

MEMORIA

| CONTROL DEL DISEÑO | | | | | | | |
|-----------------------------|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|-----------------|
| Nombre archivo: 25 02 - 038 | | | | | | | |
| Edición | Redactado | | Revisado | | Aprobado | | Descripción |
| | Iniciales | Fecha | Iniciales | Fecha | Iniciales | Fecha | |
| V1.0 | MEP/JVL | MAR-25 | FBD | MAR-25 | JSM | MAR-25 | Versión Inicial |

ÍNDICE

| | |
|--|-----------|
| 1. DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA COMUNIDAD..... | 5 |
| 2. OBJETO DEL PROYECTO..... | 7 |
| 3. PUNTOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUAS. CARACTERÍSTICAS DE LAS CAPTACIONES..... | 9 |
| 4. DESCRIPCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS, INSTALACIONES Y EQUIPOS ACTUALES..... | 11 |
| 4.1. INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA DE RIEGO..... | 11 |
| 4.1.1. CONEXIÓN INICIAL..... | 11 |
| 4.1.2. RED DE ACEQUIAS PRINCIPALES DE TRANSPORTE..... | 13 |
| 4.1.3. RED DE DISTRIBUCIÓN EN PARCELA..... | 18 |
| 4.2. FUNCIONAMIENTO Y MANEJO DE LAS INSTALACIONES..... | 18 |
| 5. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS Y JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA..... | 20 |
| 5.1. INTRODUCCIÓN..... | 20 |
| 5.2. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA..... | 21 |
| 6. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTUACIONES PROPUESTAS..... | 23 |
| 6.1. ÁMBITO DE ACTUACIÓN..... | 23 |
| 6.2. CONCEPCIÓN GENERAL..... | 23 |
| 6.3. SISTEMA DE FILTRACIÓN Y COMPUERTAS EN CONEXIÓN AL CANAL..... | 24 |
| 6.4. CONEXIONES CON EL CANAL DEL BAJO GUADALQUIVIR..... | 25 |
| 6.5. CONEXIONES INICIALES CON TUBERÍAS EXISTENTES..... | 27 |
| 6.6. TRAZADO..... | 28 |
| 6.7. SECCIONES TIPO..... | 30 |
| 6.8. ELEMENTOS DE LA CONDUCCIÓN..... | 31 |
| 6.9. ARQUETAS Y OBRA CIVIL DE LAS CONDUCCIONES..... | 34 |
| 6.10. TOMAS EN PARCELA..... | 39 |
| 6.11. INSTALACIONES ELÉCTRICAS..... | 41 |
| 6.12. AFECCIONES..... | 42 |
| 6.12.1. TIPOS DE AFECCIONES..... | 43 |
| 6.12.2. TÉCNICA DE HINCA..... | 45 |
| 7. EFECTOS SÍSMICOS..... | 48 |
| 8. CÁLCULOS MECÁNICOS..... | 49 |
| 9. CÁLCULOS HIDRÁULICOS..... | 50 |
| 10. VÍAS PECUARIAS..... | 53 |
| 11. PLAZO DE EJECUCIÓN..... | 56 |
| 12. DOCUMENTOS DE QUE CONSTA EL PROYECTO..... | 57 |
| 13. DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA..... | 59 |
| 14. RESUMEN DEL PRESUPUESTO..... | 60 |

LISTADO DE ILUSTRACIONES

| | |
|---|----|
| Imagen 1. Ámbito de la C.R. del Bajo Guadalquivir | 5 |
| Imagen 2. Planta general de actuaciones | 7 |
| Imagen 3. Ejemplo arqueta existente de conexión con Canal del Bajo Guadalquivir | 12 |
| Imagen 4. Arqueta de conexión con Canal del Bajo Guadalquivir con acequia A-V-2..... | 12 |
| Imagen 5. Ejemplo de derivación a acequia (en ejecución) | 13 |
| Imagen 6. Acequia A-II-1-2-1 | 14 |
| Imagen 7. Acequia A-IV-5..... | 15 |
| Imagen 8. Acequia derivada A-V-2-2..... | 15 |
| Imagen 9. Acequia A-V-2..... | 16 |
| Imagen 10. Acequia A-VII-9 y derivadas A-VII-9-2 y A-VII-9-3 | 16 |
| Imagen 11. Obra de regulación en Canal e inicio de la acequia A-IV-5..... | 17 |
| Imagen 12. Placa deflectora y reja de gruesos en captación del Canal del Bajo Guadalquivir..... | 24 |
| Imagen 13. Arqueta de válvula de corte inicial y arqueta de caudalímetro | 25 |
| Imagen 14. Conexión con el Canal del eje A-VII-8-3 / A-VII-9 | 26 |
| Imagen 15. Conexión inicial con tuberías existentes | 27 |
| Imagen 16. Sección tipo de zanja | 30 |
| Imagen 17. Sección tipo de zanja entibada | 31 |
| Imagen 18. Arqueta desagüe tipo 1 | 35 |
| Imagen 19. Arqueta desagüe tipo 2 | 35 |
| Imagen 20. Arqueta desagüe tipo 3..... | 36 |
| Imagen 20. Arqueta desagüe tipo 4..... | 36 |
| Imagen 21. Detalle de toma de riego Tipo 1 | 40 |
| Imagen 22. Detalle de toma de riego Tipo 2 | 40 |
| Imagen 23. Detalle de toma de riego Tipo 3 | 41 |
| Imagen 24. Sección tipo de cruce de caminos | 43 |
| Imagen 25. Sección tipo de cruce de tubo bajo arroyo | 44 |
| Imagen 26. Sección tipo de la hinca bajo el canal de riego | 45 |
| Imagen 27. Sección tipo de cruce de tubo bajo carreteras | 45 |
| Imagen 28. Sistema de hinca neumática. Fase I | 46 |
| Imagen 29. Sistema de hinca neumática. Fase II | 47 |
| Imagen 30. Martillo percutor en el terreno | 47 |
| Imagen 31. Afecciones a vías pecuarias (eje A-VII-8-3 / A-VII-9) | 55 |

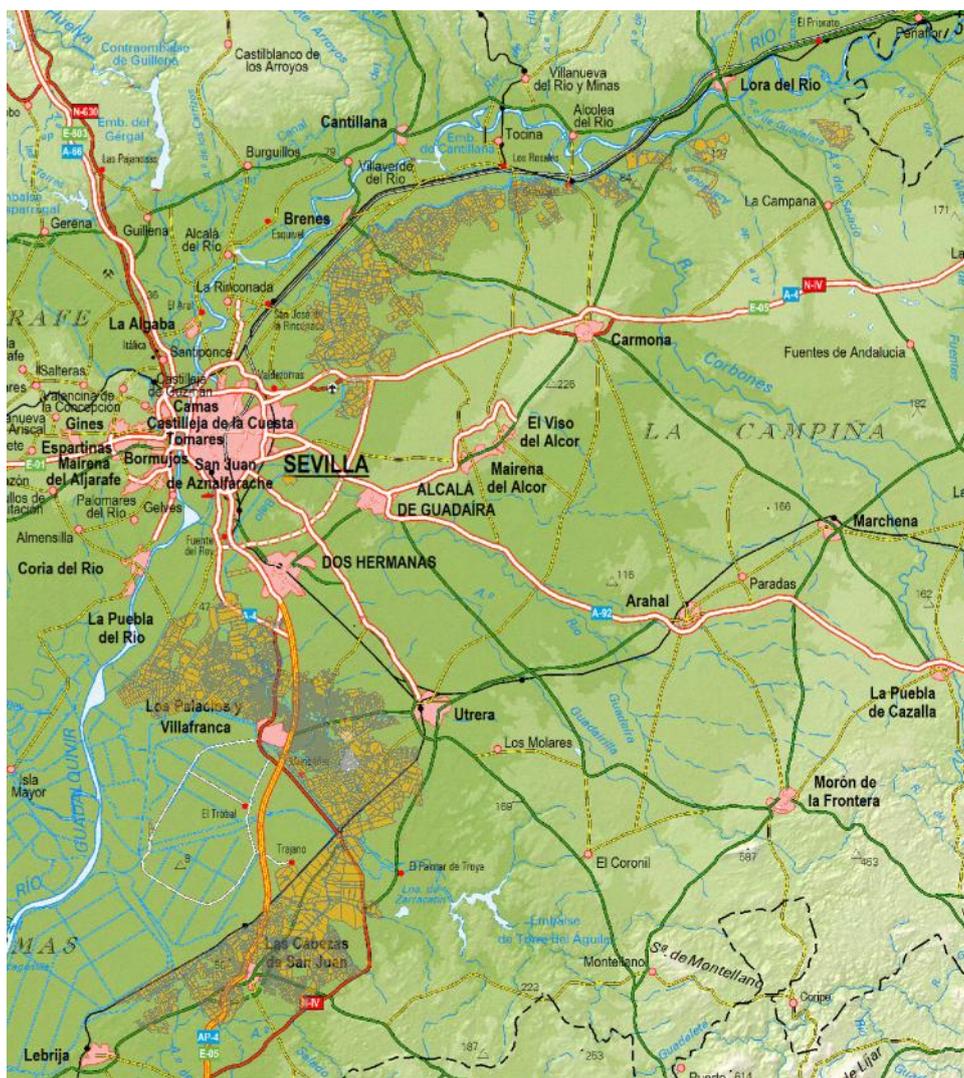
LISTADO DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Coordenadas UTM de la captación..... | 9 |
| Tabla 2. Evaluación ponderada de las alternativas..... | 21 |
| Tabla 3. Dimensiones de las rejás, tipología o sección de la acequia | 24 |
| Tabla 4: A-II-1-2-1-1. Longitud entubación | 29 |
| Tabla 5: A-IV-5. Longitud entubación..... | 29 |
| Tabla 6: A-V-2. Longitud entubación..... | 29 |
| Tabla 7: A-VII-8-4. Longitud entubación | 29 |
| Tabla 8: A-VII-8-3 y A-VII-9. Longitud entubación..... | 29 |
| Tabla 9. Características de las válvulas proyectadas en arquetas de desagüe..... | 31 |
| Tabla 10: Ubicación y características de las ventosas..... | 32 |
| Tabla 11. Características de las piezas especiales en codos..... | 33 |
| Tabla 12. Dimensiones Arquetas de inicio y de caudalímetro | 37 |
| Tabla 13. Dimensiones Arquetas de corte y desagüe proyectadas | 37 |
| Tabla 14. Dimensiones Arquetas Servicios Afectados..... | 38 |
| Tabla 15. Tomas en parcela | 41 |
| Tabla 16. Listado de afecciones | 42 |
| Tabla 17. Datos sísmicos de los términos municipales donde radican las obras | 48 |

1. DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA COMUNIDAD

El perímetro regable de la Comunidad de Regantes del Bajo Guadalquivir ocupa una superficie de 40.945 ha, repartidas en los términos municipales de Lora del Río, Carmona, Villanueva del Río y Minas, La Rinconada, Sevilla, Dos Hermanas, Alcalá de Guadaíra, Coria del Río, La Puebla del Río, Los Palacios y Villafranca, Utrera, Las Cabezas de San Juan y Lebrija. Esta comunidad está compuesta por un total de 5.100 comuneros.

Imagen 1. Ámbito de la C.R. del Bajo Guadalquivir



La Comunidad de Regantes capta el agua de riego, que posteriormente distribuye a sus regantes, a través de más de 200 tomas situadas a lo largo de la traza del Canal del Bajo Guadalquivir. Esta infraestructura hidráulica, de 150 km de longitud aproximada, nace en la presa de Peñaflores y termina en la Balsa de Melendo (Lebrija). Los embalses que abastecen a la Comunidad de Regantes son los del sistema de Regulación General.

El Canal del Bajo Guadalquivir divide la superficie regable de la Comunidad de Regantes en dos zonas, diferenciadas principalmente por el sistema de captación de agua. La zona ubicada en la margen izquierda del Canal, la cual supone más del 50% de la totalidad, se sitúa por encima de la cota del Canal, por lo que las captaciones se realizan mediante estaciones de bombeo que elevan el agua y la distribuyen a las distintas fincas mediante tuberías. Esta zona se divide en grupos organizados de riego, y las obras ejecutadas en ellos son totalmente privadas, como también lo es su mantenimiento y conservación. La zona situada en la margen derecha del Canal, en la que también se ubican algunos grupos organizados de riego, está constituida por fincas y parcelas cuya cota es menor a la del Canal, por lo que la captación y distribución del agua se realiza por gravedad a través de acequias y tuberías. Estas infraestructuras fueron construidas por el Estado y posteriormente cedidas a la Comunidad de Regantes para su mantenimiento y conservación, el cual es sufragado sólo y exclusivamente por los usuarios de las mismas.

La actividad agrícola realizada en la Comunidad de Regantes se caracteriza por la diversidad de cultivos que se siembran: industriales, cereales, leñosos, forrajeros, viñas, invernaderos, etc. Los cultivos predominantes de la zona son el algodón (23%), los cultivos leñosos (20%), el arroz (16%), el girasol (11%), los cereales (10%), el maíz (4%) y la remolacha azucarera (4%).

La Comunidad de Regantes dispone de 3 balsas para el almacenamiento de agua, con una capacidad total de 15'9 hm³. Todas son presas de materiales sueltos y disponen de una estación de bombeo en el Canal del Bajo Guadalquivir para elevar agua a sus embalses.

La balsa de La Gitana se ubica en el término municipal de Lora del Río, concretamente sobre el arroyo Azanaque, con una altura de dique de 27 m, una longitud en coronación de 701 m y 5.271 ha de cuenca. La superficie del embalse a nivel máximo normal es de 130'1 ha, lo que supone un volumen de embalse de 9'77 hm³. El caudal de entrega de proyecto al Canal del Bajo Guadalquivir es de 5'96 m³/s.

La balsa de La Restinga se localiza en el término municipal de Carmona, sobre el arroyo Restinga, con una altura de dique de 23 m, una longitud en coronación de 525 m y 1.694 ha de cuenca. La superficie del embalse a nivel máximo normal es de 47'5 ha y su capacidad de embalse es aproximadamente 4'00 hm³. El caudal de entrega de proyecto al Canal del Bajo Guadalquivir es de 1'7 m³/s.

