

MEMORIA

ÍNDICE

1	ANTECEDENTES.....	1
2	OBJETO DEL PROYECTO	2
3	AGENTES.....	3
3.1	PROMOTOR.....	3
3.2	CONSULTORA	3
4	SITUACIÓN ACTUAL DE LA ZONA REGABLE Y JUSTIFICACIÓN DE LAS ACTUACIONES PROYECTADAS	4
5	ESTUDIO DE ALTERNATIVAS Y SOLUCIÓN ADOPTADA	8
5.1	DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS	8
5.2	EXAMEN MULTICRITERIO DE LAS ALTERNATIVAS	10
5.3	JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA	12
5.4	DESARROLLO DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA.....	13
5.5	COMPARACIÓN DE LA SITUACIÓN DE LA ZONA REGABLE TRAS LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO FRENTE A LA ACTUAL	14
6	LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MEDIO FÍSICO	14
6.1	LOCALIZACIÓN.....	14
6.2	CLIMATOLOGÍA	15
6.3	EDAFOLOGÍA Y LITOLOGÍA	16
6.4	HIDROLOGÍA	24
6.4.1	<i>Aguas superficiales</i>	24
6.4.2	<i>Aguas subterráneas</i>	25
6.5	GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA	25
7	INGENIERÍA DEL PROYECTO.....	33
7.1	ESTUDIO GEOTÉCNICO	33
7.2	ESTUDIO ARQUEOLÓGICO.....	33
7.3	CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA.....	33
7.4	SUPERFICIE OBJETO DEL PROYECTO	34
7.5	INGENIERÍA DE DISEÑO. CONDICIONANTES Y CRITERIOS DE DISEÑO.....	34
8	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTUACIONES PROYECTADAS.....	36
8.1	SISTEMA DE TELECONTROL.....	37
8.1.1	<i>Sistemas de comunicaciones</i>	39
8.1.2	<i>Equipos de telecontrol. Unidades Remotas.</i>	41

8.2	CENTRO DE CONTROL.....	52
8.2.1	<i>Hardware control</i>	52
8.2.2	<i>Software control scada</i>	52
8.2.3	<i>Conexión con api del software de control actual con el futuro</i>	57
8.3	ENVOLVENTE DE REMOTAS E HIDRANTES	60
8.4	NUEVOS HIDRANTES PROYECTADOS.....	62
8.5	ACCESOS A LAS OBRAS, DESVIOS DE TRÁFICO Y ZONA DE ACOPIOS.	64
8.5.1	<i>Accesos zonas de acopio y casetas de obra sector III-IV</i>	64
8.5.2	<i>Accesos zonas de acopio y casetas de obra sector VIII.2</i>	66
8.6	MEDIDAS AMBIENTALES DE INTEGRACIÓN EN EL PRTR	68
8.6.1	<i>Divulgación y formación en Buenas Prácticas Agrícolas</i>	68
8.6.2	<i>Estructuras vegetales para mitigar el efecto de infraestructuras existentes</i>	70
8.6.3	<i>Incremento de la disponibilidad de espacios para nidificación de las aves y quirópteros</i>	73
8.7	ESTUDIO ESPECÍFICO DE ACCIONES SÍSMICAS.....	75
9	REQUISITOS ADMINISTRATIVOS	75
9.1	MARCO NORMATIVO	75
9.2	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	78
9.3	APLICACIÓN DE LA LEY 21/2013 DE EVALUACIÓN AMBIENTAL	79
9.4	PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES	81
9.5	OCUPACIÓN Y DISPONIBILIDAD DE LOS TERRENOS: EXPROPIACIONES	81
9.6	SERVICIOS AFECTADOS, REPOSICIONES, PERMISOS Y LICENCIAS	81
9.7	GESTIÓN DE RESIDUOS	81
9.8	ESTUDIO ARQUEOLÓGICO.....	82
9.9	SUBCONTRATACIÓN.....	82
9.10	PLAZO DE EJECUCIÓN, PLAN DE OBRA Y PERIODO DE GARANTÍA,	83
9.11	PROGRAMA DE CONTROL DE CALIDAD.....	83
9.12	MANIFESTACIÓN DE OBRA COMPLETA	84
10	DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO	84
11	PRESUPUESTO	86
12	PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN	87
13	CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA	88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Sectores Zona Regable Canal de Zújar.	5
Tabla 2. Cultivos actuales (% respecto a superficie).....	6
Tabla 3. Resumen de unidades de cada tipo de hidrante	35
Tabla 4. Numero de remotas e hidrantes por cada sector.	42
Tabla 5. Número de salidas de electroválvula utilizadas por remota	45
Tabla 6. Características electroválvula	51
Tabla 7. Principales propiedades del plástico ASA.	61
Tabla 8. Unidades de cada tipo de hidrante a sustituir.....	62
Tabla 9. Dimensiones de los hidrantes a sustituir	62
Tabla 10. Número de plantas necesarias en alineación.....	72
Tabla 11. Número de plantas necesarias areales.	73
Tabla 12. Distribución de cajas nido y refugios para quirópteros.....	75
Tabla 13. Resumen presupuesto.....	87

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la Zona Regable del Canal del Zújar.....	4
Figura 2. Características expediente concesional.....	7
Figura 3. Ubicación del proyecto. Contexto general	15
Figura 4. Edafología en la zona objeto de estudio	17
Figura 5. Edafología en los sectores de riego I y II.....	18
Figura 6. Edafología en el sector de riego III-IV.....	19
Figura 7. Edafología en los sectores de riego V.1 y V.2	20
Figura 8. Edafología en los sectores de riego V.3 y VII	21
Figura 9. Edafología en los sectores de riego VIII.1 y VIII.2	22
Figura 10. Edafología en el sector de riego IX-X	23
Figura 11. Mapa II-04 Geología: Litología.....	24
Figura 12. Masas de agua subterránea en el entorno de la zona de estudio.....	25

Figura 13. Mapa II-04 Geología: Estratigrafía	26
Figura 14. Mapa II-04 Geología (edad geológica).....	27
Figura 15. Estratigrafía en los sectores de riego I y II.....	27
Figura 16. Estratigrafía en el sector de riego III-IV.....	28
Figura 17. Estratigrafía en los sectores de riego V.1 y V.2.....	29
Figura 18. Estratigrafía en los sectores de riego VII y V.3.....	30
Figura 19. Estratigrafía en los sectores de riego VIII.2 y VIII.1.....	31
Figura 20. Estratigrafía en los sectores de riego VII y V.3.....	32
Figura 21. Banco de pruebas para contadores.....	36
Figura 22. Esquema de comunicaciones	39
Figura 23. Esquema de la remota, conectada a sensores y actuadores.....	41
Figura 24. Esquema simplificado del SCADA actual (ABB).....	58
Figura 25. Esquema de integración entre el futuro sistema y el actual.....	59
Figura 26. Esquema del SCADA, una vez completada la migración.....	60
Figura 27. Propuesta de plantación de especies arbustivas.....	72

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Acceso a casetas de obra sector III-IV.....	65
Fotografía 2. Acceso a carril de servicio desde EX-206.....	65
Fotografía 3. Acceso a zonas acopio sector III-IV.....	66
Fotografía 4. Acceso a carril de servicio desde EX-105.....	67
Fotografía 5. Acceso a casetas de obra sector VIII.2.....	67
Fotografía 6. Zona de acopios (materiales y residuos) sector VIII.2.....	68

1 ANTECEDENTES

La Comunidad de Regantes Canal del Zújar solicitó un proyecto de modernización de regadíos para ser incluida en el «Plan para la mejora de la eficiencia y la sostenibilidad en regadíos» enmarcado dentro del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia de la Economía Española. Fase II”.

El día 23 de julio de 2022 se publica en el BOE num. 176, la resolución de 21 de julio de 2022, de la Dirección General de Desarrollo Rural, Innovación y Formación Agroalimentaria, por la que se publica el Convenio con 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 II, estando esta comunidad de regantes entre los beneficiarios.

Las actuaciones incluidas en el presente proyecto están enmarcadas dentro del Anexo I del Convenio firmado el 21 de julio de 2022 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 II. El proyecto ha sido declarado de interés general en la Ley 62/2003, de 30 de diciembre, en el artículo Artículo 111. Declaración de interés general de determinadas obras de infraestructuras hidráulicas con destino a riego y otras infraestructuras.

El Plan para la mejora de la eficiencia y la sostenibilidad en regadíos (Inversión C3.11 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 la mejora de la eficiencia y la sostenibilidad energética en los regadíos españoles.

En los anexos del proyecto se incluye la información que determina el encaje en los objetivos del Plan, así como la información necesaria para verificar el cumplimiento de los requisitos establecidos en el Mecanismo de Recuperación y Resiliencia. En este sentido, en el artículo 17 del Reglamento 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 establece la necesidad de cumplir el principio de no causar un perjuicio significativo (DNSH) a los objetivos medioambientales recogidos en el artículo 9 del citado Reglamento.”

En el artículo 111 del Capítulo IV de la Ley 62/2003 de 30 de diciembre de medidas fiscales, administrativas y de orden social se declaró de interés general las obras de “Mejora y modernización de regadíos en la Comunidad de Regantes del Canal del Zújar”.

Se redacta el presente proyecto de “Modernización del sistema de telecontrol en la zona regable del Zújar (Badajoz)” para la digitalización de las instalaciones de riego de la Comunidad de Regantes Canal del Zújar, por encargo de la Junta de Gobierno de la citada Comunidad de Regantes.

2 OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del proyecto de “Modernización del sistema de telecontrol en la zona regable del Zújar (Badajoz)” es la digitalización de las instalaciones de la Comunidad de Regantes del Canal del Zújar.

La modernización del regadío a través de su transformación digital se ha convertido en un imperativo y en denominador común de todos los planes de desarrollo del sector agrario. El objetivo último de la componente es avanzar hacia la implementación de estrategias de modernización que permitan transitar hacia una agricultura más inteligente, precisa y sostenible que optimice los procesos de producción, colaborando en la puesta en marcha de la conocida como Agricultura 4.0.

La instalación de herramientas de digitalización, sensorización y comunicación, y el desarrollo de plataformas informáticas de análisis, consulta y registro de datos dotará a la comunidad de regantes de gran cantidad de información para poder aplicar modelos predictivos, así como hacer más eficientes los procesos y el uso de recursos. Además, facilitará al agricultor una nueva forma de acceso a la información que ayudará a la gestión de las explotaciones agrarias por parte del mismo.

Este control digital de las explotaciones conseguirá ahorros en los principales insumos de las explotaciones como son fertilizantes, fitosanitarios y energía, así como un uso más eficiente del agua y una mejora de la productividad. Esto es de especial interés en las cuencas sometidas a mayor estrés hídrico, contribuyendo además al uso racional del recurso y al cumplimiento de los objetivos ambientales de la planificación hidrológica.

Para conseguir estos objetivos, el proceso de digitalización debe permitir implantar una infraestructura digital en las parcelas de regadío integrada por los siguientes componentes:

1. Sistemas de control volumétrico con teledetector en los hidrantes, conectados con los sistemas de información de la comunidad de regantes.
2. Herramientas de gestión y supervisión del riego en cada parcela que habiliten la automatización de los cabezales de riego y aplicaciones que permitan el cálculo de las necesidades de riego en función de los datos climáticos de la zona regable.

3 AGENTES

3.1 PROMOTOR

El promotor del presente proyecto es la Sociedad Mercantil Estatal de Infraestructuras Agrarias, SEIASA, que pertenece al grupo Patrimonio del Estado (Ministerio de Hacienda y Función Pública) y es empresa instrumental del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, dependiente de la Dirección General de Desarrollo Rural, Innovación y Formación Agroalimentaria.

Promotor: Sociedad Mercantil Estatal de Infraestructuras Agrarias, SA (SEIASA)

Domicilio: c/ José Abascal, nº4, 6.ª planta, MADRID (28003-Madrid)

CIF: A-82535303

El beneficiario de las actuaciones es la Comunidad de Regantes Canal del Zújar (Badajoz).

Beneficiario: Comunidad de Regantes Canal del Zújar

Domicilio: C/La Zafrilla, s/n Pol. Ind. San Isidro, aptdo 307, DON BENITO (06400-Badajoz)

CIF: G-06146237

3.2 CONSULTORA

El encargo se realiza a la empresa AGRIMENSUR CONSULTING S.L., con C.I.F. B-14.609.564 y domicilio en c/ Marie Curie, Local 3 y 4 del Edificio Amatista, de Córdoba, actuando a petición de ésta D. Antonio Romero López, Ingeniero Agrónomo cdo 1503 del Colegio Oficial de Ingenieros Agrónomos de Andalucía

4 SITUACIÓN ACTUAL DE LA ZONA REGABLE Y JUSTIFICACIÓN DE LAS ACTUACIONES PROYECTADAS

La comunidad de regantes Canal del Zújar, abarca los términos municipales de Villanueva de la Serena, Don Benito, Mengabril, Medellín, Valdetorres, Guareña, Oliva de Mérida, Villagonzalo, La Zarza y Alange, regando 20.681 hectáreas presurizadas con un total de 7.032 comuneros.

La zona regable del canal del Zújar, incluida en las Vegas Altas del Plan Badajoz, está ubicada en la margen izquierda de los ríos Zújar y Guadiana, sus límites de una forma esquemática, pueden determinarse con una línea formada por el Canal del Zújar, ríos Matachel, Guadiana y Zújar.

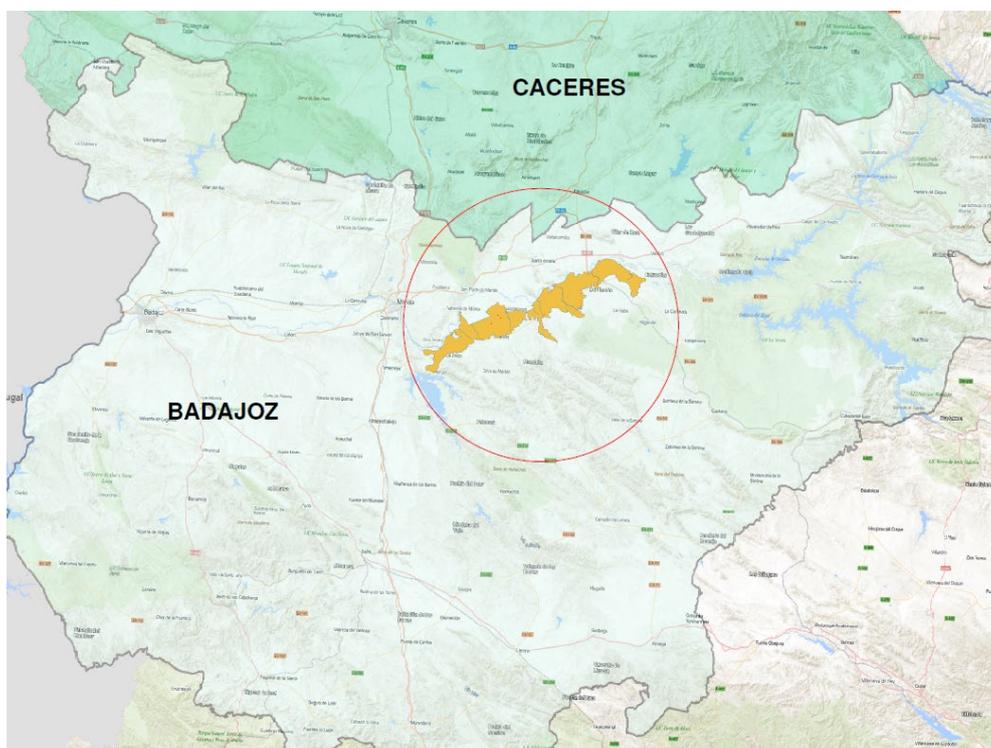


Figura 1. Ubicación de la Zona Regable del Canal del Zújar

La comunidad de regantes cuenta con una red de riego completamente presurizada con sistemas de riego por goteo y aspersión.

La Comunidad de Regantes dispone de 10 estaciones elevadoras que toman el agua del Canal del Zújar y ponen en carga la red de riego.

A continuación, se resume la localización geográfica y la superficie de cada uno de los sectores de riego que se divide la zona regable de la Comunidad de Regantes Canal del Zújar:

Tabla 1. Sectores Zona Regable Canal de Zújar.

SECTOR	TÉRMINO MUNICIPAL	LÍMITE NORTE	LÍMITE SUR	LÍMITE ESTE	LÍMITE OESTE	SUPERFICIE (Has)
I	Villanueva de la Serena	Río Zújar	Canal Zújar	Río Zújar	Arroyo Molar	1.028
II	Villanueva de la Serena y Don Benito	Río Zújar y Guadiana	Canal Zújar	Arroyo Molar (s.I)	Arroyo del Campo (s.III-IV)	2.691
III-IV	Don Benito y Medellín	Río Guadiana y Arroyo del Campo (s.II)	Canal Zújar	Arroyo del Campo (s.II)	Río Ortigas (s.V-1 y V-2)	3.831
V.1	Medellín y Mengabril	Río Guadiana	Canal Zújar y V-3	Río Ortigas (s.III-IV y V-2)	Río Guadiana y V-3	2.430
V.2	Don Benito y Mengabril	Río Ortigas (s.III-IV)	Canal Zújar	Río Ortigas	s.V-1	461
V.3	Don Benito y Mengabril	Río Guadiana y s.V-1	Río Guadáméz	s.V-1 y Canal de Zújar	Río Guadáméz (s.VII)	1.060
VII	Valdetorres y Guareña	Ríos Guadiana y Guadáméz	Canal Zújar	Río Guadáméz (s.V-3)	Arroyo Chaparral	1.323
VIII.1	Valdetorres y Guareña	T.M Valdetorres y FF.CC. Madrid Badajoz	C-423 (Don Benito-Guareña)	Arroyo Chaparral	s. VIII-2	3.674
VIII.2	Villagonzalo y Guareña	T.M Villagonzalo y FF.CC. Madrid Badajoz	Arroyo Caballo	s.VIII-1	Río Guadiana	1.120
IX-X	Villagonzalo, Alange, La Zarza y Oliva de Mérida.	Arroyo Caballo.	Carretera Villagonzalo - Alange.	Carretera Villagonzalo - Alange.	Ríos Matachel y Guadiana.	3.073

El canal puede conducir en su primer tramo un caudal máximo de 27 m³/s y siendo la pendiente general próxima a 0,0002. La sección es revestida de hormigón en masa, de tipo semicircular variando sus dimensiones y por tanto los caudales circulantes a lo largo de las 7 secciones que componen su trazado de 95 kilómetros.

El primer tramo de canal, cuenta con tres balsas de regulación situadas en los puntos kilométricos

22+340, 25+670 y 26+210 con una superficie en planta de 38, 30 y 21 ha respectivamente, y con dos grupos de compuertas mixtas de sector situadas en los puntos kilométricos 22+570 y 26+410 que regulan: el primero la primera balsa y el segundo grupo las otras dos.

El segundo tramo o de riego cuenta con otras tres balsas de regulación en los P. K. 67+860, 74+390 y 90+687 con una superficie en planta de 12,19 y 9 ha respectivamente. Asociadas a estas balsas, para regulación de las mismas, existen tres grupos de compuertas mixtas de sector situadas en los P.K. 67+992, 74+480 y 91+438. En este tramo existen además otros grupos de compuertas motorizadas de sector que situados en los P.K. 31+516, 38+031, 48+524, 58+445 y 63+081 están asociados a estaciones elevadoras de los sectores de riego.

Toda la zona regable será afectada por las obras de modernización del sistema de telecontrol de este proyecto.

La comunidad de regantes, mediante convenios con SEIASA (Plan Nacional de Regadíos), Fase I del PRTR y decretos y órdenes de modernización de la Junta de Extremadura, ha ido implementando mejoras para la modernización de las infraestructuras de regadío.

La distribución de cultivos actual es la siguiente:

Tabla 2. Cultivos actuales (% respecto a superficie)

CULTIVO	% Ocupación
OTROS	21,3%
ALMENDROS	1,0%
GIRASOL	1,6%
HIGUERAS	1,9%
VIÑAS	2,3%
ARROZ	2,9%
BARBECHO	3,3%
CEREALES	4,1%
FRUTALES	5,3%
OLIVAR	14,2%
TOMATES	19,4%
MAIZ	22,7%
Total general	100,0%

Conforme figura en la Concesión de Aguas a la comunidad de regantes riega 20.681 ha y le corresponde al año un volumen de 155.108.533 m³. La Comunidad de Regantes Canal del Zújar posee una concesión de aguas con las siguientes características:

CARACTERÍSTICAS DEL USO

USO AL QUE SE DESTINA EL AGUA: Riego

SISTEMA DE RIEGO: Aspersión

SUPERFICIE REGABLE (ha): 20.681

LOCALIZACIÓN DEL USO:

TOPÓNIMO: Z.O.R. Canal del Zújar

SUPERFICIE REGABLE: Sectores I, II, III, IV, V, VII, VIII, IX y X

TÉRMINOS MUNICIPALES: Villanueva de la Serena, Don Benito, Medellín, Mengabril, Valdetorres, Guareña, Villagonzalo, La Zarza, Oliva de Mérida y Alange.

PROVINCIA: Badajoz

CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS DEL USO: Riego para los sectores I, II, III, IV, V, VII, VIII, IX y X. (Detallado en Anejo 1 plano y tabla de superficie)

DOTACIÓN (m³/ha/año): 6.000 en la parcela (pueden derivarse hasta 7.500 para paliar las pérdidas durante la distribución)

VOLÚMEN MÁXIMO ANUAL (m³): 155.108.533

CAUDAL MÁXIMO INSTANTÁNEO (l/s): 12.409

Figura 2. Características expediente concesional

Toda la gestión del agua y mantenimiento de las instalaciones es realizada por la propia Comunidad de Regantes.

Al ser una zona totalmente presurizada y con alturas de bombeo importantes, el consumo energético es muy elevado, lo cual unido al coste de la energía actual, es totalmente necesario controlar el agua servida en las parcelas de los regantes.

La Comunidad de Regantes del Canal del Zújar dispone de una instalación con un sistema de telecontrol que se inició en agosto del 2006 y fue puesta en funcionamiento en 2009.

Está compuesto por un total de 6583 remotas instaladas en 8.871 hidrantes y repartidas en una superficie de 20.681 ha.

Debido a la antigüedad del sistema de Telecontrol existente van aumentando de forma progresiva el número de averías en el mismo, dado que ha superado su vida útil y al tratarse de elementos electrónicos que se encuentran a la intemperie, las placas base, de comunicaciones, de alimentación y la envolvente, se van deteriorando y dejan de comunicar con los inconvenientes que plantean.

Muchos de los hidrantes (válvulas hidráulicas con contador integrado) que abastecen a las parcelas han superado los 10 años de vida útil, por lo que se producen muchas averías, principalmente de relojerías que dejan de contar, con lo que van aumentando los costes de mantenimiento, además que desde el momento que hay que cambiar los mecanismos quedan fuera de norma.

Por otra parte, los contadores instalados por causa de mal funcionamiento están generando subcontaje, es decir tienen un contaje inferior al real, pero lógicamente este subcontaje no es proporcional, sino que dado el número de m³ contabilizados en unos es mayor que en otros.

Por otra parte, hay que considerar que a medida que pasa el tiempo de uso, cada vez se alejan más de la normativa, cuestiones estas que derivan en la menor fiabilidad de los contadores, ya que la vida actual de las mismas se sitúa en un porcentaje muy elevado entre los 15 y 16 años, otros se sitúan en los 12 a 14 años que es donde se encuentran la mayoría.

Por tanto, es fundamental para hacer viable el regadío desde el punto de vista económico y medioambiental la digitalización de la zona regable para optimizar el uso de energía y agua.

5 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS Y SOLUCIÓN ADOPTADA

5.1 DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS

Básicamente se han planteado tres alternativas:

Alternativa 0.-

La **Alternativa 0** contempla la no realización del proyecto, manteniendo las infraestructuras en su estado actual en cuanto a eficiencia hídrica e implantación de nuevas tecnologías se refiere.

Actualmente, los contadores instalados en la zona regable de la Comunidad de Regantes del Canal del Zújar han superado los 10 años de vida útil, lo que provoca averías continuadas y, por tanto, un coste de mantenimiento cada vez mayor.

Así mismo, se ha detectado que algunos de los contadores instalados por causa de mal funcionamiento están generando un subcontaje, es decir, presentan un contaje que puede ser, según el caso, inferior o superior al real, lo que conlleva a errores en la contabilización total de los metros cúbicos de agua empleados.

Por otra parte, hay que considerar la antigüedad en la que se encuentra el sistema de Telecontrol. En los últimos años, el número de averías ha aumentado de forma considerable en este sistema, dado que, al tratarse de elementos electrónicos que se encuentran a la intemperie y, además, haber superado su vida útil, las placas de comunicaciones y la placa de alimentación se han ido deteriorando. El sistema presenta un estado muy deteriorado, requiriendo la sustitución urgente de diversos elementos como son la placa base, la placa de alimentación, la placa de comunicaciones y la envolvente.

La intención del presente proyecto es sustituir el sistema de Telecontrol por uno más actualizado y moderno que garantice una mayor durabilidad y permita proteger el sistema ante las inclemencias climáticas y las propias del medio natural.

La importancia de contar con un sistema de Telecontrol adecuado y funcional recae principalmente en los siguientes aspectos:

- Control riguroso de las dotaciones asignadas para el riego de los cultivos.
- Programación y manejo de apertura y cierre a distancia por parte de los distintos usuarios.
- Facturación de cada m³ en el momento en el que se consume, aplicando los 6 periodos del P1 al P6.

En esta opción (Alternativa 0), se mantendrían los contadores antiguos y el sistema de telecontrol en su estado actual, lo que implicaría continuar con los problemas de averías frecuentes, el aumento de costes de mantenimiento y los errores en la contabilización del consumo de agua.

Esta situación se ha convertido en insostenible desde el punto de vista de la operabilidad y la sostenibilidad. Por tanto, es necesario acometer actuaciones que optimicen el uso eficiente del agua para regadío y la digitalización.

Alternativa 1.-

La **Alternativa 1** plantea el reemplazo de las válvulas hidráulicas contador que presenten mayor antigüedad y nivel de deterioro por contadores nuevos, más precisos y que cumplan con la normativa vigente.

Se instalarían nuevos contadores en todos los puntos de medición del agua dentro del sistema de regadío que así lo requieran. Esta opción implicaría un costo inicial para la adquisición e instalación de los nuevos contadores, pero a largo plazo, podría mejorar la precisión de la medición del consumo de agua y asegurar el cumplimiento de la normativa.

