma de presentaciones y se reserva un espacio al final para una discusión global del contenido del curso en relación con los problemas concretos que afrontan los asistentes en cada una de sus zonas (por ejemplo, tipología de suelos, etc.).

3. Balance de agua en el suelo para determinar el momento y la dosis de riego

Balance de agua en el suelo
<p>1. Objetivo general y específicos</p>
<p>El objetivo general del curso es proporcionar a los alumnos los conocimientos básicos necesarios para explotar los datos disponibles del diseño de su instalación de riego (características de la instalación y mapas de capacidad de retención de agua disponible, CRAD) y de los servicios de asesoramiento al regante (coeficiente de uniformidad, evapotranspiración).</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Calcular las necesidades hídricas de los cultivos utilizando los servicios de asesoramiento al regante de la red SIAR nacional y de las CCAA 2. Manejar los datos de CRAD de los mapas de suelos. Significado y aplicación a la gestión del riego de la parcela. 3. Estimar las Pérdidas por Evaporación y Arrastre y la Uniformidad del riego. Integración en las decisiones del riego 4. Balance hídrico del suelo. Humedad inicial del suelo, entradas y salidas de agua del suelo.
<p>2. Contenidos teórico-prácticos y carga horaria total (3 h)</p>
<ol style="list-style-type: none"> 1. Cálculo de las necesidades hídricas de los cultivos de una determinada zona utilizando la información de los servicios de asesoramiento al regante. Red SIAR y Autonómicas (0,5 h). 2. Determinar el contenido inicial de agua de un suelo y su Capacidad de Retención. Muestreos, métodos de medida. Utilidad de los datos de suelo (1 h). 3. Estimación de las pérdidas por evaporación y arrastre y la uniformidad del riego. Integración de estas variables en las decisiones del riego (1 h). 4. Diseño de un calendario de riego ajustado a mi instalación y suelo (0,5 h).
<p>3. Recursos</p>
<p>Materiales especialmente preparados para abordar la formación en forma de presentaciones (Powerpoint o similar) y enlaces a otras fuentes de información de interés.</p>
<p>4. Estrategias metodológicas</p>
<p>Principalmente, clases prácticas en las que se maneje la información disponible: mapas de suelos de CRAD, diseños de la instalación, acceso y explotación de los datos de las redes SIAR.</p>

4. Agricultura de precisión y uso sostenible de plaguicidas

Agricultura de precisión y uso sostenible de plaguicidas
<p>1. Objetivo general y específicos</p>
<p>Los objetivos del curso son varios:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Análisis de los suelos y cálculo de las necesidades hídricas de los cultivos. 2. Conocer tanto las tecnologías convencionales como las nuevas tecnologías de la Información (TIC) disponibles para llevar a cabo una agricultura de precisión. 3. Fomentar el uso eficaz de estas tecnologías para reducir la necesidad de insumos agrícolas y optimizar la eficiencia en el uso del agua y la energía. 4. Reducir costes de producción y efectos adversos sobre el medio ambiente mediante el empleo de estas tecnologías. 5. Uso sostenible de productos fitosanitarios reduciendo sus riesgos y efectos para la salud humana y el medioambiente, mediante la agricultura de precisión.
<p>2. Contenidos teórico-prácticos y carga horaria total (3 h)</p>

1. Muestreo de suelo y parámetros físico-químicos a medir. Métodos de cálculo de las necesidades hídricas de los cultivos (0,5 h).
2. Tecnologías aplicadas al mundo de la agricultura de precisión (drones, satélites, sensores del estado hídrico, previsiones meteorológicas, sistemas de apoyo a la toma de decisiones, etc.) (1 h).
3. Evaluación de las ventajas e inconvenientes, así como la facilidad de uso, de cada grupo de tecnologías (0,5 h).
4. Mejorar los controles sobre el uso de plaguicidas y fomentar una agricultura con un uso reducido o nulo de plaguicidas (1 h).

3. Recursos

Materiales especialmente preparados para abordar la formación en forma de presentaciones (Powerpoint o similar). Se plantean, por un lado, la impartición de clases magistrales que abarquen cada uno de los puntos señalados en el apartado de contenidos del curso y, por otro lado, clases prácticas que promuevan la participación de los participantes.

5. Eficiencia en la aplicación de fertilizantes nitrogenados – mitigación

Eficiencia en la aplicación de fertilizantes nitrogenados

1. Objetivo general

El objetivo general del apartado es proporcionar a los participantes los conocimientos básicos necesarios para realizar planes de abonado racionales para cada parcela/cultivo. La motivación es variada ya que se pretende:

1. Optimizar la utilización de fertilizantes nitrogenados permitiendo ajustar las dosis y reducir los costes de producción.
2. Disminuir las pérdidas de nitrógeno de las parcelas de cultivo en sus distintas formas (lavado, emisiones de gases de efecto invernadero, amoníaco), con lo que se consigue disminuir el impacto negativo de los sistemas agrarios sobre el medio ambiente cercano y la atmósfera.

2. Contenidos teórico-prácticos y carga horaria total (3 h)

1. Problemas asociados a la falta de eficiencia de los sistemas agrarios (0,5 h).
2. Nutrientes esenciales y su absorción por las plantas (0,5 h).
3. Conceptos generales de suelos: textura, estructura, pH, salinidad, fertilidad, materia orgánica, capacidad de retención de agua, infiltración. (0,5 h).
4. Cálculo de las necesidades de fertilización de los cultivos. Ilustrar mediante varios cultivos tipo dependiendo de la zona, un cultivo extensivo (p. ej. maíz) y otro leñoso (p. ej. melocotonero) (0,5 h).
5. Aplicación de fertilizantes. Tipos de maquinaria disponible, sistemas de regulación (0,5 h).
6. Fertirriego. Equipos básicos y modo de utilización (0,5 h).

3. Recursos

Materiales especialmente preparados para abordar la formación en forma de presentaciones (Powerpoint o similar) y enlaces a otras fuentes de interés.
Sería deseable utilizar programas o plataformas disponibles (en abierto) para ilustrar las distintas posibilidades ya existentes para optimizar las prácticas de fertilización.

4. Estrategias metodológicas

El módulo puede plantearse como una clase magistral, pero promoviendo la colaboración de los participantes, mediante distintas formas:

1. Fomentar la discusión de los contenidos entre los participantes.
2. Evaluación de la calidad de los suelos de las explotaciones de los participantes.
Cuando sea viable, visita a explotaciones particulares para conocer problemáticas específicas que permitan una discusión conjunta de los problemas y sus soluciones.

6. Eficiencia del uso de la energía en redes de riego presurizadas

Eficiencia del uso de la energía
1. Objetivo general
Conocimiento general sobre las necesidades energéticas de la Comunidad de Regantes: desde la parcela hasta la estación de bombeo. ¿Cómo se puede ahorrar energía?
2. Contenidos teórico-prácticos y carga horaria
<ol style="list-style-type: none"> 1. Las necesidades energéticas de los riegos presurizados en parcela. Presiones en el hidrante y en los emisores (aspersores, goteros, microaspersores) (1 h). 2. Las necesidades energéticas de una red colectiva. Necesidades energéticas en la estación de bombeo y en los diferentes puntos de la red (1 h). 3. Funcionamiento y mantenimiento de la estación de bombeo (1 h).
3. Recursos
Materiales especialmente preparados para abordar esta formación teórica. Equipos de medida de presión en la red, manómetros manuales. Parcelas, redes de riego y estación de bombeo sobre los que realizar la formación práctica.
4. Estrategias metodológicas
Esta formación tendrá un carácter eminentemente práctico, de forma que el técnico que no tiene una formación específica en energía y redes de riego entienda los conceptos del curso y sea capaz de implementarlos en su zona regable.

7. Principios básicos sobre el funcionamiento de los agroecosistemas

i) El funcionamiento de los paisajes agrarios

Su objetivo es proporcionar una formación básica sobre el funcionamiento de paisajes agrarios desde la perspectiva ecosistémica, mostrando como la actividad agraria se puede describir y entender como procesos ecológicos. Se abordan las relaciones entre los elementos agrícolas y no agrícolas del paisaje. Esta formación refuerza desde una perspectiva más general los conocimientos necesarios para abordar el curso más concreto ligado directamente a la regulación de las directrices 3 y 4 (CSIC, 2022b).

1. Objetivo general
El objetivo es proporcionar a los alumnos un conocimiento adecuado de los paisajes agrarios como agroecosistemas, como elementos de un paisaje compuesto con más elementos con los que interactúan y que influyen la productividad de los sistemas agrarios y éstos en la calidad ambiental de todo el sistema.
2. Contenidos teórico-prácticos y carga horaria
<ol style="list-style-type: none"> 1. Aspectos generales (1 h). Aproximación ecológica al paisaje. Interrelaciones entre sus elementos. Valor ambiental de los paisajes agrarios y externalidades negativas. Sostenibilidad Servicios ecosistémicos e intensificación ecológica, una oportunidad para la intensificación agraria. 2. Casos de estudio (0.5 h)

3. Recursos
La formación teórica se basa en presentaciones con PowerPoint o similar. Los casos de estudio se proporcionan en un dossier por adelantado, para que pueda ser revisado por los asistentes al curso previamente a la sesión.
4. Estrategias metodológicas
Se realizará como clases magistrales, introduciendo los casos de estudio como un elemento en el que los asistentes al curso pueden participar en la discusión.

ii) Elementos no productivos del paisaje agrario: estructuras vegetales de conservación y mejora de la habitabilidad para la fauna acompañante.

En el módulo anterior se proporciona una formación general que se traslada a la aplicación práctica mediante los contenidos de este módulo.

1. Objetivo general
Establecer el marco conceptual y normativo sobre la implementación de buenas prácticas conducentes a la sostenibilidad ambiental de la producción agrícola, basadas en el conocimiento de las características intrínsecas del territorio.
2. Contenidos teórico-prácticos y carga horaria
<ol style="list-style-type: none"> 1. Marco normativo: Los ecorregímenes de la PAC y aspectos concretos relacionados con el principio DNSH (Do No Significant Harm) (0.5 h). 2. Los elementos no productivos del paisaje como facilitadores de la mejora ambiental de las explotaciones agrícolas. Definición y presentación de casos prácticos (1 h): Estructuras vegetales de conservación, definición, tipología y uso. La fauna en paisajes agrarios, técnicas de facilitación de especies beneficiosas.
3. Recursos
Materiales especialmente preparados para abordar la formación teórica en presentaciones (PowerPoint o similar) y documentación para la presentación y estudio de los casos prácticos.
4. Estrategias metodológicas
Esta formación está encaminada fundamentalmente a conectar a los técnicos o comuneros con las líneas estratégicas de gestión agraria que están siendo marcadas por las políticas europeas, estatales y autonómicas. Se proporciona una revisión de este marco y se aportarán medidas contempladas en las directrices que pueden ser implementadas con facilidad con ejemplos reales como casos prácticos.

9.4.9.2 Plan para la Mejora de la Eficiencia y la Sostenibilidad en Regadíos – Cursos específicos

Curso 1: Sensores para la medida del potencial o contenido de agua en el suelo: Instalación, mantenimiento e interpretación de las lecturas

Se propone este curso específico de formación que engloba todas las especificaciones científico-técnicas recogidas en la directriz 1 *para el establecimiento de sistemas de monitorización del contenido de humedad del suelo mediante sensores* (CSIC, 2021).

CURSO 1	
1. Título de la formación	
	Sensores para la medida del potencial o contenido de agua en el suelo: Instalación, mantenimiento e interpretación de las lecturas
2. Objetivo general	
	Debido a la necesidad de optimizar los recursos hídricos en la agricultura, así como reducir las pérdidas de nutrientes por percolación y lixiviado, uno de los aspectos clave a mejorar son las estrategias de riego en parcela. Para ello, se hace necesario conocer los requerimientos hídricos del cultivo, así como la disponibilidad de agua en el suelo. En este contexto, el objetivo de esta formación es mostrar a los destinatarios la variedad de sensores de medida de humedad del suelo que existen en el mercado, cómo localizar el lugar más representativo para instalarlos dentro de una finca, y, principalmente, qué mantenimiento conllevan y cómo interpretar los datos que ofrecen.
3. Contenidos teórico-prácticos	
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tipos de sensores: ventajas y desventajas. 2. Selección de puntos representativos dentro de una parcela. 3. Instalación y mantenimiento de los sensores (¿Cómo y dónde se deben instalar los sensores y por qué?). 4. Interpretación de las lecturas obtenidas por los sensores. 5. Gestionar el riego de la parcela en función del cultivo y de los criterios de producción. 6. Casos prácticos (tres ejemplos variando tamaño de parcelas, tipo de cultivo y vulnerabilidad de la zona).
4. Cronograma tentativo y carga horaria total (8 h)	
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tipos de sensores: criterios para decidir cuál es más adecuado (1 h). 2. Selección de puntos representativos dentro de una parcela (1 h). 3. Instalación y mantenimiento de los sensores (1 h). 4. Interpretación de las lecturas obtenidas por los sensores (1h) 5. Gestionar el riego de la parcela en función del cultivo y de los criterios de producción (1 h). 6. Casos prácticos en aula y, cuando sea posible, se realizará una sesión práctica de instalación de sensores y lectura de datos (3 h).
5. Perfil de formadores	
	Ingeniero Técnico Agrícola, Ingeniero Agrónomo, Biólogo, Graduado o Licenciado en Ciencias Ambientales. Además, el formador debe cumplir, al menos, uno de los siguientes requisitos: - Experiencia acreditada en docencia/formación agraria y/o en servicios de extensión agraria de, al menos, un año. - Experiencia laboral en materia de edafología (especialmente en física del suelo o hidráulica) y sensorica, de al menos, un año.
6. Destinatarios	
	Técnicos de las CCRR y comuneros interesados.
7. Presupuesto estimativo	
	2000 € (sin IVA).
8. Recursos	

Materiales especialmente preparados para abordar la formación en forma de presentaciones (PowerPoint o similar) y enlaces a otras fuentes de información de interés.

Es recomendable disponer de varios tipos de sensores para mostrar a los alumnos.

9. Estrategias metodológicas

A decidir por los formadores, pero se puede plantear una serie de clases magistrales que abarquen cada uno de los puntos señalados en el apartado de contenidos del curso y promover la participación de los participantes mediante acciones como:

- Discusiones entre los participantes sobre su experiencia con sensores de humedad del suelo.
- Evaluación de diferentes sensores de humedad del suelo bajo unas determinadas condiciones edafoclimáticas.

10. Criterios de valoración

Certificado de asistencia (control del total de horas a las que asiste el alumno).

Certificado de aprovechamiento para los técnicos de las CCRR tras aprobar un test de evaluación final.

Curso 2: Estaciones de control de calidad de aguas de entrada de riego provenientes de fuentes alternativas, EDAR, desalinizadora o mezcla

Se propone este curso específico de formación que engloba todas las especificaciones científico-técnicas recogidas en la directriz 1 *para el establecimiento de sistemas de monitorización del contenido de humedad del suelo mediante sensores* (CSIC, 2021).

CURSO 2

11. Título de la formación

Sensores para la medida del potencial o contenido de agua en el suelo: Instalación, mantenimiento e interpretación de las lecturas

12. Objetivo general

Debido a la necesidad de optimizar los recursos hídricos en la agricultura, así como reducir las pérdidas de nutrientes por percolación y lixiviado, uno de los aspectos clave a mejorar son las estrategias de riego en parcela. Para ello, se hace necesario conocer los requerimientos hídricos del cultivo, así como la disponibilidad de agua en el suelo.

En este contexto, el objetivo de esta formación es mostrar a los destinatarios la variedad de sensores de medida de humedad del suelo que existen en el mercado, cómo localizar el lugar más representativo para instalarlos dentro de una finca, y, principalmente, qué mantenimiento conllevan y cómo interpretar los datos que ofrecen.

13. Contenidos teórico-prácticos

7. Tipos de sensores: ventajas y desventajas.
8. Selección de puntos representativos dentro de una parcela.
9. Instalación y mantenimiento de los sensores (¿Cómo y dónde se deben instalar los sensores y por qué?).
10. Interpretación de las lecturas obtenidas por los sensores.
11. Gestionar el riego de la parcela en función del cultivo y de los criterios de producción.
12. 6. Casos prácticos (tres ejemplos variando tamaño de parcelas, tipo de cultivo y vulnerabilidad de la zona).

14. Cronograma tentativo y carga horaria total (8 h)

7. Tipos de sensores: criterios para decidir cuál es más adecuado (1 h).
8. Selección de puntos representativos dentro de una parcela (1 h).
9. Instalación y mantenimiento de los sensores (1 h).
10. Interpretación de las lecturas obtenidas por los sensores (1h)
11. Gestionar el riego de la parcela en función del cultivo y de los criterios de producción (1 h).
12. Casos prácticos en aula y, cuando sea posible, se realizará una sesión práctica de instalación de sensores y lectura de datos (3 h).

15. Perfil de formadores

Ingeniero Técnico Agrícola, Ingeniero Agrónomo, Biólogo, Graduado o Licenciado en Ciencias Ambientales.

Además, el formador debe cumplir, al menos, uno de los siguientes requisitos:

- Experiencia acreditada en docencia/formación agraria y/o en servicios de extensión agraria de, al menos, un año.
- Experiencia laboral en materia de edafología (especialmente en física del suelo o hidráulica) y sensórica, de al menos, un año.

16. Destinatarios

Técnicos de las CCRR y comuneros interesados.

17. Presupuesto estimativo

2000 € (sin IVA).

18. Recursos

Materiales especialmente preparados para abordar la formación en forma de presentaciones (PowerPoint o similar) y enlaces a otras fuentes de información de interés.

Es recomendable disponer de varios tipos de sensores para mostrar a los alumnos.

19. Estrategias metodológicas

A decidir por los formadores, pero se puede plantear una serie de clases magistrales que abarquen cada uno de los puntos señalados en el apartado de contenidos del curso y promover la participación de los participantes mediante acciones como:

- Discusiones entre los participantes sobre su experiencia con sensores de humedad del suelo.
- Evaluación de diferentes sensores de humedad del suelo bajo unas determinadas condiciones edafoclimáticas.

20. Criterios de valoración

Certificado de asistencia (control del total de horas a las que asiste el alumno).

Certificado de aprovechamiento para los técnicos de las CCRR tras aprobar un test de evaluación final.

Curso 3: Estaciones de control de retornos de riego con drenaje superficial. Elementos y sensores. Normativa vigente

Se propone este curso específico de formación relativo al contenido de la directriz 2 (CSIC, 2022a), en el que se tratarán aspectos relativos al control de la calidad del agua de salida, es decir, de los retornos de riego a cauces superficiales.

CURSO 3	
1. Título de la formación	Estaciones de control de retornos de riego con drenaje superficial. Elementos y sensores. Normativa vigente.
2. Objetivo general	Conocimiento general sobre la normativa de calidad de agua, de los elementos que debe de tener una estación de control de los retornos de riego con drenaje superficial, haciendo especial énfasis en las infraestructuras y en los sensores que las equipan.
3. Contenidos teórico-prácticos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Introducción: propósito (objetivos posibles) de una red de control de los retornos de riego. Optimización del uso de los recursos. Disminución del impacto ambiental. Normativa vigente. 2. Diseño e instalación de una estación de control de retornos de riego con drenaje superficial. Localización de los puntos de aforo, infraestructuras a instalar, variables a medir, sensores necesarios y mantenimiento de la estación. 3. Establecer rangos permisibles de las diferentes variables en función de las condiciones locales. Interpretación básica de los datos.
4. Cronograma tentativo y carga horaria total (8 h)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Introducción (1 h teórica). 2. Establecimiento de una estación de control de retornos de riego en un cauce superficial (2 h teóricas). 3. Caso práctico de una zona concreta, visita a la estación de aforo instalada cuando sea posible: Explicación de las diferentes partes, sensores, equipos de transmisión de datos, variables medidas, interpretación de los datos, medidas de mantenimiento (3 h de trabajo práctico). 4. Casos prácticos sobre valores medidos en diferentes zonas, aproximación al establecimiento de rangos permisibles (2 h prácticas).
5. Perfil de formadores	<p>Ingeniero Agrónomo, Ingeniero o Graduado en Ciencias Ambientales, Hidrogeólogo.</p> <p>Además, el formador debe cumplir, al menos, uno de los siguientes requisitos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Experiencia acreditada en docencia/formación agraria y/o en servicios de extensión agraria de, al menos, un año. - Experiencia laboral en sistemas de control de calidad de aguas, de al menos, un año.
6. Destinatarios	Técnicos de las CCRR y comuneros interesados en el funcionamiento de las redes de control de calidad de los retornos de riego.
7. Presupuesto estimativo	2000 € (sin IVA).
8. Recursos	<p>Materiales especialmente preparados para abordar la formación teórica.</p> <p>Casos prácticos, modelos digitales del terreno, información cartográfica relacionada (mapas topográficos y geológicos) que permita localizar y hacer el diseño de la infraestructura.</p> <p>Datos medidos de zonas regables para relacionarlos con las características locales y establecer rangos permisibles y de alarma.</p>

9. Estrategias metodológicas

Esta formación tendrá un carácter eminentemente práctico, de forma que el técnico que no tiene una formación específica en control de calidad de agua entienda los conceptos del curso y sea capaz de implementarlos en su zona regable.

10. Criterios de valoración

Se realizará un test de evaluación final y, tras su aprobación, se otorgará a cada alumno un certificado de aprovechamiento y asistencia a las actividades del curso.

Curso 4: Estaciones de control de retornos de riego con drenaje subsuperficial. Elementos y sensores

Se propone este curso específico de formación relativo al contenido de la directriz 2(CSIC, 2022a), en el que se tratarán aspectos relativos al control de la calidad del agua de salida, es decir, de los retornos de riego subterráneos.

CURSO 4

1. Título de la formación

Estaciones de control de retornos de riego con drenaje subsuperficial. Elementos y sensores.

2. Objetivo general

Conocimiento general sobre los elementos que debe de tener una estación de control de los retornos de riego que drenan a aguas subsuperficiales, haciendo especial énfasis en las infraestructuras y en los sensores que las equipan.

3. Contenidos teórico-prácticos

1. Introducción: propósito (objetivos posibles) de una red de control de los retornos de riego. Optimización del uso de los recursos. Disminución del impacto ambiental. Normativa vigente.
2. Diseño e instalación de una red de control de retornos de riego que drenan a través de un acuífero subsuperficial. Localización de pozos de observación, variables a medir, ensayos necesarios, sensores utilizados y necesidades de mantenimiento.
3. Establecer rangos permisibles de las diferentes variables en función de las condiciones locales. Interpretación básica de los datos.

4. Cronograma tentativo y carga horaria total (8 h)

1. Introducción (1 h teórica).
2. Establecimiento de una estación de control de retornos de riego en un cauce subterráneo (2 h teóricas).
3. Caso práctico de una zona concreta: Infraestructura de medida del nivel y la calidad de aguas subterráneas: pozos de observación, variables medidas, sensores utilizados, interpretación de datos, mantenimiento (3h de trabajo práctico).
4. Casos prácticos sobre valores medidos en diferentes zonas, aproximación al establecimiento de rangos permisibles (2 h prácticas).

5. Perfil de formadores

Ingeniero Agrónomo, Ingeniero o Graduado en Ciencias Ambientales, Hidrogeólogo.

Además, el formador debe cumplir, al menos, uno de los siguientes requisitos:

- Experiencia acreditada en docencia/formación agraria y/o en servicios de extensión agraria de, al menos, un año.
- Experiencia laboral en sistemas de control de calidad de aguas, de al menos, un año.

6. Destinatarios

Técnicos de las CCRR y comuneros interesados en el funcionamiento de las redes de control de calidad de los retornos de riego.

7. Presupuesto estimativo

2000 € (sin IVA).

8. Recursos

Materiales especialmente preparados para abordar la formación teórica.
Casos prácticos, modelos digitales del terreno, información cartográfica relacionada (mapas topográficos y geológicos) que permita localizar y hacer el diseño de la infraestructura.
Datos medidos de zonas regables para relacionarlos con las características locales y establecer rangos permisibles y de alarma.

9. Estrategias metodológicas

Esta formación tendrá un carácter eminentemente práctico, de forma que el técnico que no tiene una formación específica en control de calidad de agua entienda los conceptos del curso y sea capaz de implementarlos en su zona regable.

10. Criterios de valoración

Se realizará un test de evaluación final y, tras su aprobación, se otorgará a cada alumno un certificado de aprovechamiento y asistencia a las actividades del curso.

Curso 5: Implementación de medidas y buenas prácticas para la sostenibilidad ambiental de los paisajes agrarios en regadíos

Se propone este curso de formación específica sobre las medidas descritas en las directrices 3 y 4 del *Plan para la Mejora de la Eficiencia y la Sostenibilidad en Regadíos* (CSIC, 2022b), donde se aplican los conocimientos adquiridos en el apartado 7 del curso de contenidos comunes para resolver varios casos prácticos. De este modo el curso se relaciona directamente con la ejecución y mantenimiento de estructuras vegetales de conservación; el diseño, la gestión y el mantenimiento de medidas para mitigar daños a la fauna en las balsas de riego e infraestructuras asociadas; y las medidas complementarias para mejorar la habitabilidad para la fauna.

CURSO 5

1. Título de la formación

Estaciones de control de retornos de riego con drenaje subsuperficial. Elementos y sensores.

2. Objetivo general

Conocimiento general sobre los elementos que debe de tener una estación de control de los retornos de riego que drenan a aguas subsuperficiales, haciendo especial énfasis en las infraestructuras y en los sensores que las equipan.

3. Contenidos teórico-prácticos

1. Introducción: propósito (objetivos posibles) de una red de control de los retornos de riego. Optimización del uso de los recursos. Disminución del impacto ambiental. Normativa vigente.
2. Diseño e instalación de una red de control de retornos de riego que drenan a través de un acuífero subsuperficial. Localización de pozos de observación, variables a medir, ensayos necesarios, sensores utilizados y necesidades de mantenimiento.
3. Establecer rangos permisibles de las diferentes variables en función de las condiciones locales. Interpretación básica de los datos.

4. Cronograma tentativo y carga horaria total (8 h)

1. Introducción (1 h teórica).
2. Establecimiento de una estación de control de retornos de riego en un cauce subterráneo (2 h teóricas).
3. Caso práctico de una zona concreta: Infraestructura de medida del nivel y la calidad de aguas subterráneas: pozos de observación, variables medidas, sensores utilizados, interpretación de datos, mantenimiento (3h de trabajo práctico).
4. Casos prácticos sobre valores medidos en diferentes zonas, aproximación al establecimiento de rangos permisibles (2 h prácticas).

5. Perfil de formadores

Ingeniero Agrónomo, Ingeniero o Graduado en Ciencias Ambientales, Hidrogeólogo.

Además, el formador debe cumplir, al menos, uno de los siguientes requisitos:

- Experiencia acreditada en docencia/formación agraria y/o en servicios de extensión agraria de, al menos, un año.
- Experiencia laboral en sistemas de control de calidad de aguas, de al menos, un año.

6. Destinatarios

Técnicos de las CCRR y comuneros interesados en el funcionamiento de las redes de control de calidad de los retornos de riego.

7. Presupuesto estimativo

2000 € (sin IVA).

8. Recursos

Materiales especialmente preparados para abordar la formación teórica.
Casos prácticos, modelos digitales del terreno, información cartográfica relacionada (mapas topográficos y geológicos) que permita localizar y hacer el diseño de la infraestructura.

Datos medidos de zonas regables para relacionarlos con las características locales y establecer rangos permisibles y de alarma.

9. Estrategias metodológicas

Esta formación tendrá un carácter eminentemente práctico, de forma que el técnico que no tiene una formación específica en control de calidad de agua entienda los conceptos del curso y sea capaz de implementarlos en su zona regable.

10. Criterios de valoración

Se realizará un test de evaluación final y, tras su aprobación, se otorgará a cada alumno un certificado de aprovechamiento y asistencia a las actividades del curso.

9.4.10. Seguimiento de la Red Natura 2000

Objetivos:	<i>Verificar el estado de las especies consideradas como elementos clave para la ZEPA ES0000289 “Lagunas y Carrizales de 5 Villas”, la ZEPA ES0000292 “Loma Negra – Bardenas” y el LIC/ZEC ES2430079 “Loma Negra”, y la posible incidencia del regadío sobre las mismas.</i>
Actuaciones:	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Transectos y estaciones para el seguimiento de las especies, en particular de las especies asociadas al medio acuático</i> - <i>Inventario de especies, estimación de las poblaciones y uso del hábitat de las mismas</i>
Lugar de inspección:	<i>ZEPA ES0000289 “Lagunas y Carrizales de 5 Villas”, ZEPA ES0000292 “Loma Negra – Bardenas” y LIC/ZEC ES2430079 “Loma Negra”</i>
Parámetros de control y umbrales:	<p><i>Presencia de especies</i></p> <p><i>Estado de las poblaciones</i></p> <p><i>Uso del hábitat</i></p>
Periodicidad de la inspección:	<i>Mensual</i>
Medidas de prevención y corrección:	<i>Remisión de los informes de seguimiento y comunicación al organismo competente en la gestión de Red Natura 2000 de cualquier incidencia observada.</i>
Documentación:	<p><i>Diseño de un protocolo de seguimiento cumplimentando lo siguientes datos de registro:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Fecha</i> - <i>Estado meteorológico</i> - <i>Estado de la laguna y el espacio Red Natura</i> - <i>Información georreferenciada: transectos, estaciones</i> - <i>Información georreferenciada de interés: dormideros, nidos, posaderos, etc.</i> - <i>Estadillo de observaciones: especies y hábitats</i>

9.4.11. Informes

Los tipos de informes y su periodicidad vendrán marcados por el Programa de Vigilancia y Seguimiento Ambiental, proponiéndose los siguientes:

- **Informe paralelo al Acta de Replanteo:** en este informe se recogerán todos aquellos estudios, muestreos o análisis que pudieran precisarse y que deban ser previos al inicio de las obras y en caso de ser necesario, la ubicación del parque de maquinaria y zona de instalaciones, préstamos y vertederos o zonas de acopios temporales.

- **Informe paralelo al Acta de Recepción:** en este informe se incluirá un resumen y unas conclusiones de todos los aspectos desarrollados a lo largo de la vigilancia y seguimiento ambiental de las obras.
- **Informes ordinarios:** se realizarán para reflejar el desarrollo de las labores de vigilancia y seguimiento ambiental. Dependiendo de los impactos previstos y de los valores naturales de la zona, se determinará su periodicidad, que podrá ser mensual, trimestral o semestral.
- **Informes extraordinarios:** se emitirán cuando exista alguna afección no prevista o cualquier aspecto que precise una actuación inmediata y que, por su importancia, merezca la emisión de un informe especial. Estarán referidos a un único tema, no sustituyendo a ningún otro informe.

Los informes incluirán únicamente aquellos aspectos que hayan sido objeto de control o seguimiento durante el plazo a que haga referencia el informe. En ellos se incluirá, para cada apartado contemplado, un breve resumen de las operaciones desarrolladas al respecto y en su caso, los modelos de las fichas exigidas cumplimentados.

