

ANEJO Nº 5

**ESTUDIO DE ALTERNATIVAS Y MATERIALES. JUSTIFICACIÓN
DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA**

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	1
2	DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES ACTUALES.....	1
3	DEFINICIÓN Y ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS GENERALES.....	2
4	DESARROLLO DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA.....	4
4.1	OPCIÓN DE UBICACIÓN Y CAPACIDAD DE LA Balsa DE REGULACIÓN	4
4.2	OPCIONES DE TRAZADO DE LA TUBERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE	6
4.3	SECTORIZACIÓN EN REDES DE RIEGO PRESURIZADAS POR BOMBEO Y POR GRAVEDAD	7
4.4	OPCIONES DE UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO Y FILTRADO	9
4.5	OPCIONES DE ALIMENTACIÓN ENERGÉTICA DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO	9
5	SOLUCIÓN ADOPTADA.....	12
6	COMPARACIÓN DE LA SITUACIÓN DE LA ZONA REGABLE TRAS LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO FRENTE A LA ACTUAL.....	14
7	ESTUDIO DE MATERIALES DE LAS TUBERÍAS	15

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Opciones A, B, C y D para la ubicación de la balsa de regulación.....	5
Figura 2.	Opción elegida de trazado	7

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Balance de movimiento de tierras	6
-----------------	---	----------

ÍNDICE DE ESQUEMAS

Esquema 1.	Esquema hidráulico proyecto de INYPSA	3
Esquema 2.	Alternativa seleccionada	13

1 INTRODUCCIÓN

Con el estudio de alternativas se plantearán y estudiarán distintas soluciones, a priori técnicamente viables, con el objetivo de escoger la mejor opción posible para realizar la modernización de regadío en la Colectividad de Cuevas del Campo (Granada).

El proyecto de modernización completo se tendrá que realizar por fases dada su envergadura. En el proyecto de la Fase I, ya redactado, se fijaron los criterios de diseño de las diferentes instalaciones y en el presente, de la Fase II, se estudiará más en detalle algún aspecto concreto que no se desarrollaba en la Fase I por no estar incluido en su alcance.

2 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES ACTUALES

La zona regable dispone en la actualidad de una serie de canales y acequias que distribuyen el agua para riego procedente del embalse de la Bolera. Se trata de unos canales de sección telescópica de tal forma que disponen de una capacidad en cabecera de hasta 6,6 m³/s, capacidad que va disminuyendo a medida que van dejando acequias laterales de distribución.

La Comunidad de Regantes de Pozo Alcón, Hinojares y Cuevas del Campo se compone de dos colectividades: la Colectividad de Pozo Alcón e Hinojares y la Colectividad de Cuevas del Campo. La Colectividad de Riego de Cuevas del Campo riega 3.491,58 ha (de las 8.353,26 ha que componen la totalidad de la Comunidad).

La Colectividad de Pozo Alcón e Hinojares se encuentra modernizada, mientras que la de Cuevas del Campo no, manteniendo un sistema de transporte y distribución del agua mediante canales y acequias. La zona regable de la Colectividad de Cuevas del Campo tiene unas infraestructuras de riego con más de 50 años que presentan, en líneas generales, un mal estado de conservación. Se pueden distinguir los distintos estados de conservación para cada tipo de infraestructura:

- Canales principales de transporte. Estos canales principales traen el agua desde el embalse de la Bolera hasta la zona regable. Se encuentran en un estado de conservación que se puede considerar como intermedio, entre bueno y regular.
- Acequias secundarias de distribución. Parten de los canales principales y se van ramificando hasta llegar a las parcelas de los agricultores. Se puede considerar mayoritariamente de obra (70 %) y en menor medida en acequias de tierra (30 %). En ambos casos su estado de conservación es muy malo.

La baja eficiencia de riego, que implica muchas pérdidas de agua, hace que la dotación existente de agua no cubra las necesidades de riego de los cultivos (lo que implica caídas en las producciones). Además, el obsoleto sistema de riego no permite automatización alguna, por lo

que necesita que los regantes estén permanentemente dedicados al mismo con estrictos turnos de riego.