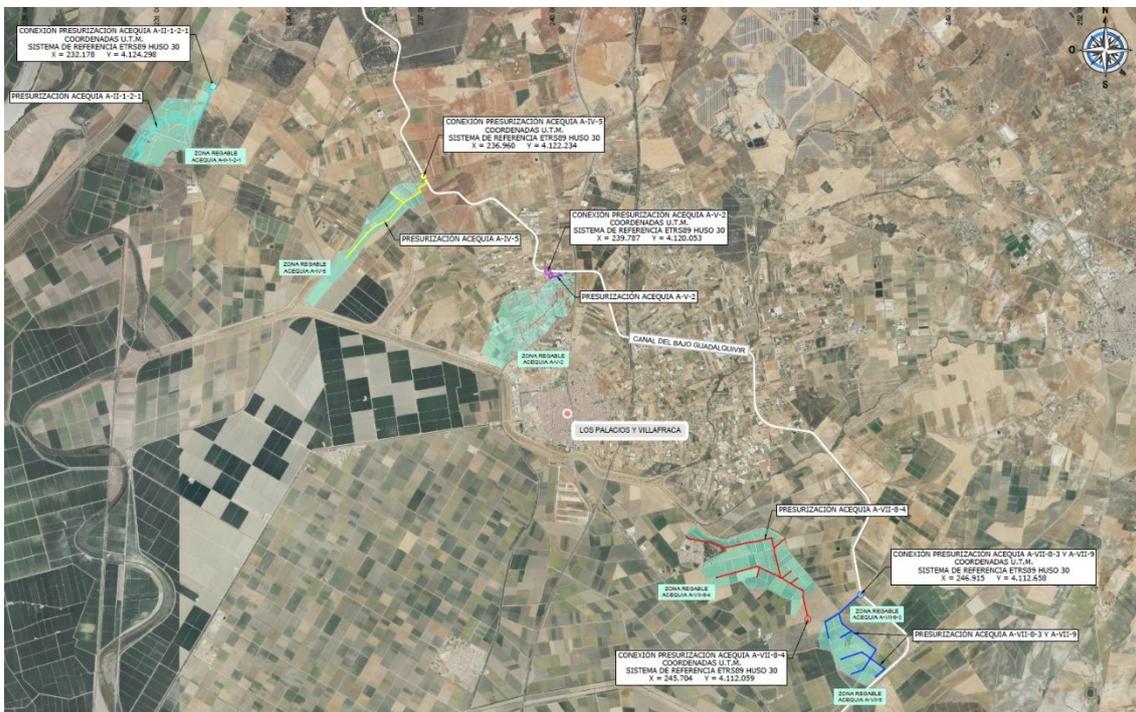
La balsa de Rosario está en el arroyo Fuente de la Parra, en el término municipal de Carmona, tiene una altura de dique de 17,50 m, una coronación de 460 m de longitud y 2.085 ha de cuenca. La capacidad del embalse es de 2'12 hm³, con una superficie de 73'10 ha a nivel máximo normal. El caudal de entrega de proyecto al Canal del Bajo Guadalquivir es de 1,35 m³/s.

2. OBJETO DEL PROYECTO

El presente proyecto tiene por objeto definir, tanto técnica como económicamente, las obras necesarias para entubar una serie de acequias en los sectores B-II, B-IV, B-V, y B-VII de la Comunidad de Regantes del Bajo Guadalquivir. Las acequias que se pretenden entubar son las siguientes:

- Acequia A-II-1-2-1
- Acequia A-IV-5 (y derivada A-IV-5-2)
- Acequia A-V-2
- Acequia A-VII-8-3 (y derivada A-VII-8-3-2)
- Acequia A-VII-8-4 (y derivadas A-VII-8-4-1, A-VII-8-4-1-1, A-VII-8-4-4 y A-VII-8-4-6)
- Acequia A-VII-9 (y derivadas A-VII-9-1, A-VII-9-2, y A-VII-9-3)

Imagen 2. Planta general de actuaciones



Las actuaciones se encuentran ubicadas en los términos municipales de Coria del Río, Dos Hermanas, Los Palacios y Villafranca, y Utrera, en la provincia de Sevilla.

La superficie regable del presente proyecto ocupa 850,30 ha, con el siguiente desglose por eje:

- Acequia A-II-1-2-1: 171,33 ha
- Acequia A-IV-5: 130,40 ha
- Acequia A-V-2: 175,69 ha
- Acequia A-VII-8-3: 46,41 ha
- Acequia A-VII-8-4: 258,83 ha
- Acequia A-VII-9: 67,64 ha

3. PUNTOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUAS. CARACTERÍSTICAS DE LAS CAPTACIONES.

La Comunidad de Regantes del Bajo Guadalquivir, relativo al expediente de aprovechamiento de aguas públicas E-11026/2007, con la referencia ZR 1/0, dispone de un volumen total aprobado de 196.180.000 m³.

La captación principal de esta Comunidad, de las acequias principales se realiza a través de una obra de toma al río Guadalquivir, a la altura del embalse de Peñafior, para la elevación de caudales con alturas de presión hidráulica moderada.

Las coordenadas de la captación, en el HUSO 30, son las siguientes:

Tabla 1. Coordenadas UTM de la captación

| Coordenadas UTM de la captación, HUSO 30 | | |
|--|-----------|----|
| X | Y | Z |
| 294.552 | 4.174.232 | 54 |

La presa de Peñafior es de gravedad con una altura desde cimientos de 19,7 m y una longitud de coronación de 236 m. La presa cuenta con 14 vanos donde se encuentran las compuertas tipo vagón. Su principal característica es el sistema de rodadura en los laterales, que disminuye las presiones sobre el tablero al deslizarse. Dicho embalse pertenece a la Cuenca Hidrográfica del Guadalquivir, su cuenca hidrográfica tiene una superficie de 133 km² y su capacidad a nivel máximo es de 3 hm³.

La procedencia del agua a utilizar es de masa tipo río, con las siguientes características:

- **ID:** ES050MSPF011100109
- **Nombre:** Río Guadalquivir aguas abajo del río Genil hasta arroyo Galapagar.
- **Masa-ciclo PH:** 3
- **Tipo:** río
- **Descripción:** Muy modificada
- **Tipo de masa:** Bajo embalse
- **Tipología de masa:** Grandes ejes en ambiente mediterráneo. Muy modificado
- **IBMWP (Iberian Biomonitoring Working Party):** Bueno

- **IPS (Índice de Poluosensibilidad específica):** Moderado
- **Estado biológico:** Moderado
- **QBR (Índice de vegetación de ribera):** Bueno
- **Estado morfológico:** Bueno
- **Físico-químico:** Bueno
- **Ecológico:** Moderado
- **Químico:** Cumple
- **Global:** Peor que bueno

Estos datos han sido obtenidos del visualizador de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, tomando como punto de referencia las coordenadas, en el HUSO 30, X=295.762 Y=4.174.345 dentro de la masa de agua del embalse de Peñaflores.

No obstante, en el presente proyecto se calcula la red de riego para el entubamiento de diferentes acequias, incluyendo en algunos casos sus derivaciones. Estas acequias captan sus aguas directamente del Canal del Bajo Guadalquivir o de conducciones en tubería ejecutadas en fases anteriores:

- Acequia A-II-1-2-1: Se conecta a la tubería existente de la acequia A-II-1-2-1.
- Acequia A-IV-5: Se conecta directamente al Canal del Bajo Guadalquivir.
- Acequia A-V-2: Se conecta directamente al Canal del Bajo Guadalquivir.
- Acequias A-VII-8-3 y A-VII-9: Se resuelven de forma conjunta con una conexión directa con el Canal del Bajo Guadalquivir, adecuando la arqueta inicial en desuso de la acequia A-VII-8.
- Acequia A-VII-8-4: Se conecta a la tubería existente de la acequia A-VII-8.

4. DESCRIPCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS, INSTALACIONES Y EQUIPOS ACTUALES.

4.1. INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA DE RIEGO

Se procede a la descripción general de la red hidráulica completa desde los puntos de abastecimiento siguiendo el recorrido de las aguas hasta los hidrantes o tomas en parcela.

La infraestructura de captación y distribución del agua de riego en la comunidad se constituyen principalmente de los siguientes elementos:

- ✓ Obras de conexión en canal.
- ✓ Red de transporte principal mediante acequias.
- ✓ Red de distribución a la parcela mediante acequias.

4.1.1. CONEXIÓN INICIAL

Tal y como se acaba de indicar, algunas de las acequias sobre las que se actúa en el presente proyecto tienen conexión directa con el Canal del Bajo Guadalquivir, mientras que otras se alimentan desde tomas de tuberías ejecutadas ya en sustitución de algunos tramos de tuberías.

Las acequias del presente proyecto que actualmente se conectan de forma directa con el Canal del Bajo Guadalquivir son la A-IV-5, la A-V-2 y la A-VII-9. En estos puntos hay una arqueta que queda llena de agua junto a la banqueta del canal y conectada con el mismo mediante una galería. En el extremo aguas arriba de estas arquetas existen compuertas tajaderas, de paramentos verticales que se accionan manualmente mediante un volante, de manera que se puedan aislar del Canal del Bajo Guadalquivir para realizar las operaciones de mantenimiento y reparación. En el extremo aguas debajo de la arqueta hay otra compuerta para la operación normal del sistema.

Estas tres acequias actualmente tienen problemas para su adecuado funcionamiento, ya que no pueden proporcionar el caudal de riego necesario cuando los niveles de agua en el Canal del Bajo Guadalquivir son bajos:

- El punto de captación de la acequia A-IV-5 se encuentra aguas arriba de una obra de regulación que eleva el nivel de agua en el canal, pero aun así funciona de manera muy limitada.

- El punto de captación de la acequia A-V-2 se encuentra aguas abajo de la derivación del canal CD-II, lo que impide aprovechar el nivel más elevado de agua que se produce justo antes de dicha derivación.
- El punto de captación de la acequia A-VII-9 se encuentra aguas debajo de una obra de regulación sobre el Canal del Bajo Guadalquivir, y es necesario realizar una retenida en dicho canal con placas de hormigón armado para elevar el calado lo suficiente para suministrar el caudal a la zona abastecida por esta acequia.

Imagen 3. Ejemplo arqueta existente de conexión con Canal del Bajo Guadalquivir



Imagen 4. Arqueta de conexión con Canal del Bajo Guadalquivir con acequia A-V-2



El resto de las acequias sobre las que se actúa en el proyecto (A-II-1-2-1, A-VII-8-3, y A-VII-8-4) se abastecen actualmente desde tomas ejecutadas sobre ramales ya entubados (A-II-1-2 y A-VII-8). Estas tomas se resuelven de manera similar a las tomas en parcela, con una arqueta prefabricada para proteger una válvula de compuerta que permita aislar el ramal y el vertido directo en la acequia, retirando un paño de esta y bloqueando con hormigón el encuentro de la tubería y la acequia.

Imagen 5. Ejemplo de derivación a acequia (en ejecución)



4.1.2. RED DE ACEQUIAS PRINCIPALES DE TRANSPORTE

La distribución del agua de riego entre los integrantes de la comunidad de regantes se efectúa por gravedad, mediante una red de acequias de hormigón, de geometría rectangular en el caso de los tramos enterrados y de sección parabólica en el caso de los tramos en superficie, a una altura suficiente que garantice el reparto de las aguas.

Las acequias sobre las que se plantean las actuaciones tienen una longitud total aproximada de 19.315 m, que se desglosan por eje con las siguientes longitudes:

- Acequia A-II-1-2-1: 3.000 m
- Acequia A-IV-5: 2.750 m
- Acequia derivada A-IV-5-2: 1.760 m
- Acequia A-V-2: 3.060 m
- A-VII-8-3: 830 m

- Acequia derivada A-VII-8-3-2: 750 m
- Acequia A-VII-8-4: 4.250 m
- Acequia derivada A-VII-8-4-1: 1.550 m
- Acequia derivada A-VII-8-4-1-1: 225 m
- Acequia derivada A-VII-8-4-4: 190 m
- Acequia derivada A-VII-8-4-6: 255 m
- Acequia A-VII-9: 1.130 m
- Acequia derivada A-VII-9-1: 265 m
- Acequia derivada A-VII-9-2: 485 m
- Acequia derivada A-VII-9-3: 590 m

A continuación, se incluye un breve reportaje fotográfico de las diferentes acequias sobre las que se pretende actuar:

Imagen 6. Acequia A-II-1-2-1



Imagen 7. Acequia A-IV-5



Imagen 8. Acequia derivada A-V-2-2



Imagen 9. Acequia A-V-2



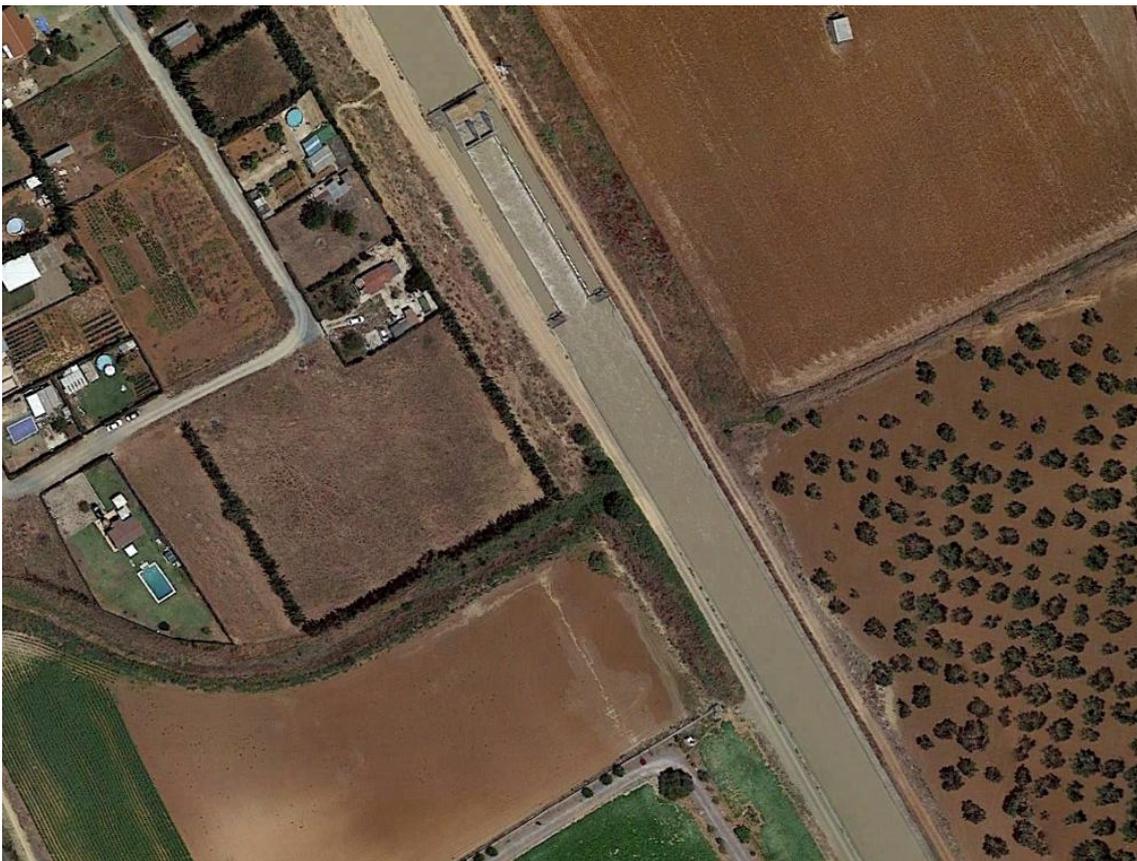
Imagen 10. Acequia A-VII-9 y derivadas A-VII-9-2 y A-VII-9-3



Prácticamente todo el trazado que se pretende entubar corresponde a acequias que actualmente discurren en superficie. La excepción a esto es el primer tramo de la acequia A-IV-5, cuyo punto de captación en el Canal del Bajo Guadalquivir se trasladó aguas arriba de una obra de regulación. Este tramo discurre actualmente paralelo al canal hasta llegar a la arqueta original de inicio de esta acequia, en un tramo enterrado.

Hay también algunos tramos en subterráneo de la acequia A-V-2, pero no se actúa sobre ellos.

Imagen 11. Obra de regulación en Canal e inicio de la acequia A-IV-5



El ancho de la sección de estas acequias es muy variable, en función de la superficie de riego a la que abastecen y los caudales que tienen que proporcionar, con valores que oscilan entre 0,8 y 1,7 m en la coronación al inicio de cada ramal. Esta sección va disminuyendo progresivamente a medida que se avanza y se deriva el caudal.

