



Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).

Documento nº 1: Memoria y Anejos

Memoria

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR



Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).

Memoria descriptiva

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).

Índice

1.	Introducción.....	1	5.2.2.	Estación de bombeo (EB1) de llenado de las balsas.....	14
2.	Objeto.....	1	5.2.3.	Elementos de conexión entre balsas y estaciones de bombeo.....	16
3.	Antecedentes.....	2	5.2.4.	Colectores.....	16
3.1.	Términos Municipales.....	2	5.2.5.	Arquetas de válvula de mariposa.....	16
3.2.	Sistema de riego Actual.....	2	5.2.6.	Balsa.....	17
3.3.	Modernización 2005-2008.....	2	5.2.7.	Estación de bombeo principal.....	20
3.4.	Superficie regable, definición de sectores y unidades de riego.....	2	5.2.8.	Estación de filtrado.....	27
4.	Beneficios derivados de la ejecución de las obras.....	3	6.	Descripción de las obras. Solución adoptada.....	28
5.	Situación actual.....	4	6.1.	Sector Belmonte.....	28
5.1.	Sector Belmonte.....	4	6.1.1.	Captaciones.....	28
5.1.1.	Captaciones.....	4	6.1.2.	Estación de bombeo de llenado de balsas EB1.....	31
5.1.2.	Estación de bombeo de llenado de balsas EB1.....	5	6.1.3.	Elementos de interconexión entre las estaciones de bombeo y las balsas.....	32
5.1.3.	Elementos de conexión entre las estaciones de bombeo y las balsas.....	6	6.1.4.	Balsa de decantación y Regulación.....	33
5.1.4.	Balsa.....	7	6.1.5.	Estación de bombeo a red de riego.....	36
5.1.5.	Estación de bombeo a la red de riego.....	8	6.1.6.	Estación de Filtrado a red de riego.....	37
5.1.6.	Instalaciones eléctricas.....	13	6.1.7.	Nuevo Centro de control.....	38
	La instalación eléctrica, no se encuentra ejecutada en su totalidad, tampoco la línea de suministros desde la SE de los Palacios.....	13	6.1.8.	Actuaciones complementarias.....	38
5.1.7.	Estación de filtrado.....	13	6.2.	Sector Alcantarillas.....	38
5.1.8.	Actuaciones complementarias.....	13	6.2.1.	Captaciones.....	38
5.2.	Sector Alcantarillas.....	13	6.2.2.	Captación en Acequia A-VII-11 (Existente).....	39
5.2.1.	Captaciones.....	14	6.2.3.	Nueva captación directa en el Canal del Bajo Guadalquivir.....	39
			6.2.4.	Estación de bombeo de llenado de balsas EB1.....	40
			6.2.5.	Elementos de interconexión entre las estaciones de bombeo y las balsas.....	40

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).

6.2.6.	Balsa de decantación y Regulación	42	9.	Propuesta de clasificación de Balsas.....	55
6.2.7.	Estación de bombeo a red de riego.....	44	9.1.	Balsa Belmonte	55
6.2.8.	Estación de Filtrado a red de riego	45	9.1.1.	Estimación de daños. Criterios de evaluación.....	55
6.2.9.	Actuaciones complementarias.....	46	9.1.2.	Modelo hidráulico 2d, escenario de rotura con avenida, con embalse a su nivel de coronación.....	56
7.	Topografía y replanteo	46	9.1.3.	Análisis por tipo de daño.....	57
7.1.	Memoria de los trabajos topográficos.....	46	9.1.4.	Conclusiones.....	58
7.1.1.	Trabajo de campo.....	46	9.2.	Balsa Alcantarillas	58
7.1.2.	Trabajo de Gabinete: Descripción de los cálculos, sistema de coordenadas utilizado, y listado de coordenadas.....	47	9.2.1.	Estimación de daños. Criterios de evaluación.....	58
8.	Geología y geotecnia	47	9.2.2.	Análisis por tipo de daño.....	61
8.1.	Balsa Sector Belmonte.....	47	9.2.3.	Conclusiones.....	61
8.1.1.	Introducción.....	47	10.	Cálculos hidráulicos	61
8.1.2.	Reconocimientos geotécnicos.....	48	10.1.	Sector Belmonte:.....	62
8.1.3.	Caracterización geotécnica.....	48	10.1.1.	Captaciones.....	62
8.1.4.	Condiciones de ejecución del recrecido de las balsas	49	10.1.2.	Estación de bombeo de llenado de balsas en sector Belmonte	65
8.1.5.	Cálculos de estabilidad balsa Belmonte.....	50	10.1.3.	Estación de bombeo a red de riego del sector Belmonte y estación de filtrado ...	66
8.1.6.	Análisis de integridad.....	51	10.1.4.	Cálculos hidráulicos de la balsa	67
8.2.	Balsa Sector Alcantarillas.....	52	10.2.	Sector Alcantarillas:.....	67
8.2.1.	Introducción.....	52	11.	Cálculos mecánicos y estructurales	67
8.2.2.	Reconocimientos geotécnicos.....	52	11.1.	Sector Belmonte:.....	67
8.2.3.	Caracterización geotécnica.....	53	11.1.1.	Cálculos mecánicos en nuevas conducciones.....	67
8.2.4.	Cálculos de estabilidad	53	11.1.2.	Flotación de conducciones.....	68
8.2.5.	Análisis de integridad.....	55	11.2.	Sector Alcantarillas.....	69

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).

11.2.1.	Cálculos mecánicos en nuevas conducciones.....	69	22.	Revisión de precios	75
11.2.2.	Flotación de tubos de acero	69	23.	Presupuesto para conocimiento de la Administración	75
11.3.	Cálculos estructurales.....	70	24.	Documentos que integran el proyecto	75
12.	Automatización y control	71	25.	Declaración de obra completa. Cumplimiento del Art. 13 de la Ley 9/2017 y del Art. 125 del R.D. 1098/2001.....	76
12.1.	Características generales del sistema	71	26.	Conclusión.....	76
12.1.1.	Sistema jerarquizado.....	71			
12.1.2.	Inteligencia distribuida.....	71			
12.1.3.	Sistema modular y escalable.....	71			
13.	Línea eléctrica de media tensión	71			
13.1.	Línea Belmonte	72			
13.1.1.	Características generales de la línea Belmonte	72			
13.2.	Línea Alcantarillas	72			
13.2.1.	Características generales de la línea Alcantarillas.....	73			
14.	Diseño en Baja	73			
15.	Coordinación con organismos y servicios afectados.....	73			
16.	Expropiaciones	73			
17.	Gestion de residuos	74			
18.	Estudio de Seguridad y Salud	74			
19.	Justificación de precios	74			
20.	Clasificación del contratista y procedimiento de adjudicación.	74			
21.	Plazo de ejecución y garantía de las obras.....	75			

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).

1. Introducción

La presente Memoria del “Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de la balsa del Sector Alcantarillas y Belmonte, plantas fotovoltaicas para autoconsumo y línea eléctrica asociada” pretende definir las actuaciones necesarias para conseguir la finalización y adecuación de las obras correspondientes al proyecto de Modernización que acometió la Comunidad de Regantes en el año 2005, correspondientes a los Sectores de riego Belmonte y Alcantarillas.

Dichas obras de modernización, fueron adjudicadas a la UTE Befesa – Alpi en el año 2005 y tras tres años de ejecución y diversos problemas durante la ejecución de las obras, se rescindió el contrato de construcción en el año 2008 por parte de la comunidad de Regantes, quedando las obras en un estado de ejecución inconcluso y con otras partes de la obra ya ejecutadas, con patologías de diversa índole, generándose un importante agravio para los regantes y usuarios de la Comunidad de Regantes Marismas del Guadalquivir.

2. Objeto

El objeto del presente proyecto, es definir las obras necesarias para la puesta en servicio de los siguientes elementos del sistema de captación y riego de los sectores Belmonte y Alcantarillas, conforme a la siguiente descripción de componentes principales para cada Sector:

Sector de Riego Belmonte:

- Sistema de captaciones desde los canales de riego de la comunidad
 - Captación en canal CD-1, procedente del CBG
 - Captación en canal CD-2, procedente del CBG
 - Nueva Captación en CD2 en “Pico Gorrión”.
- Colectores de llenado de balsas desde captaciones a balsas
- Bombeo de llenado de balsa EB1
- Colectores de interconexión del sistema de llenado de balsas
- Balsas de decantación y regulación en sector Belmonte
- Línea eléctrica de media tensión desde la Subestación de los Palacios
- Diseño eléctrico en baja tensión
- Sistema de telemando y telecontrol de captaciones, estación de bombeo de llenado y balsa de Regulación y decantación.
- Estación de bombeo a red de riego.

- Estación de filtrado a red de riego.
- Centro de control.
- Sistema de telemando y telecontrol de todo el sistema
- Instalaciones auxiliares asociadas.

Sector de Riego Alcantarillas:

- Sistema de captaciones desde los canales de riego de la comunidad
 - Captación en el Canal del Bajo Guadalquivir
 - Nueva Captación en el Canal del Bajo Guadalquivir
- Colectores de llenado de balsas desde captaciones a balsas
- Bombeo de llenado de balsas EB1
- Colectores de interconexión del sistema de llenado de balsas
- Balsas de decantación y regulación
- Línea eléctrica de media tensión desde la Subestación de los Palacios
- Diseño eléctrico en baja tensión
- Estación de bombeo a red de riego.
- Estación de filtrado a red de riego.
- Sistema de telemando y telecontrol de todo el sistema
- Instalaciones auxiliares asociadas

Para que el sistema de distribución y riego a la zona regable de cada sector sea completamente operativo, es necesario completar la ejecución de los siguientes componentes del sistema de riego adicionales y que también quedaron parcialmente ejecutados en las obras de modernización 2005-2008 y que serán objeto de proyectos independientes, quedando fuera del alcance del presente proyecto:

Proyectos de redes redactados por SEIASA-TRAGSA

- Red de riego primaria, secundaria y terciaria
- Casetas de hidrantes
- Sistema de automatización y control de la red de riego.

Además de las obras antes definidas para los sectores Belmonte y Alcantarillas, dentro de la Comunidad de Regantes Marismas del Guadalquivir, también se integra el sector Palmillas, con un grado de avance menor al que presentan en la actualidad los sectores Belmonte y

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).

Alcantarillas, habiéndose ejecutado parcialmente las redes de riego, pero sin estar ejecutada la balsa de Regulación ni las estaciones de bombeo ni distribución.

Estas actuaciones correspondientes al sector Palmillas, también serán objeto de proyectos independientes.

3. Antecedentes

3.1. Términos Municipales

La Comunidad de Regantes de las Marismas del Guadalquivir (CRMG). Está enclavada en los términos municipales de Dos Hermanas, Utrera, Las Cabezas de San Juan y Los Palacios y Villafranca; abarcando los siguientes núcleos de población: Pinzón, El Trobal, Chapatales, Veta Herrado, San Leandro, Marismillas, Trajano y parte de Maribáñez.

3.2. Sistema de riego Actual

El sistema de riego actual se basa en una red de acequias en gravedad por canales abiertos de hormigón armado y fibrocemento con más de 50 años de antigüedad que presentan frecuentes roturas con un coste de mantenimiento anual de 1 millón de euros para la Comunidad de Regantes y una eficiencia de riego muy baja que genera grandes pérdidas de agua en el sistema de reparto por el riego a manta de los cultivos, además de ser un sistema muy rígido al estar limitados a la campaña de riego de Mayo a Septiembre, sin contar con regulación de ningún tipo salvo la escasa capacidad que aporta la red de canales actual.

La regulación de la red de suministro se realiza de forma manual por el personal de explotación, en base a la experiencia. Esta forma de explotación, lleva implícita la necesidad de un elevado número de operarios, que ocasiona unos elevados costes de explotación que son soportados por la Comunidad de Regantes.

3.3. Modernización 2005-2008

Para mejorar las infraestructuras de riego, aumentar la variedad de cultivos (hortícolas principalmente) y poder disponer de capacidad de regulación en invierno, en el año 2005 se licitaron las obras de modernización de la Comunidad, contemplándose para cada sector, un sistema de captaciones desde la red de canales actual en cada sector, una balsa de almacenamiento (decantación + regulación), estaciones de bombeo de llenado de balsas y de distribución a la red de riego y una red de riego constituida por una red de tuberías primaria, secundaria y terciaria de más de 637 km de longitud diseñada en acero y PVC.

Las obras fueron adjudicadas a la UTE Befesa - Alpi en 2005 y tras 3 años de obra y diversos problemas, se rescindió el contrato con la UTE por parte de la CCRR Marismas, quedándose las obras de modernización incompletas.

Ante la situación creada y con unas obras incompletas, es objetivo primordial de la comunidad, completar dichas obras para contar con las ventajas que presenta la misma en diferentes aspectos ya descritos tal y como se justifica en el siguiente apartado.

Es importante destacar la relación de documentos técnicos existente que sirvieron para la ejecución de las obras y que cronológicamente, fueron los siguientes:

- Proyecto de licitación, redactado por la Ingeniería Tharsis
- Documento Técnico Complementario. Oferta de licitación adjudicataria de la UTE Befesa - Alpi.
- Proyecto de construcción de la UTE Befesa - Alpi.
- Proyecto Complementario, redactado por la ingeniera Wats

De los documentos descritos, las obras realmente ejecutadas en campo corresponden al proyecto de construcción de Befesa, siendo importante indicar que se han encontrado ligeras diferencias en obra respecto a los planos del citado proyecto.

3.4. Superficie regable, definición de sectores y unidades de riego

Tiene una superficie de 12.836 Ha., con parcelas de 10-12 Ha., de superficie media. Dispone de 9 estaciones de bombeo de desagüe con una capacidad total de 13.000 l/s. Los proyectos de modernización previos ya redactados, divide la totalidad de la superficie regable en tres sectores de riego principales:

- Superficie Total Sector Belmonte= 5.239,75 has
- Superficie Total Sector las Alcantarillas = 3.924,28 has
- Superficie Total Sector Palmilla = 2.884,66 has

Los límites exteriores de dichos Sectores fueron definidos sobre cartografía por la Comunidad de Regantes debido al perfecto conocimiento de su Zona Regable.

Igualmente fueron definidas, dentro de cada uno de los Sectores de Riego, cuáles son las zonas o superficies que no son regables, quedando recogidas e identificadas perfectamente en los planos del Proyecto.

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).

Para la definición de las Unidades de Riego incluidas en los Sectores, en los proyectos previos existentes relativos a la modernización, se han seguido una serie de criterios fundamentales y que son los siguientes:

- Superficie máxima de Unidad de Riego = 25 has
- N° máximo de parcelas por Unidad de Riego = 5

Posteriormente, se han corregido estos criterios en el ánimo de satisfacer el interés, de la Comunidad de Regantes, de independizar los contadores en cada unidad de riego y, a su vez, hacerlos llegar a cada una de éstas por pequeña que esta sea.

Igualmente, se trató hemos tratado de limitar la máxima superficie de una U.R. en 15 has.

Otros criterios seguidos, fueron los siguientes:

- Agrupar parcelas del mismo socio dentro de la misma Unidad de Riego siempre y cuando sean adyacentes físicamente sin barreras naturales o artificiales.
- Utilizar los caminos o viales importantes como divisorias de Unidades de Riego, para posteriormente trazar ramales por ellos
- Parcelas mayores de 15 Has podrán formar, si ello es factible, más de una Unidad de Riego

Todos estos criterios se han seguido lo más fielmente posible constituyendo los casos en que no se cumplan, excepciones a la regla justificadas por diversos motivos, principalmente económicos y técnicos.

4. Beneficios derivados de la ejecución de las obras

El objetivo de las obras correspondientes al presente proyecto es dotar a la Zona Regable de una infraestructura que permita garantizar el servicio de forma flexible, cómoda y segura, con unas necesidades de personal inferiores a las actuales y posibilitando el mayor ahorro de agua posible.

Se garantiza el suministro correspondiente a una dotación de 1.2 litros por hectárea con una presión en boca de riego de 30 mca.

La calidad del agua será excelente al haber sufrido, antes de llegar a su destino, una doble depuración mediante decantación en balsa y paso por Estación de Filtrado a la salida de los bombeos de presurización dispuestos a la salida de cada balsa.

El volumen de agua embalsado garantiza un suministro de 5 días con consumo dotacional máximo y funcionamiento de 24 horas.

La Comunidad podrá facturar a cada uno de sus comuneros por agua realmente consumida. Los beneficios del proyecto se pueden dividir en cuatro grupos:

Recursos Humanos:

- Aumentar la confortabilidad y liberación de horarios equiparándolos a los de otros sectores productivos.
- La modernización y control del consumo de agua para cada agricultor conllevaría necesariamente la ampliación del personal, con los consiguientes costes repercutido en el precio del suministro (€/m³).

Sin necesidad de aumentar el personal actual de la Comunidad de Regantes y; por tanto, manteniendo los costes, se aumenta la confortabilidad y liberación de horarios para equipararlos a los de otros sectores productivos.

Mejora del Suministro:

- Mejor planificación del riego, suministrando las cantidades necesarias en el momento deseado.
- Garantizar la coherencia entre lo suministrado y lo facturado. Un riego automatizado, dotado de los correspondientes sistemas de control e imputación directa de los consumos a los usuarios, posibilita una gestión de la zona regable moderna, eficaz y de mayor justicia en el reparto de costes.
- Permitir la automatización completa en aquellas parcelas que tengan instalados sistemas de riego por goteo y/o aspersión fija o con pivotes.
- Permitir la monitorización de la calidad del agua, regando en los momentos más adecuados.
- Detección de averías.

Ahorro de Recursos Hídricos y Medioambientales:

- Garantizar que se desembalsen las cantidades que realmente se aprovechan, evitando pérdidas innecesarias de agua.
- Detección de fugas.
- Posibilitar, especialmente en el riego por goteo, la incorporación de los nutrientes mediante la fertirrigación, al conseguir una asimilación inmediata de estos, por la planta, con el consiguiente aumento de rendimiento y abaratamiento de la aplicación de estos nutrientes, además de una importante disminución de la cantidad de nutrientes minerales a utilizar, al aumentar espectacularmente la eficiencia de su incorporación a las raíces.
- Disminución de los nutrientes no utilizados por las plantas, que producen vía arrastre o percolación, contaminación de los acuíferos.

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).

- El ahorro fundamental de agua se producirá por una mejor utilización, debido a que cada agricultor pagará el consumo que realmente haya tenido. En la actualidad al no tener limitación de caudal, y regarse, fundamentalmente, con acequias, el vertido de agua a los desagües es habitual por regarse unos surcos a mayor velocidad que otros. El pago del agua por m³. utilizado provocará el cambio de sistema de riego actual a riego por goteo o aspersión con cobertura total, lo que redundará en un mayor ahorro de agua.

Ventajas Económicas:

- Como la modernización conlleva la discriminación horaria, cargando distintas tarifas eléctricas, según el momento del riego, los regantes utilizarán las horas en que las eléctricas sean más baratas, lo que unido a un menor consumo de agua, redundará en una disminución de los costes en concepto de energía eléctrica a pagar.

5. Situación actual

Dentro del anejo nº 5 Reportaje Fotográfico, se hace una recopilación pormenorizada del estado actual de las obras ya ejecutadas para cada sector, comprobándose el estado incompleto que presentan. En los siguientes epígrafes, se detallan los aspectos más destacables para cada sector, de las obras que son objeto del presente proyecto. El trabajo de verificación se ha realizado a partir de visitas de campo realizadas para comprobar el estado de las obras y a partir de ortofotos obtenidas mediante dron durante los trabajos topográficos realizados para el desarrollo del presente proyecto.

5.1. Sector Belmonte

5.1.1. Captaciones

5.1.1.1. Captación CD-1

5.1.1.1.1. Obra de toma en canal CD-1

La obra de toma del canal CD-1 no se encuentra ejecutada.



Figura 1. Vista general del estado actual de la zona de ubicación de la obra de toma en CD-1

5.1.1.1.2. Colector de llenado desde CD-1

El colector de llenado desde el CD-1, debe cruzar el arroyo salado de Morón. El trazado propuesto presenta diferentes excavaciones puntuales de dimensiones importantes asociados posiblemente a los puntos de implantación de la obra de descarga de la balsa de regulación que había prevista en los proyectos previos.

A los efectos del presente proyecto, se ha considerado que este tramo correspondiente al arroyo Salado de Morón no se encuentra ejecutado, considerando una tubería de hormigón de DN 2000 que debe pasar por el cauce de aguas bajas de este arroyo.