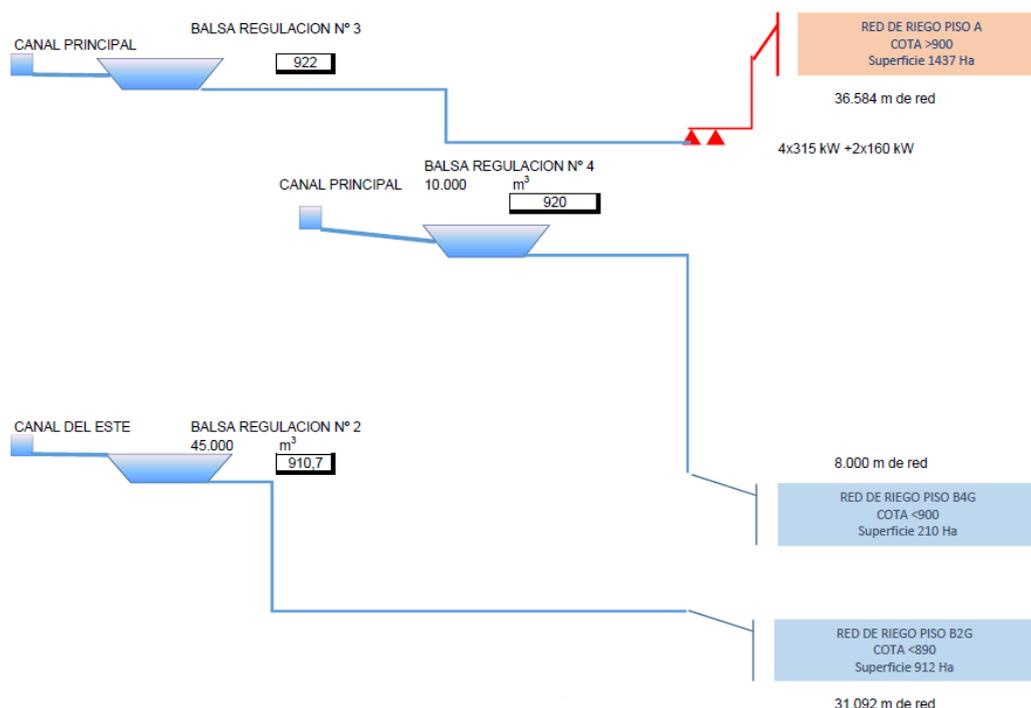
Ante esta situación, acometer la modernización de la Colectividad Cuevas del Campo es una imperiosa necesidad, y con ello se obtendrán muchos beneficios directos: ahorro de agua (beneficio ambiental), incremento de producciones agrícolas (beneficio económico) y mejora calidad de vida de los regantes (beneficio social fundamental para mantener a la población en el medio rural).

3 DEFINICIÓN Y ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS GENERALES

Básicamente se han planteado tres alternativas, que ya fueron analizadas en detalle en el proyecto de la Fase I:

- 1. Alternativa 0.-** Consistente en no acometer ninguna mejora sobre las infraestructuras, manteniendo las infraestructuras en su estado actual. Esta alternativa no es viable en esta zona regable, dado el mal estado de conservación de las instalaciones de riego y su baja eficiencia. No hacer nada condenaría a la desaparición del regadío en un futuro, dado que la baja eficiencia del riego y las escasas precipitaciones (cada vez menores en una zona semidesértica) están produciendo un descenso de las producciones, con lo que se está llegando a una situación insostenible, dando lugar al consiguiente despoblamiento del municipio. Por tanto, se descarta esta alternativa.
- 2. Alternativa 1.-** Consistente en un sistema de riego presurizado a la demanda que permita el riego por goteo, pero manteniendo los canales de transporte desde Pozo Alcón hasta la Colectividad de Cuevas de Campo, lo cual hace que se pierda bastante cota desde la cabecera de los canales en Pozo Alcón. Esta alternativa corresponde con el proyecto de «Modernización del Riego en la Comunidad de Regantes de Pozo Alcón e Hinojares (provincia de Jaén) y Cuevas del Campo (provincia de Granada)» realizado por INYPSA en 2006.

En este proyecto se proponía el aprovechamiento de los canales existentes para llevar el agua hasta el inicio de la zona regable en el término municipal de Cuevas del Campo y establecer una sectorización con varias balsas a pie de los canales. El problema que se presenta es que se tiene la necesidad de establecer unos sectores de riego por bombeo muy extensos, con lo cual el coste energético para la Comunidad de Regantes era elevado, así como los costes de las líneas eléctricas de alimentación de los bombeos (que además no son viables por falta de capacidad en la red eléctrica que abastece la zona). Por estos motivos el proyecto de INYPSA se descartó en su totalidad por la Colectividad y, por tanto, esta alternativa queda eliminada.



Esquema 1. Esquema hidráulico proyecto de INYPSA

3. Alternativa 2.- Consiste en un sistema de riego presurizado a la demanda que permita el riego por goteo. Se plantea la toma de agua en un punto elevado situado aguas arriba de las rápidas en los canales que le hacen perder cota y, en consecuencia, presión natural. Con este tipo de alternativa se busca minimizar la superficie regable de los sectores de bombeo para reducir los costes energéticos al máximo. Partiendo de estas premisas se plantean proyectos que comprenden, todos, los siguientes elementos principales:

- Una balsa de cabecera situada en las cotas más elevadas posibles, que será en la zona anterior a la rápida existente en el Canal de Norte en Pozo Alcón (Cota 936-938 msnm).
- Tubería de transporte desde la balsa hasta el inicio de la zona regable de la Colectividad de Cuevas del campo.
- Estación de bombeo.
- Instalaciones para abastecimiento de energía de la estación de bombeo.
- Redes de riego presurizadas con sectores de bombeo y sectores de riego por gravedad desde la balsa.

Esta **Alternativa 2** es la seleccionada como base de trabajo para el desarrollo del proyecto de modernización, ya que permitirá implantar un riego presurizado

aprovechando al máximo la presión natural que puede proporcionar la diferencia de cota de la zona regable. De esta forma se busca reducir la superficie de bombeo y, por tanto, las necesidades de energía y de los costes asociados a ella.

