

# **PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE REGADÍO EN LAS COMUNIDADES DE REGANTES DEL CANAL DE INES Y DEL CANAL DE EZA. FASE I (SORIA)**

## **DOCUMENTO N° 1**

## **MEMORIA Y ANEJOS**

# **MEMORIA**

## ÍNDICE

<b>1 OBJETO DEL PROYECTO Y FINANCIACIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2 SITUACION DE PARTIDA Y ACTUACIONES PREVISTAS .....</b>	<b>2</b>
<b>3 PROMOTOR .....</b>	<b>11</b>
<b>4 JUSTIFICACIÓN DE LAS ACTUACIONES .....</b>	<b>12</b>
<b>5 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MEDIO FÍSICO DE LA ZONA A MODERNIZAR.....</b>	<b>15</b>
<b>5.1 LOCALIZACIÓN .....</b>	<b>15</b>
<b>5.2 CLIMATOLOGÍA .....</b>	<b>15</b>
<b>5.3 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA .....</b>	<b>16</b>
<b>5.4 SOCIOECONOMÍA .....</b>	<b>16</b>
<b>6 CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO.....</b>	<b>19</b>
<b>7 INGENIERÍA DEL PROYECTO .....</b>	<b>23</b>
<b>7.1 INGENIERÍA DE DISEÑO.....</b>	<b>23</b>
<b>7.2 SUPERFICIE OBJETO DEL PROYECTO .....</b>	<b>25</b>
<b>7.3 CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA.....</b>	<b>26</b>
<b>7.4 SISTEMA Y ORGANIZACIÓN DEL RIEGO .....</b>	<b>26</b>
<b>7.5 NECESIDADES DE AGUA.....</b>	<b>28</b>
<b>8 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS OBRAS E INSTALACIONES PROYECTADAS.....</b>	<b>29</b>
<b>8.1 ACTUACIÓN EN EL AZUD DE DERIVACIÓN .....</b>	<b>29</b>
<b>8.2 ACTUACION EN EL CANAL INES. – DERIVACION A LA Balsa DE ESPERA. – Balsa DE ESPERA. - BOMBEO .....</b>	<b>30</b>
<b>8.3 RED DE RIEGO .....</b>	<b>31</b>
<b>8.3.1 AGRUPACIONES DE RIEGO .....</b>	<b>31</b>
<b>8.3.2 TOPOLOGÍA Y TRAZADO DE LA RED .....</b>	<b>31</b>
<b>8.3.3 PRESIÓN DE CONSIGNA EN HIDRANTE.....</b>	<b>31</b>
<b>8.3.4 DOTACIONES DE RIEGO.....</b>	<b>32</b>
<b>8.3.5 CAUDALES DE DISEÑO.....</b>	<b>34</b>
<b>8.3.6 DIMENSIONAMIENTO DE LA RED PRINCIPAL .....</b>	<b>35</b>
<b>8.3.7 CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE LA RED.....</b>	<b>37</b>
<b>8.3.8 GAMA DE TUBERÍAS Y LONGITUDES .....</b>	<b>39</b>
<b>8.3.9 ELEMENTOS SINGULARES.....</b>	<b>40</b>
<b>8.3.10 OBRAS SINGULARES.....</b>	<b>46</b>
<b>8.3.11 JUSTIFICACION MECANICA DE LAS TUBERIAS.....</b>	<b>48</b>
<b>8.3.12 PROTECCION CONTRA LA CORROSIÓN .....</b>	<b>48</b>
<b>8.3.13 EXCAVACIONES, CAMAS Y MOVIMIENTO DE TIERRAS.....</b>	<b>48</b>
<b>8.4 OBRA DE TOMA DESDE EL CANAL DE INES .....</b>	<b>51</b>
<b>8.5 Balsa DE ESPERA.....</b>	<b>51</b>
<b>8.6 CÁNTARA DE BOMBEO .....</b>	<b>55</b>
<b>8.7 ESTACIÓN DE BOMBEO .....</b>	<b>56</b>

<b>8.8 TUBERÍA DE IMPULSIÓN .....</b>	<b>58</b>
<b>8.9 INSTALACIONES ANTIARIETE .....</b>	<b>59</b>
<b>8.10 Balsa de acumulación elevada.....</b>	<b>59</b>
8.10.1 CARACTERISTICAS PRINCIPALES .....	60
8.10.2 ANCLAJE DE LA LÁMINA .....	62
8.10.3 TOMAS DE EXPLOTACION Y VACIADO .....	63
8.10.4 ALIVIADERO Y RED DE DRENAJE .....	63
8.10.5 CASA DE VÁLVULAS.....	64
8.10.6 MOVIMIENTO DE TIERRAS Y URBANIZACIÓN.....	64
8.10.7 ELECTRIFICACIÓN, AUTOMATISMOS Y CONTROL .....	65
8.10.8 PROPUESTA DE CLASIFICACION DE LA Balsa.....	66
<b>8.11 INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN MEDIA TENSIÓN.....</b>	<b>67</b>
8.11.1 ACONDICIONAMIENTO INSTALACIONES DE COMPAÑIA.....	68
8.11.2 CONEXIÓN Y LÍNEA ELECTRICA MEDIA TENSIÓN .....	68
8.11.3 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Y EQUIPO DE MEDIDA.....	69
<b>8.12 INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN BAJA TENSIÓN .....</b>	<b>70</b>
8.12.1 INSTALACIONES DE b.t. EN CORRIENTE ALTERNA EN LA ESTACIÓN DE BOMBEO.....	70
8.12.2 INSTALACIONES b.t. EN CORRIENTE CONTINUA EN LA ESTACIÓN DE BOMBEO .....	71
8.12.3 INSTALACIONES b.t. EN CORRIENTE CONTINUA EN LA balsa regulación.....	71
<b>8.13 GENERADOR FOTOVOLTAICO .....</b>	<b>72</b>
8.13.1 DIMENSIONAMIENTO DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO .....	73
8.13.2 IMPLEMENTACIÓN DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO .....	76
8.13.3 PUESTA A TIERRA.....	79
8.13.4 MODULOS DE CONTROL DE SERIES Y CONCENTRADORES .....	80
8.13.5 MOVIMIENTO DE TIERRAS Y URBANIZACION .....	81
8.13.6 POTENCIAL DE BOMBEO DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO .....	81
<b>8.14 AUTOMATIZACIÓN Y MONITORIZACION DE LA INSTLACION.....</b>	<b>84</b>
8.14.1 perifericos para el control de las instalaciones.....	85
8.14.2 PROTOCOLO DE FUNCIONAMIENTO .....	86
8.14.3 AUTOMATA PROGRAMABLE .....	89
<b>8.15 SISTEMA DE TELECONTROL Y TELELECTURA.....</b>	<b>89</b>
<b>9 REQUISITOS ADMINISTRATIVOS Y MARCO NORMATIVO .....</b>	<b>91</b>
<b>9.1 MARCO NORMATIVO ESPECIFICO PRTR.....</b>	<b>91</b>
9.1.1 uso eficiente del agua de riego. control de humedad en el suelo .....	91
9.1.2 control y seguimiento de la calidad de agua y retornos de riego .....	92
9.1.3 estructuras vegetales para la fauna y otras medias ambientales.....	94
<b>9.2 MARCO NORMATIVO GENERAL .....</b>	<b>96</b>
<b>9.3 CLASIFICACIÓN DE LAS OBRAS .....</b>	<b>97</b>
<b>9.4 DECLARACIÓN DE OBRAS DE INTERÉS GENERAL.....</b>	<b>98</b>
<b>9.5 DECLARACIÓN DE UTILIDAD PÚBLICA .....</b>	<b>98</b>
<b>9.6 DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA.....</b>	<b>98</b>

---

<b>9.7 ESTUDIO GEOTÉCNICO .....</b>	<b>99</b>
<b>9.8 ESTUDIO ARQUEOLÓGICO.....</b>	<b>99</b>
<b>9.9 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD .....</b>	<b>100</b>
<b>9.10 ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN .....</b>	<b>101</b>
<b>9.11 DOCUMENTO AMBIENTAL.....</b>	<b>101</b>
<b>9.12 PLIEGO DE CONDICIONES.....</b>	<b>102</b>
<b>9.13 OCUPACIÓN Y DISPONIBILIDAD DE TERRENOS. EXPROPIACIONES</b>	<b>102</b>
<b>9.14 SERVICIOS AFECTADOS, PERMISOS Y LICENCIAS .....</b>	<b>103</b>
<b>9.15 SISTEMA DE ADJUDICACIÓN .....</b>	<b>104</b>
<b>9.16 CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA .....</b>	<b>104</b>
<b>9.17 REVISIÓN DE PRECIOS .....</b>	<b>105</b>
<b>9.18 PLAN DE OBRA.....</b>	<b>106</b>
<b>9.19 PLAZO DE EJECUCIÓN .....</b>	<b>107</b>
<b>9.20 PROGRAMA DE CONTROL DE CALIDAD .....</b>	<b>107</b>
<b>9.21 FINANCIACION DE LAS OBRAS.....</b>	<b>108</b>
<b>10 DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO .....</b>	<b>109</b>
<b>11 PRESUPUESTO.....</b>	<b>112</b>
<b>12 CONCLUSIONES Y PROPUESTA DE APROBACIÓN .....</b>	<b>114</b>



## 1 OBJETO DEL PROYECTO Y FINANCIACIÓN

El presente proyecto contempla las actuaciones a realizar para la modernización de las zonas regables de los Canales de Ines y Eza, al oeste de la provincia de Soria, en los términos municipales de San Esteban de Gormaz, Miño de San Esteban y Langa de Duero.

Los promotores de este proyecto son la Sociedad Mercantil Estatal de Infraestructuras Agrarias, S.A. (SEIASA) y la Junta de Castilla y León (JCyL).

El presente proyecto será particionado en distintas fases constructivas. De esta partición, la cual se realizará en función del promotor de cada una de ellas (SEIASA – JCyL), se extraerán sendos proyectos constructivos que se complementan.

El proyecto de la FASE I-A será financiado por la Sociedad Mercantil Estatal de Infraestructuras Agrarias, S.A. (SEIASA) a través 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 (PRTR)»: este proyecto queda totalmente englobado dentro del proyecto integral y será financiado por fondos PRTR. Tanto en el Estudio de Impacto Ambiental como el Proyecto integral de la modernización se han tenido en cuenta escrupulosamente los requerimientos del mecanismo PRTR.

El proyecto de la FASE I-B, será financiado por la Comunidad Autónoma a través de la Junta de Castilla y León (JCyL).

La decisión de llevar a cabo las actuaciones se tomó de conformidad con la normativa de aplicación en materia de comunidades de regantes, con vistas a acceder a la financiación pública que el Gobierno de España destina a estos menesteres.

En este sentido, tras las diligencias practicadas por los regantes con carácter previo, 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, S.A. (SEIASA), en relación con las obras de modernización de regadíos del “Plan para la mejora de la eficiencia y la sostenibilidad en regadíos” incluido en el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, Fase II.

## 2 SITUACION DE PARTIDA Y ACTUACIONES PREVISTAS

Las Comunidades de Regantes de los Canales de Ines y Eza contemplan, tras el proceso de reconcentración parcelaria que se está realizando actualmente, la modernización de una superficie de regadío de 1.521 hectáreas, aproximadamente. Estas hectáreas son las que resultan del diseño de las nuevas unidades de riego que se proyectan con la concentración y la asignación de los nuevos lotes de reemplazo y nuevas infraestructuras, y se encuentran repartidas entre los términos municipales de San Esteban de Gormaz, Miño de San Esteban y Langa de Duero, y sus barrios, Atauta, Soto de San Esteban, Aldea de San Esteba, Velilla de San Esteba, y Acozar todos ellos en la provincia de Soria.

Las obras de modernización de Las Comunidades de Regantes de los Canales de Ines y Eza fueron declaradas de Interés General por la Ley 11/2020, de 30 de diciembre, de Presupuestos Generales del Estado para el año 2021., en su disposición adicional centésima cuadragésima quinta. Declaración de interés general de determinadas obras de infraestructura hidráulicas con destino a riego.

En la actualidad se disponen de dos canales, el de Eza en la margen derecha del Duero, y el de Ines, que enfrentado al anterior, discurre por la margen izquierda.

El primero, riega las vegas de Velilla de San Esteban (barrio de San Esteban de Gormaz) y Alcozar (Barrio de Langa de Duero), todo ello en la provincia de Soria en su parte más occidental.

La zona regable por el Canal de Eza (Soria) fue puesta en servicio en 1908, siendo anterior a la construcción de la presa y embalse de Cuerda del Pozo. El nombre de Canal de Eza hace referencia a la intervención que en su gestión tuvo D. Luis Marichalar Monreal, Vizconde de Eza, político soriano de finales del siglo XIX y primer cuarto del siglo XX.

La Comunidad de Regantes del Canal de Eza, con CIF G42134767 y domicilio en calle Real de Alcozar (Langa de Duero).

Salvo un pequeño tramo en su inicio que está revestido de hormigón con sección rectangular, todo él está excavado en tierras, siendo su estado de conservación muy deficiente, y en ocasiones invadido de tupida vegetación hidrófila. Desde el canal parten acequias secundarias y regaderas que distribuyen el agua por la superficie dominada, también en tierras y en mal estado. El riego se practica por inundación, o mayormente impulsando con motobombas diésel el agua desde el canal o las regaderas a coberturas superficiales por aspersión.

El punto de toma está constituido por un rudimentario azud sobre el río Duero

en el paraje El Vado Largo inmediatamente aguas abajo de la confluencia del río Rejas, que ha sido consolidado con hormigón por los regantes en los años 60-70, y no cuenta con los elementos básicos como compuertas de limpieza, compuertas de alivio, escala de peces propiamente dicha, etc. El remanso que origina el azud descrito produce la elevación suficiente del agua para alimentar el canal a través de una compuerta mural.

La zona regable por el Canal de Ines (Soria) fue desarrollada por el Estado a partir de la década de los años cuarenta del siglo XX. Esta obra derivó del desarrollo de los regadíos del alto Duero con motivo de la construcción de la presa y embalse de Cuerda del Pozo. Se puso en servicio en el año 1953.

El Canal de Ines arranca por gravedad en el azud sobre el río Duero, sito en el paraje "La Presa" de la localidad de Olmillos, barrio de San Esteban de Gormaz (Soria). La zona dominada por el canal arranca aguas abajo de Olmillos, para regar las vegas de Atauta, Aldea de San Esteban y Soto de San Esteban, todos ellos barrios de San Esteban de Gormaz, y además también la vega del propio San Esteban de Gormaz, así como la de Miño de San Esteban y Langa de Duero.

El nombre de Canal de Ines viene dado porque la primera ubicación que se estudió para la citada presa estaba situada aguas arriba del azud actual, en terrenos de la localidad vecina de Ines (Soria). Dificultades para la ejecución de dicha infraestructura aconsejaron colocar la presa más abajo, ya en terrenos de Olmillos, pero se mantuvo el nombre original.

La Comunidad de Regantes del Canal de Ines, con CIF G42114835 y domicilio en calle Pol. Ind. La Tapiada - Vivero de Empresas Oficina 5 de San Esteban de Gormaz.

El riego de la superficie dominada por el Canal se ejecuta mediante una red de acequias en hormigón "in situ", en deficiente estado de conservación, dada la antigüedad de la obra.

Según los datos que figuran en la página Web de la Confederación Hidrográfica del Duero, el canal tiene una dotación en cabecera de 2.300 l/s. Su longitud total es de 26,5 Km., finalizando su recorrido por la margen derecha del Duero en el río Valdanzo, al cual evacua sus sobrantes, en la localidad de Langa de Duero (Soria). La capacidad del canal que le atribuye el Organismo de cuenca se ha comprobado que no corresponde con la realidad, como se justifica en un anejo de este proyecto.

El azud donde arranca el Canal de Ines está consolidado con hormigón y cuenta con los elementos de manejo y gestión básicos tales como escala de peces, compuertas de limpieza, compuerta de alimentación del canal, etc.,

aunque éstas se encuentran en mal estado (gripadas) y no disponen de mecanismos para su apertura y cierre, lo cual también se prevé incluir entre las partidas de modernización que se pretende. Este azud además permite la derivación del agua con la que se abastece la zona regable de Olmillos a través de una galería que conduce el agua hasta la cántara de la estación de bombeo.

El riego de la zona dominada por el canal de Ines se practica de forma semejante a lo descrito para el canal de Eza, salvedad hecha de que existen dos pivots en sendas parcelas de cierta extensión.

Para mayor viabilidad de la modernización del regadío, se están realizando los procesos de concentración parcelaria en la zona que nos ocupa.

En efecto, tras los pertinentes trámites, entre ellos los ambientales, por ACUERDO 54/2012, de 28 de junio, de la Junta de Castilla y León, se declara de utilidad pública y urgente ejecución la concentración parcelaria de la zona del Canal de Ines (Atauta II, San Esteban de Gormaz II, Aldea de San Esteban II, Soto de San Esteban II y Miño de San Esteban II) (Soria).

De la misma manera y bajo las mismas premisas, por ACUERDO 53/2012, de 28 de junio, de la Junta de Castilla y León, se declara de utilidad pública y urgente ejecución la concentración parcelaria de la zona del Canal de Eza-Velilla de San Esteban y Alcózar (Soria).

Ambas zonas actualmente se encuentran en Bases y se dispone del trazado de las infraestructuras de caminos y drenes, así como el diseño provisional y aproximado de las futuras unidades de riego. Los criterios de concentración pasan por generar el menor número de lotes posible, agrupando lotes por explotación, y con figuras geométricas apropiadas para la adopción de sistemas modernos de distribución de agua en parcela por aspersión y goteo. Con ello se favorece la viabilidad de las explotaciones agrícolas y el desarrollo socioeconómico de la zona. La financiación de las actuaciones vinculadas a los procesos de concentración parcelaria correrá a cargo de los fondos de la Junta de Castilla y León conforme a la legislación vigente.

Con ello se pretende reducir al máximo las unidades de riego, minimizando de esta manera la longitud de la red y el número de hidrantes, y por otro, generar lotes de reemplazo con figuras geométricas apropiadas para la mejor adopción posible de sistemas modernos de distribución en parcela por aspersión y goteo, con lo que también se ve beneficiado el regante.

En el anejo 1 se incluyen los aludidos Acuerdos de concentración, así como un plano donde se representan con la correspondiente poligonal, las zonas dominadas por los canales de Ines y Eza, y la superficie afectada por cada uno

de los Acuerdos de concentración.

Desde el punto de vista jurídico, las Comunidades de Regantes del Canal de Eza y del Canal de Ines han acordado la fusión en una nueva que se llamará "Comunidad de Regantes de los Canales de Ines y Eza", con domicilio en Polígono Industrial La Tapiada, s/n, puerta 5, Vivero de Empresas, Oficina 5, 42330 San Esteban de Gormaz (Soria), y con CIF provisional G72679103.

Para ello, las Juntas de Gobierno de ambas comunidades de regantes, reunidas el 9 de agosto de 2022, convinieron conjuntamente la necesidad de la fusión de ambas comunidades de regantes, para lo cual, se acordó:

- a. La exposición pública de la propuesta de Estatutos y Ordenanzas para la nueva Comunidad de Regantes de los Canales de Ines y Eza, previamente redactada y debatida por las Juntas de Gobierno.
- b. La exposición pública del padrón de riego
- c. Elevar a la Asamblea General de cada una las comunidades de regantes, entre otros asuntos:
  - i. La aprobación de la fusión de las comunidades de regantes
  - ii. La aprobación del padrón de riego
  - iii. La aprobación de la propuesta de Estatutos y Ordenanzas que regirán la nueva comunidad de regantes
  - iv. La adopción de cargos y representantes
  - v. Autorizaciones al Presidente y a la Junta de Gobierno a realizar cuantas cuestiones fuesen necesarias para llevar a buen término el fin pretendido.

En las Asambleas Generales de ambas comunidades de regantes celebradas en plazo y forma los días 29 y 30 de agosto de 2022, contando con la representación necesaria según la normativa, se tomaron por mayoría los acuerdos de las Juntas de Gobierno, quedando la junta gestora de la nueva comunidad de regantes formalizada por todos sus miembros y presidida por quien actualmente preside la Comunidad de regantes del Canal de Ines.

En las referidas Asambleas Generales, tras la exposición pormenorizada de las características técnicas y de funcionamiento del proyecto de modernización del regadío que se plantea, así como los fundamentos esgrimidos más arriba para excluir a El Mochín y los particulares del Miño, se acordó la ejecución de la referida obra de modernización en los términos planteados y la financiación de las estas actuaciones con fondos dentro del Programa de Recuperación, Transformación y Resiliencia, Fase II, por estar incluida en la Resolución de 21 de julio de 2022 de la Dirección General de Desarrollo Rural, Innovación y Formación Agroalimentaria publicada en el BOE de 23 de julio de 2022.

De conformidad con lo anteriormente expuesto, se adjunta la siguiente tabla dónde figuran las superficies que se beneficiarán de la modernización del regadío y de la concentración parcelaria, así como la superficie que quedará excluida de estos procesos.

ZONA REGABLE	SUBZONA	SUPERFICIE PARCIAL ZONA DOMINADA	SUPERFICIE MODERNIZAR	SUPERFICIE CONCENTRAR	SUPERFICIE SIN MODERNIZAR NI CONCENTRAR
EZA	TODA ELLA	434	434	434	
INES	INTERES AGRÍCOLA	954	954	954	
	HUERTOS	26	26		
	CASTRIL	107	107		
	PARTICULARES DE MIÑO	21			21
	EL MOCHÍN	109			109
Total		<b>1651</b>	<b>1521</b>	<b>1388</b>	<b>130</b>

Las cifras de superficie que aparecen en la zona objeto de concentración se han calculado en base a las unidades de riego que ya se encuentran prediseñadas, una vez trazadas las nuevas infraestructuras de caminos y arroyos vinculadas a la concentración parcelaria. Por el contrario, las superficies de la zona excluida de la concentración y modernización (El Mochín y Particulares de Miño) se han calculado a partir de la superficie catastrales de las fincas que se riegan por el canal.

Es necesario aclarar que el parcelario actual se caracteriza por estar constituido por muchas fincas de pequeño tamaño, cada una con su acceso y su regadera, drenes y linderos, etc., y que con la concentración parcelaria y los nuevos lotes de reemplazo en sustitución del parcelario actual, la estructura de la propiedad se simplificará sobremanera. De esta circunstancia deriva que pueda existir diferencias de superficie de la zona regable si se toma el área de cada una de las parcelas actuales o si se toma el área de las unidades de riego resultantes.

Así las cosas, a efectos de los cálculos de instalaciones se tiene en cuenta la superficie de las unidades de riego, sin perjuicio de que se incurra en una superficie ligeramente superior a la que finalmente resulte de la concentración parcelaria una vez finalizado el proceso, establecido las finas de restauración del medio natural, tierras sobrantes, desconocidos, etc., puesto que de esta manera, se estará del lado de la seguridad. Y todo ello sin obviar el necesario trámite ante la Confederación Hidrográfica del Duero para regularizar el elenco de riego tras la finalización.

Entre lo acordado por las Comunidades de Regantes está la adicción de los

derechos de agua para la nueva Comunidad de Regantes, para su uso indistintamente de la zona y sin distinción entre los regantes.

La Comunidad de Regantes del Canal de Eza dispone de una concesión de 3 hm<sup>3</sup> según consta en el título habilitante que se adjunta en el anexo de este anejo.

La Comunidad de Regantes del Canal de Ines no dispone de concesión, y se beneficia de la reserva del caudal que se establece en el Plan Hidrológico de cuenca vigente, el cual asciende a la cifra de 4,159 hm<sup>3</sup> según consta en la normativa de dicho Plan. Dicho documento de planificación recoge en el capítulo de medidas la modernización que nos ocupa.

En lo que respecta a la compatibilidad de la actuación de modernización con el Plan Hidrológico, se tiene que procede la revisión a la baja de la concesión asignada a la zona regable del Canal de Eza por el aumento de la eficiencia tras la modernización.

En este sentido, acogiéndose a la excepcionalidad de lo estipulado en el apartado d) del punto 6 del artículo 15 del Real Decreto 35/2023, de 24 de enero, por el que se aprueba la revisión de los planes hidrológicos de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Occidental, Guadalquivir, Ceuta, Melilla, Segura y Júcar, y de la parte española de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Oriental, MiñoSil, Duero, Tajo, Guadiana y Ebro, la junta gestora de la nueva comunidad de regantes, ha solicitado a la Confederación Hidrográfica del Duero en el trámite hoy abierto de modificación de características de la concesión, previa justificación técnica al respecto, la asignación de un total de 2,52 hm<sup>3</sup>.

Este volumen, 2,52 hm<sup>3</sup>, es el resultante de aplicar la dosis unitaria del estudio agronómico a las hectáreas que con carácter rotativo se prevé soporten cultivos típicos de la alternativa considerada, y todo ello, por la singularidad de la propiedad y el sistema de explotación de las tierras públicas propias del que otrora fuera ayuntamiento Alcozar, hoy integrado en el ayuntamiento de Langa de Duero.

Bajo las premisas anteriores, el volumen resultante disponible tras la adición asciende a 6,679 hm<sup>3</sup> que permite una dosis unitaria algo superior a 4.000 m<sup>3</sup>/ha a falta del dato concreto de la superficie de cultivo que resulte del proceso de concentración parcelaria, lo cual se considera aceptable por la comunidad de regantes.

El volumen que se pretende para el total de la zona tras la modernización, 6,679 hm<sup>3</sup>, supone un ahorro importante respecto del volumen que se ha venido utilizando con carácter previo a la modernización.

En efecto, teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, y a tenor de lo asignado por el Plan Hidrológico 16-21 para el Canal de Ines, esto es, 5,958 hm<sup>3</sup>, el uso eficiente del agua como consecuencia del proyecto de modernización que nos ocupa, acción contemplada dentro del programa de medidas en el instrumento de planificación, permitirá un ahorro de 2,279 hm<sup>3</sup> en razón a los cálculos de la tabla que sigue:

	Volumen antes de la modernización (hm <sup>3</sup> )	Volumen tras la modernización (hm <sup>3</sup> )	Ahorro tras la modernización(hm <sup>3</sup> )
	(PH 16-21)	(PH 22-27)	
Canal Ines	5,958	4,159	
Canal Eza	3,000	2,520	
Zona Ines+Eza	8,958	6,679	<b>2,279</b>

Desde el punto de vista de financiación, este proyecto de modernización está enmarcado dentro de la INVERSIÓN C3.I1 PLAN PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA Y SOSTENIBILIDAD DE REGADÍOS, incluida dentro del PLAN DE RECUPERACION TRANSFORMACIÓN Y RESIDENCIA DEL GOBIERNO DE ESPAÑA.

Y es por ello por lo que se redacta el presente proyecto donde se definen las obras y actuaciones que contempla la modernización, que básicamente consisten en sustituir el sistema de riego actual de gravedad a través de canales y acequias, por un sistema de riego a presión (aspersión y/o goteo), con distribución de agua a través de tubería enterrada y a presión.

Las conducciones existentes en la actualidad, presentan numerosas deficiencias debido al tiempo transcurrido desde su construcción y a la pobre calidad de los materiales existentes en la época. Las consecuencias del actual sistema de distribución y riego implantado son:

- El transporte de agua por las acequias provoca pérdidas por evaporación en lámina libre y a través de los paramentos de las acequias y regaderas dado el deficiente estado de los mismos, incluso la inexistencia de ellos en algún tramo.
- Para que el agua llegue al final del surco es necesario que se mantenga el agua en la cabecera del surco, teniendo en cuenta las correspondientes pérdidas por percolación y arrastres de nutrientes y posible contaminación de aguas subterráneas.

- Los cultivos están condicionados a la estacionalidad de los recursos hídricos.
- El sistema de riego por gravedad a turnos obliga al regante a regar cuando le toca el turno, ya sea de día o de noche, ya que de no utilizar el agua, la perdería, lo que conlleva una completa dependencia entre los horarios del agricultor y los turnos de riego.
- Imposibilidad de gestionar de manera ecuánime el agua en épocas de escasez.

Para mejorar las condiciones de riego, la modernización consistirá básicamente en el paso de la actual red de riego por gravedad a riego a presión a "la demanda", obteniéndose con ello una disminución en el consumo de agua mediante la eliminación de las pérdidas en la red existente y también del derivado de una gestión optimizada del recurso hídrico aplicado a los cultivos.

El proyecto contempla las siguientes infraestructuras:

1. Automatización de la toma de agua en el azud de derivación
2. Obra de toma desde el Canal de Ines, balsa de espera, desbaste y filtrado, y estación de bombeo.
3. Tubería de impulsión a la balsa de acumulación elevada.
4. Balsa de acumulación elevada.
5. Red de riego a presión con sistema de telelectura.
6. Línea eléctrica subterránea de media tensión 13.2 kV
7. Instalaciones eléctricas de baja tensión y equipamiento de la automatización de las mismas.
8. Generador fotovoltaico

El objeto del presente proyecto es la definición y valoración económica del conjunto de obras e instalaciones necesarias para llevar a cabo la modernización y mejora del regadío de Las Comunidades de Regantes de los Canales de Ines y Eza (Soria).

En síntesis, se trata de mejorar la eficiencia de los caudales suministrados a los agricultores, sustituyendo, por un lado, la infraestructura actual del sistema de riego compuesto por el canal y la red de acequias que, tras el paso del tiempo se encuentran deterioradas, y, por otro, el sistema en que es distribuida el agua dentro de la Comunidad de Regantes (a turnos), por un riego a la demanda mediante un conjunto de redes ramificadas de tuberías y accesorios necesarios que consigan la distribución y entrega en parcela del agua de riego, con una presión en condiciones aceptables y permitiendo el cambio del sistema actual de riego por gravedad, por el riego por aspersión, ya que es el sistema que más se ajusta a las características de la zona regable a modernizar.

La modernización conlleva actuar sobre una superficie total de 1.521 hectáreas.

Para alcanzar estos objetivos, las principales infraestructuras hidráulicas y obras proyectadas y necesarias a realizar en la modernización del regadío se concretan en las siguientes actuaciones:

1. Automatización de la toma de agua en el azud de derivación en Olmillos, sustitución de compuertas de limpia del azud, medida del caudal derivado.
2. Obra de toma desde el canal para derivar agua a la balsa de espera.
3. Desbaste del agua de entrada a la balsa de espera para impedir la entrada de elementos gruesos.
4. Balsa de espera junto al canal, para permitir que el bombeo se independice de la derivación, de manera que esta última sea constante 24 horas sobre 24 horas diarias, mientras que el bombeo sea en periodo preferiblemente solar y/o en periodo tarifario P6. De esta manera se pretende minimizar o incluso anular los retornos al río Duero del agua derivada, todo ello para aumentar la eficiencia en el uso del agua por la administración hidráulica.
5. Filtración a la salida de la balsa de espera para eliminar residuos finos del agua.
6. Impulsión del agua desbastada y filtrada por los grupos de bombeo (5+1R) a través de una tubería de 1300 mm a la balsa elevada, de regulación semanal, que por diferencia de cota devuelve el agua a la zona regable con suficiente presión para riego moderno.
7. Balsa de regulación, que sirve de batería de acumulación de energía potencial, y que a través de la tubería de impulsión, alimenta la zona regable a partir de una tubería de hormigón postesado camisa de chapa de 1200.
8. Red de riego mediante tuberías enterradas hasta hidrante, tipo ramificada en antena y telescópica.
9. Hidrantes en parcela con regulación de caudal y presión, para dar servicio a las unidades de riego en las que se divide la zona de riego.
10. Generador fotovoltaico para el suministro de energía a la estación de bombeo, en la modalidad de autoconsumo y con la posibilidad de hibridar.
11. Línea eléctrica subterránea de Media Tensión y centro de transformación, para apoyo al generador fotovoltaico.
12. Instalaciones eléctricas en Baja Tensión.
13. Automatismos necesarios para el funcionamiento de los equipos electromecánicos a instalar y para el control y la gestión del uso del

agua.