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).



Figura 2. Vista general del estado actual del tramo ejecutado del colector de llenado desde CD-1

Entre las arquetas “B” y “C”, el colector de captación se encuentra ejecutado, sin embargo, en el tramo previo a la arqueta de reunión previa a la Estación de bombeo, tampoco se encuentra ejecutado.

Este colector cuenta con un total de 3 arquetas denominadas “A”, “B” y “C”. Todas las arquetas de registro mencionadas, se encuentran ejecutadas en cuanto a la obra civil se refiere, si bien no presentan tapas o tramex para permitir su ventilación, ni pates interiores que permitan su acceso al interior para realizar tareas de mantenimiento.

5.1.1.2. Captación CD-2

5.1.1.2.1. Obra de toma en CD-2

La obra de toma en el canal de derivación en CD-2 se encuentra actualmente ejecutada. Esta obra en cuestión se caracteriza por estar ubicada tras el sifón existente en el canal CD-2 y está constituida por una arqueta anexa al canal a través de la cual, y mediante una compuerta de

seccionamiento, poder derivar caudal desde el propio canal hacia el sistema de colectores y arquetas que conectan a esta obra de toma con la EB de llenado de las balsas.



Figura 3. Vista general del estado actual de la obra de toma en CD-2

5.1.1.2.2. Colector de llenado desde CD-2

El colector de llenado desde el CD-2, se encuentra parcialmente ejecutado, salvo en un tramo de 23 m entre el PK 0+417.79 y el PK 0+440.59 (entre las arquetas “B” y “C”) desde la obra de captación en DN 1500 que tendrá que ser ejecutado.

El colector de llenado presenta también 3 arquetas “A” “B” y “C”, encontrándose las mismas ya ejecutadas en relación a la obra civil, pero ninguna de ellas presenta tapas de registro ni pates de acceso al interior.

5.1.2. Estación de bombeo de llenado de balsas EB1

La estación de bombeo (EB) para el llenado de la Balsa de Regulación se encuentra ejecutada en la actualidad conforme al proyecto de Befesa. En el interior de esta, se encuentran ejecutados recintos de hormigón armado que integran el diseño de la EB.

Por tanto, la EB de llenado se compone de los siguientes elementos:

- Arqueta de reunión de caudales. CD-1 y CD-2.

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).

- Arqueta decantadora de arenas.
- Arqueta de acumulación agua de filtrado.
- Cántara.
- Arquetas de conexión con las balsas.
 - Arqueta de impulsión de la EB de llenado.
 - Arqueta de desagüe a la EB de llenado.

Actualmente, se encuentra ejecutada en su totalidad la obra civil asociada a la estación de bombeo, así como parte de los equipos e instalaciones necesarios para el correcto funcionamiento de esta, salvo la cubrición de los colectores de interconexión para el llenado de la balsa de decantación.



Figura 4. Vista general del estado actual de la estación de bombeo de llenado de las balsas (4)

En cuanto a la arqueta de reunión de caudales, se puede apreciar cómo se encuentran ejecutados los emboquilles que permiten la conexión de esta con los colectores de llenado procedentes de las captaciones en CD-1 y CD-2, respectivamente.

Así mismo, esta dispone de los dos emboquilles y los correspondientes tubos de hormigón armado a través de los cuales se conecta la arqueta en cuestión con la arqueta decantadora de arenas.

En la arqueta decantadora de arenas, en la actualidad, se encuentra ejecutada la estructura porticada necesaria para la instalación de la cuchara bivalva prevista para el izado de los sedimentos que lleguen a la esta arqueta, procedentes de las captaciones.

Dicha estructura porticada también está dispuesta sobre la arqueta de acumulación de agua de filtrado.

5.1.3. Elementos de conexión entre las estaciones de bombeo y las balsas

La conexión de las balsas entre sí, y de estas con las estaciones de bombeo, tanto de llenado como de riego, se lleva a cabo mediante un conjunto de colectores y arquetas de válvulas, cuyo estado actual se describe a continuación.

5.1.3.1. Colectores

La conexión de las balsas y las estaciones de bombeo, respectivamente, se proyecta mediante la instalación de:

- Dos colectores que conectan la Balsa de Decantación con la estación de bombeo de llenado de las balsas.
- Un colector que conecta a los dos anteriores con la Balsa de Regulación.
- Un colector que conecta a la Balsa de Regulación con la estación de bombeo de riego.



Figura 5. Vista general del estado actual de los colectores de conexión

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).

Estos colectores se caracterizan por estar proyectados mediante tubos de acero que se disponen embebidos en un dado de hormigón armado, el cual sirve tanto de protección del tubo como para atravesar el cuerpo de las balsas.

En las visitas a campo realizadas, así como a través de la visualización de ortofotos, se ha podido comprobar que el sistema de colectores mencionado se encuentra ejecutado prácticamente en su totalidad, a falta del tramo que conecta con la arqueta de desagüe a la EB de llenado, donde el tubo de acero se encuentra al descubierto y no protegido por el hormigón armado.

Estos colectores presentan un buen estado de conservación, tanto del tubo de acero como del hormigón que los envuelve, incluso observándose las esperas de la armadura de acero en el dado de hormigón para el tramo mencionado pendiente de ejecución.

En el anejo nº 5.- Reportaje Fotográfico, se hace una descripción exhaustiva del estado de cada una de las arquetas previstas.

5.1.4. Balsa

La balsa de regulación esta formadas por dos vasos independientes de regulación y decantación, separados por un dique común.

5.1.4.1. Balsa de decantación

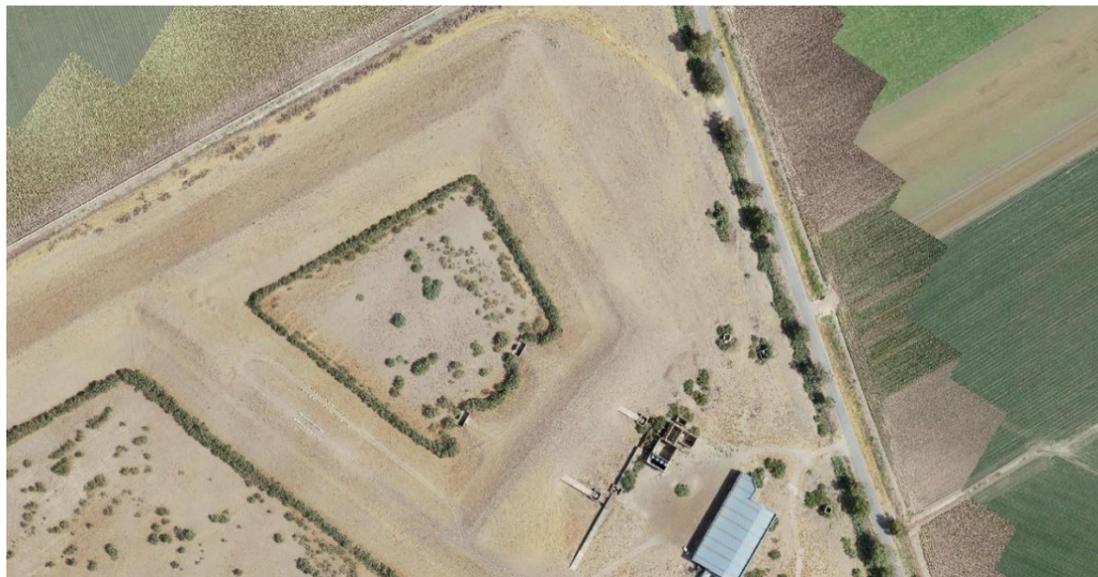


Figura 6. Vista general del estado actual de la Balsa de Decantación

En su estado actual, la balsa no tiene ejecutado los siguientes elementos:

- Aliviadero
- Canal de conexión entre balsas

En cuanto a altura de diques y tras los trabajos topográficos de campo realizados, se ha comprobado que los diques se encuentran coronados a la cota 11 msnm, siendo la cota final del proyecto de construcción la 12.25 msnm.

Tampoco se encuentra ejecutado el camino de coronación para la circulación de vehículos ni una rampa de acceso al interior para mantenimiento de las balsas.

Respecto a los órganos de desagüe los mismo nos están ejecutados conforme al proyecto constructivo, cuya solución consistirá en verter el agua de la balsa en el colector de llenado en gravedad, procedente de la captación en el canal CD-1.

Esta solución definida en planos, no llego a ejecutarse ya que implica que las arquetas en ángulo de las captaciones entren en carga.

Otro aspecto importante a considerar, es la cota de la obra de toma de la balsa de regulación para impulsión a la red de riego, la cual no permite aprovechar toda la carrera de la balsa, dejando sin aprovechar un volumen muerto de agua en la balsa muy importante. La rasante hidráulica de la conducción, se encuentra a la cota 4.37 msnm y la cota de la clave a la cota 6.37 msnm, estando el fondo de la balsa a la cota 3 msnm.

De igual, otro aspecto observado, es la cota del desagüe de fondo de la balsa de regulación, situándose a la cota 4.43 msnm, lo que tampoco permite el vaciado por completo de la balsa, debiéndose apoyar en el bombeo de impulsión a red para conseguir el vaciado completo de la balsa, si bien esto tampoco se conseguiría a la vista de la cota que tiene el colector de aspiración del bombeo.

Otro de los trabajos realizados para la inspección de la balsa, ha sido la inspección de todos los colectores de entrega y toma en la balsa para comprobar su estado.

En la inspección realizada, se ha comprobado el mal estado en el que se encuentran las soldaduras realizadas.

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).



Figura 7. Vista general del estado actual de la Balsa de Decantación

Es destacable que el colector de conexión entre balsas de la balsa de decantación, se ha ejecutado mediante un colector de hormigón armado, a diferencia del resto de colectores que atraviesan los diques de las dos balsas que fueron ejecutados mediante tubería de acero helicosoldado.

Es importante destacar, que este colector presenta una rotura franca de uno de los anillos, encontrándose la misma a 10 m de la obra de arqueta de corte exterior a la balsa, rotura producida, posiblemente, al asiento generado por la altura de tierras del dique de cierre.



Figura 8. Vista del colector de hormigón armado roto en colector de conexión entre balsas

5.1.4.2. Balsa de regulación

En cuanto al cuerpo de la balsa, al igual que la Balsa de Decantación, este se caracteriza por estar constituido por materiales sueltos sobre los que, por el paso del tiempo, se ha producido la aparición de vegetación arbustiva.

Es necesario llevar a cabo un reacondicionamiento del vaso de la balsa, en especial del fondo de esta, donde actualmente hay una alta presencia de vegetación arbustiva, incluso árboles, para lo cual deberán realizarse operaciones de despeje y desbroce en taludes y fondo de la balsa.

En las imágenes del reportaje fotográfico realizado, se puede comprobar como el canal de descarga asociado a este no están ejecutados en la actualidad.

Así mismo, las imágenes muestran como si está ejecutado parcialmente el camino de coronación, el cual deberá ser reacondicionado para su puesta en funcionamiento mediante operaciones de terminación y refino.

Sin embargo, no se observa la existencia de un camino que permita el acceso al interior de la balsa como es el caso de la Balsa de Decantación.

5.1.5. Estación de bombeo a la red de riego

La estación de bombeo a la red de riego, en la actualidad se encuentra ejecutada parcialmente si bien, presenta varios desperfectos que requieren ser tratados para la adecuación de la instalación de riego. Las principales patologías identificadas, son las siguientes:

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).

5.1.5.1. Cerramiento exterior y cubierta:

En cuanto a la cubierta, la misma se encuentra en buen estado, siendo necesario la adecuación de las bajantes que recogen las pluviales de la cubierta, que no se encuentra ejecutadas al 100% y se meten dentro de la nave en la actualidad. Gracias a los trabajos de campo realizado y fotos aéreas consultadas, se ha observado que la cubierta no cuenta con claraboyas ni extractores de ventilación que si contemplaban el proyecto de Befesa, lo que implica que estos elementos tendrán que instalarse conforme a los requerimientos indicados en las memorias de cálculo y planos.

En cuanto al cerramiento exterior, se ha comprobado que las ventanas y las rejillas de ventilación inferiores dispuestas a lo largo de la nave, han sido tapiadas mediante chapa de acero y los accesos previstos al interior del edificio en la zona de alojamiento de los transformadores, han sido tapiados con fábrica de ladrillo, siendo necesaria la reposición de las puertas de acceso a los cuatros de los transformadores y a la reposición de resto de elementos conforme a la definición incluida en el documento nº2 planos.

Además de la reposición de los elementos en mal estado, es necesario el pintado de la totalidad de la fachada para darle un acabado homogéneo a todo el cerramiento, teniendo en cuenta la existencia de pintadas o grafitis en ciertas partes del edificio.



Fotografía 1: Vista lateral norte del edificio de la estación de bombeo

El cerramiento perimetral está formado por paneles de hormigón prefabricados, encontrándose totalmente partidos en algunos casos o sustituidos directamente por una tapia de bloques de hormigón prefabricados



Fotografía 2: Vista exterior del estado de la fachada norte del edificio. Se observa el cerramiento de uno de los paños mediante bloques de hormigón prefabricados en lugar de los paneles prefabricados originales.



Fotografía 3: Acceso al edificio de bombeo en el lateral de ubicación del foso de bombas

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).

5.1.5.2. Foso de bombeo

El foso de bombeo, desde la finalización parcial de la obra en el año 2008 hasta la actualidad, presento filtraciones desde su inicio especialmente en época de lluvias llegando a quedar el foso totalmente inundado, quedando inundados los equipos electromecánicos instalados (bombas, motores, válvulas de corte y resto de calderería).

Por este motivo, es necesario realizar tareas de impermeabilización del foso de bombeo, conforme al tratamiento y procedimiento definido en el presente proyecto, teniendo en cuenta que el tratamiento a aplicar, soportará presiones negativas del agua al tener que aplicarse por la cara interior del foso.



Fotografía 4: Fotos el foso de bombeo para alojamiento de bombas de impulsión a red de riego inundadas.



Fotografía 5: Fotos el foso de bombeo en su estado actual, con los equipos electromecánicos de la cadena de grupo de cada bomba desmontada (bombas, motores y valvulería) para su inspección y adecuación por taller especializado.

Tras la revisión e inspección de los equipos electromecánicos en taller especializado, se procederá al montaje de equipos y valvulería desmontada.

5.1.5.3. Estructura metálica

Tras las visitas de campo efectuadas, se ha comprobado que se han cortado las diagonales de las cruces de San Andrés que tenía la estructura original para el arriostramiento lateral de la nave, habiendo cortado con radial estos elementos debido a actos de vandalismo pasados.

Estos elementos pertenecientes a la estructura se tendrán que volver a instalar antes de poner en carga los pórticos que conforman la nave de la estación de bombeo, especialmente antes de poner en marcha el puente grúa de la estación de bombeo para el izado de los grupos motor-bomba.

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).



Fotografía 6: Foto del estado actual de la estructura metálica de la nave de la estación de bombeo. Se indican los cortes realizados a la estructura original de la nave.

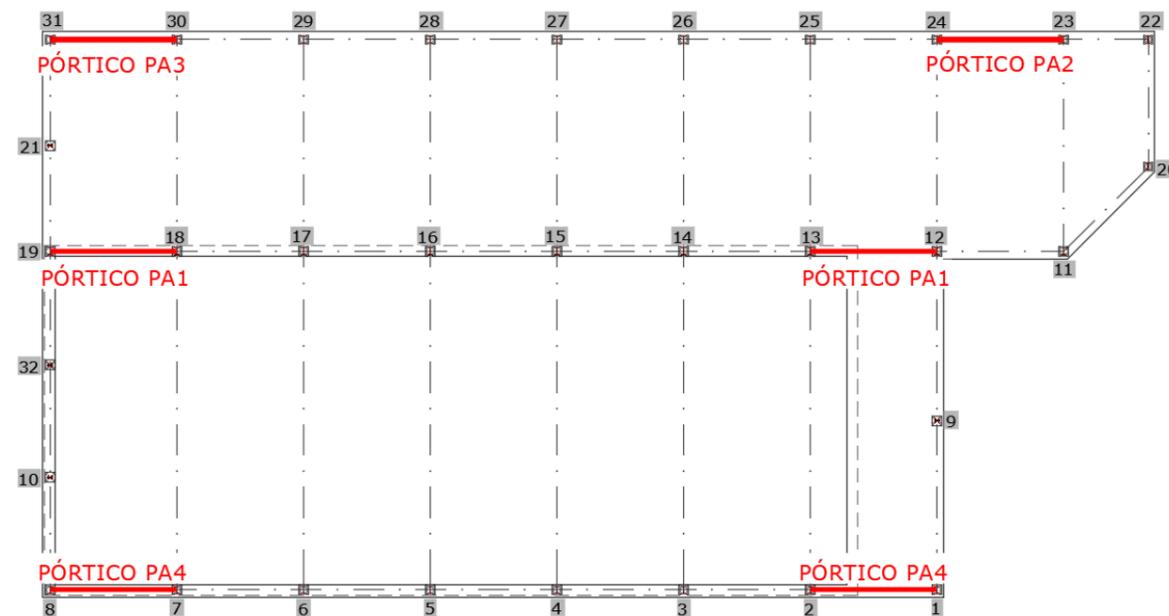


Ilustración 1: Pórticos de la estructura metálica que no cuentan con las cruces de San Andres. Elementos a reponer.

5.1.5.4. Equipos electromecánicos

Los equipos electromecánicos principales de la estación de bombeo en su estado actual, han sido desmontados y llevados a un taller especializado para su revisión y puesta en servicio, en concreto los motores y las bombas de impulsión Marelli.

Además de estos elementos, la Comunidad de regantes cuenta con la valvulería de la cadena de impulsión individual de cada bomba (válvulas de corte aguas arriba y aguas abajo y válvula de retención) que tendrán que volver a ser instalados, una vez estén montadas las bombas en las bancadas de apoyo. Además de estos elementos, la estación de bombeo cuenta con los siguientes equipos de protección y maniobra.

- *Calderines antiarriete horizontales:* Son calderines horizontales de 20 m³ sin membrana. En la actualidad los calderines están instalados, si bien las conducciones de conexión con el colector de impulsión general contra el que impulsan las bombas esta sin conectar, siendo necesario la revisión del estado interior del calderín, limpieza, granallado y pintura interior e instalación de tuberías de compresión. Respecto al compresor, el mismo no se encuentra instalados y el mismo deberá incorporarse y conectarse al sistema de protección antiarriete.



Fotografía 7: Foto del estado actual de la estructura metálica de la nave de la estación de bombeo. Se indican los cortes realizados a la estructura original de la nave.

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).

- Puente Grúa: la nave de la estación de bombeo cuenta con un puente grúa fabricado por la empresa GH, con una capacidad de izado nominal de 5 T, con una luz de 15.25 m. En la inspección realizada, se observa la necesidad de instalación de los siguientes elementos:
 - Los dos motores de desplazamiento longitudinal del puente grúa (incluyendo sus cajas reductoras).
 - Botonera de accionamiento.
 - Alimentación eléctrica al puente grúa.
 - En general todos los elementos auxiliares necesarios para el correcto funcionamiento del equipo.



Fotografía 8: Puente grúa existente en la nave de la estación de bombeo

Válvula de corte principal en colector de impulsión

La válvula de corte principal del colector general de impulsión de la estación de bombeo, está instalada, pero tal y como se observa en las imágenes que se muestran a continuación, es necesaria la instalación de ciertos pernos de sujeción que se encuentran sueltos, así como comprobar el par de apriete de los ya instalados



Fotografía 9: Válvula de corte principal del colector de impulsión.

Bomba de achique de foso de bombeo

El foso de bombeo de achique de la estación de bombeo a red de riego, tiene unas dimensiones en planta de 2.00 x 2.15 m y cuenta con un calado de 1 m de profundidad.

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).



Fotografía 10: Válvula de corte principal del colector de impulsión.

5.1.6. Instalaciones eléctricas

La instalación eléctrica, no se encuentra ejecutada en su totalidad, tampoco la línea de suministros desde la SE de los Palacios.

5.1.7. Estación de filtrado

La estación de filtrado se encuentra a la salida de la estación de bombeo para riego EB-2 y tiene por objeto filtrar el agua impulsada desde la estación, de forma que en la estación de filtrado se retengan todas aquellas partículas arrastradas por el agua y que pueden generar atascos en la red de riego.