Además, se sustituirá el sistema de telecontrol existente por uno nuevo basado en comunicaciones vía radio.

Este sistema permitiría el monitoreo y control remoto de todos los aspectos relacionados con el riego, incluyendo la medición precisa del consumo de agua, el control de las válvulas de riego y el ajuste de la programación en función de las necesidades de las parcelas, entre otros.

Esta opción requeriría una inversión más significativa en infraestructura, equipos y software, pero proporcionaría un control más eficiente y preciso del riego, optimizando el consumo de agua y mejorando la productividad.

Alternativa 2.-

La **Alternativa 2** plantea el reemplazo de las válvulas hidráulicas contador que presenten mayor antigüedad y nivel de deterioro por contadores nuevos, más precisos y que cumplan con la normativa vigente.

Se instalarían nuevos contadores en todos los puntos de medición del agua dentro del sistema de riego que así lo requieran. Esta opción implicaría un costo inicial para la adquisición e instalación de los nuevos contadores, pero a largo plazo, podría mejorar la precisión de la medición del consumo de agua y asegurar el cumplimiento de la normativa.

Además, se sustituirá el sistema de telecontrol existente por uno nuevo basado en comunicaciones vía telefonía móvil de última generación (NB-IoT).

Este sistema permitiría el monitoreo y control remoto de todos los aspectos relacionados con el riego en tiempo real incluyendo la medición precisa del consumo de agua, el control de las válvulas de riego y el ajuste de la programación en función de las necesidades de las parcelas, entre otros.

Esta opción requeriría una inversión más significativa en infraestructura, equipos y software, pero proporcionaría un control más eficiente y preciso del riego, optimizando el consumo de agua y mejorando la productividad.

5.2 EXAMEN MULTICRITERIO DE LAS ALTERNATIVAS

Para poder seleccionar la alternativa a desarrollar en el Proyecto, se realiza un análisis multicriterio de las tres alternativas en estudio. Se exponen a continuación las ventajas y desventajas de cada alternativa.

Alternativa 0

Ventajas:

- No requiere de inversión.
- No existirán los impactos potenciales de las infraestructuras proyectadas.

Desventajas:

- Los problemas de averías frecuentes y errores en la contabilización del agua persistirán.
- Los costos de mantenimiento seguirán aumentando con el tiempo.
- Los errores en la medición del consumo de agua pueden afectar la gestión eficiente del riego y los costos asociados.
- No se mejorará la durabilidad y protección del sistema de telecontrol.
- El incumplimiento de la normativa podría tener consecuencias legales.

Alternativa 1

Ventajas:

- Posibilidad de integrar tecnologías más modernas y actualizadas para la digitalización
- Mayor durabilidad y protección de las válvulas hidráulicas contador y del sistema de Telecontrol.
- Reducción de errores en la contabilización del agua empleada.
- Cumplimiento con la normativa vigente.
- Mejora en la eficiencia de la gestión del riego.
- Modernización integral del sistema de telecontrol existente.
- Reducción del número de averías y costes de mantenimiento.
- Posibilidad de incorporar características de materiales más actualizados y resistentes a las condiciones ambientales.
- Programación y manejo de apertura y cierre a distancia por parte de los distintos usuarios.
- Facturación de cada m³ en el momento en el que se consume, aplicando los 6 periodos del P1 al P6.

Desventajas:

- Requiere una inversión significativa en infraestructura, equipos y software, además de las válvulas hidráulicas.
- El sistema de comunicaciones vía radio para una superficie tan extensa necesita de muchas unidades concentradoras dispersas por la zona regable que den cobertura a las unidades remotas que se instalen en los hidrantes. Normalmente cada 200 remotas es necesario una concentradora.
- El mantenimiento del sistema de comunicaciones será responsabilidad de la comunidad de regantes.
- Requiere un mantenimiento adecuado y actualizaciones periódicas del sistema.

Alternativa 2

Ventajas:

- Posibilidad de integrar tecnologías más modernas y actualizadas.
- Mayor durabilidad y protección de las válvulas hidráulicas contador y del sistema de Telecontrol.
- Reducción de errores en la contabilización del agua empleada.
- Cumplimiento con la normativa vigente.
- Mejora en la eficiencia de la gestión del regadío.
- Modernización integral del sistema de telecontrol existente.
- Reducción del número de averías y costes de mantenimiento.
- Posibilidad de incorporar características más actualizadas y resistentes a las condiciones ambientales.
- Programación y manejo de apertura y cierre a distancia por parte de los distintos usuarios.
- Facturación de cada m³ en el momento en el que se consume, aplicando los 6 periodos del P1 al P6.
- El sistema de comunicaciones vía telefonía móvil no necesita de ninguna red de comunicaciones nueva ya que en la actualidad el sistema existente comunica vía GPRS, teniendo cobertura plena en la zona regable.
- El mantenimiento del sistema de comunicaciones no será responsabilidad de la comunidad de regantes.

Desventajas:

- Requiere una inversión significativa en infraestructura, equipos y software, además de las válvulas hidráulicas.
- Puede implicar un proceso de adaptación y capacitación para los usuarios del sistema.
- Requiere un mantenimiento adecuado y actualizaciones periódicas del sistema.

5.3 JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

Atendiendo a las diferentes alternativas estudiadas, se considera que la Alternativa 2, consistente en el reemplazo de las válvulas hidráulicas contador que así lo requieran y del actual sistema de telecontrol por un nuevo sistema con comunicación vía telefonía móvil, es la más viable para la zona regable.

La solución del sistema de telecontrol con comunicación vía telefonía móvil es más económica que la solución mediante comunicación radio, ya que el coste de las aproximadamente 6.600 remotas a sustituir es muy similar, pero al sistema vía radio hay que añadirle el coste de las

unidades concentradoras. Para una superficie tan amplia como la zona regable del Zújar, el incremento podría ser de unos 150.000 €.

Además, existe un impacto visual y ambiental importante en las comunicaciones vía radio como es la necesidad de instalar antenas tanto en las remotas como en las concentradoras, no siendo estas necesarias en la solución vía móvil.

Se trata de la alternativa que proporciona una solución actual a la problemática de la Comunidad de Regantes Canal del Zújar, solucionando los errores en la contabilización del caudal de agua y mejorando la eficiencia y el control del regadío en su conjunto, siendo, por tanto, la solución que mayor eficiencia hídrica consigue con una inversión menor.

La implementación de un sistema de telecontrol integral permite monitorear y controlar remotamente todo el sistema de riego. Esto brinda la capacidad de programar y ajustar el riego de manera precisa, según las necesidades de las plantas y las condiciones climáticas. Así se puede optimizar el uso del agua, reducir los costes asociados y maximizar la productividad agrícola.

Al integrar el sistema de telecontrol, se obtienen beneficios adicionales como la detección temprana de averías, la automatización de tareas, la generación de informes y la capacidad de realizar ajustes en tiempo real. Estas características mejoran la eficiencia operativa y la toma de decisiones relacionadas con el riego.

La combinación del nuevo sistema de Telecontrol con las nuevas válvulas hidráulicas puede aprovechar las sinergias entre ellas. Por ejemplo, al reemplazar los contadores antiguos por nuevos contadores compatibles con el sistema de telecontrol, se asegura una integración más fluida y una comunicación precisa entre los componentes del sistema.

Si bien esta alternativa puede requerir una inversión inicial más significativa, los beneficios a largo plazo, como la reducción de costes de mantenimiento, el ahorro de agua y la mejora de la productividad, compensan la inversión inicial.

5.4 DESARROLLO DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA

Una vez que se ha elegido una alternativa, se ha procedido a estudiar en detalle cada una de las opciones que se pueden contemplar para el diseño de los elementos principales del proyecto. Comprenderán las siguientes actuaciones:

1. Sustitución de todo el sistema de telecontrol existente por uno completamente nuevo basado en tecnologías de la comunicación de última generación (comunicaciones tipo NB-IoT).
2. Sustitución de las herramientas informáticas de control y gestión del sistema de telecontrol.
3. Sustitución de los hidrantes que pueden presentar mayor error en la lectura de los consumos de agua.
4. Sustitución de las envolventes de protección del conjunto remota-hidrante.

5.5 COMPARACIÓN DE LA SITUACIÓN DE LA ZONA REGABLE TRAS LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO FRENTE A LA ACTUAL

Con estas alternativas de diseño se conseguirá la digitalización completa de la zona regable que permite implantar una infraestructura digital en las parcelas de regadío, integrado por un sistema de control volumétrico con telecontrol y telemedida en los hidrantes (conectados con los sistemas de información de la comunidad de regantes) y herramientas de gestión y supervisión del riego en cada parcela que habiliten la automatización de los cabezales de riego, ajustando dotaciones de agua y evitando desplazamientos a los regantes para realizar los riegos (ahorro de combustible).

6 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MEDIO FÍSICO

6.1 LOCALIZACIÓN

La Comunidad de Regantes del Canal del Zújar, abarca los términos municipales de Villanueva de la Serena, Don Benito, Medellín, Mengabril, Guareña, Valdetorres, Oliva de Mérida, Villagonzalo, La Zarza y Alange, gestionando actualmente 20.681 hectáreas divididas en 10 sectores de riego presurizado.

Las actuaciones que se contemplan, consistentes en la sustitución del sistema de telecontrol y parte de las válvulas hidráulicas contador, a lo largo de toda la zona regable de la comunidad de regantes, un total de 10 sectores de riego que se distribuyen a lo largo de las vegas del Guadiana en la provincia de Badajoz.

La ubicación de las distintas actuaciones a realizar es la siguiente:

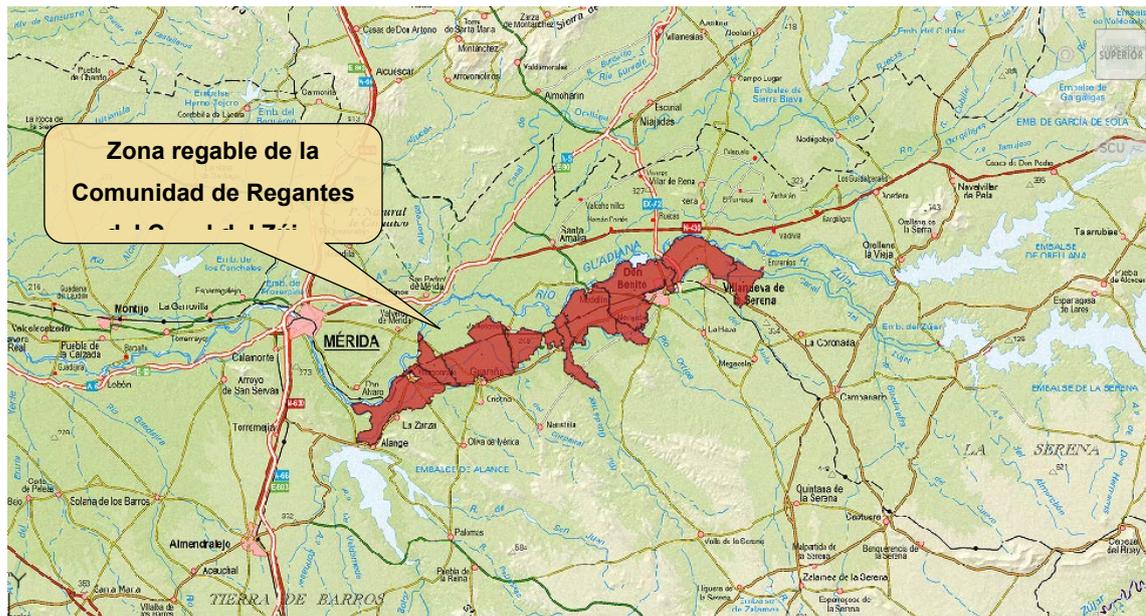


Figura 3. Ubicación del proyecto. Contexto general

Fuente: Mapa de España a escala IGN 1:500.000.

6.2 CLIMATOLOGÍA

A continuación, se muestran, para ambas zonas de estudio, los datos climáticos extraídos de las estaciones meteorológicas más cercanas, en este caso, la estación agrometeorológica cercana a las zonas de estudio, ubicada en el término municipal de Villagonzalo (estación 4 de la provincia de Badajoz).

Por su extensión y topografía, la zona se puede considerar con unas características climáticas uniformes y, por tanto, esta estación climática es por sí sola suficientemente representativa.

La consulta de los datos climáticos se ha realizado para los últimos 10 años completos, es decir para el periodo comprendido entre 2012 y 2021, aportándose una media de los resultados obtenidos del SiAR (Sistema de Información Agroclimática para el Regadío, perteneciente al Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación).

- **Temperatura**

La temperatura media anual es de 16,66 °C, siendo las mínimas invernales de -2,98 °C y las máximas del verano hasta 39,70 °C de media.

- **Precipitación**

La pluviometría es escasa y se produce normalmente entre los periodos de otoño y primavera, aunque con un reparto muy desigual. La media anual se sitúa en 427,22 mm.

- **Humedad**

La Humedad relativa media anual es de 66,65%, siendo los valores máximos, en los meses invernales, de hasta el 100%, y los mínimos en los meses de verano de hasta 11,45%.

- **Insolación y evapotranspiración**

Tanto las máximas de radiación como evapotranspiración se obtienen en los periodos de primavera y verano, alcanzándose una radiación anual de 210,47 MJ/m² y una evapotranspiración anual de 1.225,04 mm.

- **Viento**

Para describir el viento en la zona de estudio se acude al Mapa Ibérico del viento desarrollado por el CENER, seleccionando sobre el visor la ubicación central de la zona de actuación y extrayendo los gráficos de velocidad diaria y la rosa de los vientos predominantes.

En esta región predominan vientos de origen oeste, con casi el 60% del total de las rachas. La velocidad media diaria alcanza en torno a los 3,9 m/s.

6.3 EDAFOLOGÍA Y LITOLOGÍA

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.

Los parámetros clave para caracterizar el suelo son su profundidad efectiva, su densidad aparente y porosidad, su materia orgánica, las sales, su capacidad de intercambio catiónico, en algunos casos su porcentaje de sodio intercambiable u otros limitantes y elementos de toxicidad, su conductividad hidráulica o su capacidad de infiltración y de retención de humedad, y aquellos aspectos que dan resiliencia al agrosistema en regadío.

Hay que tener en cuenta que los proyectos de modernización de regadíos se desarrollan sobre tierras que o bien proceden de regadíos tradicionales o bien de regadíos que ya pasaron en su momento por estudios de evaluación de tierras para su transformación en regadío, respondiendo a clasificaciones aptas para dicha actividad.

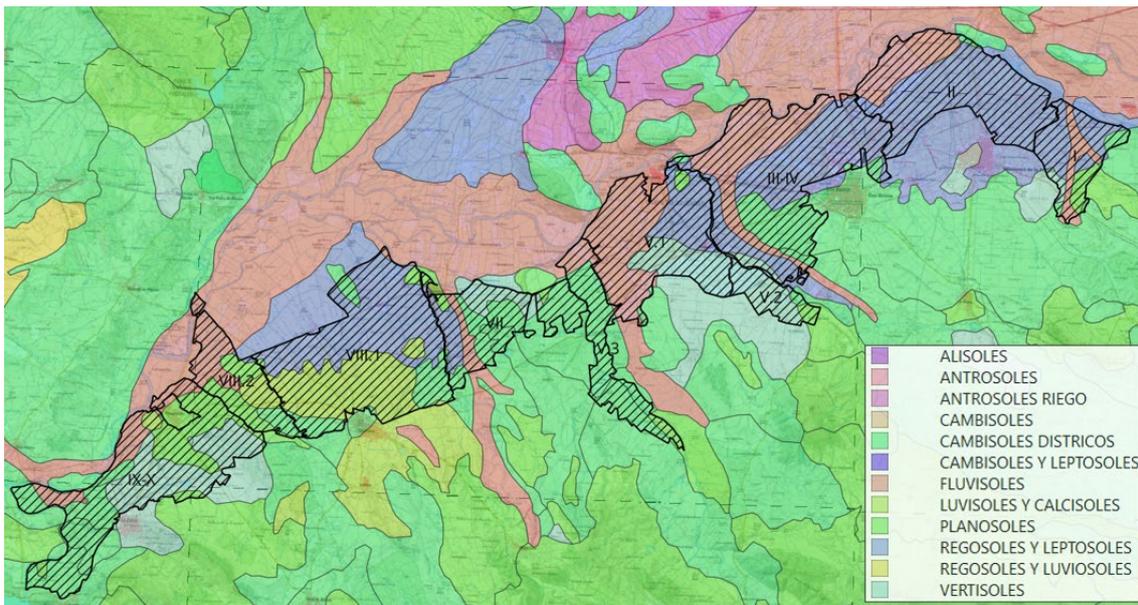


Figura 4. Edafología en la zona objeto de estudio

Fuente: Mapa II-04 Geología: Edafología clasificación FAO. IDE Extremadura.

A continuación, se describe el tipo de suelo predominante en cada uno de los sectores de riego.

SECTORES DE RIEGO I Y II

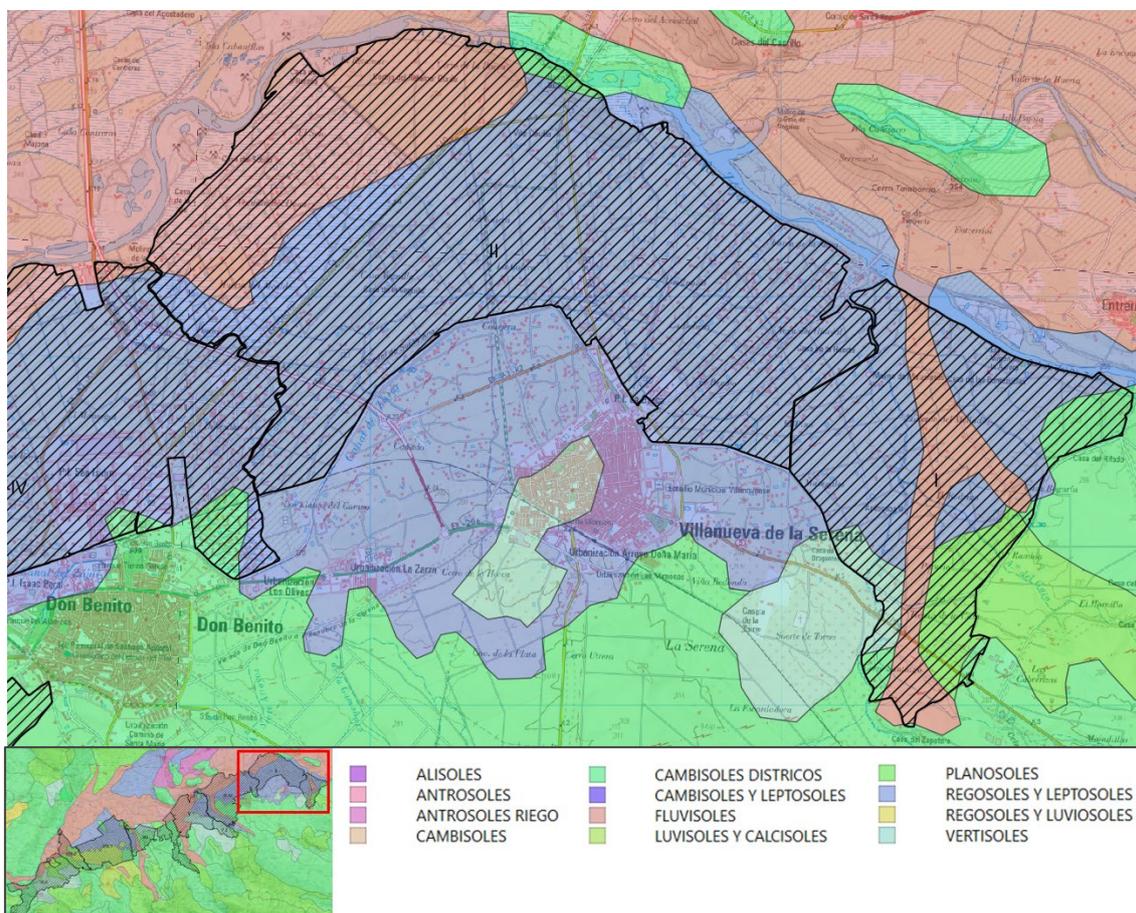


Figura 5. Edafología en los sectores de riego I y II.

Fuente: Mapa II-04 Geología: Edafología clasificación FAO. IDE Extremadura.

Los suelos predominantes en el entorno de los Sectores I y II son el Regosol y el Leptosol, ambos suelos poco desarrollados. Los Regosoles son suelos desarrollados sobre materiales no excesivamente consolidados y que presentan una escasa evolución, fruto generalmente de su reciente formación sobre aportes recientes no aluviales o localizarse en zonas con fuertes procesos erosivos que provocan un continuo rejuvenecimiento de los suelos. Los Leptosoles, por su parte, suelen carecer de horizonte B y limitarse a un espesor de algunos centímetros. Son frágiles y poco aptos para actividades agrarias. En estos sectores también se distinguen Fluvisoles, un tipo de suelo que se forma a partir de la acumulación de sedimentos aluviales, es decir, sedimentos depositados por corrientes de agua, como ríos y arroyos.

SECTOR DE RIEGO III-IV

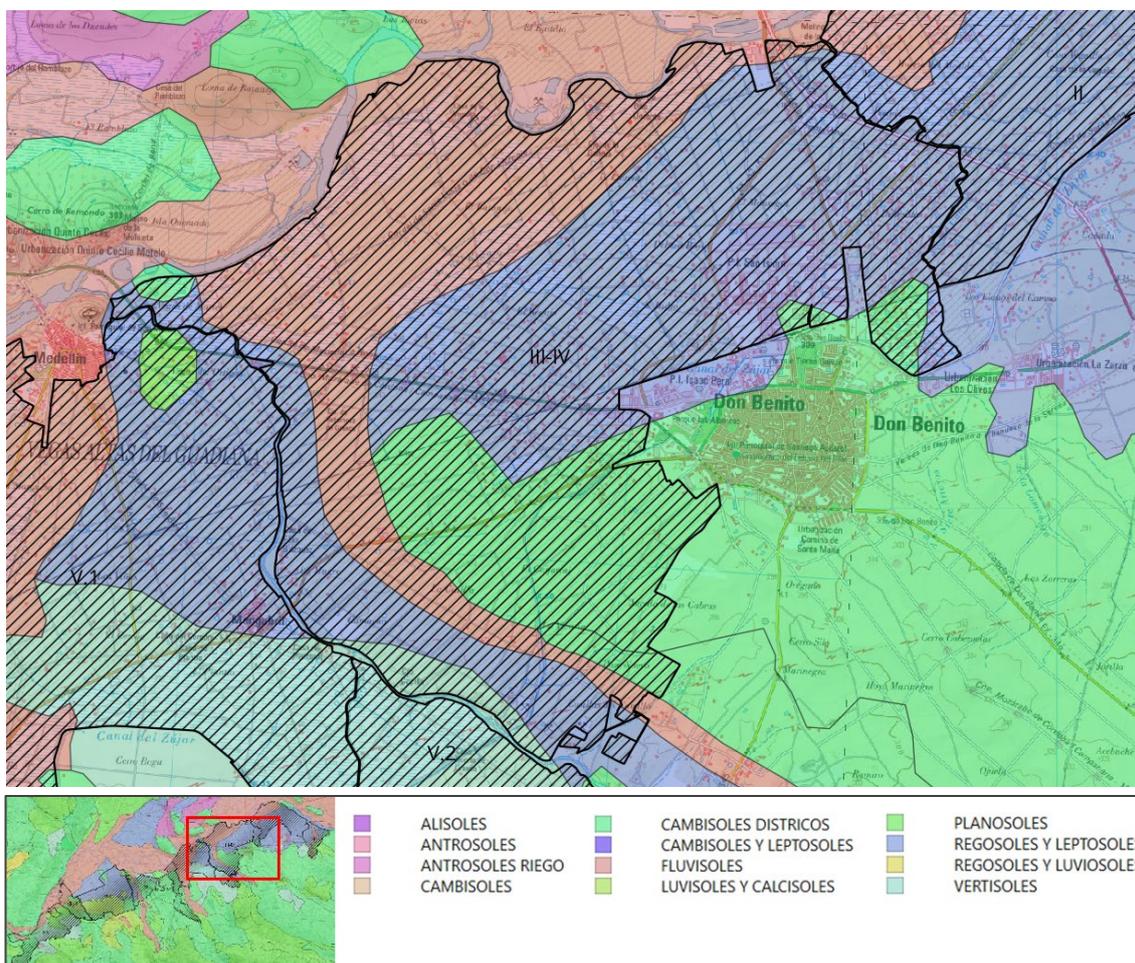


Figura 6. Edafología en el sector de riego III-IV

Fuente: Mapa II-04 Geología: Edafología clasificación FAO. IDE Extremadura.

Al igual que en el caso anterior, los suelos predominantes en el entorno del Sector III-IV son el Regosol y el Leptosol (descritos anteriormente), si bien también se identifican Cambisoles Districos y Fluvisoles.

El Cambisol Distrito, por su parte, es un tipo de suelo que se caracteriza por ser joven y poco desarrollado. Presenta horizontes poco definidos y una textura variable, que puede ir desde arcillosa hasta arenosa, dependiendo de los materiales del sustrato geológico subyacente. Son suelos muy sensibles a la erosión, con baja fertilidad natural y moderada capacidad de retención de agua.

En cuanto a los Fluvisoles, éstos son un tipo de suelo que se forma a partir de la acumulación de sedimentos aluviales, es decir, sedimentos depositados por corrientes de agua, como ríos y arroyos. La textura del suelo Fluvisol puede variar desde arcillosa hasta arenosa, dependiendo de la naturaleza de los sedimentos que lo componen. Suelen ser suelos muy fértiles y productivos

y presentan una buena capacidad para la retención de agua.