### **3 PROMOTOR**

Los promotores de este proyecto son la Sociedad Mercantil Estatal de Infraestructuras Agrarias, S.A. (SEIASA) y la Junta de Castilla y León (JCyL).

El presente proyecto será particionado en distintas fases constructivas. De esta partición, la cual se realizará en función del promotor de cada una de ellas (SEIASA – JCyL), se extraerán sendos proyectos constructivos que se complementan.

El proyecto de la FASE I-A será financiado por la Sociedad Mercantil Estatal de Infraestructuras Agrarias, S.A. (SEIASA) a través 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 (PRTR)»: este proyecto queda totalmente englobado dentro del proyecto integral y será financiado por fondos PRTR. Tanto en el Estudio de Impacto Ambiental como el Proyecto integral de la modernización se han tenido en cuenta escrupulosamente los requerimientos del mecanismo PRTR.

El proyecto de la FASE I-B, será financiado por la Comunidad Autónoma a través de la Junta de Castilla y León (JCyL).

SEIASA es una sociedad mercantil estatal de forma anónima y de carácter unipersonal, cuya constitución fue acordada por el Consejo de Ministros en la sesión celebrada el día 5 de noviembre de 1999, conforme al artículo 6.1 a) del Texto Refundido de la Ley General Presupuestaria, aprobado por Real Decreto Legislativo 1091/1988, de 23 de septiembre (BOE nº 234, del 29 de septiembre de 1988, y al artículo 99 de la Ley 50/1998, de 30 de diciembre, de Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden Social (BOE nº 313, del 31 de diciembre de 1999).

Como consecuencia del proceso de reestructuración empresarial autorizado por el Consejo de Ministros de 30 de abril de 2010, se produce la correspondiente operación de fusión por absorción, en virtud de la cual Seiasa del Norte, S.A. absorbe a Seiasa de la Meseta Sur, S.A, Seiasa del Nordeste, S.A. y Seiasa Sur y Este, S.A. subrogándose la absorbente los derechos y obligaciones que procedan de las absorbidas, dando lugar al cambio de denominación social de SEIASA DEL NORTE, S.A. por la denominación de SOCIEDAD ESTATAL DE INFRAESTRUCTURAS AGRARIAS, S.A.

La sociedad tiene por objeto, según el artículo 2º de sus estatutos:

- La promoción, contratación y explotación de inversiones en obras de modernización y consolidación de regadíos que, declaradas de Interés General sean de titularidad de la Sociedad Estatal, en concurrencia con los usuarios de las mismas, y, en su caso, de las Comunidades Autónomas, en la forma y condiciones que convenga con ellos.
- La financiación de las obras a las que se refiere el apartado anterior, no declaradas de interés general ni titularidad de la Sociedad Estatal, en concurrencia con los usuarios de las mismas, y en su caso, de las Comunidades Autónomas en la forma y condiciones que convenga con ellos.
- La explotación, en su caso, de las obras a las que se refiere el primer apartado previo acuerdo con los usuarios de las condiciones de explotación.
- El asesoramiento y asistencia técnica a los usuarios en materia de planificación y ordenación de regadíos y las medidas de coordinación de las actividades relacionadas con las referidas obras.

Las relaciones de SEIASA que se creen con las Administraciones Públicas y con las Comunidades de Regantes se regularán mediante los correspondientes convenios, en los que se preverá la forma de financiación de las obras de modernización y consolidación de regadíos incluidas en el Plan Nacional de Regadíos vigente en cada momento y el régimen de explotación de los mismos.

De acuerdo con el artículo 3 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público (BOE nº 272 del 9 de noviembre de 2017), SEIASA ostenta la condición de poder adjudicador.

#### **4 JUSTIFICACIÓN DE LAS ACTUACIONES**

La finalidad principal del proyecto es la modernización de las instalaciones con las que actualmente están regando los agricultores que pertenecen a las Comunidades de Regantes de los Canales de Ines y Eza, mediante la instalación de un sistema de red de distribución a la demanda, en la que el agricultor pueda disponer a cualquier hora del día y de la noche de un cierto caudal entregado en hidrantes de riego colocados en agrupaciones, con una presión no inferior a 50 m.c.a. (aguas arriba del hidrante) y una dotación relacionada con la superficie de cada agrupación. Estos parámetros están asegurados en cada uno de esos puntos y en cada instante por la adecuada regulación de la estación de bombeo y la regulación del agua mediante la balsa de acumulación elevada.

La ubicación del bombeo está condicionada por las características propias de la zona. A tenor del estudio de alternativas, se determinó el punto óptimo de

inicio de la red de riego en pro de una red eficiente y lo más económica posible, y en razón a este punto, se ubica la balsa de espera y la estación de bombeo lo más próximo posible a él y respetando condicionantes de otro tipo (arqueología, etc.).

Así mismo, la ubicación de la balsa de regulación es la acorde para conseguir la suficiente cota geométrica con el fin de dominar toda la superficie de riego y conseguir con ello, la necesaria presión estática con la que poder disponer de la mayor presión dinámica posible para minimizar los costes energéticos durante el riego parcelario. Además, se la ubicación de ésta también responde a las características propias del entorno, y a la normativa en materia de balsas y los riesgos y costes asociados, habiéndose previsto que esta balsa sea totalmente excavada y sin necesidad de la propuesta de clasificación.

A partir del hidrante de riego, en cada unidad de riego se podrá instalar el sistema de riego por aspersión, bien con cobertura total enterrada o móvil, bien con máquinas de riego (pivotes, laterales y cañones) o incluso riego localizado, que mejor se adapte al terreno y a la rotación de cultivos que realice el regante.

En cualquiera de los casos y como se recoge a lo largo de esta Memoria y en el resto de los Documentos de este Proyecto, las obras e instalaciones diseñadas y proyectadas logran las siguientes consecuencias inmediatas:

- La disminución del volumen total aplicado por unidad de superficie al mejorar la eficiencia de transporte, distribución y aplicación en parcela.
- La disminución de la lámina aplicada por cada riego, especialmente en los riegos de nascencia: en riegos por gravedad es difícil aplicar menos de 100 mm, mientras que con aspersión pueden darse riegos de 4 mm, suficientes para provocar la germinación de la semilla.
- La contaminación de acuíferos y ríos se reducirá debido a la disminución de las pérdidas de fertilizantes y fitosanitarios por lixiviación.
- Podrá realizarse el control automático del agua aplicada a través de programadores locales y centrales, basado en las necesidades reales de los cultivos según se desarrolle su proceso vegetativo y las condiciones atmosféricas cambiantes.
- El control de los volúmenes consumidos en cada campaña de riego, con objeto de cuantificar la demanda real de la zona regable, así como plantear frente a futuros escenarios, estrategias en ahorro de agua y planificación de la campaña. Además, al facturar al agricultor por el volumen consumido, se aumenta los esfuerzos por conseguir una eficiencia alta al

aplicar los riegos, no utilizando más agua que aquella que las plantas necesitan realmente.

- Entrada de nuevos cultivos en la rotación de la explotación, al desaparecer el régimen periódico y predeterminado de calendario de riegos que obliga el riego por turnos, mejorando la productividad de la explotación.
- Aumento en la calidad de vida de los agricultores, al proyectarse automatismos de maniobra que implican la no necesidad de estar en la parcela a la hora de realizar el riego, facilitando al regante una gestión cómoda y eficaz del riego de sus parcelas.
- Disminución de la mano de obra necesaria para la aplicación del riego.
- Optimización de los costes energéticos con la solución planteada y disminución de los gastos energéticos de aquellas explotaciones que riegan actualmente por presión.

En definitiva, el presente proyecto contribuirá a la tecnificación del regadío, y en consecuencia, al ahorro de agua sin reducir en modo alguno los rendimientos de los cultivos, mejorando las condiciones fitotecnias de los cultivos en pro de la calidad de los productos, ajustando la aplicación del riego en los momentos óptimos y a la dosis necesaria, automatizando el riego y mejorando tanto las condiciones de trabajo de los regantes como su economía de escala, todo ello en beneficio de un desarrollo mayor de la zona rural afectada por la modernización.

## **5 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MEDIO FÍSICO DE LA ZONA A MODERNIZAR**

### **5.1 LOCALIZACIÓN**

La zona a modernizar se localiza en la provincia de Soria, a 70 km al oeste de la capital de provincia. La zona regable de esta Comunidad de Regantes lo comprenden los siguientes términos municipales de la provincia de Soria: San Esteban de Gormaz, Miño de San Esteban y Langa de Duero.

El regadío de éstas Comunidades de Regantes se encuentra delimitado por una línea cerrada entre los canales de Ines y Eza, ambos a cada lado del río d Duero

La zona donde se sitúa la zona regable está comprendida entre las cotas 860 y 837snmn.

Las principales vías de comunicación para llegar a la zona regable se corresponden con la carretera nacional N-122, la carretera nacional N-110, la autovía A-11 SO-615 y con las carreteras provinciales SO-P-9.302, SO-P-1911 y SO-P-4216. Adicional a lo anterior, la zona regable cuenta con una extensa red de caminos secundarios, caminos rurales y vías de servicio para llegar a las parcelas, que serán modificados como consecuencia del proceso de concentración parcelaria que se está llevando en la zona.

En los planos se puede ver con detalle la ubicación de la red de riego dentro del perímetro de la zona regable de Las Comunidades de Regantes de los Canales de Ines y Eza.

### **5.2 CLIMATOLOGÍA**

Para el estudio climatológico de la zona se han utilizado los datos proporcionado por la estación meteorológica de San Esteban de Gormaz, en Soria (SO02).

El área de estudio se encuentra ubicada en clima continental, con veranos cortos y calurosos e inviernos largos, fríos y ventosos. La temporada templada dura 2,8 meses y la temperatura máxima promedio es de 27 °C y la mínima de 13 °C. La temporada fría dura 3,8 meses, siendo la temperatura máxima promedio de menos de 10 °C con temperaturas mínimas promedio de -1 °C y máximas de 6 °C. La temperatura media promedio a lo largo del año oscila en torno de los 10,7 °C.

El mes de julio es el mes del año más cálido, con temperaturas promedio de

20,6 °C y enero el mes más frío con temperaturas promedio de 2,4 °C.

Las precipitaciones medias de la zona se encuentran en torno de los 511 mm/año. Durante el invierno se producen las mayores precipitaciones, siendo el verano la estación con precipitaciones más bajas.

La evapotranspiración anual, según el método de Penman-Monteith-FAO es de 1.140,20 mm/año, correspondiendo la máxima evapotranspiración al mes de julio con 186,30 mm.

### **5.3 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA**

La zona regable se ubica toda ella dentro de la vega del Duero, con una geomorfología en forma de U invertida cuyo eje tiene la orientación este-oeste, de manera que por el norte y por el sur del cauce, la vega se encuentra confinada por laderas del Terciario, que a techo está coronado por un sustrato rocoso de naturaleza caliza y a muro por materiales arcillo limosos.

Los materiales de la vega, que es donde se apoya la superficie regable, son todos Cuaternarios, principalmente limo arcillosos que a veces tornan a limo arenosos, y ocasionalmente pueden presentar algún lentejón con presencia de gravas, significado de los diferentes episodios erosivos y sedimentarios del río.

Desde el punto de vista edáfico, son suelos de buena calidad para el cultivo, no presentan problemas para su mecanización, normalmente no son anegados por las avenidas del río salvo en pequeños reductos que constituyen viejos cauces abandonados del río.

### **5.4 SOCIOECONOMÍA**

La zona se dedica principalmente a la actividad agropecuaria como recurso principal, siendo el regadío el que ofrece más seguridad a las explotaciones frente al secano.

Las explotaciones agrarias mayoritariamente son de carácter familiar, normalmente en manos de personas mayores y con pocos atractivos a la incorporación de jóvenes por las condiciones de trabajo sobre todo en lo que al regadío se refiere, por la falta de infraestructuras de riego que mejoren las condiciones de trabajo, cuestión que se pretende solventar con el proyecto que nos ocupa.

La mecanización de las explotaciones es en principio concorde con los tiempos que corren en lo que al secano se refiere. Con respecto al regadío, la mecanización es más deficiente puesto que no se dispone maquinaria específica

de cultivos de regadío de primor, salvo en lo referente a la remolacha y cultivos extensivos como girasol, maíz, alfalfa, etc., para los que sí se dispone de maquinaria, entre otras cosas, por ser compatible con el cultivo en secano.

En cuanto a los sistemas de distribución de agua en parcela, salvo la existencia de 2 pivots, la mayoría de las explotaciones disponen de grupos motobombas diésel o de acoplamiento a la toma de fuerza del tractor y coberturas de aluminio para el riego por aspersión, así como cañones de riego. La disponibilidad de coberturas en cuanto a superficie se refiere no es muy extensa en casi ninguna explotación. A pesar de lo anterior, buena parte de la superficie se riega por inundación, bien a manta bien por surcos.

La estructura parcelaria actual se caracteriza por ser excesivamente dividida y de poca extensión, lo cual es un hándicap para plantearse inversiones en la distribución de agua en parcela, y prueba de ello es que los dos pivots existentes se ubican en parcelas en las que, por un medio o por otro, el titular de la explotación ha podido reunir cierta extensión en un mismo punto.

Esta deficiencia en el parcelario actual, se pretende corregir con la ejecución de la concentración parcelaria de la zona, y en consecuencia, tal como se ha apuntado anteriormente, se está en curso de realización por parte de los servicios técnicos del Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León.

La conjunción de ambas actuaciones, modernización del regadío y reconcentración parcelaria, conseguirán incrementar el desarrollo socioeconómico de la zona en base a lo sucedido con actuaciones similares en zonas regables colindantes.

Al hilo de lo apuntado en el párrafo anterior, es necesario destacar que, una vez salvados los inconvenientes de la excesiva parcelación con la concentración parcelaria y los de la distribución de agua con un sistema de riego moderno, las buenas condiciones agroclimáticas y edáficas de la zona son tales que despiertan interés en empresas especializadas en cultivos de primor de IV gama de alto valor económico, tal como ha sucedido en la vecina zona regable de Olmillos.

Por otro lado, la dotación de infraestructuras de comunicación que atesora la zona no presenta ningún hándicap para el desarrollo y la intensificación de cultivos de regadío de primor, incluso los percederos; en efecto, la zona está perfectamente comunicada, además de por carreteras locales y comarcales, por las nacionales N-110 que comunica San Esteban de Gormaz con la autovía N-1 Madrid Irún, y por la autovía del Duero A-11 que, colindante a la zona de riego, comunica el este y oeste de España sin atravesar Madrid ni bordear por el cantábrico.

Por otro lado, la existencia de tres núcleos urbanos de cierta entidad, San Esteban de Gormaz, el Burgo de Osma y Langa de Duero, con los servicios básicos cubiertos (enseñanza, comercio, sanidad, etc.) y con un equipamiento en materia de polígonos industriales, disponibilidad de potencia de suministro eléctrico y resto de servicios muy satisfactorio, crea un clima favorable para que incrementar el interés en la actuación de modernización y contribuye a su justificación.

## 6 CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO

Los criterios generales de carácter técnico que se han considerado a la hora de plantear la solución que mejor resuelve las necesidades planteadas para el diseño de las obras y con el fin de alcanzar la finalidad perseguida en el proyecto son los siguientes:

- La morfología de la zona regable que comprende una superficie regable neta aproximada de 1.521 hectáreas resultantes tras el diseño de las nuevas unidades de riego como consecuencia de la concentración parcelaria actualmente en curso.
- Con el fin de favorecer la gestión del agua e incrementar la eficiencia en el uso del agua a la administración hidráulica, y a la vez minimizar el estrés al medio acuático, se programa la derivación constante 24 horas sobre 24 del canal a la balsa de espera.
- Desde el punto de vista energético, se pretende el uso de energía solar fotovoltaica en línea con las políticas actuales de transición ecológica. No obstante, para mayor seguridad de disposición de energía, se contempla el apoyo de la fotovoltaica con energía de red para momentos de máxima necesidad y con la posibilidad de hibridar.
- El diseño de la instalación pretende que en la energía de red que puntualmente se necesite como apoyo y complemento a la fotovoltaica, sea en periodo tarifario P6 por razones económicas y medioambientales.
- El diseño del bombeo es tal que, funcionando con la energía fotovoltaica media esperable, el volumen impulsado será del orden aproximado al 75/80% de las necesidades de los cultivos, y el resto, 20/25% con energía de red. La independencia total y absoluta de energía de red exigiría un generador fotovoltaico excesivamente grande, lo cual grava la viabilidad económica de la instalación dado que únicamente se utiliza en la época de riego, y el pico de potencia extra solamente unas 2/3 semanas por campaña. Ello obliga a tomar una determinación en cuanto a la dimensión del generador fotovoltaico ya que se diseña para autoconsumo sin vertido a red.
- Para desligar e independizar el bombeo (normalmente en horas solares) del riego, y de esta manera no condicionar al regante a que ajuste el periodo de riego al de bombeo, se proyecta una balsa de regulación en altura, a una cota suficiente para que garantizar la presión mínima en hidrante, siendo esta la suficiente para poder distribuir el agua en parcela con sistemas modernos de aspersión y/o goteo.

- Además del efecto anteriormente explicado de la balsa de regulación en altura, la construcción de ésta busca maximizar la eficiencia energética del generador fotovoltaico. En efecto, a la balsa de regulación se le atribuye la función de acumulación de energía fotovoltaica que se produzca en momentos excedentarios en los que no sería necesario porque no se esté aplicando agua de riego a los cultivos, y poder disponer de ella en los momentos en los que se aplique el riego y no haya disponibilidad de energía fotovoltaica.
- El diseño de la red de riego corresponde a una topología de red de tipo ramificada y modalidad de uso a la demanda hasta el hidrante de agrupación.
- Se configura el hidrante para que sea capaz de limitar el caudal, regular la presión y contabilizar el volumen servido. De esta manera, la red principal acabará en la arqueta hidrante, formada por una válvula de corte, un filtro cazapiedras, contador y una válvula hidráulica con piloto limitador de caudal y regulador de presión, además de todos los elementos del sistema de telecontrol (unidad remota, batería, sensores, etc).
- La ubicación de los hidrantes se prevé siempre en un punto de la parcela de fácil acceso, normalmente junto a los caminos, de manera que la operación y control del mismo sea lo más fácil posible.
- El sistema de riego deberá permitir el riego por aspersión en unas condiciones óptimas de presión y caudal en la totalidad de las parcelas, dotándose a cada unidad de riego del caudal suficiente para que la aplicación del riego se efectúe con la suficiente holgura, de tal forma que sea posible regar toda la superficie dominada por la red en 6 días a la semana y con jornadas de riego de 18 horas.
- El trazado de la red principal hasta hidrante seguirá, en la medida de lo posible, alineaciones paralelas a los caminos y vías pecuarias, y cuando no sea posible, paralelas a las acequias y linderos, de manera que se maximice en lo posible la correcta gestión de la superficie agraria. Los corredores diseñados para los caminos de concentración parcelaria se prevén de 12 metros de anchura, por lo que la afección a las fincas será mínima, ya que se dispone de una anchura aproximada de 4 metros en estos corredores para la instalación de las tuberías de la red de riego.
- Dado que la instalación de gran parte de la red de riego discurre por los pasillos de 4 metros en los corredores de los caminos, la resistencia mecánica al aplastamiento de las tuberías será la suficiente para soportar

la carga de las tierras sin sobrecargas por tráfico. Por ello, la Comunidad de Regantes como receptora de la obra a su finalización, velará para que no se produzca invasión de ese pasillo y/o un uso que no sea compatible con la tubería.

- Por otro lado, en los tramos de la red en los que sea necesario ocupar terrenos agrícolas o de otro tipo, a la resistencia mecánica de la tubería será concorde con las sobrecargas que actúen, y entre ellas, las originadas por el tráfico agrario o de otro tipo.
- En cualquier caso, en concordancia con la resistencia mecánica de la tubería y las solicitaciones a las que está sometida, se prevé, si procede, la protección de misma mediante las obras auxiliares que sean necesarias, y entre ellas, las losas de hormigón para reparto de cargas.
- La justificación mecánica de las tuberías es bajo el supuesto de que la altura de recubrimiento mínima sea de al menos 1 metro sobre la clave, y en base a ello, el rasanteo es acorde al perfil longitudinal del terreno para el cumplimiento de esta condición al máximo posible.
- Todos los caminos y otras infraestructuras afectadas serán repuestos para dejarlos en el mismo estado sin merma ni menoscabo funcional. Esto es también extensible al actual sistema de riego por gravedad, de manera que los regantes puedan servirse de lo antiguo mientras no se puedan abastecer de lo nuevo.
- La duración y programación de todas las actividades del proyecto se procurará adaptar, en la medida de lo posible, a los planes de siembra y labores agrícolas que indique la CR (Comunidad de Regantes), y a otros condicionantes que pudieran existir (épocas sensibles para la fauna, etc.)
- El emplazamiento de la balsa de acumulación elevada se ha localizado buscando, además de lo explicado con respecto a los aspectos energéticos, el punto y el diseño que permita minimizar el riesgo de rotura y el coste vinculado a su gestión, a la postre, relacionado con la peligrosidad de la balsa y el plan de emergencia. En este sentido, el emplazamiento y el diseño de la misma hace que no sea necesaria la propuesta de clasificación por ser totalmente excavada.
- Se colocará un filtro cazapiedras en todos los hidrantes con paso de malla metálica de 2 mm.
- Se dispondrá de contadores en los hidrantes, y se diseñará un sistema de telelectura para llevar a cabo el control de los consumos y otro tipo de

señales de seguridad de funcionamiento.

- Se colocarán caudalímetros en los colectores de impulsión para el control de caudales y consumos a lo largo de la campaña, cumpliendo la orden ministerial ARM/1312/2009, de 20 de mayo, por los que se regulan los sistemas para realizar el control efectivo de los volúmenes de agua utilizados por los aprovechamientos de agua del dominio público hidráulico, de los retornos al citado dominio público hidráulico y de los vertidos al mismo.
- Se colocará también un caudalímetro de doble flujo en la toma de fondo de la balsa de regulación en altura, de manera que sea posible registrar y controlar los volúmenes entrantes y salientes de la balsa.
- Se colocará un sistema de registro y control de agua en la balsa de espera y en la balsa de regulación que servirá, además de para conocer el nivel y el volumen almacenado, para comandar el arranque y pare de las bombas en modo automático.

Se dotará de los sistemas y equipos necesarios para el funcionamiento en automático del conjunto de la instalación, con las alarmas y sistemas de seguridad necesarios para alertar en caso de anomalías por averías, fugas, etc.

## 7 INGENIERÍA DEL PROYECTO

### 7.1 INGENIERÍA DE DISEÑO

El proyecto constituye la modernización del regadío de los Canales de Ines y Eza, que actualmente opera en lámina libre en la modalidad de turnos, y pasará a un sistema de reparto del agua a presión a la demanda.

El primer aspecto que se observó en el estudio de alternativas fue:

- En las diferentes alternativas contempladas se estudian diferentes ubicaciones de la balsa y de la estación de bombeo, así como del trazado de la red de riego y el punto de derivación de agua del río Duero
- Sobre el punto de derivación de agua desde el Duero, se prescinde de la actual toma del Canal de Eza puesto que el azud es muy rudimentario y no cuenta con equipamiento suficiente para su correcto manejo y por tanto, las garantías de suministro no están aseguradas. Por otro lado, no cuenta tampoco con los requerimientos ambientales respecto a la permeabilidad transversal de la fauna.
- Por el contrario, el Canal de Ines deriva agua del Duero en el azud existente en Olmillos. Éste sí cuenta con el equipamiento exigible a un azud de derivación, aunque el estado de algunos componentes (compuertas de limpia, de derivación y medida y control de caudal y volúmenes derivados) aconseja su mejora y/o sustitución. Por ello, en el estudio de alternativas no se contempla otro punto de derivación que no sea el azud antedicho. Lo contrario supondría actuaciones en el Dominio Público Hidráulico, lo cual se ha evitado en este proyecto máxime teniendo en cuenta la cualificación LIC Riberas del Duero y afluentes del tramo de río afectado.
- Se plantean diferentes ubicaciones de la balsa. Una primera cercana al principio de la zona regable, que se desecha bien por falta de cota, bien por carestía de la red de riego. En efecto, la ubicación de la balsa al principio de la zona regable implica que la red de riego comienza también al principio de la zona regable, y dado la geometría propia de ella, muy estrecha al principio de la vega para ensancharse en el centro, resulta una red de riego muy cara por los grandes diámetros que exige hasta el centro de la zona regable.
- Se considera más apropiado la ubicación de la balsa hacia el centro de la zona, puesto que la red resulta mucho más económica cuando el origen es en la zona de la vega más ancha.

- Dentro de las ubicaciones de la balsa, se estudia la categoría en la que podría clasificarse en razón de las afecciones por una posible rotura, concluyendo que salvo que sea excavada, sería una balsa tipo "A". Por ello se opta por esta solución, lo cual, si bien exige una inversión inicial un poco mayor por el exceso de excavación, conlleva una anulación de riesgos derivados de rotura del dique, una simplificación operativa y económica en la fase de explotación que compensa sin dudas a la comunidad de regantes.

Para garantizar presión en la red de distribución es necesario recurrir al concurso de grupos de elevación, mediante un bombeo de a la balsa de acumulación elevada. La estación de bombeo se abastecerá de agua del Canal a partir de la una balsa de espera.

La balsa de espera se diseña para minimizar los retornos de agua derivada al río. La dimensión de ella se realiza en base a las necesidades temporales de los cultivos y a la potencialidad de bombeo fotovoltaico, de manera que si bien la derivación de agua del río Duero en el azud de Olmillos va a ser constante en el tiempo 24 horas sobre 24 y de acuerdo con las necesidades de la semana en curso, el bombeo fotovoltaico será únicamente en periodo diurno. De esta manera se desliga la derivación del bombeo, impulsando a balsa durante 6/8 horas lo que se viene derivando desde el anterior ciclo de bombeo del día anterior.

La instalación de la balsa de espera y el diseño de la misma ha sido por requerimiento de la Confederación Hidrográfica del Duero, y a tal efecto, se determinó de conformidad con los técnicos del organismo de cuenca, que los ciclos de derivación (periodo de tiempo en el que el caudal derivado en el Azud de Olmillos es constante) parecía razonable establecerlos de una semana.

Para dotar de energía a la estación de bombeo se proyecta un generador fotovoltaico y una línea eléctrica y su correspondiente centro de transformación en media tensión para apoyo al generador fotovoltaico.

Para mayor eficiencia energética, el generador fotovoltaico se diseña con seguimiento a un eje norte sur e inclinación acimutal fija para maximizar la captación de radiación solar en los meses centrales del año coincidentes con los mayores requerimientos energéticos de la campaña de riego.

Así mismo, para mayor eficiencia energética, la alimentación de las bombas se prevé mediante variadores de frecuencia, de manera que es posible el funcionamiento de las mismas a diferentes regímenes de velocidad, y por consiguiente a diferentes caudales. Con ello se pretende que el funcionamiento

de las bombas en cada momento sea acorde con la energía fotovoltaica disponible con la única limitación de que el régimen mínimo de revoluciones de la bomba viene condicionado por la altura manométrica que es necesario vencer para impulsar agua a la balsa de regulación. Este régimen de revoluciones mínimo viene condicionado por las características hidráulicas de las bombas.

Al hilo de lo anterior y con el mismo objetivo, el tipo de bomba elegida es el de multietapa o multi rodete, dado que este tipo de bomba brinda una curva caudal/altura manométrica ventajosa con respecto a otro tipo de bombas mono etapa como por ejemplo cámara partida. Las multietapa permiten, para disminuciones de potencia disponible, decrementos de caudal menores que los monoetapa, por lo que se considera acertado esta decisión cuando se trata de el máximo aprovechamiento de la energía fotovoltaica.

Por otro lado, se eligen bombas sumergidas por varias razones, entre las que destacamos la nula emisión de ruidos, bajo o nulo mantenimiento, minimización del espacio en la estación de bombeo por instalarse en cántara exterior y no necesidad de instalación de medios de elevación fijos (polipasto/puente grúa) para su montaje y desmontaje.

La red de tuberías se irá ramificando y finalizará en un hidrante de agrupación o unidad de riego que dará servicio a parcelas o grupos de parcelas que forman la misma.

El hidrante se configura para que sea capaz de limitar el caudal y regular la presión y se contabilizará el volumen servido mediante un contador tipo Woltmann.

Asimismo, se prevé dotar a toda la instalación de la red de riego de un equipo de telelectura capaz de gestionar los siguientes elementos:

- Registro de consumos de agua en hidrantes.
- Registro de presiones en puntos determinados de la red de riego.

## **7.2 SUPERFICIE OBJETO DEL PROYECTO**

Tal y como se ha expuesto anteriormente, los límites de la zona regable son nítidos, y la superficie que abarca, una vez realizada las previsiones de las unidades de riego a raíz de los trabajos de concentración parcelaria, es 1.521 ha.

### 7.3 CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

Para la realización de este proyecto se han utilizado:

#### Ortofotografías aéreas

Realizadas dentro del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA). El sistema de referencia de los vuelos fotogramétricos es el sistema de referencia ETRS-89 huso 30. La cobertura del vuelo se ha realizado en el año 2017. Estas fotografías aéreas geo-referenciadas son de gran ayuda para el estudio y análisis de la zona a la hora de definir la ubicación y trazado de las obras del proyecto, así como para una primera aproximación a la realidad de la zona que va a ser objeto de la modernización.

#### Levantamiento topográfico

Para conocer la orografía del terreno de la zona de estudio, se ha realizado un levantamiento topográfico con GPS y medición en tiempo real, del cual se han obtenido cotas reales exactas.

#### Catastro de rústica

Se ha hecho uso del catastro de rústica en soporte digital para la localización de las parcelas y polígonos a los que pertenecen y el término municipal en que se inscriben, realizando el anejo de Expropiaciones, con la base catastral actual.

#### Perfiles Longitudinales y Transversales

Finalmente, para la obtención de perfiles longitudinales y cubicaciones de tierras, tanto de tuberías como de las balsas diseñadas en este proyecto, se ha utilizado el software informático MDT de Aplitot.

### 7.4 SISTEMA Y ORGANIZACIÓN DEL RIEGO

Dada la variabilidad entre suelos, superficies, topografía del terreno, cultivos actuales y futuros previstos en la alternativa, se ha escogido como sistema o método de riego a nivel de parcela el de aspersión en sus distintas vertientes, bien con cobertura total enterrada o móvil, bien con máquinas de riego (pivotes, laterales y cañones). Cada regante podrá seleccionar el sistema que mejor se adapte al terreno, a su explotación y a la rotación de cultivos que efectúe. Es también compatible la distribución de agua en parcela mediante riego localizado y goteo.

La introducción de nuevas tecnologías de riego en parcela obligan a realizar unas obras de infraestructura de orden colectivo cuyo objeto sea la captación, el almacenamiento y regulación del agua de riego y su posterior transporte y distribución hasta parcela, cubriendo unos requerimientos mínimos de caudal y presión que garanticen el correcto funcionamiento del sistema de riego adoptado, aspecto que se resuelve, si se quiere rentabilizar las inversiones necesarias en las infraestructuras generales que se proyectan, dimensionando una red de riego a presión de uso colectivo.