La estación de filtrado se compone de:

- Colector de entrada DN 1.800 mm correspondiente al colector general de impulsión de la estación de bombeo.

- Colector de salida DN 1.800 mm hacia red de riego.
- Tubería de drenaje DN 350 mm.
- 40+2 módulos de filtrado ubicados al tresbolillo sobre el colector de entrada y conectados mediante distintas conducciones al colector de salida y drenaje. Se componen de tubuladuras DN 250 mm, elementos de valvulería, calderería, etc.
- Arqueta de hormigón armado que alberga elementos de valvulería principales de la estación de filtrado.

En la actualidad, todos los elementos instalados en el año 2008, han sido robados y parte de la calderería, ha sido cortada con radial.

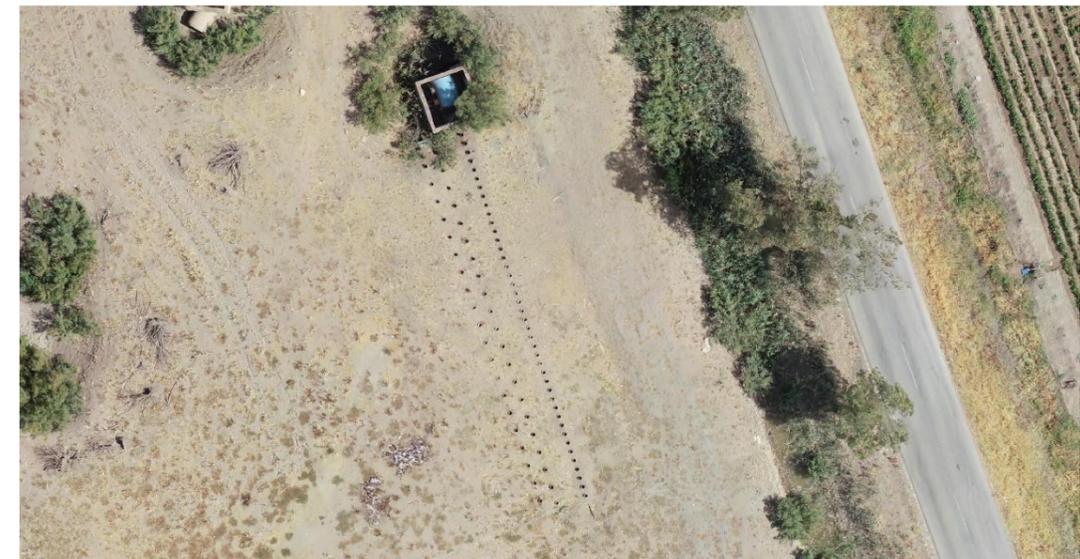


Imagen 1. Vista general de la estación de filtrado.

5.1.8. Actuaciones complementarias

Cerramiento el cerramiento de la balsa se encuentra incompleto, siendo necesario el vallado perimetral de las balsas

En la actualidad, la balsa cuenta con un solo acceso, estando previsto otro alternativo para la Nave del centro operativo, pendiente de ejecutar.

5.2. Sector Alcantarillas

En el anejo nº5.- Reportaje fotográfico, se hace una revisión a fondo de cada uno de los componentes que integra la comunidad. En los siguientes apartados se encuentra una descripción de los elementos más importantes.

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).

5.2.1. Captaciones

5.2.1.1. Captación en Acequia A-VII-11

En cuanto al sistema de captación proyectado desde la Acequia A-VII-11, este está basado en los proyectos originales de Befesa y se compone de los siguientes elementos:

- Una obra de captación en la acequia mencionada.
- Una serie de colectores a través de los cuales se conecta la obra de captación con la EB de llenado de las balsas y con la propia Balsa de Decantación.
- Un conjunto de arquetas intercaladas en el trazado de estos colectores.

En la actualidad, se encuentra ejecutado en su totalidad el sistema de captación mencionado. En el anejo nº5.- Reportaje Fotográfico, se incluye una descripción detallada de las obras.

5.2.2. Estación de bombeo (EB1) de llenado de las balsas.

La estación de bombeo (EB1) para el llenado de las balsas se encuentra ejecutada en la actualidad conforme al proyecto de Befesa. En el interior de esta, se encuentran ejecutados recintos de hormigón armado que integran el diseño de los distintos elementos que componen a la EB, los cuales son:

- Arqueta decantadora de arenas.
- Arqueta de acumulación agua de filtrado.
- Cántara.
- Arquetas de conexión con las balsas:
 - Arqueta V.M. 3.
 - Arqueta V.M. 4.

Actualmente, se encuentra ejecutada en su totalidad la obra civil asociada a la estación de bombeo, así como parte de los equipos e instalaciones necesarios para el correcto funcionamiento de esta.



Figura 9. Vista general del estado actual de la estación de bombeo de llenado de las balsas (1)

En las siguientes imágenes se puede apreciar como el estado de conservación de los muros que forman parte de los distintos elementos que componen la estación de bombeo están ejecutados en hormigón armado y se encuentran en buen estado de conservación.

En cuanto a la arqueta decantadora de arenas, en la actualidad, se encuentra ejecutada la estructura porticada necesaria para la instalación de la cuchara bivalva, no instalada, prevista para el izado de los sedimentos que lleguen a la esta arqueta, procedentes de las captaciones. Dicha estructura porticada también está dispuesta sobre la arqueta de acumulación de agua de filtrado.

En relación con la cántara, esta se encuentra dividida en dos recintos:

- El primer recinto, destinado a la recepción de los caudales procedentes de la arqueta decantadora y la aspiración de caudales por parte de los grupos de bombeo.
- El segundo recinto, que recibe los caudales bombeados y permite su impulsión hacia los colectores de llenado de las balsas.

En esta, se encuentran ejecutadas las camisas de acero previstas para el alojamiento de los grupos de bombeo verticales, necesarios para el llenado de la balsa, pero no las plataformas metálicas proyectada en esta para el trabajo en altura de los operarios.

Los equipos de bombeo también quedaron instalados en la fase de ejecución de las obras. Estos equipos han sido revisados por equipo especializado para su revisión, confirmándose la posibilidad de reutilización mediante la adecuación de los mismos en taller.

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).



Figura 10. Estado actual de la estación de bombeo (EB) de llenado de las balsas (1)

Por otra parte, la estación de bombeo dispone de dos arquetas anexas que permiten regular la conexión de esta con las balsas:

- Arqueta V.M. 3.
- Arqueta V.M. 4.

Respecto a estas arquetas, además de la obra civil, se encuentra ejecutada la tubería de acero que las conecta con el interior de la EB y con los colectores de llenado de las balsas, respectivamente. En estas, además, se encuentran instaladas las válvulas de mariposa motorizadas con sus correspondientes carretes de desmontaje, a través de las cuales se regula la apertura o cierre de las tuberías descritas, permitiendo así la conexión entre la EB y los colectores mencionados.

En el caso de la Arqueta V.M. 3, esta dispone de tapas desmontables a través de las cuales poder cerrar la arqueta, y de pates metálicos para permitir el acceso al interior de esta. Las imágenes del reportaje fotográfico muestran un alto grado de corrosión en la tornillería del carrete de desmontaje y la válvula de mariposa instalados en esta arqueta.



Figura 11. Estado actual de la Arqueta V.M. 3 (2)

En cuanto a la Arqueta V.M. 4, en la vista en planta se aprecian tapas desmontables de hormigón anexas a esta, destinadas a su cierre, así como pates metálicos para el acceso a su interior. A diferencia de la arqueta anterior, la válvula de mariposa y su correspondiente carrete de desmontaje presentan un buen estado de conservación.

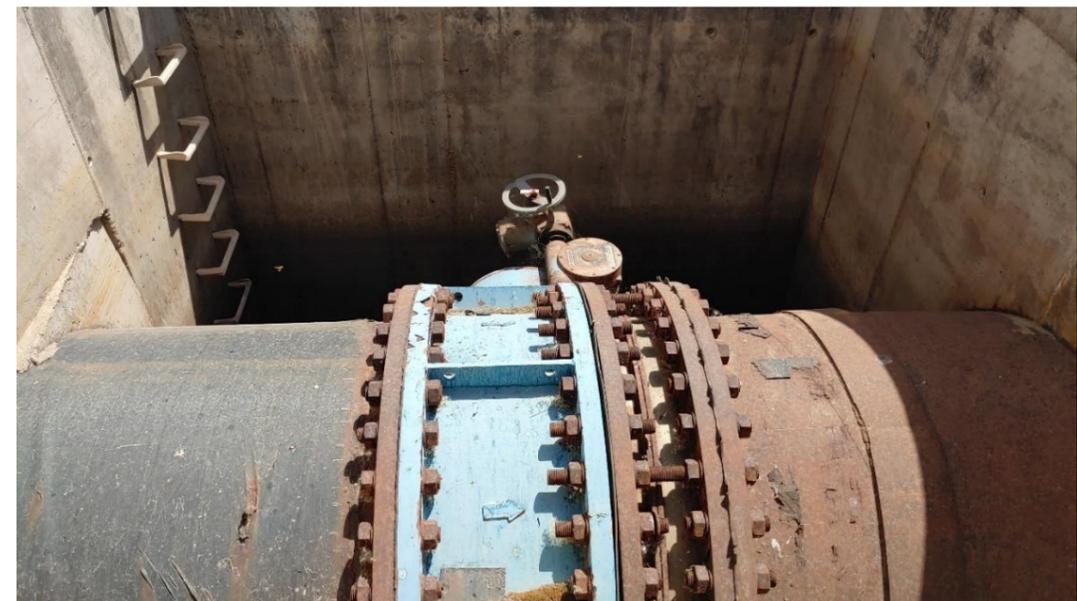


Figura 12. Estado actual de la Arqueta V.M. 4 (2)

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).

5.2.3. Elementos de conexión entre balsas y estaciones de bombeo.

La conexión de las balsas entre sí, y de estas con las estaciones de bombeo, tanto de llenado como de riego, se lleva a cabo mediante un conjunto de colectores y arquetas de válvulas, cuyo estado actual se describe a continuación.

5.2.4. Colectores

La conexión de las balsas entre sí y con el resto de los elementos que componen el sistema del Sector Alcantarillas, respectivamente, se proyecta mediante la instalación de un conjunto de colectores, los cuales son:

- Colector de llenado por gravedad de la Balsa de Decantación desde la Arqueta Sifónica.
- Colector de conexión entre balsas, para el llenado y toma de la Balsa de Decantación.
- Colector de llenado de la Balsa de Regulación.
- Colector de aspiración de la Balsa de Regulación.
- Colector de desagüe de fondo de la Balsa de Regulación.

Estos colectores se proyectan mediante tubos de acero helicosoldado. En los tramos en los que dichos colectores atraviesan el cuerpo de las balsas, estos tubos se encuentran embebidos en un dado de hormigón armado.

En cambio, en los tramos de colector fuera de las balsas, estos se disponen prácticamente en superficie y protegidos con un revestimiento exterior mediante manga de polietileno.

Como caso particular está el colector de aspiración de la Balsa de Regulación, que se encuentra instalado en zanja si bien, es de esperar una protección exterior similar a la descrita en el párrafo anterior.

En cambio, el colector de desagüe de fondo de la Balsa de Regulación solo se encuentra ejecutado parcialmente, no estando instalado el tramo que va desde la arqueta de V.M. 7 hasta la obra de descarga en el Arroyo Salado de Morón.

En las visitas a campo realizadas, así como a través de la visualización de ortofotos, se ha podido comprobar que el sistema de colectores mencionado se encuentra ejecutado en su totalidad.

Estos colectores presentan un buen estado de conservación, tanto del tubo de acero como del hormigón o manga de polietileno que los envuelve.

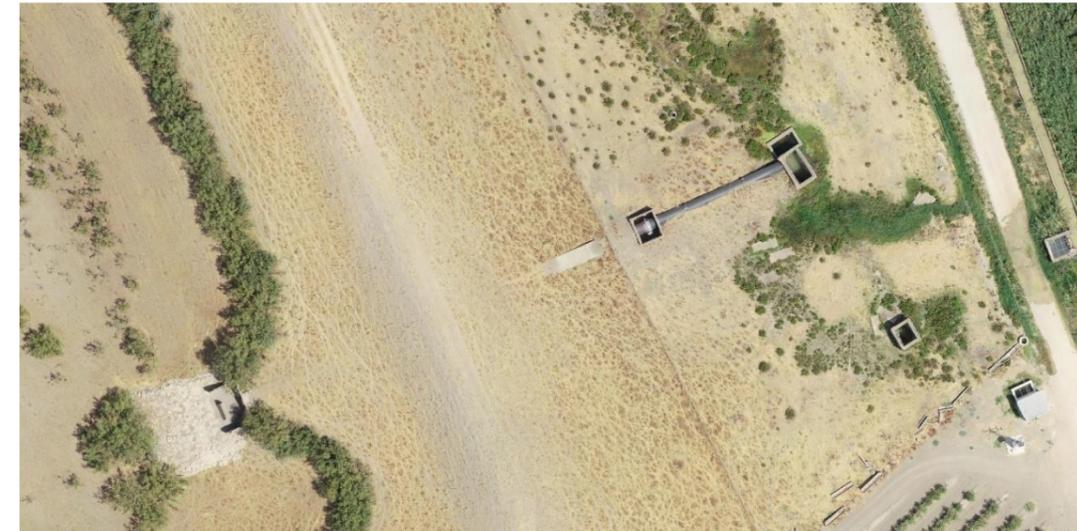


Figura 13. Vista general del colector de llenado por gravedad de la Balsa de Decantación

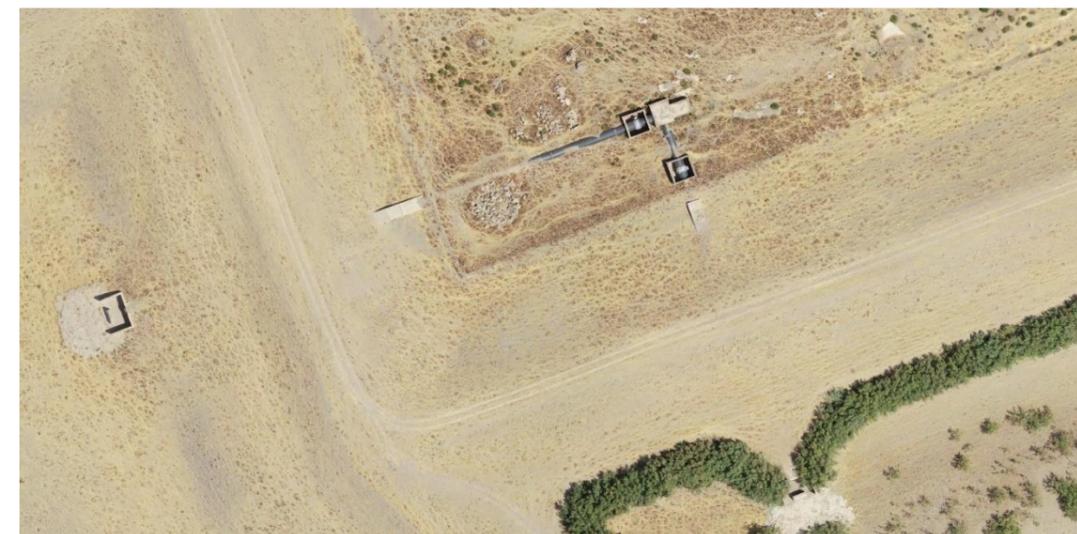


Figura 14. Vista general de los colectores de conexión entre balsas y la estación de bombeo de llenado

5.2.5. Arquetas de válvula de mariposa

El funcionamiento de los colectores que conectan las balsas entre sí y a estas con la estación de bombeo de llenado o la estación de bombeo de riego, se controla mediante un conjunto de válvulas de mariposa dispuestas en estos colectores.

Estas válvulas se encuentran ubicadas en el interior de una serie de arquetas, las cuales se denominan como:

- Arqueta de V.M. 2

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).

- Arqueta de V.M. 5
- Arqueta de V.M. 6
- Arqueta de V.M. 7
- Arqueta de V.M. 8

La obra civil de estas arquetas se encuentra ejecutada en la actualidad. Estas presentan una forma en planta rectangular y están construidas en hormigón armado, el cual presenta un buen estado de conservación en muros y solera.

5.2.6. Balsa

5.2.6.1. [Balsa de decantación.](#)

Al igual que la balsa del sector Belmonte, la Balsa de Decantación se caracteriza por estar constituida por materiales suelos y esta se encuentra parcialmente ejecutada en la actualidad.



Figura 15. Vista general del estado actual de la Balsa de Decantación

Debido al paso del tiempo, se puede apreciar la existencia de vegetación arbustiva en los taludes interiores y exteriores de la balsa. Así mismo, cabe destacar la presencia de vegetación arbolada en el pie de talud interior a la balsa, con existencia de un número considerable de árboles tanto en esta zona como en el propio fondo de la balsa.

Por tanto, deberán llevarse a cabo operaciones de despeje y desbroce en los taludes y fondo de la balsa para su reacondicionamiento.

La visualización de ortofotos y a través de las visitas a campo realizadas se ha podido comprobar que la Balsa de Decantación no dispone, en la actualidad, de aliviadero independiente más allá del canal de conexión que la conecta, por coronación, con la Balsa de Regulación adyacente, el cual ha sido descrito en el apartado anterior.

Así mismo, las imágenes muestran como sí está ejecutado el camino de coronación de la Balsa de Decantación, el cual deberá ser reacondicionado para su puesta en funcionamiento mediante operaciones de terminación y refino, sin observarse la existencia de camino de acceso al interior de esta.



Figura 16. Estado actual de la Balsa de Decantación (1)

5.2.6.1.1. [Obra de descarga. Balsa de Decantación](#)

La obra de descarga para el llenado de la Balsa de Decantación desde la Arqueta Sifónica ubicada en el colector de captación desde la Acequia A-VII-11 se proyecta mediante una estructura de hormigón armado.

Esta obra se encuentra ejecutada en la actualidad y, como se puede observar en las imágenes correspondientes a esta, presenta en buen estado de conservación, incluyendo la ejecución del murete frontal al colector de entrada para la disipación de energía del flujo entrante a la balsa.

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).

Así mismo, se encuentra ejecutada la protección del fondo de la balsa en la zona en torno a esta obra de descarga mediante un revestimiento de escollera hormigonada a través del cual evitar posibles erosiones del vaso de la balsa en esta zona debidas al flujo entrante. Este revestimiento presenta un aparente buen estado de conservación, sin apreciarse grietas o fisuras significativas en el mismo.

5.2.6.1.2. Obra de toma y descarga. Balsa de Decantación

La obra de toma y descarga ubicada en la Balsa de Decantación, para la conexión por fondo entre las balsas y para la descarga de caudales impulsados desde la estación de bombeo de llenado hacia la propia Balsa de Decantación, al igual que en el caso anterior se encuentra ejecutada en la actualidad y se proyecta mediante una estructura de hormigón armado.

Esta obra presenta en buen estado de conservación, incluyendo la ejecución del murete frontal al colector con el que conecta para la disipación de energía del flujo entrante a la balsa.



Figura 17. Estado actual de la obra de toma y descarga de la Balsa de Decantación (2)

5.2.6.2. Balsa de regulación.

En cuanto al cuerpo de la balsa, al igual que la Balsa de Decantación, este se caracteriza por estar constituido por materiales sueltos sobre los que, por el paso del tiempo, se ha producido la aparición de vegetación arbustiva.

Nuevamente, es necesario llevar a cabo un reacondicionamiento del vaso de la balsa, en especial en la zona baja del fondo de la balsa, donde actualmente hay una alta presencia de vegetación

arbustiva, incluso árboles, para lo cual deberán realizarse operaciones de despeje y desbroce en estas zonas.

La visualización de ortofotos y a través de las visitas a campo realizadas se ha podido comprobar como el aliviadero de la Balsa de Regulación y el canal de descarga asociado a este no están ejecutados en la actualidad.

Así mismo, las imágenes muestran como sí está ejecutado el camino de coronación de la Balsa de Regulación, el cual deberá ser reacondicionado para su puesta en funcionamiento mediante operaciones de terminación y refino. También se observa la existencia de un camino que permite el acceso al interior de la balsa, el cual también deberá reacondicionarse para su uso.



Figura 18. Vista general del estado actual de la Balsa de Regulación

5.2.6.2.1. Obra de descarga. Balsa de Regulación

La obra de descarga para el llenado de la Balsa de Regulación por parte los caudales impulsados desde la estación de bombeo (EB) de llenado o por fondo desde la Balsa de Decantación, se proyecta mediante una estructura de hormigón armado.