Los informes incluirán conclusiones sobre el desarrollo de las obras y el cumplimiento de las medidas propuestas en la presente documentación ambiental.

El informe final de la fase de construcción será un resumen de todos los informes ordinarios y extraordinarios, incluyendo un apartado de conclusiones para cada aspecto que haya sido objeto de control o seguimiento.

9.5. Seguimiento ambiental de la Fase de Explotación

Durante la segunda fase, que coincide con los cinco primeros años de la explotación del sistema de riego, los objetivos del Programa de Vigilancia serán:

- Comprobar y verificar la efectividad de las medidas preventivas y correctoras aplicadas durante la fase de ejecución, situación que solo se podrá valorar una vez que se terminen las obras y los usuarios inicien las actuaciones necesarias en parcela para aplicar el nuevo método de riego. Además, se deberá tener en cuenta que ciertos elementos del sistema como los balances de agua, sales y nitrógeno o la evolución de las medidas de revegetación precisan un tiempo para empezar a mostrar los primeros resultados. En caso de no cumplir los objetivos previstos, será preciso plantear el refuerzo o complementación de estas medidas.
- Verificar que durante la fase de explotación se están desarrollando las labores de conservación y mantenimiento que pudiesen precisar las medidas aplicadas.
- Detectar afecciones no previstas y articular las medidas necesarias para evitarlas o corregirlas.

9.5.1. Seguimiento de los Flujos de Retorno del Regadío (FRR)

Control del volumen de agua de drenado por el regadío

Objetivo:	<i>Verificar la reducción de los volúmenes de agua de los retornos del regadío después de la modernización.</i>
Actuaciones:	<i>Se realizará un seguimiento del volumen de agua drenado por los colectores y desagües (FRR) mediante su aforo. También se determinará el volumen de riego aplicado (Rp), las Necesidades Hídricas netas (NHn) de los cultivos y las Necesidades de Lavado (NL) para garantizar el lavado de las sales aportadas con el agua de riego.</i>
Lugar de inspección:	<i>En los colectores y desagües que recogen los flujos de retorno de regadío de la zona: los puntos de control C-13, C-14 y “Muestreo Luesia”, representativos del regadío se determinará los FRR. En los hidrantes de las parcelas situadas dentro de la cuenca que drena los colectores C-13 y C-14 se determinarán los Rp y las NHn.</i>
Parámetros de control y umbrales:	<i>Volumen de agua de los FRR (m³) y superficie de regadío comprendida dentro de las cuencas del desagüe en los puntos de control C-13, C-14 y “Muestreo Luesia”. Suma de los volúmenes de riego aplicado (Rp) por los hidrantes de las parcelas situadas dentro de la cuenca que drenan los colectores C-13, C-14 y suma de los volúmenes de NHn de los cultivos de las parcelas situadas dentro de las cuencas que drenan los colectores C-13, C-14. Se establece que cuando la diferencia entre FRR y NL es superior al 10% de las NHn se plantean estrategias para mejorar la eficiencia de riego tal y como marca la directriz científico-técnica nº 2 para el establecimiento de sistemas de monitorización automática para el control y seguimiento de la calidad del agua y de los retornos de riego redactada por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). $FRR-NL > 10\% \cdot NHn \rightarrow$ hay que reducir Rp</i>
Periodicidad de la inspección:	<i>La inspección de los FRR será continua gracias al aforador proyectado.</i>
Medidas de prevención y corrección:	<i>Aplicar las buenas prácticas agrícolas (BPAs) sobre todo en la programación del riego para evitar fracciones de drenaje elevadas. Revisión y corrección del volumen de riego aplicado (Rp) de los hidrantes comprendidos dentro de la cuenca del desagüe. Reducir Rp hasta que $\rightarrow FRR-NL < 10\% \cdot NHn$</i>
Documentación:	<i>Los resultados de las inspecciones se reflejarán en los informes ordinarios, adjuntando el volumen de agua drenada (FRR) el volumen de riego aplicado (Rp) de los hidrantes comprendidos dentro de la cuenca y las NHn de los cultivos. Así como un balance de agua de las cuencas.</i>
Recursos necesarios:	<i>Equipo de seguimiento ambiental.</i>

9.5.2. Seguimiento de la contaminación difusa

Control del seguimiento de la red de control de nivel piezométrico y calidad de las aguas subterráneas

Objetivo:	<i>Verificar la reducción de la masa de nitrógeno exportada por los retornos del regadío después de la modernización.</i>
Actuaciones:	<i>Se realizará un seguimiento del nivel piezométrico y la concentración de nitrato [NO₃⁻] en los puntos de control de aguas subterráneas. También se determinará la fertilización nitrogenada (NF) y las extracciones de los principales cultivos de la zona (NC).</i>
Lugar de inspección:	<i>En los puntos de control de agua subterránea de la zona a modernizar.</i>
Parámetros de control y umbrales:	<i>Se determinará la conductividad eléctrica, nitrato, nitrito, amonio, fósforo, plaguicidas y componentes mayoritarios. La toma de muestras de aguas subterráneas lleva asociado también la medida in situ de la temperatura del agua, temperatura del aire, pH, Eh (potencial Redox), conductividad eléctrica, oxígeno disuelto y nivel freático, como marcan los protocolos habituales del muestreo en aguas subterráneas. Se calcularán los indicadores de uso del Nitrógeno establecidos por la directriz científico-técnica nº 2 para el establecimiento de sistemas de monitorización automática para el control y seguimiento de la calidad del agua y de los retornos de riego redactada el CSIC: Se determinarán los valores de NF y NC a partir de la superficie de cada cultivo presente en la zona y mediante un balance de nitrógeno se determinará la Fracción de N lixiviado (FN_{LIX}) y la Fracción de N extraído (FN_{EXT}). No deberá considerarse admisible un valor de FN_{LIX} por encima del 20% que marca la directriz científico-técnica nº 2 para el establecimiento de sistemas de monitorización automática para el control y seguimiento de la calidad del agua y de los retornos de riego redactada por el CSIC.</i>
Periodicidad de la inspección:	<i>A este acuífero constituidos por depósitos cuaternarios (Cuaternario) se le debe aplicar el primer año una frecuencia de medida elevada, tal y como se detalla a continuación: En función de los resultados analizados en el primer año podrá limitarse el número de puntos, frecuencia y parámetros de control o reforzar aquellos periodos con una mayor variabilidad o incorporar nuevos puntos en zonas en las que no se conozca el grado de afección de las aguas subterráneas y/o soporten una elevada presión agrícola. Para los puntos de control piezométrico, se plantea la instalación de dos sondas de control de nivel freático en continuo. La frecuencia de lectura deberá ser diaria.</i>
Medidas de prevención y corrección:	<i>Aplicar las Buenas Prácticas Agrícolas (BPAs) sobre todo en la programación del riego, fertilización nitrogenada mineral y fertilización orgánica para conseguir FN_{LIX} menores al 20% y elevar la FN_{EXT}. Si la FN_{LIX} > 20%: Se realizarán cursos de capacitación sobre el manejo de la fertilización y el riego. Se mejorará el aprovechamiento de los fertilizantes orgánicos, en su caso.</i>

	<p>Revisión y corrección del volumen de riego aplicado (R_p) y de fertilización nitrogenada (NF) de los hidrantes de las parcelas que drenen al acuífero.</p> <p>Reducir R_p y NF hasta que $\rightarrow FN_{LIX} < 20\%$</p>
Documentación:	<p>Los resultados de las inspecciones se reflejarán en los informes ordinarios, adjuntando una gráfica de la evolución del nivel freático, la $[NO_3^-]$, conductividad eléctrica, nitrito, amonio, fósforo, plaguicidas y componentes mayoritarios y masa de nitrógeno nítrico lixiviado. Así como las fracciones FN_{LIX}, FN_{EXT} de la zona.</p>
Recursos necesarios:	<p>Equipo de seguimiento ambiental.</p>

Periodicidad Muestreo masas subterráneas

CE	NO_3	NO_2	NH_4	PO_4	Plaguicidas	Component. mayoritar
Mensual	Mensual	Trimestral	Trimestral	Trimestral	Semestral	Anual

Control de la masa de nitrógeno exportada a través del drenaje

Objetivo:	<p>Verificar la reducción de la masa de nitrógeno exportada por los retornos del regadío después de la modernización.</p>
Actuaciones:	<p>Se realizará un seguimiento de la concentración de nitrato $[NO_3^-]$ en los FRR y se calculará la masa de nitrógeno exportado por el regadío (N_Q), como el producto del volumen de agua aforado en los desagües, por la concentración de nitrógeno nítrico.</p> <p>La masa de nitrógeno nítrico exportada por el regadío se calculará como:</p> <p>N_Q (kg N-NO_3^-) = Concentración de nitrato NO_3^- (mg/l) x (14/62)/1.000 x volumen de agua drenado por el regadío FRR (m^3)</p> <p>También se determinará la fertilización nitrogenada (NF) y las extracciones de los principales cultivos de la zona (NC).</p>
Lugar de inspección:	<p>En los colectores y desagües que recogen los flujos de retorno de regadío de la zona, en particular en los colectores C-13, C-14, representativos del regadío se calculará N_Q.</p>

<p>Parámetros de control y umbrales:</p>	<p>Se determinará el valor de la masa de nitrógeno exportada por el regadío N_o.</p> <p>También se determinarán los valores de NF y NC a partir de la superficie de cada cultivo presente en la cuenca. Los valores de NF se recogerán a partir de los libros de Fertilización de los agricultores (ORDEN AGM/83/2021, de 15 de febrero, por la que se designan y modifican las Zonas Vulnerables a la contaminación de las aguas por nitratos procedentes de fuentes agrarias en la Comunidad Autónoma de Aragón y por la que se aprueba el V Programa de Actuación sobre las Zonas Vulnerables de Aragón).</p> <p>Se calcularán los indicadores de uso del Nitrógeno establecidos por la directriz científico-técnica nº 2 para el establecimiento de sistemas de monitorización automática para el control y seguimiento de la calidad del agua y de los retornos de riego redactada el CSIC:</p> <p>Fracción de N lixiviado (FN_{LIX})= N_o/NF Fracción de N extraído (FN_{EXT})= NC/NF</p> <p>No deberá considerarse admisible un valor de FN_{LIX} por encima del 20% que marca la directriz científico-técnica nº 2 para el establecimiento de sistemas de monitorización automática para el control y seguimiento de la calidad del agua y de los retornos de riego redactada por el CSIC.</p>
<p>Periodicidad de la inspección:</p>	<p>La inspección en los aforadores C-13 y C-14 será semanal en época de riego y mensual fuera de la época de riego.</p>
<p>Medidas de prevención y corrección:</p>	<p>Aplicar las buenas prácticas agrícolas (BPAs) sobre todo en la programación del riego, fertilización nitrogenada mineral y fertilización orgánica para conseguir FN_{LIX} menores al 10% y elevar la FN_{EXT}.</p> <p>Si la $FN_{LIX} > 20\%$:</p> <p>Se realizarán cursos de capacitación sobre el manejo de la fertilización y el riego. Se mejorará el aprovechamiento de los fertilizantes orgánicos, en su caso.</p>
<p>Documentación:</p>	<p>Los resultados de las inspecciones se reflejarán en los informes ordinarios, adjuntando una gráfica de la evolución de la $[NO_3^-]$, volumen de agua drenada y masa de nitrógeno nítrico exportada por el colector. Así como las fracciones FN_{LIX}, FN_{EXT} de la cuenca.</p>
<p>Recursos necesarios:</p>	<p>Equipo de seguimiento ambiental.</p>

Control de la masa de sales exportada a través del drenaje

Objetivo:	Verificar el mantenimiento del balance de sales en el suelo después de la modernización.
Actuaciones:	Se realizará un seguimiento de la Conductividad Eléctrica (CE) en los FRR y se calculará la masa de sales exportada por el regadío (MS_{salida}). La salinidad, Sólidos Disueltos Totales (SDT) del agua de drenaje se calculará a partir de la CE y la regresión SDT-CE. También se determinará la masa de sales importada por el agua de riego ($MS_{entrada}$).
Lugar de inspección:	En los colectores y desagües que recogen los flujos de retorno de regadío de la zona, en particular en los colectores C-13, C-14, representativos del regadío, se medirá la CE y se calculará MS_{salida} .
Parámetros de control y umbrales:	Se determinará la masa de sales exportada por el regadío MS_{salida} y la $MS_{entrada}$ a partir de la CE del agua de riego y volúmenes de riego aplicado (R_p) en la cuenca. Se calculará el balance de sales (BS) de la cuenca tal y como establece la directriz científico-técnica nº 2 para el establecimiento de sistemas de monitorización automática para el control y seguimiento de la calidad del agua y de los retornos de riego redactada por el CSIC. $BS = MS_{entrada} - MS_{salida}$ Para asegurar un lavado de sales suficiente el $BS < 0$
Periodicidad de la inspección:	La inspección en los aforadores C-13 y C-14 será semanal en época de riego y mensual fuera de la época de riego.
Medidas de prevención y corrección:	Aplicar las buenas prácticas agrícolas (BPAs) sobre todo en la programación del riego para conseguir una fracción de lavado FL adecuada para garantizar el lavado de las sales aportadas con el agua de riego y evitar la salinización del suelo.
Documentación:	Los resultados de las inspecciones se reflejarán en los informes ordinarios, adjuntando una gráfica de la evolución de la CE, volumen de agua drenada y masa de sales exportada por el colector MS_{salida} . Así como el balance de sales de la cuenca.
Recursos necesarios:	Equipo de seguimiento ambiental.

9.5.3. Seguimiento de flora y vegetación

Seguimiento de las plantaciones lineales de ocultación y siembras

Objetivos:	Verificar que aquellas zonas en las que se había previsto la regeneración de la vegetación, ésta se encuentra presente y establecida.
Actuaciones:	Inspecciones visuales de la superficie en la que se reincorporó tierra vegetal con el fin de que la vegetación pudiera instalarse de manera autónoma, especialmente sobre la traza abierta para la instalación de las tuberías de la red.

	<i>Revisión del correcto establecimiento de las especies plantadas, especialmente sobre los terraplenes de la balsa, además se verificará que de ninguna manera el desarrollo radicular de la vegetación está suponiendo un deterioro de la estabilidad estructural de estos.</i>
Lugar de inspección:	<i>Talud exterior de la balsa de regulación. Barrera vegetal perimetral al vallado de la balsa de regulación. Tramos de tubería con siembra.</i>
Parámetros de control y umbrales:	<i>Verificar la correcta implantación y estado de desarrollo de la vegetación, identificando ejemplares muertos o con problemas de adaptación al suelo de plantación. Suelo despoblado de vegetación o fallos en el desarrollo de los ejemplares plantados.</i>
Periodicidad de la inspección:	<i>A los 6 meses de realizada la plantación, tras lo cual anualmente durante los cinco años siguientes a la entrega del proyecto.</i>
Medidas complementarias:	<i>Repetición de la plantación de árboles y arbustos.</i>
Documentación:	<i>Seguimiento del estado de la vegetación implantada durante un período de 5 años con la elaboración de informes anuales que recojan la información relevante en relación con el desarrollo de la medida. Diseño de un protocolo de seguimiento cumplimentando lo siguientes datos de registro:</i> Protocolo para estructuras vegetales <ul style="list-style-type: none"> - Código individual de identificación de la medida: código del proyecto SEIASA-EV-número secuencial - Indicador del tipo de medida - Indicación de la actuación a la que se encuentra asociada - Número de plántones introducidos por especie. Características de los plántones por especie: nº de savias, altura media aproximada, vivero de procedencia - Modo de implantación - Indicar si se aplica riego localizado o suministrado de manera manual - Fecha de implantación: mes y año - Documentación gráfica previa a la actuación, labores de preparación, labores de plantación, estado final. Al menos tres imágenes por cada fase. Las imágenes han de incluir georreferencia de los metadatos. - Seguimiento anual de la evolución de la medida mediante documentación gráfica georreferenciada

Seguimiento de las zonas de recuperación natural mediante repoblación

Objetivos:	<i>Verificar que aquellas zonas en las que se había previsto la regeneración de la vegetación, ésta se encuentra presente y establecida.</i>
Actuaciones:	<i>Inspecciones visuales de la superficie en la que se han ejecutado las zonas de recuperación verificando el estado de los ejemplares plantados. Revisión del éxito de la actuación a través de la presencia de animales en dichas zonas.</i>
Lugar de inspección:	<i>Las parcelas expropiadas por la CR-V para su revegetación: 0,4 ha en la zona de la estación de filtrado.</i>
Parámetros de control y umbrales:	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar la correcta implantación y estado de desarrollo de la vegetación, identificando ejemplares muertos o con problemas de adaptación al suelo de plantación. - Fallos en el desarrollo de los ejemplares plantados. - No presencia de agua en las charcas abrevaderos. - No utilización de las zonas de recuperación por especies de la fauna local.
Periodicidad de la inspección:	<i>A los 6 meses de realizada la plantación, tras lo cual anualmente durante los cinco años siguientes a la entrega del proyecto.</i>
Medidas de prevención y corrección:	<i>Repetición de la plantación de árboles y arbustos. Selección de especies alternativas de mejor adaptación a las condiciones edáficas y climáticas locales.</i>
Documentación:	<p><i>Seguimiento del estado de la vegetación implantada durante un período de 5 años con la elaboración de informes anuales que recojan la información relevante en relación con el desarrollo de la medida.</i></p> <p><i>Diseño de un protocolo de seguimiento cumplimentando lo siguientes datos de registro:</i></p> <p>Protocolo para estructuras vegetales</p> <ul style="list-style-type: none"> - Código individual de identificación de la medida: código del proyecto SEIASA-EV-número secuencial - Indicador del tipo de medida - Indicación de la actuación a la que se encuentra asociada - Número de plántones introducidos por especie. Características de los plántones por especie: nº de savias, altura media aproximada, vivero de procedencia - Modo de implantación - Indicar si se aplica riego localizado o suministrado de manera manual - Fecha de implantación: mes y año - Documentación gráfica previa a la actuación, labores de preparación, labores de plantación, estado final. Al menos tres imágenes por cada fase. Las imágenes han de incluir georreferencia de los metadatos. - Seguimiento anual de la evolución de la medida mediante documentación gráfica georreferenciada

9.5.4. Seguimiento de la fauna

Seguimiento de las cajas nido, cajas para insectos, refugios para murciélagos y presencia del mejillón cebra

Objetivos:	<i>Verificar la presencia de aves anidando en las cajas nido instaladas, el buen estado de las cajas para insectos y la utilización de los refugios por los murciélagos, así como las arquetas de control colocadas para la detección del mejillón cebra (<i>Dreissena polymorpha</i>).</i>
Actuaciones:	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Inspecciones visuales del estado de las cajas nido, las cajas para insectos, los refugios para quirópteros y las arquetas de control de mejillón cebra.</i> - <i>Revisión del éxito de utilización de las cajas nido, cajas para insectos y refugios por los animales.</i> - <i>Limpieza de las cajas nido.</i> - <i>Inventario y registro de las especies usuarias de los elementos instalados (cajas).</i> - <i>Inventario y registro de presencia-ausencia del mejillón cebra</i>
Lugar de inspección:	<i>Lugares designados para la instalación de las cajas nido, refugios de murciélagos y cajas para insectos; ubicación de las arquetas de control en las cabeceras de la red principal de tuberías.</i>
Parámetros de control y umbrales:	<p><i>Buen estado de las cajas nido y de los refugios, asegurando su impermeabilidad al agua.</i></p> <p><i>Estado de limpieza del interior de las cajas y refugios.</i></p> <p><i>Utilización por las especies para las que fueron instaladas.</i></p> <p><i>Presencia de ejemplares de mejillón cebra.</i></p>
Periodicidad de la inspección:	<p><i>Anual tras la entrega de las obras para las cajas de fauna.</i></p> <p><i>Para el mejillón cebra será a criterio del técnico ambiental de obra, teniendo en cuenta que la adhesión de las larvas se produce durante verano.</i></p>
Medidas de prevención y corrección:	<p><i>Reubicación de las cajas nido o de los refugios que no hayan sido colonizados tras un período de 1 año tras su instalación.</i></p> <p><i>Reparación y limpieza de las cajas nido y de los refugios instalados en caso de necesidad.</i></p> <p><i>Plan de control y seguimiento si se detectaran ejemplares de mejillón cebra, a cargo del técnico ambiental de obra coordinado con la administración pública pertinente.</i></p>
Documentación:	<p><i>El seguimiento del estado de las cajas nido y de los refugios para quirópteros que incluyan el éxito de colonización, y la monitorización de colonización del mejillón cebra será durante un período de 5 años con la elaboración de informes anuales que recojan la información relevante en relación con el desarrollo de las medidas.</i></p> <p><i>Diseño de un protocolo de seguimiento cumplimentando lo siguientes</i></p>

	<p>datos de registro:</p> <p>Protocolo para implantación de nidales para aves y refugios para quirópteros</p> <p>Código individual de identificación de la medida: código del proyecto SEIASA-NR-número secuencial</p> <ul style="list-style-type: none"> - Indicar qué actuación está asociada de acuerdo con la clasificación - Indicar fabricante y referencia del fabricante del modelo del nido o tipo de refugio - Especificar superficie instalada: árbol o arbusto, indicando especie, poste, pared, etc. - Altura de instalación - Orientación de la entrada, con una precisión de 45º (N, NE, E...) - Fecha de implantación: mes y año - Documentación gráfica. Al menos una imagen tras la instalación. Las fotografías deben incluir georreferencia en los metadatos de la imagen - Seguimiento anual de la evolución de la medida mediante documentación gráfica georreferenciada <p>Protocolo para el control del mejillón cebra</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tener documentada la localización de las arquetas (georreferenciadas) - Establecer la periodicidad del seguimiento y responsable a cargo - Informe de situación de las arquetas, luego de la revisión, con documentación gráfica - Si se detectaran ejemplares, se notificará a la administración pública pertinente, para activar nuevas medidas
--	---

Seguimiento de las medidas para la protección de la fauna: balsa de regulación

Objetivos:	Verificar la eficacia de las mallas de salvamento, la integridad del vallado perimetral de las balsas de regulación y el buen estado de las islas flotantes para la nidificación de las aves acuáticas.
Actuaciones:	<ul style="list-style-type: none"> - Inspecciones visuales del estado de las mallas de salvamento instaladas. - Revisión del estado del vallado perimetral de las balsas, verificando que no existan huecos por los que puedan acceder los animales al interior del recinto. - Revisión del estado de las islas flotantes. - Revisión del éxito de la utilización de las islas flotantes.
Lugar de inspección:	Balsa de regulación
Parámetros de control y umbrales:	<ul style="list-style-type: none"> - Buen estado de las redes. - Buen estado del vallado perimetral a las balsas. - Rotura de redes. - Liberación de los anclajes de sujeción de las mallas a la coronación y fondo de las balsas.

	<ul style="list-style-type: none"> - Huecos en el vallado perimetral. - Buen estado de las islas flotantes. - Grado de colonización de las islas flotantes.
Periodicidad de la inspección:	<ul style="list-style-type: none"> - Anual tras la entrega de las obras
Medidas de prevención y corrección:	<p>Reparación del vallado deteriorado.</p> <p>Reposición de redes deterioradas.</p> <p>Afianzar las sujeciones y lastres de las redes al fondo y coronación de las balsas.</p> <p>Reposición de las islas flotantes.</p>
Documentación:	<p>Seguimiento del estado del vallado y de las redes durante un período de 5 años con la elaboración de informes anuales que recojan la información relevante en relación con el desarrollo de la medida.</p> <p>Diseño de un protocolo de seguimiento cumplimentando lo siguientes datos de registro: código del proyecto SEIASA-NR-número secuencial</p> <p>Protocolo para balsas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Código individual de identificación de la medida - Descripción básica de la balsa: dimensiones y volumen - Georreferenciación de la balsa - Tipo y localización del cerramiento general - Redes para facilitar la salida: material, proporción del perímetro/equipo - Estructuras vegetales asociadas a la balsa, cada estructura vegetal se documentará conforme al protocolo expuesto a continuación. - Fecha de puesta en funcionamiento: mes y año. - Documentación gráfica. Al menos tres imágenes generales. Imágenes de detalle de las mallas de seguridad. Las fotografías deben incluir georreferencia en los metadatos de la imagen. - Seguimiento anual de la evolución de la medida mediante documentación gráfica georreferenciada <p>Protocolo para estructuras vegetales asociadas a las balsas (islas):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Código individual de identificación de la medida. - Indicador del tipo de medida. - Indicación de la actuación a la que se encuentra asociada. - Código de la isla flotante. - Fecha de implantación: mes y año. - Documentación gráfica previa a la actuación y estado final, previa entrega del proyecto. Al menos tres imágenes por cada fase. Las imágenes han de incluir georreferencia de los metadatos. - Seguimiento anual de la evolución de la medida mediante documentación gráfica georreferenciada. - Registro de las especies de aves identificadas como usuarias.

Seguimiento de las medidas de protección de la fauna: impactos accidentales

Objetivos:	Verificar la eficacia del sistema de escape y las chapas salvapájaros en vallado.
Actuaciones:	<ul style="list-style-type: none"> - Inspecciones visuales y revisión del estado del sistema de escape, el vallado con chapas salvapájaros.
Lugar de inspección:	Balsa de regulación y vallado
Parámetros de control y umbrales:	<ul style="list-style-type: none"> - Buen estado del sistema de escape - Buen estado de las chapas de aluminio en el vallado perimetral
Periodicidad de la inspección:	<ul style="list-style-type: none"> - Anual tras la entrega de las obras
Medidas de prevención y corrección:	<p>Reparación del sistema de escape</p> <p>Reposición de chapas salvapájaros deterioradas</p>
Documentación:	<p>Seguimiento del estado del sistema de escape y las chapas salvapájaros durante un período de 5 años con la elaboración de informes anuales que recojan la información relevante en relación con el desarrollo de la medida.</p> <p>Diseño de un protocolo de seguimiento cumplimentando lo siguientes datos de registro: código del proyecto SEIASA-NR-número secuencial</p> <p>Protocolo para el sistema de escape en balsa:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Código individual de identificación de la medida - Descripción básica del sistema - Georreferenciación de la balsa - Documentación gráfica. Al menos tres imágenes generales con georreferencia. Imágenes de detalle del sistema - Seguimiento anual de la evolución de la medida mediante documentación gráfica georreferenciada - Registro de incidencias si se detectaras especies accidentadas <p>Protocolo para las chapas salvapájaros:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Código individual de identificación de la medida - Indicador del tipo de medida - Indicación de la actuación a la que se encuentra asociada. - Fecha de implantación: mes y año - Documentación gráfica al momento de implantación. Al menos tres imágenes generales con georreferencia. - Seguimiento anual de la evolución de la medida mediante documentación gráfica georreferenciada - Registro de incidencias si se detectaran especies accidentadas

9.5.5. Informes

Los informes incluirán únicamente aquellos aspectos que hayan sido objeto de control o seguimiento durante el plazo a que haga referencia el informe. En ellos se incluirá, para cada apartado contemplado, un breve resumen de las operaciones desarrolladas al respecto y en su caso, los modelos de fichas pertinentes cumplimentados. Asimismo, se incluirán conclusiones sobre las actuaciones desarrolladas y el desarrollo de la explotación.

Se desarrollarán tres tipos de informes:

- Informes ordinarios: Se realizarán para reflejar el desarrollo de las labores de seguimiento ambiental. La periodicidad será anual.
- Informes extraordinarios: Se emitirán cuando exista alguna afección no prevista o cualquier aspecto que precise una actuación inmediata y que, por su importancia, merezca la emisión de un informe específico.
- Informe final del Programa de Vigilancia y Seguimiento: El informe final contendrá el resumen y conclusiones de todas las actuaciones de vigilancia y seguimiento desarrolladas y de los informes emitidos, tanto en la fase primera como en la segunda.

El informe final será un resumen de todos los informes y actuaciones del Programa de Vigilancia y Seguimiento Ambiental, incluyendo un apartado de conclusiones para cada aspecto que haya sido objeto de control o seguimiento. Se incluirá una conclusión final sobre el cumplimiento del contenido de la presente documentación ambiental.

10. CONCLUSIONES

El objeto del proyecto es realizar una modernización integral de los sistemas de riego pasando de un riego por inundación a un riego por aspersión, con los consiguientes beneficios medioambientales y económicos que ello supone, repercutiendo además en una mejora en la calidad de vida de los agricultores. Se pasará a realizar un riego presurizado mediante una balsa de regulación, buscando la presión natural de toda la zona. De esta forma se quiere realizar un uso sostenible del agua de riego evitando las pérdidas que actualmente se producen en las infraestructuras existentes y reduciendo el actual consumo energético.

Las actuaciones contempladas permitirán la modernización de 3.585,45 Ha pertenecientes a la Zona 2 de la Comunidad de Regantes nº V de Bardenas, que riegan actualmente por inundación.

Para abastecer a esta superficie se va a realizar una balsa de 346.958,54 m³ de capacidad que se llenará desde la Acequia A-4 o del Saso y está ubicada en la cota 398.

El sistema de riego consta de tuberías principales y tuberías terciarias. Se han proyectado la incorporación de 208 nuevos hidrantes, con control de toma única y compartida. Las superficies de mayor a 5 hectáreas tendrán su propio hidrante y los que no se agruparán con otras parcelas colindantes que permitan llegar a esa superficie mínima. En el caso de los hidrantes compartidos, en la misma agrupación, las tomas que la compongan deberán establecer un turno de riego adecuado.

De acuerdo con la **Ley 21/2013 de Evaluación Ambiental** (modificada por el Real Decreto 445/2023, de 13 de junio, por el que se modifican los Anexos I, II y III de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental), se determina que el proyecto objeto del presente estudio, se encuentra dentro del **Anexo I** (Proyectos sometidos a la Evaluación Ambiental Ordinaria): **Grupo 1. Agricultura, silvicultura, acuicultura y ganadería: c) Proyectos de gestión de recursos hídricos para la agricultura, incluida la transformación en regadío y la mejora o consolidación del regadío, que afecten a más de 100 ha.** Por lo que debe ser sometido al procedimiento de **EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL ORDINARIA**. El objetivo es analizar en profundidad los componentes medioambientales del entorno afectado por la modernización, los impactos y la magnitud de los mismos, para proponer las medidas preventivas, correctoras o compensatorias necesarias.

El medio receptor de las infraestructuras de riego previstas corresponde a las siguientes características descriptivas:

- Medio físico: el medio físico directamente afectado por las obras lo constituye la zona a través de la cual se instalará la conducción de transporte. En ella no existen recursos naturales o culturales protegidos.
- Medio biótico: la flora es de escaso valor intrínseco y la fauna de la zona corresponde al biotipo agrícola. Sobre su incidencia paisajística, la zona presenta una calidad media, quedando la infraestructura prevista enterrada a excepción de las edificaciones de los cabezales de riego, la caseta de filtrado y la balsa de regulación, elementos para los que se prevé medidas correctoras para su integración paisajística.