La implantación del sistema de riego colectivo requiere una adecuada organización de la distribución del agua de riego, la cual va a afectar tanto al diseño de la red como a la explotación de la misma, lo que conduce a adoptar una modalidad u organización del riego "*a la demanda*".

En la distribución "*a la demanda*" el agricultor no tiene más limitaciones para el uso del agua que las impuestas por su propio hidrante (umbrales máximos de caudal y presión de servicio disponible), teniendo libertad para elegir sus horarios y días de riego, flexibilizando así las horas de uso dentro de la jornada efectiva de riego (JER).

Con este método de entrega más flexible, el aprovechamiento del agua y la elasticidad del riego son máximos ya que el agricultor es el único que decide la fecha y la duración de los riegos y puede, por lo tanto, dirigir racionalmente su agricultura de regadío a la hora de organizar el riego en parcela, es decir, dar las dosis convenientes de acuerdo con las necesidades concretas de sus cultivos, en función del estado fenológico en que se encuentren las plantas y el suelo, de otros aspectos culturales, de las condiciones climatológicas y de la tecnología disponible.

La superioridad evidente de esta concepción encuentra su repercusión práctica en los consumos de agua: la distribución a la demanda, unido al cobro del agua por volumen gastado, estimula al agricultor a no utilizar más agua que aquella que las plantas necesitan realmente. Los riesgos de despilfarro de agua y los accidentes que esto trae consigo (lixiviación de los suelos, erosión, etc.) se hallan, de este modo, muy reducidos.

A pesar de que el riego a la demanda, en su concepción más pura, implica que cada parcela disponga de su propio hidrante individual, en el caso que nos ocupa y debido a que existe una alta parcelación de la zona regable, en muchos casos es necesario agrupar varias parcelas de distintos tamaño, dotándolas de un hidrante colectivo, que será de uso compartido entre los distintos propietarios cuyas parcelas componen la agrupación de riego, mientras que en los casos en que una única parcela es lo suficientemente grande para asignarla también como agrupación de riego, se la ha dotado de un hidrante individual (es decir, que no

es compartido con otros propietarios).

Por lo tanto, los usuarios de un hidrante colectivo deberán organizar, internamente, sus turnos que serán más o menos estrictos según los grados de libertad considerados para establecer su dotación, para evitar que se produzca simultaneidad aguas abajo del hidrante.

## 7.5 NECESIDADES DE AGUA

La alternativa de cultivos considerada en dicho anejo es la siguiente:

	%	Siembra	Floración	Recolección
Cereal invierno	15	10-nov		15-jul
Girasol	10	1-may	25-jul	30-sep
Hortícolas	25	20-abr		15-sep
Frutales pepita	15		20-abr	30-oct
Maíz	10	20-abr	30-jun	15-oct
Alfalfa	15			
Remolacha	10	15-abr		30-oct

El consumo real se determina a partir de las necesidades netas de riego considerando una eficiencia determinada en la aplicación del agua al suelo. Para el cálculo de las necesidades brutas de riego se ha considerado únicamente la eficiencia del riego en parcela que se estima en:

SISTEMA DE RIEGO	EFICIENCIA (%)	COEF. MAYORACIÓN
ASPERSIÓN	85	1,18
GOTEO	92	1,08

El consumo de la alternativa se muestra en el cuadro siguiente:

CONSUMO DE LA ALTERNATIVA (NECESIDADES BRUTAS)								
	%	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	AÑO
CEREAL	15	13,23	26,26	32,69	5,90	0,00	0,00	78,07
GIRASOL	10	0,00	2,87	11,12	21,00	15,34	5,66	55,99
HORTICOLAS	25	3,78	27,81	45,95	52,09	31,45	0,00	161,08
FRUT. PEPITA	15	0,26	12,45	18,87	23,66	24,60	14,64	94,47
MAIZ	10	0,19	5,84	11,65	22,56	19,06	5,12	64,40
ALFALFA	15	0,00	14,18	20,75	23,73	21,40	13,56	93,62
REMOLACHA	10	0,64	6,39	11,00	19,28	19,62	9,96	66,89
<b>ALTERNATIVA</b>	<b>100</b>	<b>18,10</b>	<b>95,80</b>	<b>152,02</b>	<b>168,22</b>	<b>131,46</b>	<b>48,94</b>	<b>614,53</b>

El caudal ficticio continuo ( $q_{fc}$ ), para la alternativa propuesta, se expresa como:

$$q_{fc} = \frac{NAR \times 1000}{24 \times 3600 \times 31} \Rightarrow \mathbf{q_{fc} = 0,628 \text{ l.s/ha.}}$$

Se ha considerado una jornada efectiva de riego ajustada a las restricciones horarias existentes en los periodos de facturación eléctrica y horas solares. Se escoge el mes de julio, como mes de máximo consumo y menor margen horario, quedando por lo tanto una jornada de riego de 18 horas durante 6 días.

Por lo tanto, la dotación de agua para la alternativa propuesta de es:

$$\text{Dotación} = \frac{q_{fc} \times 24}{18} \Rightarrow \mathbf{\underline{\underline{Dotación = 0,977 \text{ l. s/ha.}}}}$$

## **8 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS OBRAS E INSTALACIONES PROYECTADAS**

El proyecto constituye una modernización del regadío hacia un sistema de reparto del agua mediante una demanda programada, llevando a cabo la distribución del agua con una sola red de riego para toda la zona regable a modernizar.

Esta red regará por presión gracias a la combinación de una estación de bombeo y/o de una balsa elevada, diseñadas de tal manera que el agua llegue a los hidrantes con la presión de consigna requerida para el riego por aspersión en todas las parcelas.

Como se ha indicado anteriormente, en el presente proyecto se moderniza la totalidad de la superficie regable correspondiente a la Comunidad de Regantes del Canal de Las Comunidades de Regantes de los Canales de Ines y Eza. Para ello, la captación de agua se realiza desde el Azud de derivación actualmente existente en Olmillos.

El canal se mantiene hasta el río Pedro, que es en único cauce de entidad como para transportar caudal del canal en el periodo de no bombeo sin originar daños al medio.

### **8.1 ACTUACIÓN EN EL AZUD DE DERIVACIÓN**

Dado el estado actual de las compuertas (gripadas) y el estado de los actuadores, inexistentes porque fueron objeto de robo, se plantea la sustitución de las compuertas y la instalación de nuevos actuadores eléctricos, que se cederán a CH Duero.

Además, se plantea la instalación de un caudalímetro registrador totalizador de medida de caudal instantáneo y acumulado del volumen derivado y la sustitución y automatización de la compuerta de derivación, con manejo manual y/o remoto, que quedará dentro del SAI del CH Duero.

Esta compuerta podrá tener un funcionamiento manual o automático. En manual, la apertura y cierre se ejecuta a voluntad de quien opere el sistema. En automático la compuerta se abrirá o cerrará hasta conseguir el caudal de consigna que previamente se ha introducido en el sistema. Tanto en una modalidad como en otra, el sistema podrá manejarse "en remoto" o "en local", así como la consulta y descarga de datos de caudal y volumen derivado, accesible para las personas autorizadas.

## **8.2 ACTUACION EN EL CANAL INES. – DERIVACION A LA BALSA DE ESPERA. – BALSA DE ESPERA. - BOMBEO**

En el anejo 9 se estudia y modeliza el Canal de Ines para deducir la capacidad de transporte de cara al abastecimiento de la zona de riego, comprobando que a pesar de que la capacidad de transporte es mucho menor de lo que consta en la documentación de la Confederación Hidrográfica del Duero, es suficiente para abastecer la zona de riego bajo las premisas y consideraciones tenidas en cuenta en este proyecto.

En el anejo 10 se detallan las obras de derivación de canal, que básicamente consisten en practicar una apertura en su paramento izquierdo en el pk 12+240, y el acondicionamiento de un pequeño tramo del canal aguas abajo de este punto, ensanchándolo y construyendo un murete para crear un resalto del agua que obligue al agua a salir por la apertura.

La apertura del canal vierte el agua a la balsa de espera previo paso por una reja de desbaste. La balsa de espera está conectada a la cantara de bombeo donde están los grupos motobomba que impulsan el agua a la balsa de regulación.

La cántara de bombeo que se divide en dos partes, la cámara de filtración y cántara de bombeo propiamente dicha; ambas cámaras están construidas excavadas, con muros de hormigón armado de 0.3 m de espesor, y cubiertas con rejilla tipo tramex sobre una estructura a base de vigas IPE 180 que descansan en la coronación del muro.

En la cámara de filtración hay un filtro tamiz de un paso 1,5 mm previo paso a la cántara de bombeo.

Ambos elementos de eliminación de residuos del agua, la reja y el filtro, son de funcionamiento automático y con sendos sinfines que evacuan lo retenido a

un contenedor tipo "obra".

### 8.3 RED DE RIEGO

#### 8.3.1 AGRUPACIONES DE RIEGO

La zona regable a modernizar se ha dividido en unidades o agrupaciones de riego para instalar en cada una de ellas un hidrante, capaz de dotarlas de un caudal y una presión determinada para un riego óptimo. El total de agrupaciones de riego asciende a 267.

El reparto de hidrantes y las unidades de riego se muestra a continuación:

Calibre del hidrante	Módulo (l/s)	Número de hidrantes	Número de hidrantes/s/módulo	Rango de superficies (ha)	Superficie servida (ha)	Superficie acumulada (ha)	Superficie acumulada (ha)
3"	18	166	166	<=5,00	583,23	583,23	38%
4"	25	94	94	5,01 – 10,00	597,63	1180,86	78%
6"	30	9	6	10,01 – 19,00	69,28	1250,14	82%
	37		2	19,01 – 24,00	40,53	1290,67	85%
	64		1	37,01 – 41,60	38,82	1329,49	87%
8"	85	2	2	50,91 – 55,50	107,53	1437,02	94%
10"	130	1	1	82,01 – 87,00	84,24	1521,26	100%
Totales		272	272		1.521,26		

En el anejo nº 3 se incluye el "*Listado de las agrupaciones de riego*" que como ha quedado dicho, son consecuencia del diseño efectuado de las nuevas infraestructuras de riego que se proyectan como consecuencia del proceso de concentración parcelaria que se está llevando a cabo en la zona.

#### 8.3.2 TOPOLOGÍA Y TRAZADO DE LA RED

La topología de la red de riego responde a una configuración ramificada arborescente. El trazado de la misma se ha sido realizado con el criterio de seguir los caminos, vías de servicio existentes y futuras, de las futuras masas de concentración parcelaria, así como las lindes de las agrupaciones de riego, corrigiendo su traza en aquellos puntos que son inevitables, para evitar excesivos cambios de dirección. Tan sólo en aquellas ocasiones en que seguir las lindes de las parcelas supone un excesivo aumento de longitud, se ha recurrido a cruzar éstas. También se ha procurado afectar lo menos posible a los servicios existentes, evitando realizar excesivos cruces con las carreteras existentes.

#### 8.3.3 PRESIÓN DE CONSIGNA EN HIDRANTE

La presión a garantizar en todos los hidrantes, de acuerdo con las

características de la zona proyectada, del tamaño medio de agrupación, además de los parámetros intrínsecos al sistema de riego por aspersion, será de 50 m.c.a. más el máximo desnivel existente entre la cota donde se ubica éste y el punto más elevado de toda la superficie que se pretenda regar (agrupación de riego) dominada por el mismo, valor que teóricamente debería estar disponible en todos los hidrantes en todas las combinaciones de demanda para las condiciones de diseño. En el hidrante se opta por una válvula hidráulica con regulador de presión, que permita realizar los tarados acorde a las presiones de diseño, y no perturbar el funcionamiento global diseñado y calculado para estos valores.

Así, puesto que en la zona regable se utilizará exclusivamente riego por aspersion, las presiones requeridas según modelos de aspersores varían de 30 a 35 m.c.a., considerada como suficiente para regar con este sistema. Con ello, se pretende garantizar una presión mínima a la entrada de los hidrantes de 50 m.c.a., que en función de la ubicación de los mismos, la presión aguas abajo del hidrante rondará los 40 m.c.a.

Se ha estimado una pérdida de carga máxima que puede llegar a producirse en la tubería de amueblamiento del agricultor de valor 5 m.c.a. Seguidamente se han tenido en cuenta las recomendaciones de los fabricantes en cuanto al cálculo de las pérdidas de carga en función del caudal que circula por los distintos elementos que componen el conjunto hidrante (filtro cazapiedras, contador, válvula hidráulica, válvula de corte, codos y curvas). Con ello, se ha pretendido que no sea superior a los 5 m.c.a. en hidrantes de con pilotos de regulación de 3 vías y no superior a 12 m.c.a. en hidrantes de 2 vías.

Por lo tanto, la presión a garantizar en la mayor parte de los hidrantes, de acuerdo con las características de la zona proyectada, del tamaño medio de parcela y/o subunidad de riego, además de los parámetros intrínsecos al sistema de riego por aspersion, será de 38 m.c.a. aguas abajo del hidrante más el máximo desnivel existente entre la cota donde se ubica éste y el punto más elevado de toda la superficie que se pretenda regar (agrupación de riego) dominada por el mismo, valor que teóricamente debería estar disponible en todos los hidrantes en todas las combinaciones de demanda para las condiciones de diseño.

#### **8.3.4 DOTACIONES DE RIEGO**

Al igual que la presión de consigna, la dotación en cada hidrante vendrá un limitador de caudal que impide sobrepasar de una determinada cantidad, fijada de antemano, incluso cuando éste se encuentra totalmente abierto. La dotación es el valor del caudal al cual se tara el piloto limitador del caudal del hidrante, y por lo tanto, se corresponde con el caudal máximo que puede extraerse del mismo. En la fijación de la dotación disponible en cada hidrante, se han tenido en cuenta los siguientes factores:

### Superficie de la agrupación de riego abastecida (S)

Lógicamente, a mayor superficie abastecida por un hidrante, mayor deberá ser el caudal suministrado por el mismo; sin embargo, este incremento en la dotación no sigue una progresión lineal con la superficie. Si la superficie de la unidad de riego es menor de 5 hectáreas, se asigna un caudal de 18 l/s; y si la superficie es mayor, se asigna un caudal de superior en función de la correlación establecida en la siguiente tabla:

Intervalo de superficie		Caudal continuo (l/s/ha)	Módulo (l/s)	Grados de libertad		Tamaño de hidrante	Número de unidades de riego	Tiempo de riego (horas/día)	
Superficie menor (ha)	Superficie mayor (ha)			GL Máximo	GL Mínimo				
0,5	5	0,98	18	35,17	3,52	3"	164	0,4	4,2
5	10	0,98	25	4,88	2,44	4"	91	3,0	6,0
10	19	0,98	30	2,93	1,54	6"	6	5,0	9,5
19	24	0,98	37	1,90	1,51	6"	2	7,7	9,8
24	28	0,98	43	1,75	1,50	6"	0	8,4	9,8
28	32,5	0,98	50	1,74	1,50	6"	0	8,4	9,8
32,5	37	0,98	57	1,71	1,50	6"	0	8,6	9,8
37	41,6	0,98	64	1,69	1,50	6"	1	8,7	9,8
41,6	46,1	0,98	71	1,67	1,50	8"	0	8,8	9,8
46,1	50,9	0,98	78	1,65	1,50	8"	0	8,9	9,8
50,9	55,5	0,98	85	1,63	1,50	8"	2	9,0	9,8
82	87	0,98	130	1,55	1,46	10"	1	9,5	10,1

### Sistema de riego utilizado

En todas las agrupaciones se proyecta el riego por aspersión, fijándose la dotación mínima de 18 l/s para poder regar de una sola vez una superficie de, al menos, una hectárea.

### Necesidades hídricas máximas de los cultivos para la alternativa prevista

En el anejo nº 3 "*Estudio Agronómico*", se establece el valor de 1.682,2 m<sup>3</sup>/ha como dotación bruta a satisfacer en el mes de máxima demanda (julio) para la alternativa de cultivos adoptada en la zona.

En su cálculo se han considerado los 31 días del mes de julio, que corresponde

al mes de máximo consumo. En consecuencia, el caudal ficticio continuo ( $q_{fc}$ ) de la alternativa de cultivos adoptada para la zona regable es de 0,60 l/s y hectárea.

#### Jornada efectiva de riego (JER)

Al ser un sistema de riego alimentado con inyección directa a red, y en función de las tarifas eléctricas a las que se acoja la contratación (tarifa de 6 periodos) y la disponibilidad energética en horas solares, se recomienda establecer la JER para aprovechar al máximo los periodos tarifarios más baratos. De esta manera la JER en el mes de julio, se establece en 18 horas y seis días a la semana.

#### Rendimiento de la red (r)

Se emplea como rendimiento de utilización la relación entre la jornada efectiva de riego (JER) y la jornada ficticia continua (24 horas), obteniendo un rendimiento de 0,643.

#### Grado de libertad (GL)

Se ha concedido un grado de libertad mayor cuanto menor es el tamaño de la parcela, y se ha establecido, para que la fórmula de Clément para el cálculo de caudales en redes a la demanda pueda ser de aplicación, un valor mínimo del grado de libertad de 1,5 y un máximo que no puede exceder de 8.

### 8.3.5 CAUDALES DE DISEÑO

El cálculo de los caudales de diseño correspondientes a cada tramo de la red está basado en métodos estadísticos, en los que se admite que los agricultores siguen una determinada ley de distribución probabilística en la aplicación de los riegos.

Entre los distintos métodos de cálculo propuestos, se emplea el método establecido por René Clément para riego a la demanda. Para su aplicación, se ha escogido una garantía de suministro o calidad de funcionamiento selectiva dependiendo del número de hidrantes "n":

$n \leq 3$	GS = 100%
$4 < n \leq 15$	GS = 97%
$16 < n \leq 45$	GS = 95%
$46 < n \leq 100$	GS = 92%
$n > 100$	GS = 90%

Los caudales de diseño así obtenidos se listan en el apéndice nº 3 del anejo nº 8.

El caudal de diseño en cabecera (Qd), evaluado según la formulación de Clément, es de 1,759 m<sup>3</sup>/s.

### 8.3.6 DIMENSIONAMIENTO DE LA RED PRINCIPAL

Se ha procedido a dimensionar la red principal mediante procesos de optimización económica haciendo uso del paquete informático SIGOPRAM que ha sido desarrollado por la empresa Aigües del Segarra Garrigues, S.A. y concebidos, ambos, para el diseño, simulación y gestión hidráulica y energética de sistemas de riegos a presión en régimen permanente.

Los datos de partida y las restricciones de diseño para abordar el cálculo informático pueden agruparse de la siguiente manera:

#### Generación de la topología constructiva

- Nodo de cabecera: balsa en altura con cotas conocidas
- Nodos de consumo conocido (hidrantes). Hay que indicar la dotación, la superficie, la presión de consigna, la posición y cota, el rendimiento de la red y el caudal ficticio continuo de la alternativa.
- Nodos de unión.
- Líneas. En cada una de las líneas de la red hay que establecer:
  - Longitud de la línea.
  - El nudo origen y nudo final en el sentido de circulación del agua.

#### Criterios y restricciones de diseño

- Pendientes en bifurcaciones: 0,0015 m.c.a/ml
- Pendiente hidráulica de la primera senda: 0,0015 m.c.a/ml
- Caudales de diseño. Se corresponde con los caudales de Clément
- Velocidad máxima y mínima admisible en tuberías:  $0,5 \text{ m/s} \leq V \leq 2 \text{ m/s}$
- Presión mínima exigible en nudos. Se corresponde con la presión de consigna en los nodos de consumo conocido (hidrantes) y cero en los nodos de unión.
- Parámetros financieros, en los que hay que indicar:
  - Periodo de amortización de las instalaciones: 25 años
  - Interés de la inversión: 4%
- Elección de materiales a emplear en tuberías según diámetros: se optimizará con los siguientes criterios:

- PVC-Orientado: para tuberías con diámetros menores de 800 mm incluido éste.
- Hormigón postesado con camisa de chapa: para tuberías con un diámetro superior a 800 excluido éste.
- Fórmula de pérdida de carga aplicada: Darcy-Weisbach
- Pérdidas singulares: 5% de la longitud definida de las conducciones en cada tramo
- Margen de seguridad para determinar el timbraje de la tubería: 10 m.c.a.
- Estación de bombeo, en la que hay que establecer:
  - Rendimiento ponderado de la estación de bombeo: 70%
  - Cos fi: 0,8997
  - Volumen anual a bombear por periodo: depende del caudal de bombeo y de las horas bombeadas para cada periodo tarifario.
  - Tarifa eléctrica a aplicar según datos actualizados de SEIASA.

Costes	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Termino de potencia (€/kW año)	22,1500 €	11,0880 €	8,1151 €	8,1151 €	8,1151 €	3,7020 €
Termino de energía (€/kWh)	0,1470 €	0,1305 €	0,1216 €	0,1089 €	0,1023 €	0,0876 €

Con todos estos datos el programa realiza la optimización del conjunto de la red. La red, una vez optimizada, ha sido simulada con el mismo programa GESTAR, cuyos resultados han verificado el correcto funcionamiento del diseño realizado en la fase de la optimización.

También se ha realizado un análisis de los márgenes de sobreexplotación, incorporando en la modelización del sistema, la composición de los grupos de bombeo que se han estimado instalar en la estación de bombeo.

### 8.3.7 CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE LA RED

Las tuberías se disponen enterradas en zanjas. La sección tipo de zanja irá en función de los diferentes diámetros de los tubos, para ello se han definido los siguientes tipos de zanja:

TUBERÍAS	DIÁMETRO	BASE (B)	CAMA (C)	TALUD	RELLENO GRANULAR
	(mm)	(mm)	(cm)	(T)	(m <sup>3</sup> /m)
PVC-O	160	600	16	1H/1,5V	0,35
PVC-O	200	600	16	1H/1,5V	0,39
PVC-O	250	600	16	1H/1,5V	0,43
PVC-O	315	850	16	1H/1,5V	0,63
PVC-O	400	1100	16	1H/1,5V	0,89
PVC-O	450	1150	16	1H/1,5V	0,99
PVC-O	500	1200	16	1H/1,5V	1,11
PVC-O	630	1300	16	1H/1,5V	1,37
PVC-O	710	1400	16	1H/1,5V	1,59
PVC-O	800	1650	16	1H/1,5V	1,99
HPCCH	900	2070	16	1H/1,5V	0,61
HPCCH	1200	2130	16	1H/1,5V	0,69
HPCCH	1300	2130	16	1H/1,5V	0,73

Las directrices con respecto a los criterios a seguir para el trazado de las rasantes son las siguientes:

- El recubrimiento mínimo (incluida la grava) será de 1 m para PVC-O y para HPCCH, todo ello dado que la red de riego discurre, salvo raras excepciones, paralela a borde de las parcelas, fuera de ellas y de los caminos, por terreno público que resulta de la nueva concentración parcelaria, por lo que el riesgo de daño sobre la tubería es muy bajo.
- La cama de grava será de 0,16 m para todas las tuberías.
- Relleno grava y/o material seleccionado de granulometría apropiada:
  - o Tuberías plásticas de PVC-O y PEAD se realizará el relleno hasta 10 cm por encima de la tubería, según plano de secciones tipo.
  - o Tubería de HPCCH se realizará un segundo aporte hasta obtener el apoyo de 90°. Para carga de tierras superiores a las realizadas en los cálculos (3 ó 4,5 metros en función de la tubería) y para diámetros iguales o superiores a 1300 mm se realizará una

compactación de terreno selección al 95% del Proctor Modificado hasta los 180° de la tubería.

- La pendiente mínima ascendente será de 2 por mil, mientras que la pendiente mínima descendente será del 4 por mil.
- Las trazas discurren preferiblemente y en su gran mayoría por el pasillo de 4 metros que resta paralelo a los caminos agrícolas sobre los corredores de 12 metros que a tal efecto, se han diseñado en el proceso de concentración parcelaria que se está llevando en la zona. En estos pasillos las tuberías deben soportar la carga de tierras que gravita sobre ellas. Por ello, la Comunidad de Regantes, como propietaria de la red de riego a su finalización, velará para que no se produzcan invasiones y usos incompatibles con la presencia de la tubería y comprometa sus características, funcionalidad y durabilidad.
- En los tramos que sea preciso atravesar las tierras agrícolas, se siguen preferiblemente alineaciones sobre lindes o paralelas en lo posible a éstas a los efectos de minimizar la afección a los predios. En estos casos, la rigidez estructural será la suficiente para resistir las cargas derivadas de las tierras que las cubren y de las sobrecargas por tráfico.
- No obstante lo anterior, allí donde sea necesario soportar cargas de tráfico como en entradas, pasos bajo caminos, etc., se implementarán con una losa de hormigón y/o sistema equivalente para la protección de las tuberías. En el caso que nos ocupa es necesario destacar que este aspecto estará en concordancia con el proyecto de infraestructura rural de caminos derivado del proceso de concentración parcelaria, de manera que quede cubierto y garantizado lo aquí pretendido en cuanto a la protección de las tuberías se refiere.
- En los puntos de la red que sea necesario atravesar carreteras nacionales, comarcales o de otro orden, en las que la densidad de tráfico sea importante, se prevé la instalación de tubería "hincada" en cualquiera de sus variantes de instalación. Para las carreteras comarcales de tráfico reducido, se prevé atravesarlas mediante zanja a cielo abierto y reposición de pavimento de conformidad con la propiedad de la vía.

La sección de la zanja tipo estará condicionada al estudio geotécnico del terreno, así como a las condiciones concretas que se den en el momento de su ejecución, sobre todo en lo que respecta al grado de encharcamiento y posición del nivel saturado por grandes lluvias. Entre las características más importantes destacan la base, las pendientes mínimas de los taludes y las bermas a considerar dependiendo de la profundidad de dicha zanja y del diámetro de la tubería en

cada punto. Conforme al estudio geotécnico, los taludes de excavación son 1H:1,5V para la mayor parte de la zona regable, a excepción de algún lentejón de depósitos no cohesivos donde haya que aumentar los taludes o recurrir a otras técnicas para evitar desprendimientos. La tubería se apoya sobre un lecho de material granular y además se recubrirá con dicho material.

La ejecución de la red de tuberías conllevará la realización de otras obras complementarias que a continuación se exponen:

- Replanteo.
- Comprobación de perfil y rasante.
- Excavación mecánica en zanja.
- Rasanteo manual.
- Colocación de camas de gravas.
- Montaje de tuberías.
- Relleno de riñones y compactación
- Recubrimiento de tubería y compactación
- Punteo.
- Pruebas en zanja.
- Tapado y extendido.

### 8.3.8 GAMA DE TUBERÍAS Y LONGITUDES

La gama de diámetros, materiales empleados en las conducciones de la red proyectada y sus longitudes son los siguientes:

PLANTEL DE TUBERIAS: HCCH y PVC-O										
Denominación de la tubería	Material	DN	PN	Diámetro interior $\Phi$ i (mm)	Rugosidad interna (mm)	Longitud parcial (m)	Ramal	Pk inicio	Pk final	Longitud tramo (m)
160_(PVCO-20)	PVC Orientado	160	20	150	0,1	1.139	B4	6386	6621	235
							B-4-13	450	878	428
							B-4-5	243	456	213
							B-4-3	839	1008	169
							B-4-3-3	180	274	94
160_(PVCO-16)	PVC Orientado	160	16	151,4	0,1	3.883	Resto red			
200_(PVCO-20)	PVC Orientado	200	20	187,4	0,1	1.188	B-4-3-3	0	180	180
							B-4-3	502	839	337
							B-4-1-3	0	450	450
							B-4	6165	6386	221
200_(PVCO-16)	PVC Orientado	200	16	189,2	0,1	2.846	Resto red			

PLANTEL DE TUBERIAS: HCCH y PVC-O										
Denominación de la tubería	Material	DN	PN	Diámetro interior $\Phi$ i (mm)	Rugosidad interna (mm)	Longitud parcial (m)	Ramal	Pk inicio	Pk final	Longitud tramo (m)
250_(PVCO-20)	PVC Orientado	250	20	234,2	0,1	610	B-7-6	0	410	410
							B-4	5965	6165	200
250_(PVCO-16)	PVC Orientado	250	16	236,4	0,1	5.634	Resto red			
315_(PVCO-20)	PVC Orientado	315	20	295,2	0,1	715	B-4	5250	5965	715
315_(PVCO-16)	PVC Orientado	315	16	298,0	0,1	4.487	Resto red			
400_(PVCO-20)	PVC Orientado	400	20	374,8	0,1					
400_(PVCO-16)	PVC Orientado	400	16	378,4	0,1	2.690	Toda la red			
450_(PVCO-20)	PVC Orientado	450	20	421,4	0,1	147	B-4	3158	3305	147
450_(PVCO-16)	PVC Orientado	450	16	426,0	0,1	3.799	Resto red			
500_(PVCO-20)	PVC Orientado	500	20	468,6	0,1	180	B-7	1570	1750	180
500_(PVCO-16)	PVC Orientado	500	16	472,8	0,1	3.181	Resto red			
630_(PVCO-20)	PVC Orientado	630	20	590,4	0,1	525	B	2721	3143	422
							B	3460	3563	103
630_(PVCO-16)	PVC Orientado	630	16	595,8	0,1	4.088	Resto red			
710_(PVCO-20)	PVC Orientado	710	20	664,9	0,1					
710_(PVCO-16)	PVC Orientado	710	16	671,4	0,1	2.898	Toda la red			
800_(PVCO-20)	PVC Orientado	800	20	750,4	0,1					
800_(PVCO-16)	PVC Orientado	800	16	757,8	0,1	354	Toda la red			
900_(HPCC-16)	Hormigón camisa de chapa	900	16	900,0	0,5	475				
1200_(HPCC-16)	Hormigón camisa de chapa	1200	16	1200,0	0,5	431				
1300_(HPCC-16)	Hormigón camisa de chapa	1300	16	1300,0	0,5	3.655				
						TOTAL				42.925

### 8.3.9 ELEMENTOS SINGULARES

#### **VÁLVULAS DE SECCIONAMIENTO**

Se colocarán válvulas de seccionamiento para cortar el flujo de agua en caso necesario. Este tipo de válvulas se utilizan para aislar tantos elementos

hidráulicos (ventosas, hidrantes, filtros) como tramos de la conducción (ramales secundarios y tramos de la tubería principal), y también como elemento de vaciado de la red en sus puntos bajos, formando parte de los desagües, que se tratan a continuación.

En función del diámetro de la conducción en donde vayan insertadas, las válvulas seccionamiento serán de compuerta para diámetros de tubo hasta 300 mm y de mariposa con reductor manual para diámetros superiores.

En general, la instalación las válvulas de compuerta será enterrada, donde se accede al mecanismo de maniobra que acciona la válvula a través de un alargador o prolongador metálico, existiendo en superficie una simple boca de llave en T de reducidas dimensiones que irá alojada en una arqueta prefabricada de hormigón. En los planos de planta de la red puede localizarse la situación de estas válvulas de corte, así como en los planos longitudinales correspondientes.

Los distintos tipos de válvulas de seccionamiento a instalar se resumen en la siguiente tabla:

VALVULAS SECCIONAMIENTO											
COMPUERTA				MARIPOSA							
φ150	φ200	φ250	φ300	φ400	φ450	φ500	φ630	φ700	φ800	φ900	φ1300
8	8	12	2	2	3	1	3	-	1	-	-

El número total de válvulas de seccionamiento a instalar en la red de riego es de 38 unidades.