Esta obra se encuentra ejecutada en la actualidad y, como se puede observar en las imágenes correspondientes a esta, presenta en buen estado de conservación, incluyendo la ejecución del murete frontal al colector de entrada para la disipación de energía del flujo entrante a la balsa.

Así mismo, se encuentra ejecutada la protección del fondo de la balsa en la zona en torno a esta obra de descarga mediante un revestimiento de escollera hormigonada a través del cual evitar posibles erosiones del vaso de la balsa en esta zona debidas al flujo entrante. Este revestimiento

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).

presenta un aparente buen estado de conservación, con algunas grietas con presencia de vegetación arbustiva, no significativas.



Figura 19. Estado actual de la obra de descarga a la Balsa de Regulación (3)

5.2.6.2.2. Obra de toma. Aspiración Balsa de Regulación

La obra de toma ubicada en la Balsa de Regulación, a través de la cual derivar caudales embalsados por esta hacia la estación de bombeo de riego, al igual que en el caso anterior se encuentra ejecutada en la actualidad y se proyecta mediante una arqueta cuadrada en hormigón armado.

Esta obra presenta en buen estado de conservación en cuanto al hormigón de los muros, apreciando agrietamiento y fisuración superficial en la solera de la arqueta.

En su interior, se aprecia el colector de aspiración el cual conecta directamente con la arqueta en cuestión y parte desde esta embebido en un dado de hormigón armado.



Figura 20. Vista general del estado actual de la obra de toma de la aspiración desde la Balsa de Regulación



Figura 21. Estado actual de la obra de toma de la aspiración desde la Balsa de Regulación (1)

5.2.6.2.3. Obra de toma. Desagüe Balsa de Regulación

La obra de toma del desagüe de fondo de la Balsa de Regulación se proyecta mediante una estructura de hormigón armado, la cual está ejecutada en la actualidad.

Como se puede observar en las imágenes correspondientes a esta, presenta en buen estado de conservación del hormigón en su solera y muros, y conecta directamente con el colector correspondiente al desagüe de fondo de la balsa.

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).

Cabe destacar la importante presencia de vegetación arbustiva y arbolada en torno a esta obra de toma, la cual requiere de operaciones de despeje y desbroce para su acondicionamiento y facilitar, con ello, la salida del agua embalsada hacia la propia obra.



Figura 22. Vista general del estado actual de la obra de toma del desagüe de fondo de la Balsa de Regulación

5.2.6.2.4. Obra de descarga. Desagüe Balsa de Regulación

La obra de descarga del desagüe de fondo de la Balsa de Regulación se proyecta mediante una estructura de hormigón armado en una de las márgenes del Arroyo Salado de Morón, a través de la cual verter a dicho cauce los caudales desaguados.

Como se ha podido comprobar, tanto con la visualización de ortofotos como en las visitas a campo realizadas, en la actualidad no se encuentra ejecutada la obra de descarga descrita.

En las imágenes correspondientes al reportaje fotográfico realizado se puede apreciar el estado actual de la zona de ubicación de la obra en cuestión, la cual requerirá de una adecuación para su ejecución.



Figura 23. Estado actual de la zona de ubicación de la obra de descarga del desagüe de fondo de la Balsa de Regulación (1)

5.2.7. Estación de bombeo principal

La estación de bombeo principal para riego se encuentra ubicada en las proximidades de las balsas del Sector Alcantarillas.

Esta instalación se caracteriza por captar el agua de la balsa de almacenamiento para su impulsión, mediante grupos de bombeo, hacia el inicio de la red de riego, pasando previamente por la estación de filtrado, aportándole en este punto la presión necesaria para que, a su llegada a las distintas tomas, el agua disponga de la presión requerida en éstas.

Esta estación de bombeo (EB) se encuentra ejecutada en la actualidad conforme al proyecto de Befesa y se compone de los siguientes elementos:

- Una nave principal.
- Cuatro grupos motobombas ubicados en el interior de un foso de hormigón armado.
- Elementos de calderería, tubuladuras y piezas especiales asociadas al sistema de aspiración e impulsión de las bombas.
- Dos calderines de 20 m³ cada uno.

En la actualidad se encuentra ejecutada la obra civil en su totalidad asociada a la estación de bombeo, así como parte de los equipos y elementos complementarios asociados al sistema de bombeo, muchos de los cuales han sido retirados de las instalaciones.

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).

En las siguientes imágenes se puede apreciar la vista general de la estación de bombeo en cuestión, describiendo en los siguientes subcapítulos el estado actual de la obra civil, instalaciones y demás elementos complementarios de esta.



Imagen 2. Vista general del estado actual de la estación de bombeo para riego EB-2 (1).



Imagen 3. Vista general del estado actual de la estación de bombeo para riego EB-2 (2).

5.2.7.1. Obra civil

La obra civil de la estación de bombeo se caracteriza por estar constituida por:

- Losa de cimentación y foso de bombeo de hormigón armado.
- Estructura metálica principal tipo aporticada compuesta por perfilaría metálica.
- Cerramiento perimetral exterior a media altura de paneles prefabricados de hormigón.
- Cerramiento perimetral superior y cubierta constituida por chapas metálicas.

En el caso de la losa de la nave, esta presenta un buen estado de conservación si bien, dispone de huecos/zanjas ejecutadas en ellas que se entiende que estaban destinadas a la canalización de cableado o tuberías. El foso en el que se ubican los grupos de bombeo se encuentra con una lámina de agua baja en la actualidad, asociada a la inundación que ha experimentado este foso.

En cuanto a la estructura metálica principal, en las visitas de campo realizadas se ha podido comprobar que esta presenta un buen estado de conservación en general si bien, faltan algunos elementos de arriostramiento y posee deficiencias en el tratamiento superficial que facilitan la aparición de corrosión.

En el caso del cerramiento perimetral de paneles prefabricados de hormigón, este no presenta daños significativos en sus caras exteriores. En cambio, en la parte interior de la nave, se observan daños superficiales en estos, como consecuencia principal de la acción de humedades que, en algunas zonas, son significativas, por lo que requerirán en general una limpieza y pintado de su superficie.

Por otra parte, la mayoría de las ventanas de la nave, ubicadas en la parte superior de este cerramiento, no se encuentran instaladas, manteniéndose en la actualidad únicamente las rejas de cierre exterior de estas. En el caso de las ventanas inferiores, estas se encuentran tapiadas mediante chapas metálicas soldadas.

En el caso de las puertas de acceso al interior de la nave para personal, estas son inexistentes en su mayoría, encontrándose tapiados los huecos asociados a estas mediante fábrica de ladrillos. Lo mismo sucede con el sistema de ventilación de la estación, donde se ha podido observar en las visitas realizadas como los huecos destinados a la colocación de rejillas para tal fin han sido cegados mediante chapas metálicas soldadas.

En relación al cerramiento metálico de la parte alta de los muros de la nave, no se aprecian daños en estas, presentando un buen estado de conservación. En cambio, destaca la inexistencia de cubierta metálica de la nave, donde solo quedan algunas de las chapas metálicas que la constituían, dejando a la vista los perfiles metálicos (correas) que las sustentaban y que apoyan sobre los pórticos de las naves. Así mismo, se aprecian daños importantes en algunas de estas correas.

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).



Imagen 4. Puerta de acceso principal y tapiado de ventanas y puertas. Alzado norte de la estación de bombeo principal.



Imagen 6. Ventanas y tapiado de puerta de acceso y huecos de tubuladuras. Alzado sur de la estación de bombeo principal.



Imagen 5. Rejas, tapiado de ventanas y puertas de acceso. Alzado este de la estación de bombeo principal.



Imagen 7. Rejas, tapiado de huecos de ventilación y huecos de ventanas. Alzado oeste de la estación de bombeo principal.

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).



Imagen 8. Estructura metálica y cubierta. Vista interior de la estación de bombeo principal.



Imagen 9. Daños en correas de la cubierta metálica. Estación de bombeo principal (1).



Imagen 10. Huecos ejecutados en solera de la estación de bombeo principal.

5.2.7.2. [Elementos electromecánicos, colectores y calderería](#)

En las visitas a campo efectuadas se ha podido comprobar como la gran mayoría de elementos electromecánicos que componen el sistema de bombeo de la estación han sido retirados por la Comunidad de Regantes, los cuales deberán volver a instalarse para el correcto funcionamiento de la instalación.

Entre estos elementos se incluyen:

- Los 4 grupos de bombeo, con las correspondientes válvulas de mariposa, válvulas de retención y carretes de desmontaje asociados a cada impulsión.
- Piezas especiales como los conos de reducción que conectan el colector de aspiración general con cada grupo de bombeo.
- Tubuladuras y válvulas de corte que conectan los calderines con el colector general de impulsión.

Así mismo, se ha podido comprobar como en el foso de bombeo se encuentran instalados los conos de ampliación que conectan cada grupo de bombeo con el colector de impulsión, debido a que estos se encuentran anclados a sus respectivas bancadas de apoyo, el colector de impulsión principal y las piezas especiales calderería asociadas a este.

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).

En cuanto a los pasamuros que conectan a los grupos con las tuberías de derivación del colector general de aspiración, se observa un mayor grado de oxidación en sus superficies.

Todos estos elementos requieren de una limpieza y acondicionado para su puesta en funcionamiento, presentando zonas oxidadas algunos de ellos, en especial en las partes embridadas.

En cuanto a los calderines, las dos unidades no se encuentran instaladas.



Imagen 11. Vista general del foso de bombeo. Estación de bombeo principal (1).



Imagen 12. Vista general del foso de bombeo. Estación de bombeo principal (2).



Imagen 13. Vista general del foso de bombeo. Estación de bombeo principal (3).

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).



Imagen 14. Colector de impulsión general y piezas de calderería. Estación de bombeo principal.



Imagen 15. Bancadas de apoyo y conos de ampliación anclados. Estación de bombeo principal.

5.2.7.3. Elementos e instalaciones complementarias

Entre los elementos complementarios de la estación de bombeo se incluyen:

- Puente grúa.
- Pasarela de acceso al foso de bombeo.
- Instalaciones interiores de la estación.
- Bajantes del sistema de drenaje de la cubierta de la estación.
- Acerado perimetral exterior de la nave.

En cuanto al puente grúa, este se desplaza sobre los pórticos en la parte superior del foso de bombeo, estando destinado principalmente a la extracción de los elementos electromecánicos, tubuladuras y demás elementos que alberga el foso.

En la actualidad, se ha podido comprobar cómo este elemento requiere de trabajos de reparación y puesta a punto para volver a ser utilizado, debido a que no dispone de algunos de sus componentes como es el propio gancho elevador. La estructura principal de este elemento se encuentra en buen estado de conservación, con pequeñas marcas de oxidación en toda su superficie.

Respecto a los elementos de acceso al foso, no se encuentran en la actualidad instalados pasarelas ni escaleras que permitan el acceso a esta zona, los cuales deberán ser instaladas.

Por otra parte, como se puede apreciar en las imágenes interiores de la estación, es necesario realizar un acondicionamiento completo del interior de esta para la definición y delimitación de las distintas zonas e instalaciones proyectadas en el interior de esta (almacenes, zonas de transformadores, sala de control, etc.).

Por último, en la actualidad la estación no dispone de algunas de las bajantes exteriores asociadas al drenaje de la cubierta de esta y del acerado correspondiente para el tránsito de operarios y personal, los cuales deberán ser instalados o ejecutados, respectivamente.

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).



Imagen 16. Vista interior de puerta principal y puente grúa.



Imagen 18. Estado actual puente grúa. Estación de bombeo principal (1).



Imagen 17. Vista general y detalle del puente grúa. Estación de bombeo principal.



Imagen 19. Estado actual puente grúa. Estación de bombeo principal (2).

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).

5.2.8. Estación de filtrado

La estación de filtrado se encuentra a la salida de la estación de bombeo para riego y tiene por objeto filtrar el agua impulsada desde la estación, de forma que en la estación de filtrado se retengan todas aquellas partículas arrastradas por el agua y que pueden generar atascos en la red de riego.

La estación de filtrado se compone de:

- Colector de entrada DN 1.600 mm correspondiente al colector general de impulsión de la estación de bombeo.
- Colector de salida DN 1.600 mm hacia red de riego.
- Tubería de drenaje DN 350 mm.
- 30+2 módulos de filtrado ubicados al tresbolillo sobre el colector de entrada y conectados mediante distintas conducciones al colector de salida y drenaje. Se componen de tubuladuras DN 250 mm, elementos de valvulería, calderería, etc.
- Elementos de valvulería principales de la estación de filtrado.
- Arqueta de hormigón armado que alberga a todo el sistema de filtrado descrito.



Imagen 20. Vista general de la estación de filtrado.

5.2.8.1. Obra civil

La obra civil de la estación de filtrado consiste en una arqueta de hormigón armado que alberga todos los elementos que componen el sistema de filtrado en cuestión. Esta se encuentra completamente ejecutada en la actualidad y presenta un buen estado de conservación, disponiendo de pates de acceso a su interior. Así mismo, dicha arqueta no dispone de tapas superiores o pasarela que cubra su parte superior y restrinja el acceso a su interior.

A parte del elemento anterior, como parte de obra civil, se comprueba que la estación de filtrado no dispone de elementos tales como acerados que faciliten la accesibilidad y movimiento de los operarios entre los correspondientes elementos que la componen.



Imagen 21. Vista general de la obra civil. Estación de filtrado.

5.2.8.2. Elementos electromecánicos, tubuladuras y calderería

En cuanto a los elementos instalados en la estación de filtrado, se ha podido comprobar el buen estado general de todos los elementos que se encuentran instalados, entre los que se incluyen los colectores de entrada y salida, los acoplamientos de los módulos de filtrado, elementos de valvulería y carretes de desmontaje.

En el caso de estos elementos, destaca el estado de oxidación de la tornillería y bridas.

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).

En relación a los módulos de filtrados, estos han sido retirados por la Comunidad de Regantes, debiendo proceder a su instalación y puesta en funcionamiento. Así mismo, se ha comprobado la inexistencia de la válvula de mariposa instalada en el colector de salida.



Imagen 22. Válvula de mariposa y carrete en by-pass. Estación de filtrado.

6. Descripción de las obras. Solución adoptada

6.1. Sector Belmonte

6.1.1. Captaciones

El sector Belmonte, contará con tres captaciones procedentes de la red de canales actual, CD-1, CD-2 y una nueva captación denominada, "Pico Gorrión". De las tres mencionadas, la correspondiente al CD-1 y CD-2, están parcialmente ejecutadas y la correspondiente al Pico Gorrión es nueva.

6.1.1.1. Captación CD-1

6.1.1.1.1. Recrecido del Canal canal CD-1

Para aumentar la capacidad del Canal CD-1, se plantea el recrecido en 20 cm del actual canal CD-1, en una longitud de 321.60 m, aguas arriba del punto de derivación previsto para ejecutar la obra de toma en el canal y que se describe en el siguiente apartado.

Este recrecido, se plantea para garantizar un resguardo mínimo en el canal de 20 cm, y poder apurar la capacidad del canal hasta la rasante del canal actual.

Las dimensiones actuales de este canal son de 1.85 m x 1.45 m, pasando con este recrecido a un calado de 1.65 m. La ejecución se realizará sobre el mismo cajero actual, practicando unos taladros y armado de atado mediante la aplicación de puente de unión estructural.

Con esta actuación, el canal pasa de contar con una capacidad de 1.97 m³/s, a una capacidad de 2.37 m³/s

6.1.1.1.2. Obra de toma en canal CD-1

La obra de captación en el canal CD-1, no ejecutada en la actualidad, se proyecta atendiendo al diseño original del proyecto de Befesa, mediante la ejecución de una arqueta de toma anexa al canal, a través de la cual poder captar y derivar lateralmente caudales desde este.

La cota de fondo del canal CD-1 en el punto de captación es la 4.65 m.s.n.m.

Desde esta arqueta, los caudales pasarían a circular por el colector de llenado que conecta la obra de captación con la estación de bombeo (EB1) de llenado de las balsas.

La rasante hidráulica del colector mencionado se proyecta a 2.44 m por debajo de la rasante del canal por lo que, considerando en tirante normal de 1.45 m en este, se alcanzaría una altura de agua sobre la clave del tubo de salida superior a un 1.50 m, lo que permitiría el funcionamiento de este colector a sección llena desde este punto.

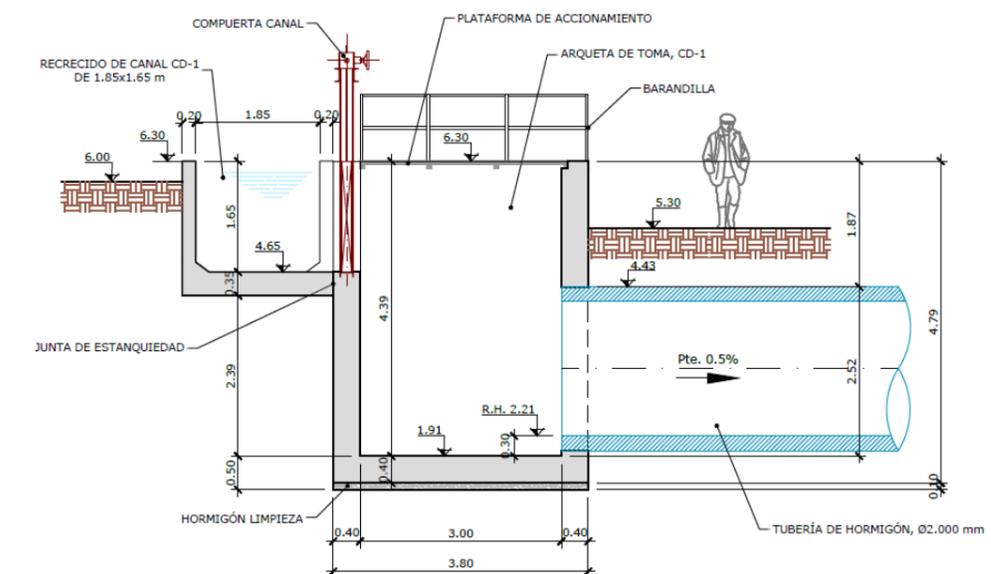


Figura 24. Obra de captación en canal de derivación CD-1

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).

Para permitir la derivación de caudales hacia el colector y teniendo en cuenta que este canal dejará de abastecer al sistema de acequias a las que alimenta en la actualidad, una vez ejecutadas las obras de modernización de la red de riego, se ha dispuesto una compuerta tajadera aguas abajo de la obra de captación que permitirá garantizar la derivación del caudal hacia el colector CD-1.

6.1.1.1.3. Colector de llenado desde el CD-1 hasta la EB de llenado

El colector de llenado desde CD-1, que transportará los caudales captados hasta la arqueta de reunión de caudales en la EB de llenado de las balsas, se proyecta mediante una tubería de hormigón armado de 785 m de longitud.

Así mismo, este colector dispone de una serie de arquetas intercaladas en su trazado, a través de las cuales se resuelven los cambios de dirección y pendiente existentes en dicho trazado. En la actualidad, la obra civil de estas arquetas se encuentra ejecutada.

El colector de llenado desde CD-1 se divide, a su vez, en cuatro tramos con las características recogidas en la Tabla 1:

- Tramo 1. Obra de captación – Arqueta A CD-1: colector de hormigón armado con un diámetro nominal DN 2000 mm.
- Tramo 2. Arqueta A CD-1– Arqueta B CD-1: colector de hormigón armado con un diámetro nominal DN 2000 mm.
- Tramo 3. Arqueta B CD-1– Arqueta C CD-1: colector de hormigón armado con un diámetro nominal DN 1500 mm.
- Tramo 4. Arqueta C CD-1– Arqueta de reunión: colector de hormigón armado con un diámetro nominal DN 1500 mm.

Tabla 1. Características colector de llenado desde el CD-1 hasta la EB de llenado

Tramo	Inicio	Fin	L (m)	DN (mm)	Estado
1	CAPTACIÓN-CD1	ARQ. A-CD1	25.27	2000	No ejecutado
2	ARQ. A-CD1	ARQ. B-CD1	331.05	2000	No ejecutado
3	ARQ. B-CD1	ARQ. C-CD1	384.29	1500	Ejecutado
4	ARQ. C-CD1	CÁNTARA	44.45	1500	No ejecutado
Total (m)			785.06		

6.1.1.1.4. Recrecido de arquetas existentes “A” y “B” en colector existente CD-1

Como resultado de las modelizaciones realizadas en Swmm para comprobar el correcto funcionamiento del sistema de captaciones existente, es necesario realizar el recrecido de las arquetas existentes “A” en 1 m, respecto a la cota de coronación actual y la “B” en 0.50 m respecto a la cota de coronación actual, a efectos de evitar el desbordamiento de las mismas en situación

de abastecimiento simultáneo desde las captaciones CD-1 y CD-2 o CD1 y nueva Captación en “Pico Gorrión”, quedando ambas arquetas con una cota superior entorno a la cota 6.50 msnm.