La red de acequias de distribución a las parcelas discurre en muchos casos paralela a los caminos de la comunidad. El cruce con los mismos, se realiza mediante sifón: a cada lado del camino, se localizan unas arquetas, enrasadas con los canales en coronación y conectadas a los mismos.

Aun cuando la amplia mayoría de las bocas de riego e hidrantes parten de la red de distribución a pie de parcela, en algunos casos se localizan tomas en las propias acequias de transporte. Éstas se disponen en el fondo de la acequia, desde la que parte una conducción en acero, de diámetro variable, generalmente entre 200 y 250 mm, dotado de una válvula de seccionamiento (compuerta o mariposa). La toma alimenta a tubos de PE dispuestos en superficie.

4.1.3. RED DE DISTRIBUCIÓN EN PARCELA

La red de distribución de agua, por el interior de las parcelas integrantes de la comunidad de regantes, se efectúa mediante acequias. En la actualidad, un alto porcentaje de las infraestructuras de distribución de la comunidad siguen siendo en lámina libre, mediante acequias.

Las acequias de distribución a parcela tienen también geometría parabólica, con una sección variable de ancho en coronación y de altura interior, dependiendo de la acequia de la que se trate. Cada acequia abastece a una extensión variable de terreno, y un número dispar de hidrantes. A su vez, los hidrantes pueden estar dispuestos en arquetas o dispuestos en superficie.

En todo caso, aunque esta red de distribución en acequia está muy extendida por toda la comunidad, en el caso de los ramales sobre los que se actúa en el presente proyecto, no existen demasiadas derivaciones, y algunas de las que existen ya se encuentran entubadas.

4.2. FUNCIONAMIENTO Y MANEJO DE LAS INSTALACIONES

El Canal del Bajo Guadalquivir divide la superficie regable de la Comunidad de Regantes en dos zonas, diferenciadas principalmente por el sistema de captación de agua. La zona ubicada en la margen izquierda del Canal, la cual supone más del 50% de la totalidad, se sitúa por encima de la cota del Canal, por lo que las captaciones se realizan mediante estaciones de bombeo que elevan el agua y la distribuyen a las distintas fincas mediante tuberías. Esta zona se divide en grupos organizados de riego, y las obras ejecutadas en ellos son totalmente privadas, como también lo es su mantenimiento y conservación. La zona situada en la margen derecha del Canal, en la que también se ubican algunos grupos organizados de riego, está constituida por fincas y parcelas cuya cota es menor a la del Canal, por lo que la captación y distribución del agua se realiza por gravedad a través de acequias y tuberías. Estas infraestructuras fueron construidas por el Estado y posteriormente cedidas a la Comunidad de Regantes para su mantenimiento y conservación, el cual es sufragado sólo y exclusivamente por los usuarios de las mismas.

En este proyecto, la captación se realiza mediante diferentes obras de conexión con el Canal del Bajo Guadalquivir o con tuberías existentes y se distribuye mediante un sistema de acequias, por acción de la gravedad, sin ningún equipo de impulsión y sin dependencia energética.

Los derechos y obligaciones de los regantes y demás usuarios que consumen agua, se computarán así respecto a su aprovechamiento o cantidad que tenga opción, como a las cuotas que contribuyen a los gastos de la comunidad en proporción al número de hectáreas que posean, comprendidos dentro de la zona regable, siendo los derechos y obligaciones iguales a todo lo largo de la zona y repartidos por igual entre todos atendiéndose a la cifra expresada del número de hectáreas regables, excluyendo aquellas superficies que por su mala calidad y negativa aptitud para la posibilidad de riego, se considere por la Junta de Gobierno como antieconómica y no considerada para gravamen alguno.

La superficie con arreglo a la cual se computarán los derechos y obligaciones de los regantes y aquellos que con arreglo a la Ley correspondan exclusivamente a los propietarios, será la que conste en el padrón-registro de la comunidad, superficies que serán provenientes de las declaraciones de los propietarios, previa presentación de escrituras públicas o certificación catastral en la parte que no esté hecha al plano parcelario rectificado por la Junta de Gobierno y aprobado por la Comunidad y las que ésta marque para las fincas en que esté terminado el referido plano.

5. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS Y JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

5.1. INTRODUCCIÓN

La Comunidad de Regantes del Bajo Guadalquivir utiliza principalmente acequias de hormigón prefabricado para distribuir agua a las parcelas agrícolas mediante gravedad. Actualmente, estas infraestructuras discurren mayoritariamente en superficie, aunque algunos tramos se encuentran enterrados o en galería.

Con el paso del tiempo, estas acequias han presentado diversos problemas técnicos, entre los que destacan las pérdidas significativas de agua debido a fugas, fisuras y deterioros progresivos en las estructuras de hormigón. Estas deficiencias afectan negativamente a la eficiencia en la distribución del agua, provocando que en algunos puntos de entrega o derivaciones no se alcancen las presiones ni los caudales adecuados para satisfacer la demanda hídrica de las parcelas.

En particular, las acequias que captan directamente del Canal del Bajo Guadalquivir (A-IV-5, A-V-2 y A-VII-9) presentan limitaciones adicionales derivadas de las fluctuaciones en el nivel del agua en el canal, lo que agrava los problemas de presión insuficiente en momentos críticos de riego.

Debido a estos problemas, en los últimos años se han venido sustituyendo progresivamente tramos de acequias abiertas de hormigón por conducciones cerradas mediante entubado. Esta estrategia ha demostrado ser efectiva, ya que mejora la eficiencia hidráulica del sistema y garantiza condiciones adecuadas de presión y caudal en las tomas de las parcelas afectadas.

Para resolver las deficiencias detectadas en la red de distribución de agua, se han planteado diversas alternativas, cuyo análisis y evaluación se ha realizado en el Anejo 4. Dicho estudio se ha llevado a cabo en línea con lo establecido en la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental, asegurando así el cumplimiento de la normativa vigente en materia de sostenibilidad y eficiencia en el uso del recurso hídrico.

Las alternativas analizadas han sido:

- **Alternativa 0:** No actuación, lo que implicaría mantener la infraestructura actual con los problemas existentes.
- **Alternativa 1:** Revestimiento de los tramos principales de acequias para el acondicionamiento de su estructura, incluyendo el tapado de grietas y fisuras.

- **Alternativa 2:** Impermeabilización de las juntas en toda la red de acequias principales para reducir pérdidas por infiltración.
- **Alternativa 3:** Sustitución completa de las acequias de distribución en parcela por conducciones soterradas de materiales plásticos, eliminando las pérdidas y garantizando una distribución más eficiente del agua.

Cada una de estas alternativas se ha analizado en el **anexo nº4**, aplicando la metodología del **Análisis Multicriterio (AMC)** para evaluar su viabilidad y seleccionar la mejor solución para la modernización de la red de riego. Este tipo de análisis permite valorar el grado de cumplimiento de los objetivos estratégicos del proyecto desde distintas perspectivas: técnica, económica, hidráulica, ambiental y social. La metodología utilizada ha considerado criterios cuantificables para facilitar la comparación objetiva entre alternativas y justificar la solución adoptada.

Tabla 2. Evaluación ponderada de las alternativas

| Alternativa | Ponderación | Alt. 0 | Alt. 1 | Alt. 2 | Alt. 3 |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 1. Ahorro de agua y mejora de presión | 10% | 0,10 | 0,46 | 0,46 | 0,94 |
| 2. Inversión | 30% | 2,61 | 1,37 | 1,80 | 0,69 |
| 3. Mantenimiento | 15% | 0,66 | 0,84 | 0,73 | 0,90 |
| 4. Medioambiental | 15% | 0,54 | 0,64 | 0,53 | 1,16 |
| 5. Cumplimiento del Programa de Desarrollo Rural | 30% | 0,30 | 1,20 | 0,90 | 3,00 |
| Total | 100% | 4,21 | 4,52 | 4,42 | 6,69 |

5.2. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

Tras un análisis técnico-económico exhaustivo de las cuatro alternativas planteadas, se ha determinado que la sustitución de las acequias de distribución en parcela por **conducciones soterradas en PVC-O** es la opción más adecuada. Esta solución ofrece una mejora sustancial en la eficiencia hidráulica del sistema, asegurando un uso más eficiente del recurso hídrico, reduciendo pérdidas y optimizando la distribución del agua en las parcelas de riego.

La presurización de las acequias mediante conducciones de **PVC-O** presenta una serie de ventajas clave frente a las acequias tradicionales de hormigón:

- **Mayor estanqueidad y reducción de pérdidas:** El **PVC-O** es un material impermeable con uniones herméticas, lo que elimina pérdidas por infiltración y evaporación, a diferencia del hormigón, que es poroso y menos duradero.
- **Mayor flexibilidad y resistencia:** La estructura del **PVC-O** reduce el riesgo de fisuras y grietas, evitando pérdidas de agua y mejorando la vida útil de la infraestructura.

- **Eliminación de pérdidas por rebosamiento:** Las conducciones soterradas eliminan las pérdidas de agua causadas por los desniveles en las acequias abiertas.
- **Mejor eficiencia hidráulica:** La menor rugosidad y coeficiente de fricción del **PVC-O** en comparación con el hormigón permite una mayor capacidad de transporte y mejor distribución del agua en las parcelas.
- **Optimización económica:** El **PVC-O** ofrece una relación costo-beneficio más favorable frente a otras soluciones plásticas como el **PEAD**, reduciendo los costos de inversión sin comprometer la calidad y durabilidad del sistema.

Los resultados obtenidos y, para ampliar información, se pueden consultar en el **Anejo 4**.

6. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTUACIONES PROPUESTAS.

6.1. ÁMBITO DE ACTUACIÓN.

Tal y como se indica en la introducción del proyecto, el ámbito de la zona regable de la Comunidad de Regantes del Bajo Guadalquivir ocupa una superficie de 40.945 ha, repartidas en los términos municipales de Lora del Río, Carmona, Villanueva del Río y Minas, La Rinconada, Sevilla, Dos Hermanas, Alcalá de Guadaíra, Coria del Río, La Puebla del Río, Los Palacios y Villafranca., Utrera, Las Cabezas de San Juan y Lebrija.

La intervención que se realiza en dicho proyecto es parcial, ya que no afecta a la superficie total de la comunidad, solo a unas 850,30 ha, correspondiente a las zonas regadas por las siguientes acequias:

- **Acequia A-II-1-2-1-1**
- **Acequia A-IV-5 (y derivada A-IV-5-2)**
- **Acequia A-V-2**
- **Acequia A-VII-8-3 (y derivada A-VII-8-3-2)**
- **Acequia A-VII-8-4 (y derivadas A-VII-8-4-1, A-VII-8-4-1-1, A-VII-8-4-4 y A-VII-8-4-6)**
- **Acequia A-VII-9 (y derivadas A-VII-9-1, A-VII-9-2, y A-VII-9-3)**

6.2. CONCEPCIÓN GENERAL

Se proyecta la entubación de varias acequias enterradas, siendo la longitud total de la entubación de aproximadamente 19.050 metros.

Se proyecta la sustitución de las diferentes acequias por conducciones de PVC-O. Este material tiene un excelente comportamiento mecánico y supone también una solución competitiva desde el punto de vista económico, especialmente para diámetros grandes, llegando hasta un diámetro nominal de 1.200 mm. En el caso del presente proyecto y tras el cálculo hidráulico realizado, el diámetro nominal máximo de la red es de 800 mm,

Con las conducciones proyectadas se busca poder satisfacer las demandas de los regantes con un aprovechamiento óptimo del agua y con el mínimo coste de explotación. Con arreglo a este último criterio, se ha diseñado la obra sin que exista necesidad de bombes, con válvulas fácilmente manejables y con un mantenimiento sencillo.

El proyecto no considera la demolición de la infraestructura existente, pero está previsto que la comunidad de regantes proceda a tapiar el inicio de las acequias existentes al finalizar las obras, para evitar la doble captación, tal y como ha hecho en otras actuaciones anteriores similares.

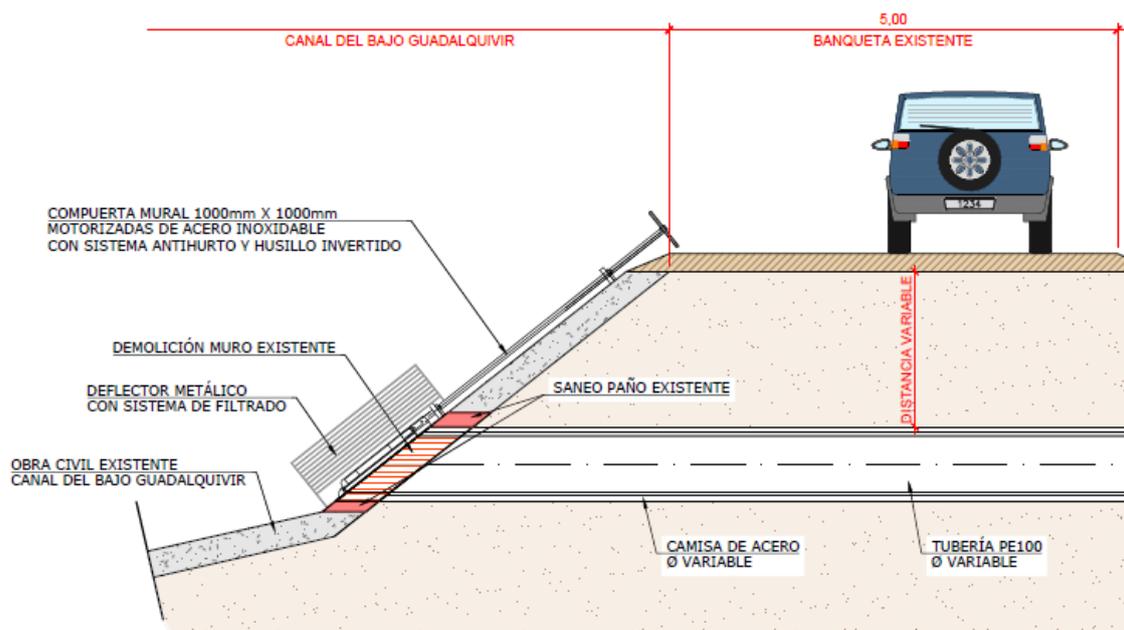
6.3. SISTEMA DE FILTRACIÓN Y COMPUERTAS EN CONEXIÓN AL CANAL

Para evitar el paso y la circulación de sedimentos, hojas, etc, al interior de las conducciones, se proyecta la disposición de elementos de retención de gruesos en las conexiones con el Canal del Bajo Guadalquivir (ejes A-IV-5, A-V-2, y A-VII-8-3 / A-VII-9. Dichos elementos se proyectan en acero inoxidable AISI-316L, de geometría rectangular, construida con barras de las dimensiones siguientes:

Tabla 3. Dimensiones de las rejas, tipología o sección de la acequia

| Elemento | Longitud |
|---------------------------|----------|
| Placa deflectora e =16 mm | 1,75 |
| Reja de desbaste | 1,75 |
| Reja de desbaste | 0,65 |

Imagen 12. Placa deflectora y reja de gruesos en captación del Canal del Bajo Guadalquivir



Junto a estas rejjas de filtrado también se ha previsto la instalación de una compuerta mural motorizadas de acero inoxidable, de 1,0 m x 1,0 m, para el control de los caudales entregados a las tuberías proyectadas.