### **VENTOSAS**

Para evitar los problemas que ocasiona la presencia de aire en las conducciones, se colocarán en determinados puntos (se indican en los planos de planta y perfil longitudinal) las ventosas y los purgadores de aire correspondientes.

Las ventosas trifuncionales que se proyectan actuarán al mismo tiempo como elementos de seguridad frente a posibles depresiones que pudieran originarse, ya sea durante el vaciado de la red o como consecuencia de fenómenos transitorios. El diámetro de estas ventosas se indica en función del diámetro de la tubería donde van colocadas.

Los distintos tipos de ventosas a instalar se resumen en la siguiente tabla, donde aparece también el caudal de aire a evacuar:

TUBERIAS	VENTOSAS (denominación/Q aire l/s)						TOTAL
	VTR DN50	VTR DN80	VTR DN100	VTR DN150	2VTR DN150	2VTR DN200	
	152	424	626	1415	2829	4526	
φ160	25						25
φ200	10						10
φ250	11						11
φ315	12						12
φ400	2	4					6
φ450	2	7					9
φ500		7	3				10
φ630		1	6	3			10
φ700			4	4			8
φ800							
φ900					1	1	2
φ1200							
	62	19	13	7	1	1	103

El número total de ventosas a instalar en la red de riego es de 102 unidades.

## **DESAGÜES**

En algunos puntos bajos de la red se proyecta la instalación de válvulas que puedan permitir proceder al desagüe de cualquier tramo de la red cuando fuera necesario. La salida de estos desagües suele coincidir con arroyos, desagües naturales del terreno de la actual red de riego o con antiguas acequias que servirán de transporte hasta el curso natural más próximo.

Los desagües a instalar se resumen en la siguiente tabla:

Ø DESAGÜE (mm)	TIPO	Nº TOTAL
Ø 160	POZO	37

En todos los desagües se contempla la ejecución de un pozo construido con tubería prefabricada de hormigón por la sencilla razón de que los puntos de cruce de la red de riego con los cauces y drenes se proyectan por debajo, con lo que el vaciado natural puede exigir descender mucha distancia del desagüe, lo cual puede ser inviable dado la topografía tan llana de la zona regable. No obstante, presupuestariamente se contempla 331 m de tubería de PVC amorfo bajo zanja para conectar ciertos pozos de desagüe con puntos bajos del dominio público hidráulico para su vaciado natural.

## **PIEZAS ESPECIALES**

El conjunto de piezas especiales y accesorios (tes, codos, conos de reducción, bridas, etc.) y, que serán, o bien piezas prefabricadas de fundición y de hormigón postesado con camisa de chapa, o piezas de taller realizadas en calderería de acero, estando todas ellas conforme al Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y a la normativa técnica que la defina, en todo caso a criterio de la Dirección de Obra. Asimismo se contempla la instalación de distintas unidades de carretes de desmontaje, carretes lisos para anclaje y uniones especiales.

Preferiblemente para el caso de PVC-O, se usarán piezas en fundición en vez de calderería por su resistencia a corrosión. En el caso de calderería de acero, la protección antioxidante deberá ser muy cuidada bajo los criterios de la Dirección Facultativa

Para minimizar el riesgo de oxidación, las piezas de calderería serán de la dimensión mínima posible, siendo necesaria, no obstante, cierta longitud para el correcto anclado mediante macizos de hormigón armado. Las citadas longitudes y las características de los materiales están definidas también en el Pliego de Prescripciones Técnicas.

Asimismo, se contempla la instalación de distintas unidades de carretes de desmontaje, carretes lisos para anclaje, y uniones especiales.

## **MACIZOS DE ANCLAJE**

Para contrarrestar los empujes debidos a la presión interna de las tuberías en los puntos singulares (codos, reducciones, tés, valvulería, etc.) se han diseñado anclajes de hormigón armado, fabricados in situ, de dimensiones variables según el diámetro nominal y la presión de trabajo de la tubería. Los resultados para cada caso se recogen en el anejo correspondiente. A criterio de la Dirección Facultativa, estos deberán ser adaptados a las condiciones concretas que se den en la fase de ejecución de la obra al objeto de asegurar la seguridad de la instalación.

Los macizos de anclaje se han calculado para soportar los empujes de las diferentes piezas especiales de la tubería.

Los anclajes se diseñan como paralelepípedos sencillos de caras paralelas en hormigón armado de dimensiones acordes a las solicitudes requeridas y bajo una premisa concreta en cuanto a las características geotécnicas del suelo, las cuales se han tomado con carácter conservador para salvaguardar las posibles desviaciones que puntualmente pueden darse entre la realidad y el estudio geotécnico.

En el cálculo justificativo de los anclajes se basa en el Código Técnico de la Edificación (CTE-SE-C), la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08) y la publicación "*Proyecto y Cálculo de Estructuras de Hormigón. En masa, armado y pretensado.*" de J. Calavera, pasa por considerar la estabilidad de paralelepípedo de hormigón al deslizamiento, con un coeficiente de seguridad 1,5, la estabilidad al vuelco con un coeficiente de seguridad de 1,8, y la limitación correspondiente de no sobrepasar la tensión admisible del terreno bajo la hipótesis de la excentricidad de la carga derivada del momento desestabilizante.

No se tiene en cuenta el empuje pasivo del terreno para no incurrir en la posibilidad de que se produzca un diferencial de desplazamiento del anclaje hasta hacer efectivo éste, y tal desplazamiento sea superior al que permite la unión "enchufe de campana con junta", y en consecuencia, se origine un punto de fuga. Por ello, se adopta el criterio conservador de considerar el coeficiente de empuje activo  $K_A$ , en lugar del de empuje pasivo  $K_p$  o en reposo  $K_0$  (que conceptualmente sería más correcto)

Sin embargo, si se considera la colaboración del terreno en la puntera del dado, esto es, el empuje activo, que sigue la Ley de Rankine.

La ejecución del cuerpo principal del paralelepípedo se prevé hormigonando contra el terreno, sin encofrado alguno, y del dado menor, con el consiguiente encofrado en todas sus caras menos en la superior.

El armado se diseña según lo especificado en la EHE-08 en el dado. El cuerpo principal del paralelepípedo se armará en todas sus caras mediante un mallazo formado por redondos de 12 mm a 15 cm, # $\Phi$ 12/15x15 para evitar la fisuración.

La coincidencia en determinados puntos de la red de riego de piezas especiales que requieren anclajes, se trata de forma conjunta, considerando la situación más desfavorable. En el caso de las acometidas a hidrantes en las que la derivación se realiza en la clave de la tubería, no se considera anclaje puesto que se admite que el esfuerzo vertical que se ejerce sobre la cama de la tubería es siempre inferior a la tensión admisible de terreno, dada la aportación de la generatriz inferior de la tubería en una significativa longitud para el reparto de presiones.

Reseñar que modificaciones sobre lo previsto son posibles o incluso necesarias cuando se observen circunstancias del terreno durante la fase de ejecución que se separan o diferencian de lo aquí previsto, y por consiguiente, así debe considerar por la Dirección de Obra y por la empresa constructora

## **HIDRANTES**

Los hidrantes permiten que los diferentes usuarios de la red dispongan del agua en las adecuadas condiciones de caudal, presión y seguridad, de forma que ellos obtengan un adecuado servicio y no perjudiquen el suministro a otros usuarios.

No se ha contemplado la apertura y cierre de los hidrantes en remoto para el abastecimiento a las unidades de riego, todo ello de conformidad con lo requerido por los usuarios de la Comunidad de Regantes. No obstante, el equipamiento proyectado permite la implementación de esta utilidad sin ningún problema en el futuro si así se decide

Los elementos instalados en los hidrantes permiten el suministro del caudal requerido de cada unidad de riego cumpliendo los criterios de garantía de suministro, así como en las condiciones de presión necesarias para la distribución de agua en parcela con métodos modernos de riego. Las características fundamentales del hidrante son:

- Contiene los adecuados elementos hidráulicos para permitir la apertura y cierre manual del hidrante.
- Apertura y cierre a distancia y programado del mismo, con la implementación complementaria.
- Control del consumo de agua.
- Filtrado del agua para evitar la entrada de cuerpos extraños que dañen elementos hidráulicos.
- Protección con arqueta de hormigón y tapa metálica.
- Contendrá los elementos de telecontrol necesarios.

Entre los elementos instalados, con sus principales características, están:

- Conexión a tubería enterrada mediante T de toma en acero con unión ranurada (adaptadores brida-ranura) en tuberías de red principal. Prolongación con tubo galvanizado y conexiones ranuradas hasta la arqueta del hidrante.
- Válvula de mariposa ranurada de apertura y cierre manual, con reductor y volante.
- Filtro cazapiedras con extracción vertical del cuerpo filtrante y conexión por medio de uniones ranuradas.
- Contador tipo Woltman con emisor de impulsos incluidos. Contador de clase B con uniones ranuradas.
- Válvula hidráulica, con indicador de posición y conexiones ranuradas. Esta válvula tendrá funciones de control de caudal y presión a través de pilotos de control.

- Válvula de compuerta con unión por bridas. Esta se coloca exteriormente y es la que está a servicio de los usuarios de la red.
- Arqueta de hormigón prefabricada de protección del hidrante, con tapas de acero.

Las características de todos estos equipos se dan en el correspondiente apartado del Pliego de Condiciones.

### **INSTALACIONES ANTIARIEETE**

Aunque las bombas cuentan con variadores de frecuencia y conforme a software a instalar, tanto su puesta en marcha como su paro será en rampa para evitar los efectos negativos de los transitorios, dadas las características de la impulsión proyectada, (longitud, material, caudal, desnivel, etc.), las posibilidades de corte repentino de suministro si se está bombeando en periodo nocturno (P6), o avería en algún elemento del centro de transformación o del generador fotovoltaico, hace necesaria la protección frente al golpe de ariete mediante la instalación de un calderín tipo vejiga de 20 m<sup>3</sup> de capacidad. Este equipamiento permite atenuar las sobrepresiones y depresiones, de manera que las solicitaciones de la tubería son menores a su resistencia de timbre, tal como se describe en el anejo correspondiente.

A mayores se instala también una válvula de alivio de 400 mm de diámetro en el colector de impulsión, que, conectada su descarga a la cántara de bombeo, permitirá atenuar también la contraonda del transitorio en el caso de parada brusca de las bombas por circunstancias accidentales, principalmente falta de suministro en la red.

Así mismo, en la balsa se prevé también instalar una chimenea de equilibrio para complementar el sistema antiariete.

#### **8.3.10 OBRAS SINGULARES**

Algunos de los elementos mecánicos de la red de riego (ventosas, reductores de válvulas de mariposa, etc.) van alojados en arquetas de hormigón armado, con dimensiones suficientes para su perfecta inspección y explotación. Sin embargo, las válvulas de corte de la red de riego de pequeño tamaño se instalan enterradas como ha quedado dicho anteriormente.

Por otro lado, a lo largo de la red de riego se producen una serie de cruces con carreteras, desagües naturales, Canal de Matalobos y caminos rurales de la zona.

Dependiendo de la categoría de la infraestructura o del servicio afectado, los cruces se resuelven de distintas formas según sea la obra cortada:

- Los cruces con carreteras de primer orden, se resuelven mediante la ejecución de una hinca horizontal de tubo de acero, realizada mediante empuje hidráulico. Por dentro de esta camisa se colocará tubería de PVC/PEAD / HPCCH, con unos centradores de polietileno de tal forma que impidan movimientos de una tubería dentro de la otra.
- Los cruces con carreteras de segundo y tercer orden se resuelven con un corte con desvío por otras carreteras anunciado en prensa, para realizar apertura a cielo abierto para colocar una tubería a modo de camisa. Posteriormente con relleno de gravilla, hormigón, y para rematar superficialmente, la capa de firme asfáltico correspondiente. Por dentro de esta camisa se colocará el tubo correspondiente, con unos centradores de polietileno de tal forma que impidan movimientos de una tubería dentro de la otra.
- El cruce del río Duero también se prevé mediante hinca de forma idéntica a lo dicho anteriormente.
- Los cruces con arroyos y canales se resuelven de la misma forma que la citada para las carreteras de segundo orden, pero incluyendo la reposición que corresponda de hormigón o tierras.
- Los cruces con desagües y caminos se resuelven colocando la tubería bajo losa de hormigón apoyada sobre los taludes de la excavación y su correspondiente relleno de gravilla. El relleno se realiza con zahorra compactada.
- Los pasos de camino, es decir, cuando el hidrante se encuentra al otro lado del camino respecto a la alineación de la tubería, se ejecutarán mediante tubería de PE100 electrosoldada DN 160 mm PN16, relleno de grava hasta 30 cm por encima de la generatriz superior del tubo. Cuando este paso cruza un desagüe se protege mediante losas de hormigón.

El número total de cruces y el procedimiento constructivo con que se realiza éste puede consultarse en el anejo correspondiente.

### 8.3.11 JUSTIFICACION MECANICA DE LAS TUBERIAS

En el anejo de la red de riego se adjunta la justificación mecánica de las tuberías.

Para la justificación mecánica de las tuberías de PVC-O empleadas en la red de riego, se ha utilizado el programa de cálculo mecánico TOM v. 1.1 2017 Enero de Molecor disponible en la web [tomcalculation.com](http://tomcalculation.com), donde se consideran para cada diámetro, diferentes condiciones de instalación.

Lo propio se ha hecho con el programa de Asetub para la tubería Pead de las acometidas. Esta herramienta está también disponible en la web y permite considerar varios supuestos de instalación.

Para la tubería de hormigón camisa de chapa, se introduce el documento justificativo de cálculo mecánico que por deferencia de la empresa DELTA fabricante de este tipo de tubería nos ha sido suministrado.

En todos los supuestos y para todos los diámetros y gama de tuberías consideradas, la instalación cumple con los condicionantes de instalación.

### 8.3.12 PROTECCION CONTRA LA CORROSIÓN

Se prevé la protección contra la corrosión de las piezas especiales de la red de riego que estén enterradas en ambiente agresivo, sobre las válvulas y piezas de gran tamaño. Esta protección se proyecta mediante ánodos de sacrificio de sal magnésica o similar.

Dadas las circunstancias particulares del terreno, se presupuesta una partida para realizar un estudio específico en el terreno por personal especializado, que incluye la medida de la resistividad. El resultado de este estudio determinará con precisión el tipo de ánodo de sacrificio a utilizar y el peso en cada una de las piezas especiales metálicas a proteger

### 8.3.13 EXCAVACIONES, CAMAS Y MOVIMIENTO DE TIERRAS

En el cálculo del movimiento de tierras se ha utilizado la retícula de puntos XYZ de los modelos digitales de elevación disponible en la dirección web del Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León <https://ftp.itacyl.es/cartografia/> y mediante el programa específico para obras lineales (MDT de Aplitop), una vez definidas las trazas, las rasantes y las secciones tipo para cada una de las

tuberías, se obtiene los volúmenes de excavación.

Aunque la campaña de campo del estudio geotécnico no se ha detectado sino terreno ligero fácilmente excavable, se ha considerado a efectos presupuestarios precios de excavación para terrenos de diferentes grados compactación, incluso roca, asociados a una medición simbólica (15 m<sup>3</sup>), al objeto de disponer de precios contractuales en el caso de que pudiera encontrarse algún punto donde la excavabilidad fuese algo más dificultosa.

El rasanteo se ha realizado teniendo en cuenta el ángulo que permite la unión entre dos tramos de tubería, según los datos del fabricante para cada diámetro y material, de manera que no se sobrepase éste. Además de lo anterior, el rasanteo contempla igualmente que la profundidad de la clave de la tubería no dificulte las labores más profundas que normalmente se realizan en el cultivo de regadío, estableciendo una profundidad mínima de 80 cm, y a la par, no excederse excesivamente de esta cifra a los efectos de minimizar el movimiento de tierras.

Por otro lado, dado que se trata de terrenos llanos, la formación de las rasantes pasa también por el criterio de que éstas sean de pendiente constante y paralelas a la superficie del terreno en la medida de lo posible para minimizar el volumen de excavación y simplificar la conducción, salvando los condicionantes de las pendientes mínimas ascendentes y descendentes para gestionar adecuadamente el aire atrapado en las tuberías.

En relación con el párrafo anterior, se pretende que las pendientes ascendentes y descendentes mínimas sean del 0,3% y 0,5% respectivamente. En puntos concretos y por causas justificadas, se podría admitir rebajar las cifras anteriores al 0,2% para tramos lo más cortos posibles de la red.

Para el asiento de la tubería en el fondo de la zanja, se pretende una cama de material granular de al menos 0,16 m, que podrá ser superado a juicio de la Dirección de las obras, dependiendo de las características de material subyacente especialmente si existen arcillas y finos de baja capacidad portante y nivel freático alto. El material para construir las camas de las tuberías se prevé que provenga de la excavación del vaso de la balsa de regulación, el cual, en su primera capa, está constituido por material pétreo compacto que exige la voladura con explosivos.

Este material, tras las operaciones previas de machaqueo y clasificación a la granulometría adecuada (<2”), se considera óptimo y adecuado para el asiento, protección de riñones hasta la clave de las tuberías, máxime para el caso de las tuberías plásticas de PVC-O.

Con la reutilización del material procedente de la excavación del vaso de la balsa de regulación, se consigue minimizar las acciones de este proyecto al medio ambiente, puesto de lo contrario, el material para la construcción de camas y protección de tuberías debería proceder de préstamos ajenos a la obra, bien adquiridos en canteras existentes, bien en extracciones al efecto.

El tapado de las tuberías se prevé con las tierras de la excavación, con especial cuidado de que los elementos gruesos que pudieran existir, no entren en contacto con la tubería, por lo que se debe seleccionar el material de la excavación para este fin. Finalmente, las tierras sobrantes se extenderán en el entorno de la traza para la restitución del terreno a su estado cuasi original.

Tal como se explica en diferentes apartados de este proyecto, la excavación de las zanjas de la red de riego debe contemplar el capaceo del epipedión o capa vegetal superior, al objeto de no invertir el perfil edáfico, máxime cuando se trata de terrenos agrícolas.

La inclinación de los taludes de la excavación de las zanjas se ha establecido en 1H/1.5V, o lo que es lo mismo, 56°. Este talud, está justificado en el estudio geotécnico en función de la tipificación de materiales detectados en las diferentes calicatas realizadas en la campaña de campo, pero dado que por muy intensa que sea ésta siempre cabe la posibilidad de que haya algunos puntos con materiales peor que los considerados, la Dirección de obra debe valorar si procede o no modificar el ángulo del talud al objeto de estar siempre del lado de la seguridad.

Esta observación también debe extenderse en el caso de coincidencia temporal de fenómenos adversos (lluvias intensas, nieve, etc.) con la instalación de la zanja, así como la praxis para el manejo de tubos con maquinaria pesada en el borde de la zanja. En este sentido es necesario destacar que el talud considerado contempla la instalación en su gran mayoría de tubería de PVC-O que es muy ligera y fácil de trasladar y montar, por lo que se prevé que la maquinaria sea ligera y además trabaje al menos 3 metros retirada del borde de la zanja. Para la tubería de hormigón camisa de chapa, cuyo peso es considerable y por ello se hace necesario el concurso de maquinaria pesada, se tiene a favor que la traza discurre fuera de la zona de vega con suelos más favorables desde el punto de vista geotécnico. Pero no obstante se prevé el uso de grúa de brazo telescópico de 8 metros o más, para trabajar a no menos 5 metros alejada del borde de la zanja.

## 8.4 OBRA DE TOMA DESDE EL CANAL DE INES

El punto de toma de agua desde el Canal de Ines será en el pk 12+240 y se plantea de la siguiente manera:

- Demolición del canal en un tramo de 12 metros
- Reconstrucción del canal de un tramo de 4 metros, en forma de transición, de sección trapezoidal actual, a sección rectangular de 3,8 m de base e idéntica altura que el canal actual.
- Reconstrucción parcial de canal en un tramo de 4 metros aguas abajo del anterior, de sección rectangular de 3.8 m de base y de altura la del canal actual.
- Reconstrucción parcial del canal en un tercer tramo de otros 4 metros aguas abajo del anterior, para la transición de la sección rectangular antedicha a la original del canal.
- Construcción de un murete vertedero en el centro del tramo de sección rectangular para generar un remanso del agua en el canal, de manera que no rebose el agua al caudal de funcionamiento.
- Apertura de una ventana en el paramento inclinado del canal aguas arriba del primer tramo de transición, para derivación de agua a las cámaras de filtración y bombeo.

A partir de esta "ventana de derivación" el agua entra a la balsa de espera mediante un trampolín previo paso por una reja automática para la eliminación de elementos gruesos que puedan existir en el agua.

El desbaste previsto es con un paso de 50 mm entre barras, de funcionamiento automático, descargado el material retenido a un sinfín que lo deposita en un contenedor tipo "obra" para su retirada. La gestión de los residuos queda a responsabilidad de la comunidad de regantes durante la fase de explotación, lo cual no supone ningún problema puesto que, por su carácter orgánico, es demandado para su incorporación a las tierras de cultivo como enmienda y/o abono previo proceso de fermentación y maduración.

## 8.5 BALSA DE ESPERA

Una vez el agua desbastada entra a la balsa de espera a través de un trampolín rectangular de hormigón que se apoya en el talud de la balsa, y entrega el agua en un pozo de disipación de energía en el fondo de la balsa.

La balsa de diseña totalmente excavada y en cotas concordantes con las del canal y la lámina libre en él, como no podría ser de otra manera, puesto que se trata de terreno llano y el llenado debe ser por gravedad. Así las cosas, el aliviadero es el murete realizado en el tramo de canal modificado.

Se proyecta en forma de tronco de pirámide invertida, con unos taludes interiores 1H/2,5V impermeabilizada con lámina de 1,5 mm de PEAD sobre geotextil, con un calado de agua de 3,6 metros y un volumen útil de 22.564 m<sup>3</sup> aproximadamente.

Para la justificación del volumen necesario en la balsa de espera, se parten de los siguientes datos de base:

- Que la derivación por el Canal de Ines se realiza de forma constante a lo largo del día, durante 7 días, sin modificar éste a lo largo de la semana.
- Que la derivación así realizada es tal que el volumen derivado permite atender las necesidades de la alternativa de cultivos considerada.
- Que se dispone de un generador fotovoltaico de 3.072,48 kWp para el abastecimiento de la estación de bombeo.
- Que además, también se dispone de una línea eléctrica para poder hibridar y apoyar al generador fotovoltaico en caso de que con la fotovoltaica no se cubran las necesidades energéticas que puntualmente se requieran.
- Que la estación de bombeo dispone de 6 bombas (5+1R) de 380,5 kw de potencia unitaria, 871,20 m<sup>3</sup>/h (242 l/s) a una altura manométrica de 116 mca.
- Que el generador fotovoltaico permite un bombeo semanal según los cálculos de simulación que se incluyen en el anejo 10.

Independientemente del estudio realizado en el anejo agronómico, para dimensionamiento de la balsa de espera en base a los datos anteriores, se ha realizado otro estudio estadístico específico para calcular la distribución semanal de la demanda de los cultivos a lo largo de la campaña de riego.

Apoyándose en esta distribución semanal de la demanda de los cultivos y realizando el correspondiente balance de entradas y salidas de agua a la balsa de espera, definido un caudal constante derivado del río para igualar las necesidades de la semana en curso, y para la capacidad de bombeo fotovoltaico disponible en esa semana y con el apoyo de la energía de red en periodos tarifarios baratos, en casos puntuales, se determina para cada semana de la campaña de riego, la capacidad mínima de la balsa con la condición de que los retornos al río sean nulos.

En concreto, se realizan dos balances, uno considerando las necesidades del percentil 0.8 de los cultivos y otro con la media, obteniendo en cada caso un volumen del mismo orden de magnitud, habida cuenta de que en el caso de considerar el percentil 0.8, se hace imprescindible extender el bombeo a más horas, lo que implica utilizar en algún momento energía de red en periodo tarifario P4.

El estudio estadístico para determinar las necesidades semanales de la alternativa de cultivos considerada, versus caudal diario que hay que bombear, se basa en los valores de ETo diarios y de precipitación efectiva obtenidos para la estación de Agroclimática San Esteban de Gormaz (Soria) por el método de Penman-Monteith. Los datos de partida para el estudio provienen del portal de internet Inforiego (ITACyL), datos proporcionados por el Sistema de Información Agroclimática para el Regadío (SIAR).

La serie temporal estudiada comprende los datos diarios desde el 1 de enero de 2000 al 14 de marzo de 2022. En el anejo 10 se desarrolla profusamente este estudio estadístico y la simulación de los balances de entrada y salida en la balsa de espera para determinar el volumen.

Dadas las características de esta balsa y de su emplazamiento, su vaciado necesariamente es por bombeo, ya que no existe desnivel suficiente en el entorno inmediato para que el vaciado pueda ser por gravedad. Además de esta circunstancia es necesario remarcar que este mismo problema también trasciende a la red de drenaje.

A pesar de que no se ha detectado nivel freático en el emplazamiento de la balsa por encima del fondo de la balsa, se considera necesario la construcción de una red de drenaje bajo el fondo de la balsa, puesto que la napa de agua subterránea puede subir por encima de la cota del fondo en tiempos de grandes lluvias y/o por pérdida de agua en el canal. Un nivel freático por encima del fondo de la balsa produciría la flotación de la lámina impermeabilizante en los momentos en los que el calado de agua en la balsa sea reducido o nulo como consecuencia del bombeo, lo cual entraña el riesgo de ruina del sistema impermeabilizante.

Así las cosas, por las mismas circunstancias con respecto a la falta de cota antes comentada por ser terreno llano, se hace necesario que la red de drenaje evacúe el agua a la arqueta de drenaje, que se ubica adosada a la de filtración y bombeo. En esta arqueta de drenaje se prevén dos bombas sumergidas de achique, una en marcha y otra en reserva, comandadas por un sistema de control de nivel, que pone en marcha el achique en a una cota de agua predeterminada y lo para una vez se deprima el nivel a la cota de mínimos también predeterminada. Con ello se pretende que no pueda suceder la flotación de la lámina impermeabilizante, por lo que como medida complementaria, estas bombas de achique deben poder ponerse en marcha en cualquier momento del día, independientemente de si durante el día o por la noche, lo cual obliga a que éstas bombas de achique al menos estén auxiliadas en modo hibridación con energía de red para mayor seguridad, y todo ello reforzado con el sistema de

alarmas a los responsables de la operación de las instalaciones o personas autorizadas.

El agua de achique se envía a la cántara de bombeo y se incorpora a la proveniente de la derivación del canal para su uso en el regadío previa elevación mediante las bombas de achique, (1+1R), tipo sumergida, de 2,78 kw de potencia capaz de elevar 19 l/s a una altura manométrica de 8 mca.

En el anejo 10 se justifica la dimensión de los drenes, el caudal probable de los mismos y de las bombas.

A los efectos de clasificación se tiene que esta balsa no es preciso clasificarla puesto que es totalmente excavada.

Las tierras procedentes de la excavación del baso, según los resultados del estudio geotécnico, son aptas para su uso en obra civil, por lo que se prevé utilizarlas para el firme de los caminos que es necesario construir con motivo de la concentración parcelaria que se está llevando a cabo en la zona.

El agua contenida en la balsa, a través de la toma de fondo pasa a la cámara de filtración, donde un filtro tamiz de paso fino y funcionamiento automático, elimina los restos finos contenidos en el agua para entrar en la cámara de agua filtrada, que constituye la cántara de bombeo. La cámara de filtración y la cántara de bombeo están construidas con muros de hormigón armado tal como se muestra en planos, y cubierto con una estructura de perfiles laminados IPE 180 y tramex. El paso del agua a la cámara de filtración y a la cántara de bombeo se realiza por gravedad cuando la bombas de impulsión deprimen en nivel en ésta, generando un gradiente hidráulico positivo entre la balsa y la cántara de bombeo.

El desbaste previsto es con un paso de 50 mm entre barras y la filtración con un tamiz de 1,5 mm de paso. Ambos equipos son de funcionamiento automático, descargado el material retenido a sendos sinfines que los depositan en un contenedor tipo "obra" para su retirada. La gestión de los residuos queda a responsabilidad de la comunidad de regantes durante la fase de explotación, lo cual no supone ningún problema puesto que, por su carácter orgánico, es demandado para su incorporación a las tierras de cultivo como enmienda y/o abono previo proceso de fermentación y maduración.

El caudal de explotación del canal previsto es 1.209 l/s, todo ello en base a las necesidades máximas semanales del periodo más exigente de la alternativa de cultivos considerada (julio).

Este caudal es menor que el potencial de transporte que brinda el canal actual. Sobre este aspecto es necesario remarcar que, previo a la redacción de este

proyecto, se han realizado la comprobación dimensional y la modelización del mismo con la herramienta software HecRAS al objeto de estudiar la capacidad de transporte, concluyendo que no es capaz para los 2 m<sup>3</sup>/s que consta en los datos de Confederación.

## 8.6 CÁNTARA DE BOMBEO

La estación de bombeo, la cámara de filtración y la cántara de bombeo son instalaciones contiguas que se ubican junto al Canal de Ines y la balsa de regulación.

En la cántara de bombeo se alojan las bombas encargadas de impulsar el agua bien a la balsa de regulación en altura bien a la red de riego si existen hidrantes abiertos.

El tipo de bomba elegido es el de "lapicero" sumergido multietapa. La elección de este tipo de bomba es por los siguientes motivos:

- Al ser bombas que serán alimentadas además de por energía eléctrica, por energía solar, es conveniente que tengan una curva H-Q con acusada pendiente, o lo que es lo mismo, que la derivada de la curva característica de la bomba caudal en función de la velocidad angular ( $Q=f(\omega)$ ), sea lo menor posible, lo que quiere decir que pequeñas variaciones en el régimen de giro de la bomba producen insignificantes diferencias en el caudal bombeado. Las bombas multietapa superan en esta condición a otros tipos como por ejemplo las de cámara partida.
- Bajo o nulo mantenimiento y gran durabilidad.
- Nula emisión de ruidos por estar sumergidas
- No necesidad de implementar sistemas de refrigeración adicionales en los motores aun trabajando a bajo régimen de revoluciones.
- Nula posibilidad de contaminación del agua por lubricantes
- Ahorro de superficie en la nave de bombeo puesto que pueden instalarse en el exterior sin ningún problema.
- Rendimientos en los nuevos diseños que alcanzan valores del 80% comparables a otros tipos de hidráulicas.
- Disipación del calor de los motores por el agua, por lo que no es necesario disponer de vehiculadores de aire para disipar calor en la estación de bombeo.

El inconveniente principal es la dimensión longitudinal que tienen, lo que obliga a que la cántara de bombeo tenga una profundidad de 6,3 metros de altura como es el caso que nos ocupa.

El número de bombas previsto es 5 en marcha y una en reserva (5+1R), por lo que los requerimientos de caudal son 242 l/s. La altura manométrica que es necesario presten las bombas es 116 mca. y la potencia nominal al eje de 343,2 kW, lo que significa una potencia consumida de 380,5, todo ello para un rendimiento de la bomba de 0,8 y del motor de 0,9 de conformidad con los datos dados por el fabricante de la bomba elegida para el punto de funcionamiento considerado.

Las bombas estarán fijadas a la estructura de la cántara, la cual apoya en la coronación de los muros de hormigón con las respectivas placas de anclaje embutidas en el hormigón. La fijación de las bombas se resuelve con una placa de palastro que va anclada a los perfiles IPE 180 de la cámara con su respectiva tornillería.