4 DESARROLLO DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA

Una vez que en el proyecto de la Fase I se eligió una alternativa, se procedió a estudiar en detalle cada una de las opciones que se pueden contemplar para el diseño de los elementos principales del proyecto que son:

1. Ubicación y capacidad de la balsa de cabecera situada en las cotas más elevadas posibles.
2. Trazado y características de la tubería de transporte desde la balsa hasta el inicio de la zona regable de la Colectividad de Cuevas del campo.
3. Ubicación de estación de bombeo y filtrado.
4. Sistemas de abastecimiento de energía de la estación de bombeo y filtrado.
5. Sectorización en redes de riego presurizadas por bombeo y por gravedad.

A continuación, se resumen las distintas opciones que se analizaron en el proyecto de la Fase I para el diseño de los principales elementos del proyecto.

4.1 OPCIÓN DE UBICACIÓN Y CAPACIDAD DE LA Balsa DE REGULACIÓN

La balsa queda totalmente incluida en el proyecto de la Fase I, luego en el presente proyecto de la Fase II no se refleja ninguna actuación sobre ella.

Se estudiaron un total de cuatro alternativas (A, B, C y D) con el objetivo de encontrar la alternativa que conjugue mejor las siguientes consideraciones:

- Que esté ubicada próxima a los canales principales, para que estos tengan capacidad de transporte suficiente para el llenado de la balsa.
- Que esté a la mayor cota posible para, de este modo, poder dominar por gravedad la mayor superficie posible.
- Que esté bien comunicada, situándose cerca de caminos existentes.
- Que no esté clasificada como gran presa y sea de categoría C.
- Que tenga la mínima superficie de ocupación.

- Que tenga el menor desequilibrio en el movimiento de tierras, con el condicionante que la solera quede en desmante.

Todas las localizaciones se encuentran cerca del núcleo urbano de Pozo Alcón y junto al Canal del Norte, antes de la primera rápida y aguas arriba de la balsa n.º 1 existente para la regulación de la Colectividad de Pozo Alcón e Hinojares. En este punto el canal tiene una capacidad de 5,94 m³/s, sobre terreno de secano a la cota 935-940 msnm y con caída hacia el río Guadalentín.

Esta balsa es la que sirve de regulación de toda la zona regable.

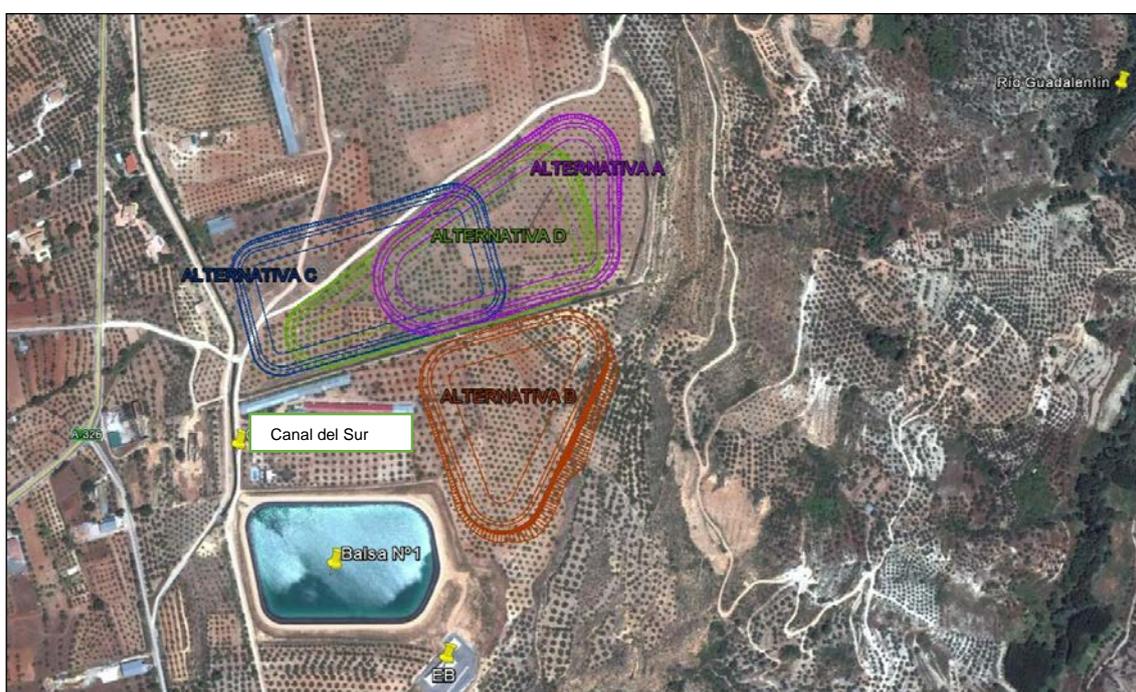


Figura 1. Opciones A, B, C y D para la ubicación de la balsa de regulación

Según las características de cada alternativa, resultan las siguientes conclusiones:

- Todas las alternativas están situadas en una zona con buena accesibilidad y bien comunicada, al estar al lado de un camino existente y cerca de la carretera A-326.
- Todas las alternativas tienen una altura de dique inferior a los 15 m y en las alternativas A, C y D la altura máxima es inferior a los 10 m. Así, ninguna alternativa se considera gran presa.
- En caso de rotura o funcionamiento incorrecto de la balsa, las alternativas A, B y D verterían el agua hacia el río Guadalentín. La alternativa C podría precisar el estudio de la hipótesis de rotura del dique oeste, el cual vertería el agua hacia el Canal del Norte,

la carretera A-326 y el núcleo urbano de Pozo Alcón, siendo entonces muy difícil su clasificación como balsa de categoría C.