- Medio socioeconómico: las obras previstas proporcionarán un impacto positivo en el medio socioeconómico de los municipios, en cuanto a que supone una mejora en la disponibilidad de recursos hídricos y de la calidad del trabajo en el medio rural.

Todos los impactos ambientales detectados son de magnitud compatible y moderada, no encontrándose ninguno de ellos con magnitud severa o crítica.

Entre los impactos más significativos, durante la ejecución, destacar la construcción de la balsa de regulación, la excavación de las zanjas para las conducciones, el tránsito de maquinaria durante la instalación de la red de tuberías y los movimientos de tierras.

En la situación actual, el consumo medio de agua en la zona a modernizar es de 29,26 Hm³, de los cuales se desaprovecha un volumen anual estimado en 4,39 Hm³ por las pérdidas que sufre la red de distribución. Esta circunstancia limita la disponibilidad media para riego a 24,87 Hm³, inferior a las necesidades teóricas de los cultivos actuales. Además, de los volúmenes de riego aplicados, una proporción considerable se infiltra, sin poder ser aprovechado por el cultivo, contribuyendo a la recarga del acuífero detrítico sobre el que se asienta el regadío.

La modernización proyectada implica un cambio muy favorable en el balance hídrico, tanto desde un punto de vista agronómico como ambiental. En primer lugar, permite reducir los consumos medios anuales de agua del canal a 24,95 hm³, liberando un volumen de 4,31 hm³ que quedan disponibles para la integración ambiental del regadío. Esta reducción de los consumos se consigue mediante la sustitución de la red de distribución, suprimiéndose las pérdidas. Por otra parte, se incrementa notablemente la eficiencia del riego, reemplazándose las modalidades de inundación actualmente predominantes por sistemas presurizados, fundamentalmente aspersión y, en menor medida, goteo. El cambio en el sistema de riego supone un mejor aprovechamiento del recurso, con una menor infiltración, y un apreciable incremento de productividad en la nueva alternativa de cultivos (ver estudio agronómico). Así mismo, aumenta la garantía del suministro evitándose episodios de infradotación.

Por otro lado, respecto a la contaminación difusa, la exportación actual de nitratos de la zona regable es de 216,67 y 318,76 kg de nitrato/ha para las áreas de la masa subterránea que aportan hacia el río Arba de Riguel y hacia el río Arba de Luesia respectivamente. Una vez realizada la modernización, se parte del objetivo de reducir las concentraciones de los lixiviados por debajo de 37,5 mg/l, valor que marca el límite de referencia para aguas subterráneas afectadas por la contaminación por nitratos (Real Decreto 47/2022). La consecución de este objetivo se considera un requisito fundamental en la gestión ambiental de la zona regable, que deberá alcanzarse mediante un adecuado seguimiento y control de la fertilización y, en su caso, mediante una adaptación de la alternativa de cultivos que permita reducir de forma efectiva los inputs de nitrógeno.

Respondiendo al objetivo del estudio de impacto ambiental, se han propuesto una serie de medidas preventivas y correctoras para, en función del medio afectado, y la tipología y la magnitud de los impactos ocasionados se asegure que las afecciones al medio receptor sean compatibles en términos medioambientales.

- Medidas preventivas en fase de ejecución, como lo son la supervisión de las emisiones de polvo, el mantenimiento del confort sonoro, la protección del suelo, de las aguas, de la fauna, así como la correcta gestión de los residuos generados durante la ejecución de

las actuaciones. En lo que respecta al patrimonio cultural/arqueológico se realizará seguimiento del movimiento de tierras.

- Medidas correctoras en fase de ejecución, reposición de infraestructuras alteradas como carreteras, caminos o acequias, la reposición de la tierra vegetal de las superficies afectadas por la construcción de la balsa de regulación o la excavación de las zanjas para la instalación de las tuberías o la protección y restauración de los tramos de vías pecuarias afectadas por el trazado. En caso de localizar restos arqueológicos durante la ejecución de las obras, se notificará a la Dirección General de Patrimonio Cultural.
- Medidas preventivas en fase de explotación, como lo son, el control de la cantidad y calidad de los retornos, la red de control de la evolución de la calidad de los recursos subterráneos, el seguimiento de la evolución de las medidas de integración paisajística mediante la plantación de especies arbóreas, el seguimiento de la eficacia y el mantenimiento de los elementos instalados para la fauna local, etc.
- También en la fase de explotación, para asegurar no comprometer un deterioro en relación al estado de las masas de agua involucradas se han dispuesto dos medias especialmente relevantes:
 - El diseño de la modernización permite una reducción del consumo anual estimada en 4,31 Hm³, susceptible de uso para la integración ambiental del regadío para la mejora ambiental de los ríos Arba de Riguel y Arba de Luesia. El objetivo es que la concentración de nitratos que tributan a los ríos de manera difusa sea menor a 63,2 mg/l (valor actual), de modo que sea compatible con la mejora en el estado de las masas. Eventualmente, este volumen para la integración ambiental, también podría destinarse para la mejora ecológica de cuerpos de agua cercanos a la zona de actuación.
 - El proyecto se marca como objetivo, en su fase de explotación, obtener una concentración de nitratos inferior a 37,5 mg/l en los lixiviados del regadío, de modo que puedan cumplirse los requisitos relativos a las masas de agua afectadas, tanto superficiales como subterráneas. Para ello se prevé mejorar en la fertilización a adoptar por los regantes. En caso de que se supera la concentración objetivo en las aguas subterráneas, se iniciará una segunda fase orientada a reducir la superficie de los cultivos más demandantes en nitrógeno y su sustitución por cultivos de leguminosas.

Mediante el Programa de Vigilancia Ambiental se velará por el cumplimiento y la buena ejecución de todas las medidas protectoras y correctoras incluidas en el presente documento y los que fije la Administración competente en su Informe de Ambiental.

Por otra parte, se deberá advertir de alteraciones por cambios repentinos en las tendencias del impacto, efectos negativos no identificados durante la redacción del presente documento y establecer un control que permita introducir los elementos correctores oportunos con la suficiente diligencia.

Con todo lo anterior se considera que el **PROYECTO DE MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES Nº V DE LOS RIEGOS DE BARDENAS (ZONA 2) (ZARAGOZA)** es

medioambientalmente viable, no produciéndose ninguna alteración que suponga una pérdida destacada de recursos naturales o culturales de interés. Bastará con desarrollar el conjunto de medidas protectoras y correctoras propuestas en el presente estudio y las que puedan considerarse en la estimación del impacto.

El impacto ocasionado por la ejecución de este proyecto, teniendo en cuenta las medidas preventivas y correctoras establecidas, así como el adecuado seguimiento del Plan de Vigilancia Ambiental, se considera **COMPATIBLE**.

11. PRESUPUESTO DE LAS MEDIDAS AMBIENTALES Y EL PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL

MEDIDAS AMBIENTALES	PRESUPUESTO
FORMACIÓN EN BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS	
Curso general sobre la "Mejora de la eficiencia del regadío y su gestión ambiental en el marco del CBPA".	4.276,42
Curso específico sobre "Sensores para la medida del potencial o contenido de agua en el suelo: Instalación, mantenimiento e interpretación de las lecturas".	1.996,08
Curso específico sobre "Estaciones de control de retornos de riego con drenaje superficial. Elementos y sensores. Normativa vigente".	1.996,08
Curso específico sobre "Estaciones de control de retornos de riego con drenaje subsuperficial. Elementos y sensores".	1.996,08
Curso específico sobre "Implementación de medidas y buenas prácticas para la sostenibilidad ecológica de los paisajes agrarios"	1.996,08
PROSPECCIONES PREVIAS FAUNA Y FLORA	
Trabajos de prospección de especies sensibles de fauna	4.167,45
Trabajos de prospección de especies y/o hábitats sensibles	5.703,00
Balizamiento de ejemplares y hábitats	585,00
MEDIDAS PARA EL CONTROL DE LOS RETORNOS DE RIEGO	
Estación de control de caudal y calidad de aguas (Superficiales)	54.581,10
Unidad portátil para medida e concentración de nitratos	650,00
Instalación de piezómetro hasta 3 metros medios manuales	935,32
Excavación pozo 3 metros medios manuales	1.374,24
Sonda piezométrica automática	4.500,00
Interpretación de aforo en pozo de bombeo	2.143,76
ELABORACIÓN DE MAPA DE CRAD DEL SUELO	
Descripción de calicata en estudios de suelos	10.250,46
Ensayo de capacidad de campo y punto de marchitez permanente	7.400,00
Apertura y tapado calicata hasta 2 m de profundidad	686,40
MEDIDAS PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN	
Riego para disminuir emisiones de polvo	5.216,00
Hidrosiembra en talud de la balsa	6.881,83
MEDIDAS PARA EL CONTROL DE LA FAUNA	
Islas flotantes cría aves acuáticas	1.593,99
Nido murciélago instalado	1.613,28
Charcas bebedero 1 m ²	989,18
Escala salvamento de hasta 18 m de longitud	5.269,04
Caja nido compacta cernícalo con poste	1.720,32
Caja nido compacta cernícalo sin poste	1.506,24
Caseta para lechuza común	1.393,75
Hotel para insectos	1.059,40
Instalación de marcador de visibilidad en vallado (chapas)	1.464,15

MEDIDAS PARA EL CONTROL DE LA FLORA Y VEGETACIÓN	
Plantaciones de la Estación de filtrado	953,95
Plantaciones en la balsa	7.004,16
MEDIDAS PARA EL CONTROL DEL PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO	
Proyecto básico arqueología	539,60
Visita obra arqueólogo	54.398,52
Informe mensual de seguimiento arqueológico	1.821,15
Informe de seguimiento arqueológico	890,34
Memoria arqueológica básica	2.158,40
INFORME DE RED NATURA 2000	
Diseño de plan de muestreo	269,04
Trabajo de campo	12.169,64
Informe de resultados	538,08
TOTAL MEDIDAS AMBIENTALES	214.687,53

PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL (PVA)	PRESUPUESTO
FASE DE EJECUCIÓN (Incluyendo técnico e informes)	
Control de calidad atmosférica, de suelos, de accesos temporales, de acopios, de gestión residuos, y de desmantelamiento de instalaciones auxiliares.	15.054,48
TOTAL PVA - FASE EJECUCIÓN	15.054,48

PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL (PVA)	PRESUPUESTO
FASE DE EXPLOTACIÓN (Incluyendo técnico e informes) *	
AÑO 1	
Seguimiento de las masas de agua **	
Muestreo de masas de agua	17.498,10
Análisis en laboratorio e informe	17.212,96
Seguimiento de flora y vegetación	
Seguimiento de plantaciones. Reposición de marras y riegos, elaboración de informes.	4.738,86
Seguimiento de fauna	
Seguimiento de las medidas de protección de la fauna en la balsa, vallado y cajas nido	2.509,06
Seguimiento del mejillón cebra en las arquetas de control **	841,23
TOTAL FASE EXPLOTACIÓN AÑO 1	42.800,21
AÑO 2	
Seguimiento de las masas de agua **	
Muestreo de masas de agua	17.498,10
Análisis en laboratorio e informe	17.212,96
Seguimiento de flora y vegetación	

Seguimiento de plantaciones. Reposición de marras y riegos, elaboración de informes.	2.369,43
Seguimiento de fauna	
Seguimiento de las medidas de protección de la fauna en la balsa, vallado y cajas nido	2.509,06
Seguimiento del mejillón cebra en las arquetas de control **	625,39
TOTAL FASE EXPLOTACIÓN AÑO 2	40.214,94
AÑO 3	
Seguimiento de las masas de agua **	
Muestreo de masas de agua	17.498,10
Análisis en laboratorio e informe	17.212,96
Seguimiento de flora y vegetación	
Seguimiento de plantaciones. Reposición de marras y riegos, elaboración de informes.	2.369,43
Seguimiento de fauna	
Seguimiento de las medidas de protección de la fauna en la balsa, vallado y cajas nido	2.509,06
Seguimiento del mejillón cebra en las arquetas de control **	625,39
TOTAL FASE EXPLOTACIÓN AÑO 3	40.214,94
AÑO 4	
Seguimiento de las masas de agua **	
Muestreo de masas de agua	17.498,10
Análisis en laboratorio e informe	17.212,96
Seguimiento de flora y vegetación	
Seguimiento de plantaciones. Reposición de marras y riegos, elaboración de informes.	1.620,47
Seguimiento de fauna	
Seguimiento de las medidas de protección de la fauna en la balsa, vallado y cajas nido	2.509,06
Seguimiento del mejillón cebra en las arquetas de control **	625,39
TOTAL FASE EXPLOTACIÓN AÑO 4	39.465,98
AÑO 5	
Seguimiento de las masas de agua **	
Muestreo de masas de agua	17.498,10
Análisis en laboratorio e informe	17.212,96
Seguimiento de flora y vegetación	
Seguimiento de plantaciones. Reposición de marras y riegos, elaboración de informes.	1.620,47
Seguimiento de fauna	
Seguimiento de las medidas de protección de la fauna en la balsa, vallado y cajas nido	2.509,06
Seguimiento del mejillón cebra en las arquetas de control **	625,39
TOTAL FASE EXPLOTACIÓN AÑO 5	39.465,98
TOTAL PVA - FASE DE EXPLOTACIÓN	202.162,05
* A cargo del Convenio firmado por el SEIASA y la Comunidad de Regantes nº V de Bardenas.	
** Revisable tras los resultados obtenidos en las primeras mediciones.	

12. EQUIPO REDACTOR

Los proyectistas de este Estudio de Impacto Ambiental son:

José Miguel Laplaza de Marco, Ingeniero Agrónomo, con D.N.I.: 29.085.991F, domicilio en C/Bomberos, 41, CP. 50600. Ejea de los Caballeros (Zaragoza).

Samuel Sarría Lario, Ingeniero Agrónomo, con D.N.I.: 73.091.731-P, domicilio en C/ Sol, 21, CP. 50694. Bardenas (Zaragoza)

13. BIBLIOGRAFÍA

AdapteCCa. 2023. Plataforma sobre Adaptación al Cambio Climático en España - Visor de Escenarios de Cambio Climático. URL: <http://escenarios.ADAPTECCA.es/>

Basso, L. 1994. Los retornos salinos del polígono de riego Bardenas I y su contribución a la salinización de los ríos Arba y Riguel. Tesis doctoral, Universidad de Zaragoza, Facultad de Filosofía y Letras. Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio. 224 pp.

Causapé, J. 2002. Repercusiones medioambientales de la agricultura sobre los recursos hídricos de la Comunidad de regantes nº V de Bardenas (Zaragoza). Tesis doctoral. Universidad de Zaragoza. Área de Petrología y Geoquímica. 153 pp.

Causapé, J., Quílez, D., & Aragüés, R. 2004. Assessment of irrigation and environmental quality at the hydrological basin level: II. Salt and nitrate loads in irrigation return flows. *Agricultural Water Management*, 70(3), 211-228.

CEDEX. 2017. Evaluación del Impacto del Cambio Climático en los Recursos Hídricos y Sequías en España. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Informe Técnico. 320 pp. URL: https://ceh.cedex.es/web_ceh_2018/documentos/CAMREC/2017_07_424150001_Evaluaci%C3%B3n_cambio_clim%C3%A1tico_recu.pdf

CEEEI. 2013. Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras – *Dreissena polymorpha*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. URL: https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-especies/dreissena_polymorpha_2013_tcm30-69872.pdf

CHE. 2023a. Confederación Hidrológica del Ebro. Planificación. URL: <https://www.chebro.es/anexo-6>

CHE. 2023b. Plan Hidrológico 2022-2027. Confederación Hidrológica del Ebro. URL: <https://www.chebro.es/ca/web/guest/plan-hidrologico-2022-2027>

CHE. 2023c. Propuesta de Proyecto de Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Ebro Revisión de tercer ciclo (2022-2027). ANEJO 09 - ESTADO, OBJETIVOS MEDIOAMBIENTALES Y EXENCIONES. URL: https://www.chebro.es/documents/20121/517714/A09_PH3c_091_2022-04_A09_EstadoOMAsExenciones_v00.pdf

CHE. 2021. Informe sobre la determinación de las aguas afectadas o en riesgo de contaminación por nitratos de origen agrario en la demarcación del Ebro (PERIODO 2016-2019). 291pp.

CHE. 2007. Mejillón cebra: Manual de control para instalaciones afectadas. Confederación Hidrológica del Ebro. 51 pp. URL: https://www.chebro.es/documents/20121/258248/Manual+Instalaciones+Afectadas_CHE_2007.pdf/c5890d54-3d65-5aa7-10d2-cbdee1eee61b?t=1627453496595

CR. 2023. Comunidad General de Regantes del Canal de Bardenas. URL: <http://www.cgbardenas.com>

CSIC. 2022a. DIRECTRIZ Nº2. Directrices científico-técnicas para el establecimiento de sistemas de monitorización automática para el control y seguimiento de la calidad del agua y de los retornos de riego. 93 pp.

CSIC. 2022b. DIRECTRICES Nº 3 y 4. Directrices científico-técnicas para la ejecución y mantenimiento de estructuras vegetales de conservación. Y Directrices científico-técnicas de diseño, gestión y mantenimiento de medidas para mitigar daños a la fauna en las balsas de riego e infraestructuras asociadas. 109 pp.

CSIC. 2021. DIRECTRIZ Nº 1. Directrices científico-técnicas para establecimiento de sistemas de monitorización por sensores de contenido de humedad en el suelo. 68 pp.

Durán L.C., Montoro C., & Maña M. 2017. Plan de choque contra la invasión del mejillón cebrado en la Confederación Hidrográfica del Júcar (2017-2021). Confederación Hidrográfica del Júcar. 58 pp. URL: <https://www.chj.es/es-es/medioambiente/mejilloncebra/Documents/Plan%20de%20choque%20mejill%C3%B3n%20cebra%20Fase%20I%202017%20Nov%2020.pdf>

EACC. 2023. Estrategia Aragonesa de Cambio Climático 2030. URL: https://www.aragon.es/documents/20127/674325/ESTRATEGIA_ARAGONESA_CAMBIO_CLIMATICO.pdf/f4206c8d-94e0-acdd-9fb3-2e69f9d9b7dd

EOTA. 2023. Estrategia de Ordenación Territorial de Aragón. URL: <https://www.aragon.es/-/estrategia-de-ordenacion-territorial-de-aragon>

FAO. 2006. World reference base for soil resources. A framework for international classification, correlation and communication. WORLD SOIL RESOURCES REPORTS – 103.

Fernández García A., Lozano Martínez L., Pérez Gordillo J., & Martín Sánchez R. 2002. Informe técnico Incidencia de los vallados sobre la avifauna en ZEPA-LIC “La Serena y Sierras periféricas. Resultado de las actuaciones realizadas. Informe Técnico Proyecto nºLIFE00NAT/ E / 7348: Gestión de la ZEPA-LIC La Serena y Sierras Periféricas. Dirección general de medio ambiente, Junta de Extremadura. URL: <http://extremambiente.juntaex.es/files/life/laserena/Informes%20tecnicos/INFORME%20TECNICO%20SENALIZACION%20VALLADOS.pdf>

ICEAragon. 2023. Infraestructura de conocimiento espacial de Aragón (Gobierno de Aragón). URL: <https://icearagon.aragon.es/cartoteca/>

IGN. 2023. Instituto Geográfico Nacional. Mapas de sismicidad y peligrosidad. URL: <https://www.ign.es/web/mapas-sismicidad>

Instituto Aragonés de Estadística (IAEST). 2023. URL: <https://www.aragon.es/organismos/departamento-de-economia-planificacion-y-empleo/direccion-general-de-economia/instituto-aragones-de-estadistica-iaest->

Isidoro D., Causapé J., Quílez D., & Aragüés R. 2002. Calidad de las aguas de drenaje de la Comunidad de Regantes V del Canal de las Bardenas (Zaragoza). Investigación Agraria: Producción y Protección Vegetal, 17(3): 375-394.

Leukona, JM. 2018. Variaciones geográficas y estacionales de la dieta del avetoro común *Botaurus stellaris* en el valle del Ebro. Revista Catalana d'Ornitologia, 34:1-10.

MAPA. 1982. Orden de 17 de septiembre de 1982 por la que se actualiza la composición de la Comisión Coordinadora de Laboratorios y Métodos de Análisis. BOE núm. 239, de 6 de octubre de 1982. URL: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1982-25997>

Martínez Beltrán, J. 1978. Drainage and reclamation of salt-affected soils in Bardenas area, Spain. International Institute for Land Reclamation and Improvement/ILRI, Wageningen, 322 pp.

MITECO. 2023. Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2021-2030. URL: <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/plan-nacional-adaptacion-cambio-climatico/default.aspx>

MITECO. 2022. Factores de emisión - Registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de Dióxido de Carbono. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico y Oficina Española de Cambio Climático (OECC). URL: https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/factoresemision_tcm30-479095.pdf

Rivas Martínez, S. 1987. Memoria del mapa de series de vegetación de España. Serie Técnica. ICONA. 268 pp.

SAIH Ebro. 2023. Sistema Automático de Información Hidrológica de la Cuenca Hidrográfica del Ebro. URL: <http://www.saihebro.com/saihebro/index.php>

SSDS. 1993. Soil Survey Manual. Soil Survey Division Staff. Soil Conservation Service. US Department of Agriculture Handbook.

14. ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 01.- Planos EsIA

- Plano 01.- Situación
- Plano 02.1.- Emplazamiento Actuaciones. General.
- Plano 02.2.- Emplazamiento Actuaciones. Balsa y zona de acopio de materiales.
- Plano 02.3.- Emplazamiento Actuaciones. Estación de filtrado con nudo aéreo.
- Plano 02.4.- Emplazamiento Actuaciones. Nudos aéreos.
- Plano 02.5.- Emplazamiento Actuaciones. Parque de maquinaria.
- Plano 03.1.- Hidrología superficial.
- Plano 03.2.- Afección nitratos agua superficial.
- Plano 04.1.- Hidrología subterránea.
- Plano 04.2.- Afección nitratos agua subterránea.
- Plano 05.- Vegetación y Usos del Suelo.
- Plano 06.- Hábitats de Interés Comunitario, Montes de Utilidad Pública y Vías Pecuarias.
- Plano 07.- Fauna.
- Plano 08.- Paisaje.
- Plano 09.- Red Natura 2000.
- Plano 10.- Espacios Naturales Protegidos.
- Plano 11.1.- Medidas ambientales. Masas de agua. Muestreo Aguas Superficiales.
- Plano 11.2.- Medidas ambientales. Masas de agua. Muestreo Aguas Subterráneas.
- Plano 12.- Medidas ambientales. Flora. Revegetación de balsa y estación de filtrado.
- Plano 13.- Medidas ambientales. Fauna. Localización de zonas para cajas nido.

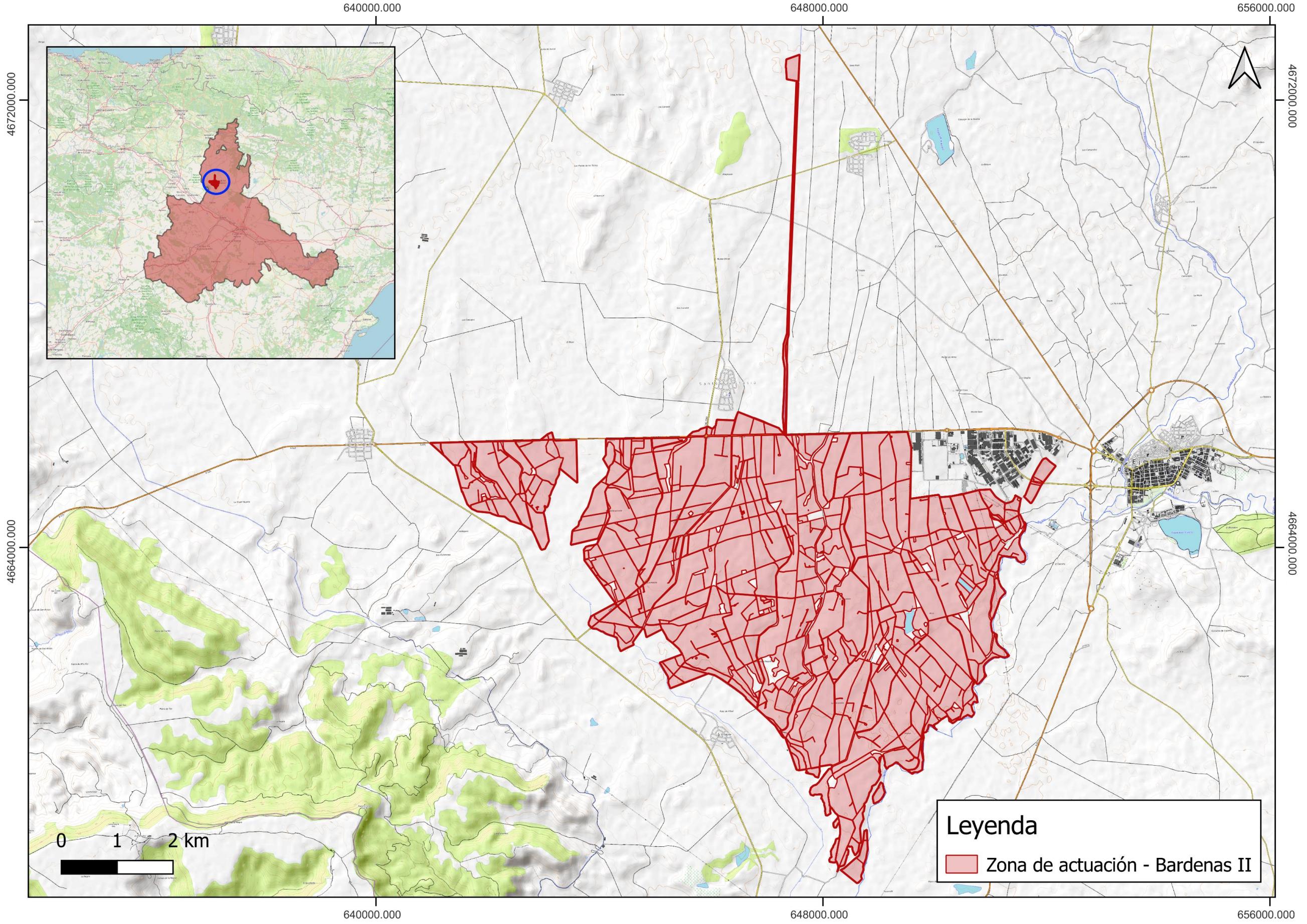
Fuentes empleadas para la realización de los planos:

- CHE/CHEBRO: Confederación Hidrográfica del Ebro.
- ICE Aragón. Infraestructura de Conocimiento Espacial de Aragón (Gobierno de Aragón).
- IDE Aragón: Infraestructuras de Datos Espaciales de Aragón (Gobierno de Aragón).
- IDE agua: Infraestructuras de Datos Espaciales – sección agua (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico).
- SIOSE AR: Sistema de Información de Ocupación del Suelo de España (Alta resolución).
- MITECO: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.
- INAGA: Instituto Aragonés de Gestión Ambiental.