SECTORES DE RIEGO V.1 Y V.2

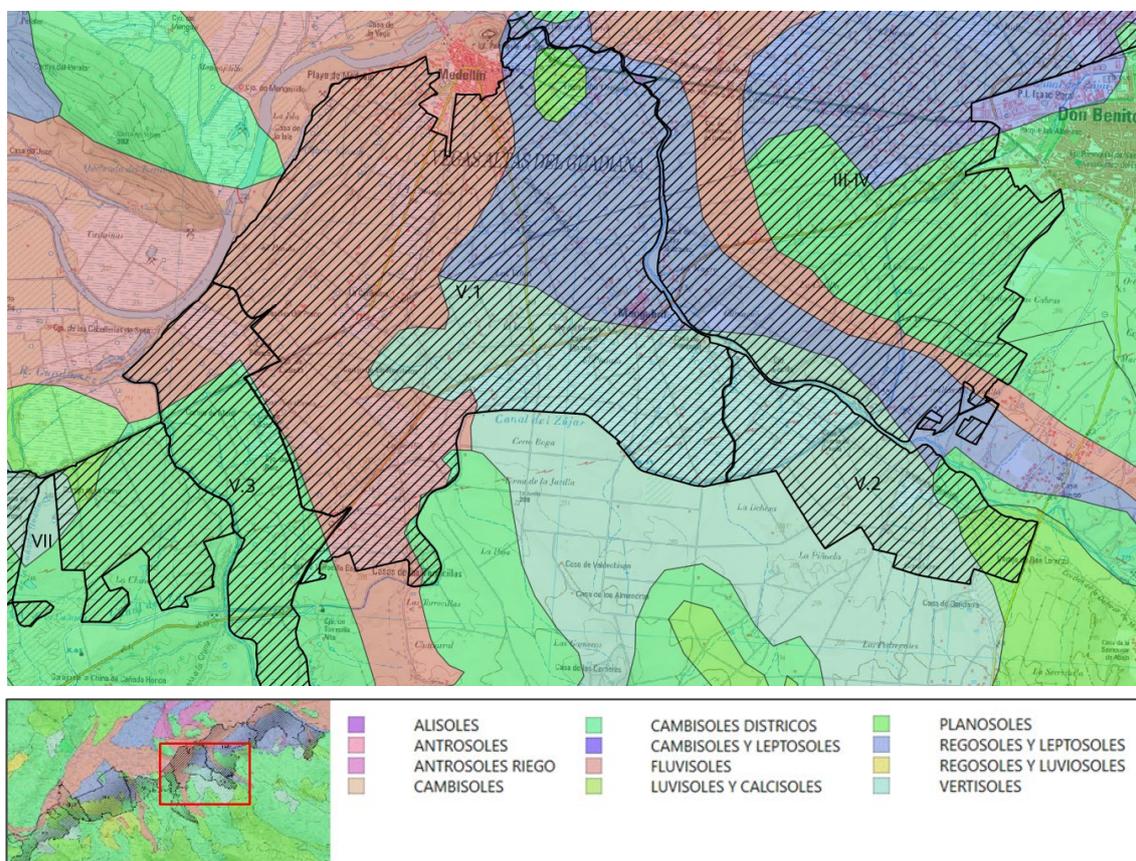


Figura 7. Edafología en los sectores de riego V.1 y V.2

Fuente: Mapa II-04 Geología: Edafología clasificación FAO. IDE Extremadura.

Los suelos que predominan en los Sectores V.1 y V.2 son tres:

- Regosoles y Leptosoles (descritos anteriormente)
- Fluvisoles (descritos anteriormente)
- Vertisoles

Los Vertisoles son suelos que presentan como principal característica una escasa diferenciación de sus horizontes, debido a movimientos internos de materiales y a la formación de grandes grietas en los períodos estivales, que tienen su origen en un alto contenido en arcillas expansivas. Se desarrollan en relieves planos o ligeramente inclinados y sobre materiales margosos o margocalizos terciarios.

SECTORES DE RIEGO V.3 Y VII

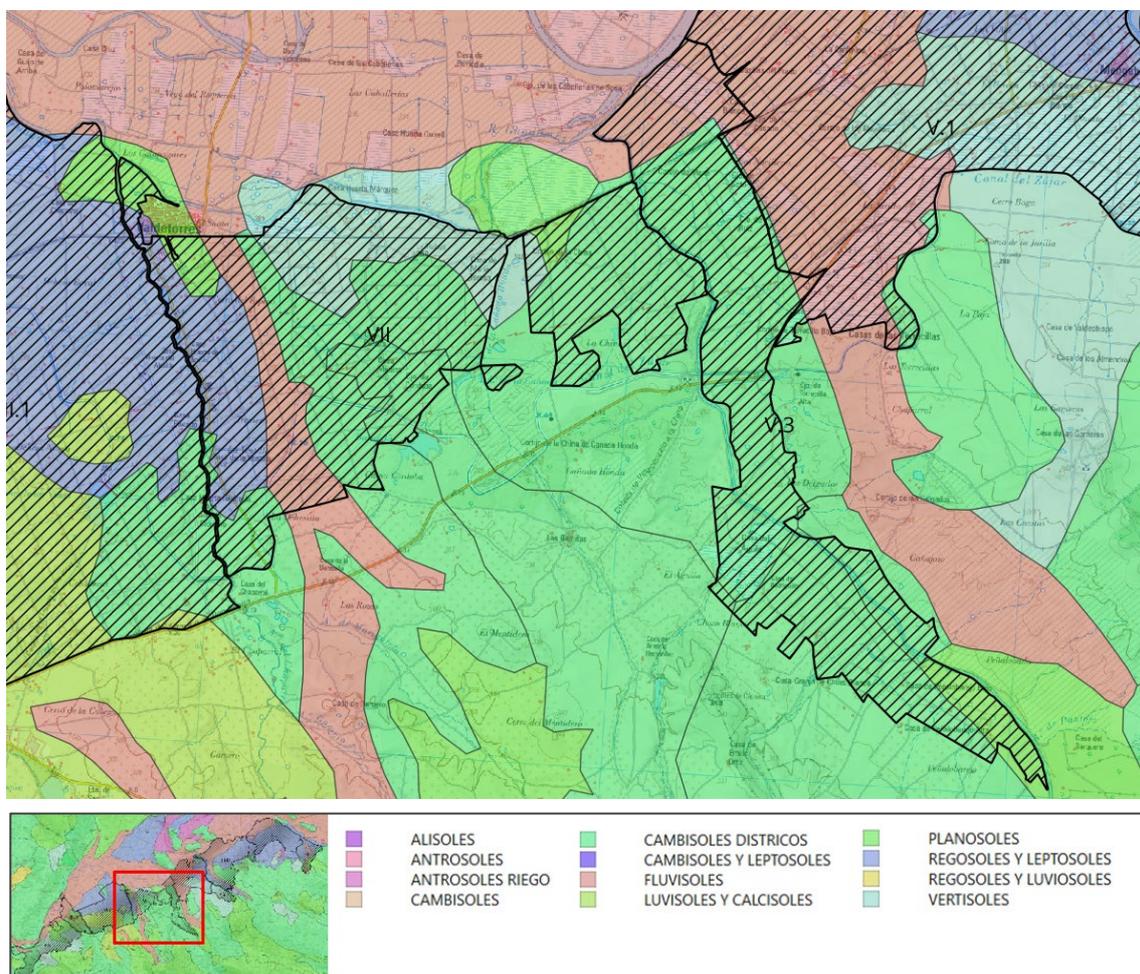


Figura 8. Edafología en los sectores de riego V.3 y VII

Fuente: Mapa II-04 Geología: Edafología clasificación FAO. IDE Extremadura.

Los suelos que predominan en los Sectores V.3 y VII son principalmente los Cambisoles Dísticos (descritos anteriormente), si bien también se observa la presencia de Vertisoles, Planosoles y Fluvisoles.

Los Planosoles son un tipo de suelo que se caracteriza por tener un horizonte superficial oscuro y grueso que suele estar formado por materia orgánica y un horizonte subsuperficial endurecido y denso que impide el movimiento de agua y aire. Presentan una escasa capacidad de drenaje, debido a la falta de permeabilidad del horizonte subsuperficial y una estructura masiva, lo que implica que son suelos compactos y difíciles de penetrar por las raíces de las plantas.

SECTOR DE RIEGO VIII.1 Y VIII.2

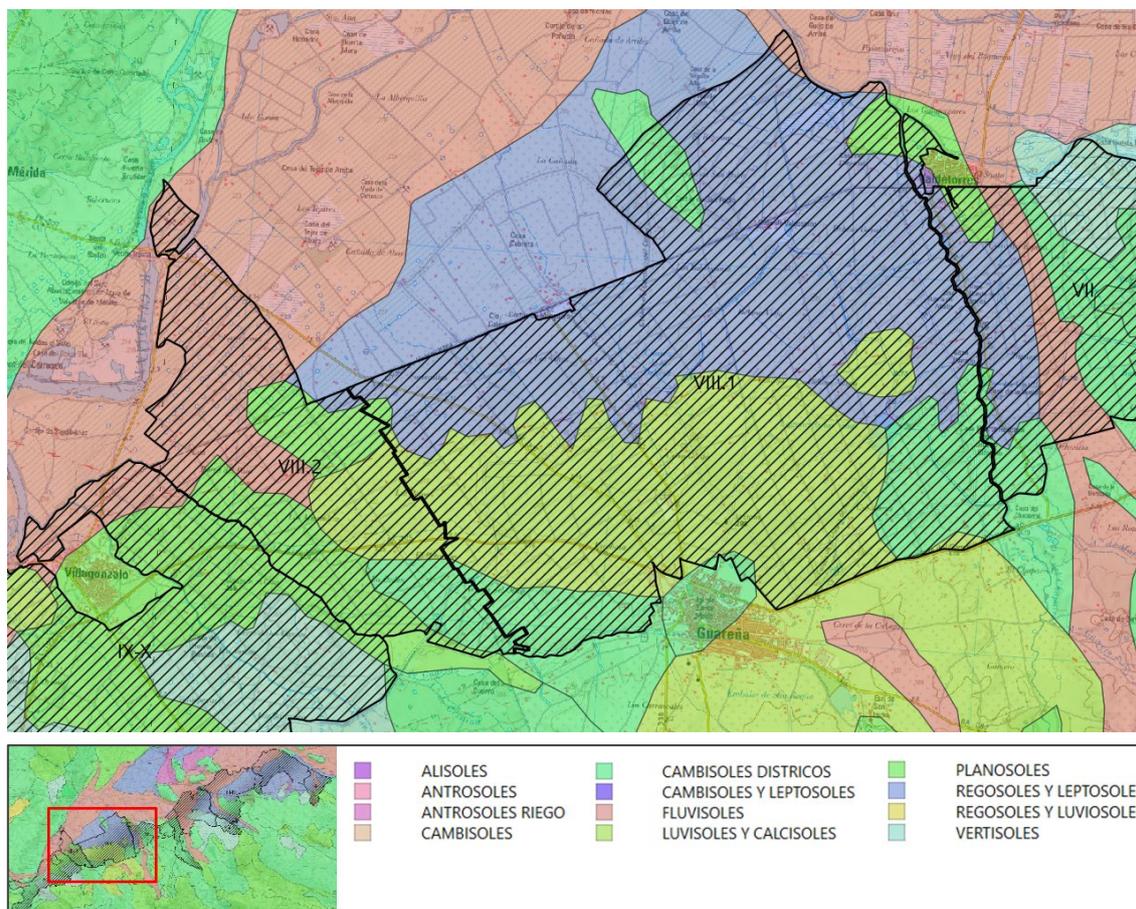


Figura 9. Edafología en los sectores de riego VIII.1 y VIII.2

Fuente: Mapa II-04 Geología: Edafología clasificación FAO. IDE Extremadura.

Los suelos predominantes en el entorno del Sectores VIII.1 son el Regosol y el Leptosol, ambos descritos anteriormente. También se distinguen en este sector Luvisoles y Calcisoles y Cambisoles Districos.

Los Calcisoles, por su parte, son un tipo de suelo que se caracteriza por tener una acumulación de carbonato de calcio en su horizonte superficial.

En cuanto al Sector VIII.2, los suelos predominantes son el Fluvisol y el Planosol.

SECTOR DE RIEGO IX – X

El suelo predominante en el entorno de la actuación del Sector IX-X es el Vertisol. Son suelos que presentan como principal característica una escasa diferenciación de sus horizontes, debido a movimientos internos de materiales y a la formación de grandes grietas en los periodos estivales, que tienen su origen en un alto contenido en arcillas expansivas. Se desarrollan en

relieves planos o ligeramente inclinados y sobre materiales margosos o margocalizos terciarios. Otros suelos presentes en esta zona son el Cambisol y el Fluvisol.

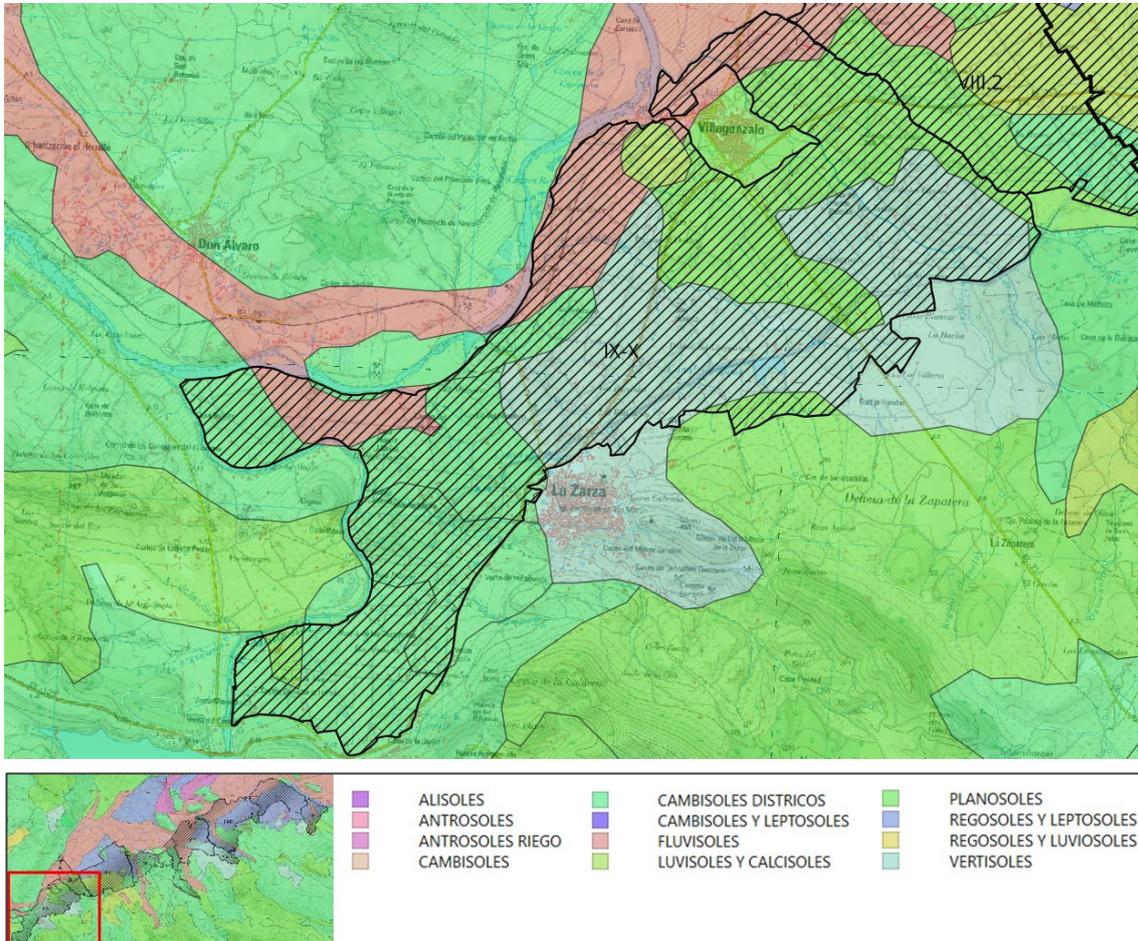


Figura 10. Edafología en el sector de riego IX-X

Fuente: Mapa II-04 Geología: Edafología clasificación FAO. IDE Extremadura.

Los datos edafológicos aportados proceden del Soil Atlas of European Soil Bureau Network, 1990.

La litología de la zona se corresponde con formaciones sedimentarias (arenas, arcillas y gravas), sedimentarias-metamórficas (pizarras, areniscas y cuarcitas) y rocas ígneas (granitos y rocas básicas).

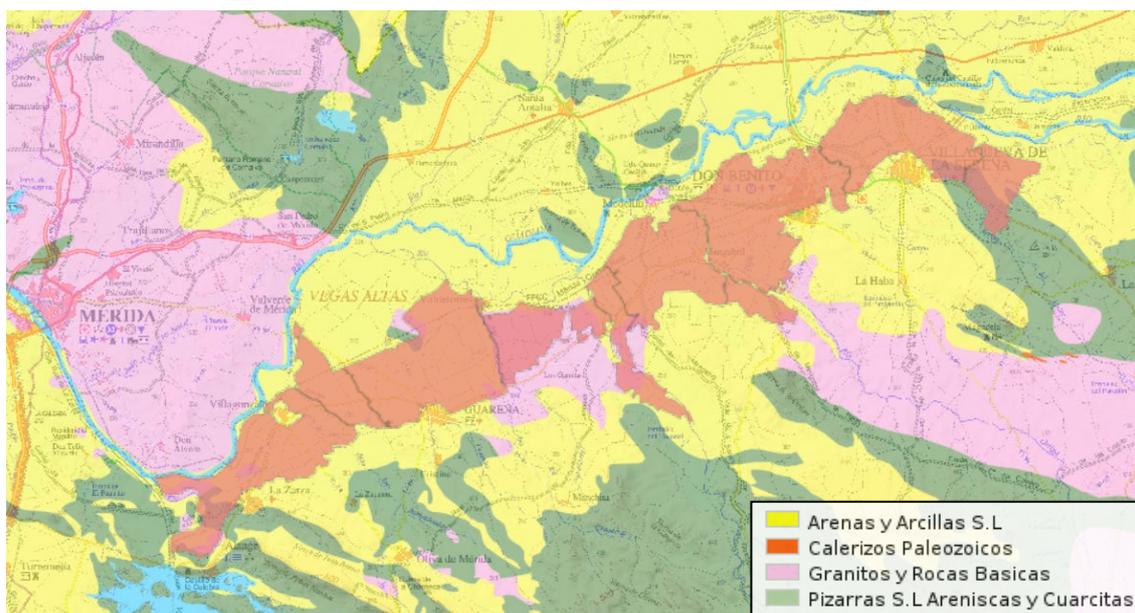


Figura 11. Mapa II-04 Geología: Litología

Fuente: IDE Extremadura.

6.4 HIDROLOGÍA

6.4.1 Aguas superficiales

Por lo que se refiere a las masas de agua superficiales, el curso de agua más influyente y que marca la evolución y el desarrollo de la hidrología de la zona es el río Guadiana. Este curso se caracteriza por un comportamiento singular al no tener montañas en su cabecera e infiltración de los aportes hídricos en las llanuras de La Mancha. Recorre la provincia de Badajoz de Este a Oeste y únicamente cuando llega a la frontera con Portugal se desvía su trayectoria y se dirige al Suroeste.

Otros cursos importantes son el Río Búrdalo (límite natural del término municipal de Guareña por la zona noreste) y Río Guadamez, que actúa también como límite natural del término por su parte oriental.

Además de la red hidrográfica más importante, por la zona de estudio discurren otros arroyos y regatos, que vierten sus aguas a los cursos arriba indicados y que poseen un caudal muy irregular, sufriendo estiaje durante los meses de verano (arroyo de Guareña, arroyo de la Roza del Agüiza, arroyo de Cristina, arroyo de San Juan, arroyo Cabezuelas, Quebrada de San Julián, como más cercanos).

Por último, hay que destacar la presencia del Canal del Zújar, perteneciente a la red de infraestructuras de riego del Plan Badajoz (II Fase). Este canal se encuentra abastecido por la

Presa del Zújar, construida en 1964 dentro de las actuaciones del citado Plan Badajoz.

6.4.2 Aguas subterráneas

La zona afectada por el proyecto, se encuentra en la zona de estudio la Masa ES040MSBT000030597 Vegas Altas. En las siguientes figuras se muestra la ubicación de las masas de agua superficiales y subterráneas más destacables del entorno de la zona de estudio.

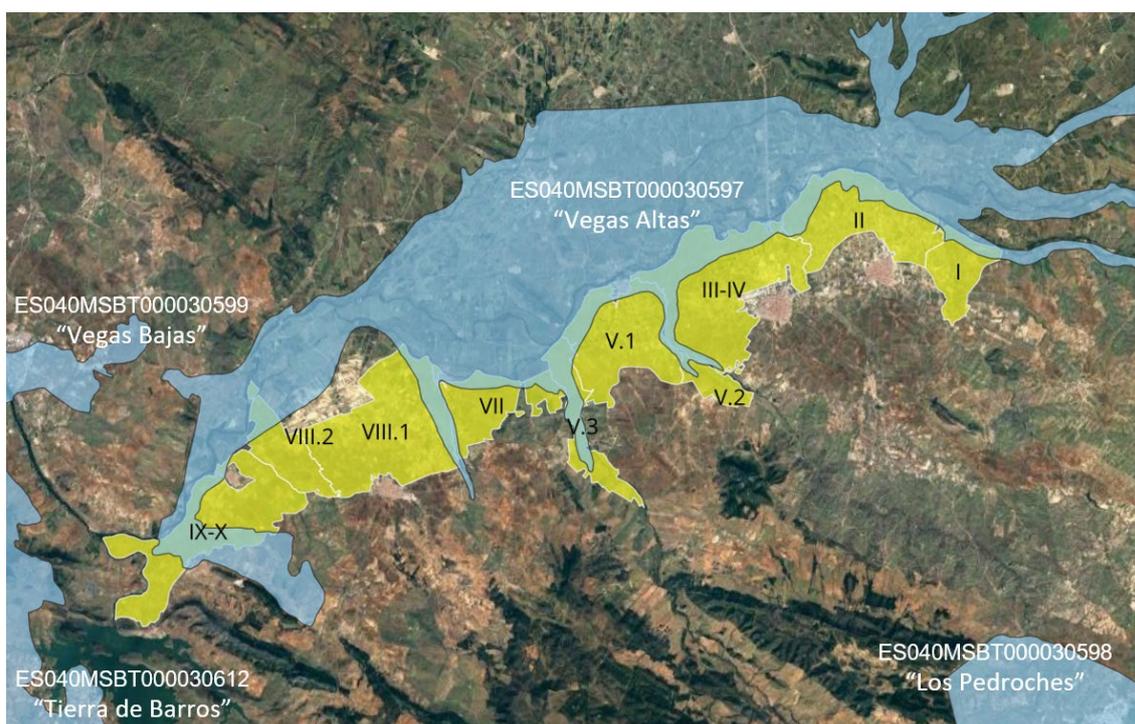


Figura 12. Masas de agua subterránea en el entorno de la zona de estudio.

Fuente: Confederación Hidrográfica del Guadiana.

Es importante destacar el carácter superficial de las actuaciones, consistentes en la sustitución del sistema de Telecontrol y de determinadas válvulas hidráulicas contador por unos nuevos, por lo que el posible impacto de éstas sobre la masa de agua subterránea es muy reducido. Es por esto por lo que se considera que este impacto será no significativo.

6.5 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

Los datos de geológicos proceden del Sistema de Información Geológico-Minero de Extremadura (SIGEO) y del Mapa Geológico de Extremadura (1987).

La zona se encuentra dentro del Macizo Hespérico y más exactamente se sitúa en la zona centro

ibérica de JULIVERT (1974), equivalente a la zona Lusitana Oriental Alcúdica de LOTZE (1956-1960 y 1961). Sus características corresponden con las directrices generales hercínicas, con, al menos, dos fases de deformación, que originan pliegues de dirección, esquistosidad asociada, etc.

Desde el punto de vista lito-estratigráfico, la característica más significativa son los materiales terciario-cuaternarios, con presencia, además, de rocas ígneas.

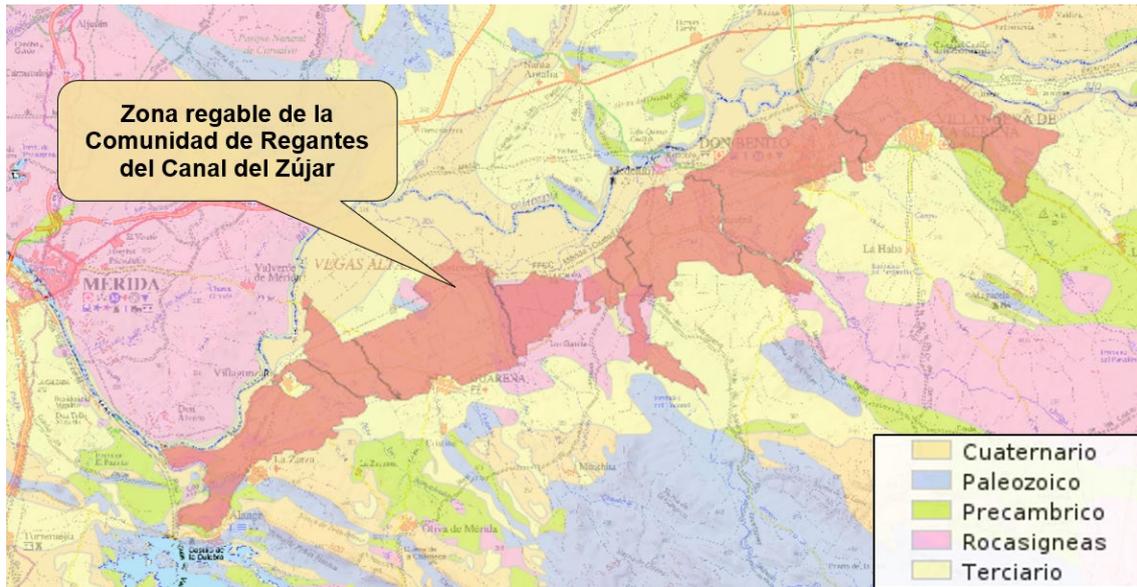


Figura 13. Mapa II-04 Geología: Estratigrafía

Fuente: IDE Extremadura.

Como se puede observar, las distintas actuaciones se encuentran sobre diferentes estratigrafías. En las siguientes figuras se muestran, de forma más detallada, las series estratigráficas en cada uno de los sectores, lo que nos permite conocer la era geológica a la que pertenecen.