6.1.1.2. Captación CD-2

6.1.1.2.1. Obra de toma en CD-2

La obra de captación en el canal CD-2 se proyecta según el diseño original del proyecto de Befesa, mediante la ejecución de una arqueta de toma anexa al canal, ubicada tras el sifón existente en este, a través de la cual poder captar los caudales derivados lateralmente desde este.

Esta obra de captación se encuentra ejecutada en la actualidad y, teniendo en cuenta los datos topográficos tomados en campo, se determina que la cota de fondo del canal CD-2 en el punto de captación es la 6.09 m.s.n.m.

Desde esta arqueta anexa, parte el colector que la comunica con la estación de bombeo (EB) de llenado de las balsas, cuya rasante hidráulica se proyecta a 2.15 m bajo la rasante del canal por lo que, considerando el tirante normal de 1.80 m en este, se garantiza una altura de agua sobre la clave del tubo superior a 1.50 m, lo cual permitiría el funcionamiento de este colector a sección llena desde este punto.

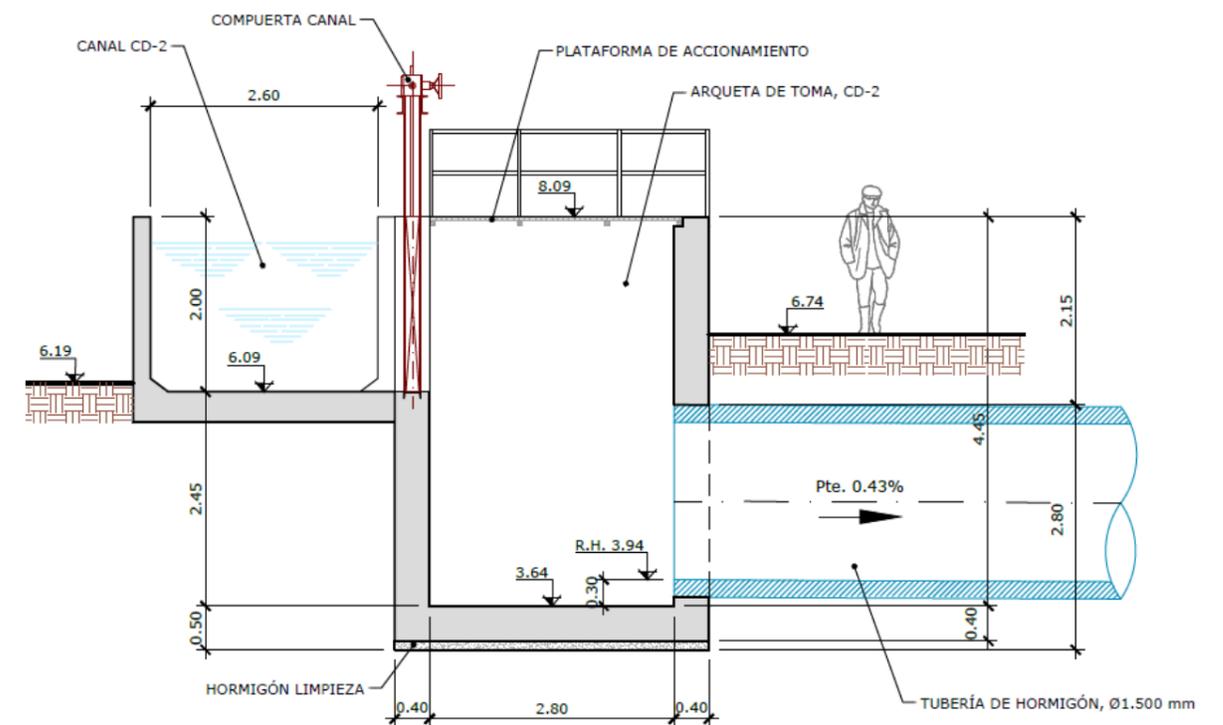


Figura 25. Obra de captación en canal de derivación CD-2. Existente ya ejecutada

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).

Tal y como se define en el anejo de cálculos hidráulicos, el canal CD-2 resulta una capacidad máxima del canal CD-2 en el punto de captación estudiado de 5.37 m³/s (Figura 26).

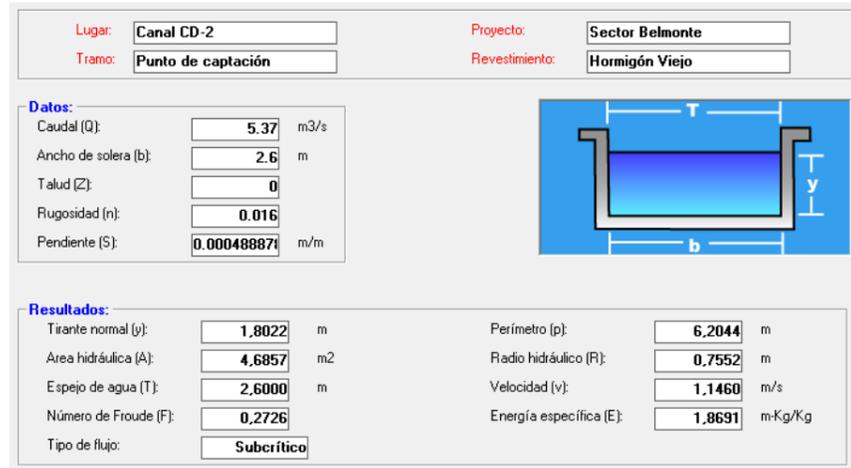


Figura 26. Capacidad del canal de derivación CD-2 en punto de captación. Situación actual

No obstante, cabe destacar que el aprovechamiento de este canal está limitado durante la campaña de riego, ya que sirve también para regar la zona arrocera, terrenos de la zona regable que se encuentran aguas abajo del punto de captación.

Este hecho hace que, durante la campaña de riego, el caudal que se puede destinar al llenado de las balsas del sector Belmonte desde esta captación es de 0.40 m³/s mientras que, fuera de esta época, se podrá derivar un caudal mayor.

6.1.1.2.2. Colector de llenado desde CD-2

En cuanto al colector de llenado que conecta la obra de captación con la arqueta de reunión de caudales previa a la EB de llenado de las balsas, este se proyecta en hormigón armado con un diámetro nominal DN 1500 mm.

Este colector se caracteriza por estar en gran parte ejecutado, recogiendo en la Tabla 2 la tramificación adoptada para este y su caracterización.

Tabla 2. Características colector de llenado desde el CD-2 hasta la EB de llenado

Tramo	Inicio	Fin	L (m)	DN (mm)	Estado
1	CAPTACIÓN CD-2	ARQ. A CD-2	16.64	1500	Ejecutado
2	ARQ. A CD-2	ARQ. B CD-2	135.64	1500	Ejecutado
3	ARQ. B CD-2	ARQ. C CD-2	491.84	1500	Ejecutado
4	ARQ. C CD-2	ARQ. REUNIÓN	85.47	1500	Ejecutado
Total (m)			729.59		

Cabe destacar la existencia de un pequeño tramo en este colector que no se encuentra ejecutado en la actualidad, por lo que las obras definidas en el presente Proyecto incluyen su ejecución.

En la arqueta de reunión previa al bombeo la cota de clave del tubo es la 4.74 m.s.n.m., que equivale a una cota de rasante hidráulica en este de 3.08 m.s.n.m.

En cuanto a las arquetas intercaladas en este colector, actualmente se encuentra ejecutada la obra civil de estas.

6.1.1.2.3. Recrecido de arquetas existentes “A” y “B” en colector existente CD-2

Al igual que en el caso del colector CD-1, como resultado de las modelizaciones realizadas en Swmm para comprobar el correcto funcionamiento del sistema de captaciones existente, es necesario realizar el recrecido de las arquetas existentes “A” en 0.15 m, respecto a la cota de coronación actual y la “B” en 0.20 m respecto a la cota de coronación actual, a efectos de evitar el desbordamiento de las mismas en situación de abastecimiento desde la nueva Captación en “Pico Gorrión”, quedando ambas arquetas con una cota superior entorno a la cota 8.26 y 8.29 msnm, respectivamente .

6.1.1.3. Nueva captación en “Pico Gorrión”

La nueva obra de captación en Pico Gorrión se proyecta mediante la ejecución de una arqueta de toma anexa al canal, a través de la cual poder derivar lateralmente caudales desde el propio canal CD-2 en este nuevo punto de captación.

Teniendo en cuenta los datos topográficos tomados en campo, se determina que la cota de fondo del canal CD-2 en este punto de captación es la 6.20 m.s.n.m.

Esta arqueta de toma sería de nueva ejecución y dispondrá de los elementos necesarios para la regulación de los caudales derivados.

Desde esta arqueta anexa, partirá el colector que la comunica con la estación de bombeo (EB) de llenado de las balsas, cuya rasante hidráulica se proyecta a 2 m aprox. bajo la rasante del canal por lo que, considerando el tirante normal de 2 m en este, se garantiza una altura de agua sobre la clave del tubo superior a 1.50 m, lo cual permitiría el funcionamiento de este colector a sección llena desde este punto.

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).

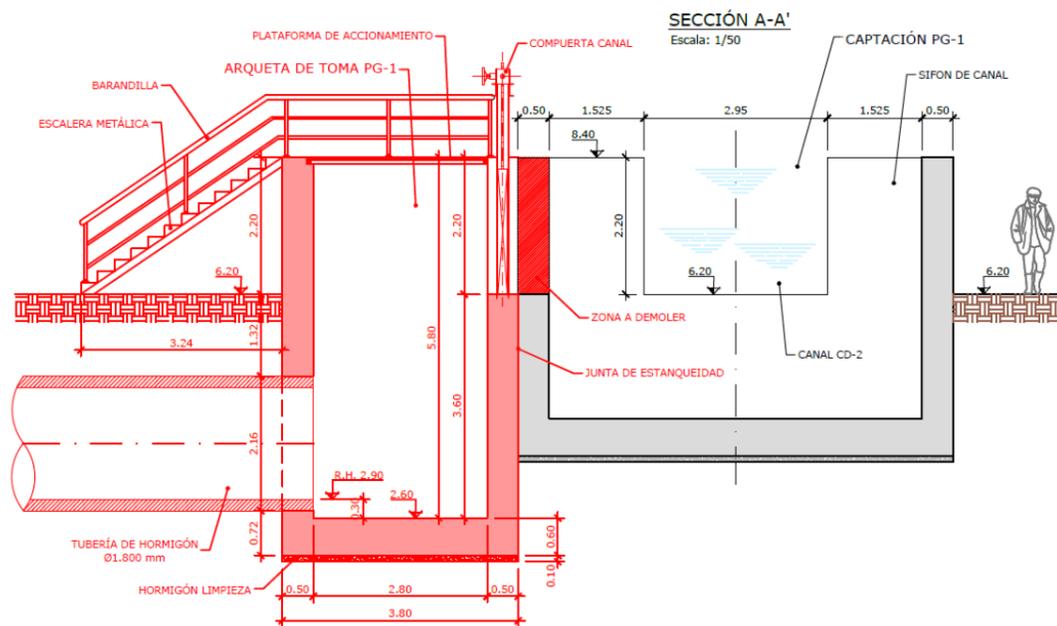


Figura 27. Nueva obra de captación en canal de derivación CD-2 (Pico Gorrión)

6.1.1.4. Colector de llenado desde la nueva captación en CD-2 (Pico Gorrión) hasta la EB de llenado

A partir del caudal de diseño obtenido, se realiza el dimensionamiento hidráulico del colector a través del cual conectar esta nueva captación con el colector de llenado que va, desde la actual captación en CD-2, hasta la EB de llenado de las balsas.

El nuevo colector se proyecta mediante la instalación de nueva tubería de hormigón armado de 590 m aprox. de longitud y un diámetro nominal DN 1800 mm.

Por otra parte, el tramo de conducción asociado a la captación actual en CD-2 con el que conectaría el nuevo colector presenta una longitud de 713 m aprox. desde la arqueta existente (punto de conexión de los dos colectores) hasta la EB de llenado.

Por tanto, resulta una longitud total de colector entre la nueva captación en Pico Gorrión hasta la arqueta de reunión de caudales previa a la EB de llenado de las balsas de 1303 m aprox. con las características recogidas en la Tabla 3.

Tabla 3. Características colector de llenado desde nueva captación en CD-2 (PG) hasta la EB de llenado

Tramo	Subtramo	L (m)	DN (mm)	Estado
1	Nuevo colector desde captación en Pico Gorrión	590.72	1800	No ejecutado
2	Colector desde arqueta A. CD-2	729.59	1500	Ejecutado
Total (m)		1324.24		

En la arqueta de reunión previa al bombeo, la cota de clave del tubo es 4.74 m.s.n.m., que equivale a una cota de rasante hidráulica en este de 3.08 m.s.n.m.

Por otra parte, se proyecta la ejecución de 3 arquetas intercaladas a lo largo del tramo de nueva instalación asociado a este colector de llenado, a través de las cuales poder llevar a cabo cambios de dirección y/o inspección del colector en cuestión.

6.1.2. Estación de bombeo de llenado de balsas EB1

La obra civil de la estación de bombeo para el llenado de la Balsa de Regulación ya se encuentra ejecutada, quedando pendiente la instalación de equipos electromecánicos: grupos de bombeo, cuchara bivalva, compuertas y pasaderas tramex de acceso para tareas de explotación y mantenimiento.

La estación de bombeo de llenado de la balsa de Decantación-Regulación, esta compuesta por tres recintos independientes.

1) En el primer recinto, se recibe el agua procedente de la arqueta de reunión previa, en donde se agrupa el agua procedente de las captaciones CD-1 y CD-2. Como primera actuación a realizar, en la arqueta de reunión previa se contempla la instalación de dos clapetas antirretorno para la conducción de DN 1500 procedente del CD-1 y del CD-2, para evitar la retroalimentación de agua aguas arriba, teniendo en cuenta que el agua llega a este punto desde los canales que presentan diferente cota en y energía.

Otra de las actuaciones prevista es la inclusión de dos caudalímetros fijos híbridos por radar y Doppler a la llegada de los colectores procedentes de las dos captaciones CD-1 y CD-2 a la arqueta de reunión para la medición de caudales. Estos caudalímetros son capaces de medir en cualquier régimen de funcionamiento hidráulico de las conducciones y en tubería de hormigón armado como las existentes.

En este primer recinto se cuenta con una cuchara bivalva de 250 l de capacidad que permitirá la retirada de los posibles sólidos que puedan llegar a la cántara desde las captaciones. Es necesaria la instalación de la viga IPN 330 para el desplazamiento del carro.

De forma anexa a este recinto, la estación de bombeo cuenta con una arqueta de acumulación de agua de filtrado ya ejecutada que vierte el agua recibida de la estación de filtrado.

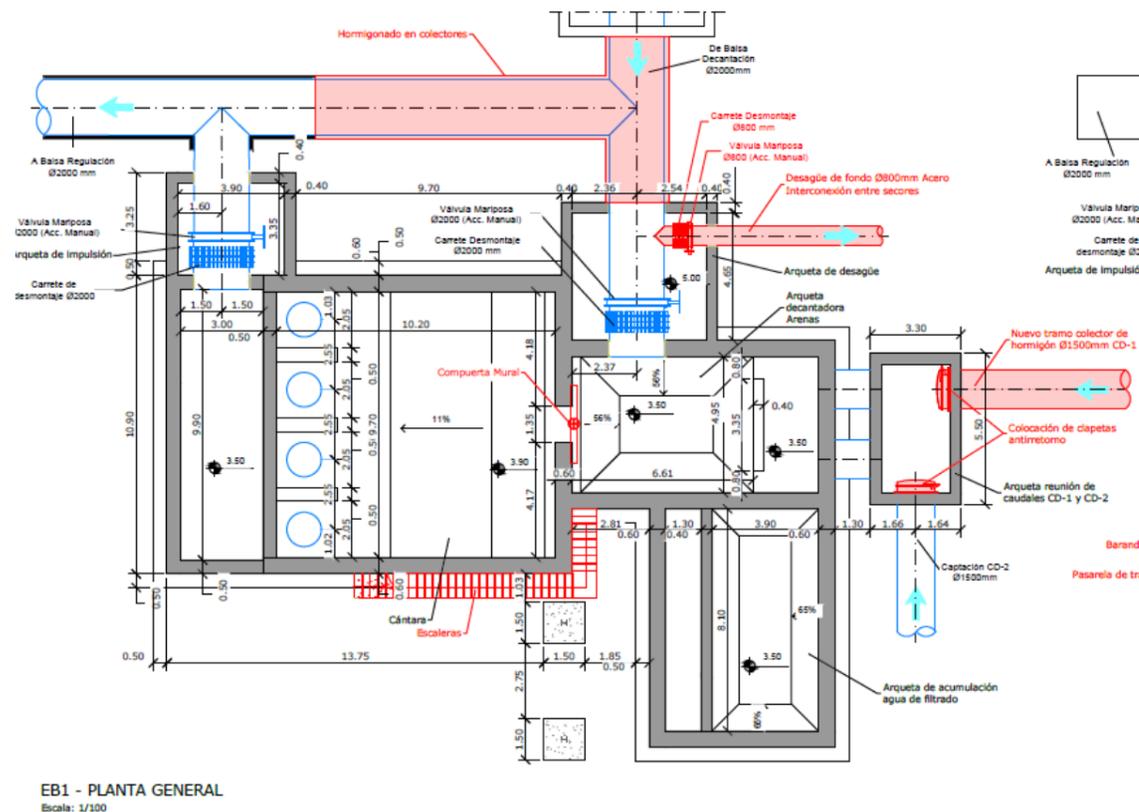
2) El segundo recinto cuenta con las camisas verticales para el alojamiento de los grupos de bombeo verticales. El acceso a esta cántara, se controla mediante una compuerta mural de 1.40 m x 1.50 m, pendiente de instalar. En cuanto a los equipos electromecánicos, las tareas incluidas consisten en la instalación de los equipos que ya estaban instalados de las obras del año 2008 y que han sido reacondicionados por un taller especializado, estando acopiados en las instalaciones de la CCRR Marismas del Guadalquivir.

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).

La estación de bombeo cuenta con 4 unidades de bombeo con una capacidad unitaria de 1261 l/s, que supone una capacidad nominal para la estación de bombeo de 5.044 m³/s, para una altura manométrica total de 8.09 m.c.a.

Las camisas de alojamiento de las bombas verticales ya están ejecutadas, quedando pendientes tareas menores, como la instalación de una tapa superior en acero galvanizado, para evitar el rebose del agua impulsada por las bombas.

- 3) El tercer recinto, recibe el agua elevada por las bombas, estando conectado por fondo con los tubos de llenado de las balsas de decantación y regulación, funcionando como un tubo piezométrico conectado hidráulicamente a los vasos de las dos balsas.



De forma complementaria, la estación de bombeo cuenta con dos arquetas para alojamiento de las válvulas de corte de DN 2000, que permiten regular el flujo de paso a los colectores de llenado de la balsa de decantación y regulación en DN 2000.

El tramo de colector común existente entre las dos arquetas, es necesario hormigonarlo para proteger las tuberías existentes frente a corrosión y posibles impactos, conforme a detalles incluidos en el documento nº2.-Planos.

Está prevista la instalación de una escalera de acceso, una pasarela de trámex y barandillas de protección en el perímetro superior de la estación de bombeo, para permitir visualizar el correcto funcionamiento del sistema desde en fase de explotación. La escalera de acceso estará formada por un perfil UPN200 dispuesto de forma longitudinal, con huella y contrahuella definida conforme a planos.

Por último, se contempla también la impermeabilización interior del foso de bombeo, conforme a procedimiento incluido en el documento nº2.- Planos.