- Todas las alternativas afectan cultivos de almendros y olivos. Además, la alternativa C requiere la reposición de unos 400 m de camino.
- Las alternativas C y D son las que requieren una longitud menor de canal de entrada, ya que están más próximas al Canal del Norte que las alternativas A y B.
- Al estar la alternativa B situada al este del Canal del Norte, con toma en dicho canal, necesita unos 250 m menos de tubería principal de conexión, la cual parte de la balsa y se dirige hacia el sur, hacia la estación de bombeo y filtrado.
- La alternativa B es la balsa más profunda, con una profundidad mínima de lámina de agua de 7,0 m, a diferencia de las alternativas A, C y D que es de 5,0 m. En consecuencia, la alternativa B es la que tiene menor superficie de ocupación.
- La alternativa B es la que tiene el balance de tierras más compensado, lo que implica un menor coste de movimiento de tierras e impermeabilización.

Tabla 1. Balance de movimiento de tierras

Alternativa	A	B	C	D
Desmonte (m³)	283.493,52	105.408	263.062,27	261.299,02
Terraplén (m³)	1.474,26	60.797	1.394,01	1.848,88
Balance (m³)	282.019,25	44.611	261.668,26	259.450,14

La opción elegida en el proyecto de la Fase I fue una opción basada en esta alternativa B, pero optimizada, reduciendo el sobrante de tierras que tenía la construcción de la balsa proyectada inicialmente por AQUATEC, diseñándose finalmente una balsa de 148.000 m³.

4.2 OPCIONES DE TRAZADO DE LA TUBERÍA PRINCIPAL DE TRANSPORTE

La tubería principal de conexión transporta el agua desde la balsa de regulación hasta la estación de bombeo y filtrado, situada en la zona de riego al inicio del término municipal de Cuevas del Campo.

La tubería de transporte queda totalmente incluida en el proyecto de la Fase I, luego en el presente proyecto de la Fase II no se refleja ninguna actuación sobre ella.

En el proyecto de la Fase I se estudiaron un total de 9 alternativas de trazado, donde el punto inicial se sitúa al pie de la balsa de regulación, justo después de la cámara de válvulas de la obra de salida, en el término municipal de Pozo Alcón. A continuación, el trazado en planta de la tubería se dirigirá hacia el sur-suroeste, en dirección a la zona de riego de Cuevas del Campo. La tubería finaliza en la estación de bombeo y filtrado, ubicada en el término municipal de Cuevas del Campo, justo al límite con el término municipal de Pozo Alcón, al margen izquierdo del Canal del Sur. En la siguiente imagen se puede observar dicho trazado elegido.

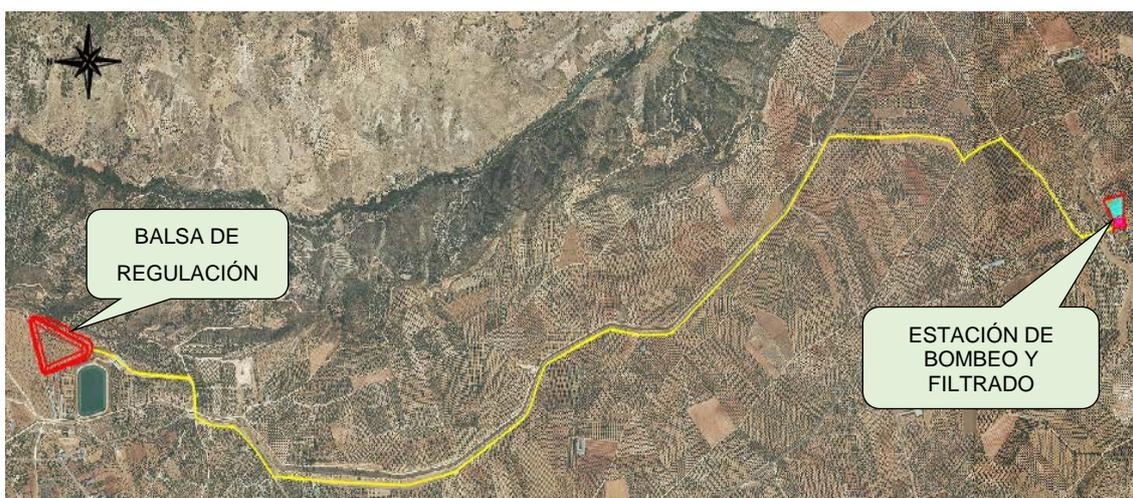


Figura 2. Opción elegida de trazado

Tras analizar los trabajos realizados anteriormente por otras empresas de ingeniería junto con la Colectividad de Cuevas del Campo, y una vez realizadas las visitas a campo para comprobar los mismos, se propuso como solución una alternativa basada en parte en las anteriores, con la que se minimizaron las afecciones al discurrir la tubería, en gran parte de su trazado, paralela al Canal del Sur y del Este donde existe un camino de servicio y una franja expropiada como servidumbre. Este trazado tiene una longitud de 6,181 km. Con el diseño realizado se evita afectar a un gran número de olivos, minimizando el impacto ambiental que eso supone y no se generan nuevas servidumbres y expropiaciones de manera general en todo su trazado.