La placa de palastro es solidaria al cono de reducción DN 450/300, embridado en su parte inferior DN 300 a la misma dimensión que la boca de descarga de la bomba. Por la parte superior de la placa de palastro, se dispone un codo de 90° solidario a la misma, desde donde parte la tubería de acero de 450 mm para adentrarse en el edificio de control. El ensamblaje de todas las piezas (palastro, reducción, codo) forma una pieza de calderería unida por soldadura eléctrica. Solidaria a la placa de palastro y a modo de envolvente del cono de reducción y de la bomba, se proyecta una camisa en chapa de acero para forzar a que la circulación del agua sea de abajo a arriba y así se cumplan las condiciones de flujo para disipar el calor que genera el motor.

## 8.7 ESTACIÓN DE BOMBEO

La estación de bombeo es un edificio de planta rectangular de 25x10,7 m entre ejes, de una planta, 5,85 m de altura al alero, cimientos corridos para los muros de cerramiento, zapatas para los apoyos de los pilares de los pórticos, solera de hormigón armado, estructura metálica porticada de perfiles laminados IPE 300, correas también de perfiles laminados IPN 120, cubierta de chapa lacada sándwich con lucernarios, zócalo de muros de cerramiento en hormigón armado y cerramiento de bloques prefabricados Split.

La nave se divide en dos espacios separados por un muro de hormigón. Un espacio "húmedo", donde se ubican las impulsiones de las bombas, donde se pueden producir derrames de agua, por lo que se dispone de un sistema de saneamiento que los recoge y los conduce de nuevo al canal de Ines.

El otro espacio, "seco", sirve de almacén de repuestos y material vario que será necesario para el mantenimiento de las instalaciones de riego, todo ello porque la comunidad de regantes no dispone de espacio para repuestos.

No se contempla la instalación de un puente grúa, común en otras estaciones de bombeo, porque las bombas se instalan fuera de la estación donde es posible su acceso con camión pluma o grúa. La ausencia del puente grúa se suple con la ejecución de dos puertas de amplias dimensiones (5 m de anchura) a ambos lados del edificio, para poder acceder a los elementos de la impulsión con la pluma de un camión grúa o con el brazo de una telescópica, tanto para el montaje como para el mantenimiento en la fase de explotación.

Dentro de ella se alojan los elementos hidráulicos, a saber:

- 6 Tubos de impulsión en acero de 450 mm de diámetro, uno para cada bomba.
- 6 Válvulas de retención en el mismo diámetro, tipo disco partido
- 6 Caudalímetros electromagnéticos también de 450 mm
- 6 Válvulas de mariposa de 450 mm
- 12 Carretes de desmontaje de 450 mm
- Colector de impulsión de 1000 mm de diámetro
- 8 Ventosas DN 50
- 8 Transductores de presión
- Una válvula de alivio DN 250 para prevención frente a sobrepresiones
- Conducción del caudal de alivio a la cántara de bombeo
- Válvula de 100 mm de vaciado de colector
- Carrete de desmontaje de la válvula de vaciado.

Sobre los colectores de impulsión vuela un altillo construido a base de perfiles laminados metálicos y rejilla tramex, que extendiéndose desde la zona "seca" de la nave y sobre el muro norte, ofrece espacio para la instalación de los cuadros de baja tensión y variadores de las bombas, scada para el control de toda la instalación y resto de elementos de baja tensión.

Tanto la estación de bombeo, como la cámara de filtración, cántara de bombeo, arqueta de achique, balsa de espera, así como la obra de derivación del canal, centro de transformación y calderín antiarriete, se ubican dentro de un recinto vallado. La urbanización que se proyecta es mínima y de bajo mantenimiento como corresponde a la funcionalidad del edificio, y consiste en aceras del edificio, centro de transformación y calderín antiarriete, y el saneamiento y afirmado de la superficie de rodadura de accesos y caminos interiores con material granular tipo zahorra, incluido el camino de coronación de la balsa de espera.

En la fachada principal de este edificio se prevé instalar el cartel indicador con la rotulación exigida para la financiación enmarcada dentro del programa PRTR.

El acceso a este recinto es fácil y se realiza a través de la carretera nacional N-110, tomando el desvío existente en el pk 74+800, y después mediante los caminos existentes. También tiene otro acceso desde Aldea de San Esteban por camino, y desde la zona regable a través de un pontón que comunica con la red de caminos resultantes del proceso de concentración parcelaria que se está llevando en la zona.

## **8.8 TUBERÍA DE IMPULSIÓN**

La balsa de regulación en altura se llenará mediante los grupos de motobomba de la estación de bombeo con la denominada tubería de impulsión.

En el anejo correspondiente a la red de riego se trata y se justifica esta tubería de manera conjunta con el resto del plantel de tuberías, habiéndose introducido como parte de la misma en el programa SigoPram. No obstante lo anterior, en esta memoria se trata en punto a parte por la singularidad de la misma y por la necesidad de protección frente a sobre presiones por el golpe de ariete, cuestión que se aborda a continuación.

Esta tubería tiene un funcionamiento dual, es decir, sirve tanto para conducir el agua desde la estación de bombeo a la balsa como para conducir agua desde la balsa a la red de riego. Lógicamente, que la tubería de impulsión conduzca agua en un sentido o en otro dependerá de los caudales consumidos y bombeados en cada momento.

La impulsión está formada por una tubería de hormigón postesado con camisa de chapa y junta elástica de DN 1.300 mm de diámetro nominal, PN 1,1 MPa de 3.655 m de longitud, que transporta un caudal de 1.209 l/s y termina en una transición a PEAD PN 6 DN 1.000 en la denominada "casa de válvulas", instalación aneja a la balsa de regulación que sirve para la explotación de la misma.

Para evitar la corrosión catódica de las piezas especiales de chapa de acero, se instalará un sistema de protección catódica mediante la colocación de 4 ánodos de sacrificio.

No se prevé instalación de filtración antes del inicio de la red de riego propiamente dicha, habida cuenta de la experiencia que se tiene con la zona regable de Olmillos, la cual toma el agua desde el mismo punto (azud de Olmillos) y el sistema de riego es similar.

## 8.9 INSTALACIONES ANTIARIEETE

Aunque las bombas cuentan con variadores de frecuencia y conforme al software a instalar, tanto su puesta en marcha como su paro será en rampa para evitar los efectos negativos de los transitorios, dadas las características de la impulsión proyectada, (longitud, material, caudal, desnivel, etc.), las posibilidades de corte repentino de suministro si se está bombeando en periodo nocturno (P6), hace necesaria la protección frente al golpe de ariete mediante la instalación de un calderín tipo vejiga de 20 m<sup>3</sup> de capacidad.

Este equipamiento permite atenuar las sobrepresiones y depresiones, de manera que las sollicitaciones de la tubería son menores a su resistencia de timbre.

Su diseño y justificación se desarrolla en el anejo 11 de este proyecto.

A mayores se instala también una válvula de alivio de 400 mm de diámetro en el colector de impulsión, que, conectada su descarga a la cántara de bombeo, permitirá atenuar también la contraonda del transitorio en el caso de parada brusca de las bombas por circunstancias accidentales, principalmente falta de suministro en la red.

Así mismo, en la balsa se prevé también instalar una chimenea de equilibrio mediante tubería de PEAD previa a la válvula de corte de la "casa de válvulas". Esta chimenea, conectada a la atmósfera y con su inicio a una cota superior a la lámina libre del agua en la balsa, permitirá:

- fluctuaciones del nivel sin incrementos de presión en el interior de la tubería de impulsión por variaciones ordinarias en el régimen de circulación de agua o extraordinarias por interrupción del bombeo
- salida de aire durante el llenado de la impulsión
- entrada de aire en el caso de cierre brusco de la válvula de corte en la "casa de válvulas" evitando el colapso por presiones negativas.

La instalación de estos tres sistemas complementarios de protección frente a sobrepresiones de la tubería de impulsión se considera necesaria por la transcendencia que puede suponer una rotura de la misma para el suministro y el servicio de la zona regable.

## 8.10 Balsa de Acumulación Elevada

Dentro del proyecto de modernización del regadío se diseña una balsa de acumulación elevada que servirá para abastecer las necesidades de riego de la zona, desligando los periodos de riego con los periodos de bombeo, y permitiendo que el riego sea a la "demanda", sin turnos ni horarios establecidos.

Además, este reservorio brinda una garantía extra de suministro para los regantes en caso de que se produzca un bombeo deficitario por disminución de la radiación solar o incluso por avería en el generador fotovoltaico, bombas, variadores o corte de suministro de red eléctrica.

La balsa en cuestión se ubicará en el paraje denominado "El Temeroso", del que tomará su nombre. Para su llenado, se disponen de las mencionadas 6 bombas de la cántara de bombeo que impulsarán el agua hasta la balsa, salvando el desnivel existente, y la correspondiente tubería de impulsión que conecta el colector de la estación de bombeo y con la red de riego.

La balsa ocupará parte de las parcelas 5230 del polígono 49 y su colindante 5003 del polígono 71 del término municipal de San Esteban de Gormaz (Soria), ambas de titularidad municipal del Ayuntamiento y de uso forestal. Está alejada unos 3,1 km en línea recta de la estación de bombeo.

Tiene una capacidad útil de 99.000 m<sup>3</sup> de un volumen total del vaso de 121.213,31 m<sup>3</sup>.

El llenado y la explotación se realiza por la toma de fondo de la balsa. La tubería de impulsión de hormigón postesado con camisa de chapa y junta elástica de 1.300 mm de diámetro nominal, termina en una transición a PEAD PN 6 DN 1.000 justo antes de la "casa de válvulas". Desde ésta hasta el fondo de la balsa se proyectan dos tuberías, una de explotación y otra de desagüe, ambas en PEAD PN 6 DN 1.000, que tienen su origen en sendos codos embutidos en un dado de hormigón bajo el fondo de la balsa.

### 8.10.1 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

#### CARÁCTERÍSTICAS DEL EMBALSE:

- Cota fondo balsa: 961,00 m.s.n.m.
- Cota de nivel mínimo operativo: 961,50 m.s.n.m.
- Cota lámina de agua NMN: 967,00 m.s.n.m.
- Cota coronación dique: 968,00 m.s.n.m.
- Altura de agua embalsada: 6,0 m
- Volumen a N. M. N: 98.780,92 m<sup>3</sup>
- Volumen Útil: 92.581,70 m<sup>3</sup>
- Volumen no Útil: 6.199,22 m<sup>3</sup>
- Superficie lámina agua (N.M.N.) 21.289,00 m<sup>2</sup>
- Superficie fondo de balsa 12.071,00 m<sup>2</sup>
- Superficie taludes interiores 11.602,00 m<sup>2</sup>
- Superficie total ocupación vaso 23.077,00 m<sup>2</sup>

- Resguardo sobre N.M.N: 1,3 m.
- Planta del vaso: Cuadrada córneres achaflanados.
- Longitud del lado del vaso: 152,03 m.
- Longitud del lado del espejo: 146,03 m.
- Geometría de la balsa: Tronco de pirámide invertida.

#### CARACTERÍSTICAS DEL DIQUE

- Tipo Balsa totalmente excavada
- Cota de coronación 958,00 m
- Longitud total camino coronación 598,17 m
- Anchura de coronación 5,50 m
- Talud interior 3H / 1V
- Talud exterior H / V
- Volumen total desmonte 99.000,00 m<sup>3</sup>
- Volumen total terraplén 0,00 m<sup>3</sup>

#### SISTEMA DE IMPERMEABILIZACIÓN DE LA BALSA

- Lámina PEAD 1,50 mm
- Geotextil 350 g/m<sup>2</sup>
- Separación zanja anclaje talud 0.6 m
- Ancho zanja anclaje 0.5 m
- Alto zanja anclaje 0.5 m
- Superficie total a impermeabilizar:
  - Área real 23.708,88 m<sup>2</sup>
  - Área real más anclaje 24.803,50 m<sup>2</sup>

#### DRENAJE

- N<sup>o</sup> de sectores balsa 9 ud
- Tuberías PVC ranurado  $\phi$ 100 mm 927,00 m
- Tuberías PVC  $\phi$  110 mm. 496,77 m

#### ENTRADA Y SALIDA DE AGUA

- Toma de fondo conectada a red presurizada.
- Dimensiones de la tubería:
  - Material PEAD DN 1000 PN 6
  - Diametro 1.000 mm)
  - Timbraje 6 kg
  - Caudal entrada 1.209 m<sup>3</sup>/s

#### DESAGÜE DE FONDO

- Tipo Tubería
- Cota entrada eje tubería de desagüe de fondo 961,00 m
- Cota salida eje tubería de desagüe de fondo 932,00 m

- Nº de conducciones 1
- Diámetro nominal 1000/600 mm
- Material de tubería PEAD/H. MACHIEMBRADO
- Longitud total de tubería 26,53/202,00 m

#### AUSCULTACIÓN

- Hitos FENO
- Drenaje: número de tuberías 9 ud

#### OBRAS COMPLEMENTARIAS. CAMINOS.

##### Camino de coronación

- Longitud 598,17 m
- Anchura camino 5,50 m
- Espesor de firme 0,25 m
- Material firme granular 1"

### 8.10.2 ANCLAJE DE LA LÁMINA

En coronación se anclará la lámina mediante una zanja perimetral rematada en hormigón en masa y bordillo de hormigón prefabricado. El lastrado de taludes consiste en un cilindro conformado con tubos de polietileno de alta densidad PEAD 100 DN 160 mm PN6, rellenos de grava 6/12. Estas "barras de lastre" de 24 metros de longitud están atravesadas longitudinalmente por una cadena de acero inoxidable embebida en el hormigón, que se engancha mediante un grillete a postes de acero laminado galvanizado instalados en la zanja de hormigón de coronación.

La colocación de este tipo de lastres cumple con la función de anclaje deseada, evitándose con este sistema problemas de ejecución y garantizar la impermeabilidad, que pueden comprometerse con la ejecución de otros sistemas de anclaje.

Para el lastrado del fondo de la balsa, se instalarán cilindros conformados con tubos de polietileno de alta densidad PEAD 100 DN 140 mm PN6, rellenos de grava 6/12 o de hormigón pobre y cerrados en los extremos con tapones de PEAD.

### 8.10.3 TOMAS DE EXPLOTACION Y VACIADO

Las tomas de fondo (explotación) y vaciado, se proyectan en PEAD de 1000 mm de diámetro. La obra de toma de cada una de estas tuberías es idéntica y se resuelve con un conjunto valona/brida loca/brida de manera que forme un sándwich con la lámina de impermeabilización y sendas juntas de neopreno, una superior y otra inferior, con la respectiva tornillería de inoxidable y tuercas de bronce para que no se produzca su gripado.

La brida loca inferior necesariamente deberá estar rebajada para alojar la valona, de manera que el sándwich abarque desde el borde interior de la valona hasta el borde exterior de la brida loca, formando todo ello una superficie plana. Con ello se consigue que la estanqueidad comprenda también todos los taladros de la lámina para el paso de la tornillería. Además de lo anterior, ambas bridas (loca inferior/superior) deberán ser mecanizadas con máquina herramienta para conseguir un planificado con una tolerancia menor de 2 centésimas de mm.

La brida superior estará coronada con un tallo de tubería de 30 cm de altura y una cesta en inoxidable para impedir la entrada de elementos extraños a la red de riego.

La valona antedicha estará soldada a un codo de 90° fabricado con tubería PEAD de 1000 mm soldado a tope por termofusión, estando el conjunto embutido en un dado de hormigón de dimensiones concordes con la dimensión de las tuberías.

Desde el dado de anclaje, las tuberías de explotación y vaciado se conducen a la arqueta ubicada junto al camino de coronación, donde se dispone de una unión. A partir de esta arqueta, las tuberías de PEAD de 1000 mm estarán instaladas en tubos "hincados" hasta la casa de válvulas, la cual está ubicada al nivel que corresponde fuera de la balsa. La conexión del tramo de tubería de PEAD 1000 mm en zanja con la instalada en el tubo "hinca" se resuelve mediante el conjunto brida loca/valona/junta neopreno/valona/brida loca con su respectiva tornillería, todo ello alojado en la arqueta junto al camino de coronación.

### 8.10.4 ALIVIADERO Y RED DE DRENAJE

El aliviadero es de labio fijo y se prevé construir en hormigón. La estanqueidad entre la lámina y el hormigón se resolverá mediante sándwich entre la superficie del hormigón, junta de neopreno, lámina impermeabilizante, junta de neopreno, pretina de acero y espirros o perneos embutidos en el hormigón, reforzando la estanqueidad con resinas sintéticas de sellado.

Para gestionar las posibles fugas en la impermeabilización, en concreto, su detección precoz y su reparación, se prevé la instalación de una red de drenaje bajo la lámina de impermeabilización formada por una red de tubería de PVC DN 100 porosa bajo zanja embutida en material granular.

Esta red verterá las posibles fugas en la arqueta de drenaje junto al camino de coronación. Desde esta arqueta y a través de una tubería hincada de 600 mm se evacúa fuera de la balsa hasta la casa de válvulas, y desde aquí, por una tubería de hormigón machihembrado del mismo diámetro hasta el cuenco amortiguador desde se incorpora a la red de escorrentía superficial del entorno.

En esta arqueta también tributa el aliviadero, de manera que de producirse algún caudal de alivio, seguiría el mismo camino que el proveniente de la red de drenaje.

#### **8.10.5 CASA DE VÁLVULAS**

La casa de válvulas es edificio de una única planta rectangular (14x7 m<sup>2</sup>), pavimento de hormigón armado, estructura a base de pórticos metálicos IPE 180, correas IPN 120, cubierta sándwich de chapa, muros en parte de hormigón armado y en parte de fábrica de bloques Split y puerta practicable de dos hojas metálica

En ella tienen fin las tomas de explotación y vaciado y cuenta con las válvulas para la gestión de la balsa.

También se dispone de un caudalímetro electromagnético que registrará los caudales y volúmenes de entrada y salida a la balsa.

Agua abajo del éste, se dispone de una válvula de mariposa de accionamiento motorizado, enclavada con el sistema de control para producir el cierre de la misma en el caso de que se detecte un incremento de caudal súbito (rampa programable), signo de que pudiera haberse producido una rotura de gran importancia en la red de riego o en propia tubería de impulsión.

#### **8.10.6 MOVIMIENTO DE TIERRAS Y URBANIZACIÓN**

El cálculo del movimiento de tierras se ha realizado a partir del modelo digital del terreno con el auxilio de la herramienta informática Aplitop específica para tal menester, lo que permite, además el diseño y la topografía modificada.

Como se hace constar en otras partes de este proyecto, la excavación del vaso de la balsa exige el auxilio de voladura por la presencia de roca caliza compacta, que dadas sus características se pretende utilizar, previo machaqueo, para el afirmado de superficies (urbanización de la estación de bombeo, entorno de la balsa de espera, calderín antiarriete, centro de transformación de media tensión, etc.). Así mismo, también se prevé su utilización para la futura construcción del firme de los nuevos caminos de concentración parcelaria, para lo cual se dispondrá de un acopio al efecto de aproximadamente 47.000 m<sup>3</sup>.

El excedente se destina a vertedero en una ubicación próxima a la balsa de manera que se compense en parte la superficie de erial hipotecado para la construcción de la misma.

Dentro de la urbanización y restos de infraestructuras, se contempla además de la rampa de acceso al camino de coronación, el camino de la casa de válvulas y el camino de acceso a la balsa desde uno existente que comunica el pueblo de Atauta con un centro de comunicaciones próximo a la balsa.

Tanto el camino de acceso, como el de la casa de válvulas y el camino perimetral se prevé su estabilización con una capa de zahorra de machaqueo proveniente también de la excavación del vaso.

Además, frente a la puerta de la casa de válvulas, se proyecta un rellano también afirmado con zahorra del mismo origen, que permita la posición de maquinaria de elevación (camión grúa o telescópica) para el montaje y desmontaje de los elementos hidráulicos alojados en la misma. Para la estabilización de este rellano se prevé la construcción de un muro de escollera en el lado opuesto a la casa de válvulas.

Se prevé igualmente el vallado perimetral de la balsa para impedir el acceso de fauna y personas, mediante una malla de alambre galvanizado de simple torsión sustentada sobre postes de acero galvanizado. El acceso al recinto vallado será a través de una puerta de dos hojas frente a la rampa de anchura suficiente para vehículos y de una puerta de hombre junto a la arqueta del aliviadero.

En la puerta principal de la valla que circunda la balsa se prevé instalar el cartel indicador con la rotulación exigida para la financiación enmarcada dentro del programa PRTR, así como otros carteles de advertencia y prohibición repartidos por la valla perimetral.

#### **8.10.7 ELECTRIFICACIÓN, AUTOMATISMOS Y CONTROL**

El control y la operación de la balsa para por los siguientes puntos principales:

- Asilamiento y corte de las tuberías de explotación y vaciado: para ello se dispone de las válvulas antes comentadas en la casa de válvulas
- Control del calado y el volumen de agua en la balsa: para ello se dispone de un transductor de presión tipo piezo resistivo conectado a la toma de explotación y alojado en la casa de válvulas.
- Control del arranque, paro y modulación de las bombas de impulsión: ello será en función de las señales del transductor de presión y valores de consigna previamente establecidos.
- Control y registro del volumen de agua entrante y saliente de la balsa: para ello se dispone del caudalímetro antes comentado.
- Registro y control de sobrecaudales en la tubería de impulsión: para ello se dispone de las señales del caudalímetro en la tubería de explotación y de valores previamente programados.

El autómata que gobierna los elementos de la balsa es el general de la instalación de riego que está ubicado en la estación de bombeo.

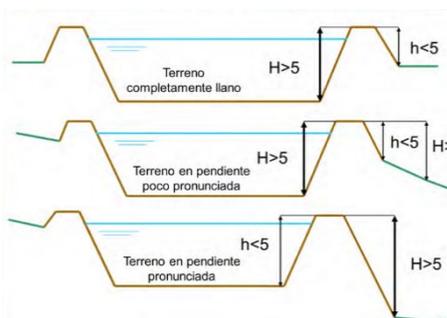
Por tanto, es necesaria la comunicación entre la balsa y la estación de bombeo, la cual será a través de un equipo de radio de funcionamiento dual emisión/recepción; el estudio preliminar radio eléctrico entre el emplazamiento de la balsa de regulación y la estación de bombeo demuestra la viabilidad de este medio sin necesidad de implementar equipos de repetición intermedios.

Además, se necesita la energización de todos los equipos, lo cual, ante la inexistencia de red eléctrica en las inmediaciones, será mediante un generador fotovoltaico de potencia adecuada y baterías de suficiente capacidad para cubrir holgadamente los requerimientos de los equipos referidos. Aunque lo propuesto es un verdadero sistema de alimentación ininterrumpida, para mayor seguridad se prevé un electro generador de explosión como apoyo de puesta en marcha y paro automático en caso de fallo.

Todo lo anterior se complementa con un conjunto de alarmas susceptibles de transmitirse vía GSM/SMS a los responsables de la instalación.

#### **8.10.8 PROPUESTA DE CLASIFICACION DE LA BALSA**

El diseño de la balsa es totalmente excavada, el terreno de emplazamiento es prácticamente llano, y por tanto no es preciso realizar la propuesta de clasificación por no cumplir lo especificado en el artículo 367 del RDPH, ya que  $H < 5$  metros y el volumen  $< 100.000$  m<sup>3</sup>.



El sistema adoptado de hinca para conducir el agua fuera de la balsa obedece a la necesidad de no alteración del medio de manera que se cumpla el principio de balsa excavada y la no necesidad de realizar la propuesta de clasificación.

La no necesidad de propuesta de clasificación ha sido considerada en otros apartados de este proyecto como un condicionante deseable de cara a minimizar el riesgo derivados de una posible rotura y por tanto, con indudables ventajas de cara al futuro para la comunidad de regantes.

### 8.11 INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN MEDIA TENSIÓN

Las instalaciones eléctricas en Media Tensión que se proyectan se componen de dos capítulos: línea eléctrica y subestación eléctrica de transformación. Su objetivo es proveer de energía eléctrica de apoyo a la fotovoltaica en orden a garantizar un suministro seguro que garantice la disponibilidad energética en todo momento.

Estas instalaciones son objeto de un proyecto aparte titulado ADENDA AL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE REGADÍO EN LA ZONAS REGABLES DE LOS CANALES DE INES Y EZA (SORIA), redactado por D. Gonzalo Sanz de Gracia, Ingeniero Técnico Industrial, Colegiado no 42/95, con domicilio profesional en la Calle Clemente Saenz, no 33, Bajo (Soria).

La razón de que las instalaciones de Media Tensión sean objeto de un proyecto aparte obedece al requerimiento de la promoción para, si procede, su tramitación ante la administración competente en materia de energía.

Las instalaciones proyectadas se diseñan para el total de la potencia demandada por los equipos e instalaciones, lo cual permitirá el funcionamiento del conjunto de forma independiente del generador fotovoltaico. No obstante lo anterior, es potestad de la comunidad de regantes la contratación en el futuro de cuanta potencia crea conveniente en función de la necesidades reales de la zona regable.

Como singularidad especial, es de destacar que, salvo el paso sobre el río Duero y sobre el Canal de Ines que se proyectan aéreos con unas longitudes de 140 m y 93 m respectivamente, el resto hasta 4.137,20 m de longitud total de la línea, será subterráneo, y ello al objeto de minimizar el impacto ambiental y las interferencias con el resto de infraestructuras.

Bajo condicionantes de la compañía suministradora I-DE REDES ELECTRICAS INTELIGENTES S.A.U. el proyecto de las instalaciones de Media Tensión contempla las siguientes instalaciones:

#### **8.11.1 ACONDICIONAMIENTO INSTALACIONES DE COMPAÑIA**

Actuaciones e infraestructuras a ejecutar por I-DE REDES ELECTRICAS INTELIGENTES S.A.U. a cargo del propietario, (según RD 1.955/2000):

- Adaptaciones en la línea SOTO de 13,2 kV para permitir la derivación a la nueva instalación de conexión.
- Modificaciones y ajustes necesarios en los elementos de la línea SOTO de 13,2 kV para adecuar los sistemas (protecciones, telecontrol, medida, etc....) al nuevo esquema de explotación.
- Construcción de nueva línea de media tensión entre nuevo Centro de Seccionamiento y apoyo nº23270 de la LMT SOTO.
- Recuperación y retranqueo del actual cable de media tensión conectado en apoyo nº 23270 para su conexión en nuevo centro de seccionamiento.
- Conexión de nueva canalización con canalización existente.
- Desmontaje de línea de media tensión sobrante entre el apoyo nº23270 y el centro de seccionamiento.
- Puesta en servicio de las celdas automatizadas.
- Prueba de conductores.

#### **8.11.2 CONEXIÓN Y LÍNEA ELECTRICA MEDIA TENSIÓN**

Son actuaciones e infraestructuras a ejecutar por cuenta y a cargo del propietario y comprenden:

- Instalación de una nueva línea subterránea de media tensión de 25 metros de longitud (según plano correspondiente) formada por cuatro tubos Decaplast Ø160, con conductores de aluminio el tipo HEPRZ1 12/20 KV y sección de 3x1x150 mm<sup>2</sup>, que iniciará su recorrido en el nuevo empalme a realizar en la LSMT "SOTO-38 de

- la STR San Esteban de Gormaz – 4787” y el nuevo centro de seccionamiento a ceder a I-DE.
- Montaje de un nuevo centro de seccionamiento en edificio prefabricado de hormigón con funciones 3L1A telemandadas según normas I-DE.
  - Instalación de una nueva línea subterránea de media tensión de 30 metros de longitud (según plano correspondiente) formada por dos tubos Decaplast Ø160, con conductores de aluminio el tipo HEPRZ1 12/20 KV y sección de 3x1x150 mm<sup>2</sup>, que iniciará su recorrido en el Centro de Seccionamiento (3L1A) y terminará en el nuevo apoyo metálico de simple conversión nº TM-01.
  - Montaje de un nuevo tramo de línea aérea de media tensión de 140 metros de longitud, para realizar el cruzamiento del río Duero, compuesto por dos apoyos metálicos en celosía nº TM-01 y TM-02 finales de línea, del tipo C-3000/14 con cruceta recta del tipo RC2 20/5, seccionamiento por XS y conversión aéreo-subterráneo y 140 metros de línea con conductores desnudos de aluminio-acero LA-56 y protección avifauna.
  - Instalación de una nueva línea subterránea de media tensión de 3875 metros de longitud (según plano correspondiente) formada por dos tubos Decaplast Ø160, con conductores de aluminio el tipo HEPRZ1 12/20 KV y sección de 3x1x150 mm<sup>2</sup>, que iniciará su recorrido en el nuevo apoyo metálico nº TM-02 y terminará en el nuevo apoyo metálico de simple conversión nº TM-03.
  - Montaje de un nuevo tramo de línea aérea de media tensión de 93 metros de longitud, para realizar el cruzamiento del canal de riego, compuesto por dos apoyos metálicos en celosía nº TM-03 y TM-04 finales de línea, del tipo C-2000/12 con cruceta recta del tipo RC2 20/5, seccionamiento por LB y conversión aéreo-subterráneo y 93 metros de línea con conductores desnudos de aluminio-acero LA-56 y protección avifauna.

### 8.11.3 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Y EQUIPO DE MEDIDA

- Construcción de un Centro de Transformación (CTC) de 2x1250 KVA 13,2-20KV/B2 en Caseta Prefabricada de Hormigón denominado “CT Riego San Esteban”, compuesto por un conjunto de celdas modulares de 24KV modelo cgmcosmos de la marca Ormazabal o equivalente, de aislamiento en SF6 equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre como elemento de corte y extinción de arco, compuesto por 1 Celda de Línea (I), 1 Celda de protección general por disyuntor (V), 1 Celda de Medida (M) 3TT+3TI, dos celdas de protección de trafo por disyuntor (V),

dos transformadores de 1250 KVAs cada uno de 20-13,2/B2 KV y un cuadro de baja tensión con Icc de 2000A y 1 salidas BUC de 2000A. Este centro de transformación se ubica en el recinto de la balsa de espera junto a ella.

- Equipo de medida de energía en armario homologado, con contador tarifador electrónico multifunción, registrador electrónico y regleta de verificación junto al vallado del edificio de bombeo con acceso desde el camino público para personal de la compañía suministradora.

La instalación de media tensión a construir, será particular, propiedad de la Comunidad de Regantes de San Esteban de Gormaz, tendrá una longitud aproximada de 4.137,20 metros y discurrirán por las parcelas resultantes de la nueva concentración parcelaria.

Los datos acerca de la titularidad, disponibilidad y otras circunstancias de las parcelas han sido los proporcionados por la Promotor.

## **8.12 INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN BAJA TENSIÓN**

Las instalaciones de baja tensión se componen de tres apartados a saber, la baja tensión en corriente alterna en la estación de bombeo, la baja tensión en corriente continua en la estación de bombeo, la baja tensión en la balsa de regulación y la automatización. Este último asunto se desarrolla en punto 8.14.

### **8.12.1 INSTALACIONES DE B.T. EN CORRIENTE ALTERNA EN LA ESTACIÓN DE BOMBEO**

Desde los cuadros eléctricos de baja tensión ubicados en el centro de transformación, se alimenta mediante dos acometidas el cuadro general de mando y protección de baja tensión de corriente alterna, que está ubicado en la estación de bombeo. Este cuadro y el resto de cuadros se instalan adosados al muro del edificio sobre el altillo de tramex antes descrito.