6.1.3. Elementos de interconexión entre las estaciones de bombeo y las balsas

Los elementos de interconexión, hacen referencia a los siguientes elementos del sistema:

- 1) Colector de llenado DN 2000 de balsa de Decantación.
- 2) Colector de conexión entrebalsas DN 2000 de balsa de Decantación.
- 3) Colector de llenado DN 2000 de Balsa de Regulación.
- 4) Colector toma de aspiración DN 2000 en Balsa de Regulación.
- 5) Arquetas de válvula de mariposa AMV1, AMV2, AMV3 y AMV4

Los colectores de interconexión indicados de 1) a 4) ya se encuentran ejecutados, si bien se contemplan actuaciones de inspección y reparación de soldaduras interiores, tras inspección en campo del estado interior de soldaduras.

En los colectores 1) y 3) de los listados, se contempla la revisión de soldaduras conforme a procedimiento de inspección incluido en el plano 1.5.1.5.

En cuanto al colector 2), colector de conexión entre balsas DN2000 de la balsa de decantación, el mismo esta ejecutado mediante hormigón armado y cuenta con un anillo de hormigón que se encuentra partido, fuera del dique de la balsa en el lado de la estación de bombeo. Teniendo en cuenta que el resto del colector se encuentra en buen estado y que el tubo partido no recibe cargas del rellano, para este tubo se propone el revestimiento interior mediante manga reversible autoportante.

En cuanto al colector 4) Toma de aspiración DN 2000 de la balsa de Regulación, el mismo se va a sustituir por uno nuevo instalado a menor cota, ya que la implantación actual, se pierde un volumen muerto de agua en la balsa, al contar con una cota superior en la balsa situada a la cota 6.88 mns, siendo el NMN de la balsa la 10.80 mns. La nueva toma se proyecta mediante una tubería de acero al carbono

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).

La actuación propuesta consiste en eliminar el codo dispuesto fuera de la balsa y dejar su alineación horizontal, consiguiendo bajar la cota de captación a la 4.73 msnm (Clave). De esta forma se consigue ganar 2 m de carrera de balsa de volumen de almacenamiento.

En cuanto a las arquetas AMV1, AMV2, AMV3 y AMV4, en el documento nº2.- Planos, se consideran diferentes actuaciones de adecuación de las arquetas y válvulas existentes. De las cuatro válvulas indicadas, es necesaria la instalación de las válvulas AVM-1 y AVM-2, estando ya instaladas la AVM-3 y AVM-4. En toda la obra civil de las arquetas, se contempla la impermeabilización interior de las mismas y la instalación de elementos auxiliares no instalados como tapas y patés de acceso. En la arqueta AVM-3, es necesario instalar el desagüe de fondo de la balsa de decantación, dimensionado para un DN300.

6.1.4. Balsa de decantación y Regulación

Las actuaciones principales contempladas en las balsas se describen a continuación:

6.1.4.1. Recrecido de balsas e instalación de pretil para cumplimiento de resguardos

A efectos de alcanzar la cota de proyecto original y conseguir un volumen de regulación, está previsto el recrecido de la balsa de regulación, hasta alcanzar la cota 12.25 msnm. El material necesario para realizar el recrecido, se extraerá del fondo de la balsa, realizando un vaciado del mismo hasta alcanzar la cota 2.44 msnm, debiendo respetar una distancia de 25 m-30 m al pie de los diques de la balsa a efectos de no afectar a la estabilidad de los mismos.

El balance de tierras se muestra en la siguiente tabla, conforme al faseado de ejecución que se incluye en el anexo nº 11.- Movimiento de tierras.

Tabla 4. Resumen de las operaciones de Mov. Tierras. Reacondicionamiento de las balsas

Fase	Vol. Excavación T.V. (m³)	Vol. Extendido T.V. (m³)	Vol. Excavación (m³)	Vol. Terraplén (m³)
I	25858.45	-	-	-
II	-	-	38995.34	38995.34
III	-	-	106047.56	-
IV	-	25858.45	-	106047.56
Total (m³)	25858.45	25858.45	145042.90	145042.90

El recrecido de la balsa, se realizará en el lado interior del vaso, a efectos de permitir las operaciones de extendido y compactación del material, salvo en el dique entre balsa, el cual es interior a ambos lados del mismo. De esta forma y con las nuevas obras de recrecido, se consigue compactar la cara interior de la balsa que está en contacto directo con el agua debiendo garantizar la buena ejecución del recrecido en obra.

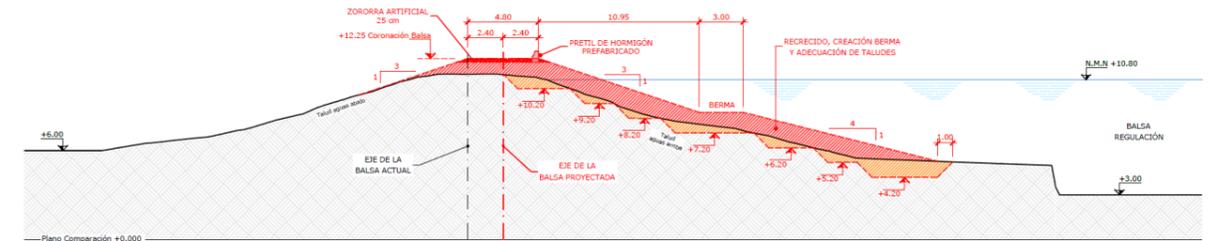


Figura 28. Sección tipo. Dique recrecido de la balsa de regulación

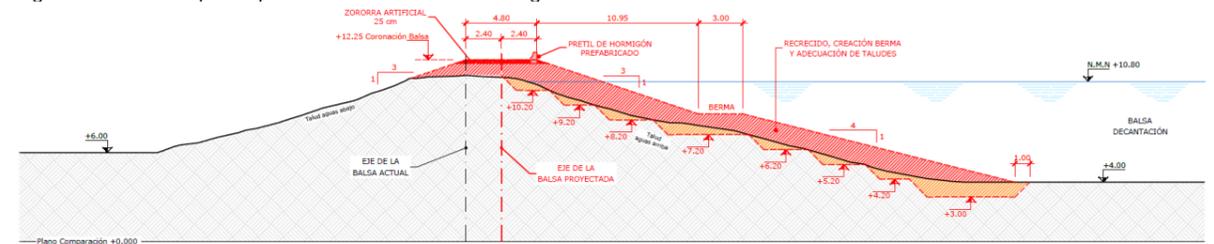


Figura 29. Sección tipo. Dique recrecido de la balsa de decantación

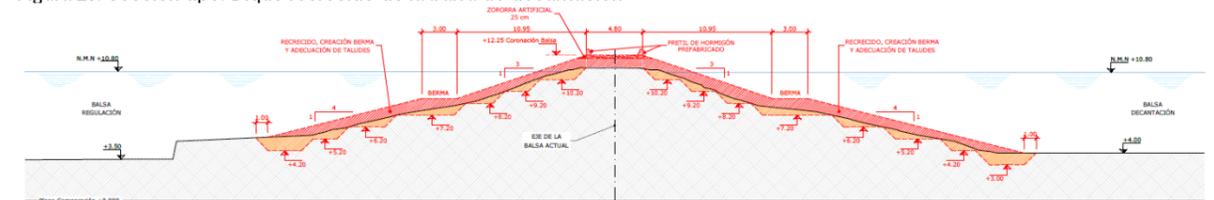


Figura 30. Sección tipo. Dique recrecido entre balsas

Respecto a las condiciones de ejecución, se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- El recrecido de los diques se realizará en uno de los taludes de los diques existentes, talud interno.
- El material a emplear en la ejecución del terraplén podrá proceder de la excavación del terreno superficial situado dentro de las balsas, correspondiente a arcillas de la unidad Qm1-c según estudio geotécnico realizado.
- Este relleno no podrá apoyar sobre terrenos blandos (NPST<10), ni sobre rellenos antrópicos. En caso de que la pendiente supere el 10%, se deberá realizar un escalonado del terreno de apoyo.
- Este relleno se extenderá en tongadas de 0.30 m de espesor máximo, con una densidad seca mínima del 98% del Proctor Normal y con una humedad ±2% de la humedad óptima del Proctor Normal, con un índice CBR>3% y con una inclinación transversal de 0.50 % para la evacuación de aguas de escorrentía.
- La compactación de los laterales de las conducciones de toma y entrega de agua a la balsa, ubicados en el vaso de la balsa, se deberá realizar de formas manual mediante rodillos o bandejas vibrantes manuales, para evitar diferenciaciones de altura y fisuras entre terreno y hormigón.

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).

- Dado el carácter arcilloso de los materiales, previsiblemente se requerirá para su compactación de rodillos tipo pata de cabra.

En la coronación del dique, se dispone de un pretil de coronación de 75 cm de altura en todo el perímetro de la balsa, a efectos de cumplir con la justificación de resguardos realizada en el anejo de cálculo hidráulicos

6.1.4.2. Ejecución de aliviadero de superficie y canal de descarga

El diseño del aliviadero se justifica en el anejo de Cálculos hidráulicos. Para su dimensionamiento, se han tenido en cuenta las lluvias máximas, considerando la Avenida de Proyecto y la Avenida Extrema, tal y como se expone en el art. N°5 de las NTS n°2 (anejo II) y el caudal de bombeo máximo de entrada a la balsa.

Teniendo en cuenta la propuesta de clasificación de la balsa como C, al art.8 de la citada norma recomienda la selección de los siguientes periodos de retorno: 100 años para la avenida de proyecto y de 500 años para la avenida extrema.

A partir de estos periodos de retorno, se han calculado las curvas IDF y se ha realizado un estudio de laminación.

El dimensionamiento del aliviadero se realizará en conjunto con el estudio de laminación, de forma iterativa hasta la selección de la longitud de vertido más idónea. El dimensionamiento del aliviadero se ha realizado siguiendo la metodología del capítulo 9 del manual: **Diseño de Pequeñas Presas.USBR.2007** y que se desarrolla en detalle en el anejo n° 8 Cálculos hidráulicos.

A partir de los cálculos realizados, se ha definido un aliviadero estricto cuya geometría está definida en el capítulo 9.10 del **Diseño de Pequeñas Presas.USBR.2007**.

El perfil del aliviadero desde la cota de alivio viene dado por la expresión:

$$\frac{y}{H_0} = -K \left(\frac{x}{H_0} \right)^n$$

Las características que definen el aliviadero son las siguientes:

Ho	0.500	Altura de diseño del aliviadero (m)
P	0.750	Altura del aliviadero sobre cauce aguas arriba
Q (Ho)	5.888	Caudal de diseño del aliviadero
L	8.00	Longitud del aliviadero
q	0.736	Caudal de diseño del aliviadero por metro

$v_a = \frac{q}{P + h_0}$	0.589	Velocidad aguas arriba (ver gráfico)
$h_a = \frac{q^2}{2g(P + h_0)^2}$	0.018	Energía cinética aguas arriba (ver gráfico)

Según la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, los parámetros *n* y *K* que definen el aliviadero estricto son los siguientes:

Talud	0.00H/1V	Talud del paramento de aguas arriba
ha/Ho	0.035	Relación entre energía cinética y altura de diseño
K	0.5070	Parámetro K (ver gráfico)
n	1.8533	Parámetro n (ver gráfico)

Los radios *R*₁ y *R*₂ y las coordenadas *x*_c e *y*_c se definen mediante la Figura 9-21 del **Diseño de Pequeñas Presas.USBR.2007**

A partir del estudio de laminación, se obtienen los siguientes resultados:

Según estos cálculos se tendrían los siguientes resultados de la laminación:

NMN	10.80 m	Nivel máximo normal, igual a la cota de alivio.
NAP	11.295 m	Nivel de avenida de proyecto (nivel en situación de proyecto)
NAE	10.966 m	Nivel de avenida extrema (nivel en situación extrema)
Q _{max} AP	5.888 m ³ /s	Caudal máximo de alivio en la situación de proyecto
Q _{max} AE	1.023 m ³ /s	Caudal máximo de alivio en la situación extrema

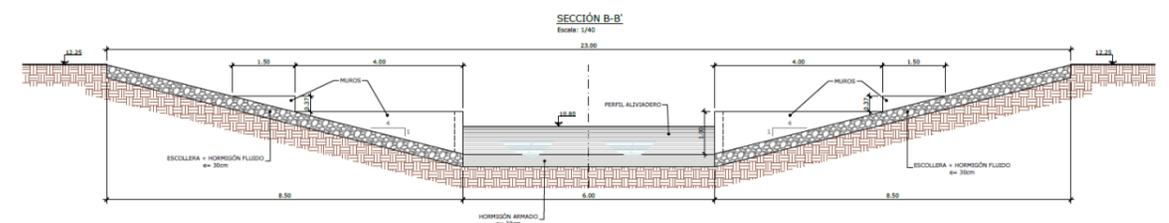


Figura 31: Aliviadero balsa de regulación. Alzado

El aliviadero cuenta se proyecta mediante una solera de hormigón y cuenta en coronación con una pendiente hacia el talud exterior del 2%. Se ha proyectado de tal forma que sea posible el tránsito de vehículos. El aliviadero cuenta con muros laterales de acompañamiento que permiten

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).

la orientación progresiva del agua hacia el canal de descarga exterior. En todo el perímetro superior de la obra, se ha considerado escollera de protección frente al oleaje.

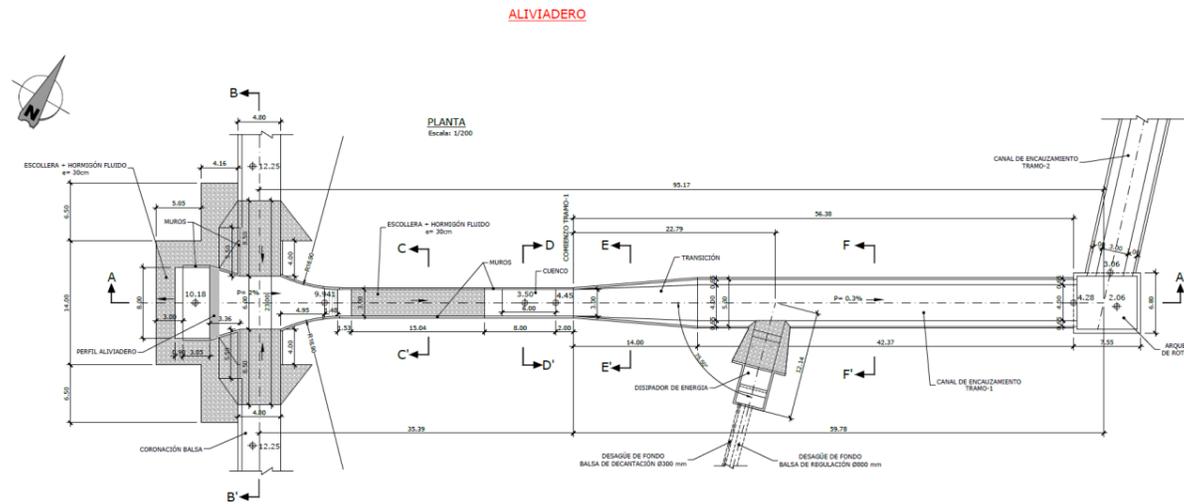


Figura 32: Aliviadero balsa de regulación. Planta. S, Belmonte

El canal de descarga, cuenta con 3 m de ancho y 1.20 m de calado, con una solera basada en escollera hormigonada para disipar energía en la descarga, contando con un cuenco disipador de energía en el pie del talud de dimensiones 6 m de largo, con un calado conjugado mínimo de 1.47 m.

El cuenco disipador de energía, da pie a un canal de encauzamiento que cuenta con dos tramos diferenciados. El tramo 1 tiene 61.78 m de longitud hasta alcanzar la carretera SE -9017, contando con una pendiente longitudinal de 0.3 % y de 4 m de ancho y 1.20 m de calado, revestido mediante hormigón armado de 15 cm de espesor.

Este canal de descarga, sirve a su vez, para la descarga del agua procedente de los nuevos desagües de fondo de la balsa de regulación (DN 800) y de decantación (DN300), que se han diseñado para garantizar la funcionalidad y operación de las balsas.

Al final de este tramo recto y de forma anexa a la carretera, se dispone de una arqueta de disipación de energía de dimensiones interiores de 7.15 m x 6 m y 3 m (ancho x largo x profundidad), que servirá para disipar energía en la misma y reorientar el flujo de agua en dirección del arroyo Salado de Morón.

A la salida de esta arqueta y en ángulo recto, se inicia el tramo 2 del canal de descarga hasta el salado de Morón, el cual tiene un ancho de 3 m, taludes laterales de 1H/1V y calado máximo de 1 m. Para poder descargar finalmente en el arroyo Salado de Morón, se ha proyectado una ODT de 3 m de ancho y 1.80 m de calado, con 28.24 m de longitud.

6.1.4.3. Ejecución de canal de interconexión entre balsas

El canal de interconexión entre balsas, cuenta con un ancho en la base de 4 metros, habiendo sido diseñado con una pendiente del 2% para un caudal de 5.88 m³/s, considerando taludes laterales 4H:1V. El canal de descarga por el talud, se ha proyectado mediante escollera con un canal de descarga de 4 m de ancho y cajeros laterales de 1 m, contando en la base con un cuenco amortiguador de 4 m de longitud y un calado conjugado de 1.14 m

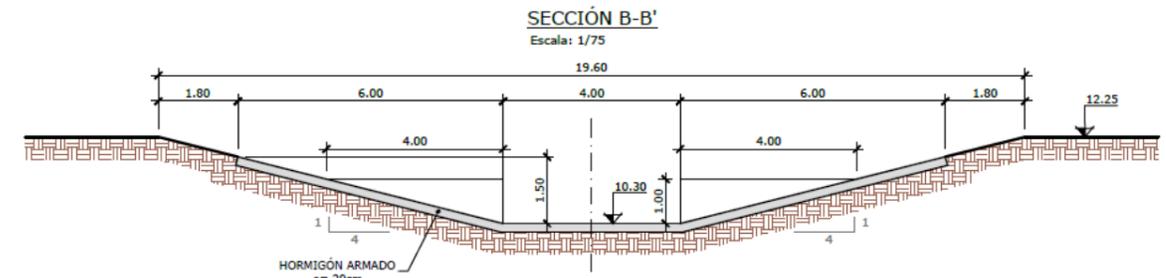


Figura 33: Aliviadero balsa de regulación. Planta. S, Belmonte

CANAL DE CONEXIÓN ENTRE BALSAS

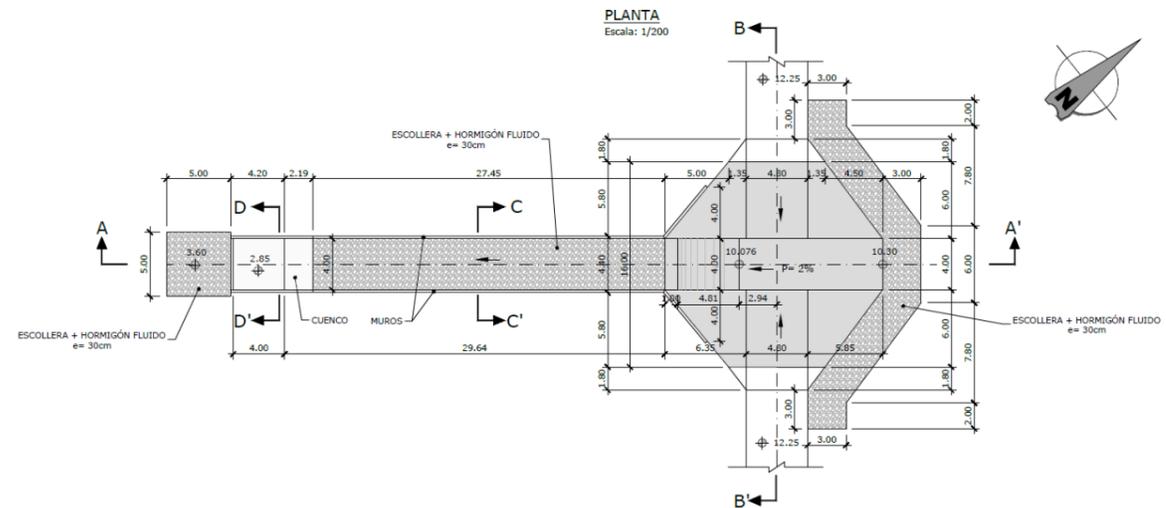


Figura 34: Canal de interconexión entre balsas. S, Belmonte

6.1.4.4. Adecuación de los desagües de fondo

Se han adecuado los desagües de fondo de las balsas de regulación y decantación. El diseño anterior, planteaba un vaciado de la balsa inyectando el flujo en el colector en gravedad procedente del arroyo Salado de Morón, rebosando el agua por las arquetas de registro, situación que no se puede asumir.