La tubería ha sido diseñada de hormigón postesado con camisa de chapa en diámetro 1.100 mm.

4.3 SECTORIZACIÓN EN REDES DE RIEGO PRESURIZADAS POR BOMBEO Y POR GRAVEDAD

En el epígrafe nº 3 de este anejo se han descrito las alternativas de partida que se analizaron:

1. Un sistema de riego presurizado a la demanda manteniendo los canales de transporte desde Pozo Alcón hasta la Colectividad de Cuevas de Campo, lo cual hace que se pierda

bastante cota desde la cabecera de los canales en Pozo Alcón y sería necesario establecer unos sectores de riego por bombeo muy extensos, con lo cual el coste energético para la Comunidad de Regantes era elevado. Se descartó por esta razón.

2. Un sistema de riego presurizado a la demanda con toma de agua en un punto elevado situado aguas arriba de las rápidas en los canales que le hacen perder cota y, en consecuencia, presión natural. Con este tipo de alternativa se busca minimizar la superficie regable de los sectores de bombeo para reducir los costes energéticos al máximo. Fue la alternativa elegida.

Una vez que se ha seleccionado esta alternativa, en la que existirá un sector de bombeo y otro de gravedad, las redes de riego no tienen muchas opciones, salvo la optimización de los sectores de riego, ya que las redes se trazan preferentemente por los caminos y servidumbres de acequias existentes y cubren toda la zona regable tratando de reducir al máximo sus longitudes y diámetros mediante la optimización en el cálculo y diseño.

Por optimización hidráulica, se buscará dividir lo antes posible los grandes ramales de riego. El sector de gravedad se divide en dos grandes ramales: G-1 (continuación del ramal de gravedad proyectado en la Fase I) y G-2 que regará la parte más bajas de la Colectividad de Cuevas del Campo.

Para el sector de bombeo, se han estudiado y analizado dos posibles variantes:

- Un solo sector con una red ramificada desde la estación de bombeo y un conjunto de bombas elevando el agua con una presión única de entre 50 y 55 mca para las aproximadas 950 ha que componen este sector.
- División en dos subsectores desde la propia estación de bombeo, con un subsector que regará las partes más elevadas (unas 350 ha) y otro que regará las partes más bajas (unas 600 ha). Cada uno dispondrá de su propia red de riego diferenciada y sus grupos de bombeo independientes, ya que para el subsector alto la presión de bombeo será de 50-55 mca y la para el subsector bajo de 20-25 mca.

El que solo exista un sector de bombeo presenta la ventaja de un ahorro económico en la ejecución tanto de las redes de riego primarias como de los grupos de bombeo. Sin embargo, no es nada óptimo desde el punto de vista energético, por lo que la potencia necesaria para actuar el bombeo y el consumo anual de energía será mucho mayor. En el caso del presente proyecto, esta circunstancia es vital para la elección de la alternativa, pues la energía necesaria será autoproducida por un campo fotovoltaico y la restante será proporcionada por grupos electrógenos o energía de la red eléctrica, por lo que es fundamental realizar un diseño que

permita el correcto funcionamiento de las instalaciones con el menor coste energético (gasto de gasoil o energía eléctrica).

Por lo tanto, el sector de bombeo se dividirá en dos subsectores. Uno alto y otro bajo.

Se ha planteado regar por turnos los subsectores, pero esto realmente, no aporta casi ahorro, pues lo único que se puede reducir es la potencia del campo fotovoltaico.

4.4 OPCIONES DE UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO Y FILTRADO

El proyecto de la Fase I de la modernización de regadío en la Colectividad de Cuevas del Campo no contemplaba la instalación de los equipos de bombeo, pero sí del filtrado correspondiente a la superficie a regar. Sin embargo, como este bombeo sí sería necesario en fases posteriores (como es la Fase II), se incluyó en el estudio de alternativas. Con la ubicación seleccionada se ha conseguido lo siguiente:

- El sector de bombeo se prolonga mucho hacia el sur, con lo cual, en el emplazamiento propuesto se acerca más al eje central del piso.
- Se dispone de suficiente presión para garantizar el funcionamiento de los filtros automáticos.
- La estación de bombeo y filtrado se sitúa al lado de un camino asfaltado, por lo que se garantiza un acceso adecuado.
- La ubicación es una zona elevada en su entorno y presenta muchas mayores facilidades para la ubicación del campo solar fotovoltaico junto a la estación de bombeo y filtrado.

En el proyecto de la Fase I se ha diseñado la nave que alojará todos los filtros y bombas necesarios para la completa modernización de la zona regable. Se han dejado preparados los colectores de calderería para la instalación de los filtros, una zona para la instalación de las bombas y otra zona para todos los cuadros eléctricos del bombeo.