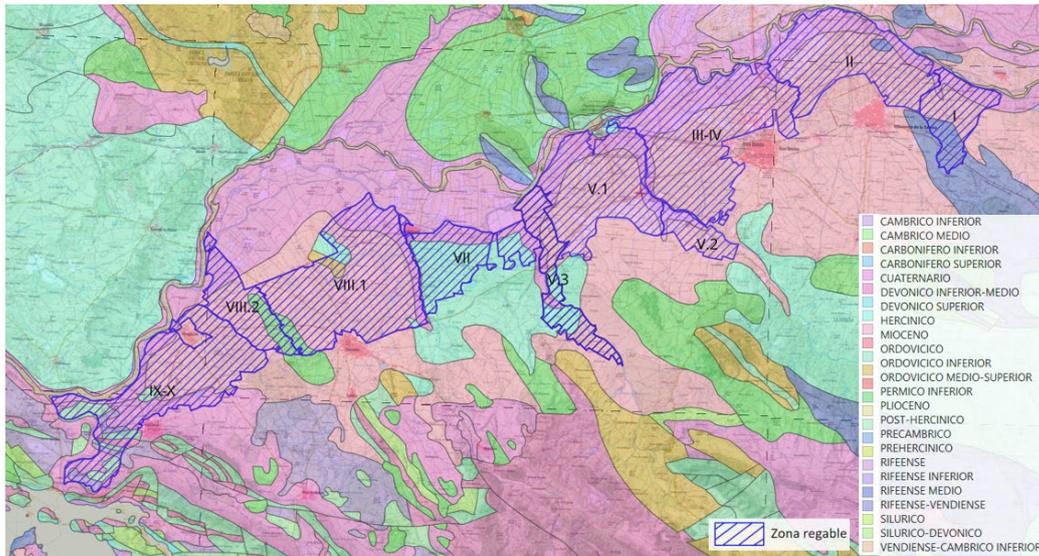


Figura 14. Mapa II-04 Geología (edad geológica)

Fuente: QGIS y Mapa IDE Extremadura.

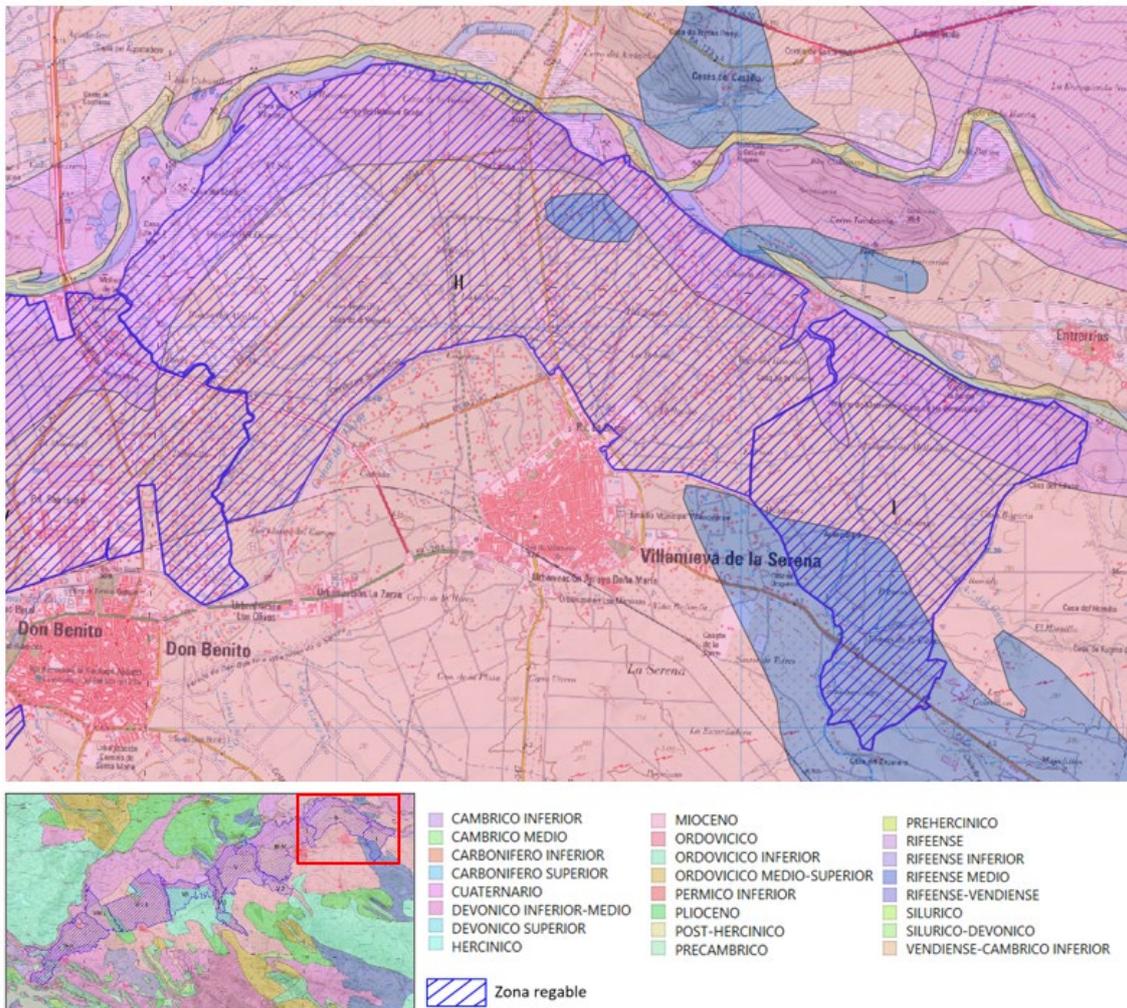


Figura 15. Estratigrafía en los sectores de riego I y II

Fuente: QGIS y Mapa II-04 Geología del IDE Extremadura

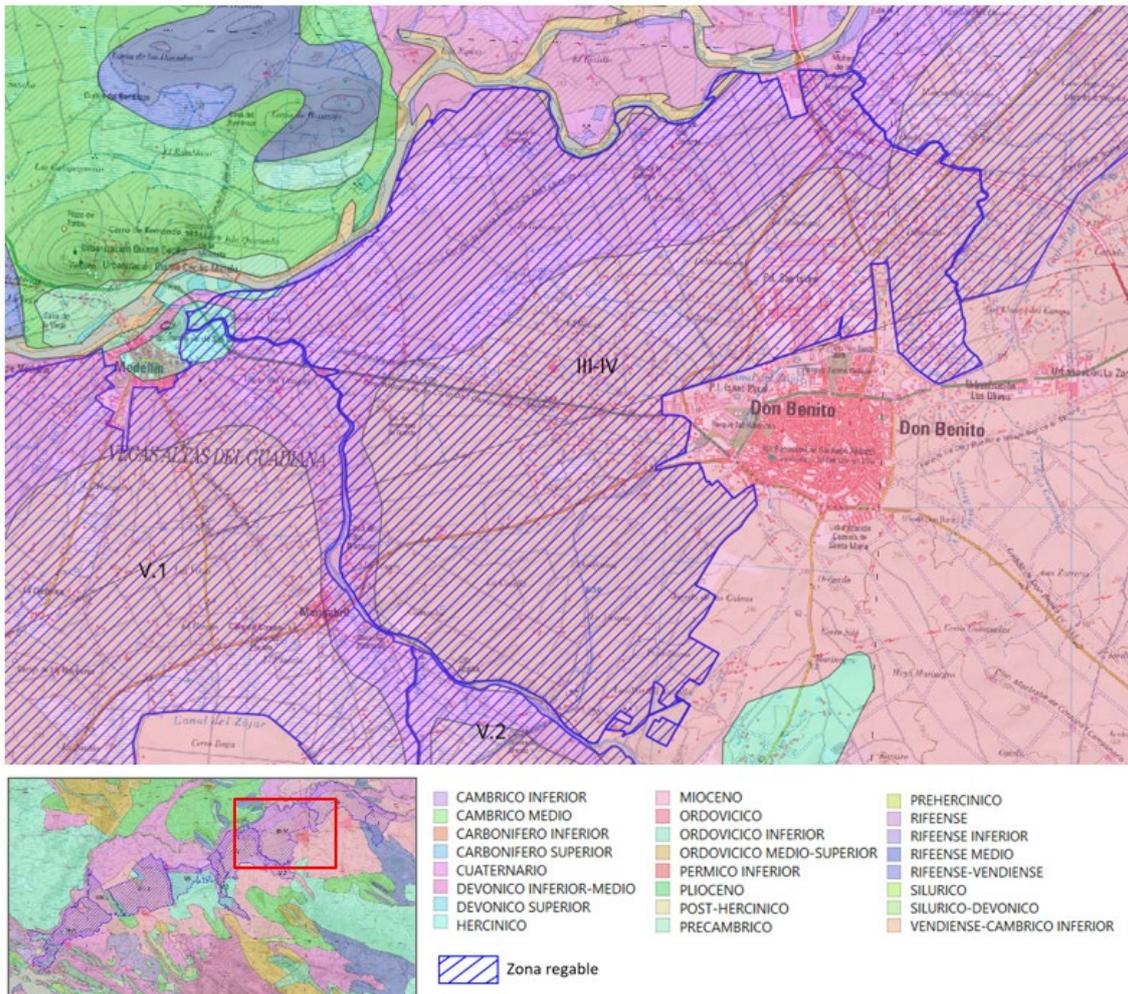


Figura 16. Estratigrafía en el sector de riego III-IV

Fuente: QGIS y Mapa II-04 Geología del IDE Extremadura

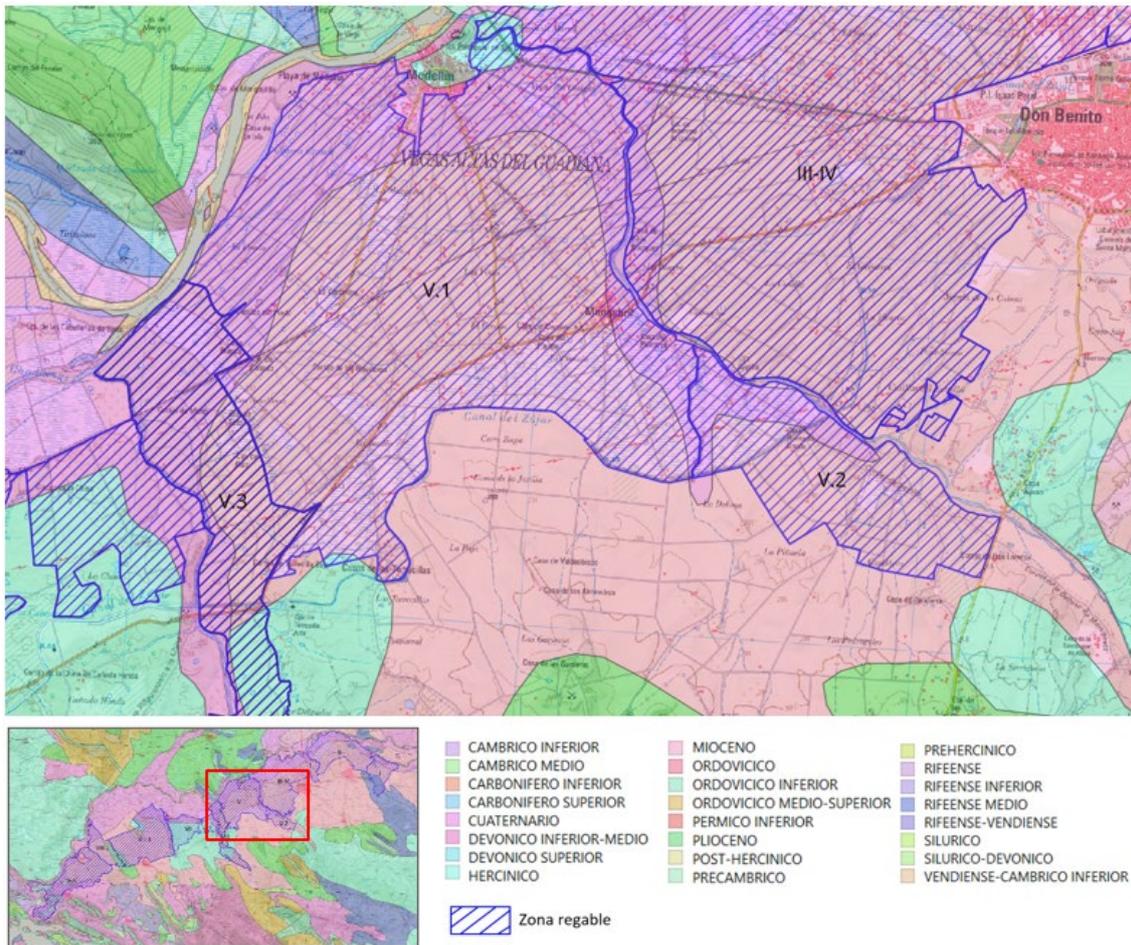


Figura 17. Estratigrafía en los sectores de riego V.1 y V.2

Fuente: QGIS y Mapa II-04 Geología del IDE Extremadura

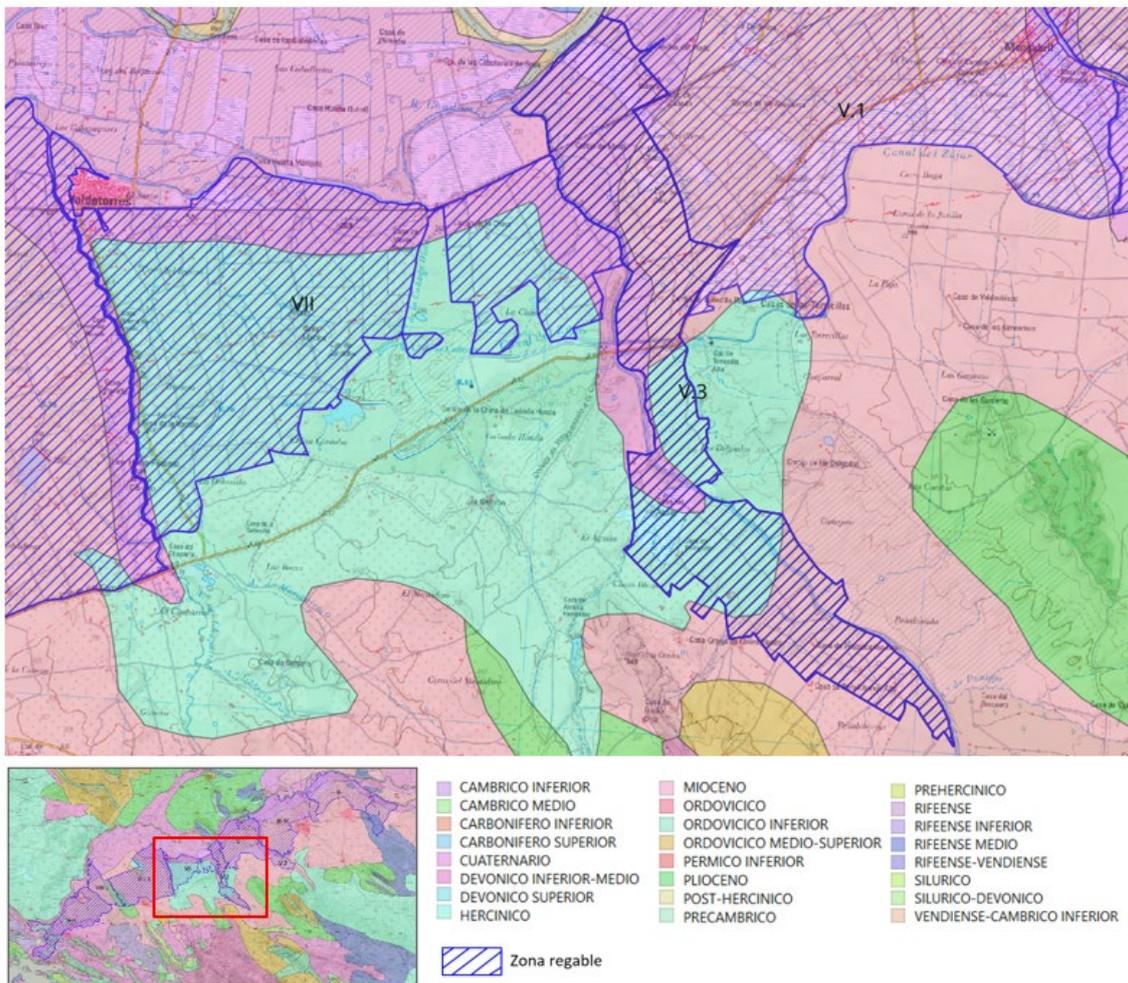


Figura 18. Estratigrafía en los sectores de riego VII y V.3

Fuente: QGIS y Mapa II-04 Geología del IDE Extremadura

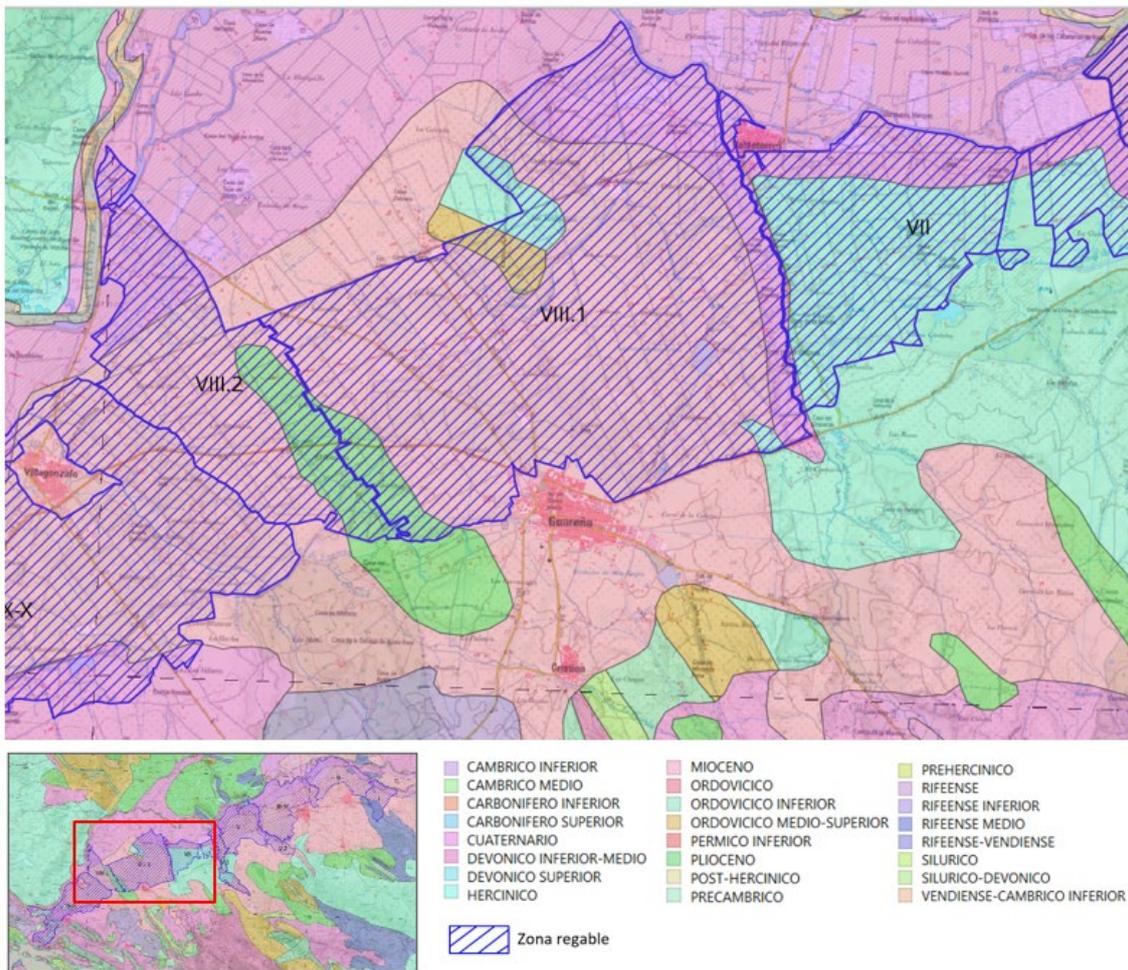


Figura 19. Estratigrafía en los sectores de riego VIII.2 y VIII.1

Fuente: QGIS y Mapa II-04 Geología del IDE Extremadura

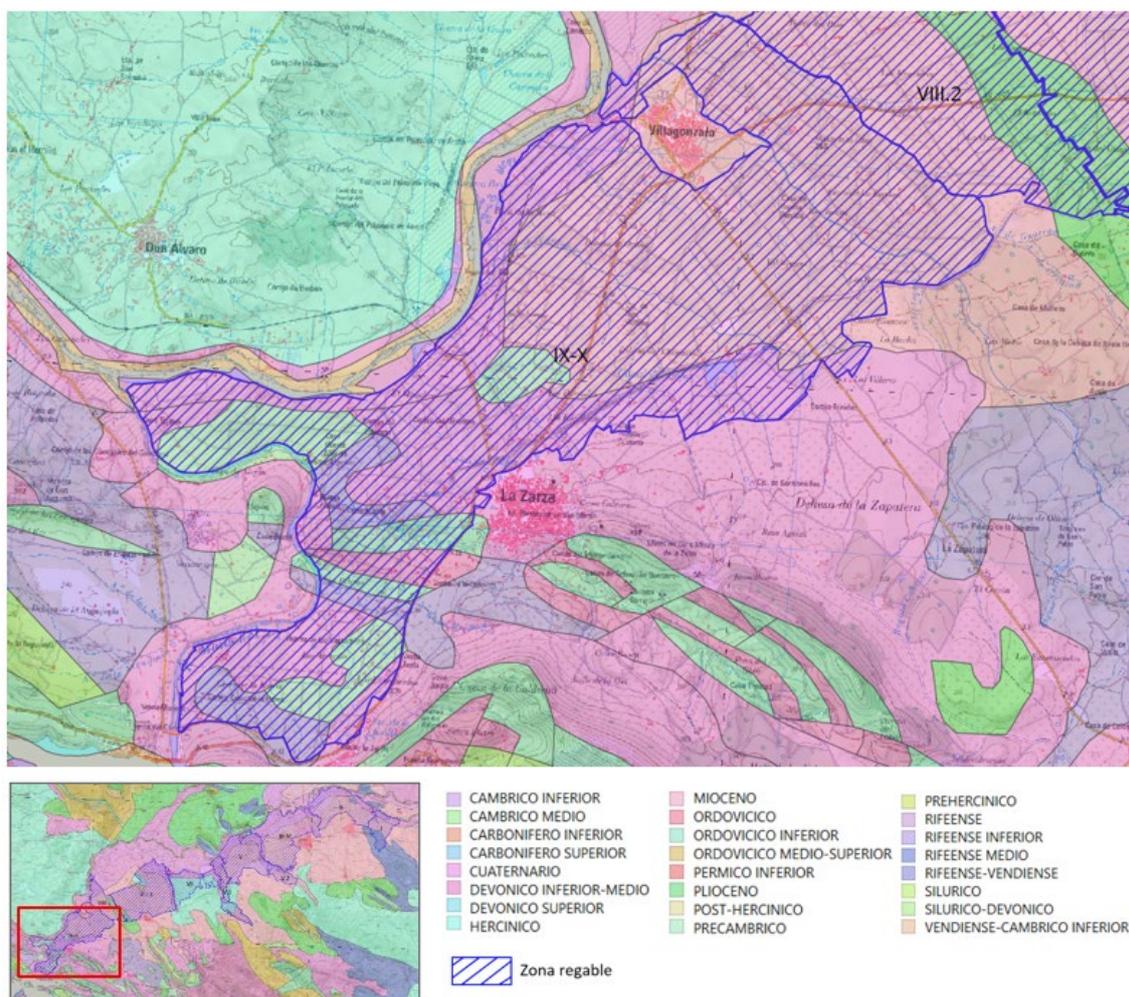


Figura 20. Estratigrafía en los sectores de riego VII y V.3

Fuente: QGIS y Mapa II-04 Geología del IDE Extremadura

Sector I: Rifense – Vendicense, Mioceno y Cuaternario.

Sector II: Rifense – Vendicense, Mioceno y Cuaternario.

Sector III-IV: Mioceno y Cuaternario.

Sector V.1: Mioceno y Cuaternario.

Sector V.2: Mioceno y Cuaternario.

Sector V.3: Mioceno, Cuaternario y Hercínico.

Sector VII: Cuaternario y Hercínico.

Sector VIII.1: Mioceno, Plioceno y Hercínico.

Sector VIII.2: Mioceno, Plioceno y Hercínico.

Sector IX-X: Mioceno, Cuaternario, Ordovícico inferior, Rifense medio y Devónico inferior medio

7 INGENIERÍA DEL PROYECTO.

7.1 ESTUDIO GEOTÉCNICO

Las actuaciones proyectadas no requieren de la ejecución de obras civiles, ya que consisten simplemente en la sustitución de las válvulas hidráulicas contador (hidrantes) sin sustituir la calderería de soporte y de las remotas de telecontrol que están sobre dichos hidrantes.

Por tanto, no es necesario realizar ningún tipo de estudio geotécnico.

7.2 ESTUDIO ARQUEOLÓGICO

Las actuaciones proyectadas consisten en la sustitución de elementos que se encuentran en superficie, luego no será necesaria la realización de excavación alguna bajo rasante del terreno actual.

Por tanto, no ha sido necesario la realización de un estudio arqueológico.

7.3 CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA.

Según el Real Decreto 1071/2007, de 27 de julio, se ha utilizado como Sistema de referencia geodésica el Sistema ETRS89 referido al elipsoide GRS80 y está materializado por el marco que define la Red Geodésica Nacional por Técnicas Espaciales, REGENTE, y sus densificaciones.

El sistema de referencia altimétrico serán las altitudes registradas del nivel medio del mar de Alicante y como proyección la Proyección Universal Transversa de Mercator (U.T.M.), utilizada en la confección de la cartografía oficial del Estado conforme al Decreto 2303/1970 de 16 de Julio.

El sistema de coordenadas utilizado, U.T.M. ETRS89 H29N, cuya transformación desde el elipsoide GRS80 (Geodesic Reference System) se ha realizado en base a la transformación de 7 parámetros.

La cartografía base utilizada para la cartografía ha sido la siguiente:

- Mapa Topográfico Nacional 1:200.000 (MTN200).
- Mapa Topográfico Nacional 1:50.000 (MTN50).
- Mapa Topográfico Nacional 1:25.000 (MTN25).

- Mapa Topográfico de Extremadura a escala 1:10.000
- Ortofotos en formato digital del vuelo PNOA

La ubicación de cada hidrante y remota en coordenadas UTM ha sido facilitada por la Comunidad de Regantes. Cuando se instalaron dichos elementos existentes, fue con una actuación incluida en el Plan Nacional de Regadíos (ejecutadas entre 2006 y 2009), y TRAGSA como empresa ejecutora de las obras tomó sus coordenadas con GPS de precisión centimétrica.

7.4 SUPERFICIE OBJETO DEL PROYECTO

La totalidad de la superficie de la Comunidad de Regantes Canal del Zújar, 20.681 ha, se verá afectada por el presente proyecto.