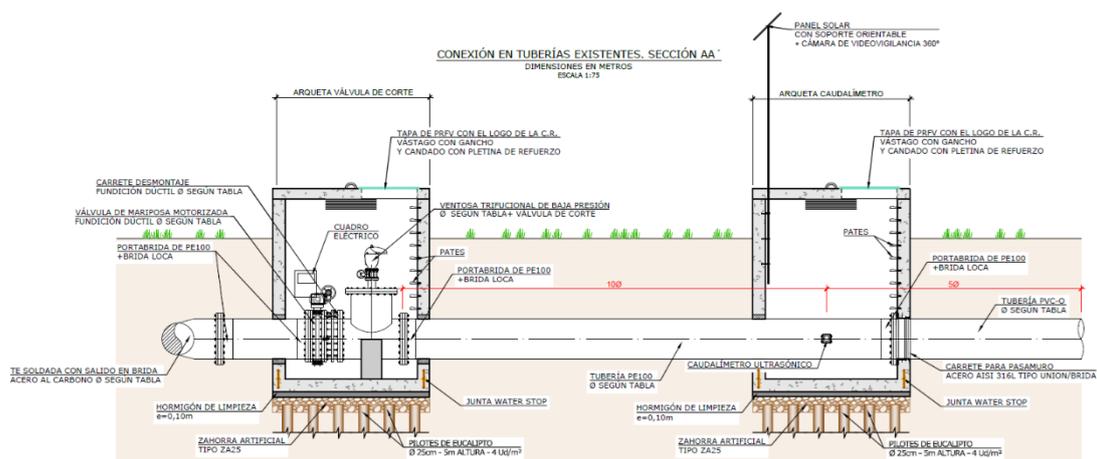
6.4. CONEXIONES CON EL CANAL DEL BAJO GUADALQUIVIR

Para realizar la conexión con el Canal del Bajo Guadalquivir de los ejes A-IV-5 y A-V-2, minimizando las afecciones sobre el mismo, se ha previsto realizar una hinca desde fuera de la banqueta, hacia su interior con una camisa de acero de diámetro superior a la tubería de la conducción. De esta manera, evitamos la demolición de paños completos del canal, y en su lugar sólo será necesario aplicar mortero de reparación y masilla hidroexpansiva para cerrar el hueco alrededor de la perforación.

Como todo este tramo de la conducción es muy sensible, para dotar a la obra de mayor seguridad y durabilidad, se ha previsto su ejecución en polietileno de alta densidad PE100, desde el entronque con el Canal del Bajo Guadalquivir hasta la arqueta de caudalímetro.

Después de cruzar la banqueta del Canal, y una vez terminada la hinca, se ubica una arqueta inicial con una válvula de corte y su correspondiente carrete de desmontaje. Aguas abajo de dicha válvula se ubica una boca de hombre para permitir la inspección de la tubería, y sobre su brida ciega se instalará una ventosa trifuncional de baja presión.

Imagen 13. Arqueta de válvula de corte inicial y arqueta de caudalímetro



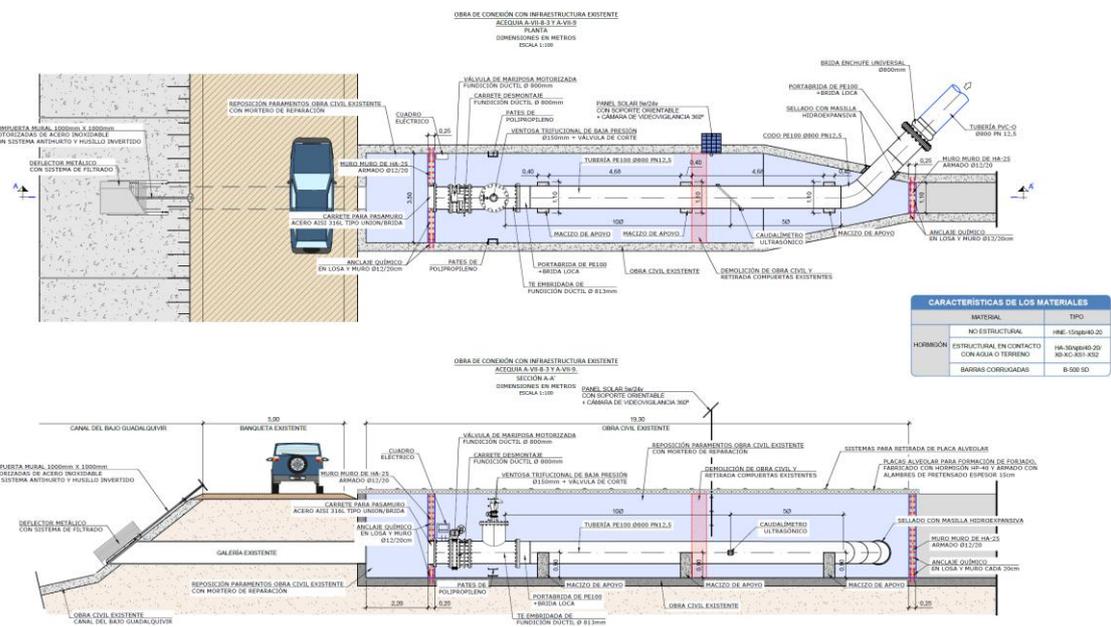
Aguas abajo de esta arqueta se ubicará un caudalímetro ultrasónico insertado sobre la tubería de polietileno, cumpliendo con la recomendación de una distancia mínima de 10 diámetros nominales respecto a perturbaciones anteriores (la boca de hombre). En el extremo de salida de

la tubería de la arqueta de caudalímetro se instala un carrete pasamuro en acero inoxidable AISI-316L con terminación en brida por el interior y terminación en enchufe en el exterior para empezar con la tubería de PVC-O.

En el caso del eje A-VII-8-3 / A-VII-9 se plantea una solución similar, con la particularidad de que se aprovecha la obra civil existente de la arqueta inicial de la acequia A-VII-8. Esta arqueta, tras el entubamiento de dicho eje principal ha quedado en desuso, por lo que se ha proyectado su utilización para minimizar la afección sobre el Canal del Bajo Guadalquivir.

Será necesario instalar el sistema de filtración y compuertas en el Canal, que se acaba de describir en el apartado anterior. Posteriormente, se cerrará la obra civil mediante un muro transversal de nueva construcción, que nos permita conseguir una cámara seca donde ubicar nuestra válvula de corte inicial y el caudalímetro. Se ha comprobado en este caso que la distancia disponible dentro de esta obra civil existente es suficiente para ubicar ambos elementos respetando las distancias mínimas que requieren los caudalímetros, aunque para ello, el muro de cierre final debe ubicarse en la sección de ancho reducido que corresponde con el inicio de la acequia, y debe demolerse el muro donde se ubican actualmente dos compuertas murales.

Imagen 14. Conexión con el Canal del eje A-VII-8-3 / A-VII-9



Se ha previsto también reparar todo el interior de la obra civil existente con mortero de reparación.

6.5. CONEXIONES INICIALES CON TUBERÍAS EXISTENTES

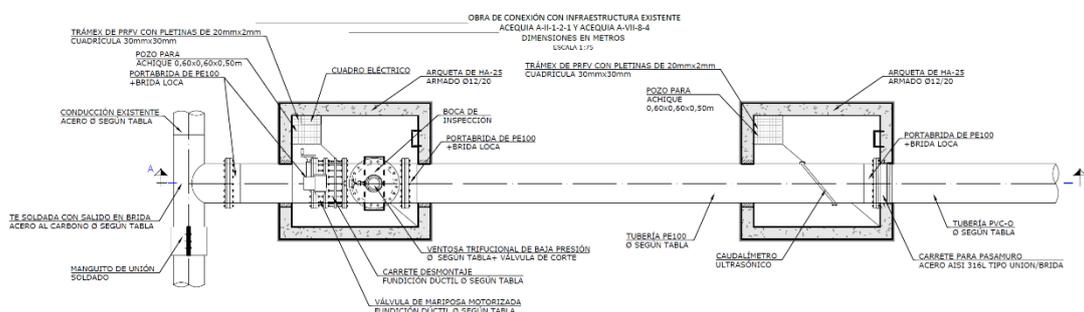
Las conexiones iniciales con tuberías existentes se resolverán de manera muy similar a las conexiones con el Canal del Bajo Guadalquivir. En ambos casos, aguas abajo del punto de conexión inicial se ubicará una arqueta de válvula de corte, con una boca de inspección y una ventosa aguas abajo, y posteriormente una arqueta con un caudalímetro ultrasónico.

Las tuberías existentes son de acero al carbono, por lo que la unión con las tuberías proyectadas se realiza con una pieza de derivación en calderería y un manguito de unión en el mismo material. Todas las uniones entre las infraestructuras existentes y la nueva derivación serán soldadas. Esta pieza de derivación tendrá la salida en el diámetro inicial de la nueva conducción y terminará en una brida de acero al carbono para soldar, al que se conectará una portabrida de polietileno con su brida loca, de manera similar a las conexiones con el Canal del Bajo Guadalquivir.

Las características de esta unión para cada uno de los ejes son las siguientes:

- Acequia A-II-1-2-1:
 - Diámetro tubería existente (acero): 508 mm
 - Diámetro tubería proyectada (PVC-O): 630 mm
- Acequia A-VII-8-4:
 - Diámetro tubería existente (acero): 1.118 mm
 - Diámetro tubería proyectada (PVC-O): 800 mm

Imagen 15. Conexión inicial con tuberías existentes



6.6. TRAZADO

En el presente proyecto se ha desarrollado un detallado estudio de trazado teniendo en cuenta para su diseño los condicionantes ambientales, geotécnicos, urbanísticos, constructivos, hidráulicos, etc., y teniendo además en cuenta los elementos funcionales que componen la conducción.

Como criterio general, y de manera similar a proyectos anteriores de entubación de acequias se ha establecido una separación entre el eje de las acequias y el eje de las nuevas tuberías de 7 m. Se ha comprobado que esta separación es adecuada para permitir la ejecución de los trabajos sin afectar a las infraestructuras existentes.

Se ha intentado también, análogamente a proyectos previos, que la diferencia de cota entre la generatriz superior de la conducción y la línea piezométrica no sea inferior a 2 m o 2,5 diámetros, aunque hay algunos ramales donde no se cumple estrictamente esta limitación.

Para el trazado en alzado, se ha establecido una profundidad mínima de recubrimiento sobre las tuberías de 1 m, de manera que queden protegidas frente a las acciones externas y preservada de las variaciones de temperatura. Respecto a la pendiente de la zanja y siguiendo las recomendaciones de la “Guía Técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión”, del CEDEX, se establecer un valor de 0,4% cuando el agua va en dirección descendente y del 0,2% en recorrido ascendente.

Estas pendientes mínimas en alzado, en un terreno tan llano como en el que se desarrolla la mayor parte del proyecto, obliga a estar continuamente bajando y subiendo, con un perfil “en sierra”, creando puntos bajos y altos en los que es necesario colocar desagües y ventosas, respectivamente. Se ha estudiado concienzudamente el trazado en alzado de las tuberías, para minimizar el número de estos elementos, y por otro lado evitar grandes profundidades de excavación.

El trazado de las conducciones se ha diseñado sensiblemente paralelo a las acequias existentes y a unos 7 metros, aproximadamente, del eje de las mismas. De esta forma se permite la excavación de las zanjas con los taludes de diseño sin necesidad de afectar a las acequias. La banda de ocupación temporal prevista es de unos 20 m.

En el diseño en planta de las tomas para riego directo se ha procurado que las arquetas estén separadas al menos un metro de las acequias actuales. Con el mismo criterio, las tomas que desaguan en acequias se han diseñado junto al trazado de las acequias existentes, ocupando una banda de expropiación de 1,5 m (ya existente) a cada lado de la acequia. De esta forma, se minimiza la afección a la explotación de cultivos.

Todas las conducciones se resuelven con PVC-O, con timbraje PN 16 para tener garantía de su comportamiento adecuado frente a las diferentes hipótesis de carga. En la siguiente tabla se especifica el diámetro, la longitud y la tipología de material propuesto para cada una de las conducciones.

Tabla 4: A-II-1-2-1-1. Longitud entubación

| ACEQUIA | DN (mm) | L (m) |
|--------------|---------|----------|
| A-II-1-2-1-1 | 250 | 309,37 |
| A-II-1-2-1-1 | 400 | 843,96 |
| A-II-1-2-1-1 | 500 | 799,29 |
| A-II-1-2-1-1 | 630 | 1.061,33 |

Tabla 5: A-IV-5. Longitud entubación

| ACEQUIA | DN (mm) | L (m) |
|---------|---------|----------|
| A-IV-5 | 200 | 194,97 |
| A-IV-5 | 250 | 1.113,55 |
| A-IV-5 | 315 | 1.057,80 |
| A-IV-5 | 400 | 47,93 |
| A-IV-5 | 500 | 262,53 |
| A-IV-5 | 630 | 535,28 |

Tabla 6: A-V-2. Longitud entubación

| ACEQUIA | DN (mm) | L (m) |
|---------|---------|--------|
| A-V-2 | 710 | 208,76 |
| A-V-2 | 500 | 231,05 |
| A-V-2 | 315 | 88,41 |

Tabla 7: A-VII-8-4. Longitud entubación

| ACEQUIA | DN (mm) | L (m) |
|-----------|---------|----------|
| A-VII-8-4 | 200 | 631,94 |
| A-VII-8-4 | 250 | 347,53 |
| A-VII-8-4 | 315 | 2.934,68 |
| A-VII-8-4 | 400 | 652,76 |
| A-VII-8-4 | 500 | 1.216,96 |
| A-VII-8-4 | 630 | 638,8 |
| A-VII-8-4 | 710 | 158,92 |
| A-VII-8-4 | 800 | 513,14 |

Tabla 8: A-VII-8-3 y A-VII-9. Longitud entubación

| ACEQUIA | DN (mm) | L (m) |
|---------------------|---------|----------|
| A-VII-8-3 y A-VII-9 | 250 | 1.007,07 |
| A-VII-8-3 y A-VII-9 | 315 | 1.122,59 |
| A-VII-8-3 y A-VII-9 | 400 | 938,97 |

| ACEQUIA | DN (mm) | L (m) |
|---------------------|---------|--------|
| A-VII-8-3 y A-VII-9 | 500 | 470,11 |
| A-VII-8-3 y A-VII-9 | 630 | 479,16 |
| A-VII-8-3 y A-VII-9 | 710 | 512,46 |
| A-VII-8-3 y A-VII-9 | 800 | 673,26 |

6.7. SECCIONES TIPO

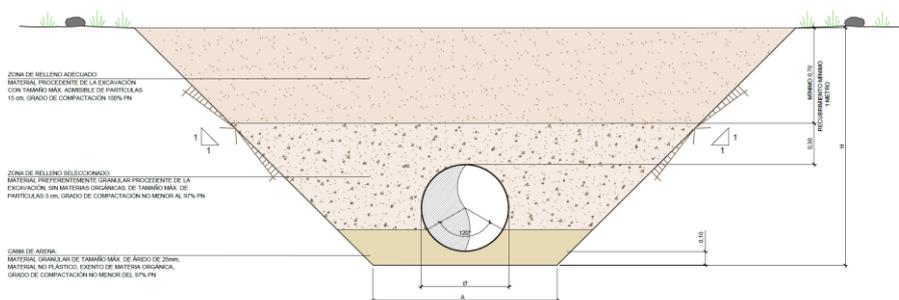
La excavación prevista en suelos se realizará con taludes **1:1**, con un recubrimiento mínimo de un metro sobre la clave de las tuberías, estimándose un recubrimiento medio de 1,2 m a lo largo de toda la traza de las conducciones. Se han respetado las anchuras en el fondo de la zanja recomendadas por la Guía Técnica del CEDEX, con un espesor mínimo de cama de arena bajo la tubería de 0,10 m y un ángulo de apoyo de 120° .