4.5 OPCIONES DE ALIMENTACIÓN ENERGÉTICA DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO

En el proyecto de la Fase I, se expuso que se había estudiado el abastecimiento del bombeo mediante energía eléctrica de la red convencional, y que se descartó por dos motivos:

1. Costes de explotación elevados si solo se usa energía de la red eléctrica.
2. Costes de ejecución y medioambientales: En las proximidades de Pozo Alcón y Cuevas del Campo, no existen posibilidades de suministro para más de 40-50 kW, según la

compañía suministradora ENDESA (consulta realizada en noviembre de 2019). La posibilidad de punto de conexión ofrecida estaba en la línea que une la SET Jabalcón con Castril. Esto implicaría construir una línea eléctrica de casi 5 km de longitud y atravesar la depresión del río Guadalentín. Esto supone unos importantísimos costes económicos y ambientales, por lo que se descartó esta solución.

Por otro lado, también se explicó en el proyecto de la Fase I que en el proyecto realizado por AQUATEC en 2015 se planteaba una estación de bombeo y filtrado alimentada con energía hidráulica turbinada directamente en ese punto, como alternativa a la instalación de una línea eléctrica. Las bombas estaban alimentadas por unas turbinas acopladas mecánicamente a ellas que aprovechan el salto existente entre la balsa de regulación y la estación de bombeo. El agua turbinada se vertía en una balsa de regulación con 5.087 m³ de volumen útil. Esta balsa era totalmente necesaria ya que el agua que se turbinaba para hacer funcionar las bombas queda “sin presión” alguna y sale por un desagüe hacia dicha balsa y se almacena en ella para regar un sector por gravedad.

Analizada en detalle esta solución para generar la energía que necesita el bombeo, se encontraron algunas cuestiones que puede que no se hubieran considerado, tales como:

- Al haber poca presión disponible (poca diferencia de cota desde la balsa de cabecera en la cota 936 msnm), la energía hidráulica hay que conseguirla a base de turbinar mucho caudal, lo cual compromete todo el diseño del proyecto y lo hace costoso y de muy difícil manejo para una comunidad de regantes: 12 bombas controladas por válvulas hidráulicas y válvulas motorizadas con un grado de automatización muy complejo y sin el cual no funciona el sistema.
- Este sistema es difícilmente gestionable, ya que, si este sector de gravedad que parte de la balsa de turbinas no riega o no riega lo suficiente, no podrá ni arrancarse el sector de bombeo, pues si no hay agua circulando continuamente no pueden funcionar las bombas. Por el contrario, si se desea tomar agua de la red para el sector de bombeo, esta será turbinada y enviada a la balsa de 5.087 m³ (situada junto a la estación de bombeo), pero si el sector de gravedad no tiene demanda, esta pequeña balsa se llenará y empezará a evacuar al desagüe agua que se perderá.
- Está totalmente ligado el sector de bombeo con el de gravedad, por lo que cualquier fallo en uno de ellos deja a ambos sin regar conjuntamente. Esto es un riesgo muy alto para una comunidad de regantes y, al mismo tiempo, muy complicado organizar el riego y gestionar el agua que salga de las turbinas.
- Las bombas no tienen motor, sino que son las propias turbinas acopladas directamente al cuerpo hidráulico de la bomba las que accionan la misma. Este sistema tiene unos

rendimientos muy bajos (frente por ejemplo a un motor eléctrico), luego hacen falta muchas bombas para el funcionamiento proyectado y no se garantiza el correcto funcionamiento del subsector más elevado dentro del bombeo.

- La red de gravedad se diseña a partir de la balsa de 5.087 m³ de la cota 892 msnm, en lugar de la cota 936 msnm de la balsa de cabecera. Esto da lugar a que los diámetros de las tuberías deben ser muy grandes para llegar con el agua a las parcelas de riego con la presión necesaria, lo cual hace que la red sea muy costosa.

Vistos estos posibles inconvenientes y teniendo en cuenta que en la actualidad están bastante extendidos los sistemas de generación fotovoltaica para el abastecimiento de bombeos, y que están funcionando con muy buenos resultados, se ha planteado una solución técnica en este sentido para este proyecto de modernización.

Con este diseño del sistema de abastecimiento de energía al bombeo, se sustituye una energía renovable por otra, pasando de la hidráulica a la solar fotovoltaica, siendo esta última mucho más eficiente. Se consigue un importante ahorro económico tanto en la nave de bombeo como por la eliminación de la balsa de vertido y, sobre todo, en la red de riego del sector de gravedad que ganará presión y se optimizará reduciéndose en gran medida los diámetros a instalar.

Para abastecer la estación de bombeo se diseñará en las próximas fases de la modernización (la presente Fase II y la futura Fase III) un campo fotovoltaico de 885,6 kWp. Como en un principio, no existía la posibilidad de tener suministro eléctrico en la estación de bombeo, se estudió instalar grupos electrógenos para situaciones de falta de radiación solar, emergencia o avería del campo fotovoltaico y funcionará a través de variadores de frecuencia.

Sin embargo, pocos meses de la redacción del presente proyecto se ha puesto en funcionamiento una nueva subestación en Pozo Alcón, por lo que se ha realizado una consulta a ENDESA para comprobar si habían cambiado las condiciones de suministro, recibándose el día 18 de julio de 2022 nueva carta de condiciones con una localización a unos 130 m de la estación de bombeo para el suministro de 300 kW.

Esta nueva alternativa de suministro eléctrico es mucho más ventajosa para la Comunidad de Regantes, dado lo engorroso del manejo de los grupos electrógenos y la mejora medioambiental que supone no instalarlos (emisiones de ruidos y gases, consumo de gasoil, mantenimiento, etc..).