7.5 INGENIERÍA DE DISEÑO. CONDICIONANTES Y CRITERIOS DE DISEÑO

Como se ha comentado en epígrafes anteriores, el objeto del proyecto es la digitalización integral de la Comunidad de Regantes mediante la implantación de un sistema de telecontrol completamente nuevo y la sustitución de los hidrantes-contador de más antigüedad y menor precisión en el contaje del consumo de agua.

Para diseñar dichas nuevas instalaciones se han tenido en consideración los siguientes aspectos:

Sistema de telecontrol

Se diseñará un sistema más moderno y robusto recogiendo las experiencias de la explotación de casi 15 años de funcionamiento del telecontrol actual. El nuevo sistema debe permitir la actualización de la explotación yendo a una gestión racional y automática de las redes de riego, ampliando la información sobre las variables de las infraestructuras hidráulicas que sean significativas y que condicionan el buen control y operación sobre el riego.

Se continuará basando en tecnología de comunicación vía telefonía móvil con el sistema más actual y de futuro que se pueda implantar.

Otro de los criterios de diseño de partida es que el regante tendrá acceso de forma instantánea a su hidrante y tantas veces como quiera, por lo que se condiciona el sistema de alimentación de energía de las remotas.

Válvulas hidráulicas contador

Los hidrantes existentes están dimensionados para servir a una superficie concreta y en base a ello pueden ser de diferentes tamaños. No se entrará a rediseñarlos hidráulicamente, sino simplemente a sustituirlos.

Existen un total de 8.871 hidrantes de 50, 80, 100, 150 y 200 mm. La distribución por diámetros es la siguiente:

Tabla 3. Resumen de unidades de cada tipo de hidrante

Hidrante (mm)	Nº unidades	
	Globo	Angular
50	4039	871
80	2616	828
100	345	84
150	55	21
200	12	
Total	7067	1804

En el Apéndice 1 del Anejo N° 5 “Hidrantes contadores” se incluye el listado de todos los hidrantes de la zona regable, identificándolos con su código interno, su ubicación en coordenadas UTM, el diámetro y el tipo (globo o angular). En los planos 4 también quedan reflejados.

La Comunidad de Regantes del Canal del Zújar dispone de un banco de pruebas para contadores de agua propio, en el cual están constantemente realizando pruebas de funcionamiento a sus hidrantes.



Figura 21. Banco de pruebas para contadores

La propia comunidad ha ido realizando la sustitución de los hidrantes más deteriorados, si bien con el presente proyecto se acometerá una importante campaña de renovación. Con las pruebas realizadas en las últimas fechas se ha comprobado que los hidrantes que superan lecturas de unos 200.000 m³, ofrecen una menor precisión, por lo que serán los seleccionados para su sustitución.

Además, el conjunto de la válvula tendrá que ser expresamente diseñado y ensamblado para poder soportar la remota del sistema de telecontrol más la envolvente que se proyecta para cubrir a la remota y el hidrante.

Envolvente de remotas de telecontrol e hidrantes

Se sustituirá la existente por una más resistente a los impactos y, sobre todo, a la degradación que se sufre por los efectos de su ubicación a intemperie.

8 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTUACIONES PROYECTADAS

La solución diseñada para las obras del proyecto de “Modernización del sistema de telecontrol en la zona regable del Zújar (Badajoz)” se compone de las siguientes actuaciones:

- Sustitución de todo el sistema de telecontrol existente por uno completamente nuevo basado en tecnologías de la comunicación de última generación (comunicaciones tipo NB-IoT): 6.583 regantes
- Sustitución de las herramientas informáticas de control y gestión del sistema de telecontrol.
- Sustitución de los hidrantes que pueden presentar mayor error en la lectura de los consumos de agua: 1.711 hidrantes de distintos diámetros.
- Sustitución de las envolventes de protección del conjunto remota-hidrante: 8.871 unidades.

El conjunto de las actuaciones incluirá medidas preventivas y compensatorias medioambientales, así como una adecuada gestión de residuos orientada hacia la economía circular.

8.1 SISTEMA DE TELECONTROL

El nuevo sistema debe permitir la actualización de la explotación yendo a una gestión racional y automática de las redes de riego, ampliando la información sobre las variables de las infraestructuras hidráulicas que sean significativas y que condicionan el buen control y operación sobre el riego.

En el proyecto que se presenta, se exponen las funciones y opciones del sistema de telecontrol a implementar en la Comunidad de Regantes del Canal de Zújar, así como unas posibilidades de configuración y programación totalmente dinámicas y personalizadas.

La solución propuesta se basará en un sistema de telecontrol específicamente pensado para la supervisión, control, planificación y gestión de la Comunidad de Regantes del Canal de Zújar, partiendo del sistema actual.

El sistema de automatización debe llegar a actuar sobre un total de 8.871 hidrantes controlados por 6.575 remotas, distribuidos en 20.681 ha regables, divididas en 10 sectores, dando servicio a aproximadamente 7000 regantes.

El sistema de telecontrol por lo tanto debe garantizar los siguientes objetivos funcionales:

- Explotación y gestión racional, automática y centralizada de las infraestructuras de riego desde el punto de vista de la Comunidad de Regantes, consiguiendo:
 - o Monitorización continua del estado de los elementos hidráulicos y del sistema de control.
 - o Facilitar el manejo y la operación cotidiana de las instalaciones.

- o Incrementar la capacidad de reacción y respuesta de las infraestructuras ante situaciones críticas.
- o Posibilidad de suministrar el caudal necesario ante situaciones de demanda instantánea.
- Control de las dosis correctas de riego basándose en:
 - o Una gestión agroclimática, de suelo y cultivo correspondiente a su hidrante, consiguiendo un alto grado de eficiencia en el riego.
 - o Posibilidad elegir consumos, de forma independiente, en franjas horarias a decisión de la comunidad de regantes.
- Recogida automática de la información y procesamiento posterior:
 - o Datos de explotación (de los elementos hidráulicos y de control).
 - o Diario de eventos y alarmas. Se registrarán todos los eventos y la información posible de los distintos elementos del sistema, incluyendo actuaciones, estados de funcionamiento, recogida periódica de los datos de sensores, órdenes ejecutadas, alarmas, etc.
 - o Generación de archivos de consumos con las tarificaciones horarias vigentes tantas veces como se desee a lo largo del año
 - o Gestión y control de dotaciones de volumen y caudal instantáneo por sector, por regante, por hidrante y por tramo horario.

El sistema que se diseñe e instale deberá cumplir la Norma UNE 318002-3:2021 Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 3: Interoperabilidad.

Como se ha indicado, el sistema previsto se encargará del telecontrol de los hidrantes de la red de riego, llevando el control sobre válvulas hidráulicas, contadores, alarma de intrusión, etc., de las redes de riego mediante terminales remotos (RTU), con una estructura tipo:

- **Terminales remotos o remotas** ubicados en los hidrantes o puntos a controlar de la red de riego con capacidad de comunicar con su software de control, utilizando la tecnología que se define en este documento.
- **Software de control, SCADA** ubicado en un **Centro de Control**, y destinado a recoger y gestionar la información de todos los datos de operación e históricos. Dispondrá de los elementos de comunicaciones necesarios para permitir su conexión bidireccional con los terminales remotos.

El sistema de comunicaciones será el vehículo para el transporte de datos entre los terminales remotos ubicados a lo largo de la zona regable, con una amplia extensión hasta el Centro de Control. El Centro de Control, localizado en las oficinas de la Comunidad de Regantes, dispone de los equipos informáticos con el SCADA, para gestionar toda la red, pero estos equipos serán meros ordenadores clientes con función de visualizadores, con servidores en la nube para el almacenamiento de los datos.

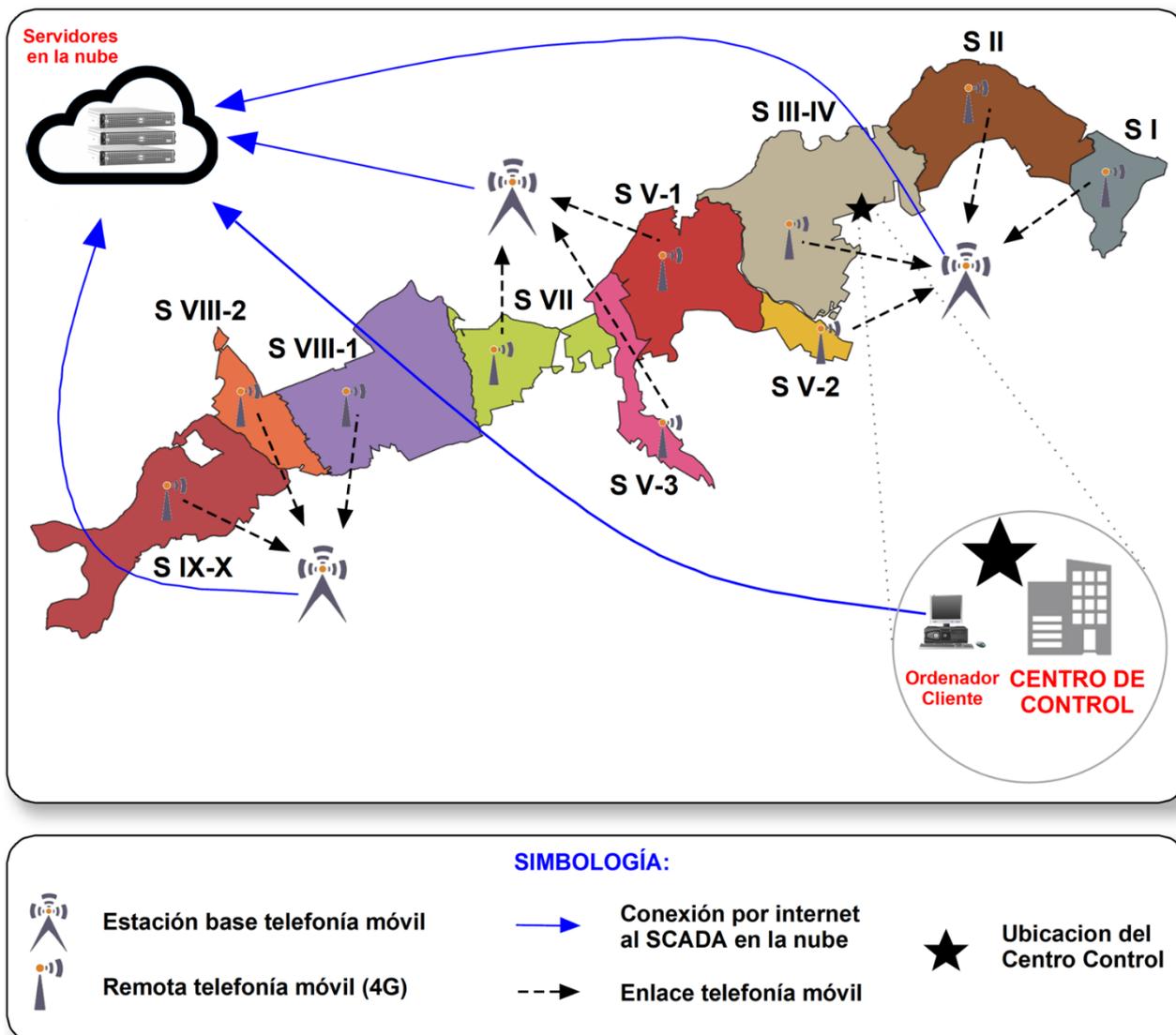


Figura 22. Esquema de comunicaciones

8.1.1 Sistemas de comunicaciones

La red de comunicaciones será el soporte a implementar para que el sistema de telecontrol proporcione todas las funcionalidades expresadas en este documento. Las comunicaciones deben ser fiables y seguras, de forma que se evite en lo posible la conexión de elementos ajenos a la red.

Dado que la cantidad de datos que se transfieren entre el centro de control y cada uno de los terminales remotos, son pocos y esporádicos y que, a su vez, no es posible el tendido de medios físicos de conexión con los mencionados puntos, se propone el uso de la red de telefonía móvil como medio de comunicación.

Se establecen los siguientes requisitos para este sistema:

- La remota incorporará modem multitecnología compatible con NB-IoT, CAT-M y GPRS (siendo este orden de prevalencia el que se emplee). Es decir, la comunicación prioritaria será siempre con NB-IoT. Sólo se aceptará el uso de GPRS para puntos muy concretos donde pudiera darse algún problema localizado de cobertura NB-IoT y siempre con la aprobación de la dirección de obra.
- La remota entregara varios parámetros necesarios para la medición precisa de la calidad de señal recibida, cubriendo las tecnologías descritas más arriba.
- Para cada una de cada una de las remotas, se incluirá la tarjeta SIM que tendrán direcciones IP pertenecientes a una red privada, no accesible desde internet.
- La remota tendrá incorporada una antena que cubrirá las tecnologías descritas más arriba.
- La configuración (remota, SIM, contrato comunicaciones) permitirá cambiar de proveedor de servicio de telefonía en un futuro, sin necesidad de cambiar la tarjeta SIM o pasar por cada una de las remotas.
- Para evitar la necesidad de tener un socket TCP por equipo siempre conectado con el centro de gestión se utilizará UDP. Será necesario utilizar un único socket UDP cliente/servidor
- El modem debe estar homologado por al menos un operador.
- El modem debe soportar Bearer Independent Protocol (BIP).
- Comunicación entre los equipos de control de hidrante y la plataforma a través de una red MPLS. El tráfico no pasa por Internet.
- Es necesario que los dispositivos sean accesibles para poder aplicarles las mejoras que surjan en las nuevas releases de la red. Si la comunidad de regantes lo solicitara.

Se incluirá un contrato de comunicaciones con duración de tres (3) años, para todas las remotas.

En este caso, la Comunidad de Regantes ya lleva utilizando desde 2006 la tecnología GPRS por lo cual hay una experiencia contrastada de que hay cobertura suficiente en la zona para el operador actual y tecnología GPRS.

Por parte de este mismo operador, se ha realizado un estudio de cobertura específico de NB-IoT, a través de una herramienta de simulación, con lo que se comprueba la completa cobertura de la zona regable.

En todo caso, si fuera necesario para algún punto en especial donde haya poca cobertura de telefonía móvil, se debe replicar la situación actual y se colocará una antena directiva, orientada hacia la estación base de telefonía móvil más cercana.

8.1.2 Equipos de telecontrol. Unidades Remotas.

La unidad remota de telecontrol es el equipo electrónico diseñado para la monitorización y el control de uno o más hidrantes de riego, entendiéndose por hidrante a una entidad de riego que actúa como punto de entrega de agua a los usuarios y que se compone, al menos, por un contador (totalizador) de agua y un dispositivo de cierre, ambos telecontrolados. Adicionalmente, un hidrante puede incorporar limitadores de presión y caudal para asegurar el cumplimiento de los requisitos de diseño, así como otros sensores para monitorizar el funcionamiento del propio hidrante o de la red de riego (transmisores de presión).

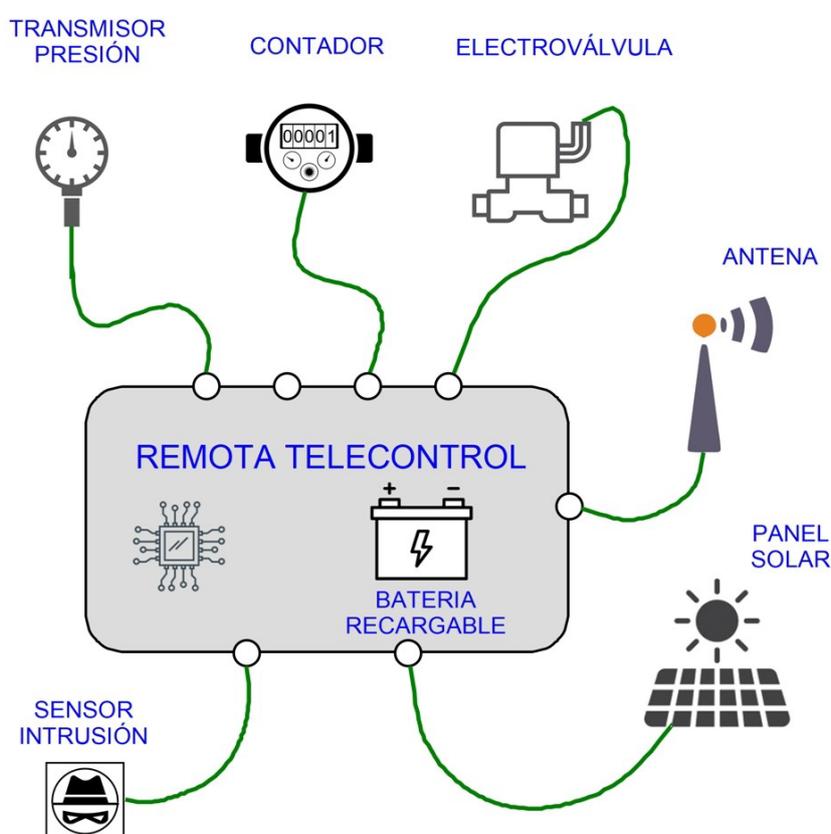


Figura 23. Esquema de la remota, conectada a sensores y actuadores.

Las unidades remotas de riego serán las encargadas de monitorizar y transmitir al centro de control, las señales correspondientes de las válvulas, contadores, transmisores de presión y otra instrumentación.

Las unidades remotas han de ser de muy bajo consumo y permitir que todas las funciones del microcontrolador se encuentren activas y disponibles de forma permanente.

Las remotas tendrán IP fijas dentro de la red privada asignada, de esta manera el software de

control podrá conectarse con cualquier remota a través de la red IP. Igualmente, las remotas podrán iniciar conexión en caso necesario para envío las alarmas.

A nivel de funcionalidad y operatividad el sistema debe permitir:

- Optimizar los recursos hídricos disponibles, haciendo la programación de riego más eficiente.
- Ofrecer a todos los usuarios el turno de riego necesario para sus cultivos.
- Centralizar toda la gestión del riego desde la oficina central.
- Determinar en cada momento el estado de las diferentes válvulas de riego, así como el volumen de agua que se consume de forma instantánea.
- Leer de cada hidrante el agua consumida y de esta forma poder determinar el consumo de agua realizado por cada usuario.
- Tener diferentes agrupaciones de usuarios para poder programar los riegos en función de los grupos creados y así poder regar diferentes zonas a la vez según el caudal disponible.
- Limitar el riego en función del caudal disponible para tener siempre suficiente caudal de abastecimiento.
- Programar los riegos por frecuencia, por horario, por demanda y por otras formas de programación que podrán incorporarse con posterioridad.

El número de remotas previstas atendiendo al número de hidrantes que se controlarán desde cada una de ellas en el proyecto será:

Tabla 4. Numero de remotas e hidrantes por cada sector.

Sector	Número de remotas	Número de hidrantes
S-I	317	453
S-II	1330	1962
S-III-IV	1448	2057
S-V.1	771	1132
S-V.2	49	64
S-V.3	61	74
S-VII	241	320
S-VIII.1	1137	1325
S-VIII.2	360	401
S-IX-X	861	1083
Totales	6575	8871

La localización de los hidrantes y las remotas puede encontrarse en los planos 4. En el Apéndice 1 del Anejo nº 4 “Telecontrol” se recoge para cada sector las ubicaciones de las remotas (coordenadas UTM), la denominación de la remota y la denominación de los hidrantes sobre los que actúa).

8.1.2.1 Elementos a controlar

La remota debe ser capaz de comandar y recoger los datos para enviar al Centro de Control. Las siguientes características de la remota de telecontrol, se consideran como mínimos necesarios:

- La remota se encargará de la apertura/cierre de un mínimo de cuatro (4) solenoides.
- La remota se encargará de la lectura y transmisión de los pulsos de un mínimo de cuatro (4) contadores.
- La remota será compatible con el emisor de pulsos instalado, proporcionando las intensidades que requiera, con el objeto de garantizar una completa compatibilidad entre los equipos. Las entradas de contador serán por contacto seco y libres de tensión.
- Monitorización de, al menos, una (1) entrada digital de propósito general.
- Monitorización de, al menos, una (1) entrada analógica para señal 4-20 mA, con una resolución mínima de 12 bit y un error acumulado no mayor del 2%. La unidad remota debe ser capaz de alimentar un sensor analógico externo con un rango de 15-20 Vdc, con frecuencia de la lectura configurable.
- Dispondrá de una (1) conexión inalámbrica de corto alcance, para poder realizar localmente la configuración inicial, testeo y mantenimiento de la unidad remota.
- Dispondrá de salidas de solenoide de tipo interruptor de estado sólido, que soportarán cortocircuito sin deterioro material de la unidad remota. Estas salidas deberán tener también protección frente a las sobretensiones propias de una carga inductiva.
- Podrá actuar sobre solenoides tipo latch de 2 hilos y de 3 hilos, con tensión de actuación mínima de 12Vdc, por descarga de condensador. Debe ser capaz de ceder intensidades de pico, como mínimo de 4A.
- Los tiempos y tensiones de accionamiento de las salidas de solenoide deben ser configurables para ajustarse a los requisitos del solenoide que se instale y la longitud de cable utilizado. (debe poder realizar actuaciones con tensiones de hasta 18V, y con tiempos en el rango 50-600 ms).
- Leer, sincronizar (incluido a valor 0), acumular, filtrar y transmitir valores de contador, con correspondencia exacta con la señal transmitida por el sensor.
- Dispondrá de monitorización local de la tensión del sistema de alimentación y podrá gestionar al menos dos niveles de alarma configurables antes de quedarse sin energía. Cuando la alimentación llega a unos niveles prefijados se deberán salvar todos los datos y la cola de eventos a memoria no volátil para evitar su pérdida, pudiendo mantenerlos así de forma indefinida sin alimentación.

- Su consumo propio será el mínimo posible e incluirá los sistemas hardware y software necesarios para minimizar el consumo en la lectura de sensores alimentados desde ella (sensores de presión y contadores, entre otros).
- Enviarán información por eventos o bien a petición, aprovechando la transmisión para comprobar si hay algo pendiente de recibir y recibirlo entonces.
- Todas las entradas y salidas de la unidad remota deberán estar protegidas contra descargas estáticas de hasta 3 kV con el modelo de cuerpo humano, así como contra cortocircuitos en-tre las entradas y salidas. La tarjeta electrónica deberá estar provista de protecciones frente a cortocircuitos en las entradas/salidas y sobretensiones en la alimentación. Cualquier error en la conexión de la sensórica al equipo no debe causar el deterioro del mismo ni inducir funcionamientos anómalos respecto al resto de elementos de control conectados a este. Del mismo modo, ninguna configuración enviada podrá causar deterioro en ninguno de sus componentes. Todo mecanismo de protección ha de ser rearmable (manual o automática-mente) o, en su defecto, de fácil sustitución.
- Las entradas de contador deben tener alguna protección adicional, ya sea lógica y/o física, para evitar el conteo de pulsos no generados por el contador y debidos a interferencias de radiofrecuencia, cableado paralelo con salidas de electroválvula y otros fenómenos similares.
- Dispondrá de reloj en tiempo real (RTC) y será sincronizable desde el centro de control o por su conexión directa a un servidor horario. Se realizará, como mínimo, una comprobación diaria automática del dicho reloj.
- Todo equipo electrónico instalado en campo deberá incluir alguna función de supervisión (watchdog con modulo hardware) que provoque un reinicio en el caso de entrar en un estado desconocido.
- Para cada contador, podrá calcular el caudal instantáneo como media móvil de los pulsos recibidos o por el tiempo transcurrido desde el último pulso.
- La unidad remota deberá tener marcado CE.
- La unidad remota tendrá certificado de compatibilidad electromagnética.
- Las placas de circuito impreso de la unidad remota deberán tener una capa de barniz protector de forma que se eviten corrosiones debidas a humedad y temperatura.
- La unidad remota con todos sus componentes internos debe funcionar correctamente en el rango de temperatura y humedad definido en el presente proyecto.
- Todas las entradas salidas de la envolvente de la unidad remota serán para conectores tipo M8 ó M12.

En la zona regable hay remotas que controlan varios hidrantes por estar muy próximos. En la siguiente tabla se recoge el número de remotas que controlan 1, 2, 3 o hasta 4 hidrante.

Tabla 5. Número de salidas de electroválvula utilizadas por remota

Salidas	Unidades
1	4.570
2	1.724
3	273
4	8
TOTAL	6.575

8.1.2.2 Eventos

La unidad remota será capaz de generar los siguientes eventos/alarmas:

- Se generan eventos cuando cambia el estado de una entrada digital. En este caso se empleará para detección de intrusión.
- Detección fuga (evento referido a contador y válvula). Transcurrido un tiempo tras el cierre de una válvula, un pulso de contador genera un evento de detección de fuga. El tiempo será configurable. Como respuesta se puede configurar un mensaje y/o una orden de cierre de válvula.
- Detección de fallo de apertura (evento referido a contador y válvula). Transcurrido un tiempo tras la apertura de una válvula, si el caudal no supera el umbral mínimo se genera un evento de fallo de apertura. El tiempo será configurable. Como respuesta se enviará un mensaje y/o una orden de apertura de válvula.
- Riego a la demanda (evento referido a contador). Agotado el volumen disponible para un usuario se genera un evento. Como respuesta se enviará un mensaje y/o una orden de cierre de válvula.
- Eventos referidos a las válvulas:
 - o Orden de apertura/cierre ejecutada.
 - o Fallo de apertura/cierre (accionamiento del solenoide).
- Eventos referidos al sistema:
 - o Batería baja.
 - o Batería muy baja.
 - o Reset de la unidad remota.
- Generación de eventos a partir de 2 umbrales con histéresis asociables a cada entrada analógica:
 - o Umbral alto
 - o Umbral bajo

- Generación de eventos (referidos a contador) a partir de 2 umbrales con histéresis, asociados al cálculo del caudal en la unidad remota:
 - o Umbral alto: para limitar a un caudal máximo.
 - o Umbral bajo: se asocia con la detección de fallo de apertura.

8.1.2.3 Inteligencia local

La unidad remota poseerá inteligencia local y realizará todas sus funciones de modo autónomo en el caso de pérdida de comunicación con el centro de control. Estas funciones son:

- Contabilización interna de pulsos de volumen emitidos por contadores volumétricos.
- Lectura periódica de la entrada analógica.
- Apertura y cierre de válvulas (solenoides) respondiendo a una programación preestablecida con anterioridad a un hipotético fallo de comunicación.

En la inteligencia local se incluye la capacidad de ejecutar automatismos locales (regulación según consignas de volumen y presión, riegos según calendario, etc.) y tendrá la memoria necesaria para mantener el histórico de pulsos de todos los contadores que se le asocien, no perdiendo dichos datos incluso ante falta de alimentación y sin necesidad de actuar sobre ningún elemento externo.