Desde riñones de tubería hasta 30 cm por encima de la generatriz superior, el relleno se realizará con material seleccionado procedente de la excavación o préstamo, compactado al 97%.

Por encima de estos 30 cm el relleno se realizará con material procedente de excavación al 100% del Próctor Normal, con una profundidad mínima de 70 cm.

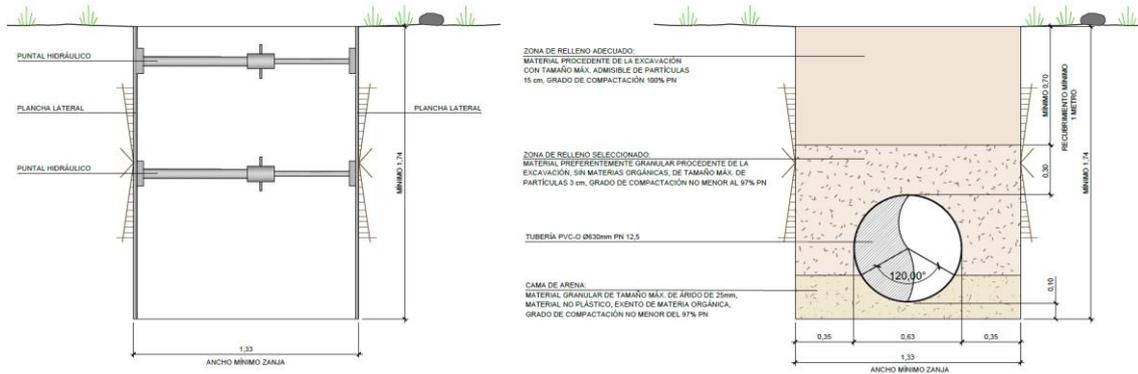
Las conducciones se dispondrán en zanjas con diferentes dimensiones según el tamaño de las tuberías.

Imagen 16. Sección tipo de zanja



Se ha previsto también de manera puntual la entibación de las zanjas, para minimizar afecciones en las inmediaciones de algunas instalaciones existentes.

Imagen 17. Sección tipo de zanja entibada



6.8. ELEMENTOS DE LA CONDUCCIÓN

Se han colocado ventosas en todos los puntos altos, y en los puntos altos ficticios, para la purga de aire con la tubería en funcionamiento, la salida controlada durante el llenado de la conducción y la admisión en caso de desagüe. Se ha respetado también el criterio de disponer ventosas en tramos largos de poca pendiente con una separación máxima de 500 m.

Se han colocado desagües de diferentes diámetros en los puntos bajos de la conducción, permitiendo así la evacuación de agua en puntos intermedios de la conducción. Para facilitar las labores de mantenimiento y reparación de la infraestructura, en algunos de estos puntos de desagüe se han proyectado también válvulas de corte del eje principal, intentando que se puedan aislar en tramos con una longitud inferior a 1.000 m.

Las válvulas de corte sobre la tubería principal son válvulas de mariposa, siendo motorizadas las de diámetro nominal mayor o igual a 500 mm. Las válvulas de corte de las derivaciones a desagüe se resuelven con la tipología de compuerta, mientras que para las de los desagües finales, de mayor diámetro, se utilizan válvulas de mariposa.

En la tabla que se adjunta queda definida la posición de las distintas ventosas y desagües a lo largo del trazado de ambas acequias.

Tabla 9. Características de las válvulas proyectadas en arquetas de desagüe

| DN CONDUCCIÓN (mm) | DN DESAGÜE (mm) |
|----------------------|-----------------|
| 250 mm ≤ DN ≤ 315 mm | 100 |
| 400 mm ≤ DN ≤ 630 mm | 150 |
| 710 – 800 mm | 200 |

Tabla 10: Ubicación y características de las ventosas

| ACEQUIA | PK estimado | DN ENTUBACIÓN | DN VENTOSA |
|---------------------|-------------|---------------|------------|
| A-II-1-2-1 | 0+695 | 630 | 150 |
| | 0+900 | 630 | 150 |
| | 1+035 | 630 | 150 |
| | 1+150 | 630 | 150 |
| | 1+456 | 500 | 100 |
| | 1+640 | 500 | 100 |
| | 1+805 | 500 | 100 |
| | 1+905 | 400 | 100 |
| | 2+135 | 400 | 100 |
| | 2+775 | 250 | 100 |
| | 3+000 | 250 | 100 |
| A-IV-5 | 0+310 | 630 | 150 |
| | 0+460 | 630 | 150 |
| | 0+792 | 500 | 100 |
| | 1+292 | 400 | 100 |
| | 1+835 | 315 | 100 |
| | 2+340 | 250 | 100 |
| A-IV-5-2 | 0+010 | 250 | 100 |
| A-V-2 | 0+121 | 710 | 150 |
| | 0+283 | 500 | 100 |
| A-VII-8-4 | 0+608 | 710 | 150 |
| | 0+904 | 630 | 150 |
| | 1+462 | 500 | 100 |
| | 2+198 | 400 | 100 |
| | 2+545 | 315 | 100 |
| | 3+339 | 315 | 100 |
| | 4+120 | 250 | 100 |
| A-VII-8-4-1 | 0+270 | 500 | 100 |
| | 0+633 | 400 | 100 |
| | 1+211 | 315 | 100 |
| | 1+476 | 250 | 100 |
| A-VII-8-3 y A-VII-9 | 0+116 | 800 | 150 |
| | 1+116 | 710 | 150 |
| | 1+296 | 630 | 150 |
| | 1+441 | 630 | 150 |
| | 1+941 | 500 | 100 |
| | 2+410 | 400 | 100 |

El trazado de las conducciones y el desarrollo de las mismas, requieren cambios de alineación de la conducción, o incluso derivaciones, y una variación en el diámetro del tubo. Las reducciones cuando sean necesarias siempre se disponen tras la derivación, para no incrementar la resistencia al paso del agua, antes de la bifurcación de la red

Todas estas piezas especiales se acometen de manera general mediante piezas estándar de fundición dúctil, con la excepción de aquellos casos en los que no existan dichas piezas estándar,

como es el caso de aquellos codos que no se puedan resolver con un ángulo normalizado y algunas piezas de derivación en cruceta. En estos casos es necesario resolverlas con calderería, adoptándose en el presente proyecto el criterio de utilizar para ello acero inoxidable AISI 316, para aumentar la durabilidad de la obra.

En los planos y presupuesto del proyecto se recogen las dimensiones y ubicación de todas estas piezas. A continuación, se incluye una tabla con la información de las piezas especiales en codos, que son las más numerosas:

Tabla 11. Características de las piezas especiales en codos

| Acequia | P.K. | Material | Tipo de pieza | Ángulo (°) | DN (mm) |
|-------------|---------|----------|---------------|------------|---------|
| A-II-1-2-1 | 0+022 | FD | Estándar | 22,5 | 600 |
| | 0+804 | AISI316 | Calderería | 39 | 610 |
| | 1+149 | FD | Estándar | 90 | 500 |
| | 1+375 | AISI316 | Calderería | 70 | 508 |
| | 1+741 | AISI316 | Calderería | 37 | 508 |
| | 2+130 | FD | Estándar | 30 | 400 |
| | 2+572 | FD | Estándar | 30 | 400 |
| | 2+795 | FD | Estándar | 45 | 400 |
| | 2+841 | AISI316 | Calderería | 63 | 273 |
| 2+992 | FD | Estándar | 11,25 | 250 | |
| A-IV-5 | 0+019 | FD | Estándar | 90 | 600 |
| | 0+192 | FD | Estándar | 90 | 600 |
| | 0+399 | FD | Estándar | 90 | 600 |
| | 0+498 | FD | Estándar | 90 | 600 |
| | 0+963 | FD | Estándar | 11,25 | 300 |
| | 1+446 | FD | Estándar | 22,5 | 300 |
| | 1+892 | FD | Estándar | 22,5 | 300 |
| A-V-2 | 0+012 | FD | Estándar | 22,5 | 700 |
| | 0+144 | FD | Estándar | 22,5 | 700 |
| | 0+176 | FD | Estándar | 90 | 700 |
| | T 0+021 | FD | Estándar | 90 | 250 |
| A-VII-8-4 | 0+006 | FD | Estándar | 45 | 800 |
| | 0+527 | FD | Estándar | 11 | 700 |
| | 1+269 | FD | Estándar | 45 | 600 |
| | 2+200 | FD | Estándar | 90 | 400 |
| | 2+685 | FD | Estándar | 45 | 300 |
| | 2+705 | FD | Estándar | 45 | 300 |
| | 3+287 | AISI316 | Calderería | 39 | 323,9 |
| | 3+629 | FD | Estándar | 22,5 | 300 |
| | 4+143 | FD | Estándar | 22,5 | 200 |
| A-VII-8-4-1 | 0+016,5 | FD | Estándar | 45 | 500 |

| Acequia | P.K. | Material | Tipo de pieza | Ángulo (°) | DN (mm) |
|----------------------|--------------|----------|---------------|------------|---------|
| A-VII-8-3 A-VII-9 | 0+583 | FD | Estándar | 45 | 400 |
| | 1+542 | FD | Estándar | 45 | 250 |
| | 0+008 | FD | Estándar | 90 | 800 |
| | 0+671 | AISI316 | Calderería | 63 | 813 |
| | 0+904 | FD | Estándar | 30 | 700 |
| | 1+891 | FD | Estándar | 90 | 500 |
| | 2+533 | AISI316 | Calderería | 79 | 406,4 |
| | D1: 0+373 | AISI316 | Calderería | 72 | 273 |
| | D1: 0+741 | FD | Estándar | 45 | 250 |
| | D2: 0+279 | FD | Estándar | 45 | 250 |
| | D3: 0+241 | AISI316 | Calderería | 56 | 406,4 |
| | D3: 0+744,11 | FD | Estándar | 45 | 300 |
| | D4: 313,71 | FD | Estándar | 45 | 300 |
| | D4: 313,71 | FD | Estándar | 45 | 250 |

6.9. ARQUETAS Y OBRA CIVIL DE LAS CONDUCCIONES

En el documento 2, planos, y en el documento 4, presupuesto, se han distinguido las siguientes arquetas tipo para las conducciones:

- Arqueta de válvulas de inicio.
- Arqueta de caudalímetro.
- Arquetas de desagüe (Tipos 1, 2, 3 y 4).
- Arquetas para válvulas de corte (hincas).
- Arqueta prefabricada para ventosa.

Las arquetas tipo ventosa se utilizarán únicamente para la ubicación de los elementos, y todas las operaciones de mantenimiento deberán realizarse desde el exterior de las mismas.

Tanto las arquetas tipo 4 como el tipo ventosa estarán formadas por anillos prefabricados, apoyados sobre una base de hormigón de limpieza de 0,10 m de espesor y una losa de hormigón de 0,15 m de espesor, con dimensiones en planta de 1,50 x 1,50 m.

El resto de las arquetas se ejecutarán in situ con hormigón armado y contarán con dimensiones suficientes para permitir el acceso de operarios, maquinaria y elementos auxiliares.

Todas estas arquetas se construirán sobre una cimentación de terreno mejorado con pilotes de eucalipto (4 ud/m²) y una capa de zahorra artificial de 0,30 m de espesor y otra capa de hormigón de limpieza de 0,10 m. Los espesores de losas y muros serán de 0,25 y estarán armados con barras de acero corrugado Ø12 cada 20 cm en ambas caras.

Para asegurar que no se produzcan condensaciones en el interior de las arquetas se colocan ventanas de ventilación con lamas en dos caras enfrentadas de la arqueta, protegida con mallas anti-insecto para prevenir su entrada en la misma.

Se incluyen a continuación tablas con las dimensiones de las arquetas proyectadas. No se incluyen dimensiones de las arquetas de válvula de inicio y de caudalímetro del eje A-VII-8-3 / A-VII-9 porque se aprovecha la obra civil existente.

Tabla 12. Dimensiones Arquetas de inicio y de caudalímetro

| Acequia | Tipo | Dimensiones interiores | | |
|------------|----------------|------------------------|-------------|------------|
| | | Longitud (m) | Anchura (m) | Altura (m) |
| A-II-1-2-1 | Válvula inicio | 2,60 | 2,30 | 2,50 |
| A-IV-5 | Válvula inicio | 2,60 | 2,30 | 3,80 |
| A-V-2 | Válvula inicio | 2,60 | 2,30 | 3,80 |
| A-VII-8-4 | Válvula inicio | 2,60 | 2,30 | 3,50 |
| A-II-1-2-1 | Caudalímetro | 2,60 | 2,30 | 2,50 |
| A-IV-5 | Caudalímetro | 2,60 | 2,30 | 3,15 |
| A-V-2 | Caudalímetro | 2,60 | 2,30 | 3,15 |
| A-VII-8-4 | Caudalímetro | 2,60 | 2,30 | 3,50 |

Tabla 13. Dimensiones Arquetas de corte y desagüe proyectadas

| Acequia | PK | Desagüe tipo | Longitud (m) | Anchura (m) | Altura (m) |
|-------------------|-------|--------------|--------------|-------------|------------|
| A II-1-2-1-1 | 0+420 | 1 | 4,10 | 3,80 | 2,90 |
| | 0+787 | 4 | 2,50 | 2,50 | 3,00 |
| | 0+957 | 1 | 4,10 | 3,80 | 3,20 |
| | 1+105 | 4 | 2,50 | 2,50 | 3,00 |
| | 1+222 | 1 | 4,10 | 3,80 | 3,20 |
| | 1+530 | 1 | 4,10 | 3,80 | 2,80 |
| | 1+740 | 4 | 2,50 | 2,50 | 3,00 |
| | 1+853 | 1 | 4,10 | 3,80 | 2,80 |
| | 2+064 | 2 | 3,50 | 3,50 | 2,60 |
| | 2+479 | 4 | 2,50 | 2,50 | 3,00 |
| | 2+844 | 2 | 3,50 | 3,50 | 2,70 |
| 3+027 | 3 | 3,40 | 3,50 | 2,20 | |
| A IV-5 y A IV-5-2 | 0+135 | 1 | 4,10 | 3,80 | 2,90 |
| | 0+395 | 1 | 4,10 | 3,80 | 3,00 |
| | 0+708 | 4 | 2,50 | 2,50 | 3,00 |
| | 1+780 | 2 | 3,50 | 3,50 | 2,60 |
| | 2+148 | 4 | 2,50 | 2,50 | 3,00 |
| | 2+790 | 2 | 3,50 | 3,50 | 2,40 |
| | 0+398 | 3 | 3,40 | 3,50 | 2,70 |

| Acequia | PK | Desagüe tipo | Longitud (m) | Anchura (m) | Altura (m) |
|-----------------------------------|-----------|--------------|--------------|-------------|------------|
| A V-2 | 0+148 | 1 | 4,10 | 3,80 | 4,40 |
| | 0+195 | 1 | 4,10 | 3,80 | 4,10 |
| | 0+435 | 4 | 2,50 | 2,50 | 3,00 |
| A VII -8-3 y A VII-9 | 0+654 | 1 | 4,10 | 3,80 | 5,40 |
| | 1+349 | 4 | 2,50 | 2,50 | 3,00 |
| | 2+180 | 2 | 3,50 | 3,50 | 4,10 |
| | 2+675 | 4 | 2,50 | 2,50 | 3,00 |
| A VII -8-3 y A VII-9 Derivaciones | D1: 0+360 | 4 | 2,50 | 2,50 | 3,00 |
| | D1: 0+752 | 3 | 3,40 | 3,50 | 2,00 |
| | D2: 0+288 | 3 | 3,40 | 3,50 | 2,40 |
| | D3: 0+315 | 4 | 2,50 | 2,50 | 3,00 |
| | D3: 0+754 | 3 | 3,40 | 3,50 | 2,80 |
| | D1: 0+296 | 4 | 2,50 | 2,50 | 4,00 |
| | D1: 0+606 | 3 | 3,40 | 3,50 | 2,20 |
| A VII-8-4 | 0+227 | 4 | 2,50 | 2,50 | 4,00 |
| | 0+690 | 1 | 4,10 | 3,80 | 3,80 |
| | 1+962 | 1 | 4,10 | 3,80 | 3,20 |
| | 2+327 | 4 | 2,50 | 2,50 | 3,00 |
| | 2+855 | 2 | 3,50 | 3,50 | 2,80 |
| | 3+829 | 4 | 2,50 | 2,50 | 3,00 |
| | 4+223 | 3 | 3,40 | 3,50 | 2,30 |
| A VII-8-4 Derivación | 0+271 | 3 | 3,40 | 3,50 | 3,30 |
| A VII-8-4-1 | 0+506 | 1 | 4,10 | 3,80 | 2,90 |
| | 1+029 | 4 | 2,50 | 2,50 | 3,00 |
| | 1+366 | 2 | 3,50 | 3,50 | 2,80 |
| | 1+553 | 3 | 3,40 | 3,50 | 2,20 |