Desde este cuadro parten las líneas de fuerza para:

- Los 6 variadores de las bombas
- La reja de desbaste y el sinfín que le da servicio
- El filtro tamiz de finos y la bomba de limpieza del mismo, así como también del sinfín que le da servicio
- Las bombas de achique
- El alumbrado
- La batería de corrección de reactiva (condensadores)
- Bases de toma de corriente

- Sistema de automatización (Scada, Pc, autómatas, periféricos, radio modem, etc.)

Todas estas líneas se encuentran con la necesaria protección magnetotérmica y diferencial con la correspondiente aparamenta de conformidad con el Reglamento de Baja Tensión e instrucciones de aplicación, siendo esto extensible a cuadros, envolventes, bases, actuadores y resto de componentes de la instalación.

Se contempla igualmente la puesta a tierra mediante la instalación de picas, línea de unión de picas, punto de puesta a tierra y línea de tierras a cuadro, para conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico, todo ello también con arreglo a lo especificado en la normativa en vigor.

En el anejo 16 se definen y detallan profusamente las instalaciones de baja tensión de corriente alterna, información que tiene su trascendencia en los planos y en presupuesto mediante la introducción de las correspondientes partidas.

#### **8.12.2 INSTALACIONES B.T. EN CORRIENTE CONTINUA EN LA ESTACIÓN DE BOMBEO**

Desde los concentradores del generador fotovoltaico (parte norte y parte sur), parten sendas acometidas al embarrado del cuadro de corriente continua en la estación de bombeo. Desde este cuadro parten 6 acometidas a las bornas de continua de los variadores de frecuencia de las seis bombas de impulsión y su conexión a punto de tierras.

Tanto las acometidas como el aparillaje eléctrico son de conformidad con Reglamento e instrucciones y normas de aplicación.

En el anejo 14 y en planos se describen y representan las instalaciones de baja tensión, incluidas las líneas y acometidas entre los paneles, las series en paralelo y los concentradores y SC6's hasta el cuadro general de continua en la estación de bombeo, que estará ubicado también junto al cuadro de alterna sobre el altillo de tramex de este edificio.

#### **8.12.3 INSTALACIONES B.T. EN CORRIENTE CONTINUA EN LA Balsa REGULACIÓN**

En el anejo 13 se describe la electrificación prevista en la balsa de regulación para la gestión de los elementos necesarios, a saber:

- Motor actuador de la válvula de mariposa DN 1000: 0.25 kW, funcionamiento muy esporádico.
- Sonda piezo resistiva: 0.025 kW funcionamiento continuo.
- Caudalímetro electromagnético: 0.1 kW funcionamiento continuo.
- Equipo de radio Modem bidireccional: 0.24 kW funcionamiento continuo
- Luminarias: 0,3 kW funcionamiento esporádico.
- Otros: 0.3 kW funcionamiento esporádico.

Para ello, ante la inexistencia de energía eléctrica de red en el entorno inmediato, se opta por una instalación fotovoltaica autónoma de 3,33 kWp de paneles en estructura fija, que se implementa con un módulo de baterías de acumulación de  $9 \cdot 10^3$  Ah (C120) y un electro generador con motor de explosión de funcionamiento automático para apoyo en caso de avería o déficit de carga en las baterías, constituyendo en sí mismo un sistema de alimentación ininterrumpida, cuestión de capital importancia dado que se trata de un elemento de la instalación de riego que exige la monitorización y el control constante del mismo.

### **8.13 GENERADOR FOTOVOLTAICO**

Se proyecta un generador fotovoltaico que suministrará energía para el bombeo con la posibilidad de hibridación con energía de red, en modo de autoconsumo y sin inyección de energía fotovoltaica en la red. El generador será con seguidor a un eje norte sur.

La conjunción de precios a la baja de los paneles solares, el alza la energía de red, el desarrollo tecnológico del bombeo solar para regadío, especialmente el modelo que nos ocupa (bombeo a una balsa de regulación en altura), y a las políticas inversoras en el sector de renovables en pro de la no dependencia de energías fósiles, hace considerar como alternativa de gran interés la generación fotovoltaica como fuente de suministro de energía para este regadío.

La potencia pico instalada en el generador fotovoltaico, véase número de paneles, pasa por la comparación del coste del generador fotovoltaico y el resto de características de la instalación, en particular, caudal derivado por el organismo de cuenca, capacidad del canal, volumen de la balsa de espera, demanda de los cultivos y caudal de bombeo.

Para energizar fotovoltaicamente una instalación de bombeo como la que nos ocupa de forma que sea autosuficiente, es decir, que no necesite el apoyo de otras fuentes de energía auxiliar, se necesita primeramente determinar un coeficiente de garantía, y ello porque la disponibilidad de energía incidente es

variable en el tiempo.

Así las cosas, el dimensionamiento requerido pasa por analizar y comparar las necesidades de los cultivos frente a la disponibilidad de energía para determinar el periodo de tiempo más desfavorable. Pero el dimensionamiento del generador para que sea autosuficiente en estas condiciones, implica una inversión que, tratándose de regadío, se utiliza muy poco tiempo en una campaña de riego, resultado una infrautilización excesiva del mismo.

En el caso que nos ocupa, si se busca la independencia del generador fotovoltaico sin necesidad de apoyo de otra fuente de energía, se tiene que la capacidad de bombeo tiene que ser mayor que la finalmente determinada. En efecto, a tenor del estudio estadístico del anejo 4, una semana especialmente exigente implica el bombeo de aproximadamente 540.000 m<sup>3</sup> para compensar el requerimiento de los cultivos. Si estimamos una disponibilidad horaria media de funcionamiento a plena potencia del generador fotovoltaico de 8 horas, la capacidad de bombeo debería ser:

$$Q=540.000.000/(7*8*3600)=2.679 \text{ l/s}$$

Teniendo en cuenta la altura manométrica requerida (116 mca) y unos coeficientes de rendimiento para la bomba y el motor de 0.75 y 0.9 respectivamente, la potencia necesaria será:

$$P=2.679*116*9,8*10^{-3} / (0,75*0,9)=4.517 \text{ kW}$$

Teniendo en cuenta que el generador fotovoltaico que se proyecta tiene una una relación entre potencia pico y potencia de bombeo de 1,6, se tiene que para una relación semejante, la potencia pico necesaria sería:

$$P_p=4.517*1,6=7.227 \text{ Kw}$$

Comparando esta cifra con la del generador proyectado, 3.072 kWp, se tiene que es 2,35 veces mayor, lo cual tiene una sustanciosa repercusión económica en el presupuesto.

### 8.13.1 DIMENSIONAMIENTO DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO

Por ello, en el caso que nos ocupa, teniendo en cuenta la capacidad de transporte del Canal de Ines como principal condicionante, se ha diseñado un generador fotovoltaico de 3.072 kWp, que en concordancia con la capacidad de las bombas elegidas, permiten abastecer del orden del 75/80% de las necesidades de los cultivos según el resultado de las simulaciones realizadas.

En concordancia con lo anterior, se adopta la energía de red como apoyo a la generación fotovoltaica permitiendo a mayores tener una garantía de suministro mayor que la que permitiría la generación fotovoltaica sola.

Por ello, el sistema se diseña para que el bombeo funcione preferiblemente con energía fotovoltaica en caso de que la generación lo permita, hibridando en periodo P6 con energía de red si fuera necesario en el caso de que la generación no alcanzara los requerimientos del momento y para solventar el paso de nubes.

La posibilidad de hibridación con una fuente externa trifásica AC  $\sim 400$  V y 50 Hz a nivel de los variadores, obliga a que la tensión en el bus de continua de los variadores sea superior en al menos 10 V a la tensión de la fuente auxiliar referido lógicamente al voltaje eficaz de ésta última, para los momentos más desfavorables por altas temperaturas.

Por tanto, bajo este criterio, se establece que la tensión mínima del bus de continua deberá ser 574 V. A efectos prácticos solo podemos conseguir una hibridación con buen rendimiento, si en situación de carga, la tensión está por encima de la tensión de soporte de red ( $400$  Vac =  $565$  Vdc) entre 100 y 130 Vdc, de otro modo, una pequeña nube producirá una caída de tensión tal, que aun teniendo potencia, el sistema llegará a la tensión soporte de red y comenzará a consumir de ésta.

Para evitar esto y separar la continua de la alterna, tiene especial importancia la conmutación de paneles extra en las series mediante el módulo SC6

Por el lado contrario, es decir, respecto del voltaje máximo en el bus de continua, se establece un valor de 750/800 V, para respetar las tensiones máximas de aislamiento y rigidez dieléctrica en devanados y el gradiente de subida de tensión  $dv/dt$  (V/msg), y para aumentar la vida media del motor de las bombas. Esta cifra es muy concorde con las características y especificaciones técnicas de la mayoría de fabricantes de variadores disponibles en el mercado. Con ello se asegura que no se produzcan averías en los componentes electrónicos de éstos.

La tecnología a utilizar será con seguimiento a un eje y con inclinación de panel para maximizar la producción durante el periodo de riego, principalmente en el mes de julio en que la demanda de los cultivos alcanza su máximo. Ello obliga a realizar un mínimo movimiento de tierras en aras a conseguir la pendiente adecuada.

En relación con la instrumentación y control, se prevé que el funcionamiento del generador sea automático y además esté monitorizado para mayor control y

eficiencia. Para ello, los seguidores deben funcionar de forma autónoma bajo los mismos patrones de seguimiento y posiciones de seguridad frente a adversidades climáticas.

Además, los parámetros eléctricos (tensión e intensidad) de cada serie deben estar de forma automática entre los parámetros de funcionamiento establecidos para que no se produzcan efectos nocivos en los variadores y bombas, debiendo estar monitorizados a los efectos de detectar y localizar posibles fallos de forma sencilla y rápida.

La demanda del sistema se concreta en las siguientes bombas:

Bombas	Potencia motor (kW)	Potencia demandada (kW)	Coficiente simultaneidad	Potencia consumida (kW)
1	400	380,5	0,83	317,08
2	400	380,5	0,83	317,08
3	400	380,5	0,83	317,08
4	400	380,5	0,83	317,08
5	400	380,5	0,83	317,08
6	400	380,5	0,83	317,08
Total	2400			1.902,50

El coeficiente de simultaneidad es 0.83 puesto que una de las bombas es de "reserva" ( $5/6=0.83$ ).

La justificación del dimensionamiento del generador fotovoltaico viene profusamente explicada en el anejo 14.

Debido a la disponibilidad de terreno y a condicionantes ambientales (la presencia de restos arqueológicos, línea eléctrica de Alta Tensión) , siguiendo la máxima de que el generador fotovoltaico debe estar lo más próximo posible a la estación de bombeo para minimizar las caídas de tensión el sobredimensionamiento de las líneas de alimentación, se ha considerado el generador fotovoltaico ocupando dos recintos, uno a sur del canal fuera de la zona regable de aproximadamente 1,7 hectáreas, y otra al norte dentro de la zona regable de 3,7 hectáreas.

Aunque sería deseable ocupar superficie de secano para este menester, la hipotecación de una parte de regadío viene justificada por la ganancia de superficie regable que permite la concentración parcelaria por la simplificación del parcelario futuro eliminando regaderas, linderos, caminos y accesos, etc.

### 8.13.2 IMPLEMENTACIÓN DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO

Para mayor simplicidad y con el objeto de adoptar sistemas de control del bombeo fotovoltaico estándar desarrollados por empresas tecnológicas del sector del bombeo solar, el protocolo de funcionamiento que se adopta en este sistema es el de "cascada", esto es, que las bombas entran secuencialmente en funcionamiento conforme se dispone de energía fotovoltaica.

Así las cosas, el arranque de la bomba 1 se producirá cuando se disponga de suficiente energía fotovoltaica para la puesta en marcha de la misma al número de revoluciones tal que se venza la columna manométrica. A partir de este punto, el sistema de control modulará el funcionamiento de la bomba subiendo o bajando las revoluciones (Hz) de manera que se alcance el punto de máxima potencia disponible.

A partir de disponibilidad suficiente para mantener la bomba 1 referida a pleno rendimiento, y llegado el punto en que la generación fotovoltaica permita el arranque de la bomba 2 al número concreto de revoluciones para vencer la columna manométrica, ésta se pondrá en marcha utilizándose ésta para modular la disponibilidad energética siguiendo el punto de máxima potencia, y así sucesivamente hasta la bomba 5.

El funcionamiento de las bombas será alternante diariamente de manera que el desgaste de ellas sea similar en el tiempo.

Para la construcción del generador fotovoltaico se adopta un tipo de módulo solar fotovoltaico corriente en el mercado, de silicio monocristalino, potencia máxima (Wp) 555 Wp.

Dentro de los seguidores existentes en el mercado, se prima la robustez de la estructura frente a los fenómenos adversos, principalmente el viento de dirección perpendicular al eje, que es el que más solicitaciones demanda a la estructura soporte.

Se eligen los seguidores modelo TRACSMART 5.0 de la compañía Solar Steel Gonvarri o similares que se adapte al montaje del panel elegido y a las prestaciones que ofrece el nombrado.

El tipo de seguidor elegido está construido con perfilera de acero galvanizado en caliente de dimensiones suficientes para las solicitaciones por sobrecarga de viento y nieve de la zona regable. El anclaje de los soportes será con micropilotes hormigonados

Dada la potencia requerida en el generador fotovoltaico, y la elevada altitud de la zona y las condiciones climatológicas adversas por viento y nieve que se pueden dar, para estar del lado de la seguridad, se ha optado por seguidores de 32 paneles fotovoltaicos en una línea, lo cual requiere una longitud de la viga central de poco más de 36 metros, cifra muy conservadora teniendo en cuenta que el diseño del fabricante permite longitudes de 67 metros.

Bajo estas premisas, se diseña un parque fotovoltaico de 173 seguidores, con 32 paneles cada uno, formado dos series (arrays) de 16 paneles en serie, de los cuales, 14 están conectados en serie y 2 conmutados. En total, la potencia total instalada es 3.072,48 kWp para atender a los 1.902,50 kW que consumen las bombas, lo cual representa un ratio de 1,6.

	kWp Generador FV	Módulos serie	Series paralelo	Nº Módulos	Nº seguidores
Sistema	3.072,48	16	346	5.536	173
TOTAL	3.072,48	16	346	5.536	173

Las conexiones entre las series se prevén realizar mediante los equipos SC6, que son los encargados de realizar, entre otros cometidos, la conmutación de los paneles extra, que nos permiten desconectar 2 paneles cuando la temperatura sea baja y el sistema está parado, disparándose la tensión en vacío por encima de valores seguros para la bomba y el variador y volver a conectarlos automáticamente cuando la tensión baje, por la caída de tensión cuando hay consumo y por aumento de la temperatura de la células. También nos permite bloquear el retorno de continua producido por la alimentación alterna por la noche o con poca radiación, mediante un diodo sobredimensionado y refrigerado para cada array, e impidiendo realimentaciones entre array por averías, que reducen el rendimiento.

Los SC6 disponen 3 bornas de entrada por serie (positivo, negativo, y conductor de conmutación) y capacidad para 6 series. En nuestro caso, en vistas de la conformación adoptada para los generadores fotovoltaicos, en los que cada seguidor alberga 2 series (16+16 paneles), se opta por colocar un SC6 cada 3 seguidores y utilizar de éste las 6 entradas.

Otra función destacada del SC6 es incorporar un contactor de seguridad de 1000Vdc y un módulo de vigilancia de sobretensión, este contactor se abrirá al detectarse una sobretensión (exceso de tensión por bajas temperaturas y alta irradiancia, derivación de la parte de alterna y elevación de tensión artificial en el bus de continua por acumulación a través de los varistores en los condensadores del variador, etc), también permite conectar /desconectar el

campo solar de forma escalonada, evitando peligrosos picos de intensidad en los variadores.

La tensión mínima en el generador fotovoltaico se produce cuando concurren irradiancias y temperaturas ambientales altas, esto es, durante prácticamente todos los mediodías del mes de julio, justamente cuando las necesidades de bombeo son máximas. En estas circunstancias, la temperatura de las células alcanza los valores más altos por el efecto Joule, directamente relacionado con la intensidad de corriente, y por la adicción de la temperatura ambiente.

El cálculo de la tensión mínima que se produce por altas temperaturas se realiza, en el caso que nos ocupa, considerando una temperatura ambiente de 39°C, valor que se puede alcanzar en la zona, aunque con poca probabilidad, y si ocurre, normalmente durante periodos de tiempo cortos. Para esta temperatura ambiente, y según el coeficiente de tensión de la ficha técnica del panel, el potencial mínimo de los 16 paneles en serie es 596.00 V.

Teniendo en cuenta la tensión mínima en el bus DC antes calculada y las pérdidas de tensión máximas que se pueden admitir dentro de cada generador fotovoltaico, se dimensionan los conductores necesarios de cada uno de los SC6 y cuadros concentradores.

Con respecto a la tensión máxima que se produce por temperaturas mínimas y alta radiación, como se ha dicho, se prevé la instalación de 2 paneles conmutados con el auxilio de los cuadros SC6 y que además sirven como cuadros concentradores. El efecto de conmutar dos paneles en la serie, permite no sobrepasar 780 V en el bus DC del variador, por lo que se está dentro del rango de tensión segura a los efectos de evitar fallo o daños en los variadores incluso con temperaturas muy bajas (-10°) y altas radiaciones.

Variantes a lo proyectado son posibles pero la Dirección de Obra en la fase de ejecución debe desechar aquellas que supongan un menoscabo en la seguridad de los equipos frente a altos voltajes a la vez que se aseguren tensiones adecuadas en las bornas de las bombas, sin que además se merme la funcionalidad y rendimiento del bombeo.

El diseño de la línea de fuerza se ha realizado partiendo de la base conservadora de que la caída de tensión entre el panel más desfavorable y el bus de continua del variador, cuando circule la intensidad de máxima potencia, no superase la cifra de correspondiente para poder hibridar sin problema (10 V por encima de la tensión de red).

La energización de los grupos de accionamiento de los seguidores es independiente de la generación fotovoltaica de fuerza, y para ello se dispone de

un equipo de generación fotovoltaica aislado para cada seguidor que forma parte integrante del mismo.

La energización del equipo de control del generador fotovoltaico también es independiente de la generación fotovoltaica de fuerza y para ello se utilizará la energía de red de la estación de bombeo.

El equipo de control requiere unas necesidades que se evalúan según la ficha técnica en 150 W totales, mas otros 150 W para la implementación de detección de nieve que dadas las condiciones climáticas de la zona, se considera necesaria en salvaguardia de la seguridad de las instalaciones. No obstante, durante el periodo de riegos, como la probabilidad de precipitación en forma de nieve es nula, se prevé la desconexión programada de este sensor a los efectos de economizar energía.

El control de todos los componentes del generador fotovoltaico viene determinado por el fabricante de los seguidores tal como se especifica en la ficha técnica del mismo.

En concreto, las unidades de control de cada seguidor (unidades esclavas) se comunican con la unidad de control de red del subsistema, y ésta además con la unidad de sensor remoto (viento y nieve), mediante Zigbee hasta el nivel de supervisión en campo vía Ethernet, o en remoto vía Web. Para ello se dispone de una conexión de fibra óptica desde la caseta de control del sistema a la estación de bombeo.

Las líneas eléctricas de conexionado para el transporte de la energía eléctrica se prevén enterradas bajo zanja con conductores de aluminio y sección variable dependiendo del amperaje que deben transportar y de la caída de tensión, de conformidad con lo establecido en el Reglamento de Baja Tensión. Para el conexionado de los módulos fotovoltaicos y SC6 bajo la estructura del seguidor, se utilizarán conductores de cobre aislados y sustentados en la propia estructura del seguidor.

### **8.13.3 PUESTA A TIERRA**

Necesariamente todas las partes metálicas de los generadores fotovoltaicos deben estar conectadas a tierra, así como cualquier otro elemento que pueda entrar en contacto con partes activas de la instalación.

En lo que se refiere a las partes metálicas de los seguidores, el fabricante prevé la implementación necesaria para ello, de manera que se puenteen todos los puntos donde hay discontinuidad entre partes metálicas.

Independientemente de que los perfiles soporte de la estructura de los seguidores están enterrados, se prevé la construcción de una red de tierras formada por picas y conductor de cobre desnudo, además de piezas especiales tales como terminales, tornillería, perrillos, puentes, etc., que garanticen el cumplimiento normativo en cuanto a la toma de tierras.

El diseño de la red de tierras pasa por la instalación de un electrodo enterrado en todos y cada uno de los seguidores, próximo al perfil central soporte donde se fija la bandeja de cableado. Este electrodo será una pica de acero cobreado de 300  $\mu\text{m}$  vía electrolítica, de 18 mm de diámetro y 2 metros de altura, hincada en el terreno a una profundidad mínima de 80 cm, y conexionada al pie del seguidor con el correspondiente terminal y tornillería.

Las picas referidas se conectarán con un cable de cobre desnudo de 35 mm<sup>2</sup> de sección con el concurso de grapas (perrillos), agrupando las picas de idéntica manera que la realizada con los cuadros concentradores.

En concreto, existirán 22 puestas a tierra, de las cuales, 21 conexionarán 8 picas cada una (8 seguidores), 1 que conexionará 1 pica de un seguidor y otra para la caseta de control.

Cada puesta a tierra dispondrá de una arqueta de polipropileno de 300x300 mm equipada con tapa y puente de comprobación

#### **8.13.4 MODULOS DE CONTROL DE SERIES Y CONCENTRADORES**

El control y la supervisión de las series se realiza con el concurso de los equipos SC6, los cuales disponen de implementación para ello. Cada SC6 permite conocer en todo momento los parámetros eléctricos (V, A) de cada serie que cuelgan de él, datos que se transmiten mediante protocolo de comunicación abierto desde las SC6 a otras SC6 que actúan de maestras, y de estas últimas al sistema de control general de la instalación de forma integrada con el resto de variables y datos.

El control y la supervisión de los parámetros eléctricos de cada serie se considera necesario para facilitar y economizar la instalación y sobre el todo, simplificar las tareas de mantenimiento, todo ello en tanto en cuanto a que la implementación prevista permite localizar la serie que de falla sin tener que testar tensiones parcialmente.

### **8.13.5 MOVIMIENTO DE TIERRAS Y URBANIZACION**

Tal y como se apuntado en otras partes de este proyecto, se hace necesario un ligero movimiento de tierras al objeto de la nivelación precisa para conseguir la inclinación acimutal de manera que se maximice la producción de energía durante el periodo central de la campaña de riegos. En el anejo 14 se trata más profusamente este aspecto.

Por otro lado, se proyecta la afirmación de las calles entre seguidores con zorra de machaqueo proveniente de la excavación del vaso de la balsa de regulación. Ello permitirá mantener y asegurar el acceso a cualquier punto de generador fotovoltaico por parte de los vehículos para la explotación y mantenimiento del mismo, incluso en épocas de lluvias.

Las conducciones entre los SC6 ´s y entre estos y los concentradores, así como las líneas de conexión con el cuadro general de continua de la estación de bombeo se prevén mediante conductores aislados formando líneas subterráneas. El resto de las líneas de conexión se apoyan en la propia estructura del seguidor fotovoltaico.

La cimentación de los soportes de los seguidores se prevé mediante micropilotes hormigonados de una profundidad 2 metros y 0,4 metros de diámetro, lo cual asegura su estabilidad en todo tipo de terreno. No obstante, la Dirección de obra podrá encargar la realización de ensayos específicos geotécnicos durante la fase de ejecución para, si procede, economizar los anclajes.

Para evitar el acceso de personas ajenas y fauna al generador fotovoltaico se proyecta el vallado perimetral de ambos recintos del generador, a base de malla de 2 metros de altura de simple torsión sustentadas en tubos galvanizados anclados al terreno mediante dados de hormigón. En ambos recintos se dispone de una puerta de dos hojas y 5 metros de anchura para el acceso de los vehículos necesarios para las tareas de mantenimiento.

No se contempla la instalación de vigilancia y seguridad frente a intrusismo, vandalismo y robos, quedando a criterio de la comunidad de regantes en el futuro establecer los sistemas que considere oportuno, en concordancia, si procede, con las exigencias que pueda imponer la compañía de seguros.

### **8.13.6 POTENCIAL DE BOMBEO DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO**

El potencial de volumen bombeado depende, además de las variables

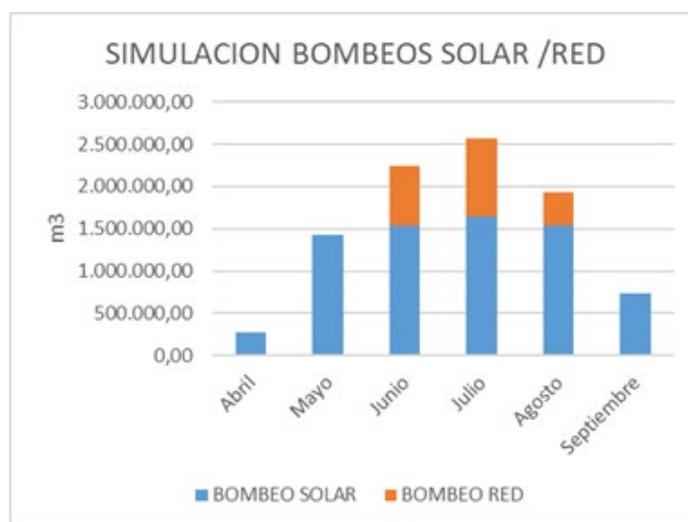
climáticas y de radiación de cada momento, de las características de la generación fotovoltaica.

A partir de la hidráulica de la bomba elegida y las leyes de semana hidráulica se calculan las funciones de Q, rendimiento para una altura monométrica dada (en nuestro caso 116 mca) y para la secuencia de potencia útil de generación fotovoltaica.

Con los datos disponibles y mediante el uso de la herramienta SISIFO disponible en la web, así como una simulación propia con los datos descargados de PVGIS del año 2014 (año especialmente caluroso sobre todo en verano), se han estimado el volumen de agua que el sistema es posible bombear con energía solar, y se ha comparado con las necesidades de los cultivos, resultando los siguientes cuadros:

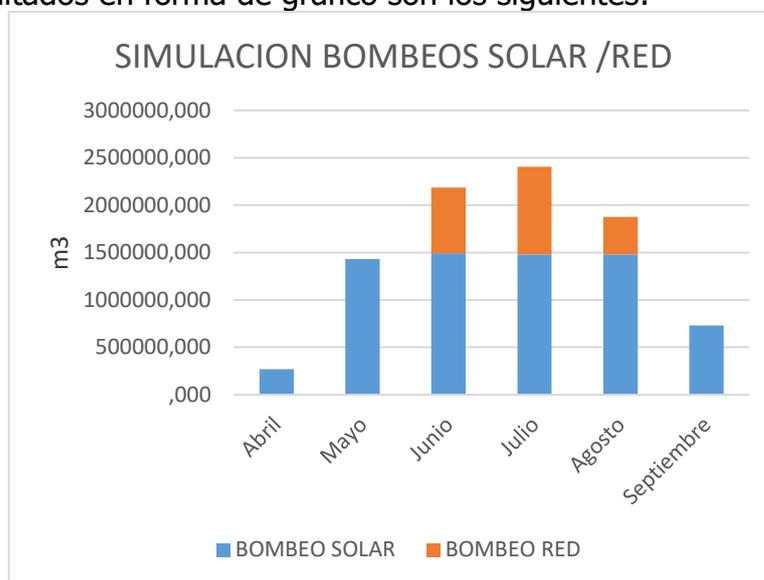
SIMULACION SISIFO: VOLUMEN BOMBADO/DEMANDA CULTIVOS								
MESES	BOMBEO SOLAR POTENCIAL				DEMANDA CULTIVOS		DEFICIT	
	(m3/bomba día)	(m3/día)	(m3/semana)	Solar (m3/mes)	(m3/semana)	(m3/mes)	(m3/semana)	(m3/mes)
Abril	8.095,01	40.475,04	283.325,28	1.214.251,20	63.138,83	270.595,00		
Mayo	9.169,25	45.846,26	320.923,79	1.421.233,94	323.402,26	1.432.210,00		
Junio	10.289,32	51.446,58	360.126,03	1.543.397,28	530.296,43	2.272.699,00	170.170,40	729.301,72
Julio	10.635,52	53.177,60	372.243,20	1.648.505,60	567.878,16	2.514.889,00	195.634,96	866.383,40
Agosto	9.897,29	49.486,45	346.405,15	1.534.079,95	443.783,52	1.965.327,00	97.378,37	431.247,05
Septiembre	8.156,10	40.780,51	285.463,58	1.223.415,36	170.719,03	731.653,00		
Total (m3)	56.242,49	281.212,43	1.968.487,04	8.436.373,02	2.099.218,24	9.187.373,00	463.183,73	2.026.932,17
Total (%)								22,06

Cuyos resultados se expresan gráficamente en el siguiente diagrama:



SIMULACION PROPIA: VOLUMEN BOMBADO/DEMANDA CULTIVOS								
MESES	BOMBEO SOLAR POTENCIAL				DEMANDA CULTIVOS		DEFICIT	
	(m3/bomba día)	(m3/día)	(m3/semana)	Solar (m3/mes)	(m3/semana)	(m3/mes)	(m3/semana)	(m3/mes)
Abril	7.849,53	39.247,65	274.733,55	1.177.429,50	63.138,83	270.595,00		
Mayo	9.552,28	47.761,40	334.329,80	1.480.603,40	323.402,26	1.432.210,00		
Junio	9.940,31	49.701,55	347.910,85	1.491.046,50	530.296,43	2.272.699,00	182.385,58	781.652,50
Julio	9.534,41	47.672,05	333.704,35	1.477.833,55	567.878,16	2.514.889,00	234.173,81	1.037.055,45
Agosto	9.547,88	47.739,40	334.175,80	1.479.921,40	443.783,52	1.965.327,00	109.607,72	485.405,60
Septiembre	8.674,61	43.373,05	303.611,35	1.301.191,50	170.719,03	731.653,00		
Total (m3)	55.099,02	275.495,10	1.928.465,70	8.264.853,00	2.099.218,24	9.187.373,00	526.167,11	2.304.113,55
Total (%)								25,08

Cuyos resultados en forma de gráfico son los siguientes:



De la comparación de estas dos simulaciones se deduce que hay cierta correspondencia entre los resultados que ofrecen ambas, concluyendo que es más conservadora la que se tienen en cuenta los datos de radiación del año 2014 que como ya se ha apuntado anteriormente fue un año desfavorable por exceso de temperaturas.

La simulación SISIFO da un resultado de 8.436.373,02 m3/año bombeados con energía solar, y la simulación propia da un resultado de 8.264.853,00 m3/año.

En vista de estos datos, se puede concluir que del total del consumo de la zona regable para la alternativa considerada, el rango de volumen que será necesario bombear con energía de red estará comprendido entre 2.304.113,55 (simulación conservadora) y 2.026.932,17 m3/año (simulación SISIFO), que frente a los 9.187.373,00 m3/año que demandan los cultivos, supone del 22 al

25%, mientras que desde el 78 al 75% será bombeada con energía solar.

## **8.14 AUTOMATIZACIÓN Y MONITORIZACION DE LA INSTALACION**

La automatización pretende por un lado el funcionamiento de todos los elementos que componen la instalación de regadío de forma automática y en concordancia con las características propias en cada momento de la zona regable (caudal de derivación de agua por el organismo de cuenca, necesidades de los cultivos y disponibilidad energética).