De esta manera y desde el software de control se podrá visualizar:

- El estado del sistema de alimentación y se podrán gestionar avisos cuando el nivel es inferior a un valor configurable.
- El nivel de cobertura de la red de telefonía móvil, entregando varios parámetros necesarios para cubrir la red NB-IoT, CAT-M y GPRS como la 4G y se podrán gestionar avisos cuando el nivel es inferior a un valor configurable.

La remota tendrá la suficiente capacidad para guardar en su memoria, al menos un (1) programa de riego por cada hidrante que controla. Cada programa de riego será identificado por:

- o Minuto de comienzo del riego (desde las 00:00 de cada día).
- o Duración del riego.
- o Volumen a entregar.
- o Número de toma asignada a la programación (en el caso de hidrantes compartidos).
- o Alcanzado el minuto de comienzo, la unidad remota abrirá la correspondiente válvula hidráulica y la mantendrá en esa posición hasta que se alcance la duración establecida o se haya entregado el volumen prefijado.

8.1.2.4 Telecarga de firmware

La unidad remota permitirá la telecarga de firmware desde el propio centro de control, evitando la realización de reprogramaciones en campo. De esta forma se podrán implementar futuras actualizaciones del firmware de la unidad remota, con un impacto mínimo en los tiempos de despliegue.

El dispositivo debe permitir la actualización remota de su propio firmware y también del firmware del módem que equipa (DFOTA).

8.1.2.5 Entradas/salidas ampliables modularmente

Dado que el uso previsto en esta obra es que la mayoría de las remotas controlan un solo hidrante, no hay un requerimiento especial en cuanto a módulos de expansión.

8.1.2.6 Tiempo de respuesta y modo de funcionamiento

El sistema de comunicaciones actualizará de manera automática todos los datos de campo en un intervalo máximo de 60 minutos. Siempre que se necesite, se podrán hacer peticiones discretas sobre algún elemento en particular. La recepción de alarmas y eventos en el centro de control se hará en un tiempo inferior a 30 segundos desde su generación. Las actuaciones en campo (apertura/cierre de solenoides) se realizarán en un tiempo inferior a 15 segundos desde su generación. La analógica se leerá en intervalos inferiores a 20 minutos.

Este será el funcionamiento normal y se deberá ser compatible con el sistema de alimentación propuesto en el apartado donde se trata el sistema de alimentación de la unidad remota de telecontrol en este mismo documento.

El tiempo máximo de refresco, pueda ajustarse a diferentes necesidades estacionales.

La actuación sobre el solenoide se realizará tanto por orden directa desde el SCADA como por programación.

Los parámetros mínimos que definen el modo funcionamiento son:

- Enviará la información capturada al centro de control con la periodicidad que se le demande.
- Enviará alarmas y eventos configurables al centro de control de forma espontánea, así como la actuación sobre el solenoide desde el momento de la generación.

8.1.2.7 Control de apertura y cierre

La unidad remota controlará la tensión y el tiempo para el accionamiento del solenoide.

Si una vez dada la orden de apertura transcurren “n” minutos (parametrizable) sin que haya pulsos de contador se generará la alarma de caudal cero con válvula abierta.

Si una vez dada la orden de cierre, transcurren “n” minutos (parametrizable) en los que se siguen recibiendo pulsos de contador, se generará la alarma de caudal con válvula cerrada.

8.1.2.8 Actuaciones discretas

Además de la apertura y cierre de las válvulas por la programación de riego, la unidad remota podrá recibir órdenes directas para actuación sobre las válvulas.

Estas órdenes directas de apertura/cierre de válvulas se ejecutarán en un tiempo inferior a 15 segundos desde su generación, en su modo de funcionamiento normal (sin incrementos de consumo energético respecto a los previstos).

8.1.2.9 Envolvente de la unidad remota de telecontrol

Se utilizarán cajas industriales disponiendo de dos compartimentos estancos accesibles a través de dos tapas independiente, realizadas en plástico que garantice las características de estanqueidad, resistencia a golpes, resistencia a temperaturas extremas y rayos ultravioletas, suficientes para su utilización en exteriores y en condiciones adversas. Las condiciones a cumplir serán:

- Grado de protección: IP67
- Resistencia al impacto: IK08
- Rango de temperatura (continuo) de -15 °C a 65 °C.
- Material con una estabilidad muy buena a la radiación ultravioleta, sin sufrir cambios en sus propiedades mecánicas o cambios de aspecto.
- Material autoextinguible (características de inflamabilidad).

La tapa llevará sistema de cierre a presión. La instalación del cableado se realizará a través de conectores tipo M8 ó M12 con grado de protección igual al de la envolvente. Los conectores estarán convenientemente identificados para facilitar el conexionado de actuadores y sensores.

La envolvente de la remota tendrá las dimensiones necesarias para alojar la batería descrita en el apartado 6.10 “Sistema de alimentación de la unidad remota de telecontrol”. Aun estando en la misma envolvente, la batería estará localizada en un compartimiento separado, con un acceso

independiente al de la electrónica. La conexión a batería se ejecutará mediante conectores Faston.

El conjunto de la válvula-contador (hidrante) tendrá que ser expresamente diseñado y ensamblado para poder soportar la remota del sistema de telecontrol con la envolvente que se proyecta. El fabricante del hidrante tendrá que instalar la placa soporte del telecontrol (unidad remota más la envolvente de remota-hidrante) que irá cogida a los propios tornillos de la válvula hidráulica contador. Con ello se conseguirá que el hidrante salga completamente precintado de fábrica y no tenga que ser manipulado en obra (con lo que perdería su homologación).

Las placas soporte están formadas por dos partes: una que es la que se ancla al hidrante que servirá de soporte a todo el sistema (remotas más envolvente plástica con módulo fotovoltaico) y otra que se ancla a la placa soporte que es donde se sujeta la remota. Ambas estarán fabricadas en chapa galvanizada de un espesor de 3 y 2,5 mm respectivamente.

Todo el conjunto diseñado se recoge en los planos 6, donde se pueden apreciar todos los detalles descritos anteriormente.

8.1.2.10 Sistema de alimentación

La remota de telecontrol debe de tener un diseño optimizado para lograr un consumo medio inferior a 0,15 W/h y cumplir así con las premisas definidas en el apartado donde se define el tiempo de respuesta y modo de funcionamiento y garantizando una autonomía mínima de 21 días, en cualquier periodo del año.

El sistema de alimentación principal de la unidad remota se basará en baterías recargables y panel solar.

Se instalará, por cada unidad remota, una batería recargable de plomo gel con capacidad de mínimo 84Wh.

En cuanto al panel solar, se procederá con la instalación de un módulo de 5W, fijado encima de la remota en posición horizontal. Es deseable una mínima inclinación para lograr un efecto de autolimpieza con la lluvia.

La remota tendrá incorporada la función de regulador de carga de batería. Cuando no está cargando la batería (ej. de noche) el regulador consumirá de la batería menos de 200 microamperios.

Las tensiones de la batería recargable y la tensión del panel deberán ser medidas y supervisadas de forma continua para poder tomar las acciones adecuadas en cada caso.

La remota dispondrá de alertas según el estado de batería, que a unos niveles mínimos prefijados se procederá salvar los datos precisos a la memoria no volátil para salvar los valores. Esto podrá hacerse incluso en el caso de que la alimentación externa desaparezca bruscamente, mediante el uso de los condensadores o elementos de reserva de energía precisos.

Es importante el comportamiento de la unidad remota ante fallos de alimentación para evitar pérdida de datos, transmisión de datos erróneos o descontrol del riego. Para ello se han establecido unos criterios de actuación cuando se disparan determinados eventos relacionados con el nivel de batería:

- Nivel de batería baja: Este nivel indica un problema en el sistema de alimentación, que podría estar relacionado con el rendimiento del panel solar o el envejecimiento de la propia batería.
- Nivel de batería muy baja: Es el nivel de batería en el que la unidad remota entraría en situación crítica de funcionamiento, cerrara progresivamente todas las válvulas abiertas siguiendo el procedimiento habitual y bloquea cualquier orden posterior. Así se asegura una situación controlada del riego.

8.1.2.11 Instrumentación hidrante.

Transmisores de presión.

Los transmisores de presión localizados en algunos emplazamientos permitirán caracterizar el comportamiento de las redes de riego. La localización exacta puede encontrarse en el Apéndice 1 de este anejo. Los picajes necesarios habrán sido previamente ejecutados.

Los transmisores de presión serán de tipo piezoresistivo de inserción, membrana aflorante y célula de medición cerámica.

Rango medición	0-10 bar
Presión de sobrecarga	3 veces el valor nominal
Señal de salida	4-20mA (2 hilos)
Rango alimentación	10-30 VDC
Tiempo estabilización medida	menor de 150ms
Temperatura medio	para agua fría (<60 grados C)
Precisión	Alinealidad 0,5 %
Conexión a proceso	1/8"
Conexión eléctrica	DIN 175301-803 / IP67
Cable incluido	mínimo 1,5m

Tabla 3. Características transmisor presión

Sensores de intrusión

Los detectores de intrusión, en caso de instalarse, serán de contacto magnético y detectarán la apertura de la envolvente que cubre a la remota y al hidrante.

Habitualmente el sensor de intrusión está formado por un relé REED y un imán. Cuando la tapa está cerrada estos elementos están muy próximos uno del otro y el contacto del relé REED está cerrado. Al abrirse, el contacto se abre, siendo responsabilidad de la remota de informar con la mayor brevedad sobre el cambio de estado producido.

Electroválvulas

El control de las válvulas hidráulicas se hará a través de unas electroválvulas compatibles. Las principales características de las electroválvulas:

Tabla 6. Características electroválvula

Vías hidráulicas	3
Tipo de accionamiento	biestable (latch)
Numero hilos	2
Rango tensión de trabajo	12-40Vdc
Duración pulso	80-500ms
Cableado incorporado	mínimo 1,5m
Sección cableado	mínima 1,0mm ²
Rango presión de trabajo	0-10bar
Orificio de paso	mínimo 2mm (requerimientos filtración)
Incluye válvula de 3 vías para control manual	SI
Temperatura de trabajo	para agua fría (<60 grados C)
Conexión a proceso	1/8"
Material (cuerpo)	nailon reforzado

Emisores de pulsos

Los contadores tendrán incorporados emisores de pulsos de tipo relé REED (interruptor magnético que cambia su estado en presencia de un campo magnético adecuado).

8.2 CENTRO DE CONTROL

8.2.1 Hardware control

En este apartado se especifican los equipos que se instalarán en el centro de control de la Comunidad y actuarán de clientes, ya que los servidores serán contratados en modalidad servicio en la nube. Estos servidores tendrán acceso al mismo APN (Access Point Name) que utilizarán las tarjetas de telefonía móvil instaladas en las remotas.

Los equipos informáticos a instalar presentarán las siguientes características mínimas, si bien éstas podrán actualizarse a las vigentes en el momento en el que éste vaya a adquirirse.

- **Equipos informáticos**

Las estaciones de trabajo y tendrán las siguientes características mínimas:

- Procesador Intel Core i5 de 11ª generación o equivalente.
- Memoria RAM 16GB.
- Disco duro 480GB SSD.
- Display 24" Retroiluminación LED Anti-Glare FHD (1920 x 1080).
- Conectividad: LAN 10/100/1000 y 802.11 b/g/n.
- Teclado español USB, ratón óptico USB
- Incluido sistema operativo Microsoft Windows 11, 64 bits.
- Licencia para Microsoft Office 2021 profesional.

- **Otros equipamientos**

Así mismo, se instalarán los siguientes equipos:

- Impresora láser color A3, con conexión Ethernet.
- Sistema de Alimentación Ininterrumpido, SAI online de 1500VA, incluido baterías para autonomía de 5 min con carga 100%, distorsión armónica inferior a 3%, puerto USB y controladores para Windows 11.

8.2.2 Software control scada.

El sistema SCADA actual en uso, ofrece un buen servicio a la CR, disponiendo de varias herramientas para la visualización del estado de los hidrantes y remotas, habilitando la interacción con los dichos elementos. Facilita el mantenimiento con órdenes masivas, generación de varios tipos de informes y también se dispone de herramientas para la reprogramación y el

testeo de remotas. El futuro SCADA debe de ofrecer como mínimo, las mismas prestaciones.

Manteniendo las funcionalidades actuales, el futuro SCADA tendrá como mínimo las siguientes funcionalidades:

- Configuración y control de comunicaciones del sistema.
- Configuración de parámetros de funcionamiento de remotas, como tiempos entre comunicaciones o configuración de accionamiento de solenoide.
- Supervisión y control del estado (comunicaciones y energía disponible) de remotas de riego.
- Vinculación entre cada remota y los hidrantes que controla.
- Aperturas discretas de válvulas y registro de contadores.
- Generación programas de riego.
- Habilitar uso de herramientas genéricas como Google Earth.
- Visión directa de caudales por grupos (polígono, sector, total hidrantes...).
- Visualización y reconocimiento de alarmas hidráulicas y del sistema de control.
- Conexión con el sistema Web de control (regantes).
- Posibilidad de configuración e inclusión de nuevas remotas e hidrantes por parte de los operarios de la CR.
- Capacidad de generación de gráficos y estudios de tendencias.
- Soporte multiusuario y múltiples niveles de permisos.
- Capacidad de filtrado configurable de la información presentada.
- Creación de agrupaciones de elementos para realizar sobre ellos operaciones masivas (programaciones de riegos, cambios de consignas/alarmas, etc.).
- Herramienta software tipo APP para instalar en un dispositivo tipo móvil o tablet, que sirva para conexión directa con la remota, en campo, de forma inalámbrica, desde poca distancia (tipo Bluetooth o NFC) y habilite al operario de la CR, la reprogramación, configuración y testeo de la remota.

El software de control será contratado en modalidad servicio en la nube, e incluirá el precio correspondiente el servicio durante 3 anualidades, incluyendo todas las actualizaciones del software, así como sobre el firmware de las unidades remotas. En cualquier momento, será posible migrar la solución de la nube propietaria a una nube perteneciente a la Comunidad de Regantes, sin que ello suponga ningún coste adicional.

Dado que se estima que la transición del sistema de telecontrol actual al nuevo sistema de telecontrol durara aproximadamente dos temporadas de riego, se necesita que el nuevo sistema de telecontrol sea capaz de comunicarse con el antiguo sistema, a través de la API existente. El personal de la comunidad de regantes utilizara un único software (el nuevo software de control) para manejar hidrantes controlados por ambos sistemas.

Se hará un contrato de Fideicomiso (ESCROW) para el software de control y el firmware de las remotas, para cubrir el caso que la empresa adjudicataria deja de dar soporte.

Se requiere que la aplicación de control cumpla con el estándar de interoperabilidad UNE 318002-3 Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 3: Interoperabilidad.

En caso de habilitarse el uso del sistema de control con diferentes herramientas de gestión, todos ellos interoperables según la definición del estándar UNE318002-3, se desplegará un bróker de coordinación para hacer posible la integración de todos los elementos.

Dentro de la denominación de software de control, se incluyen otros programas informáticos, orientados a usos y necesidades concretas dentro de la explotación.

8.2.2.1 Programa de Facturación y Gestión Administrativo

Las funciones básicas que se definen para esta aplicación se incluyen:

- Facturación basada en lectura de contadores o históricos de consumo, con posibilidad de generar derramas por unidad de superficie o por hidrante.
- Generación de facturas con diferentes tarifas en base a discriminación horaria, discriminación por origen, tamaño de la toma y/o ajuste de disponibilidad de recurso.
- Tarifación especial por exceso de consumo.
- Posibilidad de exportación de datos.
- Gestión de entidades bancarias por regante/hidrante, con emisión de remesas de cobro según norma 19 SEPA XML.
- Gestión administrativa de parcelas (superficies y usos), propietarios y regantes asociados a las mismas para generación de facturas.

La aplicación de gestión proyectada permitirá prestar servicios a 7000 regantes (y tendrá capacidad de ampliación mínima del 20%), siendo sus datos y los del parcelario, cargados en el momento de su puesta en marcha. El software de gestión se contratará en modalidad servicio en la nube, y se establecerá el precio correspondiente el servicio durante 3 anualidades, incluyendo todas las actualizaciones del software. **La comunidad de regantes ya cuenta con una herramienta propia, por lo que la nueva aplicación deberá basarse en todo momento en la existente y adaptarla para que sea compatible con el nuevo sistema de telecontrol.**

Se requiere que el programa de facturación y gestión administrativa cumpla con el estándar de interoperabilidad UNE 318002-3 Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 3: Interoperabilidad, para obtener datos del sistema de control con fines de facturación.

8.2.2.2 Programa gestor de riegos

El programa o módulo para gestión del riego permitirá la gestión centralizada del riego, incluyendo las siguientes características:

- Múltiples niveles de acceso: administrador (con capacidad para modificar la configuración de la aplicación), gestor (capacidad operativa completa sobre los elementos hidráulicos y de control) y usuario, (limitado a la supervisión de estado).
- Visualización en formato tabla:
 - Supervisión y control de contadores, estado y operación de válvulas y monitorización de presión y otras señales (intrusismo, estado del hidrante o estado del sistema de control, entre otras). Identificación de cada hidrante y su localización, así como identificación del sistema de control responsable.
 - Generación y monitorización del estado de programas de riego, con posibilidad de agrupación y envío masivo.
 - Representación de históricos en formato tabla o gráfico, atendiendo al tipo de dato.
 - Informes de riego.
 - Visualización y reconocimiento de alarmas hidráulicas y del sistema de control.
 - Filtrado de hidrantes por su estado (disponible, regando, averiado y otros).
- Localización de hidrantes y navegación mediante ortofotos, con delimitación de los perímetros de las parcelas.
- Vinculación de los puntos con los datos mostrados en formato tabla, del hidrante que se seleccione.
- Identificación de diferentes estados por colores para su rápida identificación (disponible, regando, averiado y otros).
- Organización de turnos de riego.

8.2.2.3 Aplicación control WEB.

Para permitir una completa información en remoto a regantes, se desarrollará un portal de acceso dedicado y desatendido, accesible desde Internet. La aplicación Web facilitará el acceso remoto a los regantes desde cualquier dispositivo móvil.

El servidor Web estará conectado con la base de datos de la aplicación de control para obtener los datos referentes al hidrante de cada usuario registrado. Cada regante podrá, mediante acceso

basado en la identificación mediante nombre y contraseña, acceder al hidrante o hidrantes que se le asignen en dicha aplicación para:

- Consultar información básica relacionada con sus hidrantes (estado, alarmas, programas de riego activos, etc.), así como los valores históricos del contador.
 - Enviar solicitudes de riego como mecanismo para determinar de forma automatizada las dotaciones a solicitar, una vez validadas por los operarios de la Comunidad de Regantes.
 - Mostrar ubicación de la válvula que se está maniobrando.
 - Mostrar gráfica con últimos riegos (caudal).
 - Posibilidad de cambiar algunos datos en la aplicación a nivel particular (cultivo, nombre de su toma etc.)
- La aplicación contara con al menos dos niveles de permiso:
- Usuario: con solo lo imprescindible (abrir, cerrar, programación, caudal, alarmas...)
 - Administrador: los permisos anteriormente definido para nivel usuario, y además niveles batería, panel, cobertura, y la posibilidad de poder maniobrar y modificar volumen.

Actualmente ya existe un servicio WEB para los regantes, la nueva WEB debe tener un diseño similar al actual, los cambios serán mínimos y previamente acordados con la CR.

Se utilizará una APP para teléfono móvil, que hace que sea más fluida la comunicación y es menos pesada para los terminales móviles.

8.2.2.4 Aplicación de envío de alarmas

La aplicación de envío de alarmas, tendrá como fin el rápido reconocimiento de las alarmas que se generen en el sistema de telecontrol. Dicho envío podrá realizarse a través de mensajería instantánea, correo electrónico o mensajes SMS. Se podrán configurar las siguientes características:

- Selección de las diferentes alarmas.
- Modificación de los textos de alarma para enviar.
- Modificación de los datos de contacto de los usuarios.

Se listarán todas las alarmas y/o eventos que, en caso de producirse, activen el envío de un mensaje previamente definido al equipo de mantenimiento de la Comunidad de Regantes. La aplicación será configurable para que los operarios puedan establecer prioridades de envío.

Todas las aplicaciones deben soportar la creación de varios grupos de usuarios con diferentes niveles de permisos.

El software instalado en los servidores ofrecerá una interfaz de acceso WEB, de tal manera que en los equipos cliente no sea necesario instalar ningún software específico, sino que utilizando un navegador WEB actualizado, se pueda acceder al sistema y manejar todas las herramientas.

Los servidores donde se ejecuta la aplicación de control estarán alojados en la nube. Estos servidores tendrán acceso al mismo APN (Access Point Name) que utilizarán las tarjetas de telefonía móvil instaladas en las remotas.

8.2.3 Conexión con api del software de control actual con el futuro

El nuevo sistema de telecontrol en un periodo de transición durante la ejecución de la obra debe poder comunicarse con el antiguo sistema a través de una API para la gestión de ambos sistemas. Durante un periodo de tiempo deben estar funcionando los dos sistemas y prestando servicio, tanto a nivel de comunicaciones como de tratamiento de datos y herramientas de gestión. Dicha API y toda puesta en marcha de este sistema se incluye en el presente proyecto. La forma de realizarlo se recoge en los siguientes gráficos adjuntos.

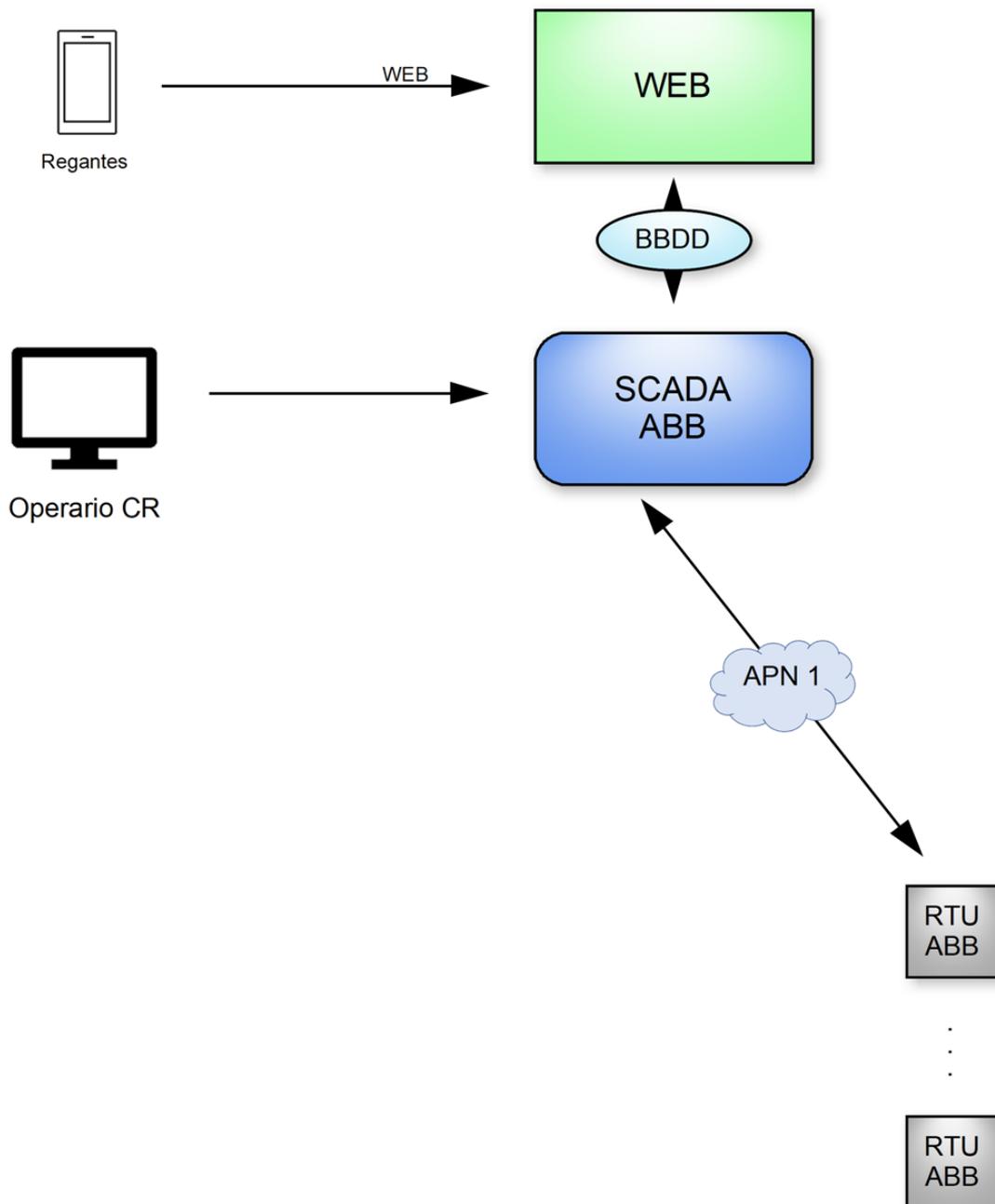


Figura 24. Esquema simplificado del SCADA actual (ABB).