La nueva línea y centro de transformación a proyectar consistiría en:

- Si la línea es aérea.- Poste de inicio junto al existente (lazo flojo) más otro poste para la aparamenta de corte y otro poste en la parcela de la estación de bombeo donde se ubicará un CT de 400 KVA en caseta prefabricada.
- Si la línea es subterránea.- Poste de inicio junto al existente (lazo flojo) más otro poste para la aparamenta de corte y conductor enterrado en la zanja-servidumbre de la tubería de transporte (proyectada en Fase I y que no se vería afectada por corrientes vagabundas, ya que al ser con junta elástica hay discontinuidad eléctrica y no es necesario poner protecciones adicionales) hasta la parcela de la estación de bombeo donde se ubicará un CT de 400 KVA en caseta prefabricada (que sustituirá al edificio adosado a la nave que se iba a incluir en la Fase II para alojar los grupos).

Al disponer de la servidumbre de la tubería de transporte proyectada en la Fase I, se elige la opción de hacer la línea subterránea reduciendo al mínimo cualquier afección a terceros.

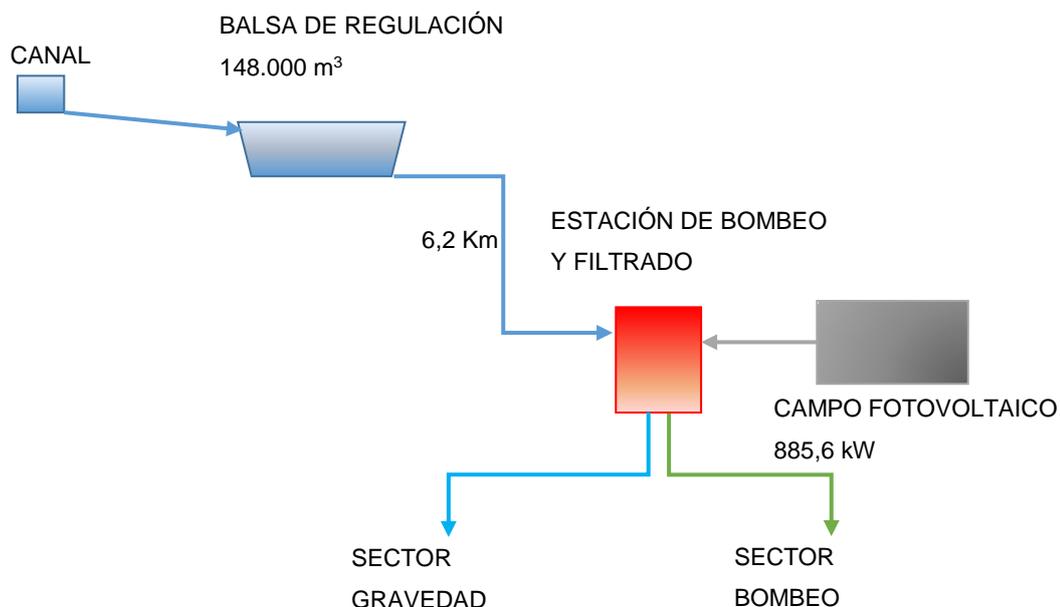
En cualquier caso, esta nueva alternativa para sustituir los grupos electrógenos por un suministro eléctrico desde la red eléctrica convencional no modifica en nada los fundamentos iniciales del proyecto pues el consumo de las bombas se cubrirá en su mayor porcentaje con el campo fotovoltaico proyectado para ello, tal como estaba previsto desde el inicio. El objeto del proyecto sigue siendo el mismo solo que para las necesidades que se puedan producir en caso de fallo en el sistema fotovoltaico o baja radiación o emergencia, en lugar de usar grupos electrógenos se usará la nueva línea eléctrica y el centro de transformación.

5 SOLUCIÓN ADOPTADA

Una vez analizados cada uno de los puntos a estudiar, la alternativa seleccionada es la alternativa que contempla:

- Un esquema hidráulico con una sola balsa de regulación en cabecera, tubería principal de conexión, estación de bombeo y filtrado y dos zonas de riego (una de gravedad y otra de bombeo). Definido en el proyecto de la Fase I.
- Balsa de regulación de 148.000 m³ de capacidad. Definido en el proyecto de la Fase I.
- Optimización del trazado de la tubería principal de transporte, que será de hormigón postesado con camisa de chapa (HPCC) con junta elástica y DN 1100 mm. Definido en el proyecto de la Fase I.
- Ubicación de la estación de bombeo y filtrado junto a la carretera asfaltada. Definido en el proyecto de la Fase I.
- Diseño sectorizado con un sector de gravedad y un sector de bombeo. A su vez el sector de bombeo se dividirá en dos subsectores: uno bajo y otro alto, para optimizar el funcionamiento energético del conjunto.

- Alimentación de la estación de bombeo mediante energía solar fotovoltaica. Se diseñará el campo fotovoltaico necesario para el funcionamiento de los grupos de bombeo que se instalen en esta Fase II. Tendrá un apoyo desde la red eléctrica con una línea subterránea de 130 m de longitud a 20 kV de tensión y con un centro de transformación de 400 KVA.