Tabla 14. Dimensiones Arquetas Servicios Afectados

| Acequia | PK | Tipo | Longitud (m) | Anchura (m) | Altura (m) |
|--|-------|------|--------------|-------------|------------|
| A-IV-5 (ID5/ Carretera SE-9024) | 0+360 | 1 | 2,6 | 2,3 | 2,8 |
| A-VII-8-3/A-VII-9 (ID19/ Carretera A-8030) | 2+140 | 2 | 2 | 1,9 | 3,3 |
| A-II-1-2-1 (ID19/Carretera SE-3206) | 3+000 | 3 | 2 | 1,9 | 2,4 |

Las dimensiones de cada arqueta quedan definidas en el Documento nº 2, Planos, y son en función del diámetro de tubos existentes en cada tramo, de acuerdo al criterio indicado en la Guía Técnica sobre tuberías para el transporte de agua presión, del CEDEX.

Para la acometida de los tubos de PVC-O a las arquetas, se utilizarán carretes pasamuros que quedarán embebidos en los muros de hormigón. De forma general, estos carretes dispondrán

unión tipo enchufe en el lado exterior de los muros, para conectarse con las tuberías de PVC-O y unión bridada en el interior, para conectar con la calderería. En el caso de las tuberías de polietileno proyectadas en el tramo inicial de cada eje, se asegurará la estanqueidad en el encuentro de los tubos con los muros mediante masilla hidroexpansiva.

En el caso de las arquetas para desagües intermedios, desde la tubería principal parte un tubo de PVC-O, que desagua al cauce natural. En el caso de que se trate de desagües forzados en puntos bajos y no exista cauce natural alguno, se situará un pozo adosado a la arqueta, donde vierte el tubo de PVC.

6.10. TOMAS EN PARCELA

Desde las conducciones principales proyectadas se han diseñado las derivaciones hacia las tomas en parcela. Estas se han resuelto mediante tuberías de polietileno de alta densidad (PE100), en timbraje PN 10 y embridadas a las piezas de derivación que se instalan sobre los ejes principales.

El diámetro de estas tomas se ha definido en base a su caudal de diseño y la presión disponible en cada punto, con un diámetro mínimo de 200 mm. En cada toma se instala una válvula de compuerta, para asegurar una mayor estanqueidad mientras las mismas estén cerradas.

Existen tres tipos de tomas, y las dimensiones de las arquetas se han determinado en función del tipo de toma y del diámetro de la válvula:

- Para las tomas tipo 1 y 3, el tamaño de la arqueta se establece en función del diámetro de la toma:
 - Para diámetros de 300 mm o inferior, las dimensiones interiores serán 1,5 x 1,0 x 1,0 m.
 - Para diámetros superiores a 300 mm, se han previsto dimensiones de 2,0 x 1,5 x 1,5 m.
- Para las tomas tipo 2, que constituyen un caso particular debido a que de la tubería principal de la toma se derivan dos salidas, se ha dimensionado la arqueta con una dimensión fija de 2,0 x 1,5 x 1,5 m.

Todas las válvulas estarán protegidas en el interior de estas arquetas prefabricadas de hormigón armado, colocadas sobre una losa de hormigón apoyada sobre el terreno natural. Estas arquetas se cubrirán con tapaderas abatibles sobre marco angular, con tramex ciego lagrimar, con un canto mínimo de 30 mm. Deberán contar con el logo de la Comunidad de Regantes del Bajo

Guadalquivir y disponer de una barra interior con gancho para mantener la tapa abierta con seguridad, así como una pletina de refuerzo en forma de disco en el agujero de enganche del candado.

Los candados de cierre de estas arquetas de toma en parcela deberán poder abrirse con la misma llave, según el modelo y la serie que determine la comunidad de regantes.

Imagen 22. Detalle de toma de riego Tipo 1

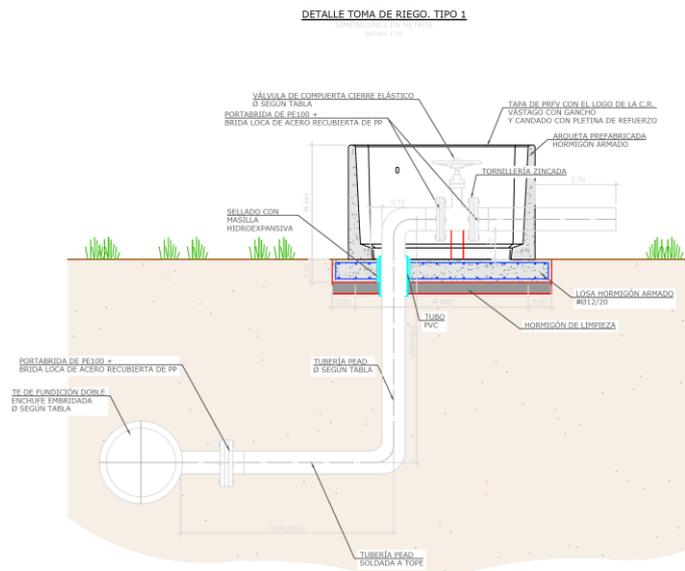
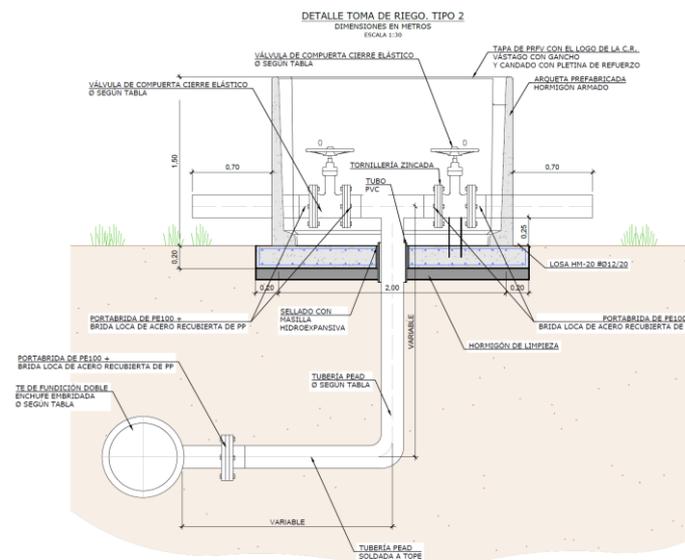


Imagen 23. Detalle de toma de riego Tipo 2



Sí se ha previsto la instalación de un cuadro de baja tensión en cada arqueta con válvulas motorizadas para conectar dicho grupo electrógeno, así como la conexión eléctrica de dicho cuadro con las válvulas. En el caso de las compuertas, se alimentarán desde el cuadro ubicado en la arqueta más cercana, la arqueta de válvulas al inicio de las conducciones A-IV-5, A-V-2 y A-VII-8-3 / A-VII-9.

Para la alimentación de los caudalímetros, que necesitan mucha menor potencia, sí se ha incluido en el presente proyecto un sistema de alimentación fotovoltaica.

6.12. AFECCIONES.

En el **Anejo 7. Servicios Afectados**, se estudia en detalle la reposición de servidumbres y servicios afectados. El trabajo se ha basado en un reconocimiento exhaustivo sobre el terreno, a partir del cual se han inventariado los servicios existentes en el entorno de la traza de las conducciones.

Dicha traza se ha diseñado procurando minimizar las afecciones, con el resultado de que las nuevas obras no afectan a priori a ningún tipo de servicio (telefonía, gas, tendidos eléctricos, canalizaciones) y que únicamente resultará necesario la reposición de servidumbres en los caminos cruzados, de acuerdo con las secciones tipo propuestas en el Anejo de trazado.

Tabla 16. Listado de afecciones

| ID | Tipo | Actuación | Localización ETRS89 H30 | | Longitud afección (m) | Tipo cruce |
|----|------|-------------|-------------------------|------------------|-----------------------|-----------------|
| | | | X _{UTM} | Y _{UTM} | | |
| 1 | (1) | A-II-1-2-1 | 232.109 | 4.124.128 | 4,9 | A cielo abierto |
| 2 | (2) | A-II-1-2-1 | 232.021 | 4.123.911 | 10 | A cielo abierto |
| 3 | (1) | A-II-1-2-1 | 230.814 | 4.123.255 | 5 | A cielo abierto |
| 4 | (4) | A-II-1-2-2 | 230.398 | 4.122.584 | 24 | Hinca |
| 5 | (4) | A-IV-5 | 236.869 | 4.121.977 | 31 | Hinca |
| 6 | (1) | A-IV-5 | 236.500 | 4.121.618 | 5 | A cielo abierto |
| 7 | (3) | A-V-2 | 239.854 | 4.119.928 | 31 | Hinca |
| 8 | (4) | A-V-2 | 239.868 | 4.119.923 | | |
| 9 | (1) | A-V-2 | 239.881 | 4.119.927 | 5 | A cielo abierto |
| 10 | (1) | A-V-2 | 240.104 | 4.119.962 | 5 | A cielo abierto |
| 11 | (1) | A-V-2 | 239.886 | 4.119.931 | 230 | A cielo abierto |
| 12 | (1) | A-VII-8-4 | 244.937 | 4.113.703 | 8 | A cielo abierto |
| 13 | (1) | A-VII-8-4 | 245.710 | 4.112.077 | 15 | A cielo abierto |
| 14 | (1) | A-VII-8-3 | 246.486 | 4.111.990 | 10 | A cielo abierto |
| 15 | (1) | A-VII-8-3-2 | 246.180 | 4.111.659 | 10 | A cielo abierto |
| 16 | (1) | A-VII-9 | 246.430 | 4.112.233 | 10 | A cielo abierto |

| ID | Tipo | Actuación | Localización ETRS89 H30 | | Longitud afección (m) | Tipo cruce |
|----|------|-----------|-------------------------|------------------|-----------------------|-----------------|
| | | | X _{UTM} | Y _{UTM} | | |
| 17 | (1) | A-VII-9 | 246.880 | 4.112.625 | 7 | A cielo abierto |
| 18 | (2) | A-VII-9 | 246.438 | 4.112.241 | 6 | A cielo abierto |
| 19 | (4) | A-VII-9 | 247.146 | 4.111.178 | 35 | Hinca |
| 20 | (1) | A-VII-9 | 247.124 | 4.111.169 | 6 | A cielo abierto |

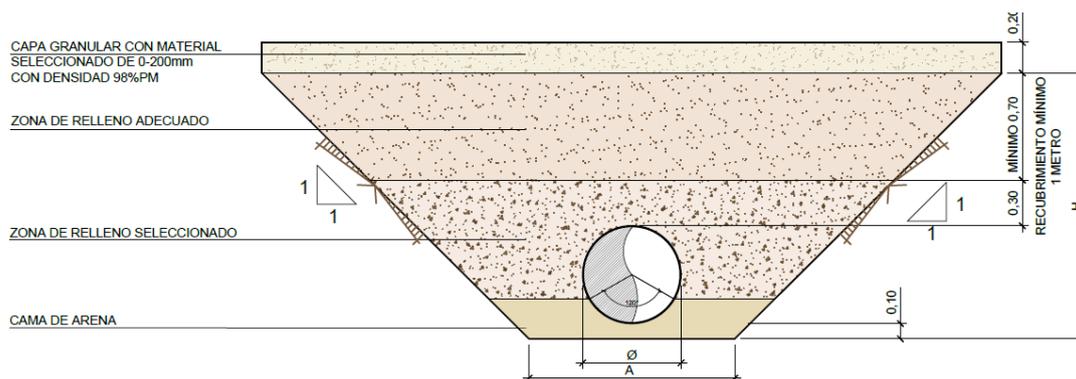
- (1) Interferencia con caminos
 (2) Interferencia con arroyos
 (3) Interferencia con canal riego
 (4) Interferencia con carretera

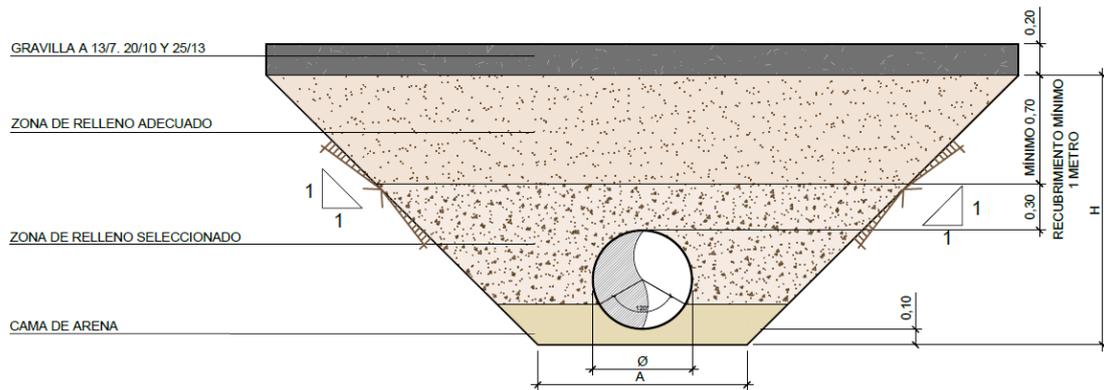
6.12.1. TIPOS DE AFECCIONES

6.12.1.1. Interferencia con caminos

Las interferencias con caminos, principalmente de terrizo o gravilla, se resuelven mediante excavación a cielo abierto. Este método consiste en la apertura de una zanja siguiendo la sección tipo proyectada, asegurando que la capa superficial sea posteriormente rehabilitada con una capa de material granular de características similares al existente, con un espesor de 20 cm y un grado de compactación del 95 % PN. De este modo, se garantiza la continuidad y la funcionalidad de los caminos tras la ejecución de las obras.