ANEXO 02.- Documento de Síntesis del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto de Modernización Integral de la Comunidad de Regantes nºV de los Riegos de Bardenas (Zona 2) (Zaragoza) (Documento no técnico)

Anexo 01 del EsIA – PLANOS

**PROYECTO DE MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES Nº V
DE LOS RIEGOS DE BARDENAS (ZONA 2)(ZARAGOZA)**



Leyenda

Zona de actuación - Bardenas II

Referencia geográfica: EPSG 25830. Sistema de coordenadas: ETRS89/UTM 30N

DOCUMENTO AMBIENTAL DE LA MODERNIZACIÓN INTEGRAL COMUNIDAD DE REGANTES Nº V DE LOS RIEGOS DE BARDENAS (ZONA 2) (ZARAGOZA)

Escala: 1:80.000
Tamaño: A3

Fecha: DICIEMBRE DE 2023

Autor del Proyecto: EL INGENIERO AGRÓNOMO, JOSÉ MIGUEL LA PLAZA DE MARCO

EL INGENIERO AGRÓNOMO, SAMUEL SARRIA LARIO

Título del plano: SITUACIÓN

Plano nº: 01
Hoja nº:

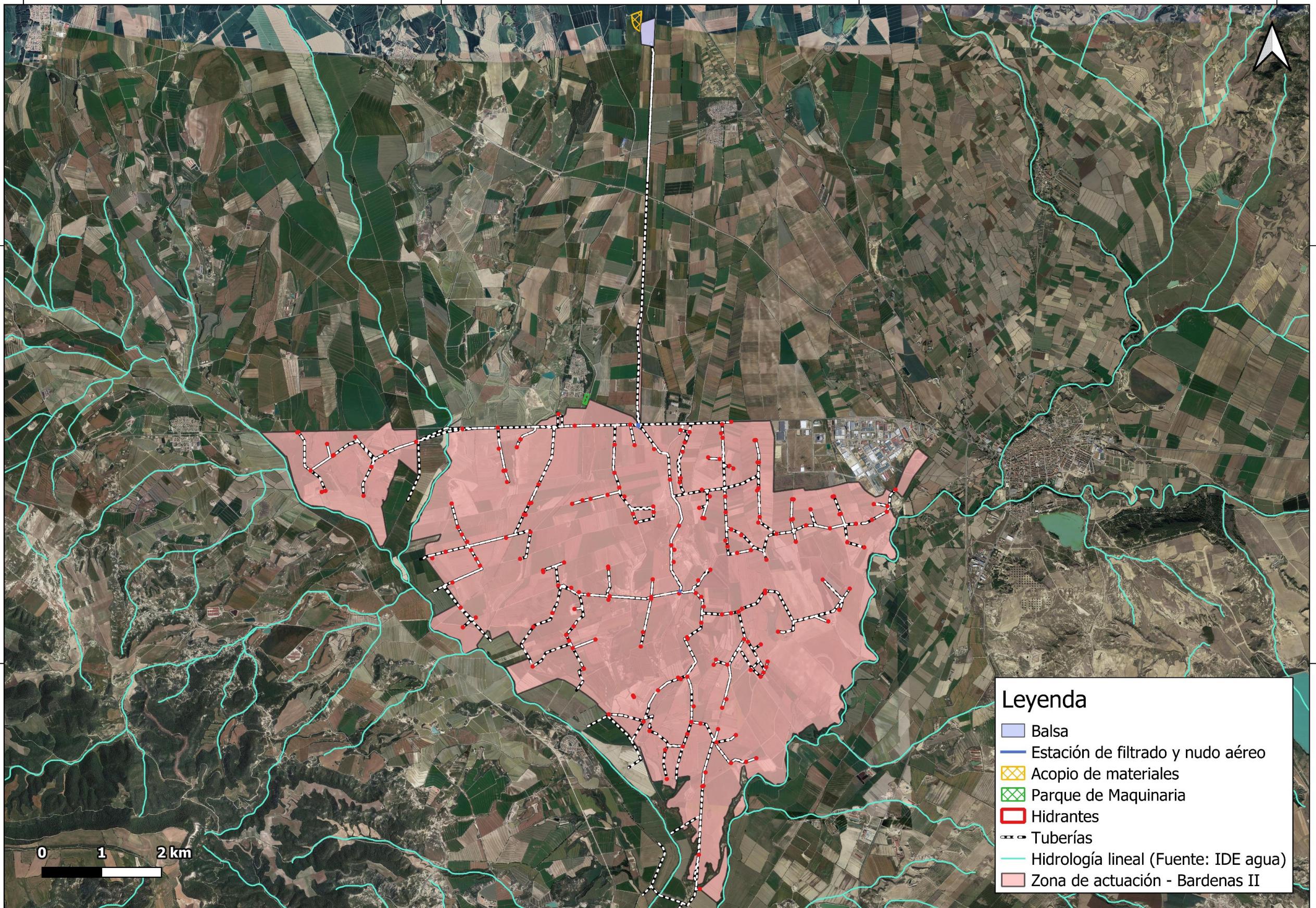
637000.000 644000.000 651000.000 658000.000

4669000.000

4669000.000

4662000.000

4662000.000



Leyenda

-  Balsa
-  Estación de filtrado y nudo aéreo
-  Acopio de materiales
-  Parque de Maquinaria
-  Hidrantes
-  Tuberías
-  Hidrología lineal (Fuente: IDE agua)
-  Zona de actuación - Bardenas II

637000.000 644000.000 651000.000 658000.000

Referencia geográfica: EPSG 25830. Sistema de coordenadas: ETRS89/UTM 30N

DOCUMENTO AMBIENTAL DE LA MODERNIZACIÓN INTEGRAL COMUNIDAD DE REGANTES Nº V DE LOS RIEGOS DE BARDENAS (ZONA 2) (ZARAGOZA)

Escala: 1:55.000
Tamaño: A3

Fecha: DICIEMBRE DE 2023

Autor del Proyecto: EL INGENIERO AGRÓNOMO, EL INGENIERO AGRÓNOMO,

JOSÉ MIGUEL LA PLAZA DE MARCO SAMUEL SARRIA LARIO

Título del plano: EMPLAZAMIENTO ACTUACIONES. GENERAL

Plano nº: 02
Hoja nº: 1

647000.000

647500.000

648000.000

4673000.000

4673000.000

4672500.000

4672500.000



Leyenda

-  Acopio de materiales
-  Balsa
-  Tuberías

0 100 200 m

647000.000

647500.000

648000.000

Referencia geográfica: EPSG 25830. Sistema de coordenadas: ETRS89/UTM 30N



**DOCUMENTO AMBIENTAL DE LA MODERNIZACIÓN
INTEGRAL COMUNIDAD DE REGANTES Nº V DE
LOS RIEGOS DE BARDENAS (ZONA 2) (ZARAGOZA)**

Escala:
1:5.000
Tamaño: **A3**

Fecha:
**DICIEMBRE
DE 2023**

Autor del Proyecto: EL INGENIERO AGRÓNOMO,

INGENIERÍA JOSÉ MIGUEL LA PLAZA DE MARCO

EL INGENIERO AGRÓNOMO,

SAMUEL SARRÍA LARIO

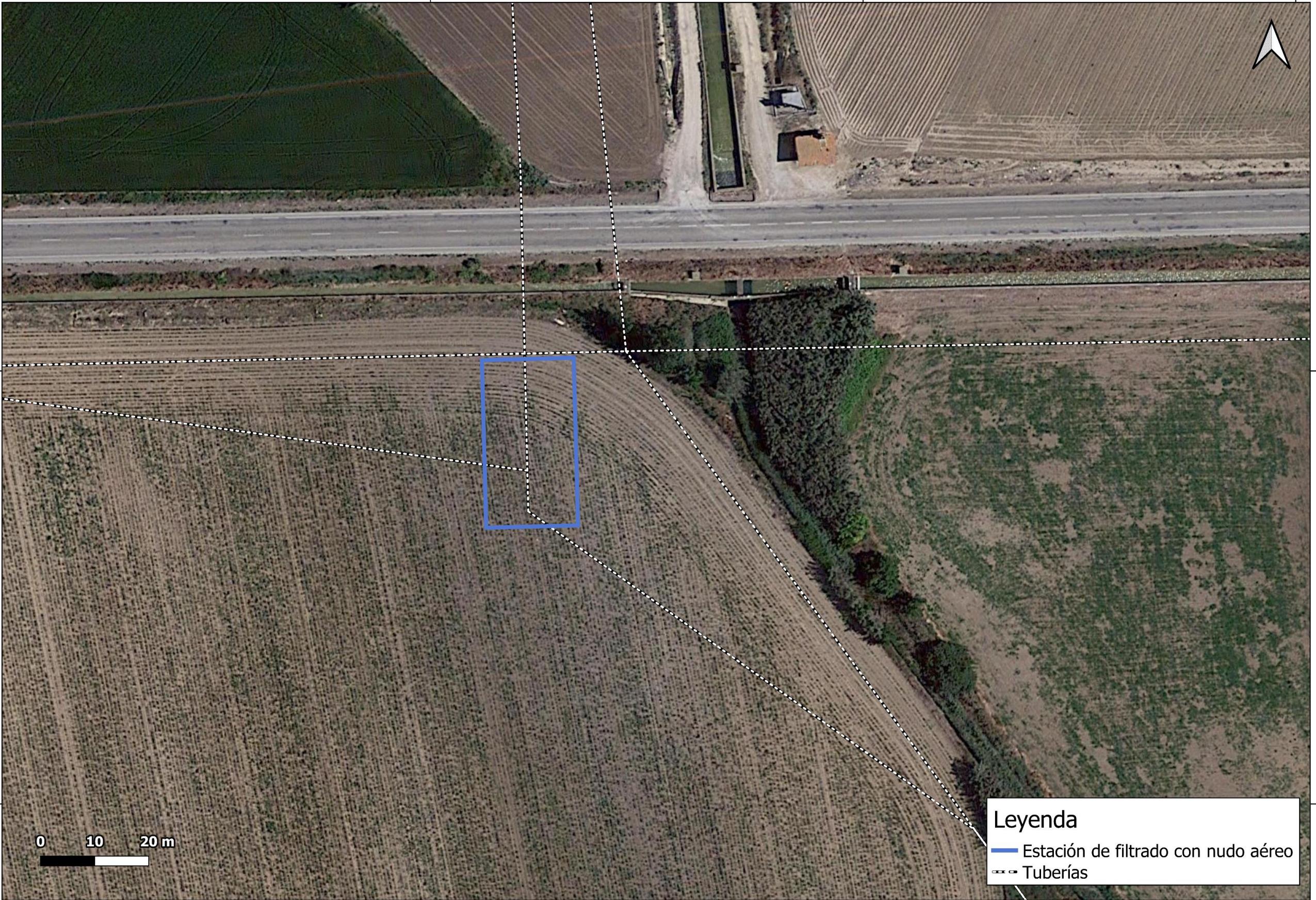
Título del plano:
**EMPLAZAMIENTO ACTUACIONES.
Balsa y zona de acopio de materiales**

Plano nº:
02
Hoja nº:
2

647280.000

647360.000

647440.000



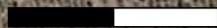
4666000.000

4666000.000

4665920.000

4665920.000

0 10 20 m



Leyenda

- Estación de filtrado con nudo aéreo
- Tuberías

647280.000

647360.000

647440.000

Referencia geográfica: EPSG 25830. Sistema de coordenadas: ETRS89/UTM 30N

DOCUMENTO AMBIENTAL DE LA MODERNIZACIÓN INTEGRAL COMUNIDAD DE REGANTES Nº V DE LOS RIEGOS DE BARDENAS (ZONA 2) (ZARAGOZA)

Escala: 1:600
Tamaño: A3

Fecha: DICIEMBRE DE 2023

Autor del Proyecto: EL INGENIERO AGRÓNOMO, JOSÉ MIGUEL LA PLAZA DE MARCO

EL INGENIERO AGRÓNOMO, SAMUEL SARRIA LARIO

Título del plano: EMPLAZAMIENTO ACTUACIONES Estación de filtrado con nudo aéreo

Plano nº: 02
Hoja nº: 3

644000.000

651000.000

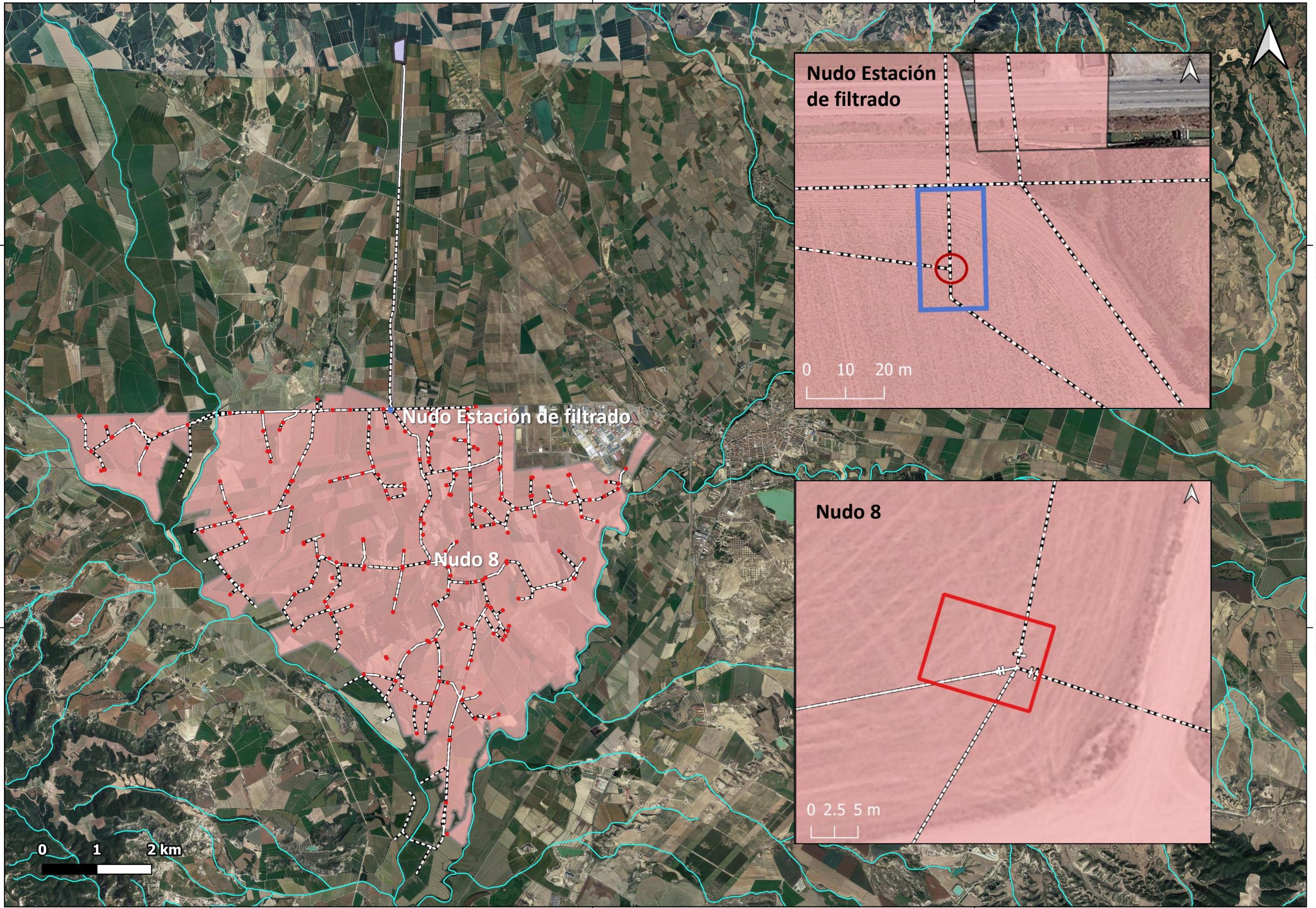
658000.000

4669000.000

4669000.000

4662000.000

4662000.000



0 1 2 km

0 10 20 m

0 2.5 5 m

644000.000

651000.000

658000.000

646200.000

646350.000

646500.000

646650.000

4666650.000

4666500.000

4666350.000

4666200.000

4666650.000

4666500.000

4666350.000

4666200.000



Santa Anastasia

Leyenda

 Parque de maquinaria

646200.000

646350.000

646500.000

646650.000

Referencia geográfica: EPSG 25830. Sistema de coordenadas: ETRS89/UTM 30N



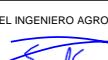
DOCUMENTO AMBIENTAL DE LA MODERNIZACIÓN INTEGRAL COMUNIDAD DE REGANTES Nº V DE LOS RIEGOS DE BARDENAS (ZONA 2) (ZARAGOZA)

Escala:
1:2.500
Tamaño: **A3**

Fecha:
DICIEMBRE DE 2023

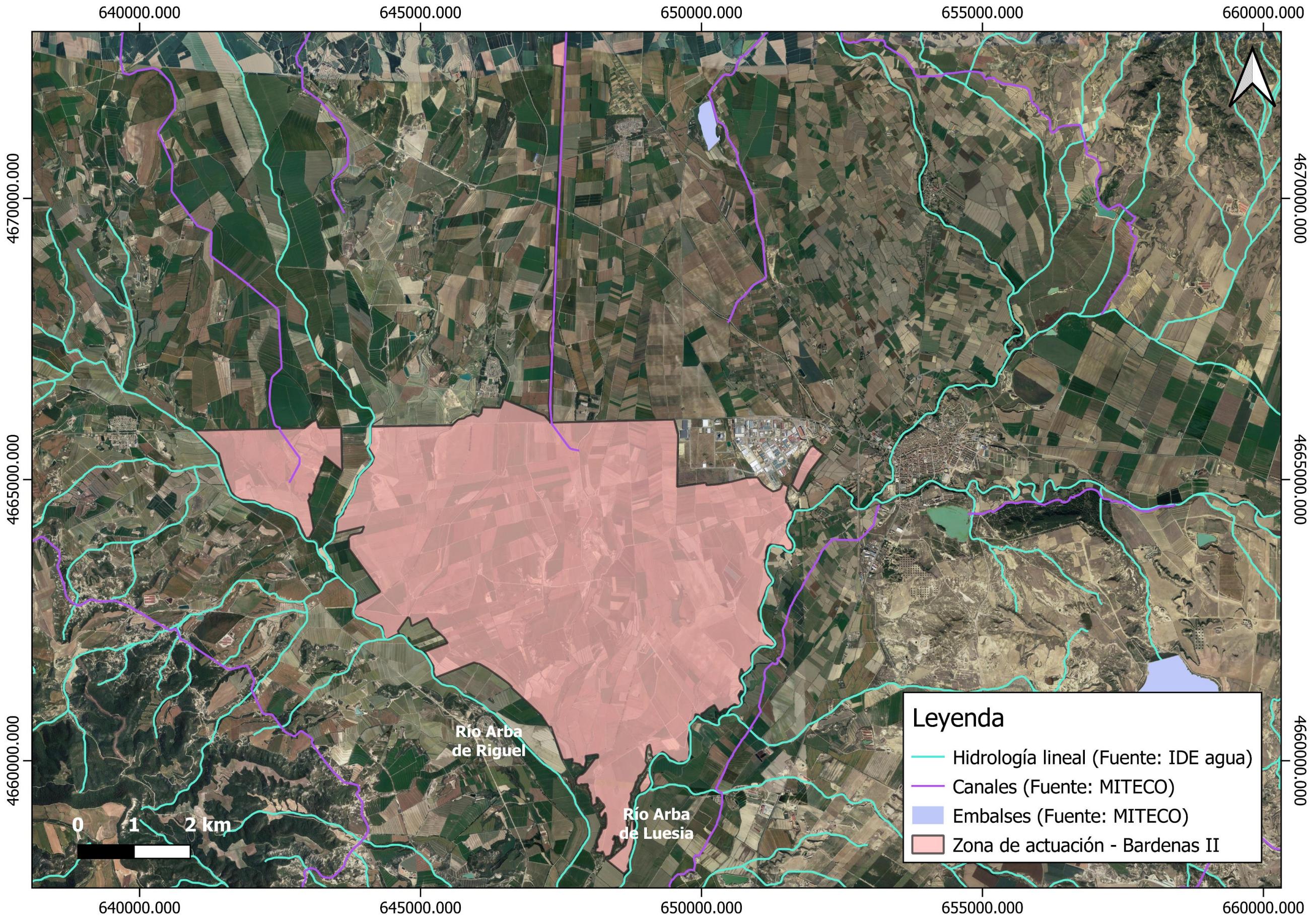
Autor del Proyecto: EL INGENIERO AGRÓNOMO,

INGENIERÍA JOSÉ MIGUEL LA PLAZA DE MARCO

EL INGENIERO AGRÓNOMO,

SAMUEL SARRIA LARIO

Título del plano:
EMPLAZAMIENTO ACTUACIONES, Parque de maquinaria

Plano nº:
02
Hoja nº:
5



Leyenda

- Hidrología lineal (Fuente: IDE agua)
- Canales (Fuente: MITECO)
- Embalses (Fuente: MITECO)
- Zona de actuación - Bardenas II

Referencia geográfica: EPSG 25830. Sistema de coordenadas: ETRS89/UTM 30N



DOCUMENTO AMBIENTAL DE LA MODERNIZACIÓN INTEGRAL COMUNIDAD DE REGANTES Nº V DE LOS RIEGOS DE BARDENAS (ZONA 2) (ZARAGOZA)

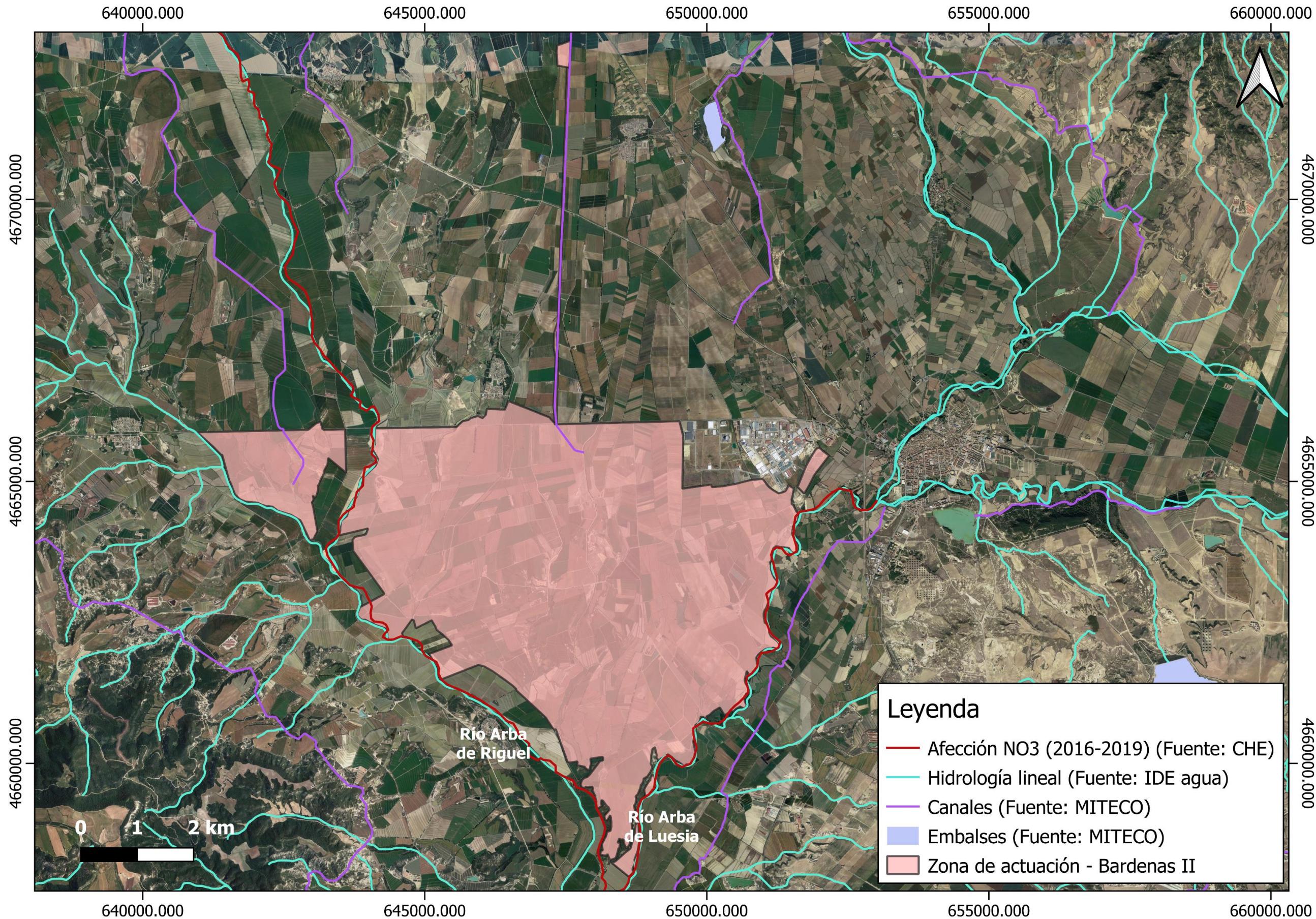
Escala: 1:80.000
Tamaño: A3

Fecha: DICIEMBRE DE 2023

Autor del Proyecto: EL INGENIERO AGRÓNOMO, JOSÉ MIGUEL LA PLAZA DE MARCO
EL INGENIERO AGRÓNOMO, SAMUEL SARRIA LARIO

Título del plano: HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

Plano nº: 03
Hoja nº: 1



Referencia geográfica: EPSG 25830. Sistema de coordenadas: ETRS89/UTM 30N



DOCUMENTO AMBIENTAL DE LA MODERNIZACIÓN INTEGRAL COMUNIDAD DE REGANTES Nº V DE LOS RIEGOS DE BARDENAS (ZONA 2) (ZARAGOZA)

Escala:
1:80.000
Tamaño: A3

Fecha:
DICIEMBRE DE 2023

Autor del Proyecto: EL INGENIERO AGRÓNOMO,

INGENIERÍA JOSÉ MIGUEL LA PLAZA DE MARCO

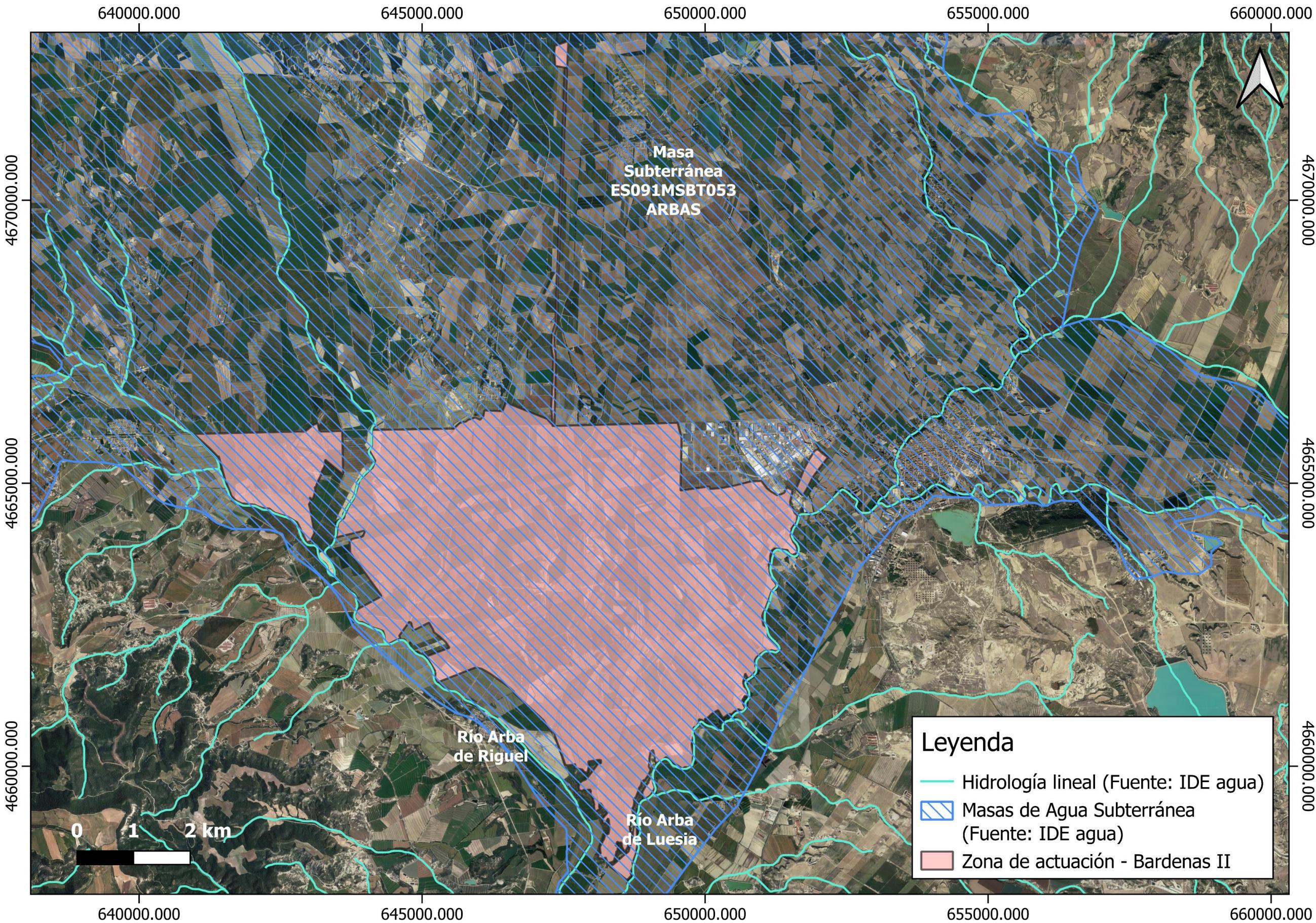
EL INGENIERO AGRÓNOMO,

SAMUEL SARRIA LARIO

Título del plano:

AFECCIÓN NITRATOS AGUA SUPERFICIAL

Plano nº:
03
Hoja nº:
2



Referencia geográfica: EPSG 25830. Sistema de coordenadas: ETRS89/UTM 30N



DOCUMENTO AMBIENTAL DE LA MODERNIZACIÓN INTEGRAL COMUNIDAD DE REGANTES Nº V DE LOS RIEGOS DE BARDENAS (ZONA 2) (ZARAGOZA)

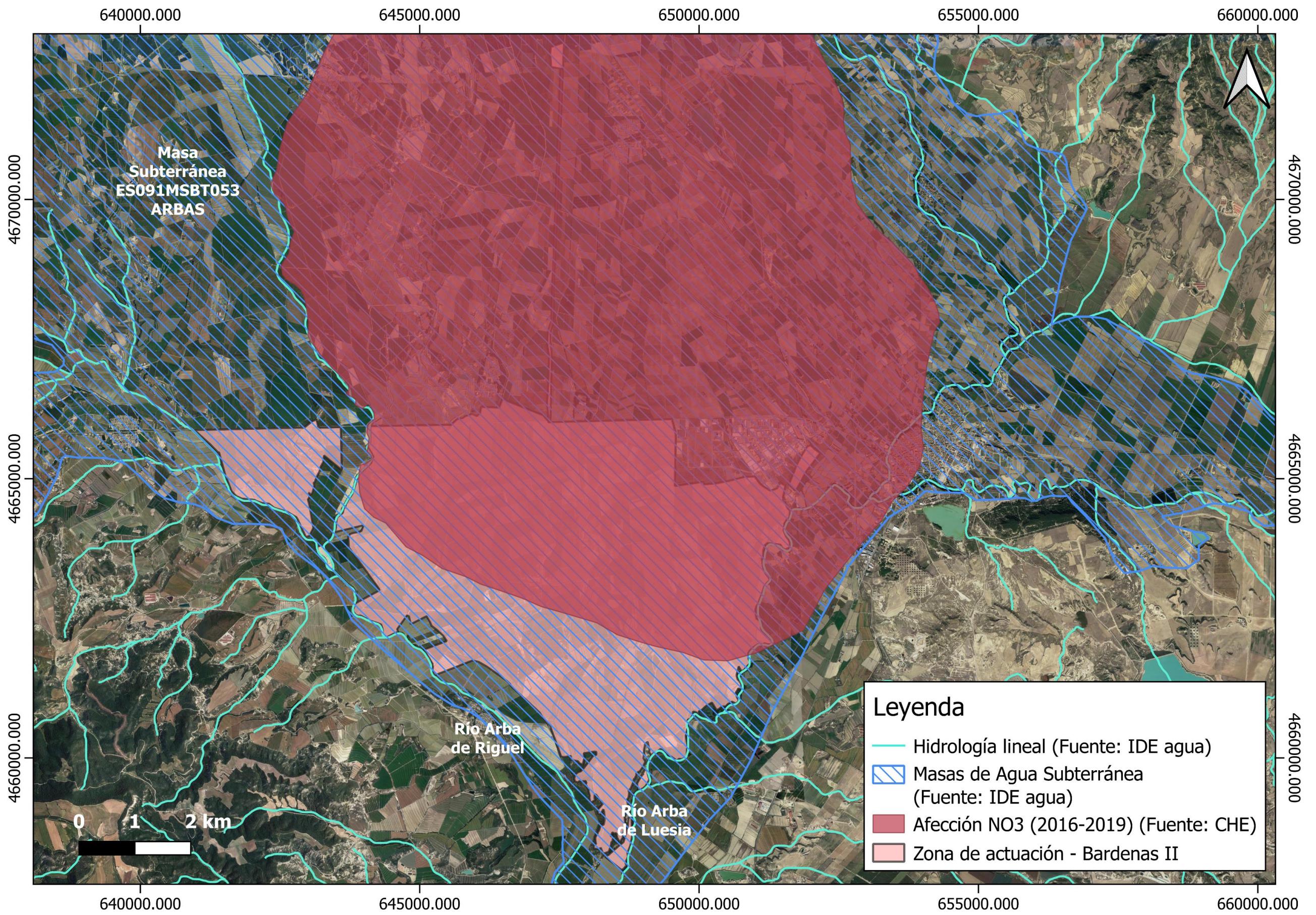
Escala: 1:80.000
Tamaño: A3

Fecha: DICIEMBRE DE 2023

Autor del Proyecto: EL INGENIERO AGRÓNOMO, JOSÉ MIGUEL LA PLAZA DE MARCO
EL INGENIERO AGRÓNOMO, SAMUEL SARRIA LARIO

Título del plano: HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA

Plano nº: 04
Hoja nº: 1



Leyenda

-  Hidrología lineal (Fuente: IDE agua)
-  Masas de Agua Subterránea (Fuente: IDE agua)
-  Afección NO3 (2016-2019) (Fuente: CHE)
-  Zona de actuación - Bardenas II