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).

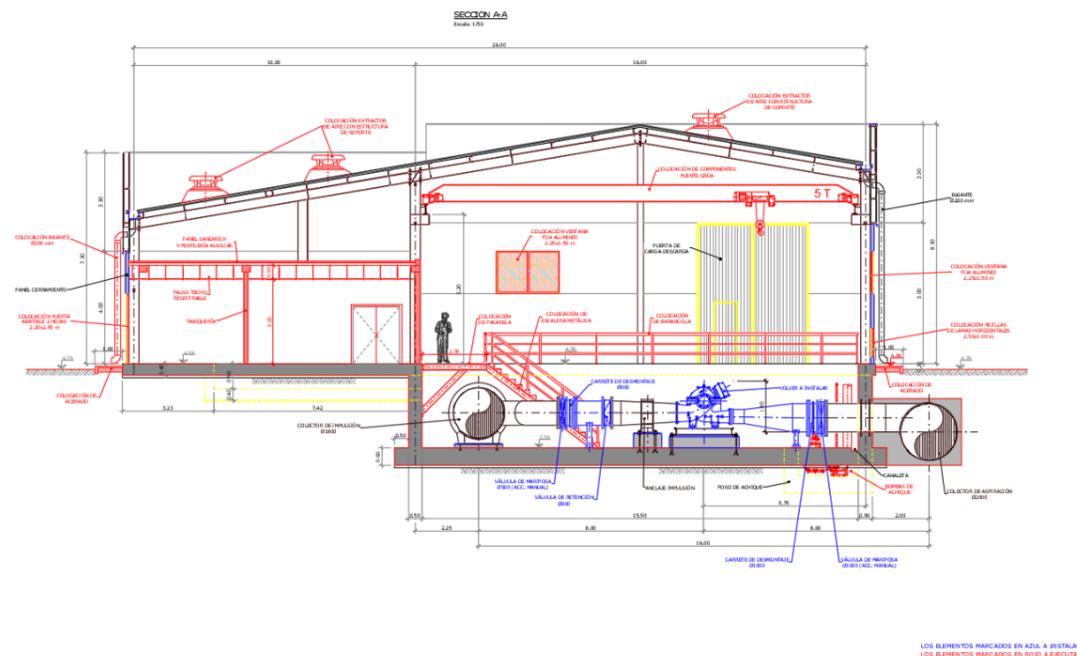


Figura 37. Perfil longitudinal de la estación de bombeo.

Los equipos de bombeo, también se quedaron instalados en la fase de ejecución de las obras y a fecha de redacción de este documento, están en proceso de revisión para su reaprovechamiento por parte de un taller especializado, junto con los motores eléctricos.

Considerando los equipos que fueron seleccionados por Befesa, la estación de bombeo cuenta con 6 unidades de bombeo con una capacidad unitaria de 838 l/s, que suponía una capacidad nominal para la estación de bombeo de 5,028 m³/s, para una altura manométrica total de 62.86 m.c.a, considerando 990 rpm en el motor.

El nuevo punto de funcionamiento requiere un caudal de diseño de 933 l/s por bomba, para aportar un caudal nominal para la estación de bombeo de 5.60 m³/s, para una altura manométrica total de 61.31 mca. Este punto nuevo punto de diseño, para las nuevas condiciones de la red de riego, se consigue considerando una velocidad de giro de los motores de 1003 rpm, lo que supone un incremento de 1.31% respecto al diseño original. Esto se ha conseguido, jugando con el diámetro de las nuevas conducciones de la red de riego y considerando la disposición de variadores de frecuencia en todos los grupos de bombeo.

Para esta velocidad de giro, la potencia que demanda el sistema es de 667.48 kw, frente a los 641.86 kw que requieren los motores girando a la velocidad nominal de 990 rpm originales, sin alcanzar el punto de funcionamiento requerido. Teniendo en cuenta que los motores instalados tienen una potencia nominal de 800 kw según la placa de los equipos, se cuenta con una reserva de potencia eléctrica en motores del 19.85 %.

La estación de bombeo, se ha reacondicionado en su totalidad, habiendo sido equipada con los 6 grupos de bombeo, 6 variadores de frecuencia para las 6 bombas, celdas de media tensión, sala de control y almacén, además de los centros de transformación correspondientes.

Se ha planteado una partición interior del espacio, considerando cerramiento de bloques de hormigón y forjado formado por panel sándwich y escayola sobre vigas para sectorizar y aislar frente al fuego cada centro de transformación previsto frente al fuego, considerando rejillas de ventilación intumescentes.

Se ha previsto la reparación del puente grúa, así como la instalación de bombas de achique en los fosos de bombeo, evacuando el agua procedente de los fosos, mediante un colector, hasta un punto de vertido dispuesto en el exterior de la Estación de bombeo.

Dentro de la obra civil a ejecutar y conforme a la definición incluida en el documento nº2.- Planos, se ha incluido la instalación de las cruces de San Andres que han sido sustraídas.

Igualmente, se ha considerado la instalación de ventilación en la cubierta mediante extractores dispuestos encima de los grupos de bombeo, variadores y transformadores.

Esta prevista la ventilación forzada de la sala de variadores de frecuencia, sala de control y sala de celdas.

Igualmente, se contempla el pintado exterior de toda estación de bombeo y la impremeabilización de los fosos de bombeo conforme a procedimiento descrito en el documento nº2.- Planos.

Se contempla también la adecuación de los calderines antiarriete, incluyendo la instalación de los colectores de distribución individuales que alimentan a cada uno, que han sido sustraídos.

6.1.6. Estación de Filtrado a red de riego

En cuanto a la estación de filtrado, se contempla la instalación de los filtros verticales de mallas del fabricante AMIAD, modelo EBS 10” y 130 micras de paso de mallas, de los cuales 39 están acopiados en las instalaciones de la Comunidad de Regantes Marismas, siendo necesario la instalación de uno adicional, hasta contar con un total de 40 filtros de mallas para el caudal nominal de diseño.

La estación de filtrado funcionará mediante un presostato dispuesto aguas arriba y aguas debajo de la Estación de filtrado y que dará orden de inicio de la operación de limpieza automática cuando la presión diferencial sea igual a 5 mca.

El agua excedente de la operación de filtrado (50 m³/h por filtro y un ciclo de limpieza de 30 segundos), se evacuará mediante un colector común a todos los filtros de DN 350 que evacuará

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).

el agua de rechazo hasta la arqueta de decantación,, ya construida, anexa a la estación de bombeo de llenado.

A la salida de la estación de filtrado, se dispone de una arqueta que aloja una válvula de mariposa de aislamiento que sirve para aislar la estación de filtrado respecto de la red de riego y de la estación de bombeo, en caso de necesidad por mantenimiento, contemplándose las actuaciones de adecuación de esta arqueta dentro del documento nº2 y del presupuesto del presente proyecto.

6.1.7. Nuevo Centro de control

Se contempla un centro de control, que contempla dos edificios independientes:

- Edificio de oficinas, para gestión y control de la CR, incluyendo el centro de telecontrol de todos los sectores de riego, el cual integra:
 - Sala de Reuniones de 33 m²
 - Despachos individuales para el presidente y el gerente de la CR
 - Archivo de la Comunidad de Regantes.
 - Cocina.
 - Aseos para 4 personas, incluyendo minusválidos.
 - Sala de control y oficinas y encargado de control
- Salón de actos para 100 personas, anexo al anterior y en forma de L respecto al edificio anterior, contando con aseos para minusválidos

Ambos edificios cuentan con unas dimensiones de 24 m x 11.00 m, estando la estructura formada por pilares metálicos HEB 220, cubierta formada por pilares HE 180 B y correas IPE 140.

Los dos edificios se integran mediante una zona ajardinada común que cuenta con 10 plazas de aparcamiento. Contando con accesos dispuestos en el mismo lateral y una cubierta común en el hall de acceso a ambos edificios.

Ambos edificios contarán con climatización, iluminación, antiincendios, red de agua potable, agua caliente sanitaria y red de fecales.

La red de fecales contará con una pequeña planta de tratamiento que permitirá el vertido del agua tratada en cauce público conforme a los parámetros que exige la normativa.

La acometida de agua potable para todo el sistema, procederá de la localidad anexa del el Trobal, mediante una acometida de agua específica de Aguas del Huesna.

6.1.8. Actuaciones complementarias

Además de las actuaciones anteriores, se contemplan como actuaciones complementarias:

- El vallado perimetral de dos metros de altura con alambre de espino en coronación y postes de cimentación y sujeción dispuestos cada 3.0 m.
- Caminos de acceso a edificación y balsas. Se contemplan caminos de acceso a los bombeos de ancho variable entre 3 y 5 m para circulación de vehículos, consistente en extendido de zahorra de 25 cm de espesor.
- 12 Plazas de aparcamiento de vehículos ligeros en la parte posterior del edificio de la estación de bombeo de 2.5 m x 5 m .
- Rampas de acceso a basa y plataforma de mantenimiento hormigonada en el interior para facilitar las tareas de mantenimiento. Se proyectan caminos de acceso a la coronación de la balsa para tareas de inspección, así como rampas de acceso desde el exterior, hacia el interior de la balsa. En el fondo de las balsas se han planteado unas plataformas de trabajo hormigonadas de 25 cm x 25 cm, para la retirada de sólidos decantados y mantenimiento de la balsa.

6.2. Sector Alcantarillas

6.2.1. Captaciones

El sector Alcantarillas, contará con dos captaciones que parten del Canal del Bajo Guadalquivir. Una de ellas ya está ejecutada en la acequia A-VII-11, acequia que parte del CBG, situándose el punto de captación a 378 m del mismo. Atendiendo a la limitada capacidad de esta acequia, se contempla una nueva captación paralela a la existente, con capacidad suficiente para la totalidad del caudal de captación previsto, permitiendo también de esta forma, simultanear el llenado de la balsa Belmonte con la necesidad transitoria de abastecer a la red de acequias actual en caso de necesidad.

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).

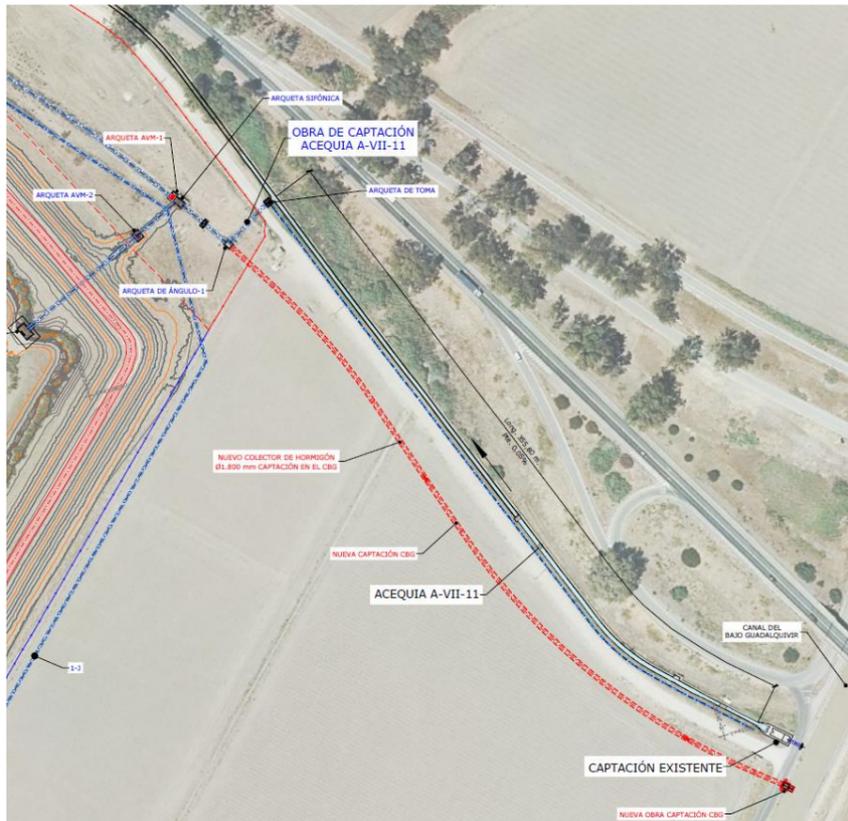


Figura 38: Planta de situación de las obras de captación del sector Alcantarillas. Existente en acequia A-VII-11 y nueva captación paralela

6.2.2. Captación en Acequia A-VII-11 (Existente)

6.2.2.1.1. Obra de toma en Acequia A-VII-11

La obra de toma en la acequia A-VII-11, ya se encuentra ejecutada, y consiste en un cajón de hormigón armado anexo a la acequia de riego. El problema de esta captación, es que la capacidad de esta acequia por sí sola no es suficiente para garantizar el caudal de diseño de 3.77 m³/s y se debe complementar mediante la construcción de una nueva obra de captación complementaria.

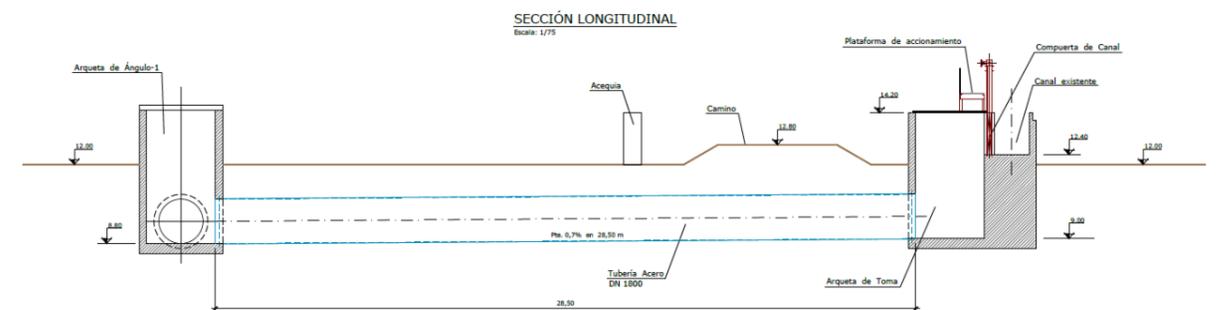


Figura 39. Obra de captación en acequia A-VII-11

Atendiendo a la geometría que tiene este canal, el mismo tiene una capacidad para 2 m³/s. La nueva captación, debe tener una capacidad adicional de 1.77 m³/s, si bien, se ha dimensionado con capacidad suficiente para la totalidad del caudal que demandará por los motivos antes expuestos.

6.2.2.1.2. Colector de llenado desde obra de toma en Acequia A-VII-11 y arqueta de reunión de flujos previo a la EB-1

El colector de captación desde la obra de captación hasta la cantara de bombeo de llenado de balsas ya se encuentra ejecutado, contando con una serie de arquetas intermedias que tienen diferente funcionalidad.

Hay que indicar que el proyecto previo de modernización se contemplaba una arqueta entre la obra de captación y la arqueta en ángulo-1, para la instalación de un caudalímetro, si bien la misma no llegó a ejecutarse en obra.

Para solventar esta situación y teniendo en cuenta la nueva obra de captación propuesta paralela al canal actual y que se describe en el siguiente apartado, se contempla la instalación de un caudalímetro fijo híbrido por radar y Doppler, que permiten su instalación en colectores en gravedad de hormigón sin ejecución de nueva arqueta y pudiendo medir tanto en situación de colector lleno, como en situación de colector parcialmente lleno.

6.2.3. Nueva captación directa en el Canal del Bajo Guadalquivir

6.2.3.1. Obra de toma en Canal del Bajo Guadalquivir

La obra de captación en el bajo Guadalquivir, se proyecta mediante la ejecución de una obra de toma anexa al paramento inclinado del canal, considerando una solución de compuerta inclinada idéntica a la actual existente para la acequia A-VII-11, la cual dispone de un mecanismo que integra un cardan inclinado que permite el accionamiento de apertura y cierre de la compuerta. Las dimensiones de la nueva captación en el canal son de 2.80 m x 1.80 m (2.80 m en el paramento inclinado), contando con unas rejillas de desbaste en el punto de captación para evitar la entrada de sólidos al punto de toma. La cota de rasante de la tubería de captación en la

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).

arqueta de toma, es la 9.84 msnm, disponiendo de sumergencia suficiente respecto al canal para garantizar el abastecimiento, a la estación de bombeo

6.2.3.1.1. Colector de llenado desde CBG

La tubería de captación, debe pasar por debajo de la carretera SE-428, previendo el corte, desvío del tráfico y reposición de firme de esta vía para la ejecución de la obra. Se proyecta una tubería de hormigón armado de DN 1800 para abastecer los 3.77 m³/s.

La longitud de la nueva tubería es de 384.28 m hasta la arqueta en ángulo existente, en donde se realizará la reunión de flujos de la captación existente en la A-VII-11.

El trazado de la conducción se ha planteado jugando con el esviaje admisible que admiten los tubos de hormigón, a efectos de evitar codos de anclaje o arquetas en ángulo para materializar los cambios de dirección.

Hay que indicar que este colector se empleará, indistintamente, tanto para captar agua desde el CBG hacia la balsa Alcantarillas mediante las obras de captación descritas (captación existente y nueva captación), como para poder enviar agua desde la balsa Alcantarillas hasta el CBG en gravedad, por medio de la nueva captación planteada y sin necesidad de emplear la estación de bombeo al tener piezométrica suficiente.

Para poder habilitar esta obra, es necesario ejecutar un ramal de conexión entre el colector de distribución 1-J (perteneciente a la red de distribución en presión), con el nuevo colector de captación reversible planteado de DN 1800, planteando la conexión de este nuevo ramal en la arqueta en ángulo -1, obra descrita en apartados posteriores de la memoria.

Habilitando el envío de agua en gravedad desde la balsa Alcantarillas hasta el CBG, se pretender poder abastecer al sector Palmillas de forma transitoria hasta que las obras de modernización de dicho sector se encuentren ejecutadas, al presentar un grado de avance menor que el resto de sectores.

6.2.4. Estación de bombeo de llenado de balsas EB1

La obra civil de la estación de bombeo para el llenado de la Balsa de Regulación ya se encuentra ejecutada, quedando pendiente la instalación de equipos electromecánicos: grupos de bombeo, cuchara bivalva, compuertas y pasaderas tramex de acceso para tareas de explotación y mantenimiento.

La estación de bombeo de llenado de la balsa de Decantación-Regulación, esta compuesta por tres recintos independientes.

4) En el primer recinto, se recibe el agua procedente de las captaciones en el CBG.

Las actuaciones contempladas son la instalación de una cuchara bivalva de 250 l de capacidad que permitirá la retirada de los posibles sólidos que puedan llegar a la cántara desde las captaciones. Es necesaria la instalación de la viga IPN 330 para el desplazamiento del carro.

De forma anexa a este recinto, la estación de bombeo cuenta con una arqueta de acumulación de agua de filtrado ya ejecutada, que sirve para recibir el agua procedente de la estación de filtrado.

5) El segundo recinto cuenta con las camisas verticales para el alojamiento de los grupos de bombeo verticales. El acceso a esta cántara, se controla mediante una compuerta mural de 1.35 m x 1.00 m, pendiente de instalar. En cuanto a los equipos electromecánicos, las tareas incluidas consisten en la instalación de los equipos que ya estaban instalados de las obras del año 2008 y que han sido reacondicionados por un taller especializado, estando acopiados en las instalaciones de la CCRR Marismas del Guadalquivir.

La estación de bombeo cuenta con 4 unidades de bombeo con una capacidad unitaria de 943 l/s, que supone una capacidad nominal para la estación de bombeo de 3772 m³/s, para una altura manométrica total de 5.09 mca.

Las camisas de alojamiento de las bombas verticales ya están ejecutadas, sin embargo, no cuentan con el codo en "T" que sí tiene instalado la estación de bombeo de Belmonte, siendo necesaria la instalación del mismo para evitar que el flujo de agua procedente de las bombas rebose en situación de cántara de bombeo llena.

De forma anexa a este recinto, la estación de bombeo cuenta con una arqueta de acumulación de agua de filtrado ya ejecutada que vierte el agua recibida de la estación de filtrado

6) El tercer recinto, recibe el agua elevada por las bombas, estando conectado por fondo con los tubos de llenado de las balsas de decantación y regulación, funcionando como un tubo piezométrico conectado hidráulicamente a los vasos de las dos balsas.