Esquema 2. Alternativa seleccionada

Desde el punto de vista medioambiental y económico, la alternativa elegida tiene las siguientes ventajas frente al resto de alternativas estudiadas:

1. Hay un menor sobrante de tierras al realizar una sola balsa y con menos excavación que las otras alternativas.
2. La superficie ocupada por la balsa, la estación de bombeo y filtrado y el campo fotovoltaico es menor, por lo que la afección a cultivos y vegetación será menor.
3. Igualmente, el trazado propuesto para la tubería principal de transporte minimiza las afecciones al ir por una zona de servidumbre de los canales existente en gran parte de su traza.
4. Se reduce el consumo energético con respecto a otras alternativas al emplear energía solar fotovoltaica para alimentar la estación de bombeo. Además, esta energía es más eficiente que la energía por turbinado de agua propuesta en otra alternativa y el coste de ejecución y mantenimiento se reduce enormemente.

5. Se optimiza el diseño de la red de gravedad con el consiguiente ahorro económico en la ejecución de las obras.
6. Se optimiza el diseño del sector de bombeo desde el punto de vista energético al dividirlo en dos subsectores con distintas presiones de bombeo en función de las cotas de las parcelas.

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

Con esta alternativa de diseño se conseguirá la mejora integral del regadío frente a la situación actual en todos estos aspectos:

- La balsa de regulación en cabecera permitirá plantear un riego a la demanda, eliminándose los actuales turnos de riego.
- La tubería de transporte que partirá de la balsa y llegará hasta el inicio de la zona regable de la Colectividad de Cuevas del Campo sustituirá a los canales principales, evitando las pérdidas de agua y de energía. Las rápidas existentes en los canales actuales para salvar las pendientes del terreno hacen que no se pueda aprovechar la presión que proporciona la diferencia de cota de forma natural. Con esta conducción llegará el agua presurizada hasta la zona regable.
- La construcción de una estación de bombeo y filtrado colectiva abastecida de energía por un campo solar fotovoltaico evitará la necesidad de bombeos con grupos electrógenos en cada parcela de cada regante (como se da en la actualidad) con el consiguiente ahorro energético y disminución de emisiones de CO₂.
- La red de distribución de riego presurizada hará posible un riego a la demanda por goteo (se eliminarán los turnos de riego) que incidirá aún más en el ahorro de agua. Con la nueva red de tuberías se dejarán de usar los obsoletos canales y acequias existentes, luego se conseguirá el objetivo de ahorro de agua.
- La nueva instalación permitirá la automatización de todo el sistema mejorando la calidad de vida de los agricultores.
- La óptima utilización de los recursos hídricos generará un aumento de las producciones de los cultivos implantados.

7 ESTUDIO DE MATERIALES DE LAS TUBERÍAS

El estudio de materiales tiene como objetivo determinar el uso de uno u otro tipo de material para las tuberías dependiendo del diámetro nominal, de las diferentes clases de relleno y de las pérdidas de carga continuas.

En el proyecto de la Fase I se fijaron los criterios de diseño para cada tipo de tuberías y se seguirán manteniendo los mismos para esta Fase II.

Para la tubería principal de transporte, se propuso el hormigón postesado con camisa de chapa (HPCC) con junta elástica por sus bondades, además de ser el más económico frente al acero soldado helicoidalmente, hormigón armado con camisa de chapa, poliéster reforzado con fibra de vidrio o Fundición dúctil. Además, este material se ha empleado en la obra de modernización de la Colectividad de Pozo Alcón, que tiene idénticas características y no ha presentado ningún problema desde su ejecución hace más de 10 años. Además, es un material que ofrece altas garantías de durabilidad y fiabilidad para diámetros grandes, en concreto por su resistencia mecánica y la ausencia de corrosión, que hace que su mantenimiento sea prácticamente nulo.

En cuanto a la red de riego, se estudiaron dos posibles alternativas, que son las empleadas mayoritariamente por su relación coste-utilidad en obras de regadío de similares características:

- PVC Orientado
- Polietileno de alta densidad PEAD

Se selecciona el uso de cada uno de ellos en función de lo siguiente:

1. El PVC Orientado es más económico tanto en coste de material como en coste de instalación (pues la unión por termofusión del PEAD encarece su instalación).
2. El PVC Orientado en grandes diámetros se está instalando desde hace tiempo en obras de regadío con resultados muy satisfactorios. El radio de giro que ofrece, su ligereza y, por tanto, su fácil manejo en obra resulta fundamental para la ejecución de obras en zonas con cultivos arbóreos como la que nos ocupa. En conclusión, toda la red primaria se ejecutará con tubería de PVC Orientado, a excepción de algunas obras singulares.
3. El PEAD en diámetros hasta 90 mm servirá para toda la red secundaria desde las agrupaciones a cada parcela. Al ser servido en rollos, se minimizan las uniones con manguito electrosoldables y su gran flexibilidad lo hace idóneo para su ejecución entre las calles de olivos para llegar a las tomas de parcela. Para la reposición de algunos servicios afectados, zonas de difícil ejecución por pendientes o cruces bajo

infraestructuras, se usará PEAD con unión termosoldada a tope dadas las garantías que ofrece.

En el presente proyecto de la Fase II se mantendrá el mismo criterio en la red de riego, empleando PVC Orientado para la red primaria y el PEAD para la red secundaria y para alguna actuación especial de las citadas.