Referencia geográfica: EPSG 25830. Sistema de coordenadas: ETRS89/UTM 30N



DOCUMENTO AMBIENTAL DE LA MODERNIZACIÓN INTEGRAL COMUNIDAD DE REGANTES Nº V DE LOS RIEGOS DE BARDENAS (ZONA 2) (ZARAGOZA)

Escala: 1:80.000
Tamaño: A3

Fecha: DICIEMBRE DE 2023

Autor del Proyecto: EL INGENIERO AGRÓNOMO, JOSÉ MIGUEL LA PLAZA DE MARCO
EL INGENIERO AGRÓNOMO, SAMUEL SARRIA LARIO

Título del plano: AFECCIÓN NITRATOS AGUA SUBTERRÁNEA

Plano nº: 04
Hoja nº: 2

640000.000

650000.000

660000.000

4670000.000

4670000.000

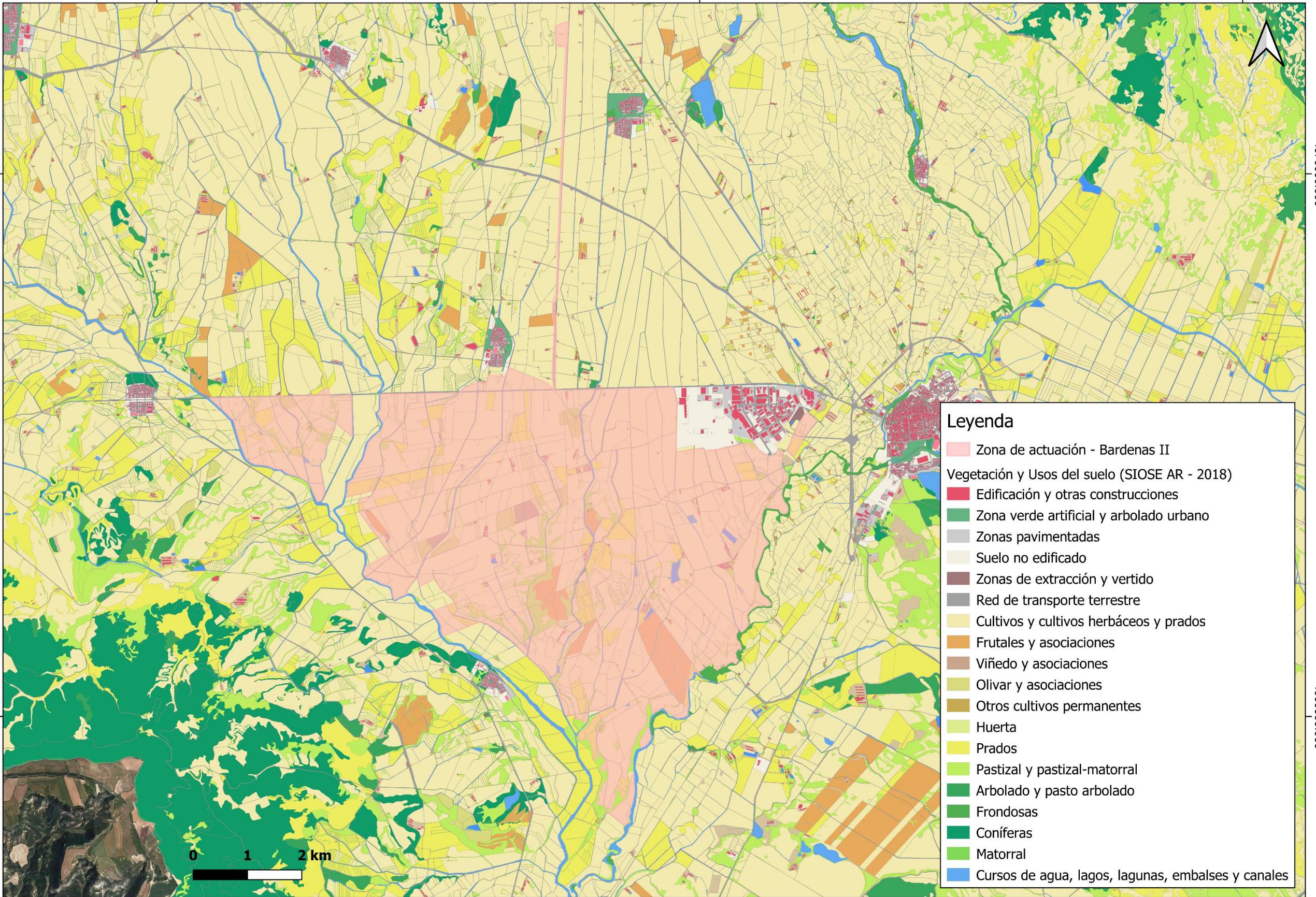
4660000.000

4660000.000

640000.000

650000.000

660000.000



Leyenda

- Zona de actuación - Bardenas II
- Vegetación y Usos del suelo (SIOSE AR - 2018)
- Edificación y otras construcciones
- Zona verde artificial y arbolado urbano
- Zonas pavimentadas
- Suelo no edificado
- Zonas de extracción y vertido
- Red de transporte terrestre
- Cultivos y cultivos herbáceos y prados
- Frutales y asociaciones
- Viñedo y asociaciones
- Olivar y asociaciones
- Otros cultivos permanentes
- Huerta
- Prados
- Pastizal y pastizal-matorral
- Arbolado y pasto arbolado
- Frondosas
- Coníferas
- Matorral
- Cursos de agua, lagos, lagunas, embalses y canales



Referencia geográfica: EPSG 25830. Sistema de coordenadas: ETRS89/UTM 30N



DOCUMENTO AMBIENTAL DE LA MODERNIZACIÓN INTEGRAL COMUNIDAD DE REGANTES Nº V DE LOS RIEGOS DE BARDENAS (ZONA 2) (ZARAGOZA)

Escala: 1:60.000
Tamaño: A3

Fecha: DICIEMBRE DE 2023

Autor del Proyecto: EL INGENIERO AGRÓNOMO, JOSÉ MIGUEL LA PLAZA DE MARCO

EL INGENIERO AGRÓNOMO, SAMUEL SARRIA LARIO

Título del plano: VEGETACIÓN Y USOS DEL SUELO

Plano nº: 05
Hoja nº:

640000.000

645000.000

650000.000

655000.000

4670000.000

4670000.000

4665000.000

4665000.000

4660000.000

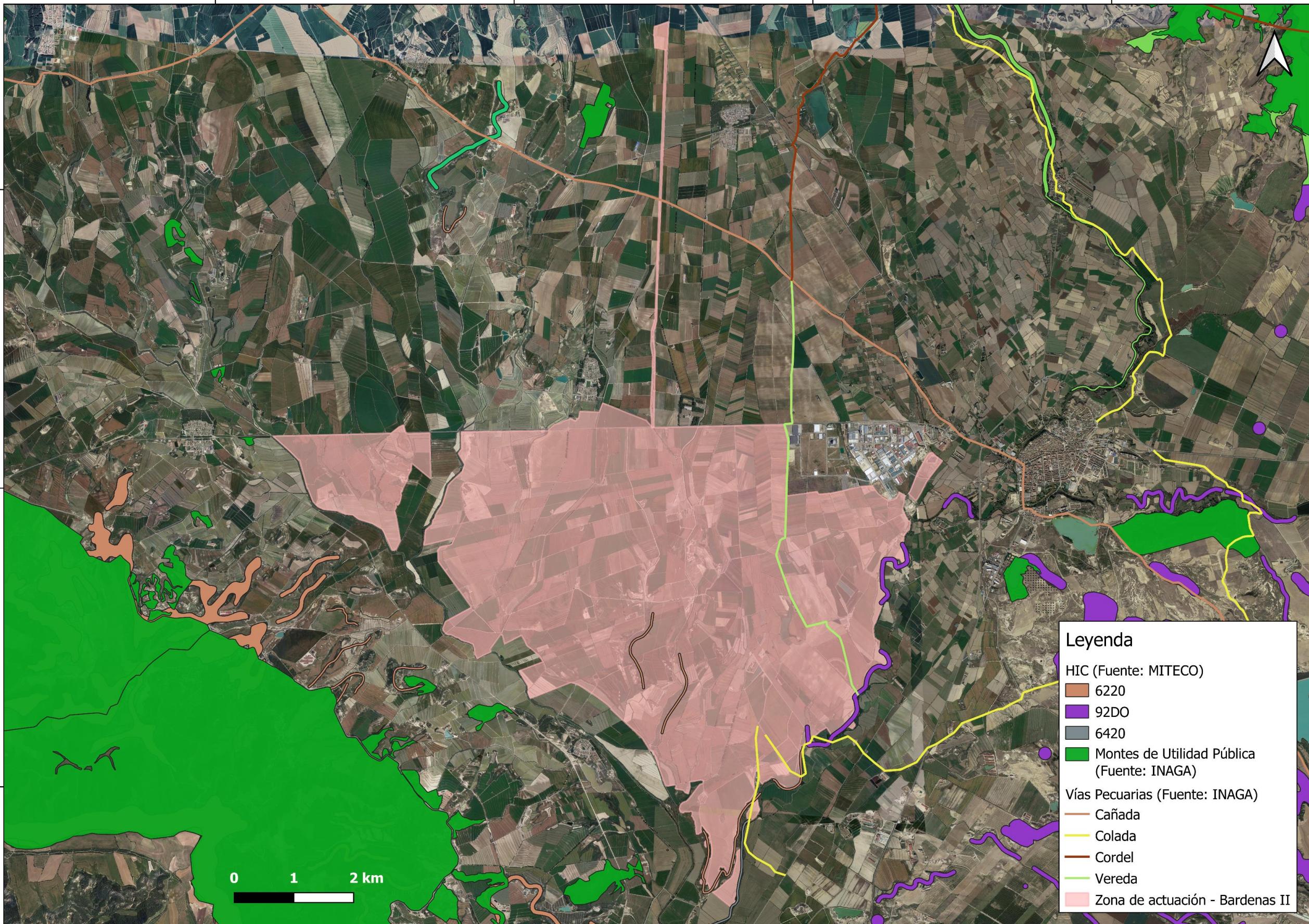
4660000.000

640000.000

645000.000

650000.000

655000.000



Leyenda

- HIC (Fuente: MITECO)
 - 6220
 - 92DO
 - 6420
- Montes de Utilidad Pública (Fuente: INAGA)
- Vías Pecuarias (Fuente: INAGA)
 - Cañada
 - Colada
 - Cordel
 - Vereda
- Zona de actuación - Bardenas II



Referencia geográfica: EPSG 25830. Sistema de coordenadas: ETRS89/UTM 30N

DOCUMENTO AMBIENTAL DE LA MODERNIZACIÓN INTEGRAL COMUNIDAD DE REGANTES Nº V DE LOS RIEGOS DE BARDENAS (ZONA 2) (ZARAGOZA)

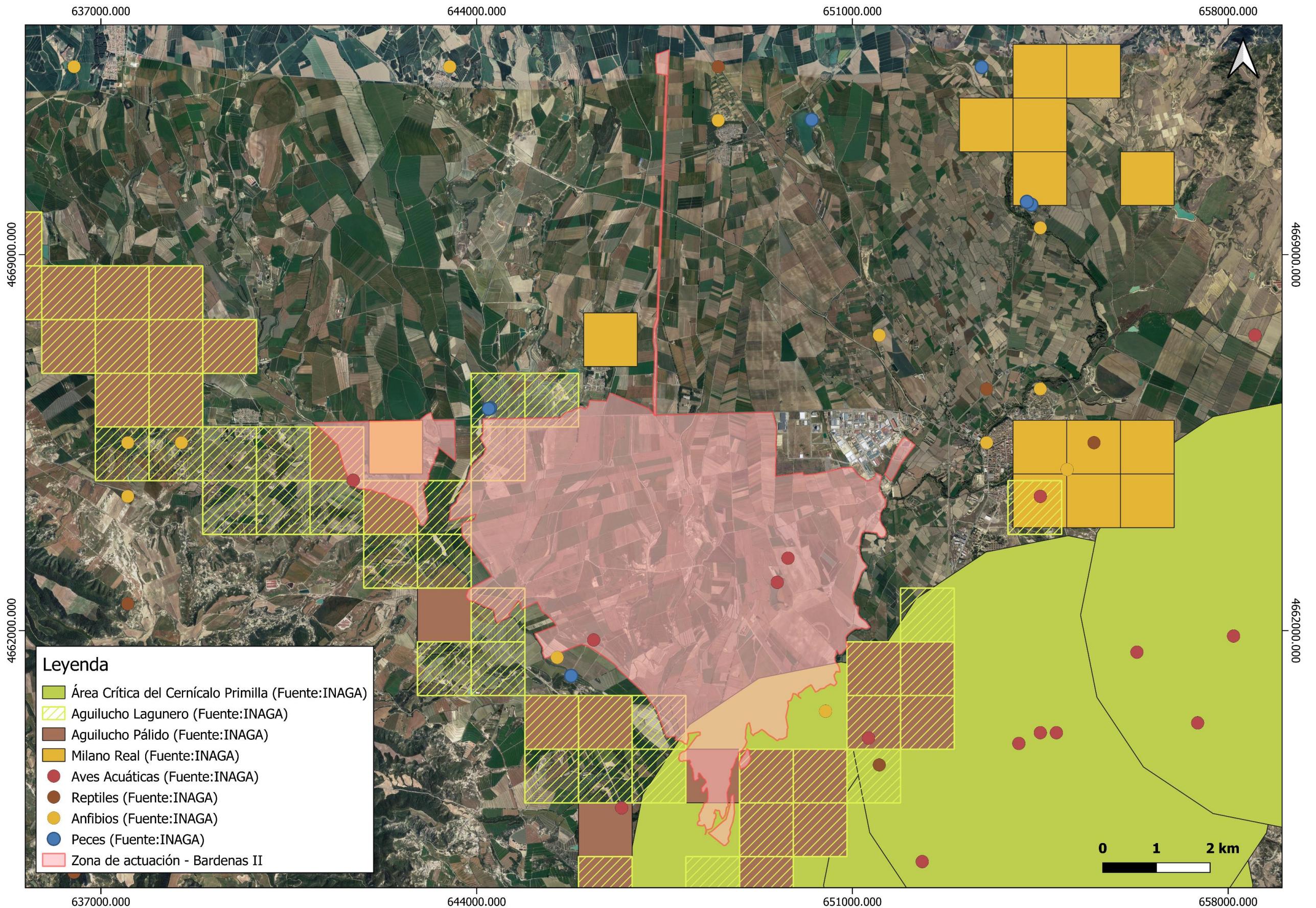
Escala: 1:55.000
Tamaño: A3

Fecha: DICIEMBRE DE 2023

Autor del Proyecto: EL INGENIERO AGRÓNOMO, EL INGENIERO AGRÓNOMO,

Título del plano: HÁBITATS DE INTERÉS COMUNITARIO. MONTES DE UTILIDAD PÚBLICA. VÍAS PECUARIAS

Plano nº: 06
Hoja nº:



Leyenda

- Área Crítica del Cernícalo Primilla (Fuente:INAGA)
- Aguilucho Lagunero (Fuente:INAGA)
- Aguilucho Pálido (Fuente:INAGA)
- Milano Real (Fuente:INAGA)
- Aves Acuáticas (Fuente:INAGA)
- Reptiles (Fuente:INAGA)
- Anfibios (Fuente:INAGA)
- Peces (Fuente:INAGA)
- Zona de actuación - Bardenas II



Referencia geográfica: EPSG 25830. Sistema de coordenadas: ETRS89/UTM 30N



DOCUMENTO AMBIENTAL DE LA MODERNIZACIÓN INTEGRAL COMUNIDAD DE REGANTES Nº V DE LOS RIEGOS DE BARDENAS (ZONA 2) (ZARAGOZA)

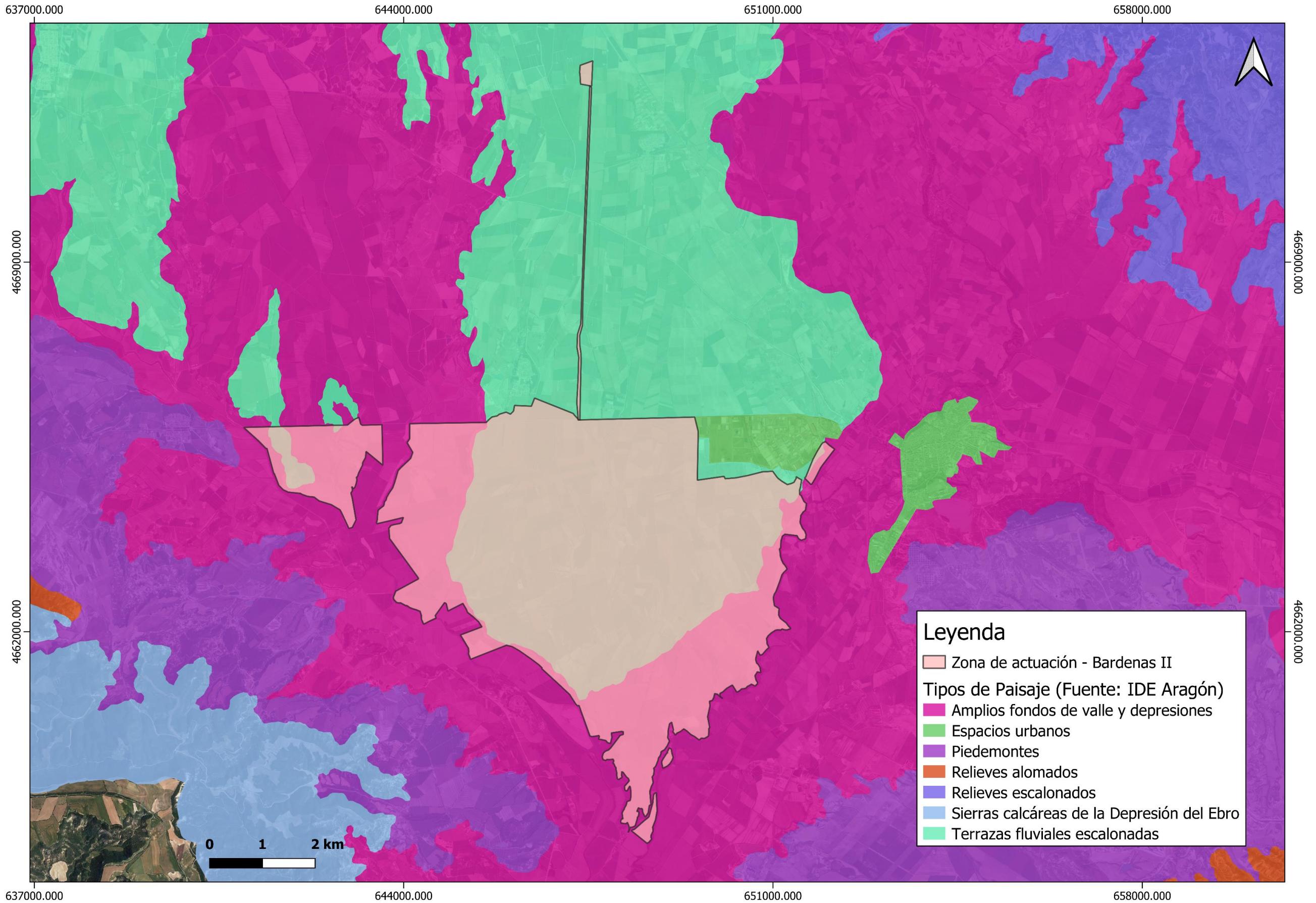
Escala: 1:60.000
Tamaño: A3

Fecha: DICIEMBRE DE 2023

Autor del Proyecto: EL INGENIERO AGRÓNOMO, JOSÉ MIGUEL LA PLAZA DE MARCO
EL INGENIERO AGRÓNOMO, SAMUEL SARRIA LARIO

Título del plano: FAUNA

Plano nº: 07
Hoja nº:



Referencia geográfica: EPSG 25830. Sistema de coordenadas: ETRS89/UTM 30N



DOCUMENTO AMBIENTAL DE LA MODERNIZACIÓN INTEGRAL COMUNIDAD DE REGANTES Nº V DE LOS RIEGOS DE BARDENAS (ZONA 2) (ZARAGOZA)

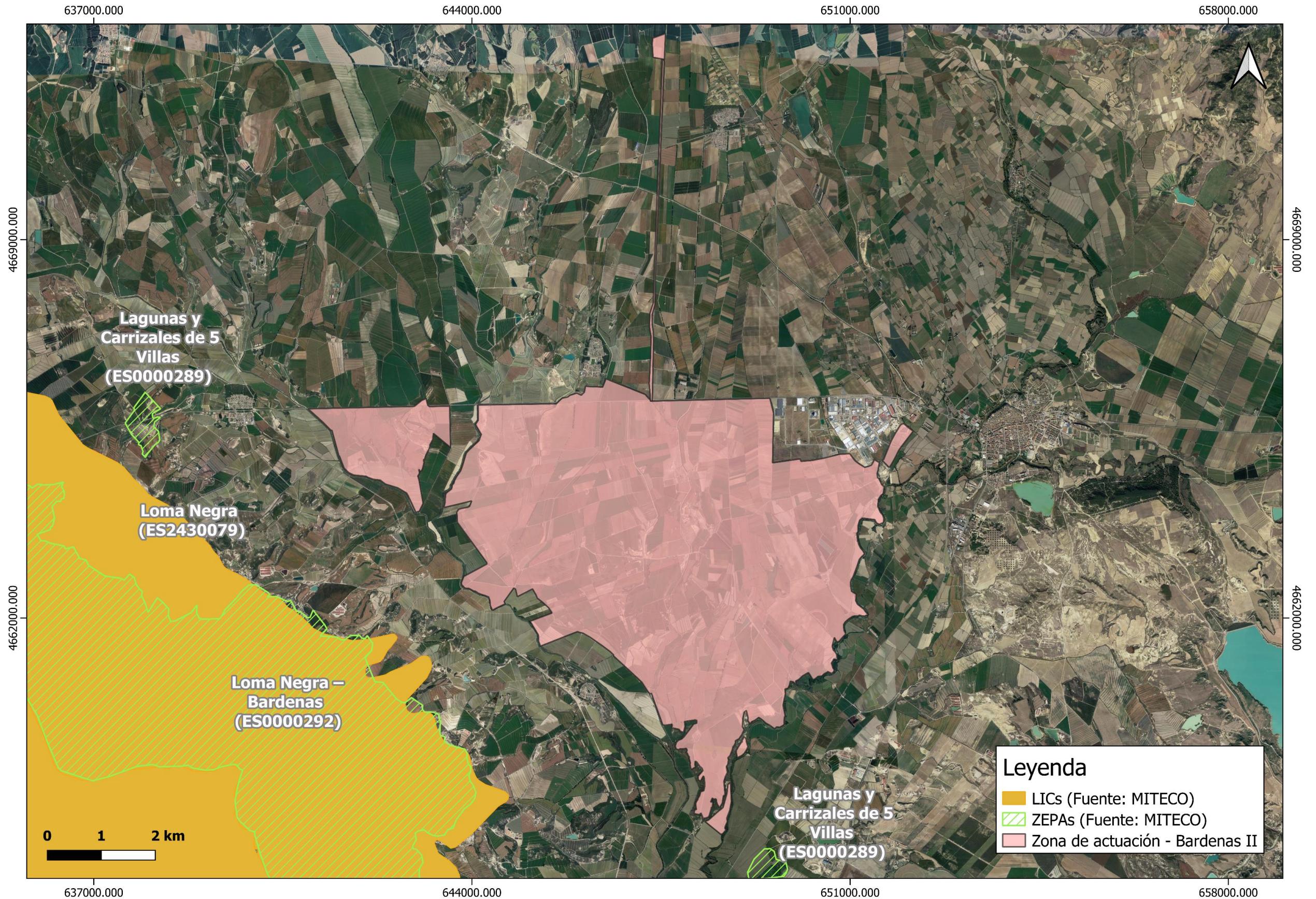
Escala: 1:60.000
Tamaño: A3

Fecha: DICIEMBRE DE 2023

Autor del Proyecto: EL INGENIERO AGRÓNOMO, JOSÉ MIGUEL LA PLAZA DE MARCO
EL INGENIERO AGRÓNOMO, SAMUEL SARRIA LARIO

Título del plano: PAISAJE

Plano nº: 08
Hoja nº:



Leyenda

- LICs (Fuente: MITECO)
- ZEPAs (Fuente: MITECO)
- Zona de actuación - Bardenas II

Referencia geográfica: EPSG 25830. Sistema de coordenadas: ETRS89/UTM 30N



DOCUMENTO AMBIENTAL DE LA MODERNIZACIÓN INTEGRAL COMUNIDAD DE REGANTES Nº V DE LOS RIEGOS DE BARDENAS (ZONA 2) (ZARAGOZA)

Escala: 1:60.000
Tamaño: A3

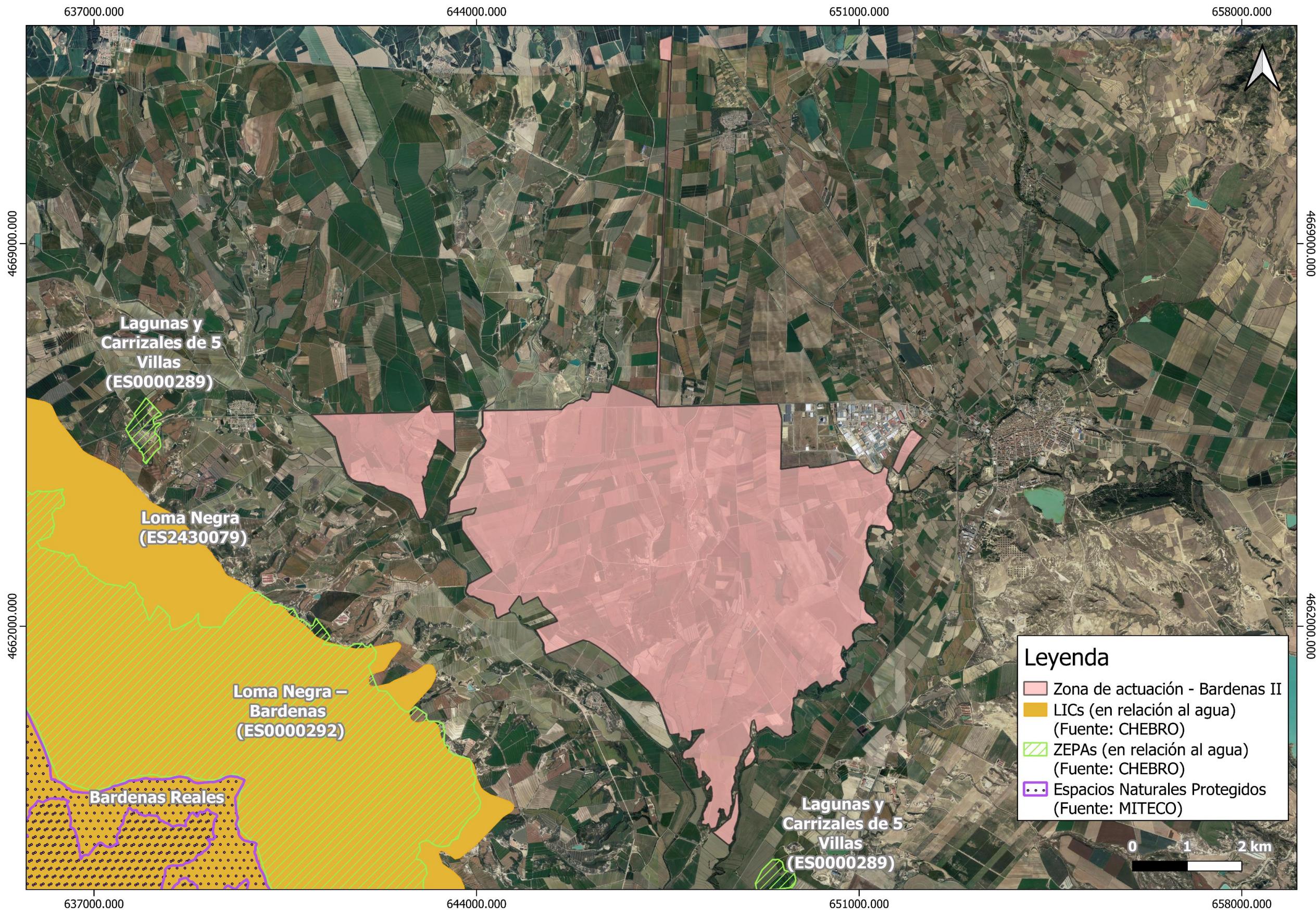
Fecha: DICIEMBRE DE 2023

Autor del Proyecto: EL INGENIERO AGRÓNOMO, JOSÉ MIGUEL LA PLAZA DE MARCO

EL INGENIERO AGRÓNOMO, SAMUEL SARRIA LARIO

Título del plano: RED NATURA 2000

Plano nº: 09
Hoja nº:



Leyenda

- Zona de actuación - Bardenas II
- LICs (en relación al agua)
(Fuente: CHEBRO)
- ZEPAs (en relación al agua)
(Fuente: CHEBRO)
- Espacios Naturales Protegidos
(Fuente: MITECO)

Referencia geográfica: EPSG 25830. Sistema de coordenadas: ETRS89/UTM 30N



DOCUMENTO AMBIENTAL DE LA MODERNIZACIÓN INTEGRAL COMUNIDAD DE REGANTES Nº V DE LOS RIEGOS DE BARDENAS (ZONA 2) (ZARAGOZA)