Imagen 25. Sección tipo de cruce de caminos

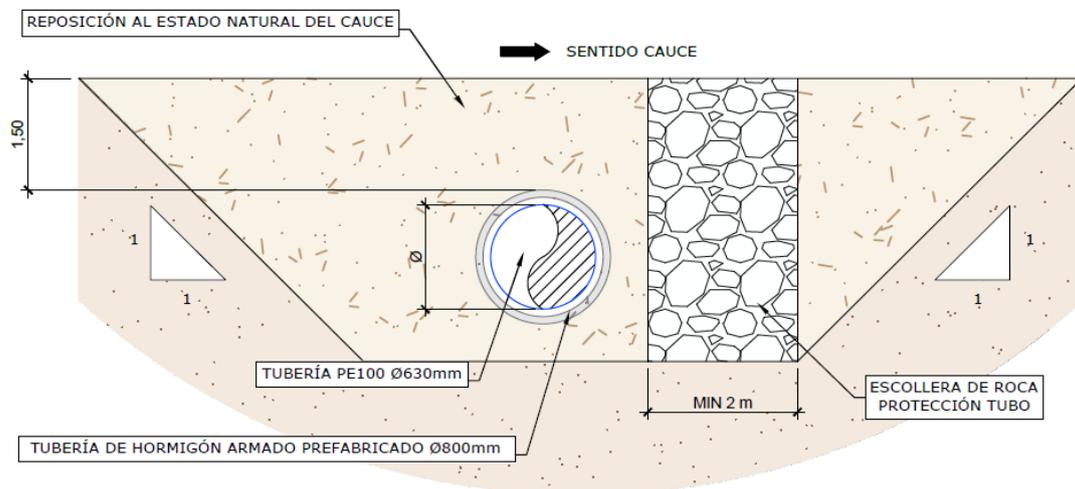




6.12.1.2. Interferencia con arroyos

Los cruces de conducciones con arroyos se realizan también mediante excavación a cielo abierto, con la precaución de garantizar una profundidad mínima de 1,5 metros desde la clave superior del tubo hasta el lecho del cauce. Para la protección de la infraestructura y la señalización del trazado, se dispone una capa de escollera en la franja longitudinal de interferencia. En el caso de arroyos encauzados con estructuras de hormigón, se procede a la demolición parcial de la estructura existente, permitiendo la instalación de la tubería y su posterior restitución conforme al estado original.

Imagen 26. Sección tipo de cruce de tubo bajo arroyo



6.12.1.3. Interferencia con el canal de riego

En el caso del canal de riego derivado del Canal del Bajo Guadalquivir, la interferencia se resuelve mediante la técnica de hinca. Este procedimiento consiste en la introducción de una camisa de acero en el terreno por percusión neumática, lo que permite atravesar el canal sin

necesidad de excavación a cielo abierto. Este método evita el corte del suministro de agua y minimiza el impacto en la infraestructura hidráulica existente.

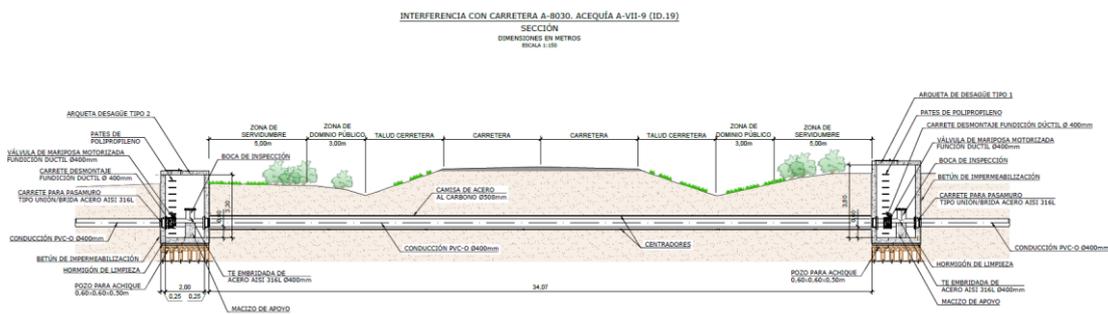
Imagen 27. Sección tipo de la hinca bajo el canal de riego



6.12.1.4. Interferencia con carreteras

Los cruces con carreteras de diferente entidad, incluidas carreteras provinciales y vías pecuarias, se ejecutan mediante hinca, garantizando la estabilidad y seguridad de la vía sin necesidad de interrupción del tráfico. El procedimiento consiste en la perforación dirigida del terreno mediante un martillo de percusión, que introduce progresivamente una camisa de acero. Una vez completado el cruce, la camisa puede utilizarse directamente como tubería o bien como conducto para albergar las nuevas instalaciones. Este método es especialmente útil para evitar alteraciones en la infraestructura viaria y mantener su operatividad durante la ejecución de las obras.

Imagen 28. Sección tipo de cruce de tubo bajo carreteras



6.12.2. TÉCNICA DE HINCA

En el presente proyecto, la hinca de tubos de acero se ha diseñado con el propósito de proteger y albergar la conducción definitiva dentro de una camisa de acero, asegurando la estabilidad y durabilidad de la instalación en los cruces con carreteras y canales de riego.

Se han planteado cinco hincas, con diferentes diámetros exteriores en función de las condiciones del cruce y los requerimientos hidráulicos del proyecto:

- Hinca de camisa de acero Øext: 813 mm
- Hinca de camisa de acero Øext: 711,2 mm
- Hinca de camisa de acero Øext: 508 mm
- Hinca de camisa de acero Øext: 406,4 mm

Cada una de estas camisas de acero será instalada mediante hinca neumática por percusión, garantizando la correcta ejecución del cruce sin afectar la operatividad de las infraestructuras existentes. Una vez completada la hinca, la camisa de acero podrá alojar en su interior la tubería de servicio, cumpliendo con los requerimientos de protección mecánica y facilitando el mantenimiento de la conducción a lo largo del tiempo.

La hinca de tubos por percusión o neumática es un sistema no direccionable de formar una perforación introduciendo en el terreno una camisa de acero, normalmente con el frente abierto, empleando un martillo de percusión desde un pozo de ataque. El detritus, o restos de tierra procedente de la excavación, se retira del frente abierto de la camisa mediante un tornillo sin fin, con chorro de agua a presión o con aire comprimido. En condiciones de terreno desfavorables se puede realizar todo el proceso de hincado sin retirar el material del interior y proceder a retirarlo una vez que ha terminado el proceso de hinca en sí.

Imagen 29. Sistema de hinca neumática. Fase I

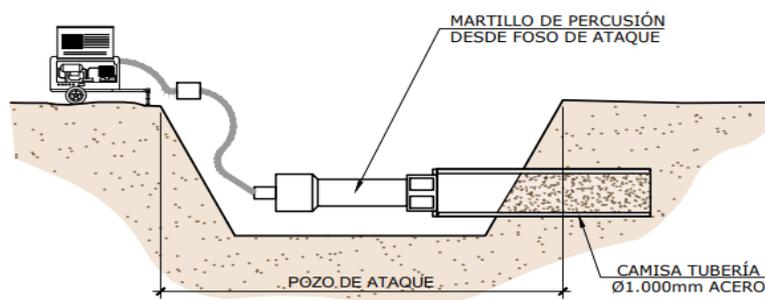
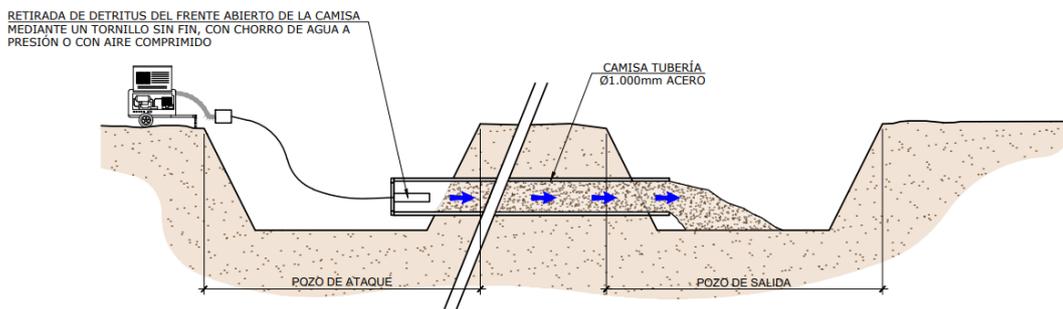


Imagen 30. Sistema de hinca neumática. Fase II



Se emplea tubo de acero para la camisa, pues no hay otro material lo suficientemente resistente para soportar las fuerzas de impacto generadas por el martillo. La técnica se emplea frecuentemente para cruzar vías férreas, carreteras y canales.

El martillo de hinca fuerza al tubo de acero a penetrar en el terreno siguiendo la línea establecida por los carriles de guía. Como son hincas no guiadas, la precisión se mejora con un buen arranque, por lo que hay que poner especial cuidado en el primer tubo, ya que una vez hincado solo se puede controlar la velocidad de avance para detectar si hay elementos extraños o surge alguna anomalía. Cuando el primer tubo ha sido hincado, se para el martillo y se retira, soldándose a continuación el siguiente tramo de tubo de acero in situ. El ciclo se repite hasta que el primer tramo de tubo alcanza el pozo de salida.

Por último, se retiran los elementos auxiliares del pozo de ataque y se continua con el tubo de servicio según requiera el proyecto.

Imagen 31. Martillo percutor en el terreno



7. EFECTOS SÍSMICOS

La **Norma de Construcción Sismorresistente (NCSR-02)** se aprobó mediante el Real Decreto 997/2002 de 27 de septiembre y es de aplicación al proyecto, construcción y explotación de edificaciones de nueva planta, así como en los casos de reforma o rehabilitación siempre y cuando los niveles de seguridad de los elementos afectados sean superiores a los que poseían en su concepción original.

Tal y como establece la NCSE-02 en el artículo **1.2.3. Criterios de aplicación de la Norma**, su cumplimiento es obligatorio en los casos descritos en el anterior apartado, exceptuando:

- Construcciones de importancia moderada.
- Edificaciones de importancia normal o especial cuando la aceleración sísmica básica (a_b) sea inferior a $0,04g$, siendo g la aceleración de la gravedad.
- Construcciones de importancia normal con pórticos bien arriostrados entre sí en todas las direcciones cuando la aceleración sísmica básica (a_b) sea inferior a $0,08g$. No obstante, la Norma será de aplicación en los edificios de más de siete plantas si la aceleración sísmica de cálculo (a_c) es igual o mayor de $0,08g$.

La infraestructura que concierne el presente proyecto, presurización de acequias secundarias, es considerada como una **obra de moderada importancia**, de acuerdo con el uso a que se destina y los daños que puede ocasionar su destrucción e independientemente del tipo de obra de que se trate.

Dentro de la provincia de Sevilla, y concretamente para los términos municipales en los que se emplazan las actuaciones, se obtienen los siguientes valores de aceleración sísmica básica (a_b) y del coeficiente de contribución (K):

Tabla 17. Datos sísmicos de los términos municipales donde radican las obras

| Municipio | a_b/g | K |
|----------------------------|---------|-----|
| Coria del Río | 0,07 | 1,1 |
| Dos Hermanas | 0,07 | 1,1 |
| Los Palacios y Villafranca | 0,07 | 1,1 |
| Utrera | 0,06 | 1,1 |

Como se acaba de indicar, la citada Norma, NCSE-02, establece que su cumplimiento no es obligatorio en el caso de construcciones de moderada importancia, por lo que no es de aplicación a las actuaciones contempladas en el presente proyecto.

8. CÁLCULOS MECÁNICOS

En el presente proyecto se han realizado los cálculos mecánicos de las tuberías plásticas enterradas de material PVC Orientado (PVC-O) mediante el PROGRAMA DE CÁLCULO MECÁNICO TOM®, cuya base se sustenta en las siguientes normas vigentes:

- **ATV-DVWK-A 127E:2000:** "Static Calculation of Drains and Sewers."
- **UNE 53331:1997:** "Tuberías de poli(cloruro de vinilo) no plastificado y polietileno (PE) de alta y media densidad. Criterio para la comprobación de los tubos a utilizar en conducciones con y sin presión sometidos a cargas externas".

Los cálculos que se adjuntan en el presente anejo se desarrollan con el software referido, bajo la metodología recogida en la normativa de la referencia, para tubos plásticos de material PVC-O, y bajo las características de instalación que a continuación se detallan.

En el presente proyecto se ha elegido un timbraje en PN 16 en las tuberías de PVC-O para tener una mayor garantía de su adecuado comportamiento mecánico frente a condiciones adversas (rellenos de mala calidad, y cargas de tráfico por maquinaria agrícola). Esta modificación se justifica por la pequeña diferencia en precio entre las tuberías de PVC-O en PN 12,5 y en PN 16, con una mejora sustancial en las características esenciales de la instalación.

Para la instalación de los tubos, se establecen las siguientes características y premisas de diseño:

- ✓ Material tubo: **PVC-O PN 16**
- ✓ Diámetros de tubos: variable entre **200 y 800 mm**, ambos inclusive.
- ✓ Instalación: **en zanja**
- ✓ Taludes de excavación de la zanja: **1 (H): 1 (V)**, según conclusiones del estudio geotécnico.
- ✓ Ancho base de la zanja, según la guía del CEDEX para tuberías a presión
- ✓ Ángulo de apoyo "2 α " de la cama de arena: **120 °**
- ✓ Nivel freático: no se ha considerado en el cálculo ya que el estudio geotécnico describe su presencia entre los 2 y 3 m de profundidad, y en todo caso no tendría demasiada relevancia.
- ✓ Se adoptan los siguientes tipos de suelo y relleno:
 - E1: Material moderadamente cohesivo (G3), sin compactar
 - E2: Material moderadamente cohesivo (G3), con un 95 % compactación PN.
 - E3 y E4: Material moderadamente cohesivo (G3), con un 100 % compactación PN.
- ✓ Carga de tráfico: **HT39** (39 toneladas, 3 ejes, sobrecarga concentrada **65 kN / rueda**)

9. CÁLCULOS HIDRÁULICOS

En el anejo nº 5 se indican las hipótesis del diseño hidráulico y se muestran los resultados principales del cálculo. En el presente apartado se incluyen los principales condicionantes:

- La dotación de riego para cada parcela se ha determinado adoptando como criterio general una demanda de caudal de 1,2 l/s por ha.
- Se establece un caudal mínimo por toma de 40 l/s para asegurar el funcionamiento actual de riego por gravedad en turnos.
- La asignación de superficie a cada toma se ha realizado siguiendo las indicaciones de la Comunidad de Regantes, contrastándola con la superficie gráfica de las parcelas regadas (se adopta el mayor de los dos valores).
- En general se intenta ubicar la mayor parte de las superficies regables aguas abajo, dejando así las conducciones principales preparadas ante posibles modificaciones de ubicación de las tomas durante la obra o en el futuro.
- En el presente proyecto se ha considerado un coeficiente de rugosidad para los materiales plásticos de 0,1 mm. Estos valores reflejan un estado futuro de la conducción, con inicios de deterioro.
- Se ha diseñado la infraestructura de manera que la presión mínima en cada toma sea al menos de 1 m sobre el nivel del agua en la acequia de entrega, y de 2 m sobre el terreno en el caso de que no se vierta a una acequia (el mayor de los dos valores).
- En algunos casos, se han relajado los criterios generales de diseño, asegurando en todo caso que el caudal de diseño (que será al menos de 40 l/s) llega con un nivel piezométrico superior al actual, mejorando así el funcionamiento de todas las tomas.
- Se limitará la velocidad mínima a 0,50 m/s, con el fin de facilitar el arrastre de sedimentos que pudieran quedar depositados en las conducciones tras un periodo de no explotación del sistema.
- En el caso del entubamiento de las acequias A-VII-8-3 y A-VII-9, que se resuelve de forma conjunta, existen algunas tomas muy alejadas del inicio de la conducción con un desnivel geométrico con el canal mínimo, lo que ha obligado a adoptar un criterio de velocidad mínima de 0,3 m/s para que llegue suficiente caudal y presión a dichas tomas.