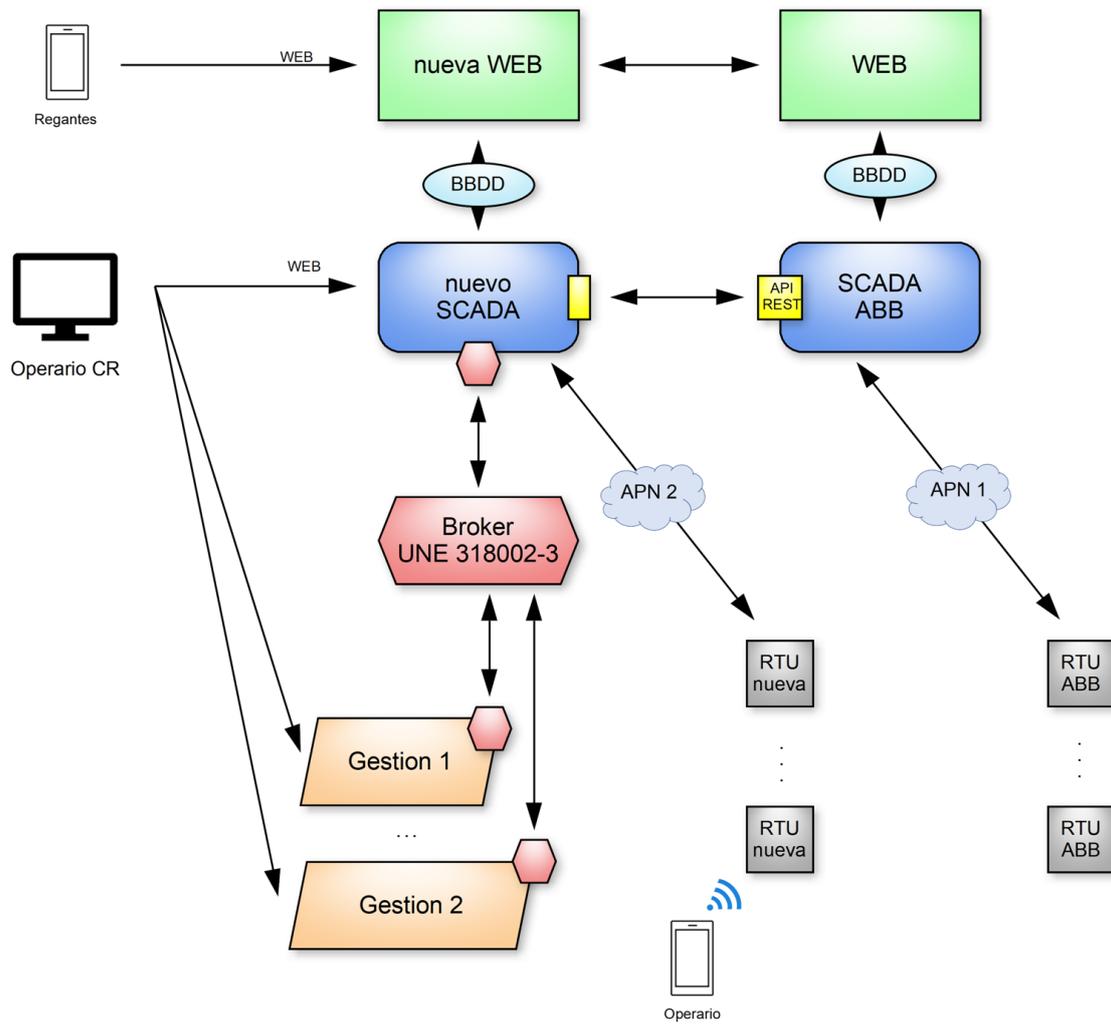


Figura 25. Esquema de integración entre el futuro sistema y el actual.

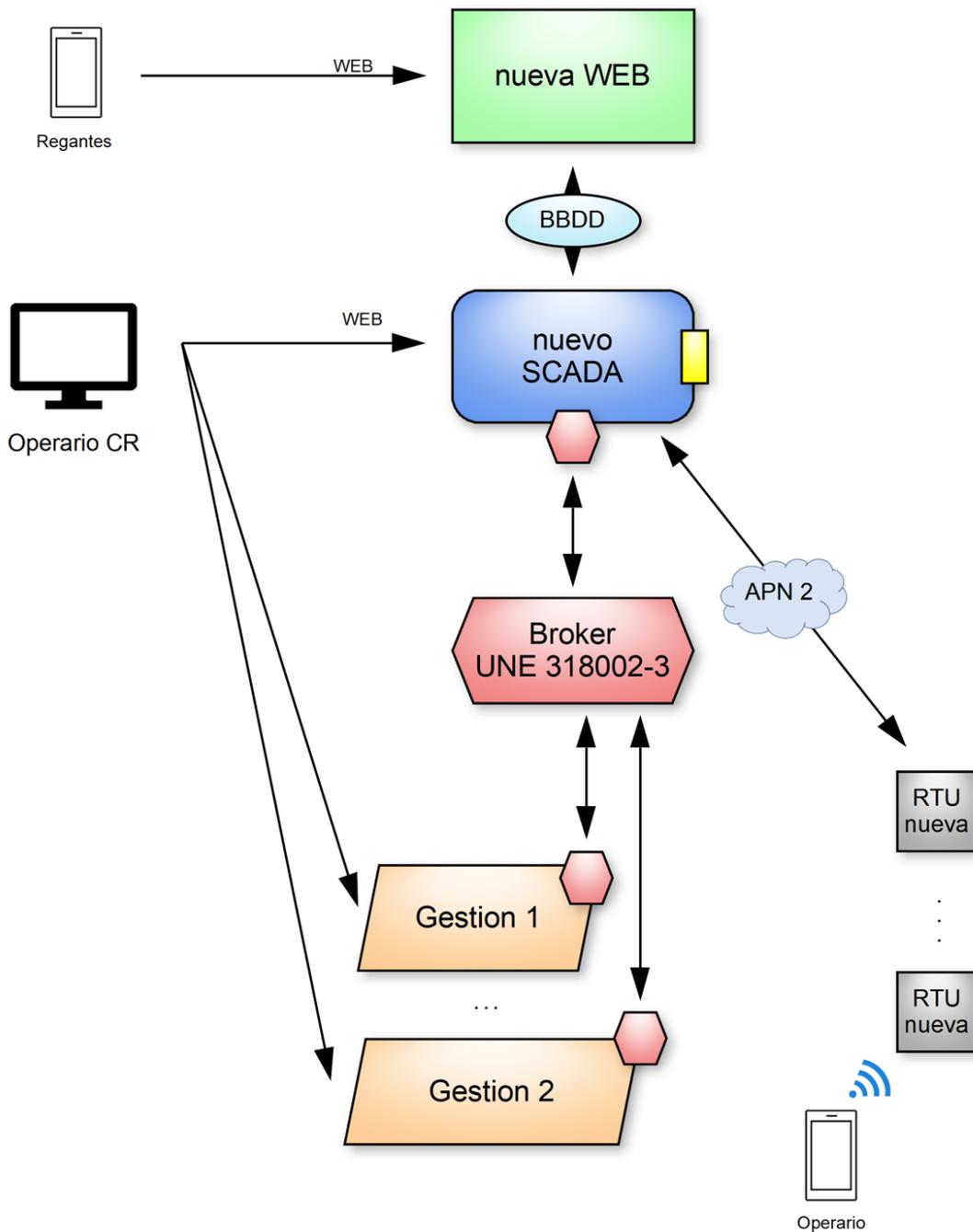


Figura 26. Esquema del SCADA, una vez completada la migración.

8.3 ENVOLVENTE DE REMOTAS E HIDRANTES

El conjunto de la remota y sus conexiones al hidrante será protegido con una envoltura plástica con las mismas dimensiones de la actual para que pueda acoplarse a la placa soporte que tienen los hidrantes. Todas las existentes (8.871 hidrantes) serán sustituidas dado el elevado grado de deterioro que presentan. De ellas 6.575 unidades correspondientes con los hidrantes donde hay

remotas tendrán soporte para el pequeño panel fotovoltaico y las restantes 2.296 unidades no lo tendrán. En los planos 6 se recoge su diseño y dimensiones.

Las envolventes serán fabricadas en plástico ASA reciclado mediante inyección de alto impacto. El ASA es un terpolímero amorfo termoplástico constituido por acrilonitrilo, estireno y acrilato. ASA tiene una alta resistencia a la intemperie al aire libre (vida útil mayor de 20 años), conserva su resistencia al impacto, el brillo, el color y las propiedades mecánicas en exposición al aire libre. Tiene buena resistencia química y al calor, alto brillo, buenas propiedades antiestáticas y es resistente y rígido. Se utiliza en aplicaciones que requieren resistencia a la intemperie, revestimientos comerciales, partes exteriores de vehículos o muebles de exterior. En comparación con el policarbonato, el ASA tiene una mayor resistencia al agrietamiento por tensión ambiental y exhibe un menor amarillamiento en aplicaciones al aire libre. En comparación con el polipropileno, el ASA tiene una menor contracción por moldeo (0,5 % frente a un 1,5 %), mayor rigidez, resistencia al impacto, temperatura de distorsión por calor y resistencia a la intemperie. El molde estará fabricado en acero 2738, con inyector valvulado y extracción mediante aire y placa extractora.

Tabla 7. Principales propiedades del plástico ASA.

Propiedad	Valor
Densidad (g/cm ³)	1.07
Dureza de la superficie	RR105
Resistencia a la tracción (MPa)	35
Módulo de flexión (GPa)	2.5
Impacto Izod (kJ/m)	0.1
Expansión lineal (1/°C x 10 ⁻⁵)	10
Alargamiento de rotura (%)	10
Tensión en Rendimiento (%)	3.3
Max. Temp. de funcionamiento.(°C)	60
Absorción de agua (%)	0.5
Índice de oxígeno (%)	19
Inflamabilidad UL94	HB
Resistividad de volumen (log ohm.cm)	14
Rigidez dieléctrica (MV / m)	22
Factor de Disipación 1kHz	0.025
Constante dieléctrica 1kHz	3.2
HDT@0.45 MPa (°C)	97
HDT@1.80 MPa (°C)	85
secado (horas a °C)	3 a 85
Fusión Temp. Rango (° C)	210-240
La contracción (%)	0.5
Rango Temp. Molde (°C)	50-85

8.4 NUEVOS HIDRANTES PROYECTADOS

Siguiendo el criterio indicado anteriormente de sustituir los hidrantes que superan lecturas de unos 200.000 m³, se sustituyen un total de 1.711 unidades, con el siguiente desglose:

Tabla 8. Unidades de cada tipo de hidrante a sustituir

Hidrante (mm)	Nº unidades	Nº unidades	
		Globo	Angular
50	34	26	8
80	1.319	997	322
100	336	271	65
150	20	17	3
200	2	2	
Total	1.711	1313	398

En el Apéndice 2 del Anejo N° 5 “Hidrantes contadores” se recoge el listado de todos los hidrantes a sustituir, identificándolos con su código interno, su ubicación en coordenadas UTM, el diámetro y el tipo (globo o angular). En los planos 4 también quedan reflejados.

Dado que lo único que se va a sustituir son los hidrantes (con su tornillería y juntas de estanqueidad), pero no la calderería y valvulería que los conectan tanto a la red de riego de la Comunidad como a la red particular de cada regante, los nuevos hidrantes tienen que tener exactamente las mismas dimensiones que los existentes en la actualidad. Estas dimensiones son:

Tabla 9. Dimensiones de los hidrantes a sustituir

Hidrante (mm)	L (mm)	H (mm)	R (mm)
50 globo	250	277	95
80 globo	300	382	123
100 globo	350	447	137
150 globo	500	602	216
200 globo	600	617	228
50 angular	120	300	125
80 angular	150	402	196
100 angular	180	481	225
150 angular	250	585	306
200 angular	250	585	280

L: distancia entre bridas

H: altura

R: distancia entre base y punto medio de bridas

El conjunto de la válvula tendrá que ser expresamente diseñado y ensamblado para poder soportar la remota del sistema de telecontrol más la envolvente que se proyecta para cubrir a la remota y el hidrante, y tendrá las siguientes características:

- Válvula hidráulica de diafragma con contador integrado de diferentes diámetros PN 16 atm con solenoide de 3 vías latch y emisor de pulsos.
- Doble corrector de flujo superior e Inferior.
- Cuerpo fabricado en fundición dúctil según norma ASTM A-536, recubierto de pintura epoxi-poliéster por fusión (espesor no inferior a 150 micras) y granallado grado SA 2 1/2.
- Diafragma de Nylon o caucho recubierto de goma natural (NR) de una sola pieza con muelle de acero inoxidable 302.
- Tornillos externos acero enchapado con zinc-cobalto.
- Normas de fabricación: ICT/155/2020 o ITC/279/2008, UNE-ISO 7714:2020, ISO 9635:2014, ISO 7005 1, 2 y 3 2011 e ISO 5752.
- El fabricante del hidrante tendrá que instalar la placa soporte del telecontrol (unidad remota más la envolvente de remota-hidrante) que irá cogida a los propios tornillos de la válvula hidráulica contador. Con ello se conseguirá que el hidrante salga completamente precintado de fábrica y no tenga que ser manipulado en obra (con lo que perdería su homologación).
- Los circuitos hidráulicos también tendrán que ser fabricados y adaptados para que puedan pasar por los orificios que se hacen en la chapa soporte de la remota.
- El cableado del emisor de pulsos y del solenoide vendrán equipados con conectores M8 ó M12 para su conexión a las remotas del telecontrol.

Las placas soporte están formadas por dos partes: una que es la que se ancla al hidrante que servirá de soporte a todo el sistema (remotas más envolvente plástica con módulo fotovoltaico) y otra que se ancla a la placa soporte que es donde se sujeta la remota. Ambas estarán fabricadas en chapa galvanizada de un espesor de 3 y 2,5 mm respectivamente.

Todo el conjunto diseñado se recoge en los planos 6, donde se pueden apreciar todos los detalles descritos anteriormente.

8.5 ACCESOS A LAS OBRAS, DESVIOS DE TRÁFICO Y ZONA DE ACOPIOS.

Antes de iniciar la obra se preverán los accesos, así como los itinerarios y recorridos preestablecidos para los diferentes usuarios de los mismos. Se marcará en planos y croquis suficientemente claros y comprensibles que serán distribuidos por lugares estratégicos de la obra.

No se producirá ningún corte en los accesos existentes como consecuencia del normal funcionamiento de la obra. Tampoco será necesario realizar ninguna ampliación del ancho de los mismos para el tránsito de maquinaria, ni ninguna señalización para segregar el paso de vehículos y el paso de peatones.

En lo que respecta a las zonas de acopios, Como consecuencia de la amplia extensión de la comunidad de regantes, se hace necesario habilitar distintas zonas para el acopio de materiales, zona de gestión de residuos y ubicación de las casetas de obra. Para tal fin se utilizarán dos de las estaciones de bombeo pertenecientes a la comunidad de regantes, en concreto la estación de bombeo del sector III-IV y del sector VIII.2.

A continuación, se describen los accesos. En los planos 7 se recogen los accesos y las zonas de acopio.

8.5.1 Accesos zonas de acopio y casetas de obra sector III-IV

Se accederá a las casetas de obra (comedor, vestuario y aseo), ubicadas en el interior de la estación de bombeo a través de la carretera EX-206 de Cáceres a Villanueva de la Serena, a través de una entrada.

Dicho acceso se realiza a través de cancela metálica corredera, en cerramiento formado por muro hasta una altura de 1 m y valla metálica hasta 2 metros de altura.



Fotografía 1. Acceso a casetas de obra sector III-IV

Se accederá a las zonas de acopio (materiales y residuos) ubicadas en la zona anexa a la estación de bombeo donde se encuentra implantado un campo solar fotovoltaico a través de un camino de servicio que parte de la carretera EX-206 de Cáceres a Villanueva de la Serena, a través de una entrada.



Fotografía 2. Acceso a carril de servicio desde EX-206

Dicho acceso se realiza a través de cancela metálica de dos hojas abatibles, en cerramiento formado por muro hasta una altura de 1 m y valla metálica hasta 2 metros de altura.



Fotografía 3. Acceso a zonas acopio sector III-IV

8.5.2 Accesos zonas de acopio y casetas de obra sector VIII.2

Se accederá a las casetas de obra (comedor, vestuario y aseo), ubicadas en el interior de la estación de bombeo a través de un camino de servicio que parte de la carretera EX-105 de Don Benito a Portugal por Almendralejo, a través de una entrada.



Fotografía 4. Acceso a carril de servicio desde EX-105

Dicho acceso se realiza a través de cancela metálica de dos hojas abatibles, en cerramiento formado por muro hasta una altura de 1 m y valla metálica hasta 2,5 metros de altura.



Fotografía 5. Acceso a casetas de obra sector VIII.2

Se accederá a las zonas de acopio (materiales y residuos), ubicadas junto a la estación de bombeo a través del mismo camino de servicio que parte de la carretera EX-105 de Don Benito a Portugal por Almendralejo de la carretera EX-105 de Don Benito a Portugal por Almendralejo, a través de una entrada.

Dicho acceso se realiza a través de cancela metálica de dos hojas abatibles, en cerramiento formado valla de obra de 2 m de altura a base de pies derechos de rollizo y mallazo.



Fotografía 6. Zona de acopios (materiales y residuos) sector VIII.2

8.6 MEDIDAS AMBIENTALES DE INTEGRACIÓN EN EL PRTR

Las medidas ambientales que se han implementado en el proyecto para conseguir su integración y sostenibilidad ambiental, se recogen en el Anejo 12 «Documento ambiental». De esas medidas, se describen a continuación las que se corresponden con la aplicación de las directrices elaboradas por el CSIC en el ámbito del PRTR.

8.6.1 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 Agrícolas (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 construcción del proyecto. 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.

En el programa de divulgación y formación en buenas prácticas agrarias (BPA) se han incluido dos cursos, que son los siguientes:

➤ **Curso general: *Optimización de la eficiencia del regadío y su gestión ambiental en el marco del CBPA***

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.

Este curso presenta unos contenidos comunes que se consideran esenciales para aplicar BPA en zonas agrícolas de regadío y para conseguir los objetivos globales marcados por las directrices.

Se expondrá una introducción sobre el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR) y la aplicación del principio *Do Not Significant Harm* o DNSH por sus siglas en inglés, en el marco de dicho Plan y así como una visión general de las directrices 1, 2, 3 y 4 desarrolladas por el Centro de Edafología y Biología Aplicada del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CEBAS-CSIC) en el ámbito del PRTR citado, en las que se abordan los cursos específicos para cada directriz, extrayendo de ellos los aspectos más relevantes y equilibrando los diferentes aspectos a tratar.

Serán impartidos aspectos formativos que son básicos, necesarios y relevantes a la hora de aplicar el CBPA en zonas agrícolas de regadío:

- i)* Conservación y calidad de los suelos en zonas agrícolas de regadío.
- ii)* Balance de agua en los suelos.
- iii)* Agricultura de precisión y uso sostenible de plaguicidas.
- iv)* Uso eficiente de fertilizantes nitrogenados.
- v)* Eficiencia del uso de la energía en redes de riego presurizadas.
- vi)* Principios básicos sobre el funcionamiento de los agroecosistemas.

➤ **Curso específico**

Se impartirá además un curso de formación específico en relación con las directrices 3 y 4 elaboradas por el CSIC titulado “**Implementación de medidas y buenas prácticas para la sostenibilidad ambiental de los paisajes agrarios de regadíos**” en el que se aplican los conocimientos adquiridos en el curso de contenidos comunes también desarrollado a través de las directrices del CSIC en el ámbito del PRTR, en el que se tratará los principios básicos sobre el funcionamiento de los agroecosistemas y las estructuras vegetales de conservación y mejora de la habitabilidad para la fauna acompañante al paisaje agrario. Contenidos:

- i)* Introducción: Recapitulación del módulo 7 del curso general de contenidos comunes, metodología y técnicas para la diversificación del paisaje rural.
- ii)* Normativa vigente.
- iii)* Infraestructura verde. Soluciones basadas en la naturaleza. Renaturalización.
- iv)* Implementación de barreras vegetales: localización, diseño, ejecución y mantenimiento.
- v)* Implementación de acciones para la conservación de fauna en los paisajes de regadío.
- vi)* Casos prácticos a realizar.

8.6.2 Estructuras vegetales para mitigar el efecto de infraestructuras existentes

Se observa que en la mayoría de las estaciones de bombeo se han implantado plantas de generación eléctrica fotovoltaica, sin hacer ningún tipo de restauración. Con el fin de naturalizar estas zonas e integrar ecológicamente las instalaciones existentes en su entorno, se implantarán estructuras vegetales próximas a las estaciones de bombeo existentes en cada sector de riego, exceptuando las de los sectores VIII.1 y IX-X por haberse incluido éstos en las medidas compensatorias del primer proyecto elaborado para la Fase I del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.

Junto a cada estación de bombeo se creará una estructura vegetal formando pantallas o bosquetes en superficie, ya que la vegetación natural de la zona es muy reducida. Con ello, se favorecerá la presencia de polinizadores y enemigos naturales, aumentando la diversidad de invertebrados y constituyendo un refugio de fauna auxiliar para los cultivos. Además, representará una fuente de cobijo y alimento para multitud de especies animales que habitan la zona, especialmente la avifauna representativa de las IBA que engloba la ubicación del proyecto.

En la elección de las especies para componer estas barreras vegetales se han propuesto

aquellas que presentan una gran rusticidad y adaptabilidad al clima de la zona del proyecto, con resistencia a la sequía y a las heladas.

La disponibilidad de las especies vegetales en el mercado de la zona puede ser un condicionante, por lo que se podrán realizar modificaciones a la combinación propuesta siempre que se sigan los mismos objetivos y que sean especies adaptadas al clima local y con bajas necesidades de mantenimiento.

Estructuras vegetales en alineación

La actuación tiene el objetivo principal mitigar el impacto visual provocado por los edificios e instalaciones de las diferentes estaciones de bombeo existentes. Para ello se diseña una barrera de apantallamiento en la parte frontal de los vallados de las construcciones coincidiendo con la zona de acceso al recinto para la cual se empleará la especie *Buxus sempervirens* o seto boj con un marco de plantación de 1,50 m entre cada seto. Se dejarán vacíos los espacios correspondientes a los accesos a las estaciones y las demás instalaciones preexistentes para asegurar su correcto mantenimiento.

Esta es una especie muy resistente y ampliamente utilizada como planta ornamental para la creación de setos a modo de barrera de vegetación opaca en todo tipo de vallados y de lindes entre propiedades. Es una especie resistente tanto a la sequía como a las heladas, con preferencia de suelos calcáreos y profundos, adaptada para ubicaciones tanto en zonas de insolación como de sombra.

En el perímetro de las plantas solares fotovoltaicas se proponen especies arbustivas aromáticas respondiendo a la necesidad de no crear estructuras que puedan dar sombra a los paneles solares cercanos al vallado, los cuales verían reducido su rendimiento en la producción de energía, y por su gran capacidad de atracción de polinizadores.

La disponibilidad de las especies vegetales en el mercado de la zona puede ser un condicionante, por lo que se podrán realizar modificaciones a la combinación propuesta siempre que se sigan los mismos objetivos y que sean especies adaptadas al clima local y con bajas necesidades de mantenimiento.

Se diseñan bandas de vegetación de una fila con un ancho de 1,5 m y 45 m de largo, con una alternancia de cinco plantas por cada una de las especies propuestas a una distancia mínima de plantación de 1,50 m. La separación con respecto al vallado será de al menos 0,50 m para que la mata de los arbustos pueda desarrollarse sin impedimentos.

Será prioritario plantar tramos continuos a lo largo del perímetro de las construcciones, pudiéndose intercalar tramos sin plantas de una longitud no superior a 20 m si las condiciones

del terreno lo impiden.

Las especies de arbustos propuestas son las siguientes:

Helichrysum stoechas (L.) Moench manzanilla bastarda

Lavandula spp. Espliego, cantueso

Rosmarinus officinalis L., romero

Salvia officinalis L.- salvia blanca

El siguiente esquema recoge un ejemplo de la plantación con las especies propuestas:

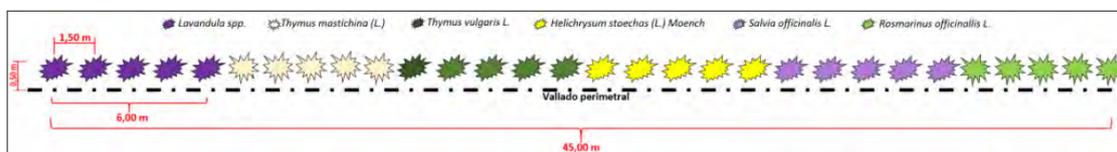


Figura 27. Propuesta de plantación de especies arbustivas.

En el Anejo 12 «Documento ambiental», se pueden observar la distribución en las distintas estaciones de bombeo de estas plantaciones. En la siguiente tabla se puede resumir el número de plantas necesarias por estación de bombeo.

Tabla 10. Número de plantas necesarias en alineación.

Ubicación	Especie	Longitud	Densidad	Nº de plantas
E.B. Sector I	Boj	133	1,50 m/planta	89
	Aromáticas	43	1,50 m/planta	29
E.B. Sector II	Boj	76	1,50 m/planta	51
	Aromáticas	132	1,50 m/planta	88
E.B. Sector III-IV	Boj	146	1,50 m/planta	98
E.B. Sector V.1	Boj	70	1,50 m/planta	47
	Aromáticas	124	1,50 m/planta	83
E.B. Sector V.3	Aromáticas	175	1,50 m/planta	117
E.B. Sector VII	Aromáticas	198	1,50 m/planta	132
TOTAL	Boj	425	1,50 m/planta	285
	Aromáticas	672	1,50 m/planta	449

Estructuras vegetales areales

Consistirá en la creación de plantaciones establecidas de forma que cubran superficies areales en espacios improductivos de los paisajes del regadío mediante la implementación de bosquetes con especies leñosas y herbáceas.

Para esta actuación se escogerán especies arbustivas de diferente porte que atraigan polinizadores y enemigos naturales. Las especies a implantar serán lentisco (*Pistacia lentiscus*) y romero (*Salvia rosmarinus*).

Los arbustos se dispondrán con marco a tresbolillo con una distancia de 1,5 x 2 m para el lentisco y 1,5 x 1 m para el romero.

La superficie a plantar junto a la estación de bombeo del sector VIII.2 será de unos 1900 m². Por tanto, el número de plantas necesarias para su implantación son las siguientes:

Tabla 11. Número de plantas necesarias areales.

Especie	Superficie	Densidad	Nº de plantas
Lentisco	1900	2,60 m ² /planta	731
Romero	1900	1,30 m ² /planta	1462

Además, se asegurará el mantenimiento con riego y la reposición de marras durante los 3 primeros años tras la ejecución de las obras, tal y como se describe en el Plan de Vigilancia Ambiental.

8.6.3 Incremento de la disponibilidad de espacios para nidificación de las aves y quirópteros

Se pretende instalar cajas nido para aves y refugios para murciélagos en las edificaciones existentes en cada una de las estaciones de bombeo de los sectores de riego (exceptuando los sectores VIII.1 y IX-X). Con esta actuación se quiere incrementar las poblaciones de animales autóctonos beneficiosos, fundamentalmente por su labor de control de plagas de insectos. Este servicio ecosistémico contribuye a aumentar las producciones y su calidad, reduciendo la necesidad de pesticidas.

Los nidos se instalarán en las paredes de los edificios existentes para las instalaciones de riego, siendo específicos para las siguientes especies de la zona:

- Vencejo común (*Apus apus*)

- Golondrina común (*Hirundo rustica*)
- Avión Común (*Delinchoon urbicum*)
- Murciélago (varias especies)



Imagen 1. Caja nido para vencejos



Imagen 2. Caja nido para quirópteros

Caja nido tipo vencejo. Características y colocación:

Se instalarán 32 unidades (4 ud. en cada estación de bombeo), construidas con madera sostenible. Tiene frontal abatible para su inspección y limpieza. Las maderas se unen con tirafondos para que tengan mayor consistencia y durabilidad. Están dispuestas de colgadores de acero inoxidable para su colocación en la pared.