Escala: 1:60.000
Tamaño: A3

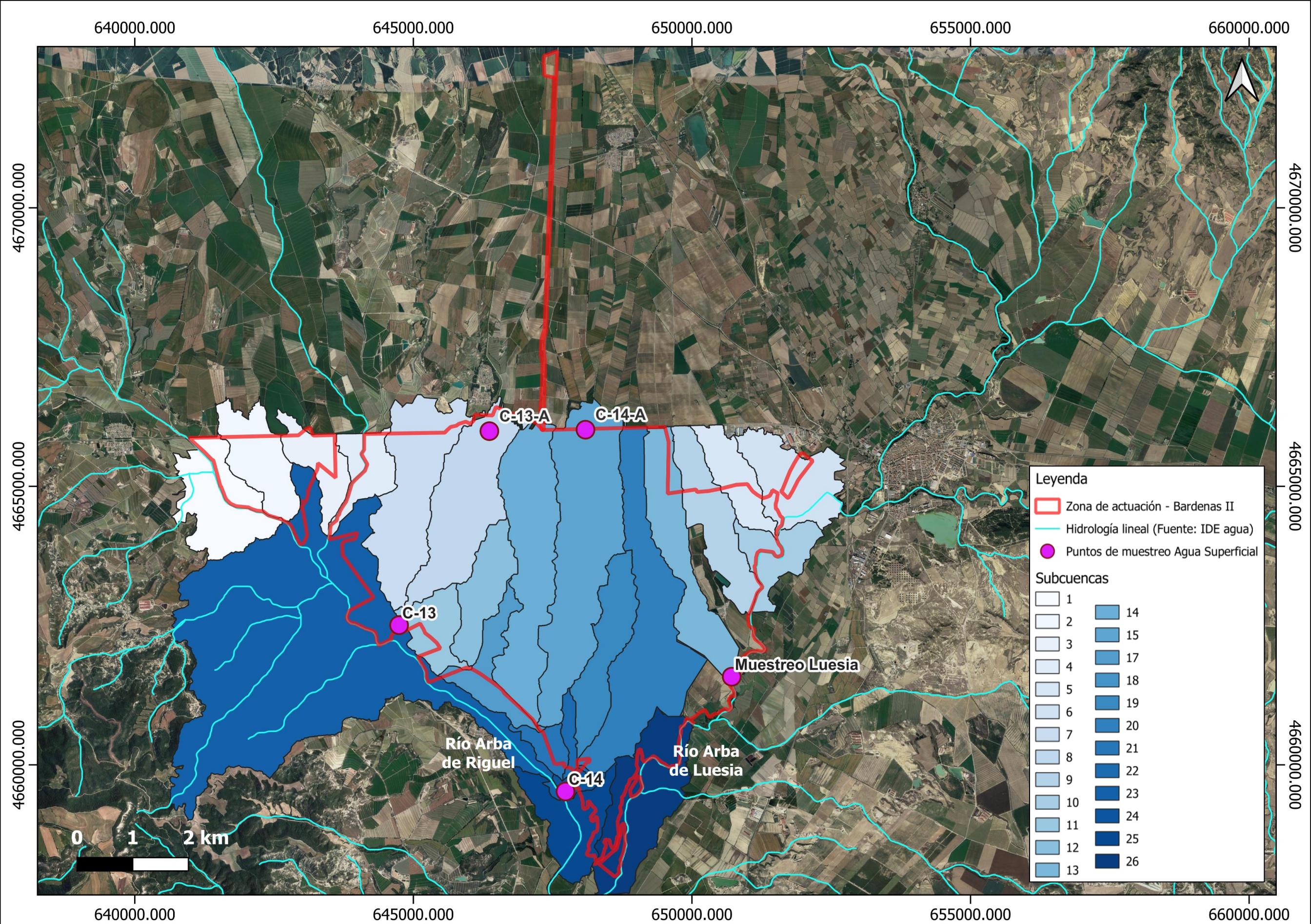
Fecha: DICIEMBRE DE 2023

Autor del Proyecto: EL INGENIERO AGRÓNOMO, EL INGENIERO AGRÓNOMO,

 JOSÉ MIGUEL LA PLAZA DE MARCO
 SAMUEL SARRIA LARIO

Título del plano: ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS

Plano nº: 10
Hoja nº:

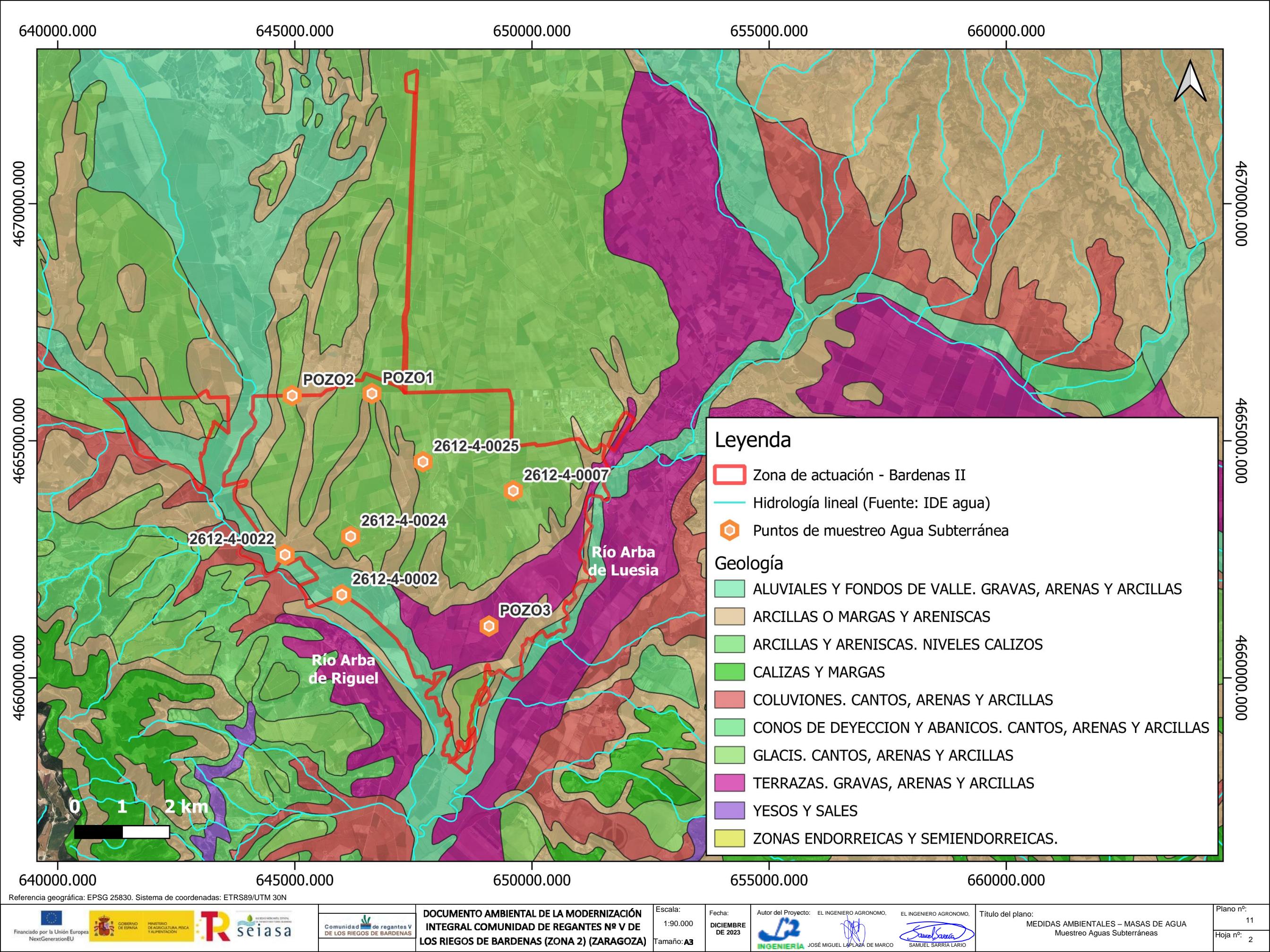


Leyenda

- Zona de actuación - Bardenas II
- Hidrología lineal (Fuente: IDE agua)
- Puntos de muestreo Agua Superficial

Subcuencas

	1		14
	2		15
	3		17
	4		18
	5		19
	6		20
	7		21
	8		22
	9		23
	10		24
	11		25
	12		26
	13		



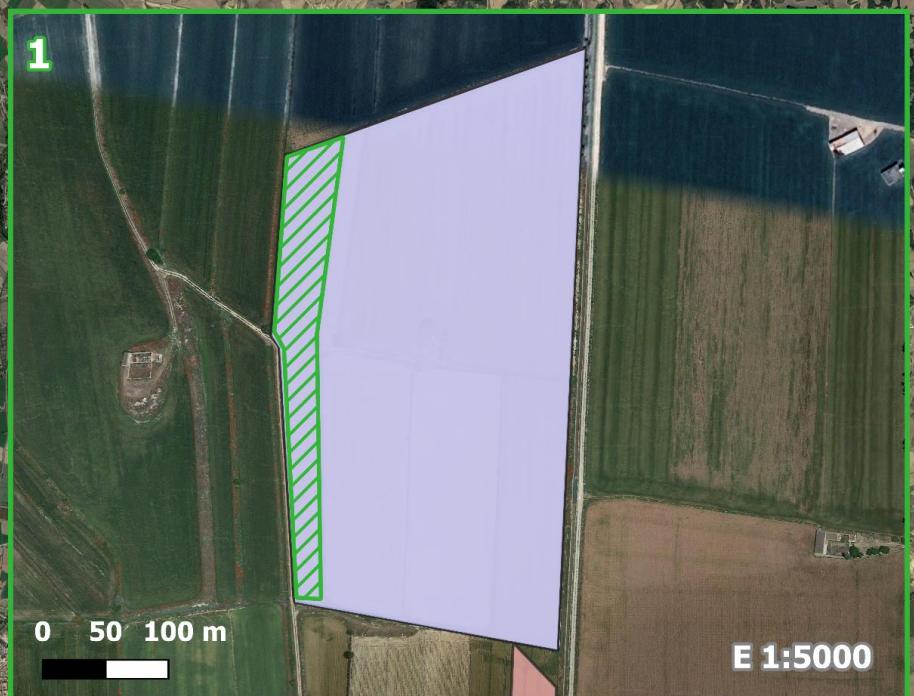
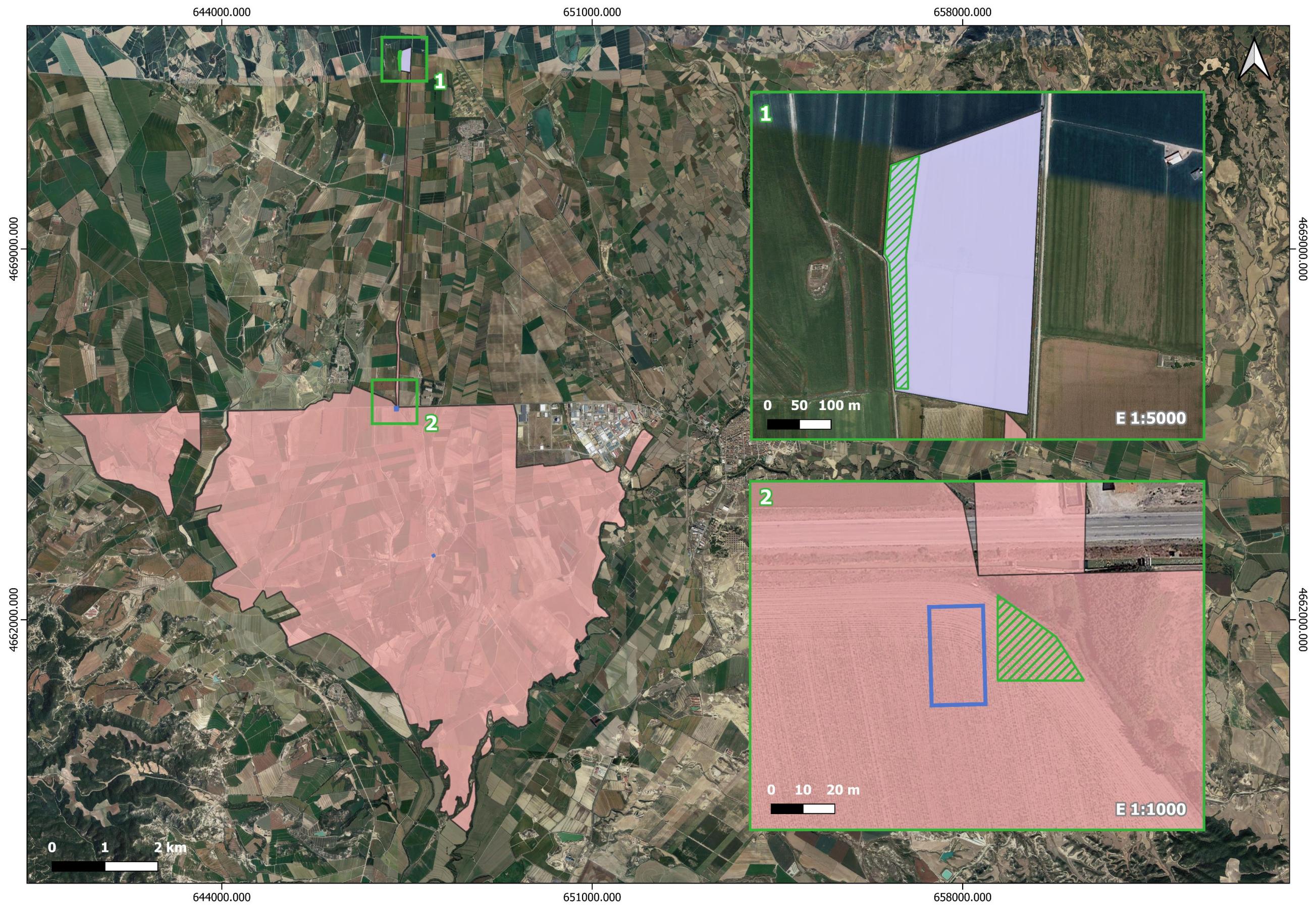
Leyenda

- Zona de actuación - Bardenas II
- Hidrología lineal (Fuente: IDE agua)
- Puntos de muestreo Agua Subterránea

Geología

- ALUVIALES Y FONDOS DE VALLE. GRAVAS, ARENAS Y ARCILLAS
- ARCILLAS O MARGAS Y ARENISCAS
- ARCILLAS Y ARENISCAS. NIVELES CALIZOS
- CALIZAS Y MARGAS
- COLUVIONES. CANTOS, ARENAS Y ARCILLAS
- CONOS DE DEYECCION Y ABANICOS. CANTOS, ARENAS Y ARCILLAS
- GLACIS. CANTOS, ARENAS Y ARCILLAS
- TERRAZAS. GRAVAS, ARENAS Y ARCILLAS
- YESOS Y SALES
- ZONAS ENDORREICAS Y SEMIENDORREICAS.

Referencia geográfica: EPSG 25830. Sistema de coordenadas: ETRS89/UTM 30N



Referencia geográfica: EPSG 25830. Sistema de coordenadas: ETRS89/UTM 30N



DOCUMENTO AMBIENTAL DE LA MODERNIZACIÓN INTEGRAL COMUNIDAD DE REGANTES Nº V DE LOS RIEGOS DE BARDENAS (ZONA 2) (ZARAGOZA)

Escala: 1:60.000
Tamaño: A3

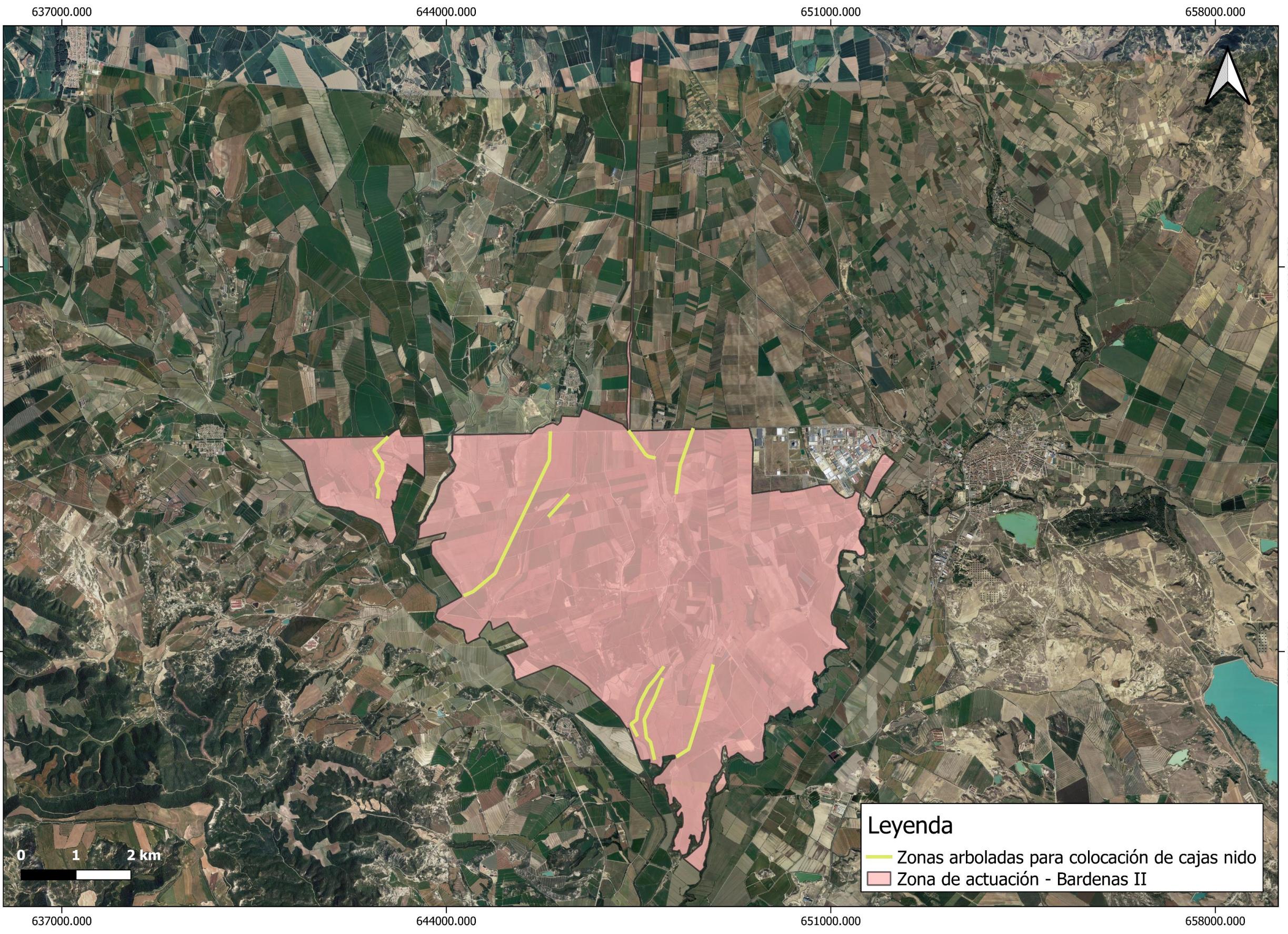
Fecha: DICIEMBRE DE 2023

Autor del Proyecto: EL INGENIERO AGRÓNOMO, EL INGENIERO AGRÓNOMO,

 JOSÉ MIGUEL LA PLAZA DE MARCO SAMUEL SARRÍA LARIO

Título del plano: MEDIDAS AMBIENTALES - FLORA
 Revegetación de balsa y estación de filtrado

Plano nº: 12
 Hoja nº:



Leyenda

- Zonas arboladas para colocación de cajas nido
- Zona de actuación - Bardenas II

Referencia geográfica: EPSG 25830. Sistema de coordenadas: ETRS89/UTM 30N

DOCUMENTO AMBIENTAL DE LA MODERNIZACIÓN INTEGRAL COMUNIDAD DE REGANTES Nº V DE LOS RIEGOS DE BARDENAS (ZONA 2) (ZARAGOZA)

Escala: 1:60.000
Tamaño: A3

Fecha: DICIEMBRE DE 2023

Autor del Proyecto: EL INGENIERO AGRÓNOMO, JOSÉ MIGUEL LA PLAZA DE MARCO
EL INGENIERO AGRÓNOMO, SAMUEL SARRIA LARIO

Título del plano: MEDIDAS AMBIENTALES - FAUNA
Localización de zonas para cajas nido

Plano nº: 13
Hoja nº:

ANEXO 02

DOCUMENTO DE SÍNTESIS DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES NºV DE LOS RIEGOS DE BARDENAS (ZONA 2) (ZARAGOZA) (DOCUMENTO NO TÉCNICO)

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	2
1.1 Antecedentes.....	2
1.2 Ubicación del proyecto. Diagnóstico de la situación actual	4
1.3 Objeto del proyecto	5
1.4 Motivación de la aplicación del procedimiento de tramitación ambiental	6
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	6
3. ALTERNATIVAS Y EXAMEN MULTICRITERIO	8
4. INVENTARIO AMBIENTAL	10
5. IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS.....	14
6. VULNERABILIDAD DEL PROYECTO ANTE EL RIESGO DE ACCIDENTES GRAVES O CATÁSTROFES	18
7. MEDIDAS PREVENTIVAS, CORRECTORAS Y COMPENSATORIAS	19
8. PROGRAMA DE VIGILANCIA Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL.....	22
9. PRESUPUESTO	23
10. CONCLUSIONES.....	26

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Las actuaciones incluidas en el presente proyecto están enmarcadas dentro de la Adenda al Convenio entre el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y la Sociedad Mercantil Estatal de Infraestructuras Agrarias, S.A., firmada el 30 de noviembre de 2023, publicada en BOE nº 294 del 9 de diciembre de 2023, en relación con las obras de modernización de regadíos del “Plan para la mejora de la eficiencia y la sostenibilidad en regadíos” incluido en el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, Fase II.

El Plan para la mejora de la eficiencia y la sostenibilidad en regadíos (Inversión C3.I1 del PRTR) cuenta con una dotación de 563.000.000 € a cargo del Mecanismo de Recuperación y Resiliencia, para inversiones en modernización de regadíos sostenibles, con el objetivo de fomentar el ahorro del agua y/o la mejora de la eficiencia y la sostenibilidad energética en los regadíos españoles.

El sistema General de Bardenas riega en la actualidad unas 82.300 has. En ella, coexisten infraestructuras con más de 50 años de antigüedad concebidas para regar cereal de invierno en una agricultura de subsistencia (Bardenas I) con los sistemas de riego por aspersión ejecutados a finales del siglo XX (Bardenas II).

En cuanto a la concesión del agua, la Comunidad de Regantes nº V está integrada en los Riegos de Bardenas que tiene derecho al uso del agua conforme a la Real Orden de 7 de mayo de 1926.

Los propietarios regantes y demás usuarios que tienen derecho al aprovechamiento de las aguas del río Aragón, a través del Canal de Bardenas, se constituyeron en COMUNIDAD GENERAL DE REGANTES DEL CANAL DE BARDENAS, en virtud de lo dispuesto en el artículo 228 de la Ley de Aguas de 13 de junio de 1879 y O.M. de 13 de febrero de 1968, adaptándose a la Ley de Aguas núm. 29/1985, de 2 de agosto (derogada por RDL 1/2001 de 20 de julio), y demás disposiciones vigentes.

La Comunidad General del Canal de Bardenas, la constituyen todos los propietarios autorizados para regar sus tierras y demás usuarios que tengan derecho al aprovechamiento de las aguas derivadas del río Aragón, embalsada en el pantano de Yesa y distribuida a través del Canal de Bardenas.

En el anexo de las Ordenanzas, aprobadas por Resolución de Presidencia de la Confederación Hidrográfica del Ebro de fecha 19-11-1997, se contempla como usuario de pleno derecho a las aguas del Canal de las Bardenas, procedentes del embalse de Yesa, a la Comunidad de Regantes nº V de Bardenas, con CIF nº G50065697, que comprende los sectores XVIII, XIX, XXIV, XXV, XXVI, XXVII, XXVIII, XXIX, XXX, XXXI y XXXII, correspondientes al Plan Coordinado de Obras de la zona regable de la primera parte del Canal de Bardenas, con una extensión superficial de 19.928,22 Ha, siendo la superficie regable en la campaña 2020-2021 de 15.772,5 Ha.

Durante las últimas décadas, el crecimiento económico ha motivado una intensificación agraria, con cambios en los patrones de cultivos hacia otros más exigentes, aumento de la mecanización y mejoras en la tecnología del riego que han generado un déficit estructural del canal, debido a la incapacidad de transportar suficiente caudal durante los períodos de mayor demanda, provocando estrés hídrico en los cultivos y limitando el futuro de un sistema que necesita

adaptarse a una agricultura competitiva. Además, desde el año 2009 el sistema abastece de agua a Zaragoza y su entorno, y a los más de 20 núcleos urbanos de la Comarca de Cinco Villas, genera energía a través de varias minicentrales hidroeléctricas y mantiene el caudal ecológico del río Aragón y los Arbas. La suma de todos estos factores propició el recrecimiento del embalse de cabecera, el pantano de Yesa.

Debido a la persistencia de la sequía entre los años 2004 y 2009, se dictó el “Real Decreto-ley 14/2009, de 4 de diciembre, por el que se adoptan medidas urgentes para paliar los efectos producidos por la sequía en determinadas cuencas hidrográficas”, a través del cual las obras urgentes de mejora de regadíos, con objeto de obtener un adecuado ahorro de agua que palie los daños producidos por la sequía (Anexo III) de la Comunidad de Regantes de base del Canal de Bardenas, se declararon de Interés General.

Actualmente la Comunidad de Regantes nº V de los riegos de Bardenas aplica en la zona de estudio (excepto en unas pocas explotaciones que han modernizado sus parcelas de manera individual mediante grupos electrógenos o diésel) un riego por inundación con unas infraestructuras de red de acequias de más de 60 años, muy deterioradas en la que se estiman unas pérdidas de agua de un 10-20%.

Por ello, la propia comunidad manifestó en el año 2012, al Departamento de Agricultura de la Diputación General de Aragón el interés de estudiar la modernización de todo el sistema.

En el año 2014 se redacta por parte del Servicio Provincial de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente de Zaragoza el *Plan Director de Modernización de Bardenas*, donde se definió como ámbito de estudio de la modernización, la totalidad de las comunidades de base del sistema hidráulico de Bardenas.

La Zona Regable dominada por la primera parte del canal de Bardenas (en lo sucesivo Bardenas I), es donde el plan profundiza más, ya que se considera como zona prioritaria de actuación, ya que la Zona regable de Bardenas II se transformó a riego a pie en sus inicios (sectores I, V, VI, VII, VIII y IX).

Este estudio hizo 4 grandes bloques de todo el sistema de Bardenas I, como se muestran a continuación:

- **1er bloque: Comunidad nº V, SAT Ansó, margen izquierda del Riguel y norte de la margen derecha.**
- 2º bloque: Comunidades nº VI y nº VII, sur de la margen derecha del Riguel y Huerta Alta de Tauste (margen derecha)
- 3er bloque: Comunidad nº II (provincia Zaragoza) y nº IV.
- 4º bloque: Comunidad de las Vegas.

Como puede observarse, la comunidad de regantes donde se ubica el proyecto que nos ocupa se encuentra recogido en el 1er bloque.

En el año 2021 y en base a la información establecida en el Plan Director, se redacta el Anteproyecto de la modernización integral del regadío mediante transformación de riego a presión en la Comunidad de Regantes nº V de los Riegos de Bardenas, en el que se establecieron 4 zonas y 6 sectores de riego de cara a favorecer la ejecución de la obra por fases completamente independientes. Cada zona es servida desde una balsa de almacenamiento.

El presente Estudio de Impacto Ambiental analiza las actuaciones que se llevarán a cabo en una de esas zonas, que se desarrollan en el “**Proyecto de Modernización integral de la Comunidad de Regantes nº V de los riegos de Bardenas (Zona 2) (Zaragoza)**”. Las superficies y el dimensionamiento del riego de este proyecto varían ligeramente respecto al Anteproyecto del que procede, ajustándose más a la realidad debido a que se han realizado estudios topográficos de mayor detalle.

1.2 Ubicación del proyecto. Diagnóstico de la situación actual

La zona objeto de modernización (Zona 2) se encuentra en el municipio de Ejea de los Caballeros, más concretamente, entre las localidades de Ejea de los Caballeros, Sabinar, Valareña y cerca de Santa Anastasia. La superficie regable considerada en este proyecto es de 3.585,45 Ha.

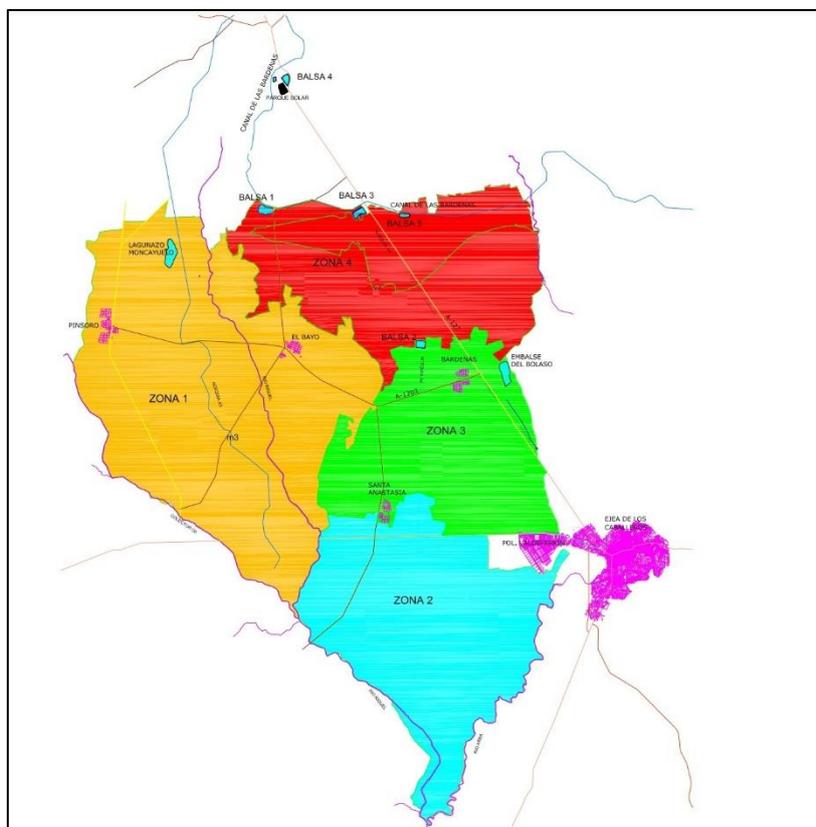


Figura 1. Plano general del regadío de Bardenas con su zonificación. La zona 2 analizada en este estudio es la que se indica en color azul claro al sur de toda la región. Escala 1/50.000.

El proyecto actuará sobre superficie de regadío preexistente de la Comunidad de Regantes y las actuaciones no supondrán un aumento de la superficie regable.

Las modernizaciones se realizan en parcelas que pertenecen a la Comunidad de Regantes nº V de “Riegos de Bardenas” (CR en adelante) que se encuentra situada en la Comarca de las Cinco Villas, al norte de la provincia de Zaragoza y pertenece a la Comunidad General de Regantes del Canal de Bardenas¹.

¹ Domicilio social en Polígono Valdeferrín, Centro de Negocios Exión. Crta. 125 Ayerbe-Tudela, Km. 35,500. CP 50600 Ejea de los Caballeros.

Las parcelas que son objeto de modernizar afectan a los polígonos 104, 105, 106 y 107 del Término Municipal de Ejea de los Caballeros. Además, para esta modernización se proyecta una balsa ubicada, junto a la acequia del Saso (A4), cerca de la localidad de Bardenas, fuera de la zona regable a modernizar, por lo que esta misma balsa y su tubería principal hasta llegar a la zona 2 afecta los polígonos 103 y 104 del Término Municipal de Ejea de los Caballeros.

La Comunidad de Regantes nº V abarca con un total de 19.928,22 Ha, de las cuales 15.772,58 Ha son de regadío. A su vez, la superficie de regadío se distribuye en función del sistema de riego de la siguiente forma:

Tabla 1. Distribución del regadío en función del sistema empleado.

Sistema	Superficie (Ha)	Porcentaje (%)
Inundación	11.223	71,15
Aspersión	3.600	22,82
Localizado	950	6,03
TOTAL	15.773	

En la zona de estudio, la CR emplea un riego por inundación a través de una red de acequias anticuada y deficiente, en la cual se estiman unas pérdidas de agua de un 10-20%.