Con ello se pretende maximizar el uso eficiente del agua y de la energía sin menoscabo en la compensación de los requerimientos de los cultivos, y ello redundará en el máximo confort en los responsables de la gestión y el mantenimiento de las instalaciones por cuanto que el sistema ofrece a los operadores en todo momento los parámetros de funcionamiento (caudales y volúmenes bombeados y consumidos, volúmenes almacenados en balsas, producción de energía fotovoltaica, etc.), a la vez que enclava determinadas acciones a funcionamiento seguro, activa alarmas de aviso de anomalías con antelación a los sucesos fatales y pone fuera de servicio las instalaciones o parte de ellas en caso de avería.

La automatización se desarrolla en el anejo 16 de baja tensión dado su imbricación con los circuitos de mando para la puesta en marcha y paro de todos los elementos eléctricos. Cuestión aparte es el control y la medición del consumo de agua en cada uno de los hidrantes, que se trata y desarrolla en el anejo 18.

El sistema incluye un autómatas industrial con capacidad suficiente y el software adecuado para realizar todas las funciones que se necesitan para el funcionamiento en automático del conjunto de la instalación, implementado con otros equipos que lo complementan para la adquisición y visualización de datos (Scada), interfaces de comunicación y visualización (HMi), reloj, comunicación multi vía, etc., además de los periféricos necesarios para complementar la automatización, entre los que se incluye un equipo de radio modem para comunicación de datos entre la balsa de regulación y la estación de bombeo.

En cualquier caso, las rutinas de funcionamiento de cada uno de los equipos que componen la instalación de riego que se describen en el anejo 16 se deben cumplir para la satisfacción de lo que se pretende por los responsables de la comunidad de regantes y para conseguir el deseado uso eficiente del agua y la energía y seguridad de las instalaciones.

### 8.14.1 PERIFERICOS PARA EL CONTROL DE LAS INSTALACIONES

Para el funcionamiento de la zona regable se prevé la medición, registro y control de las siguientes variables:

Variable	Punto	Equipo	Modo	Función	Tipo	Enclavamiento
Nivel de agua	Aguas arriba reja desbaste	Sonda nivel piezo resistiva	Analógica 0-20 mA	Pérdida de carga de la reja	Valor de consigna programable	Puesta en parcha y paro del peine limpia reja y sinfín de transporte de residuos
Nivel de agua	Aguas abajo reja desbaste	Sonda nivel piezo resistiva	Analógica 0-20 mA			
Nivel de agua	Cántara de bombeo	Sonda piezo resistiva	Analógica 0-20 mA	Pérdida de carga filtro	Valor de consigna programable	Puesta en marcha del sistema de limpieza del filtro
Nivel de agua	Cámara de filtración	Sonda piezo resistiva		Nivel mínimo seguridad	Valor de consigna programable	Paro de bombas por falta de nivel
Presión	Colectores de impulsión	Transductor	Analógica 0-20 mA	Detectar fallo de bombas	Valor de consigna programable	Aviso/alarma
Temperatura	Bombas	Pt100	Analógica 0-20 mA	Detectar fallo de bombas	Valor de consigna programable	Aviso/alarma
Caudal unitario bombas	Colectores de impulsión	Caudalímetro electromágn.	Analógica 0-20 mA	Registro caudal/volumen	Dato	-
Nivel carga baterías	Casa de válvulas Balsa R	Módulo monitorización y actuador	Analógico y contacto liebre de tensión	Dato/arranque /para grupo electrog.	Dato y actuador	Aviso/alarma y puesta en marcha del grupo electrogenerador
Nivel de agua	Balsa regulación	Sonda piezo resistiva	Analógica 0-20 mA	Registro volumen	Dato	-
				Registro de nivel	Valor de consigna programable	Puesta en marcha/paro/modulación del bombeo
Caudal entrada/salida balsa	Toma de fondo balsa regulación	Caudalímetro electromágn	Analógica 0-20 mA	Registro caudal/volumen	Dato	-
				Rampa de caudal grande fuga de agua	Valor de consigna programable	Cierre válvula de corte de la balsa/paro de bombas/alarma/
Estado carga de baterías	Casa de válvulas balsa	Analizador de baterías	Digital	Estado de carga	Valor de consigna programable	Alarma/arranque grupo eléctrico
Nivel de agua	Balsa espera	Sonda piezo resistiva	Analógica 0-20 mA	Registro volumen/ nivel	Dato	-
Nivel de agua	Arqueta de drenaje	Sonda piezo resistiva	Analógica 0-20 mA	Registro volumen/ nivel	Dato	Puesta en marcha/paro Bomba achique
Tiempo	Estación de control	Reloj	-	Asignación variables tiempo	Datos temporales	-
Tiempo	Estación de control	Reloj	-	Discriminación horaria (P6)	-	Puesta marcha/paro bombeo
					-	Puesta en marcha hibridación
Voltaje	Arrays	Voltímetro	0/1kV	Fallo panel	-	Alarma
Amperaje	Arrays	Amperímetro	0/30/50A		-	Alarma

Variable	Punto	Equipo	Modo	Función	Tipo	Enclavamiento
Voltaje	Arrays	Voltímetro	0/1kV	Regulación voltaje	-	SC6 conmutación paneles
Potencia	Variadores	Variadores	kW	Seguimient. Punto máx. potencia	-	Bombas, regulación de rpm.
Variables eléctricas BT Ac	Cuadro baja tensión	Aparamenta convencional		Protección equipos	-	Bombas y receptores/alarm.

### 8.14.2 PROTOCOLO DE FUNCIONAMIENTO

Las rutinas de funcionamiento seguirán el siguiente protocolo:

1. Reja de desbaste: funcionará independientemente del periodo tarifario cuando se produzca una pérdida de carga por acumulación de residuos en los barrotes. Esta pérdida de carga se calcula por la diferencia de nivel que registran las sondas de nivel aguas arriba y abajo de la reja.
2. Filtro de finos: funcionará independientemente del periodo tarifario cuando se produzca una pérdida de carga por acumulación de residuos en el filtro. Esta pérdida de carga se calcula por la diferencia de nivel que registran las sondas de nivel aguas arriba y abajo del filtro.
3. Nivel en la arqueta de drenaje: se detectará por la sonda de nivel en la arqueta, y según los valores de cota mínimo y máximo se comandará las bombas de achique.
4. Integrador de funcionamiento alternante en bombas de achique: se contabilizará el tiempo de funcionamiento de las bombas de achique (1+1R) para que el desgaste sea homogéneo.
5. Alarma por riesgo de flotación de lámina en balsa de espera: se emitirá una alarma cuando la cota del agua en la arqueta de drenaje se acerque al nivel de agua en la cántara de bombeo.
6. Nivel mínimo en la cántara de bombeo: se detectará por la sonda de nivel aguas abajo del filtro de finos. Tendrá un enclavamiento con el funcionamiento de las bombas, de manera que el nivel por debajo de una cota previamente consignada producirá la puesta en paro de las bombas. A su vez, el nivel mínimo activará la alarma correspondiente para su recepción en el sistema y dispositivo móvil.
7. Nivel en la balsa de regulación: se detecta mediante sonda de nivel en la balsa de regulación. Por debajo de una cota previamente consignada, activará la puesta en marcha de las bombas siguiendo una función PID para mantener el calado de agua en el nivel máximo normal (NMN) previamente prefijado. En el caso del calado por debajo del mínimo para arranque de las bombas, se activa alarma si no arrancan las bombas. Ante la situación de puesta en marcha de las bombas por nivel bajo en la balsa de regulación, se tienen varias hipótesis:

- a. Periodo solar: es activa el bombeo siguiendo el protocolo en cascada, es decir, arranca la bomba 1, la 2, etc., hasta la 5 según la disponibilidad de energía, y al régimen necesario para el seguimiento del punto de máxima potencia y máximo caudal, siguiendo la función PID si se llega a reponer el nivel en la balsa al NMN.
  - b. Periodo solar y tarifario P6, P5, P4, P3, P2 o P1: si están activadas la funciones "hibridación P6", o "hibridación P5", o "hibridación P4", o "hibridación P3", o "hibridación P2", o "hibridación P1" por el operador, el sistema tomará en el periodo activado, la energía de red necesaria en modo hibridación si la disponibilidad fotovoltaica no fuese suficiente para la solicitud de las bombas.
  - c. Integrador de tiempo de funcionamiento de las bombas: la rutina de funcionamiento será alternante entre las seis bombas para conseguir un desgaste similar en todas ellas
8. Registro de caudales y volúmenes bombeados: los caudales y volúmenes vehiculados por cada una de las bombas serán registrados y referidos a la escala temporal.
  9. Registro de los parámetros de funcionamiento de las bombas: los parámetros eléctricos de las bombas (intensidad, voltaje, factor de potencia y frecuencia) serán registrados y referidos a la escala temporal.
  10. Registro de presiones en el colector de impulsión: los datos captados por el transductor de presión en el colector de impulsión serán registrados y referidos en escala temporal.
  11. Alarma por falta de presión en el colector de impulsión: cuando la presión detectada por el transductor de presión del colector de impulsión caiga por debajo del valor de consigna previamente fijado, se activará la alarma como signo de posible avería.
  12. Registro de caudal entrante y saliente a la balsa de regulación y volúmenes entrante y saliente: los datos detectados en el caudalímetro dual de la toma de explotación de la balsa de regulación y los volúmenes serán registrados y referidos a escala temporal.
  13. Registro del volumen disponible y nivel en la balsa de regulación: serán registrados los datos de nivel, versus volumen, de la balsa de regulación mediante el transductor de presión de la toma de explotación.
  14. Nivel crítico en la balsa de regulación: cuando en calado en la balsa descienda de determinada cota previamente establecida, se activa la alarma por nivel crítico como indicativo de que el consumo de la zona regable supera al bombeo.
  15. Alarma por caudal excesivo a la salida de la balsa: cuando el caudalímetro

de la balsa de regulación detecte una variación del caudal con respecto del tiempo superior a uno previamente fijado, se activa el cerrado de la válvula de la toma de fondo y una alarma, como síntoma de posible avería en la red de riego.

16. Alarma por déficit de carga en el sistema de alimentación ininterrumpida de la balsa de regulación: deberá activarse cuando el sistema de acumulación (baterías) detecten déficit de carga.
17. Puesta en marcha del grupo electro generador de la balsa de regulación: simultáneamente a la activación de la alarma descrita en el punto 16 anterior, el grupo electro generador se pondrá en marcha para la reposición de la energización en el sistema de alimentación ininterrumpida.
18. Alarma por fallo en un array: se activará cuando alguno de los módulos SC6 detecte tensiones excesivamente bajas en alguna de las series que cuelgan de él.
19. Conmutación de paneles extra por falta de tensión: se activará la conmutación para la entrada de los paneles extra en la serie en caso de tensiones por debajo del valor prefijado.
20. Conmutación de paneles extra por exceso de tensión: se activará la desconexión de los paneles extra cuando concurren tensiones por encima de los valores de seguridad previamente fijados.
21. Parámetros eléctricos de la generación fotovoltaica: se registrarán y almacenarán los parámetros eléctricos (tensión, intensidad y potencia) disponibles y los utilizados y entre ellos, la energía (kWh) entregada al bombeo referidos a la escala temporal.
22. Alarma por anomalía de tensiones: cuando para un instante dado, la diferencia entre la tensión disponible en el generador fotovoltaico y la tensión teórica que debería existir en base al número de módulos en serie y a la tensión que se registre en ese instante en un panel testigo supere cierto valor previamente programado, se activará la alarma de anomalía de tensiones.
23. Posicionamiento de los seguidores: se registrará el posicionamiento angular de los seguidores referidos a la escala temporal.
24. Alarma por seguimiento anormal: cuando la posición angular de algún seguidor se desvíe cierto valor previamente programado con respecto a la media de posicionamiento del conjunto de seguidores, se activará la alarma de seguimiento anormal.
25. Alarma por posición de defensa de los seguidores: cuando se superen los factores climáticos adversos previamente establecidos, momento en el que los seguidores deben girar hasta la posición de defensa, el sistema debe

activar la alarma por posición de defensa, así como cuando se desactive la posición de defensa.

### **8.14.3 AUTOMATA PROGRAMABLE**

Se proyecta la instalación de un autómata programable HMi pro + módulo Scada, con software y sistema de comunicación abierto incorporado para el control y monitorización del bombeo, del generador fotovoltaico, de la hibridación, y de la balsa, de manera que se siga el protocolo de funcionamiento que se acaba de describir.

Dentro de lo que ofrece el mercado, se opta por el equipo que MK32 que atesora experiencia en instalaciones en España con instalaciones exitosas. No obstante, no se cierra la posibilidad de ser sustituido por otros sistemas que cumplan con la finalidad de lo que se pretende y sin menoscabo de servicios y seguridad de funcionamiento

El autómata HMi pro + modulo Scada, dispone de comunicación MODBUS TCP con los concentradores/controladores SC6 MASTER del generador fotovoltaico para monitorización de cada serie, y actúa sobre los secundarios SC6 SLAVE través del protocolo abierto de comunicación MODBUS RTu

El planteamiento del sistema de automatización no contempla los protocolos de comunicación cerrados para mayor versatilidad del mismo.

El equipamiento contemplado permite maximizar la eficiencia energética mediante un algoritmo matemático para el seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT), lo que se traduce en la optimización de la eficiencia del bombeo, o lo que es lo mismo, del volumen bombeado.

### **8.15 SISTEMA DE TELECONTROL Y TELELECTURA**

Se instala un sistema de telelectura del tipo Walk-by/Drive-by para la recogida de lecturas de caudal de todos los hidrantes y de presión, de acuerdo a diferentes sondas de presión repartidas e instaladas por diversos puntos de la red de riego.

Las comunicaciones se harán a través de una red inalámbrica privada de banda ISM.

Las bandas a utilizar serán las siguientes:

- UHF Subgiga (868MHz)
- Bluetooth (2.4GHz)



## 9 REQUISITOS ADMINISTRATIVOS Y MARCO NORMATIVO

### 9.1 MARCO NORMATIVO ESPECIFICO PRTR

El proyecto "Modernización de regadío en las zonas regables de los canales de Ines y Eza" está incluido en el "Plan para la mejora de la eficiencia y la sostenibilidad en regadíos", consistente en la inversión C3.I1 del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia de la economía española, y por tanto es financiado por la Unión Europea-NextGenerationEU.

Por tanto, es necesario cumplir los objetivos asociados a la Inversión C3.I1 del Componente 3 Transformación ambiental y digital del sector agroalimentario y pesquero, así como los demás requisitos que establece el Mecanismo de Recuperación y Resiliencia.

Dentro del escenario de pretensiones de este marco normativo está el principio denominado "DNSH" por sus siglas en inglés, que persigue el objetivo de que las actuaciones subordinadas a este plan "no causen daño a la naturaleza y el medio ambiente".

Específicamente para el caso que nos ocupa, adquieren especial importancia tres aspectos, el primero el uso eficiente del agua de conformidad con las exigencias de los cultivos y los sistemas de distribución de agua, el segundo, el aseguramiento de la no contaminación del medio acuático superficial y subterráneo derivada de la contaminación difusa por arrastres de agroquímicos, y el tercero, la ejecución y el mantenimiento de estructuras vegetales de conservación y otras medidas para la fauna.

#### 9.1.1 USO EFICIENTE DEL AGUA DE RIEGO. CONTROL DE HUMEDAD EN EL SUELO

Teniendo en cuenta que la modernización que se proyecta contempla de forma casi mayoritaria el riego por aspersión en cuanto a superficie se refiere, y a tenor de lo especificado en las directrices científico técnicas del CESIC, en concreto, lo recogido en el *Anexo II – "Alternativa a los Sensores de Humedad del Suelo en los Sistemas de Riego por Aspersión"*, se opta como metodología para asegurar el uso eficiente de agua el balance de agua en el suelo.

La implementación de esta metodología descansa en tres pilares básicos, la formación del regante, la integración de mapas temáticos de suelos de la zona regable y el desarrollo y la aplicación de un programa informático para la asesoría sobre el riego.

En este sentido es necesario remarcar que las acciones formativas, a parte de recogerse en el Estudio de Impacto Ambiental, cuenta con las partidas presupuestarias correspondientes.

En el anejo 18 se da cuenta de los pormenores de esta formación, detallando el contenido del temario y haciendo referencia a las habilidades a desarrollar en el regante.

Por otro lado, se pone de manifiesto la existencia de trabajos en materia de suelos del Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León coincidentes con los objetivos especificados por el CESIC, además de los datos de base en materia de evapotranspiración y necesidades de los cultivos, que están disponibles en la herramienta web "InfoRiego" también dependiente del referido Instituto, de donde se alimentará el programa que a cargo de la comunidad de regantes se deba implementar en el futuro para la toma de decisiones por los regantes.

### 9.1.2 CONTROL Y SEGUIMIENTO DE LA CALIDAD DE AGUA Y RETORNOS DE RIEGO

La *Directriz nº 2, ESTABLECIMIENTO DE SISTEMAS DE MONITORIZACIÓN AUTOMÁTICA PARA EL CONTROL Y SEGUIMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA Y DE LOS RETORNOS DE RIEGO*, elaborada por el CEBAS-CSIC, define los procedimientos para establecer una red de control de calidad de las aguas de riego y sus retornos, para el uso sostenible y la proyección de los recursos hídricos, así como la prevención y control de la contaminación, reduciendo la emisión de contaminantes a las aguas y los suelos.

De conformidad con lo allí especificado, para el caso que nos ocupa se prevén, por un lado, actuaciones en materia de agua superficial, y por otro, actuaciones en materia de aguas subterráneas, estando recogidas en el anejo 23.

Para el control de las aguas superficiales se proyecta la ejecución de dos estaciones de control en el río Pedro, una a la entrada de éste en la zona regable y otra en la desembocadura, que estarán implementadas con una célula piezo capacitiva para la medición, control y registro del calado de agua en la sección, el cual, previa calibración de la curva de gasto, dará de forma automática el registro de los caudales circulantes y los volúmenes acumulados.

En lo que se refiere al control de la contaminación de aguas superficiales, estas estaciones de aforo dispondrán de analizadores en continuo por espectrometría, previa calibración de la matriz del agua mediante las analíticas correspondientes a realizar mensualmente en laboratorio.

Se ha optado por el sistema de análisis en continuo, desechándose el análisis puntual, porque éste, independientemente de la exactitud de la medición y sin

perjuicio de los ajustes de calibración correspondientes, permite tener curvas de evolución de los contaminantes en el tiempo, lo que se considera de vital importancia para relacionar estas evoluciones con determinadas actividades agrícolas, y si procede, tomar medias al respecto, cuestión que resulta más difícil con muestras puntuales distribuidas en el tiempo.

En lo que se refiere a las aguas subterráneas, se proyecta la ejecución de 4 sondeos piezométricos de 10 metros de profundidad y 350 mm de diámetro para entubar a 180 mm, que serán ubicados en función de las recomendaciones de un estudio hidrogeológico que es necesario hacer con carácter previo, y que también cuenta con su correspondiente partida presupuestaria.

La necesidad del estudio hidrogeológico está justificada porque para el objeto que se pretende, estos tienen que estar ubicados en zonas con el nivel freático a una cota superior a la del río Duero. De esa manera se asegura que la contaminación del agua en el nivel superior de la zona saturada, no provenga del río Duero, sino de la componente vertical de los agroquímicos provenientes del arrastre en la zona no saturada.

Para comprender lo anterior es necesario remarcar que en el arco de retorno de la zona regable que nos ocupa del río Duero, hay coincidencia espacial con vertidos autorizados por la Confederación Hidrográfica del Duero de poblaciones, de dos polígonos industriales y de alguna fábrica al margen de ellos. Estos vertidos alteran la composición química que tendría el agua en su estado natural y en razón de ello, pueden falsear el contenido de contaminantes en el agua subterránea del aluvial vinculado al río, sobre todo en los puntos y entornos en los que el río tiene carácter perdedor. Por este motivo se ha elegido el río Pedro para el control de la calidad de agua superficial, ya que este río, al contrario del Duero, en la zona regable no tiene vertidos que alteren su estado químico.

La implementación que se proyecta para estos sondeos piezométricos es la medida del nivel mediante una célula piezo capacitiva y un equipo de análisis en continuo por espectrometría.

Lo anterior respecto a las aguas subterráneas se complementa con otros dos piezómetros de pequeño diámetro que se proyectan fuera de la zona regable a fin de detectar las características químicas del agua subterránea antes de su entrada en el regadío. Estos piezómetros se prevén realizar con máquina testiguera a un diámetro de 120 mm y entubación a 80 mm. Así mismo, para conocer las características de permeabilidad se programa un ensayo Lefranc en cada uno de ellos.

Según lo explicado, se tendrían seis piezómetros que, emparejados dos a dos conforme a la dirección de flujo, servirían para conocer las características

químicas del agua subterránea antes de entrar en la zona regable, esto es antes de toda influencia por contaminación difusa originaria por el cultivo de regadío, y en el centro de la zona regable después de haberse incorporado en su seno, si es que así fuera, compuestos químicos arrastrados por el agua de riego.

Si bien los sondeos piezométricos de gran diámetro se equipaban para la medición en continuo el nivel piezométrico y la concentración de componentes químicos, en los piezómetros de pequeño diámetro se prevé únicamente la toma de nivel y la recogida de muestra para su análisis en laboratorio de forma puntual, en principio tres veces por años, una primera al empezar la campaña de riego, otra en mitad de campaña y otra al final. En estos piezómetros de diámetro estrecho se opta por este sistema puesto que se presupone en principio la continuidad en el tiempo de sus características químicas porque están fuera de la zona de cultivo.

### 9.1.3 ESTRUCTURAS VEGETALES PARA LA FAUNA Y OTRAS MEDIAS AMBIENTALES

En el anejo 25 de este proyecto se incluye las medias para la corrección ambiental que están relacionadas con lo establecido por las Directrices científico-técnicas para la ejecución y mantenimiento de estructuras vegetales de conservación y Directrices científico-técnicas de diseño, gestión y mantenimiento de medidas para mitigar daños a la fauna en las balsas de riego e infraestructuras asociadas y Medidas complementarias para mejorar la habitabilidad para la fauna.

Como ha quedado dicho en otras partes de este proyecto, de forma paralela al proyecto de modernización del regadío, se está llevando a cabo el proceso de concentración parcelaria, y por ello, es necesario remarcar que las medidas para el fomento de la biodiversidad (fauna, flora y paisaje) de las Directrices científico-técnicas del MAPA-CESIC, confluyen en sus objetivos con las exigidas por la legislación autonómica en materia de concentración parcelaria y de montes (Ley 14/1990, de 28 de noviembre, de Concentración Parcelaria de Castilla y León y Ley 30/2009 de 6 de abril, de Montes de Castilla y León).

Por ello, queda justificado la no inclusión en este proyecto de las medidas ambientales para el fomento de la biodiversidad (flora, fauna y paisaje), puesto que se va a acometer en las obras de concentración parcelaria por ser obligaciones legales de este proceso. De lo contrario se caería en el error de duplicidad y mal uso de los fondos públicos.

En concreto, abordando el asunto un poco más en profundidad, tenemos que decir que, una vez declaradas de utilidad pública y urgente ejecución la concentración parcelaria de la zona a modernizar, es de obligado cumplimiento

el artículo 40.2 de la Ley 14/1990, de 28 de noviembre, de Concentración Parcelaria de Castilla y León, estipula que en el Proyecto de Concentración quedará determinado el proyecto de restauración del medio natural, y su cuantificación será incorporada al proyecto de obras a realizar en la zona.

Además añade que como consecuencia de ello, en el Proyecto de concentración parcelaria quedarán determinadas las fincas que hayan de servir de base territorial para la realización del proyecto de restauración del medio natural de la zona. Por otro lado, en el artículo 78 refiere que las obras de restauración podrán ser clasificadas como obras de interés general, en cuanto dichas obras de restauración, conservación y protección del medio natural beneficien las condiciones generales de la zona, siendo por tanto financiadas con cargo a fondos de la Comunidad Autónoma en condición de su clasificación.

En concordancia con ello, el artículo El artículo 72 de la Ley 3/2009, de 6 de abril, de Montes de Castilla y León dice que en aquellos procesos de concentración parcelaria que incluyan montes y o terreno forestal, la consejería con competencias en materia de agricultura y la consejería competente en materia de montes, delimitarán conjuntamente en las bases de concentración los terrenos que deban ser adscritos al uso forestal y aquellos que deban ser autorizados para cambiar al uso agrícola, como consecuencia de su integración en las nuevas fincas resultantes y en la nueva estructura de la propiedad.

Ello conllevará a que con la firmeza de las bases de concentración, adquirirán la condición de monte determinados terrenos de concentración que antes no lo eran, y tales terrenos constituirán los nuevos linderos entre lotes de reemplazo y/o bandas de vegetación.

Por tanto, en cumplimiento de los anteriores preceptos, en las Bases Definitivas de concentración parcelaria se incluye el respectivo anejo relativo a la delimitación de terrenos adscritos al uso agrícola y al uso forestal suscrito por los jefes de los Servicios de Agricultura y Ganadería y Desarrollo Rural y de Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León en Soria.

Esta delimitación de terrenos a adscribir a uso forestal se basa en los valores ambientales que atesoran determinados enclaves y que han sido comprobados por los responsables en la materia, bien por la existencia de vegetación específica, bien por la existencia de fauna, o bien por otros valores relacionados con los anteriores.

Es de destacar que, a tenor de la referida delimitación de terrenos adscritos al uso forestal, toma máxima relevancia las formaciones de bosque de ribera ligadas al río Duero, con presencia de *Populus nigra*, *Populus alba*, *Fraxinus angustifolia*, *Salix sp.*, *Alnus glutinosa*, ..., parte de las cuales se localizan dentro

y en las márgenes de la ZEC “Riberas del Río Duero y afluentes” (ES4170083), pero también contemplan aspectos de otra índole y que también condicionan la adscripción de determinada superficie al uso forestal, como por ejemplo un rodal arenoso donde tiene lugar el anidamiento de abejarucos (*Merops apiaster*), bandas de vegetación natural distribuidas entre varios lotes de reemplazo, vías pecuarias, etc.

Complementariamente a la adscripción de determinadas superficies de terreno a uso forestal, tal como se ha dicho, se contempla la ejecución del acondicionamiento de las fincas adjudicadas a restauración del medio natural (“bandas de vegetación natural”) distribuidas estratégicamente en la zona concentrada, con el objetivo de conseguir una estructura “amosaicada” en pro de la biodiversidad.

Las actuaciones previstas en estas bandas están encaminadas a que se desarrollen en ellas las especies vegetales autóctonas típicas de la zona de naturaleza arbustiva entre las que destacan la zarza (*Rosa canina*), la zarzamora (*Rubus ulmifolius*), el espino (*Crataegus monogyna*), etc., apoyando con plantaciones de estas especies.

Por otro lado, se prevé igualmente instalar en estas franjas o bandas, refugios de micromamíferos a base de montículos de piedra procedente de la excavación de la balsa de regulación, de aproximadamente 1 m<sup>3</sup> y forma piramidal invertida, repartidos de forma distribuida, y también postes de anidamiento de diferentes especies de rapaces para tratar que se mantenga la cadena trófica del ecosistema de regadío.

La instalación de los postes de anidamiento y refugio de micromamíferos tiene también el efecto de la protección de estas bandas a salvo de la invasión de la maquinaria agrícola.

Por otro lado, la distribución de refugios en las bandas resulta una buena práctica, a tenor de la experiencia, para favorecer la regeneración natural de las especies vegetales objetivo por el efecto de la fauna, que aun siendo lenta, resulta más resistente y adaptada a las condiciones del entorno por provenir de semillas de los alrededores que atesoran un patrimonio genético fruto de la selección natural. Las plantaciones artificiales a veces no tienen el desarrollo que cabría esperar de ellas por la competencia de las adventicias vivaces que se desarrollan en estas bandas y que ahogan a las plantadas.

## 9.2 MARCO NORMATIVO GENERAL

La redacción del presente proyecto y la ejecución de las obras a las que éste se refiere, se realiza al amparo y con sujeción a lo dispuesto en la Ley 9/2017,

de 8 noviembre, de Contratos del Sector Público, por la 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 (BOE número 272 de 9 de noviembre de 2017).

Asimismo, es de aplicación, a cuyo conocimiento y estricto cumplimiento está obligado el Contratista ejecutor de las obras, la siguiente normativa complementaria y resto de normas legislativas e instrucciones técnicas específicas actualmente vigentes:

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre (BOE nº 269 de 10 de enero de 1995), de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero (BOE nº 27 de 13 de diciembre de 1997), por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre (BOE nº 256 de 25 de octubre de 1997), por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre (BOE nº 298 de 13 de diciembre de 2003), de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo (BOE nº 127 de 29 de mayo de 2006), por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención y el 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.
- Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero (BOE nº 23 de 26 de enero de 2008), por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos.
- Ley Autonómica 11/2003, de 8 de abril, de Prevención Ambiental de Castilla y León.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero (BOE nº 38 de 13 de febrero de 2008), por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

### 9.3 CLASIFICACIÓN DE LAS OBRAS

Atendiendo al artículo nº 232 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la 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 (BOE número 272 de 9 de noviembre de 2017), las obras a realizar en el presente proyecto están clasificadas, según su objeto y naturaleza, en el grupo A: obras de primer establecimiento, reforma o

gran reparación, entendiéndose por tales las que dan lugar a la creación de un bien inmueble, así como aquéllas que abarcan una mejora y modernización de un bien inmueble ya existente.

#### **9.4 DECLARACIÓN DE OBRAS DE INTERÉS GENERAL**

Por la Disposición adicional centésima cuadragésima quinta, de la Ley 11/2020, de 30 de diciembre, de Presupuestos Generales del Estado para el año 2021, de declaran de interés general determinadas obras de infraestructura hidráulicas con destino a riego, entre las que se encuentran, en el punto Uno apartado b), Obras de modernización y consolidación de los regadíos de los canales de Inés, Eza, en San Esteban de Gormaz, Miño de San Esteban y Langa de Duero (Soria).

Dicha declaración de obra hidráulica de interés general queda establecida conforme a lo previsto en el artículo 131 del texto refundido de la Ley de Aguas, aprobado por Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio (BOE nº 176, de 24 de julio de 2001).

#### **9.5 DECLARACIÓN DE UTILIDAD PÚBLICA**

Según los supuestos previstos en el artículo 130 del texto refundido de la Ley de Aguas, aprobado por Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio (BOE nº 176, de 24 de julio de 2001), la aprobación de los proyectos de obras hidráulicas de interés general llevará implícita la declaración de utilidad pública.

#### **9.6 DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA**

Las obras incluidas en el presente proyecto constituyen una obra completa, entendiéndose por tal la susceptible de ser entregada al uso general, lo que se hace constar expresamente en cumplimiento del artículo nº 13 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la 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 (BOE número 272 de 9 de noviembre de 2017).

Por consiguiente, esta obra puede ser puesta en funcionamiento independientemente de cualquier otra, por la que una vez ejecutada, podrá cumplir con los fines a que se destinasen, sin perjuicio de posteriores ampliaciones, y comprende todos y cada uno de los elementos que son precisos y necesarios para su correcta utilización.

## 9.7 ESTUDIO GEOTÉCNICO

Con arreglo a lo exigido en el artículo nº 233 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la 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 (BOE número 272 de 9 de noviembre de 2017) y dada la naturaleza del tipo de obra a realizar, se considera necesario la elaboración de un estudio geotécnico detallado de los terrenos sobre los que ésta se va a ejecutar, incluido en el anejo correspondiente del proyecto.