Para poder analizar adecuadamente las alternativas de diámetros y el reparto de tomas entre los diferentes ramales considerados en el proyecto, se ha considerado para el cálculo hidráulico un esquema hidráulico en el que se incluyen las derivaciones a cada una de las tomas, tanto reales como ficticias, así como los puntos de desagüe principales de cada eje. De esta manera, algunas de las tomas que aparecen en los listados de cálculo no se corresponden con tomas reales que aparezcan en planos y presupuesto. Para facilitar la comprensión y análisis de estos cálculos hidráulicos se ha preferido mantener en el proyecto la numeración presente en el cálculo hidráulico, aunque esto suponga que la numeración no sea perfectamente correlativa.

Se relacionan a continuación aquellas tomas en las que ha sido necesario relajar los criterios de diseño con respecto a la presión mínima disponible:

- A-IV-5:
 - Tomas 1, 2, 4: Se consigue una presión mínima de 0,5 m por encima del nivel actual en la acequia.
 - Toma 3: Se consigue una presión mínima de 1,5 m por encima del terreno (más desfavorable que la cota en acequia)
 - Toma 5: Se consigue una presión mínima de 0,9 m por encima del nivel actual en la acequia.
 - Toma 27: Se consigue una presión mínima de 0,1 m por encima del nivel actual en la acequia.
- A-V-2:
 - Toma 2: No se cumple el criterio de presión mínima de 2 m por encima del terreno, pero sí la de 1 m por encima de acequia.
 - Toma 3: Se consigue una presión mínima de 0,25 m por encima del nivel en la acequia.
- A-VII-8-3 / A-VII-9:
 - Como se ha comentado anteriormente, para lograr un funcionamiento adecuado en este eje ha sido necesario relajar el criterio de velocidad mínima en la red a 0,3 m/s. Aun así, hay algunas tomas en las que adicionalmente ha habido que relajar los criterios de presión mínima.

- Toma 15: No se cumple el criterio de presión mínima de 2 m por encima del terreno, pero sí la de 1 m por encima de acequia.
- Toma 22: Se alcanzan sólo 0,85 m por encima de la acequia y 1,1 m por encima del terreno.
- Toma 23: Se alcanzan sólo 0,43 m por encima de la acequia y 1 m por encima del terreno.
- Toma 24: Se alcanzan sólo 0,48 m por encima de la acequia y 1 m por encima del terreno.
- A-VII-8-4:
 - Toma 15: No se cumple el criterio de presión mínima de 2 m por encima del terreno, pero sí la de 1 m por encima de acequia.
- A-VII-8-4-1:
 - Tomas 38, 40, 41, 42, y 46: No se cumple el criterio de presión mínima de 2 m por encima del terreno, pero sí la de 1 m por encima de acequia. Por encima de terreno se consiguen alturas entre 1,6 y 1,9 m.

Se observa también en el eje A-VII-8-3 / A-VII-9 que en todas las tuberías del ramal principal que llegan hasta las tomas 22, 23 y 24 no se cumple con el criterio de velocidad mínima general, de 0,5 m/s, aunque sí se cumple la limitación de 0,3 m/s que se ha impuesto para este eje.

10. VÍAS PECUARIAS

En este apartado se identifican las vías pecuarias que pueden resultar afectadas por las conducciones de la red de riego contemplada en el proyecto, así como los elementos asociados a éstas. De cada una de las vías pecuarias identificadas, se describe el estado actual y las afecciones previstas. **En el documento II, planos, se expone el trazado de las conducciones, y los cruces y paralelismos con las vías pecuarias.**

En el caso de paralelismos con vías pecuarias, como parece que se produce al inicio del eje A-II-1-2-1 y en pequeños tramos de los ejes A-VII-8-4 y A-VII-8-3 / A-VII-9, como no existe deslinde de las mismas, para evitar o minimizar la afección se ha decidido trazar la nueva conducción por el lado de la acequia existente más alejado del camino o carretera, ya que esta acequia ya supone una obstrucción o impedimento en el uso de la vía pecuaria. Además, aunque en el visor REDIAM de la Consejería de Medio Ambiente se recoge la existencia de la vía pecuaria denominada Cañada Real de la Armada entre los P.K. 1+270 y 1+950 del eje A-VII-8-4, no existe conocimiento de la misma por los lugareños, y existen un trazado alternativo cercano de la misma vía pecuaria que garantiza el tránsito.

- **Cañada Real de Sevilla a Isla Menor:**
 - Identificador para el inventario de Vías Pecuarias: 41034002.
 - Dirección general: NNE - SO.
 - Eje afección: A-II-1-2-1
 - Paralelismo: P.K. 0+000 – P.K. 0+805
 - Cruce: P.K. 3+000 – P.K. 3+028
 - Longitud de posible afección (paralelismo): 805 m.
 - Longitud de afección (cruce): 28 m.
 - Anchura: 75 m.
- **Vereda del Arrecife**
 - Identificador para el inventario de Vías Pecuarias: 41038007.
 - Dirección general: NNO - SSE.

- Eje afección: A-IV-5
 - Cruce: P.K. 0+368 – P.K. 0+389
- Longitud de afección (cruce): 21 m.
- Anchura: 21 m.
- **Cañada Real de la Armada**
 - Identificador para el inventario de Vías Pecuarias: 41069003.
 - Dirección general: NNO - SSE.
 - Eje afección: A-VII-8-4
 - Cruce: P.K. 1+220 – P.K. 1+270
 - Paralelismo: P.K. 1+270 – P.K. 1+950
 - Longitud de afección (cruce): 50 m.
 - Longitud de posible afección (paralelismo): 680 m.
 - Anchura: 75 m.
- **Cañada Real del Prado del Gallego**
 - Identificador para el inventario de Vías Pecuarias: 41095030.
 - Dirección general: E-O.
 - Eje afección: A-VII-8-3 / A-VII-9
 - Cruce: P.K. 0+595 – P.K. 0+670
 - Longitud de afección (cruce): 75 m.
 - Anchura: 75 m.
- **Cañada Real de las Cabezas**
 - Identificador para el inventario de Vías Pecuarias: 41095007.

- Dirección general: NNE - SSO.
- Eje afección: A-VII-8-3 / A-VII-9
 - Paralelismo: P.K. 1+890 – P.K. 2+135 (Eje principal), P.K. 0+000 – P.K. 0+315 (Derivación 4)
 - Cruce: P.K. 2+135 – P.K. 2+210
- Longitud de afección (cruce): 75 m.
- Longitud de posible afección (paralelismo): 560 m.
- Anchura: 75 m.

Imagen 32. Afecciones a vías pecuarias (eje A-VII-8-3 / A-VII-9)



11. PLAZO DE EJECUCIÓN

El objetivo de este epígrafe es establecer las condiciones de contorno temporales que, desde el punto de vista del proyectista, se consideran razonables para la ejecución de las obras del presente proyecto.

Por tanto, los plazos que a continuación se fijan se corresponden tanto con el conocimiento que actualmente se tiene de las obras de conducciones de riego y su problemática, así como de los rendimientos de la maquinaria en la actualidad.

En la elaboración del programa de obra se han tenido en cuenta los aspectos técnicos de las actividades a desarrollar, junto con aquellas actividades administrativas que comportan limitaciones a los plazos de ejecución, tal y como sucede con la obtención de permisos y licencias de obra.

Por tanto, debe entenderse el Plan de Obra propuesto como una propuesta orientativa que el Contratista adjudicatario deberá desarrollar y valorar en detalle.

Se ha previsto un plazo de ejecución de los trabajos de **7 meses**. Para ello se han contemplado especialmente aquellas actuaciones que, por su importancia, pueden condicionar el plazo de ejecución de la obra. Se han considerado las siguientes actividades:

- Obtención de licencias y trabajos preliminares.
- Instalación de tuberías (excavación de zanja, colocación de tubería, arquetas y rellenos, así como pruebas hidráulicas de la conducción)
- Desmontaje de instalaciones, limpieza de obra y remates.
- Actividades generales

Para la estimación del programa de trabajos y determinación del plazo de ejecución se ha considerado la participación de un único equipo de trabajo, formado por especialistas en cada una de las actividades a desarrollar (movimiento de tierras, instalación de tubos, encofradores, etc.) que avanza progresivamente en el tajo de obra, de forma que, una vez finalizada su actividad en una de las redes, puede iniciar su trabajo en la siguiente prevista en el programa.

12. DOCUMENTOS DE QUE CONSTA EL PROYECTO

• DOCUMENTO Nº I. MEMORIA Y ANEJOS

MEMORIA

| | |
|--------------|--|
| ANEJO Nº 1. | FICHA TÉCNICA |
| ANEJO Nº 2. | CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA |
| ANEJO Nº 3. | GEOLOGÍA Y GEOTECNIA |
| ANEJO Nº 4. | ESTUDIO DE ALTERNATIVAS |
| ANEJO Nº 5. | CÁLCULOS HIDRÁULICOS |
| ANEJO Nº 6. | CÁLCULOS MECÁNICOS |
| ANEJO Nº 7. | CÁLCULO DE MACIZOS DE ANCLAJES |
| ANEJO Nº 8. | SERVICIOS AFECTADOS |
| ANEJO Nº 9. | ESTUDIO AGRONÓMICO Y DE AHORRO DE AGUA |
| ANEJO Nº 10. | GESTIÓN DE RESIDUOS |
| ANEJO Nº 11. | CONTROL DE CALIDAD |
| ANEJO Nº 12. | SEGURIDAD Y SALUD |
| ANEJO Nº 13. | CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA |
| ANEJO Nº 14. | JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS |
| ANEJO Nº 15. | PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN |
| ANEJO Nº 16. | Ocupación temporal y servidumbre |
| ANEJO Nº 17. | LISTADO DE PARCELAS BENEFICIARIAS |
| ANEJO Nº 18. | ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA |
| ANEJO Nº 19. | PROGRAMA DE OBRAS |
| ANEJO Nº 20. | ACCESO A TAJOS, ZONAS DE ACOPIO Y DESVÍOS DE TRÁFICO |
| ANEJO Nº 21. | CALIDAD DEL AGUA |
| ANEJO Nº 22. | ESTUDIO ARQUEOLÓGICO |
| ANEJO Nº 23. | ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL |
| ANEJO Nº 24. | INFORMACIÓN DOCUMENTACIÓN PRTR |

• DOCUMENTO Nº II. PLANOS

1. Situación
2. Localización de infraestructuras

3. Planta general de actuaciones
4. Obra de conexión con infraestructura existente
 - 4.1. Acequia A-IV-5 y acequia A-V-2
 - 4.2. Acequia A-II-1-2-1-1 y A-VII-8-4
 - 4.3. Acequia A-VII-8-3-VII-9
5. Acequia A-II-1-2-1-1
 - 5.1. Planta general
 - 5.2. Planta y perfil longitudinal
6. Acequia A-IV-5
 - 6.1. Planta general
 - 6.2. Planta y perfil longitudinal
7. Acequia A-V-2
 - 7.1. Planta general
 - 7.2. Planta y perfil longitudinal
8. Acequia A-VII-8-4
 - 8.1. Planta general
 - 8.2. Planta y perfil longitudinal
9. Acequia A-VII-8-3-VII-9
 - 9.1. Planta general
 - 9.2. Planta y perfil longitudinal
10. Desagües tipo
11. Ventosas Tipo
12. Anclajes Tipo
13. Tomas en parcela
14. Zanjas tipo
15. Servicios afectados
 - 15.1. Acequia A-II-1-2-1-1
 - 15.2. Acequia A-IV-5
 - 15.3. Acequia A-V-2
 - 15.4. Acequia A-VII-8-4
 - 15.5. Acequia A-VII-8-3-VII-9

15.6. Detalles

16. Vías pecuarias

16.1. Acequia A-II-1-2-1-1

16.2. Acequia A-IV-5

16.3. Acequia A-V-2

16.4. Acequia A-VII-8-4

16.5. Acequia A-VII-8-3-VII-9

17. Red Natura 2000

- **DOCUMENTO Nº III. PLIEGO DE CONDICIONES**
- **DOCUMENTO Nº IV. MEDICIONES Y PRESUPUESTOS**
 - Mediciones
 - Cuadro de precios nº 1
 - Cuadro de precios nº 2
 - Presupuestos parciales
 - Resumen del presupuesto

13. DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA

En cumplimiento de lo establecido en el Artículo 125 del Reglamento General de la Ley de Contratos de la Administración Públicas R.D. 1.098/2.001, se hace constar que este Proyecto se refiere a una OBRA COMPLETA, ya que comprende todos los elementos precisos para el correcto funcionamiento y utilización de la misma y, es susceptible de ser puesta en servicio independientemente de cualquier otra sin perjuicio de ulteriores ampliaciones de que posteriormente pueda ser objeto del presente Proyecto.

14. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

A continuación, se presenta el presupuesto para conocimiento de la administración del “**PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y MEJORA DE LA EFICIENCIA HÍDRICA EN LA COMUNIDAD DE REGANTES DEL BAJO GUADALQUIVIR (SEVILLA)**”.

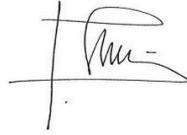
| CAPÍTULO | RESUMEN | EUROS | % |
|----------|---|---------------------|---------------|
| CB01 | Acequia A-II-1-2-1 | 887.591,68 | 17,04 |
| CB02 | Acequia A-IV-5 | 705.966,09 | 13,55 |
| CB03 | Acequia A-V-2 | 369.156,43 | 7,09 |
| CB04 | Acequia A-VII-8-4 | 1.467.047,66 | 28,16 |
| CB05 | Acequia A-VII-8-3 y A-VII-9 | 1.244.720,14 | 23,89 |
| CB06 | Medidas ambientales | 74.335,69 | 1,43 |
| CB07 | Publicidad información PRTR | 3.394,88 | 0,07 |
| CB08 | Servicios afectados | 288.120,52 | 5,53 |
| CB09 | Control de calidad | 60.000,00 | 1,15 |
| CB10 | Seguridad y salud | 75.577,03 | 1,45 |
| CB11 | Gestión de residuos | 33.584,45 | 0,64 |
| | PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL | 5.209.494,57 | 100,00 |
| | 13,00 % Gastos generales | 677.234,29 | |
| | 6,00 % Beneficio industrial | 312.569,67 | |
| | SUMA DE G.G. y B.I. | 989.803,96 | |
| | PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA | 6.199.298,53 | |
| | 21,00 % I.V.A. | 1.301.852,69 | |
| | PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN | 7.501.151,22 | |

El presupuesto de ejecución material asciende a **CINCO MILLONES DOSCIENTOS NUEVE MIL CUATROCIENTOS NOVENTA Y CUATRO EUROS Y CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS (5.209.494,57 €)**.

El presupuesto base de licitación asciende a la cantidad **SIETE MILLONES QUINIENTOS UN MIL CIENTO CINCUENTA Y UN EUROS CON SETENTA CÉNTIMOS (7.501.151,22 €)**.

Sevilla, marzo de 2025

Firmado: Joaquín Sánchez Mancha



Ingeniero Agrónomo
Colegiado número 2.057
COIAA