El origen de los recursos hídricos disponibles se encuentra en el embalse de Yesa y se distribuyen a través del Canal de las Bardenas. Según el Plan Hidrológico de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Ebro (2022-2027)², la dotación asigna al Canal de Bardenas y por ende a la Comunidad de Regantes nº V es de **9.129 m³/Ha/año**.

Aunque la Comunidad de Regantes nº V, tiene una dotación asignada, eso no quiere decir que se pueda disponer de ella, ya que depende de un embalse de escasa capacidad que no es capaz de almacenar dicha dotación para todas las Has del sistema de Bardenas. Cada año en función del comportamiento hidrológico del embalse, por parte de la Comunidad General, se asignan cupos de agua a cada Comunidad.

1.3 Objeto del proyecto

El objeto del proyecto es modernizar la infraestructura de regadío para lograr una mejor optimización del recurso hidrológico y energético. Se trata de modernizar 3.585,45 hectáreas pertenecientes a la Zona 2 de la Comunidad de Regantes nº V de los Riegos de Bardenas mediante presión natural, para ello se crea una nueva red de riego que mediante una balsa a cota suficiente lo garantice. Este método de distribución del agua pretende sustituir el actual sistema de canalizaciones abiertas mediante acequias de hormigón prefabricado, que genera importantes pérdidas de agua a consecuencia de su estado de deterioro, por un sistema presurizado de tuberías que permite la implantación de métodos de riego en parcela modernos y mucho más eficientes, como son el riego por aspersión o por goteo.

Con el fin de poder almacenar el agua solicitada por la Comunidad de Regantes nº V de los Riegos de Bardenas a la Confederación Hidrográfica del Ebro, está prevista la construcción de una balsa reguladora situada a la cota óptima para que todos los hidrantes tengan una presión adecuada

² El 11 de febrero de 2023 entró en vigor el Plan Hidrológico de tercer ciclo (horizonte 2022-2027) aprobado mediante Real Decreto 35/2023, de 24 de enero, por el que se aprueba la revisión de los planes hidrológicos de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Occidental, Guadalquivir, Ceuta, Melilla, Segura y Júcar, y de la parte española de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Oriental, Miño Sil, Duero, Tajo, Guadiana y Ebro.

de funcionamiento. Se ubica al lado de la Acequia del Saso o A-4 (abastecida por el Canal de las Bardenas) desde la que se va a alimentar con una toma directa por gravedad.

Además, el nuevo sistema de distribución del agua permite implementar instrumentos para la medición y gestión del volumen de agua de riego utilizado a nivel de explotación, logrando así un mayor control y optimización del consumo de agua con respecto al sistema actual.

1.4 Motivación de la aplicación del procedimiento de tramitación ambiental

El objeto del proyecto es la **modernización de una superficie regable** de 3.585,45 hectáreas pertenecientes a la Zona 2 de la Comunidad de Regantes nº V de los Riegos de Bardenas (Zaragoza). Se prevé la ejecución de las siguientes infraestructuras: balsa de riego y obra de toma, estación de filtrado, red de riego terciaria, y elementos de automatización y control.

De acuerdo con la **Ley 21/2013 de Evaluación Ambiental** (modificada por el Real Decreto 445/2023, de 13 de junio, por el que se modifican los Anexos I, II y III de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental), se determina que el proyecto objeto del presente estudio, se encuentra dentro del **Anexo I** (Proyectos sometidos a la Evaluación Ambiental Ordinaria):

Grupo 1. Agricultura, silvicultura, acuicultura y ganadería:

- c) *Proyectos de gestión de recursos hídricos para la agricultura, incluida la transformación en regadío y la mejora o consolidación del regadío, que afecten a más de 100 ha.*

Por tanto, el proyecto debe ser sometido al procedimiento de **EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL ORDINARIA**.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Este proyecto consiste en la modernización de 3.585,45 hectáreas pertenecientes a la Zona 2 de la Comunidad de Regantes nº V de Bardenas, que riegan actualmente por inundación.

Para abastecer a esta superficie se va a realizar una balsa de 346.958,54 m³ de capacidad que se llenará desde la Acequia A-4 o del Saso y está ubicada en la cota 398.

El sistema de riego consta de tuberías principales y tuberías terciarias. Se han proyectado la incorporación de 208 nuevos hidrantes, con control de toma única y compartida. Las superficies de mayor a 5 hectáreas tendrán su propio hidrante y los que no se agruparán con otras parcelas colindantes que permitan llegar a esa superficie mínima. En el caso de los hidrantes compartidos, en la misma agrupación, las tomas que la compongan deberán establecer un turno de riego adecuado.

Las principales características de la modernización del regadío planteada se describen a continuación:

- **Obra de toma.** El caudal de diseño de la obra de toma será como mínimo de 2.689,09 l/s. Este valor se obtiene teniendo en cuenta el caudal ficticio continuo para el mes de máximas necesidades (julio) y la superficie total a regar.
- **Balsa de regulación.** La balsa se ha diseñado para contener el agua que satisfaga las necesidades hídricas de toda la zona regable durante al menos un día. Tendrá una capacidad de almacenamiento de 346.958,54 m³, y se construirá semiexcavada en el terreno en el término municipal de Ejea de los Caballeros, en el paraje denominado

“Corral del Poyico” y su emplazamiento se ha hecho coincidir con la parcela número 57 del polígono 103.

- **Red riego.** Se trata de un sistema de riego por aspersión a demanda y, para su modelización a través del programa GESTAR, se han tomado como variables las conclusiones del estudio agronómico (superficie de parcelas y necesidades hídricas), las agrupaciones realizadas y los parámetros de riego.

Se han proyectado la incorporación de 208 nuevos hidrantes, con control de toma única y compartida. Las superficies de mayor a 5 hectáreas tendrán su propio hidrante y las que no, se agruparán con otras parcelas colindantes que permitan llegar a esa superficie mínima.

Esta red llevará los elementos típicos de una modernización como son válvulas de corte, ventosas y desagües, con sus arquetas correspondientes.

La red de riego llegará hasta las parcelas a regar donde se colocarán los hidrantes de riego ubicados en su caseta para que los usuarios puedan modernizar su parcela disponiendo de una presión y un caudal asignado según la superficie de riego.

- **Sistema de telecontrol de la red de riego.** Se dispondrá de un sistema de telecontrol de la red de riego. Se tendrá un sistema de telecontrol que permitirá abrir y cerrar cada electroválvula general de hidrante (o válvula hidráulica) y de la toma de parcela, así como para el contador general del hidrante y de parcela. Este sistema permitirá llevar un registro histórico de presiones en los hidrantes y en diferentes puntos críticos de la red que por sus características son claves para la explotación del sistema.

Se instalará un sistema de telecontrol de la balsa, y se llevará a cabo la automatización del filtro en la estación de filtrado. Este sistema generará y enviará alarmas de intrusión y si no se cumpliera alguno de los parámetros estipulados inicialmente por cualquier fallo o caída del sistema. Todas estas funciones se podrán visualizar y actuar desde el Centro de Control ubicado en la sede de la comunidad de regantes.

- **Estación de filtrado.** Se construirá un edificio que albergará los equipos de filtrado y el nudo de tuberías desde donde se inicia la zona regable. Llegará la conducción general denominada R2 y en dicho edificio se bifurcará en los ramales R2 y R2-1. Se realizará una instalación fotovoltaica en la estación de filtrado que dará servicio a una serie de consumos que estarán dentro de la estación.
- **Nudos aéreos.** Las conexiones entre tuberías se realizarán mediante nudos, que, si son con tuberías de poco diámetro se hacen con válvulas enterradas, pero existen casos donde las tuberías son de mayor diámetro y, por ello, para poder manipular estos nudos de mayor envergadura se sacan a la superficie. Los nudos principales de las tuberías que se han sacado a la superficie se encuentran al inicio de la zona regable en la estación de filtrado y el nudo 8.
- **Instalaciones auxiliares.** Durante la ejecución de las obras, se plantean dos zonas de ocupaciones temporales. Una de ellas servirá de acopio de materiales y se ubicará contigua a la balsa. La otra se utilizará como parque de maquinaria y se ubicará contigua al área de regadío y a la localidad de Santa Anastasia.

3. ALTERNATIVAS Y EXAMEN MULTICRITERIO

Se han planteado tres posibles alternativas:

- Alternativa 0 (A-0): La Alternativa 0 o “No Ejecución” de los proyectos, supone el mantenimiento de los actuales sistemas de riego empleados en las zonas de estudio, es decir, continuar con un riego por inundación a través de las infraestructuras existentes y continuar con el bombeo individual de aquellas personas que hayan instalado sistemas de forma particular (mediante grupos electrógenos o diésel).
- Alternativa 1 (A1): Esta alternativa se corresponde con la Alternativa 1.6 del Plan Director y se ha valorado sólo la zona que afecta a la superficie a modernizar.

La alternativa 1 consiste en la construcción de la balsa de riego nº4, construida junto a la Acequia del Saso (A4), con una captación por gravedad desde la propia Acequia del Saso (A4). A partir de esta balsa sale una tubería de 1800 mm de diámetro hasta la zona regable que va reduciendo su diámetro según saldrían los ramales correspondientes desde 1600 mm hasta finalizar en una tubería de 700 mm de diámetro.

- Alternativa 2 (A2): Esta alternativa se corresponde con la Alternativa 1.5 del Plan Director y, al igual que en la anterior, se ha valorado sólo la zona que afecta a la superficie a modernizar.

La alternativa 2 consiste en la utilización del embalse de San Bartolomé para el riego conjunto por presión natural de las zonas 1 y 2, que juntas representan lo que en este estudio se denomina Zona 2 (Figura 4). La tubería de salida es de 1600 mm hasta la zona regable que va reduciendo su diámetro según saldrían los ramales correspondientes a 1400 mm y, en el último tramo tendría un diámetro de 1200 mm.

Examen multicriterio de las alternativas

- Alternativa 0:

Técnicamente, la no actuación conllevaría continuidad de un sistema de riego ineficaz por el cual se producen pérdidas de agua de riego. Se estima una pérdida de riego de la red de acequias del área a modernizar del 15%.

A esto cabría añadir que se parte de un sistema con muchos años de funcionamiento y cuya evolución y rendimiento van a ir a peor si no se realiza ninguna actuación de mejora. En este sentido, se estima que de los 28,60 Hm³/año de consumo medio, el 15% corresponde a pérdidas por infraestructura, asociadas en su mayoría a infiltraciones causadas por el deterioro de la red de distribución actual.

Económicamente, sería la opción más ventajosa ya que no se precisa de inversión alguna.

Ambientalmente, al no ejecutarse obra alguna, se mantendrían intactos todos los elementos del medio como suelo, fauna, flora, recursos hídricos, tipo de cultivos y su forma de riego, por lo que esta alternativa supondría un impacto medioambiental nulo (en relación a su estado actual).

Por el contrario, la continuidad de un sistema de riego por inundación, además de las pérdidas que supone de un recurso tan necesario como es el agua, erosiona el suelo y moviliza contaminantes como los nitratos, que acaban alcanzando a los cursos naturales de agua, deterioran la calidad del agua y alteran el equilibrio de los ecosistemas acuáticos ligados.

Respecto al impacto sobre la calidad atmosférica y los objetivos de Cambio Climático, en la actualidad en la superficie de estudio se localizan explotaciones individuales ya modernizadas que emplean bombas abastecidas con grupos electrógenos de gasoil poco eficientes, que consumen 94.786 litros de gasóleo al año, generando 257,9 tn de CO₂/año. La modernización reducirá este consumo de manera total (por la falta de utilización de bombas), lo que supondría la reducción máxima de las emisiones de CO₂ y otros contaminantes a la atmósfera.

En lo que respecta al paisaje donde están proyectadas las actuaciones de modernización, puede observarse que en su mayoría se trata de un paisaje eminentemente agrícola y ganadero, por lo que dichas actuaciones quedarían perfectamente integradas en él.

Socialmente, mantener los estándares de tecnificación actuales no permitiría que los agricultores pudieran aumentar los rendimientos de sus cultivos y/o diversificar sus explotaciones.

- Alternativas 1 y 2:

En el caso de realizarse la modernización con cualquiera de las alternativas planteadas, uno de los efectos inmediatos que podrán apreciarse será la disminución de pérdidas de agua gracias a la red de tuberías, pudiéndose emplear mejores sistemas de riego y optimizándose los consumos gracias a la automatización.

Técnicamente, la Alternativa 1 es más sencilla, ya que sólo se construye una balsa con una captación, evitando tener que realizar unas nuevas tomas de captación y salida en el embalse de San Bartolomé.

Económicamente, la Alternativa 1 resulta menos costosa.

Ambientalmente, la diferencia decisiva se encuentra en que, la Alternativa 2 propone la utilización del embalse de San Bartolomé para el riego, dicho embalse se encuentra catalogado como de Interés Regional, en función de las aves acuáticas que alberga, según la clasificación elaborada por la SEO mediante encargo del ICONA y consensuada con las Comunidades Autónomas en el marco del Comité Español del Convenio de Ramsar. Por lo que la obra necesaria para la construcción de las tomas podría suponer un perjuicio para la fauna, especialmente las aves, que se albergan en el embalse. Además, en esta solución, también sería necesario cruzar el Río Arba de Luesia por lo que medioambientalmente esta solución también es peor que la Alternativa 1.

Socialmente, llevar a cabo la modernización, permitiría a los agricultores obtener mejores rendimientos de sus cultivos y además poder diversificarlos, lo que fomentaría el sector agrícola en la zona, favoreciendo el desarrollo del medio rural.

Justificación de la alternativa escogida

Teniendo en cuenta el análisis multicriterio del apartado anterior, se muestra a continuación una matriz donde se ha valorado cada alternativa de 0 a 2 (de peor a mejor) en función de los distintos criterios.

Tabla 2. Matriz valoración Alternativas Zona 2.

	Alternativa 0	Alternativa 1	Alternativa 2
Criterio técnico	0	2	1
Criterio económico	2	2	1
Criterio ambiental	0	2	0
Criterio social	0	2	2
TOTAL	2	8	4

Tal y como se observa en los resultados de la matriz la **Alternativa 1** es la mejor valorada. En resumen, se trata de la mejor técnicamente debido a que se construye una balsa y no se realizan nuevas tomas de captación y salida en el embalse de San Bartolomé (espacio catalogado de interés medioambiental); es la más económica (valorando en precio por hectárea); y, finalmente, es la que ambientalmente menor impacto genera en el medio.

4. INVENTARIO AMBIENTAL

MARCO GEOGRÁFICO

La zona de actuación constituye un área fuertemente antropizada por el desarrollo histórico de explotaciones agrícolas de regadío (principalmente de tipo cereal y pastizal).

La zona regable, perteneciente a la Comunidad de Regantes nº V de las Bardenas (CR-V), se encuadra en la provincia de Zaragoza, en el término municipal de Ejea de los Caballeros. Dicha superficie abarca parte de la cuenca del Arba y se encuentra entre el río Riguel y el río Arba.

En la actualidad, en gran parte de la superficie regable emplean el sistema de riego tradicional a manta. Este método conlleva grandes consumos de agua y bajas eficiencias en la aplicación y el transporte (acequias y canalizaciones abiertas).

CLIMA

El clima en la zona de Bardenas es mediterráneo continental, con escasas precipitaciones, veranos calurosos y secos, interrumpidos por fuertes tormentas, e inviernos fríos azotados por el viento de NO, llamado cierzo.

La evolución anual de la temperatura pone de manifiesto los rasgos continentales de la zona, con inviernos y veranos de larga duración separados por una primavera y un otoño más cortos. El frío invernal y el fuerte calor estival prevalecen durante gran parte del año, reflejo de la gran inercia térmica que domina en las zonas interiores.

La atmósfera de la zona es seca en verano, con una humedad relativa media del 54% en julio, mientras que en invierno alcanza el 89% en el mes de diciembre. La humedad relativa media anual es del 69%.

Bardenas se encuentra en una zona de sombra de lluvia, por efecto "foehn" de las masas de aire atlántico que abordan el Pirineo desde el norte. Esto hace que el aire que alcanza la depresión del Ebro sea cálido, tenga escasa humedad relativa y en consecuencia vea muy reducidas las posibilidades de precipitación. Por el contrario, es alta la capacidad evaporante que induce un fuerte estrés veraniego a la vegetación. En verano, las precipitaciones convectivas muy

localizadas pueden tener fuerte intensidad y corta duración, en compañía de granizo, derivadas de nubes de evolución vertical diurna.

Los valores más altos de radiación y evapotranspiración se observan en julio, y los mínimos durante diciembre. La media anual de radiación es de 15,4 MJ/m² y la de evapotranspiración de 104,3 mm.

Se analizó el Índice Diario de Calidad de Aire (IDCA) registrados en la estación Alagón (41.762073, -1.144798), por su proximidad a la zona de estudio, para evaluar su evolución de enero a diciembre del 2022. Los datos muestran que el 83% de los días de 2021 registran un índice diario bueno o razonablemente bueno. Siendo ocasionales las situaciones con índices catalogados como regular, desfavorable o muy desfavorable.

GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

La Comunidad de regantes Nº V (CR-V), se sitúa sobre los glacis de Miraflores (50 Km²), al Oeste, y de Miralbueno (120 Km²) al Este, separados ambos por el aluvial del Río Riguel. En las laderas, que separan los glacis de los aluviales, afloran los materiales lutíticos areniscosos del terciario continental.

La casi totalidad de la zona de estudio está situada en una de las grandes unidades de relieve que componen el sector central de la Depresión del Ebro conocida por Somontano Pirenaico, aunque el extremo sur del polígono de la Comunidad de Riegos de Bardenas, corresponde al valle del Ebro propiamente dicho. En general, la geomorfología original de la zona de estudio se encuentra enmascarada por las labores de cultivo, de tal forma que, en la actualidad, la superficie del terreno presenta un aspecto de “mosaico de campos”, en los que solo pequeños afloramientos del sustrato rocoso permiten desvelar la naturaleza del terreno.

HIDROLOGÍA. MASAS DE AGUA.

La zona objeto de modernización se localiza en la Depresión de las Cinco Villas y se encuentra incluida en el sistema Arbas. Se identifican dos sistemas interrelacionados, uno como cedente de recurso (sistema Ebro alto y medio y Aragón) y otro como receptor (sistema Arbas).

Las masas superficiales afectadas por las actividades agrarias que se desarrollan en la actualidad, de acuerdo con el código establecido en el Plan Hidrológico del tercer ciclo de la Demarcación Hidrográfica del Ebro, son:

- **ES091MSPF417:** Río Aragón desde la Presa de Yesa hasta el río Irati,
- **ES091MSPF104:** Río Arba de Luesia desde el río Arba de Biel (final del tramo canalizado) hasta el río Arba de Riguel.
- **ES091MSPF105:** Río Arba de Riguel desde la población de Sábada (paso del canal con río Riguel antes del pueblo) hasta su desembocadura en el río Arba de Luesia.

La superficie a modernizar se encuentra sobre la Unidad Hidrogeológica Arbas (ES091MSBT053). Esta masa subterránea se localiza en el sector central de la cuenca hidrográfica del Ebro, dentro del Dominio de la Depresión del Ebro. Toda su superficie pertenece a la cuenca del Arba, tributario por la margen izquierda del Ebro en su tramo medio, repartida entre los ríos Arba de Riguel, Arba de Luesia y Arba de Biel.

Coincidente con el ámbito de actuación se localiza la Zona Vulnerable ES24_B Arbas. Río Arba de Luesia”: Es una zona vulnerable con una superficie de 738,17 km² asociada a las masas de

agua subterráneas ES091MSBT052 “Aluvial del Ebro: Tudela-Alagón” y a la masa de agua subterránea ES091MSBT053 “Arbas”. La zona de actuación se sitúa sobre esta última masa de agua subterránea, que se encuentra en mal estado global a causa del mal estado químico por contaminación de nutrientes (nitratos) y por la existencia de transferencia de nutrientes a las masas superficiales ES091MSPF105 “Río Arba de Riguel desde la población de Sádaba (paso del canal con el río Riguel antes del pueblo) hasta su desembocadura en el río Arba de Luesia” y ES091MSPF106 “Río Arba de Luesia desde el río Arba de Riguel hasta su desembocadura en el río Ebro”.

FLORA Y VEGETACIÓN

A pesar de tratarse de una zona muy modificada por el uso de la agricultura, todavía existen pequeños restos originales de vegetación. Estos restos se corresponden con montes de utilidad pública cercanos (Bosquetes de Ejea de los Caballeros, Bardena Alta y Bardena Baja) y con los márgenes de ríos Riguel y Arba de Luesia (donde se hallan tamarices, sauces y chopos).

En los montes existen algunas manchas espesas de pino carrasco (*Pinus halepensis*) acompañadas por un sotobosque bastante denso formado por: coscoja (*Quercus coccifera*) y romero (*Rosmarinus officinalis*), enebros, sabinas, lentisco, cornicabra, aladierno, escambrón, oliveta, escobizo, aliaga, tomillo, etc.

En la zona de actuación se incluyen dos pequeños enclaves del hábitat 6220* Zonas subestépicas de gramíneas y anuales del *Thero-Brachypodietea* (situación sur). Además, bordeando los linderos este y sur se encuentran los hábitats 6420 Prados húmedos mediterráneos de hierbas altas de *Cirsio monspessulani-Holoschoenetum* y 92D0 Turberas boscosas de *Tamaricetum gallica*.

FAUNA

En el EslA se listan las especies de fauna catalogadas e inventariadas en la zona de estudio. Caben destacar las siguientes especies, por tener parte de su hábitat dentro o cerca del área de actuación:

- **Milvus milvus** (milano real), del cual se tienen datos de su presencia en la zona más occidental de la actuación, y se encuentra también en peligro de extinción a nivel nacional y autonómico.
- **Falco naumanni** (cernícalo primilla) del que se localizaron individuos, según las cuadrículas 10x10 km del MITECO, y se registra el extremo sur de la zona de actuación dentro del área crítica de la especie. Para la misma se ha redactado un plan de conservación debido a que se trata de una especie sensible a la alteración de su hábitat, según la normativa autonómica.
- **Avutarda común** (*Otis tarda*) y **Sisón común** (*Tetrax tetrax*), ambas especies se encuentran catalogadas como En peligro de extinción en el Catálogo de Especies Amenazadas de Aragón. En este estudio se encuentran reportadas en la cuadrícula 10x10 km 30TXM47, que es aquella en la que se encuentra la balsa, al norte de la zona de regadío.

PAISAJE

El paisaje de la zona de modernización de regadíos y su entorno se compone mayoritariamente por una llanura ligeramente escalonada de forma artificial debido a las terrazas construidas para su uso como cultivos de regadío. En algunos casos, la erosión del terreno unida a la presión antrópica por el intenso laboreo hace que se puedan formar pequeñas zonas endorreicas (sin conexión a la red fluvial) que se van encharcando de forma estacional. Las comunidades vegetales halófitas singulares que se desarrollan en algunas de estas zonas, les confiere valor tanto ecológico como paisajístico.

El único entorno urbano presente corresponde al municipio de Ejea de Los Caballeros.

En la zona de la actuación la **calidad** del paisaje es en su mayor parte baja y media, como se puede apreciar en la siguiente figura. En cuanto a la **fragilidad**, se observa que es media y media-alta en la mayor parte de la zona de actuación, esto es debido a la vegetación presente, los usos del suelo, la distancia a las redes viales y los núcleos de población.

ESPACIOS PROTEGIDOS DE LA RED NATURA 2000

En la zona de actuación no se ha registrado ningún espacio Red Natura 2000. Pero se detectan tres áreas protegidas al sur - suroeste de la misma.

Tabla 3. Espacios de la Red Natura 2000 en el entorno del área de actuación.

NOMBRE	NORMATIVA	DISTANCIA ZONA DE ACTUACIÓN (Km)
ZEPA ES0000289 - Lagunas y Carrizales de 5 Villas	DECRETO 13/2021, de 25 de enero, del Gobierno de Aragón, por el que se declaran las Zonas de Especial Conservación en Aragón, y se aprueban los planes básicos de gestión y conservación de las Zonas de Especial Conservación y de las Zonas de Especial Protección para las Aves de la Red Natura 2000 en Aragón	<1
ZEPA ES0000292 - Loma Negra – Bardenas	DECRETO 13/2021, de 25 de enero, del Gobierno de Aragón, por el que se declaran las Zonas de Especial Conservación en Aragón, y se aprueban los planes básicos de gestión y conservación de las Zonas de Especial Conservación y de las Zonas de Especial Protección para las Aves de la Red Natura 2000 en Aragón	3,22
LIC/ZEC ES2430079 - Loma Negra	DECRETO 13/2021, de 25 de enero, del Gobierno de Aragón, por el que se declaran las Zonas de Especial Conservación en Aragón, y se aprueban los planes básicos de gestión y conservación de las Zonas de Especial Conservación y de las Zonas de Especial Protección para las Aves de la Red Natura 2000 en Aragón	2,28

OTROS ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS

Ni en la zona de actuación, ni en un área de 5 Kilómetros a la redonda se encuentran ningún espacio natural más allá de los catalogados como ZEPA y LIC/ZEC. El Espacio Natural Protegido más cercano es el Parque Natural de Bardenas Reales, localizado a 5,3 km de la zona de actuación.

Espacios Protegidos de la Demarcación Hidrográfica del Ebro

Zonas Protegidas registradas en el Anejo 4 (Zonas protegidas) del Plan hidrológicos del tercer ciclo (2022-2027), de la Demarcación Hidrográfica del Ebro:

Zonas protegidas que forman parte de la Red Natura 2000:

- LIC Loma Negra (ES2430079)
- ZEPA Loma Negra – Bardenas (ES0000292)
- ZEPA Lagunas y Carrizales de 5 Villas (ES0000289)

Zonas sensibles:

- Zona Sensible ESRI1003 “Río Arba de Luesia (Desde el Arba de Riguel hasta el Ebro)

Zonas vulnerables:

- Zona Vulnerable ES24_B “Arbas. Río Arba de Luesia”

PATRIMONIO NATURAL Y ARQUEOLÓGICO

Los yacimientos más próximos al ámbito de estudio son: el Cerro Vicario (YA1), Abejares (YA13), y la Caseta de Juan Ramón (YA31). Ninguno se encuentra en el interior de la zona que abarca el presente proyecto; todos se localizan a más de 2 km de la zona de actuación, siendo Abejares (YA13) el más próximo a su vertiente oriental.

Además, existen elementos patrimoniales declarados Bienes de Interés Cultural próximos al proyecto: el Castillo de La Corona (Biota), la Muralla de Ejea de los Caballeros, la Iglesia Fortificada del Salvador, Iglesia de Santa María. Todos se encuentran ubicados a más de 1,4 km de distancia de la zona de actuación.

PATRIMONIO PECUARIO

En la zona de actuación, se localizan las siguientes vías pecuarias:

- “Vereda de Pilué”
- “Cabañera Real de Navarra”
- “Colada de Boira”
- “Colada de San Juan”

Para la realización de este proyecto se prevé la ocupación temporal de las vías pecuarias de Cabañera Real de Navarra, Vereda de Pilué, Colada de Boira y Colada de San Juan en el término municipal de Ejea de los Caballeros, para conducción de agua subterránea. La localización de dicha obra (para la que se ha solicitado permiso, ver Apartado 6.4.9.2) constará de la instalación de un cobertizo en las coordenadas: X: 639.551, Y:4.672.210; y de la ocupación temporal de la parcela 9191 del polígono 103, para la instalación de una tubería de acero helicoidado de diámetro nominal 1600 mm, en una longitud de 53 m.l. La única afección sobre las vías pecuarias será mientras se instale la tubería de riego, posteriormente se restituirá el terreno a su estado original.

5. IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS

No se identifican impactos ambientales severos sobre el entorno y sus valores ambientales. Se han contemplado la existencia de algunos moderados y la mayoría son compatibles o no significativos. Además, en base a los análisis aportados, se deben destacar los impactos ambientales positivos ligados al incremento de la eficiencia del sistema de riego con el consecuente ahorro de los recursos hídricos, la reducción en las cargas exportadas de sales y nitrógeno y la reducción de las emisiones de CO₂ a la atmósfera.

- **Reducción en el consumo de combustibles fósiles y emisiones de gases de efecto invernadero (GEI):** En la actualidad se utilizan combustibles fósiles para abastecer a 473,93 ha de la zona a modernizar. Se realizan con 18 bombas individuales alimentadas

por gasoil, lo cual, con un consumo medio de 200 l/ha, implica un consumo de **94.786 litros de gasóleo al año. Esto equivale a 257,9 tn/año de CO₂.**

Tras la modernización, se eliminarían las bombas del sistema, por lo que se espera una **reducción de las emisiones de CO₂ a la atmósfera de un 100%** respecto a la situación actual (257,9 tn de CO₂/año).

- **Reducción en el consumo de agua:** En la actualidad se extraen de media **29,26 hm³/año de agua para abastecer a la zona regable**, se desaprovecha un volumen anual estimado en 4,39 Hm³ por las pérdidas que sufre la red de distribución.

Tras la modernización de la red de riego, se eliminará la mayor parte de las pérdidas, por lo que **el consumo de agua se reducirá en 24,95 hm³/año**. Adicionalmente, el sistema de riego pasará de ser mayoritariamente por inundación a fundamentalmente por aspersión y en menor medida por goteo. Esto mejora el aprovechamiento del recurso, reduciéndose la infiltración y aumentando la productividad.

- **Reducción de la presión hidromorfológica producida por los retornos de riego:** Los retornos estimados pasarían de 18,15 Hm³ antes de la modernización a 7,71 Hm³ de drenaje en después de la modernización.
- Comparando los datos de la estación de aforo A290 (Ejea de los Caballeros), y la estación A273 (El Sabinar), se observa que durante las estaciones de no riego (octubre-abril) se registran valores altos de caudales, por lo que se deduce que, tanto la masa ES091MSPF105 como la ES091MSPF104, son receptoras de otras fuentes de recurso.

La disminución del volumen de retornos totales supone un ligero descenso de los recursos ajenos a la cuenca del Arba, por lo que podría interpretarse como un efecto positivo, para reducir el impacto de la actividad agraria sobre los aspectos hidromorfológicos de los ríos afectados (ES091MSPF104 y ES091MSPF105).

- **Disminución en los niveles de nitrógeno:** En la actualidad, la concentración media de nitratos en la masa de agua subterránea Arbas (ES091MSBT053) es de 63,20 mg/l. Este valor es superior al valor a partir del cual se considera que una masa de agua subterránea está contaminada por nitratos, 37,5 mg/l. La exportación actual de nitratos de la zona regable es de 216,67 y 318,76 kg de nitrato/ha para las áreas de la masa subterránea que aportan hacia el río Arba de Riguel y hacia el río Arba de Luesia respectivamente.