El objeto de dicho estudio es lograr una definición de las características y de las condiciones geológico-geotécnicas que presentan los materiales respecto a la construcción de los elementos previstos en el proyecto, mediante trabajos de campo y ensayos de laboratorio.

Los trabajos realizados se han orientado a estudiar con detalle las características geológico-geotécnicas que presenta el sustrato de las zonas sobre la que se pretende construir la balsa y la estación de bombeo, determinando las condiciones de los materiales con respecto a las características de resistencia, excavabilidad, así como un estudio pormenorizado de la estabilidad de los taludes de la balsa acorde al diseño y a hipótesis de funcionamiento. A lo largo de la red de tuberías se han inspeccionado diferentes puntos para determinar la excavabilidad, la reutilización de materiales, existencia y posición de niveles freáticos y estabilidad de los taludes para las zanjas de la red de riego.

## 9.8 ESTUDIO ARQUEOLÓGICO

Según lo especificado en los artículos 42.1 y 43 de la Ley 16/1985 de Patrimonio Histórico Español, así como a la Ley 12/2002 de 11 de julio de Patrimonio Cultural de Castilla y León, por la que se regulan las Investigaciones Arqueológicas en Castilla y León, y al Decreto 37/2007, de 19 de abril, por el que se aprueba el Reglamento para la Protección del Patrimonio Cultural de Castilla y León, se realiza un estudio histórico-arqueológico-etnográfico de la zona donde se emplaza el presente proyecto.

La evaluación arqueológica llevada a cabo se recoge en el anejo correspondiente del proyecto.

Dicho estudio concluye que el proyecto para la modernización del regadío de los Canales de Ines y Eza será compatible con el Patrimonio Cultural con el cumplimiento de las medidas preventivas que se indican en dicho estudio arqueológico, entre otras, llevar a cabo un control y seguimiento durante la realización de las obras, en la cual un arqueólogo supervisará con detenimiento

la remoción y extracción de tierras poniendo especial atención en advertir la presencia de cualquier resto o construcción que no se hubiese hallado en la prospección, así como realizar un balizamiento y señalización de los elementos etnográficos con el fin de limitar el movimiento de maquinaria pesada en el entorno de los mismos.

Por ello se ha incluido en el presupuesto el seguimiento arqueológico de la obra y la realización de sondeos arqueológicos, así como cuantas medidas protectoras y correctoras considere oportuno la Dirección General de Patrimonio y Bienes Culturales de la Junta de Castilla y León.

## **9.9 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

En virtud de la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, y sus posteriores modificaciones, cumplimentada con el 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, y sus posteriores modificaciones, que implanta la obligatoriedad de la inclusión de un Estudio de Seguridad y Salud en el trabajo en los proyectos de obra pública o privada, en los que se realicen trabajos de construcción e ingeniería civil con presupuesto de ejecución por contrata superior a los setenta y cinco millones de pesetas (450.759,08 €), con más de veinte trabajadores simultáneamente, que el volumen de mano de obra estimada sea superior a 500, entendiéndose por tal la suma de días de trabajo del total de trabajadores en la obra o que correspondan a la construcción de presas, túneles, galerías, etc., se redacta el preceptivo Estudio de Seguridad y Salud.

Este documento, que figura como Documento nº 5 del proyecto, incluye una memoria descriptiva de los procedimientos, equipos técnicos y medios auxiliares cuya utilización pueda preverse y la identificación de los riesgos laborales, indicando a tal efecto las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos. También incluye la descripción de los servicios sanitarios y comunes de los que deberá estar dotado el Centro de Trabajo, en función del número de trabajadores que vayan a utilizarlos. El Estudio es coherente con los riesgos que conlleva la realización de la obra.

Asimismo, dicho documento contiene el pliego de condiciones técnicas, planos, mediciones y un presupuesto de los gastos previstos para la ejecución del Estudio de Seguridad y Salud, incluido como un capítulo más dentro del Presupuesto General del Proyecto.

El alcance del Estudio se extiende a todos los medios, materiales y humanos que intervengan directa o indirectamente en la ejecución de la obra, incluyendo no sólo los del Contratista adjudicatario sino también a los de los posibles

subcontratistas debidamente autorizados por la Dirección Facultativa.

De acuerdo con la normativa, el Estudio de Seguridad y Salud se someterá, antes del inicio de la obra, a la aprobación del Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra.

Será documento de obligada presentación ante la autoridad laboral encargada de conceder la apertura del centro de trabajo, y estará también a disposición permanente de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social. Igualmente se implanta la obligatoriedad de un libro de incidencias con toda la funcionalidad que el citado Real Decreto 1627/1997 le concede.

Es responsabilidad del Contratista la ejecución de las medidas preventivas fijadas en el Estudio de Seguridad y Salud y responde solidariamente de las consecuencias que se deriven de la no consideración de las medidas previstas por parte de los subcontratistas o similares, respecto a las inobservancias que fueren imputables a éstos.

## **9.10 ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN**

En cuanto a la gestión de residuos y en cumplimiento con el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, (BOE nº 38 del 13 de febrero de 2008), se incluye en el anejo correspondiente un estudio de gestión de los residuos de construcción y demolición que se producirán en las obras derivadas del proyecto, especificando, entre otros aspectos, una estimación de su cantidad, las medidas genéricas de prevención que se adoptarán, el destino previsto para los residuos, así como una valoración de los costes derivados de su gestión que forma parte del Presupuesto General del proyecto, recogida en un capítulo independiente.

## **9.11 DOCUMENTO AMBIENTAL**

En virtud de lo establecido en el Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero, (BOE nº 23, de 26 de diciembre 2008), por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, establece en su artículo 3.2 que los proyectos públicos o privados consistentes en la realización de las obras, instalaciones o de cualquier otra actividad comprendida en el Anexo II de dicho Real Decreto Legislativo, así como cualquier proyecto no incluido en su Anexo I que pueda afectar directa o indirectamente a los espacios de la Red Ecológica Europea Natura 2000, deberán someterse a evaluación de impacto ambiental cuando así lo decida el órgano ambiental en cada caso, de acuerdo con los criterios de su Anexo III.

El presente proyecto se incluye en este supuesto por encontrarse encuadrado en el apartado c, del grupo 1 "Proyectos de consolidación y mejora de regadíos de más de 100 hectáreas", dentro del Anexo II del mencionado Real Decreto Legislativo 1/2008.

Por decisión del promotor el proyecto que nos ocupa debe someterse a la evaluación de impacto ambiental, y a tal fin se está llevando a cabo el Estudio de Impacto Ambiental, que junto con el presente proyecto se tramitará conforme se establece en la normativa de evaluación de impacto ambiental.

## **9.12 PLIEGO DE CONDICIONES**

El Pliego de Condiciones o de Prescripciones Técnicas Particulares (PPTP) que se incluye en el presente proyecto como Documento nº 3 (Pliego de Condiciones) 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.

## **9.13 OCUPACIÓN Y DISPONIBILIDAD DE TERRENOS. EXPROPIACIONES**

Según los supuestos previstos en el artículo 130 del texto refundido de la Ley de Aguas, las obras derivadas del proyecto llevarán implícitas la necesidad de ocupación de los bienes y adquisición de derechos, a los fines de expropiación forzosa y ocupación temporal, de acuerdo con lo dispuesto en la Ley de 16 de diciembre de 1954, de Expropiación Forzosa (BOE nº 351, de 17 de diciembre de 1954), y la de urgencia a los efectos de la ocupación de los bienes afectados a que se refiere el artículo 52 de la Ley de Expropiación Forzosa.

Además, según el convenio marco regulador para la financiación, construcción y explotación de las obras de modernización firmadas entre SEIASA y la Comunidad de Regantes de los Canales de Ines y Eza (Soria), entre las responsabilidades de esta última figura, en la cláusula sexta, Competencias y Obligaciones, en su punto 12, que deberá *"Aportar los terrenos necesarios para la ejecución de las obras contempladas en el Proyecto, sin perjuicio de las expropiaciones, ocupaciones o imposición de servidumbres que fueran necesarias para la realización de las mismas"*.

Por otro lado, es preciso disponer de franjas de terreno (alcanzarán al vuelo y al subsuelo) de anchura suficiente que permita llevar a cabo la correcta gestión, explotación, conservación y el mantenimiento de las diversas instalaciones

proyectadas, adquiriéndose un derecho de servidumbre en aquellas parcelas con la infraestructura ejecutada, conforme a lo establecido en el Código Civil y con las limitaciones a las leyes aplicables que requiera la protección del dominio público y el privado.

En el proyecto existirán fundamentalmente tres tipos de ocupaciones: una expropiación definitiva, una servidumbre de acueducto y una ocupación temporal durante el desarrollo y ejecución de las obras.

La ocupación temporal tendrá una duración hasta la finalización de las obras y serán objeto de expropiación definitiva los terrenos necesarios para la construcción de la balsa, la estación de bombeo y su urbanización adyacente, la línea eléctrica y las arquetas para alojamiento de ventosas, válvulas de corte, hidrantes y tomas.

En el anejo nº 31 "*Expropiaciones*", se detalla la valoración de los bienes sujetos tanto a expropiación como a ocupación para cada una de las superficies necesarias para la ejecución de las infraestructuras definidas en este proyecto. También se exponen los planos y la información relacionada con este apartado de expropiaciones.

#### **9.14 SERVICIOS AFECTADOS, PERMISOS Y LICENCIAS**

En lo que se refiere a servicios afectados y dado que la mayoría de las obras proyectadas son redes de conducciones subterráneas que discurren paralelas a vías de comunicación (carreteras nacionales y secundarias, vías ferroviarias, caminos agrícolas, vías pecuarias, caminos de servicios), lo que supone una línea casi continua de interferencia con los servicios existentes en la zona donde se implanta el trazado de la conducción, es preciso ejecutar obras especiales (hincas, pasos por carreteras, etc.) que permeabilicen la barrera que suponen las obras de construcción de esta conducción, durante la ejecución de las mismas.

Por ello, para la ejecución de las obras de este proyecto se tendrá en cuenta los servicios afectados para coordinar los trabajos con los organismos pertinentes siendo necesario solicitar las autorizaciones, permisos, licencias o concesiones administrativas a los siguientes organismos y entidades:

- Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda urbana: cruce de la carretera N-110.
- Diputación de Soria: los ramales de riego afectan en varios puntos de las siguientes carreteras de la Diputación de Soria: SO-P-6019, SO-P-1009, SO-P-1011, SO-P-6007 y SO-P-1146.

- Confederación Hidrográfica del Duero (CHD): obra de toma de agua en el Canal de Ines y actuación en el azud de derivación; afección a cauces superficiales (desagües y arroyos) y río Duero, y con el propio.
- Servicio Territorial de Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León: afección a varias vías pecuarias dentro de varios de los términos municipales implicados en la obra de modernización.
- Servicio Territorial de Cultura y Turismo de la Junta de Castilla y León (Sección de Patrimonio): afección a varios yacimientos arqueológicos.
- Propietarios de líneas eléctricas: cruce de nueva línea eléctrica por el río Duero y cruce de varias líneas eléctricas por la red de riego.

En el anejo correspondiente a "*Afecciones y reposición de servicios*" aparece una relación con todos los servicios afectados por las obras, describiendo las características del servicio, su localización y afección y la obra propuesta para salvarlo.

### **9.15 SISTEMA DE ADJUDICACIÓN**

El procedimiento de adjudicación del contrato de obras vendrá regulado conforme a lo establecido en los artículos 131 y siguientes de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la 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 (BOE número 272 de 9 de noviembre de 2017), en la modalidad de procedimiento de adjudicación abierto.

Asimismo, los poderes adjudicatarios pueden encomendar a los medios instrumentales propios de la Administración llevar a cabo la ejecución de las obras con arreglo a lo previsto en el artículo 24 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la 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 (BOE número 272 de 9 de noviembre de 2017), en la modalidad de procedimiento de adjudicación abierto, y a la Disposición adicional vigésima cuarta.

### **9.16 CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA**

Según establece el artículo 77 de la Ley 9/2017 (LCSP), para contratar con las Administraciones Públicas la ejecución de contratos de obras de importe igual o superior a 500.000 euros, será requisito indispensable que el empresario se encuentre debidamente clasificado.

La clasificación del contratista para la ejecución de las obras previstas en el presente proyecto vendrá regulada conforme al Capítulo II del Título II del Libro I del RGLCAP, exigiendo la siguiente clasificación de empresas contratistas de obras, según las diferentes actuaciones a ejecutar:

Grupo A) Movimiento de tierras y perforaciones: categoría f, en cada subgrupo

Subgrupo 1: Desmontes y vaciados

Subgrupo 2: Explanaciones

Subgrupo 3: Pozos y galerías

Grupo C) Edificaciones: categoría f, en cada subgrupo

Subgrupo 2: Estructuras de fábrica u hormigón

Subgrupo 4: Albañilería, revocos y revestidos

Grupo J) Instalaciones mecánicas: categoría e

Subgrupo 5: Instalaciones mecánicas sin cualificación específica

Grupo E) Hidráulicas: categoría f

Subgrupo 6. Conducciones con tubería de presión de gran diámetro.

Subgrupo 7: Obras hidráulicas sin cualificación específica

Grupo I) Instalaciones eléctricas: categoría e

Subgrupo 6: Instalaciones eléctricas sin cualificación específica

## 9.17 REVISIÓN DE PRECIOS

La valoración de las obras objeto del presente proyecto estará sujeta a revisión de precios si el poder público contratante lo estima oportuno con arreglo a lo que dicte el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares y al Contrato, y tendrá lugar en la forma prevista por la Ley 9/2017 (LCSP).

El artículo 79 de la Ley 30/2007 (LCSP), señala que las fórmulas que se establezcan reflejarán la ponderación en el precio del contrato de los materiales básicos y de la energía incorporados al proceso de generación de las prestaciones objeto del mismo. No se incluirán en ellas el coste de la mano de obra, los costes financieros, los gastos generales o de estructura ni el beneficio industrial.

La misma disposición transitoria segunda de la Ley 30/2007 (LCSP), en su apartado 2 indica que, en todo caso, transcurrido un año desde la entrada en vigor de la Ley sin que se hayan aprobado las nuevas fórmulas, la aplicación de las actualmente vigentes se efectuará con exclusión del efecto de la variación de precios de la mano de obra.

Aplicando los artículos y disposiciones de la Ley 9/2017 (LCSP), en caso necesario de realizar una revisión de precios y, salvo que la improcedencia de la revisión se hubiese previsto expresamente en el Pliego de Cláusulas

Administrativas Particulares que se establezca para la contratación de las obras, se utilizará la fórmula nº 541, según 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, ya que se ha estimado que es la más adecuada a la tipología de las obras proyectadas.

Dicha fórmula tipo es aplicable en las obras de modernización y transformación en regadíos y conducciones de derivados plásticos, y responde a la siguiente expresión:

$$Kt = 0,05Ct/C0 + 0,08Et/E0 + 0,15Pt/P0 + 0,06Rt/R0 + 0,14St/S0 + 0,01Tt/T0 + 0,51$$

En todo caso y si tiene lugar la revisión de precios, el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares o el Contrato deberán detallar, en su caso, la fórmula o sistema de revisión aplicable.

## 9.18 PLAN DE OBRA

Con carácter indicativo y a fin de cumplimentar el artículo 233 de la Ley 9/2017, de 8 noviembre, de Contratos del Sector Público, por la 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 (BOE número 272 de 9 de noviembre de 2017), en el anejo correspondiente a "Programación de las Obras", se ha establecido un plan de programa de trabajos a seguir en la ejecución de las diferentes obras e instalaciones de que consta el proyecto, que deberá ser ampliado en dicho programa.

En este anejo se calcula la duración de la obra, teniendo en cuenta el rendimiento del personal y de la maquinaria utilizada en la obra, así como los días de trabajo efectivos al año, para lo cual se descontarán los días festivos y aquellos en que las inclemencias climatológicas impidan o dificulten la ejecución de los trabajos. 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 plazo máximo previsto para la ejecución de la obra se ha estimado en 24 meses.

Independientemente del programa de desarrollo de los trabajos o plan de obra que con carácter indicativo está contenido en este Proyecto y reflejado en el anejo, cuando se establezca expresamente en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares, y siempre que la total ejecución de la obra esté prevista en más de una anualidad, el Contratista está obligado a presentar a la

Dirección de Obra un Programa de trabajo en el plazo máximo de treinta (30) días contado desde la formalización del contrato.

El órgano de contratación resolverá sobre el programa de trabajo dentro de los quince (15) días siguientes a su presentación, pudiendo imponer la introducción de modificaciones o el cumplimiento de determinadas prescripciones, siempre que no contravengan las cláusulas del contrato.

En el programa de trabajo a presentar, en su caso, por el Contratista incluirá especificación de plazos parciales y fecha de terminación de las distintas unidades de obra compatibles con el plazo total de ejecución, indicando el orden en que ha de proceder y los métodos por los que se propone llevar a cabo las obras.

### **9.19 PLAZO DE EJECUCIÓN**

Según lo indicado en el Plan de Obra del Proyecto, recogiendo la experiencia de anteriores obras construidas con semejantes características, teniendo en cuenta las circunstancias desfavorables que pudieran concurrir en una obra de esta envergadura (inclemencia del tiempo, problemas laborales, demoras en los plazos de entrega por parte de los suministradores, no disponibilidad de terrenos, etc.) y debido a las dimensiones y el volumen de la obra, se propone un plazo de ejecución total de veinticuatro (24) meses, plazo que se considera necesario y suficiente para la terminación de las obras previstas en el presente proyecto. Se debe tener en cuenta que hay que hacer coincidir el final de la obra en un periodo fuera de campaña de riego para ejecutar los ramales condicionados por acequias.

Aun así, el plazo de ejecución de la totalidad de las obras objeto de este Proyecto será el que se fije en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares y el Contrato, a contar a partir del día siguiente de la fecha del Acta de comprobación del replanteo y autorización del comienzo.

### **9.20 PROGRAMA DE CONTROL DE CALIDAD**

Durante la ejecución de la obra será necesario la realización de cuantos ensayos de control de calidad de los materiales y de las condiciones de ejecución de las obras crea oportuno la Dirección Facultativa.

Todos los gastos hasta el porcentaje antes fijado correrán a cuenta del Contratista que realice las obras cuando éstas sean objeto de concurso, no siendo necesario consignar en el presupuesto del proyecto partida alguna del control de calidad.

Por la misma Dirección Facultativa se fijará el número, forma y dimensiones y demás características que deben reunir las muestras y probetas de ensayo y

análisis, caso de que no existan disposiciones normativas al efecto ni se establezcan tales datos en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o en el anejo correspondiente al Programa de Control de Calidad.

Además, todos los materiales y su puesta en obra se ajustarán a lo prescrito en el apartado correspondiente del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, siendo de obligado cumplimiento cuanta normativa legal, instrucciones y reglamentos de ámbito nacional y territorial sea de aplicación en la ejecución de los trabajos para conseguir el nivel de calidad previsto.

Durante la ejecución de las obras, la Dirección Facultativa anotará en el libro de órdenes las modificaciones del programa de control establecido en proyecto y su justificación, y las actuaciones de control y sus resultados, así como las observaciones que se consideren oportunas.

Al final de las obras se extenderá por la Dirección Facultativa un certificado de control que indique expresamente los elementos y materiales controlados así como la conformidad de sus resultados con las calidades previstas. También deberán quedar expresadas las modificaciones de las calidades introducidas, si las hubiere, respecto a las previstas en proyecto con su justificación.

## **9.21 FINANCIACION DE LAS OBRAS.**

Las obras contenidas en este proyecto están enmarcadas dentro del Anexo I del Convenio firmado el 25 de junio de 2021/21 de julio de 2022 entre el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y la Sociedad Mercantil Estatal de Infraestructuras Agrarias, S.A., en relación con las obras de modernización de regadíos del "Plan para la mejora de la eficiencia y la sostenibilidad en regadíos" incluido en el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, Fase I/Fase II, o en sus correspondientes adendas.

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

Además de la financiación proveniente de la fuente anterior, será necesario la aportación de fondos por parte de las comunidades de regantes, que tendrán su repercusión en los propios regantes conforme la distribución que corresponda en orden a lo establecido en la normativa en materia de aguas y en el reglamento y ordenanzas de la comunidad de regantes.

Por otro lado, también es posible otras fuentes de financiación a las que la comunidad de regantes puede recurrir, entre los que se encuentra la banca y entidades de crédito.

## **10 DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO**

El presente proyecto está formado por los siguientes documentos:

### DOCUMENTO Nº 1.- MEMORIA y ANEJOS

Memoria

- Anejo 1.- Definición de la zona regable
- Anejo 2.- Ficha técnica
- Anejo 3.- Estudio agronómico
- Anejo 4.- Trabajos topográficos y cartográficos
- Anejo 5.- Estudio arqueológico
- Anejo 6.- Estudio de alternativas
- Anejo 7.- Estudio geotécnico
- Anejo 8.- Red de riego
- Anejo 9.- Obra de toma
- Anejo 10.- Balsa de espera, cántara de bombeo y filtración
- Anejo 11.- Cálculo del transitorio
- Anejo 12.- Estación de bombeo
- Anejo 13.- Balsa de regulación
- Anejo 14.- Generador fotovoltaico
- Anejo 15.- Instalación eléctrica en Media Tensión
- Anejo 16.- Sistema de telecontrol
- Anejo 17.- Programa de ejecución de las obras
- Anejo 18.- Sistema de telecontrol
- Anejo 19.- Justificación de precios
- Anejo 20.- Afecciones
- Anejo 21.- Expropiaciones
- Anejo 22.- Estudio de gestión de residuos
- Anejo 23.- Control de calidad de agua

Anejo 24.- Control de calidad de las obras  
Anejo 25.- Medidas de corrección ambiental.

DOCUMENTO Nº 2.- PLANOS

<b>SITUACIÓN</b>		<b>1</b>
<b>EMPLAZAMIENTO</b>		<b>2</b>
<b>AFECCIONES</b>		
	AFECCIONES EN ARQUEOLOGÍA	<b>AF-1</b>
	AFECCIONES EN VÍAS PECUARIAS	<b>AF-2</b>
	AFECCIONES EN CARRETERAS	<b>AF-3</b>
	AFECCIONES EN LÍNEAS ELÉCTRICAS	<b>AF-4</b>
	AFECCIONES EN TELÉFONO	<b>AF-5</b>
	AFECCIONES EN CAUCES	<b>AF-6</b>
<b>EXPROPIACIONES</b>		
	EXPROPIACIONES TUBERÍA	<b>EX-1</b>
	EXPROPIACIONES TUBERÍA	<b>EX-2</b>
	EXPROPIACIONES TUBERÍA	<b>EX-3</b>
	EXPROPIACIONES TUBERÍA	<b>EX-4</b>
	EXPROPIACIONES TUBERÍA	<b>EX-5</b>
	RESTO DE EXPROPIACIONES	<b>EX-6</b>
<b>RED DE RIEGO</b>		
	RED DE RIEGO. ZONA 1	<b>RR-1</b>
	RED DE RIEGO. ZONA 2	<b>RR-2</b>
	RED DE RIEGO. ZONA 3	<b>RR-3</b>
	RED DE RIEGO. ZONA 4	<b>RR-4</b>
	RED DE RIEGO. ZONA 5	<b>RR-5</b>
	RED DE RIEGO. ZONA 6	<b>RR-6</b>
	RED DE RIEGO. ZONA 7	<b>RR-7</b>
	RED DE RIEGO. ZONA 8	<b>RR-8</b>
	RED DE RIEGO. ZONA 9	<b>RR-9</b>
	ELEMENTOS DE LA RED DE RIEGO	<b>RR-10</b>
	ANCLAJES DE HORMIGÓN	<b>RR-11</b>
	SECCIONES ZANJAS DE TUBERÍAS	<b>RR-12</b>
<b>PERFILES LONGITUDINALES DE LA RED DE RIEGO</b>		
	PERFIL DEL RAMAL "I"	<b>LRR-1</b>
	PERFIL DEL RAMAL "B"	<b>LRR-2</b>
	PERFILES RAMALES "B-1, B-2, B-3, y B-4"	<b>LRR-3</b>
	PERFILES RAMALES "B-4-1, B-4-2, B-4-2-2, B-4-3, B-4-3-1, B-4-3-3, B-4-5 y B-4-7"	<b>LRR-4</b>
	PERFILES RAMALES "B-4-9, B-7, B-7-1, B-7-2, B-7-3, y B-7-4"	<b>LRR-5</b>
	PERFILES RAMALES "B-7-6, B-8, B-9, B-9-1, B-10, B-11, B-12, B-13, B-14 y B-15"	<b>LRR-6</b>
<b>BALSA DE REGULACIÓN</b>		
	BALSA DE REGULACIÓN. DETALLES Y COMPONENTES	<b>BR-1</b>
	BALSA DE REGULACIÓN. SECCIONES Y COTAS	<b>BR-2</b>
	CAMINO DE ACCESO: PLANTA y PERFIL LONGITUDINAL	<b>BR-3</b>
	CAMINO DE ACCESO: PERFILES TRANSVERSALES	<b>BR-4</b>
<b>NAVE DE VÁLVULAS (BALSA DE REGULACIÓN)</b>		
	PLANTA, ALZADOS, SECCIÓN Y CUBIERTA	<b>NV-1</b>
	CIMENTACIÓN	<b>NV-2</b>
	MUROS DE CONTENCIÓN	<b>NV-3</b>
	ESTRUCTURA	<b>NV-4</b>
	ARQUETA DE TOMAS. CIMENTACIÓN Y ARMADOS	<b>NV-5</b>

<b>BALSA DE ESPERA</b>		
	BALSA DE ESPERA. DETALLES Y COMPONENTES	<b>BE-1</b>
	BALSA DE ESPERA. SECCIONES Y COTAS	<b>BE-2</b>
<b>ESTACIÓN DE BOMBEO Y CANTARAS</b>		
	ESTACIÓN DE BOMBEO Y BALSA DE ESPERA. URBANIZACIÓN	<b>EB-1</b>
	PLANTA, ALZADOS, SECCIÓN Y CUBIERTA	<b>EB-2</b>
	CIMENTACIÓN Y DETALLES	<b>EB-3</b>
	ESTRUCTURA PÓRTICOS Y CUBIERTA	<b>EB-4</b>
	ARQUETAS. CIMENTACIÓN Y ARMADOS	<b>EB-5</b>
<b>PLANTA FOTOVOLTAICA</b>		
	SITUACIÓN ZONA NORTE Y SUR	<b>FV-1</b>
	ZONA NORTE	<b>FV-2</b>
	ZONA SUR	<b>FV-3</b>
	ESQUEMA UNIFILAR ZONA SUR	<b>FV-4</b>
	ESQUEMA UNIFILAR ZONA NORTE	<b>FV-5</b>
<b>INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN</b>		
	CONEXIÓN L.S.M.T. a NUEVO C.T.	<b>BT-1</b>
	COTAS Y SUPERFICIES	<b>BT-2</b>
	INSTALACIÓN DE ALUMBRADO	<b>BT-3</b>
	INSTALACIÓN DE FUERZA	<b>BT-4</b>
	INSTALACIÓN TOMA DEL CANAL	<b>BT-5</b>
	ESQUEMA UNIFILAR BT	<b>BT-6</b>
	PUESTA A TIERRA	<b>BT-7</b>
<b>VALLADOS</b>		
	ZONAS DE VALLADO y DETALLES	<b>VA-1</b>
<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b>		
	SITUACIÓN	<b>SS-1</b>
	SEÑALIZACIÓN LÍNEAS ELÉCTRICAS	<b>SS-2</b>
	PROTECCIONES COLECTIVAS EN ZANJAS	<b>SS-3</b>
	EPIS	<b>SS-4</b>
	INSTALACIONES DE HIGIENE	<b>SS-5</b>
	SEÑALIZACIÓN	<b>SS-6</b>

DOCUMENTO Nº 3.- PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO Nº 4.- PRESUPUESTO

DOCUMENTO Nº 5.- ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

## 11 PRESUPUESTO

Se presenta en el Documento nº 4 las mediciones auxiliares y generales, 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 de presupuestos.

En el anejo correspondiente a la "*Justificación de precios*", se determina los precios unitarios de ejecución material de las diferentes unidades de obra del proyecto a partir de los costes horarios de la mano de obra y de la maquinaria, y del coste de los materiales a pie de obra.

Para obtener el Presupuesto Base de Licitación se realiza la suma de costes directos e indirectos con lo que se obtiene el denominado Presupuesto de Ejecución Material. A continuación se incrementa el Presupuesto de Ejecución Material un 13 % en concepto de Gastos generales y otro 6% en Beneficio industrial. Al sumatorio resultante de todo ello se incrementa con el porcentaje que legalmente se determine en concepto del Impuesto del Valor Añadido (IVA), fijado en el 21%.

El presupuesto de Base de Licitación queda desglosado como sigue:

CAPITULO	TÍTULO DEL CAPÍTULO	IMPORTE
01	ACTUACIÓN EN EL AZUD	191.240,25
02	TUBERÍA DE IMPULSIÓN A BALSA	2.457.644,66
03	BALSA REGULACION	2.489.301,72
04	RED DE RIEGO	7.237.782,80
05	BALSA ESPERA, CANTARA BOMBEO FILTRACION	1.450.156,22
06	ESTACION BOMBEO	797.195,61
07	INST. ELECTRICA MEDIA TENSIÓN	521.768,44
08	GENERADOR FOTOVOLTAICO	2.537.442,21
09	CONTROL CALIDAD OBRAS	58.033,20
10	SEGURIDAD Y SALUD	70.488,19
11	GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN	52.485,67
12	SEÑALIZACIÓN	4.369,40
13	AUTOMATIZACION	70.797,42
14	MEDIDAS AMBIENTALES	291.266,58
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL</b>		<b>18.229.972,37</b>
13% Gastos Generales s/18.229.972,37		2.369.896,41
6% Beneficio Industrial s/18.229.972,37		1.093.798,34
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA (SIN IVA)</b>		<b>21.693.667,12</b>
I.V.A. 21% s/21.693.667,12		4.555.670,10
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCION POR CONTRATA (CON IVA)</b>		<b>26.249.337,22</b>

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de VEINTISEIS MILLONES DOSCIENTOS CUARENTA Y NUEVE MIL TRESCIENTOS TREINTA Y SIETE EUROS CON VEINTIDOS CÉNTIMOS (26.249.337,22€).

## 12 CONCLUSIONES Y PROPUESTA DE APROBACIÓN

En los términos previstos en los artículos 13, 231, 233 y anexo I de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la 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 (BOE número 272 de 9 de noviembre de 2017), se redacta este proyecto de obra con los contenidos exigibles y de conformidad a Reglamentos, Prescripciones y Normas Técnicas vigentes en la actualidad, como requisito de actuación para poder ser adjudicado a través de un contrato de obras para su ejecución.

Cumplimentada la orden de redacción, alcanzados todos los objetivos previstos y considerando debidamente justificada la necesidad de su realización, como se ha puesto de manifiesto en los apartados anteriores de esta memoria y en los documentos del proyecto, se manifiesta que las obras e instalaciones incluidas en el presente proyecto están suficientemente definidas y valoradas para su ejecución, proponiéndose para su aprobación por el Órgano competente en la materia, si procede.

Soria, a Enero de 2024

Autor del Proyecto  
El Ingeniero Agrónomo



Fdo.: José Ángel Hernández Lacal

Conforme  
El Subdirector de Infraestructuras  
Agrarias del ITACYL



Fdo.: Miguel Ángel García Turienzo