Se colocarán a una altura superior a los 10 m, siempre en orientación Norte, huyendo de la radiación solar directa. Si es posible, las cajas deben instalarse preferiblemente bajo vigas, cornisas o tejados, de modo que no se mojen si llueve, lo que alargará mucho su vida útil. Es preferible instalarlas en pequeños grupos antes que solitarias debido a las costumbres coloniales de los vencejos.

Refugio para quirópteros (murciélagos). Características y colocación:

Se instalarán 16 unidades (2 ud. en cada estación de bombeo), construidas con madera sostenible. Tiene frontal abatible para su inspección y limpieza. Las maderas se unen con tirafondos para que tengan mayor consistencia y durabilidad. Están dispuestas de colgadores de acero inoxidable para su colocación en la pared.

Se recomienda colocar en la pared del depósito elevado y estación de bombeo. Colocar de 3 a 5 m de altura, orientada hacia el norte, evitando que durante el día les dé el sol.

Tabla 12. Distribución de cajas nido y refugios para quirópteros.

Ubicación	Cajas nidos para aves	Cajas refugio para quirópteros
E.B. Sector I	4	2
E.B. Sector II	4	2
E.B. Sector III-IV	4	2
E.B. Sector V.1	4	2
E.B. Sector V.2	4	2
E.B. Sector V.3	4	2
E.B. Sector VII	4	2
E.B. Sector VIII.2	4	2
TOTAL	32	16

Con el fin de analizar los mejores emplazamientos para la ubicación de las cajas nido, se realizará un estudio previo en la zona (se describe en el Plan de Vigilancia Ambiental).

8.7 ESTUDIO ESPECÍFICO DE ACCIONES SÍSMICAS

Las acciones sísmicas no tienen afección a ninguna de las actuaciones proyectadas.

9 REQUISITOS ADMINISTRATIVOS

9.1 MARCO NORMATIVO

La redacción, tramitación, contratación y ejecución de las obras a las que se refiere el presente proyecto, se realiza al amparo y de conformidad con lo establecido en las siguientes

disposiciones jurídicas y normativas:

- Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por el que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014
- Real Decreto 817/2009, de 8 de mayo, por el que se desarrolla parcialmente la Ley 30/2007, de 30 de octubre, de Contratos del Sector Público (BOE nº 118 del 15 de mayo de 2009).
- Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre por el que se aprueba el Reglamento General de Contratos de las Administraciones Públicas (BOE nº 257 del 26 de octubre de 2001), en cuanto no se oponga a la Ley 30/2007.
- Real Decreto 773/2015, de 28 de agosto, por el que se modifican determinados preceptos del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, aprobado por el Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre.
- Real Decreto 1359/2011, de 7 de octubre, por el que se aprueba la relación de materiales básicos y las fórmulas-tipo generales de revisión de precios de los contratos de obras y de contratos de suministro de fabricación de armamento y equipamiento de las Administraciones Públicas.
- Orden Ministerial de 6 de febrero de 1976, por la que se aprueba el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes de la Dirección General de Carreteras y Caminos Vecinales (PG-3L>75): (BOE nº 162 del 7 de julio de 1976).
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (BOE nº 269 del 10 de noviembre de 1995).
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción (BOE nº 256 del 25 de octubre de 1997).
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental (BOE nº 296 del 11 de diciembre de 2013).
- Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular (BOE nº 85 de 9 de abril de 2022).
- Real Decreto 110/2015, de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.
- Real Decreto 27/2021, de 19 de enero, por el que se modifican el Real Decreto 106/2008,

de 1 de febrero, sobre pilas y acumuladores y la gestión ambiental de sus residuos, y el Real Decreto 110/2015, de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.

- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (BOE nº 38 del 13 de febrero de 2008).
- Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español (BOE nº 155 del 29 de junio de 1985).
- 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.
- Norma UNE 318002-3:2021, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 3: Interoperabilidad.
- Ley de 16 de diciembre de 1954 sobre expropiación forzosa (BOE nº 351 del 17 de diciembre de 1954).

AUTONÓMICAS

- Ley 16/2015, de 23 de abril, de protección ambiental de la Comunidad Autónoma de Extremadura (D.O.E. número 81, de 29 de abril de 2015).
- Decreto 19/1997, de 4 de febrero, de Reglamentación de Ruidos y Vibraciones (D.O.E. número 18, de 11 de febrero de 1997).
- Decreto 20/2011, de 25 de febrero, por el que se establece el régimen jurídico de la producción, posesión y gestión de los residuos de construcción y demolición en la Comunidad Autónoma de Extremadura (D.O.E. número 43, de 3 de marzo de 2011).
- Ley 2/1999, de 29 marzo. Ley del Patrimonio Histórico y Cultural de Extremadura.
- Ley 3/2011, de 17 de febrero de 2011, de modificación parcial de la Ley 2/1999.
- Ley 5/2022 de 25 de noviembre de 2022, de modificación parcial de la Ley 2/1999.
- Decreto 93/1997, de 1 de julio, por el que se regula la actividad arqueológica en la Comunidad Autónoma de Extremadura.
- Decreto 49/2000, de 8 de marzo, por el que se establece el Reglamento de Vías Pecuarias de la Comunidad Autónoma de Extremadura.
- Decreto 87/2019, de 2 de agosto, por el que se establece la estructura orgánica básica de la administración de la Comunidad Autónoma de Extremadura.

Y demás normativa complementaria y resto de normas legislativas e instrucciones técnicas específicas actualmente vigentes.

9.2 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Al encontrarse la actuación prevista dentro los supuestos incluidos en artículo 4, apartado 1, del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción, se ha redactado un Estudio de Seguridad y Salud que se incluye como Separata N° 1 «Estudio de seguridad y salud» del presente Proyecto, que servirá como base para que el contratista elabore el correspondiente Plan de Seguridad y Salud, en función de los sistemas de ejecución a emplear y la normativa legal vigente.

Asciende el Presupuesto sin Costes Indirectos del Estudio de Seguridad y Salud del Proyecto a la cantidad de CUARENTA Y SEIS MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y CINCO EUROS CON TRECE CÉNTIMOS (46.255,13 €).

9.3 APLICACIÓN DE LA LEY 21/2013 DE EVALUACIÓN AMBIENTAL

La viabilidad del proyecto se fundamenta en la mejora de la eficiencia de los recursos hídricos y la digitalización de su gestión. Estos cambios presentan un impacto ambiental positivo al reducir la pérdida de agua, optimizar el consumo y mejorar la eficiencia operativa.

Dado que este proyecto está integrado dentro del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR) de España, actúa en este caso como órgano sustantivo el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, por lo que resulta necesario analizar las actuaciones desde el punto de vista de la ley estatal.

En este sentido, se comprueba que las actuaciones del proyecto no se encuentran incluidas en ninguno de los supuestos de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre de evaluación ambiental, modificada por el Real Decreto 445/2023, de 13 de junio, por tanto, no se considera que esté sometido a un procedimiento de evaluación de impacto ambiental bajo los instrumentos recogidos en dicha Ley.

En todo caso, se redacta en el Anejo nº 12 la documentación ambiental como instrumento para justificar la compatibilidad del proyecto con los objetivos ambientales de los factores con los que interactúa. Del mismo modo, se hace necesario este documento para fundamentar el cumplimiento de los requisitos establecidos en el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia de España en el que se encuentra incluido el proyecto.

A través de este documento se han podido identificar los factores ambientales que se relacionan con la ejecución y explotación del proyecto, permitiendo valorar el alcance de los impactos previstos sobre ellos y definir las medidas para prevenir, corregir o compensar sus efectos.

Esta zona, eminentemente agrícola, presenta un escaso valor natural y, por lo tanto, baja calidad en lo que a vegetación se refiere. Además, las actuaciones previstas se realizarán instalaciones existentes, luego no existen afecciones significativas a vegetación natural.

Del análisis se concluye que no se ejerce ninguna afección sobre la Red Natura 2000. Por otra parte, las actuaciones se encuentran dentro de dos zonas de importancia para las aves (IBAs) denominadas Don Benito - Guareña (ES285) y Alange (ES277). En este sentido se concluye que, dada la naturaleza y la actividad desarrollada por el proyecto, no se espera generar

afecciones sobre las aves presentes en IBA, habiéndose diseñado de igual modo una serie de medidas preventivas y compensatorias dirigidas a asegurar la no afección, así como a contribuir a la mejora de la habitabilidad de las aves mediante la plantación de estructuras vegetales y la colocación de cajas nido en el entorno del proyecto.

Entre las medidas que se establecen, destacan la plantación de estructuras vegetales para aumentar la biodiversidad, favorecer la presencia de fauna aliada y mejorar la conectividad ecológica, así como la instalación de cajas nido y refugios para murciélagos. Además, 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 lo que respecta a las masas de agua, se determina que dada la escasa envergadura del proyecto, las actuaciones proyectadas no tienen capacidad de modificar o alterar las masas de agua tanto superficiales como subterráneas presentes en el ámbito de estudio en ninguna de sus fases.

Entre los impactos positivos que el proyecto ejerce sobre el medio ambiente, cabe destacar la contribución a la mitigación del cambio climático que supone la reducción efectiva de las emisiones de CO₂ a la atmósfera derivada de la disminución del potencial ahorro hídrico con la mejora de la eficiencia en la gestión del agua.

Todas las medidas han sido recogidas en el correspondiente Plan de Vigilancia Ambiental, en el que se detalla la metodología de aplicación y ejecución, así como el programa de seguimiento, que se extenderá en alguno de los casos a lo largo de los 5 años posteriores a la entrega de las obras a fin de asegurar el correcto funcionamiento de dichas medidas.

El documento incluye asimismo un estudio de vulnerabilidad del proyecto frente a riesgos, tal como se exige en la justificación del objetivo de Adaptación al Cambio Climático recogido en la normativa europea y como se recoge en la mencionada ley 21/2013 de evaluación ambiental.

Por todo lo recogido en el presente documento ambiental, se considera que la ejecución y posterior explotación del *Proyecto de modernización del sistema de telecontrol en la zona regable del Zújar (Badajoz)*, es compatible con la conservación de todos los factores ambientales analizados y contribuye sustancialmente a la mitigación de los efectos del cambio climático y la integración medioambiental del regadío.

9.4 PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares que se incluye en el presente proyecto como Documento nº 3 regula las condiciones de tipo técnico que deben cumplir los diferentes materiales, así como también la ejecución de las obras con expresión de la forma en que ésta se llevará a cabo, las obligaciones de orden técnico que correspondan al contratista, la manera en que se llevará a cabo la medición y valoración de las unidades ejecutadas y el control de calidad de los materiales empleados y del proceso de ejecución.

9.5 OCUPACIÓN Y DISPONIBILIDAD DE LOS TERRENOS: EXPROPIACIONES

Tal como se explica a lo largo de este documento para la ejecución del presente proyecto no es necesaria la expropiación ni ocupación de ninguna superficie que afecte a particulares pues todas las actuaciones se realizarán en instalaciones ya existentes propiedad de la Comunidad de Regantes (sólo se actúa en los hidrantes).

Del mismo modo, no se impondrá ninguna servidumbre nueva.

9.6 SERVICIOS AFECTADOS, REPOSICIONES, PERMISOS Y LICENCIAS

Tal como se explica a lo largo de este documento para la ejecución del presente proyecto no son necesarios permisos ni licencias pues todo se ejecuta sobre instalaciones ya existentes propiedad de la Comunidad de Regantes.

No habrá servicios afectados ni reposiciones que realizar.

9.7 GESTIÓN DE RESIDUOS

En el Anejo Nº 8 «Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición» se recogen todos los aspectos relacionados con la producción y gestión de los residuos de la construcción y demolición que afectan a la obra de acuerdo con la **Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular**, por el que se regulan los mismos. En el estudio se ha realizado una identificación de los residuos a generar, una estimación de la cantidad de los residuos (tanto en peso como en volumen) que se prevé que se producirán en los trabajos directamente relacionados con la obra y que habrá de servir de base para la redacción del correspondiente Plan de Gestión de Residuos por parte del Constructor. En dicho Plan se desarrollarán y complementarán las previsiones contenidas en este documento en

función de los proveedores concretos y su propio sistema de ejecución de la obra.

Independientemente de si la cantidad de residuos estimada alcanza o no el límite establecido en para la separación en obra de los residuos, se dispondrá en una zona de la obra una zona de acopio, chatarras y otros residuos; se almacenarán los residuos de manera diferenciada para evitar su mezcla y facilitar así su reutilización, valoración y eliminación posterior.

La valoración de la gestión de residuos de construcción forma parte del presupuesto del presente proyecto en un capítulo independiente (Capítulo 4 «Gestión de residuos»).

Los costes de carga y transportes de residuos generados hasta las zonas de acopio habilitadas en cada uno de los dos sectores, forman parte del presupuesto de la obra, presupuestándose en distintos capítulos del mismo.

En el capítulo 4 «Gestión de residuos» se valora el coste en gestor autorizado de los residuos anteriormente estimados, valorando su transporte y el canon de gestión, según su tipología.

Asciende el Presupuesto sin Costes Indirectos de la Gestión de Residuos del Proyecto a la cantidad de DIECISIETE MIL DOSCIENTOS OCHENTA Y UN EUROS CON TREINTA Y UN CÉNTIMOS (17.281,31 €).

9.8 ESTUDIO ARQUEOLÓGICO

El proyecto “**MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA DE TELECONTROL EN LA ZONA REGABLE DEL ZÚJAR (BADAJOZ)**”, al no realizarse movimientos de tierras, no necesita de una solicitud para liberalizar las tierras de cargas arqueológicas.

No obstante, y como medida preventiva de cara a la protección del patrimonio arqueológico no detectado, se impone la siguiente medida correctora, contemplada en el art. 54 de la Ley 2/1999 de Patrimonio Histórico y Cultural de Extremadura:

“Si durante la ejecución de las obras se hallasen restos u objetos con valor arqueológico, el promotor y/o la dirección facultativa de la misma paralizarán inmediatamente los trabajos, tomarán las medidas adecuadas para la protección de los restos y comunicarán su descubrimiento en el plazo de cuarenta y ocho horas a la Consejería de Cultura”.

9.9 SUBCONTRATACIÓN

La Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público en el artículo 32 “Encargos de los poderes adjudicadores a medios propios personificados”, en el punto 7.b limita al 50 por ciento de la cuantía del encargo el importe de las prestaciones parciales que el medio propio

pueda contratar con terceros.

Sin embargo, en ese mismo artículo 32.7.b fija excepciones como la que a continuación se cita textualmente: “Tampoco será aplicable a los contratos que celebren los medios propios a los que se les haya encargado la prestación de servicios informáticos y tecnológicos a la Administración Pública con el fin de garantizar la compatibilidad, la comunicabilidad y la seguridad de redes y sistemas, la integridad, fiabilidad y confidencialidad de la información, así como a los que celebren los medios propios cuyas funciones sean el fomento de las telecomunicaciones, el desarrollo de la sociedad de la información y sociedad digital”.

En el caso concreto del presente proyecto, este último apartado se considera de aplicación pues se trata de un proyecto de digitalización de una comunidad de regantes donde el empleo de nuevas tecnologías de la comunicación (como es el uso de NB-IoT) es totalmente innovador, teniendo que ser desarrollado e implantado por personal técnico de muy alta cualificación. Por tanto, no será de aplicación la limitación a un máximo del 50 por ciento de la cuantía del encargo para las prestaciones parciales que el medio propio pueda contratar con terceros.

9.10 PLAZO DE EJECUCIÓN, PLAN DE OBRA Y PERIODO DE GARANTÍA,

Se considera un plazo para la ejecución de las obras de VEINTICUATRO (24) MESES.

Atendiendo en lo que se dispone en la Ley 9/2017, de 8 de noviembre de Contratos del Sector Público, en el Anejo Nº 6 «Programa de ejecución de obras», se ha establecido un plan de obra o programa de trabajos a seguir en la ejecución de las diferentes obras e instalaciones de que consta el proyecto. La programación se realiza sobre un diagrama de barras (diagrama de Gantt), estudiando las unidades de obra que se puedan ejecutar alternativamente o secuencialmente.

El periodo de garantía de las obras se establece en treinta y seis (36) meses.

9.11 PROGRAMA DE CONTROL DE CALIDAD

Tanto para la recepción y control de los materiales, como de la ejecución de las diferentes unidades de obra, se deben efectuar los correspondientes ensayos durante las obras, que figuran en el Anejo Nº 9 «Control de calidad».

A partir de las mediciones correspondientes a las unidades de obra fundamentales del proyecto, y atendiendo a las especificaciones al respecto del Pliego de Prescripciones Técnicas, se ha

calculado el número de ensayos a prever en cada una de las unidades de obra seleccionadas en el proceso de autocontrol y el correspondiente a los ensayos de contraste a iniciativa del Director de Obras.

El control de calidad se recoge de un capítulo específico en el presupuesto, valorado como una partida a justificar con un importe del 1% del resto de costes directos. Una vez realizado, se valorará para su certificación con las tarifas creadas al efecto o, en su defecto, con el coste real producido, justificado mediante las correspondientes facturas.

9.12 MANIFESTACIÓN DE OBRA COMPLETA

El presente proyecto comprende una obra completa de acuerdo con el Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas. Se entiende por obra completa aquellas susceptibles de ser entregadas al uso general o al servicio correspondiente, sin perjuicio de las ulteriores ampliaciones de que posteriormente puedan ser objeto y comprenderán todos y cada uno de los elementos que sean precisos para la utilización de la obra.

10 DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO

DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA Y ANEJOS A LA MEMORIA.

❖ MEMORIA

❖ ANEJOS A LA MEMORIA:

- Anejo 1.- Características de la obra. Ficha técnica.
- Anejo 2.- Parcelario. Listado de parcelas afectadas.
- Anejo 3.- Estudio de alternativas. Justificación de la solución adoptada.
- Anejo 4.- Sistema de telecontrol.
- Anejo 5.- Hidrantes contadores de parcela.
- Anejo 6.- Programa de ejecución de obras.
- Anejo 7.- Justificación de precios.
- Anejo 8.- Gestión de residuos.
- Anejo 9.- Control de calidad.
- Anejo 10.- Puesta en marcha de las instalaciones.
- Anejo 11.- Estudio de viabilidad económica.
- Anejo 12.- Documentación ambiental.
- Anejo 13.- Integración en el PRTR.

- Anejo 14.- Estudio arqueológico.
- Anejo 15.- Expropiaciones.

DOCUMENTO Nº 2: PLANOS

1. Situación y emplazamiento

- 1.1 Situación
- 1.2 Emplazamiento (4 Hojas)

2. Esquema general hidráulico

3. Plano parcelario

3.1 Planta general parcelario catastral

- 3.1.1 Sector I
- 3.1.2 Sector II
- 3.1.3 Sector III-IV
- 3.1.4 Sector V.1
- 3.1.5 Sector V.2
- 3.1.6 Sector V.3
- 3.1.7 Sector VII
- 3.1.8 Sector VIII.1
- 3.1.9 Sector VIII.2
- 3.1.10 Sector IX-X

3.2 Parcelario catastral

- 3.2.1 Sector I (9 Hojas)
- 3.2.2 Sector II (21 Hojas)
- 3.2.3 Sector III-IV (33 Hojas)
- 3.2.4 Sector V.1 (22 Hojas)
- 3.2.5 Sector V.2 (5 Hojas)
- 3.2.6 Sector V.3 (10 Hojas)
- 3.2.7 Sector VII (14 Hojas)
- 3.2.8 Sector VIII.1 (31 Hojas)
- 3.2.9 Sector VIII.2 (10 Hojas)
- 3.2.10 Sector IX-X (28 Hojas)

4. Plano de hidrantes y unidades remotas

- 4.1 Sector I (9 Hojas)
- 4.2 Sector II (21 Hojas)
- 4.3 Sector III-IV (33 Hojas)
- 4.4 Sector V.1 (22 Hojas)
- 4.5 Sector V.2 (5 Hojas)
- 4.6 Sector V.3 (10 Hojas)
- 4.7 Sector VII (14 Hojas)
- 4.8 Sector VIII.1 (31 Hojas)
- 4.9 Sector VIII.2 (10 Hojas)
- 4.10 Sector IX-X (28 Hojas)

5. Cobertura teórica NBloT Comunidad de Regantes de Zújar

6. Detalles hidrantes

- 6.1 Protección de telecontrol en válvula hidráulica contador en ángulo
- 6.2 Protección de telecontrol en válvula hidráulica contador en línea
- 6.3 Placas de sujeción y cubierta para válvula hidráulica contador 2 "globo,2", 3",4" y 6" angular

- 6.4 Placas de sujeción y cubierta para válvula hidráulica contador 3" globo
- 6.5 Placas de sujeción y cubierta para válvula hidráulica contador 4",6" y 8" globo

7. Gestión de residuos

- 7.1 Situación
- 7.2 Emplazamiento zona de acopio en sector III-IV
- 7.3 Emplazamiento zona de acopio en sector VIII.2
- 7.4 Zona de acopio de residuos en sector III-IV
- 7.5 Zona de acopio de residuos en sector VIII.2
- 7.6 Recorrido hasta gestor de residuos Antolín Gómez Vellerino, S.L. desde sector III-IV
- 7.7 Recorrido hasta gestor de residuos Reciclajes la Grulla, S.L.U desde sector VIII.2
- 7.8 Recorrido hasta gestor de residuos Emgrisa, desde sector III-IV
- 7.9 Recorrido hasta gestor de residuos Emgrisa, desde sector VIII.2
- 7.10 Recorrido hasta punto limpio Don Benito desde sector III-IV
- 7.11 Recorrido hasta punto limpio Mérida desde sector VIII.2
- 7.12 Recorrido hasta planta de reciclado Áridos Romero S.L. desde sector III-IV
- 7.13 Recorrido hasta planta de reciclado Áridos Romero S.L. desde sector VIII.2

DOCUMENTO Nº 3: PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS.

DOCUMENTO Nº 4: PRESUPUESTO

DOCUMENTO Nº 5: SEPARATA Nº 1: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

11 PRESUPUESTO

Se recoge en el Documento nº 4 las mediciones, el cuadro de precios nº 1 (precios de las unidades de obra), el cuadro de precios nº 2 (precios descompuestos), los presupuestos parciales y el resumen general del presupuesto.

Para configurar las unidades de obra del proyecto, mayoritariamente se han utilizado los precios unitarios de la tarifa vigente de la Empresa de Transformación Agraria S.A. (TRAGSA), es decir, los precios de la Tarifa TRAGSA 2023.

Las unidades de obra no recogidas en estas tarifas se han elaborado teniendo en cuenta en su descompuesto los precios unitarios reflejados por las citadas tarifas; caso de no encontrarse el precio en Tarifas TRAGSA, se han adoptado precios de mercado actuales suministradas por los fabricantes correspondientes.

En este proyecto en concreto, los precios de las unidades de obra más importantes son precios de usuario, debido a su especificidad, pues se proyecta un sistema de telecontrol asociado a unos hidrantes diseñados expresamente para este proyecto.

En el Anejo nº 7 «Justificación de precios» se determinan los precios unitarios de ejecución

material de las diferentes unidades de obra del proyecto a partir de los costes horarios la mano de obra y de la maquinaria, y del coste de los materiales a pie de obra.

Las mediciones de las unidades de obra se han realizado sobre el terreno y reflejado en los planos que figuran en el presente proyecto.

Aplicando los precios a las mediciones de obra correspondientes, se obtiene el Presupuesto resumido a continuación:

Tabla 13. Resumen presupuesto

CÓDIGO	RESUMEN	IMPORTE (€)
01	VÁLVULAS HIDRÁULICAS CONTADOR	1.445.038,86
02	TELECONTROL	4.631.220,02
03	SEGURIDAD Y SALUD	46.255,13
04	GESTIÓN DE RESIDUOS	17.281,31
05	MEDIDAS AMBIENTALES	45.259,55
06	SEÑALIZACIÓN PRTR	3.657,55
07	CONTROL DE CALIDAD	61.887,11
	TOTAL COSTES DIRECTOS	6.250.599,53
	7,5% COSTES INDIRECTOS S/ 6.250.599,53	468.794,96
	6 % GASTOS GENERALES S/ 6.719.394,49	403.163,67
	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	7.122.558,16
	21 % IVA	1.495.737,21
	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR ADMINISTRACIÓN	8.618.295,37

Asciende el Presupuesto de Ejecución por Administración a la expresada cantidad de **OCHO MILLONES SEISCIENTOS DIECIOCHO MIL DOSCIENTOS NOVENTA Y CINCO EUROS CON TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS (8.618.295,37 €)**.

12 PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN

Al no ser necesarias expropiaciones para la ejecución de las obras, el Presupuesto para Conocimiento de la Administración coincide con el Presupuesto de Ejecución por Administración.

PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN	8.618.295,37 €
---	-----------------------

Asciende el Presupuesto para Conocimiento de la Administración a la expresada cantidad de **OCHO MILLONES SEISCIENTOS DIECISIETE MIL QUINIENTOS NOVENTA Y DOS EUROS CON CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS (8.618.295,37 €)**.

13 CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

En base a la siguiente legislación:

- Ley 9/20017 de Contratos del Sector Público, publicada en el BOE nº 272 de 09/11/2017
- Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas aprobado por Real Decreto 1098/2001 de 12 de octubre y publicado en el B.O.E. nº 257 de 26 de octubre de 2001, que modifica las categorías de los grupos y subgrupos para las clasificaciones
- Real Decreto 773/2015, de 28 de agosto, por el que se modifican preceptos del Reglamento General de la ley de Contratos de las Administraciones Públicas, aprobado por el Real Decreto 1098/2001

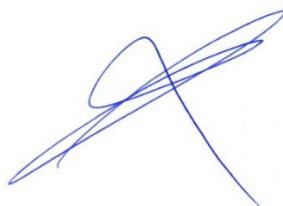
Se propone la siguiente clasificación del contratista atendiendo a los principales grupos y subgrupos de obra, y al importe anualizado de dichos subgrupos de obra.

GRUPO	SUBGRUPO	CATEGORÍA
E. HIDRAULICAS	Subgrupo 7. Obras hidráulicas sin cualificación específica	5

Mayo de 2023

INGENIERO AGRONOMO Cdo N°: 1.503

C.O.I.A. de Andalucía



Fdo.: Antonio Romero López