Tras la modernización, se drenarán 7,71 hm³/año de agua, y se pretende alcanzar una concentración máxima de 37,5 mg/l de nitratos. Esta concentración se alcanzará mediante un adecuado seguimiento y control de la fertilización, y si es necesario, adaptar la alternativa de cultivos para reducir de forma efectiva la administración de nitrógeno al medio. Con este drenaje y concentración de nitratos, las exportaciones de nitratos pasarán de ser **594,65** (aportación hacia el río Arba de Riguel) y **304,10 t/año** (aportación al río Arba de Luesia), **a 489,3 y 101,1 t/año de nitratos, respectivamente.**

También se produce un efecto positivo sobre los niveles de nitratos en las masas de agua superficiales. En la actualidad, el río Arba de Riguel tiene una concentración de 29,5 mg/l y el río Arba de Luesia una concentración de 34 mg/l de nitratos. **Tras la modernización, se espera que estas concentraciones se reduzcan.**

- **Cambio climático:** en el planteo de modernización de regadío para la Zona 2 de Bardenas, se espera una reducción de las emisiones de CO₂ a la atmósfera de un 100% respecto a la situación actual (257,9 tn de CO₂/año), ya que se eliminarán las 18 bombas presentes actualmente en el sistema.

Asimismo, se produce un incremento en la eficiencia hídrica, evitando pérdidas y aumentando el excedente para la integración ambiental. Por este motivo, la modernización de la superficie regable supone una medida de adaptación frente al Cambio Climático.

Tras la valoración de la incidencia del “Proyecto de Modernización integral de la Comunidad de Regantes nº V de los riegos de Bardenas (Zona 2) (Zaragoza)”, durante la fase de ejecución y la fase de explotación, sobre el medio natural del entorno, se considera en términos generales COMPATIBLE.

Para que el proyecto se desarrolle con la seguridad ambiental necesaria será preciso aplicar todas las medidas que minimizan las alteraciones graves sobre el medio físico. El apartado 8, del EslA, recoge las medidas preventivas, correctoras y compensatorias necesarias para reducir la incidencia de los impactos, para que sean compatibles con el entorno, y realizar el correspondiente seguimiento ambiental.

En la siguiente tabla se muestra, a modo de resumen la valoración de impactos en fase de ejecución y explotación sobre cada factor del medio.

ACCIONES DEL PROYECTO		MEDIO ABIÓTICO						MEDIO BIÓTICO		MEDIO SOCIO ECONÓMICO				PAISAJE	CC
		Suelo		Atmósfera		Hidrología		Flora	Fauna	Población	Sector económico	Infraestruc.	Patrimonio	Paisaje	Cambio Climático
		Geomorf	Edafología	Calidad Aire	Ruido	Masas Sup	Masas Sub								
FASE EJECUCIÓN	<i>Ocupación del suelo</i>	C	MOD	NS	NS	NS	NS	C	C	C			C	C	NS
	<i>Preparación del terreno</i>	C	C	MOD	C	C	C	C	C	C		MOD	MOD	C	NS
	<i>Circulación maquinaria y transporte materiales</i>	C	MOD	MOD	MOD	C	C	MOD	C	C		MOD	C	C	NS
	<i>Acopio de materiales</i>	C	C	MOD	C	C	C	C	C	C			C	C	NS
	<i>Movimiento de tierras</i>	MOD	MOD	MOD	MOD	C	C	MOD	MOD	C		MOD	MOD	MOD	NS
	<i>Construcción red tuberías y cabezales</i>	MOD	MOD	MOD	MOD	C	C	MOD	MOD	C		MOD	MOD	MOD	NS
	<i>Construcción balsa</i>	MOD	MOD	MOD	MOD	C	C	MOD	MOD	C		MOD	MOD	MOD	NS
	<i>Necesidad de mano de obra</i>										POS	POS			
FASE EXPLOTA-CIÓN	<i>Explotación infraestructura modernización</i>	NS	NS	POS	NS	POS	POS	NS	C	POS	POS	NS	NS	C	POS

TIPOS DE IMPACTO :



NULO



POS POSITIVO



NS NO SIGNIFICATIVO



C COMPATIBLE



MOD MODERADO

6. VULNERABILIDAD DEL PROYECTO ANTE EL RIESGO DE ACCIDENTES GRAVES O CATÁSTROFES

Tomando en consideración el análisis de la vulnerabilidad del proyecto incluido en el EsIA, en relación a los riesgos relacionados con el clima (naturales) y los originados por las actividades y la tipología del proyecto (tecnológicos), se establece a continuación cuál es la vulnerabilidad del proyecto valorando cada punto analizado.

Vulnerabilidad frente al riesgo de catástrofes

- **Peligros relacionados con el clima:** la **vulnerabilidad es moderada**, puesto que en la zona de estudio se han identificado incrementos de la duración de las olas de calor, de las temperaturas máximas y extremas, de la evapotranspiración y la reducción de las precipitaciones. Sin embargo, estos incrementos analizados desde una proyección entre la actualidad hasta el año 2100, no tienen una magnitud tal que imposibiliten el desarrollo de medidas que permitan adaptarse a las condiciones climáticas previstas.
- **Riesgo de inundación fluvial:** el área afectada por el proyecto no se encuentra incluida dentro de ninguna de las Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación definidas y caracterizadas en la demarcación hidrográfica del Ebro. Además, no se encuentra dentro de riesgos para la población y para las actividades económicas analizadas para las ARPSI del entorno.

Por tanto, se deduce que la **vulnerabilidad** del proyecto frente a una eventual situación de catástrofe derivada de inundación fluvial es **inexistente** o **muy baja**.

- **Riesgo por fenómenos sísmicos:** Toda la zona de actuación se encuentra en una zona de baja sismicidad, por lo que la integridad de las instalaciones proyectadas no se encuentra comprometida por este tipo de catástrofes naturales. El riesgo derivado por fenómenos sísmicos para la zona de estudio es **muy bajo**.
- **Riesgo de incendios:** En la zona hay un predominio de campos de cultivo delimitados por caminos con pavimento de tierra. Según el mapa de zonificación del riesgo de incendios forestales en Aragón, la zona donde se proyecta la modernización de regadío está clasificada de tipo 7 y, por tanto, caracterizada por su bajo-medio peligro con importancia de protección baja. La vulnerabilidad es **muy baja**.

Vulnerabilidad frente al riesgo de accidentes graves

- **Rotura de balsa:** Tras una evaluación de las afecciones en el EsIA, se concluye que, en caso de rotura, no se producen daños materiales importantes, no hay afecciones a núcleos de población ni viviendas aisladas, ni afecciones graves a servicios esenciales, no se advierten daños medioambientales, y solo se pueden producir pérdida de vidas humanas de forma incidental. Se clasifica la balsa con **categoría C: La rotura o funcionamiento incorrecto puede producir daños materiales de moderada importancia y solo incidentalmente pérdida de vidas humanas. No afecta a vivienda alguna y tampoco afecta de manera grave a ningún servicio esencial.** La vulnerabilidad es **baja**.
- **Riesgo de incendios:** Aunque el uso de maquinaria y la presencia de personal pudiera producir un conato de incendio de forma accidental, la probabilidad de que evolucione a un incendio se clasifica como baja gracias a la aplicación de las adecuadas medidas

preventivas. En adición, al estar situada en una zona de regadíos con escaso terreno forestal y la presencia de caminos desprovistos de vegetación, no se prevé una afección importante en caso de producirse un incendio. La vulnerabilidad es **baja**.

- **Riesgo por vertidos químicos:** Se considera que el riesgo de vertidos químicos podría producirse como resultado de accidentes o almacenamiento incorrecto, mayormente debido a fugas de maquinaria y elementos de construcción urbana. Se considera por tanto que el riesgo es muy bajo, dada la adopción de medidas para minimizarlo. Los residuos peligrosos se generan en muy pequeñas cantidades y, al igual que todos los residuos, se almacenarán y gestionarán adecuadamente. La vulnerabilidad es **muy baja**.

Medidas de adaptación frente a los riesgos identificados

- **Peligros relacionados con el clima:** La propia modernización del regadío actúa contra el aumento a futuro de la evapotranspiración en los cultivos y la disminución de precipitaciones, al ahorrar agua, optimizar su consumo y aumentar la eficiencia gracias a la aplicación de nuevas tecnologías. De este modo, el proyecto garantiza la disponibilidad de agua ante los escenarios de reducción de la disponibilidad hídrica y aumento de la frecuencia de los episodios de sequía.
- **Riesgo de incendios:** Se recogen las medidas, equipos y protocolos de actuación frente a incendios en el documento desarrollado como anejo en el Estudio de Seguridad y Salud del Proyecto y que será puesto en marcha a través del Plan de Seguridad y Salud en la fase de ejecución de obras supervisado por el Coordinador de Seguridad y Salud. De esta forma se reduce en gran medida el riesgo de que se origine un incendio por las actuaciones del proyecto y las obras.

7. MEDIDAS PREVENTIVAS, CORRECTORAS Y COMPENSATORIAS

En el EsIA se ha incluido una serie de medidas preventivas y correctoras para, en función del medio afectado, la tipología y la magnitud de los impactos ocasionados se asegure que las afecciones al medio receptor sean compatibles en términos medioambientales.

- Medidas preventivas en fase de ejecución, como son minimizar las emisiones de polvo, el mantenimiento del confort sonoro, la protección del suelo, de las aguas, de la fauna, así como la correcta gestión de los residuos generados durante la ejecución de las actuaciones.
- Medidas correctoras en fase de ejecución, reposición de infraestructuras alteradas como caminos o acequias, la reposición de la tierra vegetal de las superficies afectadas por la construcción de las balsas o la excavación de las zanjas para la instalación de las tuberías.
- Medidas preventivas en la fase de explotación, como el Control y seguimiento de la cantidad y calidad de los retornos de riego de aguas superficiales y subterráneas.

Adicionalmente a las medidas que se proponen en el EsIA, en caso de que el Órgano Ambiental establezca cualquier medida en una Resolución Ambiental, esta medida será incorporada al proyecto.

Como primer instancias, en fase de construcción se aplicarán una serie de medidas y buenas prácticas organizativas con objeto de prevenir y limitar posibles afecciones ambientales.

Caben destacar las siguientes medidas preventivas:

- **Elaboración de un mapa de capacidad de retención de agua disponible en el suelo (CRAD):** Este mapa permitirá programar los riegos de forma más eficiente, reduciendo el consumo de agua.
- **Implementación de una red de control de aguas superficiales y subterráneas:** Para controlar los niveles de nitratos en los retornos de riego, se establecen 3 puntos de muestreo para aguas superficiales en los drenajes principales de la zona a modernizar, y 8 puntos de muestreo para las aguas subterráneas, de los cuales 3 serán de nueva ejecución. Con la ayuda de esta red de control se podrán seguir los niveles de nitratos exportados y determinar si es necesario tomar medidas adicionales para reducir su emisión.

También se llevarán a cabo, entre otras, las siguientes medidas:

- **Corrección de las afecciones por compactación del suelo:** las ocupaciones temporales que se ejecuten fuera de superficies donde se van a realizar construcciones requerirán la ejecución de arados o subsolados tras la finalización de las obras para restaurar las condiciones originales del terreno. Se realizará el extendido de tierra vegetal (que contiene el banco de semillas de especies autóctonas) y un riego para estimular dicho banco de semillas en el talud exterior de la balsa de regulación para conseguir una rápida colonización y desarrollo de la vegetación.
- **Medidas correctoras ante la emisión de partículas:** Para evitar la deposición de polvo sobre las plantas, se realizarán riegos periódicos tanto sobre los depósitos de materiales, como en la vegetación en el área de la actuación que se pueda ver afectada.
- **Medidas correctoras de revegetación:** Se cubrirá con tierra vegetal la superficie de los taludes de la balsa y de los trazados de las tuberías para reestablecer la vegetación a partir del banco de semillas autóctono.

Con el objetivo de acelerar la repoblación del talud de la balsa, así como de reducir el impacto de la erosión en su superficie y facilitar su integración en el paisaje, se realizará una hidrosiembra con la que se recubrirá la balsa.

Se realizará una plantación adyacente a la caseta de filtrado sobre una parcela de aproximadamente 0,4 ha de superficie y de 90 metros de perímetro. Se buscará el uso de especies pertenecientes a la serie de vegetación potencial del área de estudio "Serie mesomediterránea murciano-bético-aragonesa de la coscoja (*Rhamno lyciodis-Querceto cocciferae sigmetun*)", y otras especies autóctonas que se han observado en la zona como *Pinus halepensis*, *Quercus coccifera*, *Retama sphaerocarpa*, *Salvia rosmarinus*, y *Thymus vulgaris*.

Se realizará una plantación lineal a dos metros del vallado perimetral de la balsa. Esta plantación busca la integración ambiental de la balsa a lo largo de los aproximadamente 1140 metros de perímetro del vallado. Se buscará el uso de especies pertenecientes a la serie de vegetación potencial del área de estudio "Serie mesomediterránea murciano-bético-aragonesa de la coscoja (*Rhamno lyciodis-Querceto cocciferae sigmetun*)", y otras especies autóctonas que se han observado en la zona.

Para fomentar la presencia de polinizadores, se mezclará la tierra vegetal con una mezcla de semillas de herbáceas autóctonas presentes en las proximidades, procedentes de un vivero local, en una proporción de 25 gramos de semillas por metro cuadrado de tierra vegetal, de acuerdo con las Directrices Científico-Técnicas de ejecución y mantenimiento de estructuras vegetales de conservación del CSIC, realizándose una siembra lineal sobre un 20% de los tramos de tubería ya enterrada que transcurra fuera de camino y cultivo.

- **Medidas correctoras para la fauna:** Se llevará a cabo una prospección de la zona de forma previa al inicio de las obras para cerciorar que no existe peligro alguno para ninguna de las especies del entorno, en especial aquellas que se encuentran en peligro de extinción como el milano real, el sisón común o la avutarda común, o aquellas consideradas vulnerables, como en cernícalo primilla.

Antes de comenzar las obras, se realizará una inspección de las áreas afectadas, con el fin de detectar refugios de las especies sensibles y la posible presencia de nidos, madrigueras y puestas. Si se localizan, se notificará al órgano competente de la Comunidad Autónoma de Aragón y se jalonarán para evitar el paso de vehículos y la ejecución de obras en la zona.

Se evitará ejecutar la obra en los periodos de nidificación de las especies presentes en la zona o cercanas a la misma, que comprenden entre febrero y julio, periodo que comprende la época reproductiva del milano real. En caso de que se detectara algún punto de nidificación u otros de interés, las obras deberían ajustarse fuera del período de reproducción de la especie.

Se jalonarán de forma clara y visible los pies arbóreos, como los chopos, y rodales de vegetación que sea preciso proteger, por su potencial interés como punto de nidificación o dormitorio para la avifauna. Se prohíbe acopiar material en el interior de los jalonamientos de vegetación. Se instalarán 46 cajas nido dentro del área de actuación: 15 para cernícalo primilla, 5 para lechuzas, 16 para murciélagos, y 10 para insectos.

En la balsa de riego se instalarán mallas de salvamento para facilitar la salida de animales y personas que caigan de forma accidental.

También se instalarán tres islas flotantes para la fauna en la balsa, para permitir la nidificación de aves acuáticas; y se crearán dos charcas en las parcelas expropiadas para que puedan ser empleadas como bebederos para la fauna.

En la parte superior de la pantalla interior de la balsa se instalarán 215 chapas de aluminio perforadas para evitar colisiones de aves.

Se crearán charcas abrevadero (pequeños cuerpos de agua que proporcionan recursos a la fauna, particularmente para mamíferos, aves y anfibios) localizadas en la parcela dedicada a la revegetación adyacente a la caseta de filtrado, y dentro de la parcela empleada para la ejecución de la balsa, en zona llana.

- **Medidas correctoras sobre el patrimonio arqueológico:** Si durante el transcurso de las obras se producen hallazgos de restos arqueológicos de interés, se deberán comunicar de forma inmediata a la Dirección General de Patrimonio Cultural (Ley 3/1999, de 10 de

marzo, del Patrimonio Cultural Aragonés), que arbitrará las medidas oportunas al respecto.

Se restituirán las condiciones iniciales de los tramos de vía pecuaria afectados por las obras.

- **Medidas correctoras sobre los factores socioeconómicos:** Se repondrá cualquier vial agrícola o rural afectado, garantizando un itinerario alternativo en caso de afección. Las acequias que se afecten se restaurarán a su estado original, y se habilitarán canalizaciones si queda alguna fuera de uso por la ejecución de las obras para garantizar el suministro de riego.

Además, el proyecto incorpora acciones concretas de divulgación y formación en buenas prácticas agrícolas, dirigidas a los miembros de las Comunidades de usuarios del agua beneficiarias de la obra, que se desarrollarán antes de hacerse entrega de la misma. Entre otros contenidos, se incluyen los códigos de buenas prácticas agrarias en vigor, incidiendo especialmente en la aplicación de medidas de conservación del suelo y de prácticas agrícolas que mejoren la eficiencia en el uso del agua y en la dosificación de los fertilizantes. Los cursos a impartir serán:

- Curso general sobre la "Mejora de la eficiencia del regadío y su gestión ambiental en el marco del CBPA".
- Curso específico sobre "Sensores para la medida del potencial o contenido de agua en el suelo: Instalación, mantenimiento e interpretación de las lecturas".
- Curso específico sobre "Estaciones de control de retornos de riego con drenaje superficial. Elementos y sensores. Normativa vigente".
- Curso específico sobre "Estaciones de control de retornos de riego con drenaje subsuperficial. Elementos y sensores".
- Curso específico sobre "Implementación de medidas y buenas prácticas para la sostenibilidad ecológica de los paisajes agrarios"

8. PROGRAMA DE VIGILANCIA Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL

El Plan de Vigilancia Ambiental (PVA) tiene por objeto verificar los impactos producidos por las acciones derivadas de las actuaciones del proyecto, así como la comprobación de la eficacia de las medidas preventivas, correctoras y compensatorias establecidas en el capítulo 8 del EsIA y que deberán ser aceptadas con carácter obligatorio por la empresa contratada para la realización de la obra.

De forma genérica, la vigilancia ambiental ha de atender a los siguientes objetivos:

- Controlar y garantizar el cumplimiento de las medidas preventivas y correctoras establecidas en el presente documento.
- Analizar el grado de ajuste entre el impacto previsto y el real producido durante la ejecución de las obras y tras la puesta en funcionamiento.
- Detectar la aparición de impactos no deseables de difícil predicción en la evaluación anterior a la ejecución de las obras; una de las funciones fundamentales del PVA es

identificar las eventualidades surgidas durante el desarrollo de la actuación para poner en práctica las medidas correctoras oportunas.

- Ofrecer los métodos operativos de control más adecuados al carácter del proyecto con objeto de garantizar un correcto programa de vigilancia ambiental.
- Describir el tipo de informes que han de realizarse, así como la frecuencia y la periodicidad de su emisión.

En todo caso, el PVA ha de constituir un sistema abierto de ajuste y adecuación en respuesta a las variaciones que pudieran plantearse respecto a la situación prevista.

Además de los análisis y estudios que se detallan en el PVA del EsIA, se realizarán, como también se indica en el EsIA; otros particularizados cuando se presenten circunstancias o sucesos excepcionales que impliquen deterioro ambiental o situaciones de riesgo, tanto durante la fase de obras, como en la de explotación.

Las medidas y controles a los que se refiere cada uno de los apartados del PVA del EsIA para cada variable afectada, se desarrollarán con la periodicidad que se marca en cada caso y con carácter general y de forma inmediata, cada vez que se produzca algún incidente o eventualidad que pueda provocar una alteración sensible de la variable en cuestión.

El plan ha de tener un carácter dinámico que debe ir parejo a la ejecución de las obras para garantizar la optimización de esta herramienta de verificación y prevención.

Se deberá tener en cuenta asimismo lo establecido en el Anexo III del *Convenio entre el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y la Sociedad Mercantil Estatal de Infraestructuras Agrarias, SA, en relación con las obras de modernización de regadíos del "Plan para la mejora de la eficiencia y la sostenibilidad en regadíos" incluido en el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia de la Economía Española. Fase I.*

9. PRESUPUESTO

A continuación, se incluye el resumen del presupuesto del PROYECTO MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES NºV DE LOS RIEGOS DE BARDENAS (ZONA 2) (ZARAGOZA) correspondiente al capítulo en el que se encuentran incluidas las medidas preventivas, correctoras y compensatorias, así como las actividades contempladas en el Programa de Vigilancia Ambiental durante la fase de ejecución y la de explotación.

MEDIDAS AMBIENTALES	PRESUPUESTO
FORMACIÓN EN BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS	
Curso general sobre la "Mejora de la eficiencia del regadío y su gestión ambiental en el marco del CBPA".	4.276,42
Curso específico sobre "Sensores para la medida del potencial o contenido de agua en el suelo: Instalación, mantenimiento e interpretación de las lecturas".	1.996,08
Curso específico sobre "Estaciones de control de retornos de riego con drenaje superficial. Elementos y sensores. Normativa vigente".	1.996,08
Curso específico sobre "Estaciones de control de retornos de riego con drenaje subsuperficial. Elementos y sensores".	1.996,08
Curso específico sobre "Implementación de medidas y buenas prácticas para la sostenibilidad ecológica de los paisajes agrarios"	1.996,08
PROSPECCIONES PREVIAS FAUNA Y FLORA	
Trabajos de prospección de especies sensibles de fauna	4.167,45

Trabajos de prospección de especies y/o hábitats sensibles	5.703,00
Balizamiento de ejemplares y hábitats	585,00
MEDIDAS PARA EL CONTROL DE LOS RETORNOS DE RIEGO	
Estación de control de caudal y calidad de aguas (Superficiales)	54.581,10
Unidad portátil para medida e concentración de nitratos	650,00
Instalación de piezómetro hasta 3 metros medios manuales	935,32
Excavación pozo 3 metros medios manuales	1.374,24
Sonda piezométrica automática	4.500,00
Interpretación de aforo en pozo de bombeo	2.143,76
ELABORACIÓN DE MAPA DE CRAD DEL SUELO	
Descripción de calicata en estudios de suelos	10.250,46
Ensayo de capacidad de campo y punto de marchitez permanente	7.400,00
Apertura y tapado calicata hasta 2 m de profundidad	686,40
MEDIDAS PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN	
Riego para disminuir emisiones de polvo	5.216,00
Hidrosiembra en talud de la balsa	6.881,83
MEDIDAS PARA EL CONTROL DE LA FAUNA	
Islas flotantes cría aves acuáticas	1.593,99
Nido murciélago instalado	1.613,28
Charcas bebedero 1 m ²	989,18
Escala salvamento de hasta 18 m de longitud	5.269,04
Caja nido compacta cernícalo con poste	1.720,32
Caja nido compacta cernícalo sin poste	1.506,24
Caseta para lechuza común	1.393,75
Hotel para insectos	1.059,40
Instalación de marcador de visibilidad en vallado (chapas)	1.464,15
MEDIDAS PARA EL CONTROL DE LA FLORA Y VEGETACIÓN	
Plantaciones de la Estación de filtrado	953,95
Plantaciones en la balsa	7.004,16
MEDIDAS PARA EL CONTROL DEL PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO	
Proyecto básico arqueología	539,60
Visita obra arqueólogo	54.398,52
Informe mensual de seguimiento arqueológico	1.821,15
Informe de seguimiento arqueológico	890,34
Memoria arqueológica básica	2.158,40
INFORME DE RED NATURA 2000	
Diseño de plan de muestreo	269,04
Trabajo de campo	12.169,64
Informe de resultados	538,08
TOTAL MEDIDAS AMBIENTALES	214.687,53

PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL (PVA)	PRESUPUESTO
FASE DE EJECUCIÓN (Incluyendo técnico e informes)	
Control de calidad atmosférica, de suelos, de accesos temporales, de acopios, de gestión residuos, y de desmantelamiento de instalaciones auxiliares.	15.054,48
TOTAL PVA - FASE EJECUCIÓN	15.054,48

PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL (PVA)	PRESUPUESTO
FASE DE EXPLOTACIÓN (Incluyendo técnico e informes) *	
AÑO 1	
Seguimiento de las masas de agua **	
Muestreo de masas de agua	17.498,10
Análisis en laboratorio e informe	17.212,96
Seguimiento de flora y vegetación	
Seguimiento de plantaciones. Reposición de marras y riegos, elaboración de informes.	4.738,86
Seguimiento de fauna	
Seguimiento de las medidas de protección de la fauna en la balsa, vallado y cajas nido	2.509,06
Seguimiento del mejillón cebra en las arquetas de control **	841,23
TOTAL FASE EXPLOTACIÓN AÑO 1	42.800,21
AÑO 2	
Seguimiento de las masas de agua **	
Muestreo de masas de agua	17.498,10
Análisis en laboratorio e informe	17.212,96
Seguimiento de flora y vegetación	
Seguimiento de plantaciones. Reposición de marras y riegos, elaboración de informes.	2.369,43
Seguimiento de fauna	
Seguimiento de las medidas de protección de la fauna en la balsa, vallado y cajas nido	2.509,06
Seguimiento del mejillón cebra en las arquetas de control **	625,39
TOTAL FASE EXPLOTACIÓN AÑO 2	40.214,94
AÑO 3	
Seguimiento de las masas de agua **	
Muestreo de masas de agua	17.498,10
Análisis en laboratorio e informe	17.212,96
Seguimiento de flora y vegetación	
Seguimiento de plantaciones. Reposición de marras y riegos, elaboración de informes.	2.369,43
Seguimiento de fauna	
Seguimiento de las medidas de protección de la fauna en la balsa, vallado y cajas nido	2.509,06
Seguimiento del mejillón cebra en las arquetas de control **	625,39
TOTAL FASE EXPLOTACIÓN AÑO 3	40.214,94

AÑO 4	
Seguimiento de las masas de agua **	
Muestreo de masas de agua	17.498,10
Análisis en laboratorio e informe	17.212,96
Seguimiento de flora y vegetación	
Seguimiento de plantaciones. Reposición de marras y riegos, elaboración de informes.	1.620,47
Seguimiento de fauna	
Seguimiento de las medidas de protección de la fauna en la balsa, vallado y cajas nido	2.509,06
Seguimiento del mejillón cebra en las arquetas de control **	625,39
TOTAL FASE EXPLOTACIÓN AÑO 4	39.465,98
AÑO 5	
Seguimiento de las masas de agua **	
Muestreo de masas de agua	17.498,10
Análisis en laboratorio e informe	17.212,96
Seguimiento de flora y vegetación	
Seguimiento de plantaciones. Reposición de marras y riegos, elaboración de informes.	1.620,47
Seguimiento de fauna	
Seguimiento de las medidas de protección de la fauna en la balsa, vallado y cajas nido	2.509,06
Seguimiento del mejillón cebra en las arquetas de control **	625,39
TOTAL FASE EXPLOTACIÓN AÑO 5	39.465,98
TOTAL PVA - FASE DE EXPLOTACIÓN	202.162,05
* A cargo del Convenio firmado por el SEIASA y la Comunidad de Regantes nº V de Bardenas.	
** Revisable tras los resultados obtenidos en las primeras mediciones.	

10. CONCLUSIONES

El objeto del proyecto es realizar una modernización integral de los sistemas de riego pasando de un riego por inundación a un riego por aspersión, con los consiguientes beneficios medioambientales y económicos que ello supone, repercutiendo además en una mejora en la calidad de vida de los agricultores. Se pasará a realizar un riego presurizado mediante una balsa de regulación, buscando la presión natural de toda la zona. De esta forma se quiere realizar un uso sostenible del agua de riego evitando las pérdidas que actualmente se producen en las infraestructuras existentes y reduciendo el actual consumo energético.

De acuerdo con la Ley 21/2013 de Evaluación Ambiental (modificada por el Real Decreto 445/2023, de 13 de junio, por el que se modifican los Anexos I, II y III de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental), se determina que el proyecto objeto del presente estudio, se encuentra dentro del Anexo I (Proyectos sometidos a la Evaluación Ambiental Ordinaria): Grupo 1. Agricultura, silvicultura, acuicultura y ganadería: c) Proyectos de gestión de recursos hídricos para la agricultura, incluida la transformación en regadío y la mejora o consolidación del regadío, que afecten a más de 100 ha. Por lo que debe ser sometido al procedimiento de EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL ORDINARIA. El objetivo es analizar en profundidad los

componentes medioambientales del entorno afectado por la modernización, los impactos y la magnitud de los mismos, para proponer las medidas preventivas, correctoras o compensatorias necesarias.

Todos los impactos ambientales detectados son de magnitud compatible y moderada, no encontrándose ninguno de ellos con magnitud severa o crítica.

Entre los impactos más significativos, durante la ejecución, destacar la construcción de la balsa de regulación, la excavación de las zanjas para las conducciones, el tránsito de maquinaria durante la instalación de la red de tuberías y los movimientos de tierras.

En la situación actual, el consumo medio de agua en la zona a modernizar es de 29,26 Hm³, de los cuales se desaprovecha un volumen anual estimado en 4,39 Hm³ por las pérdidas que sufre la red de distribución. Esta circunstancia limita la disponibilidad media para riego a 24,87 Hm³, inferior a las necesidades teóricas de los cultivos actuales. Además, de los volúmenes de riego aplicados, una proporción considerable se infiltra, sin poder ser aprovechado por el cultivo, contribuyendo a la recarga del acuífero detrítico sobre el que se asienta el regadío.

Respecto a la contaminación difusa, la exportación actual de nitratos de la zona regable es de 216,67 y 318,76 kg de nitrato/ha para las áreas de la masa subterránea que aportan hacia el río Arba de Riguel y hacia el río Arba de Luesia respectivamente. Tras la modernización se establecerán medidas para alcanzar un valor de concentración de nitratos máxima de 37,5 mg/l, valor que marca el límite de referencia para aguas subterráneas afectadas por la contaminación por nitratos (Real Decreto 47/2022). Alcanzar este objetivo es fundamental para la gestión ambiental de la zona regable.

Mediante el Programa de Vigilancia Ambiental se velará por el cumplimiento y buena ejecución de todas las medidas protectoras y correctoras incluidas en el presente documento y los que fije la Administración competente en su Informe de Ambiental.

Por otra parte, se deberá advertir de alteraciones por cambios repentinos en las tendencias del impacto, efectos negativos no identificados durante la redacción del presente documento y establecer un control que permita introducir los elementos correctores oportunos con la suficiente diligencia.

Con todo lo anterior se considera que las **PROYECTO DE MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES Nº V DE LOS RIEGOS DE BARDENAS, ZONA 2 (ZARAGOZA)** es medioambientalmente viable, no produciéndose ninguna alteración que suponga una pérdida destacada de recursos naturales o culturales de interés. Bastará con desarrollar el conjunto de medidas protectoras y correctoras propuestas en el estudio de impacto ambiental y las que puedan considerarse en la estimación del impacto.

El impacto ocasionado por la ejecución de este proyecto, teniendo en cuenta las medidas preventivas y correctoras establecidas, así como el adecuado seguimiento del Plan de Vigilancia Ambiental, se considera **COMPATIBLE**.