Está prevista la instalación de una escalera de acceso, una pasarela de trámex y barandillas de protección en el perímetro superior de la estación de bombeo, para permitir visualizar el correcto funcionamiento del sistema desde en fase de explotación. La escalera de acceso estará formada por un perfil UPN200 dispuesto de forma longitudinal, con huella y contrahuella definida conforme a planos.

Por último, se contempla también la impermeabilización interior del foso de bombeo, conforme a procedimiento incluido en el documento nº2.- Planos.

6.2.5. Elementos de interconexión entre las estaciones de bombeo y las balsas

Los elementos de interconexión en donde hay previstas nuevas actuaciones así como adecuación de las obras existentes, hacen referencia a los siguientes elementos del sistema:

1) Colector de conexión entre balsas DN 1800.

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).

- 2) Colector de aspiración por impulsión. Balsa de Regulación DN 1800.
- 3) Colector desagüe de fondo balsa de Regulación DN 700.
- 4) Colector de conexión sector Alcantarillas – Palmillas DN 500.
- 5) Arquetas para alojamiento de válvulas de mariposa: AMV1 y arqueta sifónica anexa, AMV2, AMV3, AMV4, AMV5, AMV6, AMV7 y AMV8.
- 6) Arqueta en ángulo 1 procedente de las captaciones.
- 7) Obra de conexión Ramal distribución 1-J – Nuevo colector DN 1800

Los colectores 1), 2) y 3), son parte de los colectores que atraviesan el cuerpo de la balsa y que ya se encuentran ejecutados.

Además de los colectores indicados, la balsa también cuenta con un colector de llenado principal de DN 1800 ya ejecutado y de otro colector para el llenado por gravedad de la balsa de decantación de DN 1800 que conecta por fondo la arqueta sifónica, con el fondo de la balsa y que también se encuentra ejecutado.

En todos los colectores indicados que atraviesan el cuerpo de la balsa, se contemplan actuaciones de inspección y reparación de soldaduras interiores, tras inspección en campo del estado interior de soldaduras.

Respecto al colector 4) de conexión entre el sector Alcantarillas – Palmillas de DN 500, esta obra ya está ejecutada de las obras de modernización previa y sirve para enviar agua al CBG. Para poder completar esta operación, es necesario acometer la actuación complementaria del ramal de conexión entre el ramal 1-J y la nueva captación de DN 1800.

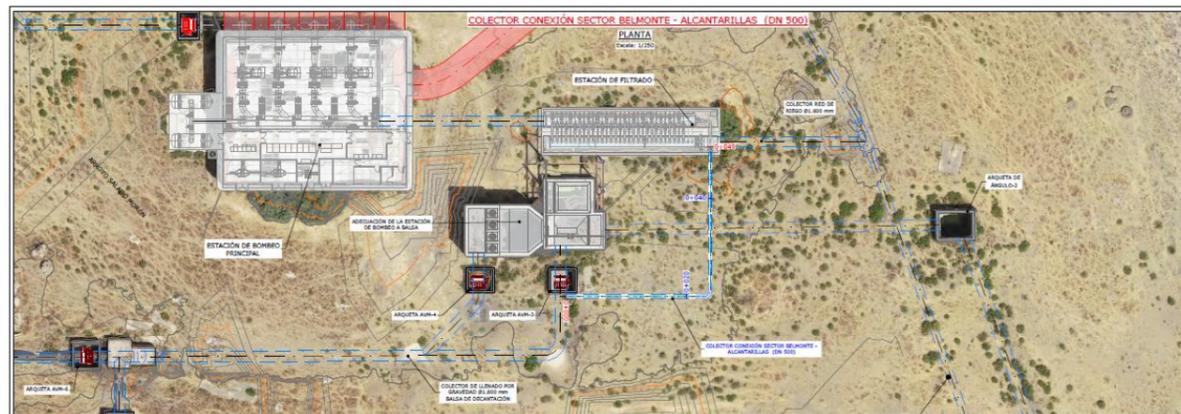


Figura 40; Ramal de conexión by-pass del bombeo, para enviar agua al CBG en gravedad. Ya ejecutado

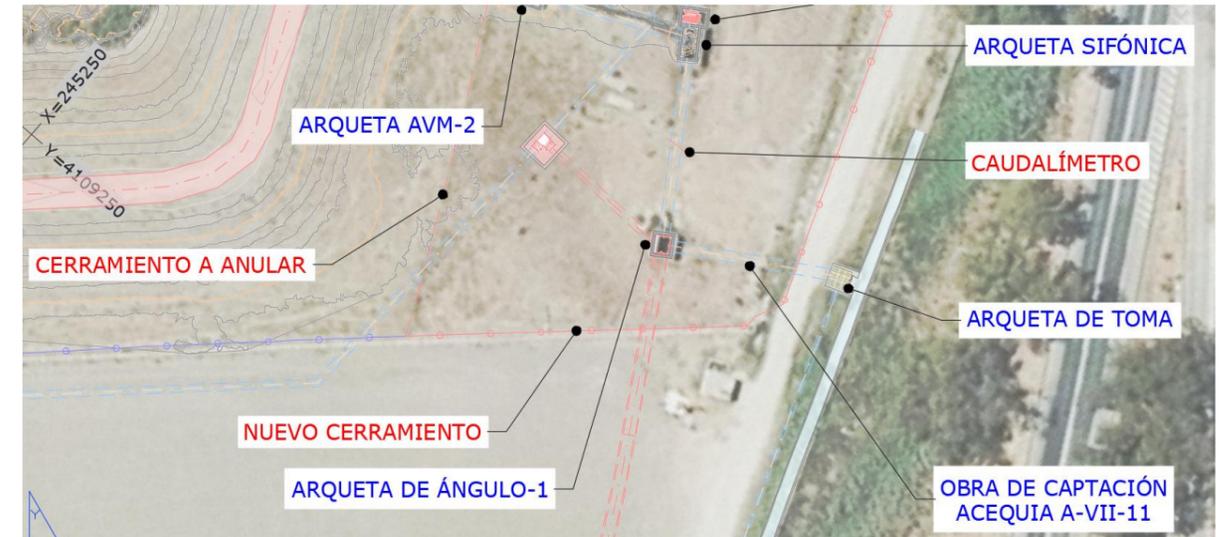


Figura 41; Ramal de conexión by-pass del bombeo, para enviar agua al CBG en gravedad. Nueva obra

En cuanto a las arquetas AMV1 a AMV8, en el documento nº2.- Planos, se consideran diferentes actuaciones de adecuación de las arquetas y válvulas existentes, que van desde la instalación completa de la válvula de mariposa porque la misma no llegó a instalarse, a la reparación parcial en otras de elementos auxiliares como los pernos de fijación de la válvula, la sustitución del motor de accionamiento o la instalación de pates y tapas.

En toda la obra civil de las arquetas, se contempla la impermeabilización interior de las mismas.

Respecto a la arqueta en ángulo 1, dispuesta en los colectores de captación procedentes del Canal del Bajo Guadalquivir, se contempla el recrecido de la arqueta hasta la cota 15.50 mmsm, a efectos de poder abastecer al CBG a través de ésta, mediante la ejecución de la conexión descrita en la Figura 39, entre el colector de distribución 1-J y la Arqueta. Este recrecido, requiere a su vez, de la instalación de compuertas de paramento en las entregas de las tuberías ya instaladas para la captación desde el A-VII-11, para evitar el refluo inverso hacia la estación de bombeo de llenado o la propia obra de toma existente.

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).

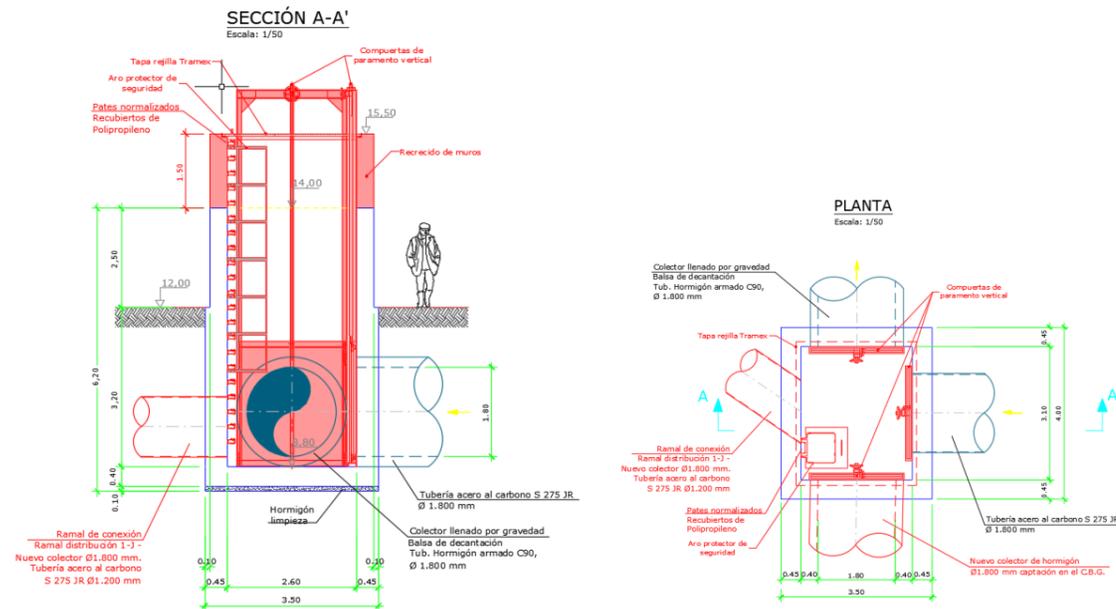


Figura 42: Ramal de conexión by-pass del bombeo, para enviar agua al CBG en gravedad. Ya ejecutado

Además del recrecido de esta arqueta, es necesario el recrecido de la arqueta sifónica hasta alcanzar una cota absoluta de 14.70 msnm, ya que en la actualidad, esta arqueta tiene cota 13 en coronación y se produciría el desborde en caso de abastecimiento desde el Canal del Bajo Guadalquivir en situación de canal lleno.

6.2.6. Balsa de decantación y Regulación

Atendiendo a la propuesta de clasificación de la balsa que se incluye en el anejo nº 9 del proyecto, la balsa de decantación y regulación del Sector Alcantarillas, no se recrecerá, justificándose los niveles y resguardos que se definen para esta balsa en el anejo de cálculos hidráulicos del Sector Alcantarillas.

Las actuaciones principales contempladas en las balsas se describen a continuación:

6.2.6.1. Instalación de pretil para cumplimiento de resguardos

A efectos del cumplimiento de los resguardos que marca la norma y que se justifican en el anejo de cálculo hidráulicos del sector Alcantarillas, se prevé la instalación de un pretil de coronación de 75 cm de altura, situándose la cota superior del mismo a la cota 17.35 mnsn. Se dispondrá en todo el perímetro de la balsa de regulación y decantación, incluido el dique entre balsas.

6.2.6.2. Ejecución de aliviadero de superficie y canal de descarga

El diseño del aliviadero se justifica en el anejo numero 8.- Cálculos hidráulicos. Para su dimensionamiento, se han tenido en cuenta las lluvias máximas, considerando la Avenida de Proyecto y la Avenida Extrema, tal y como se expone en el art. N°5 de las NTS nº2 (anejo II) y el caudal de bombeo máximo de entrada a la balsa.

Teniendo en cuenta la propuesta de clasificación de la balsa como C, al art.8 de la citada norma recomienda la selección de los siguientes periodos de retorno: 100 años para la avenida de proyecto y de 500 años para la avenida extrema.

A partir de estos periodos de retorno, se han calculado las curvas IDF y se ha realizado un estudio de laminación.

El dimensionamiento del aliviadero se realizará en conjunto con el estudio de laminación, de forma iterativa hasta la selección de la longitud de vertido más idónea. El dimensionamiento del aliviadero se ha realizado siguiendo la metodología del capítulo 9 del manual: **Diseño de Pequeñas Presas.USBR.2007** y que se desarrolla en detalle en el anejo nº 8 Cálculos hidráulicos.

A partir de los cálculos realizados, se ha definido un aliviadero estricto cuya geometría está definida en el capítulo 9.10 del **Diseño de Pequeñas Presas.USBR.2007**.

Las características que definen el aliviadero son las siguientes:

Ho	0.500	Altura de diseño del aliviadero (m)
P	0.750	Altura del aliviadero sobre cauce aguas arriba
Q(Ho)	4.450	Caudal de diseño del aliviadero
L	8.00	Longitud del aliviadero
q	0.556	Caudal de diseño del aliviadero por metro
$v_a = \frac{q}{P + h_o}$	0.445	Velocidad aguas arriba (ver gráfico)
$h_a = \frac{q^2}{2g(P + h_o)^2}$	0.010	Energía cinética aguas arriba (ver gráfico)

Según la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, los parámetros *n* y *K* que definen e l aliviadero estricto son los siguientes:

Talud	0.00H/1V	Talud del paramento de aguas arriba
ha/Ho	0.020	Relación entre energía cinética y altura de diseño

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).

K	0.5041	Parámetro K (ver gráfico)
n	1.8607	Parámetro n (ver gráfico)

Los radios R_1 y R_2 y las coordenadas x_c e y_c se definen mediante la Figura 9-21 del Diseño de Pequeñas Presas.USBR.2007

A partir del estudio de laminación, se obtienen los siguientes resultados:

Según estos cálculos se tendrían los siguientes resultados de la laminación:

NMN	15.50	Nivel máximo normal, igual a la cota de alivio.
NAP	15.91	Nivel de avenida de proyecto (nivel en situación de proyecto)
NAE	15.65	Nivel de avenida extrema (nivel en situación extrema)
QmaxAP	4.45	Caudal máximo de alivio en la situación de proyecto
QmaxAE	0.89	Caudal máximo de alivio en la situación extrema
z_{aliv}	15.50	Cota de alivio
z_{cor}	16.60	Cota de coronación
$z_{cor} + \frac{1}{2} \cdot h_{parapeto}$	16.975	Cota de coronación + 1/2 altura de parapeto

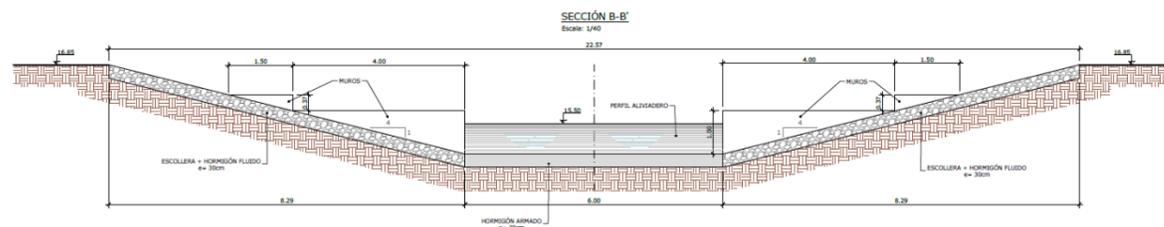


Figura 43: Aliviadero balsa de regulación. Alzado

El aliviadero cuenta se proyecta mediante una solera de hormigón y cuenta en coronación con una pendiente hacia el talud exterior del 2%. Se ha proyectado de tal forma que sea posible el tránsito de vehículos. El aliviadero cuenta con muros laterales de acompañamiento que permiten la orientación progresiva del agua hacia el canal de descarga exterior. En todo el perímetro superior de la obra, se ha considerado escollera de protección frente al oleaje.

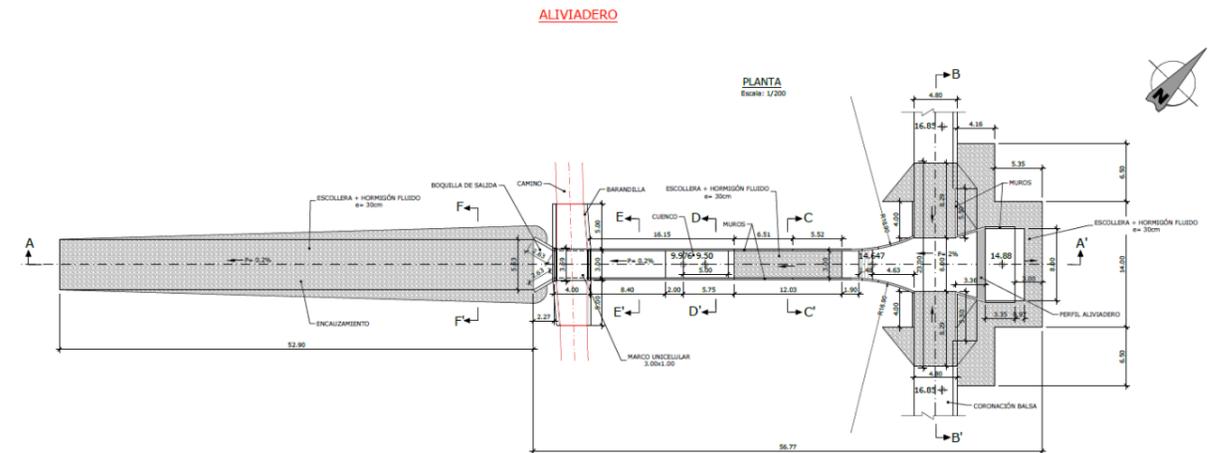


Figura 44: Aliviadero balsa de regulación. Planta. S, Alcantarillas

El canal de descarga cuenta con 3 m de ancho y 0.80 m de calado, con una solera basada en escollera hormigonada para disipar energía en la descarga, contando con un cuenco disipador de energía en el pie del talud de dimensiones 5 m de largo, con un calado conjugado mínimo de 1.18 m.

El cuenco disipador de energía, da pie a un canal de encauzamiento que cuenta con dos tramos diferenciados. El tramo 1 tiene 16.67 m de longitud hasta cruzar un camino de servicio existente en la banqueta de protección existente del encauzamiento del Arroyo Salado de Morón, contando con una pendiente longitudinal de 0.2 % y de 3 m de ancho y 1.03 m de calado, taludes laterales verticales en hormigón armado de 20 cm de espesor. Para el cruce del camino de servicio, se cuenta con un marco unicelular de drenaje de dimensiones 3 m x 1 m.

Una vez cruzado el cruzado el camino, se proyecta la descarga en el arroyo Salado de Morón mediante un canal trapecial de escollera hormigonada de 5.63 m de ancho y calado variable de 52.90 m de longitud.

6.2.6.3. Canal de interconexión entre balsas

El canal de interconexión entre balsa, se encuentra ejecutado conforme al diseño original del proyecto de Befesa, sin embargo el mismo no se ajusta en cotas al estudio de resguardos realizado y presenta carencias de seguridad como es no contar con un elemento de disipación de energía en el pie del talud, que en situación de balsa vacía y vertido desde coronación, puede provocar problemas de erosión del muro entrebalsas existente.

Por los motivos expuestos, se diseña un nuevo canal de interconexión entre balsas, el cual cuenta con un ancho en la base de 4 metros, habiendo sido diseñado con una pendiente del 2% para un caudal de 4.45 m³/s, considerando taludes laterales 4H:1V. El canal de descarga por el talud, se ha proyectado mediante escollera con un canal de descarga de 4 m de ancho y cajeros

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).

laterales de 1 m, contando en la base con un cuenco amortiguador de 4 m de longitud y un calado conjugado de 1.14 m

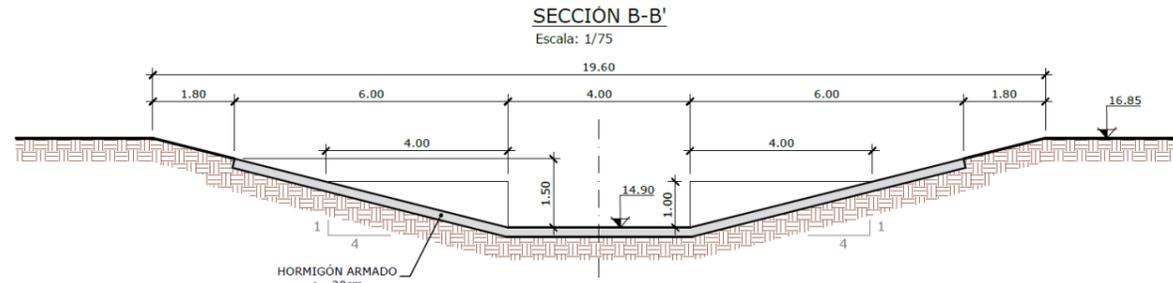


Figura 45: Aliviadero balsa de regulación. Planta. S, Alcantarillas

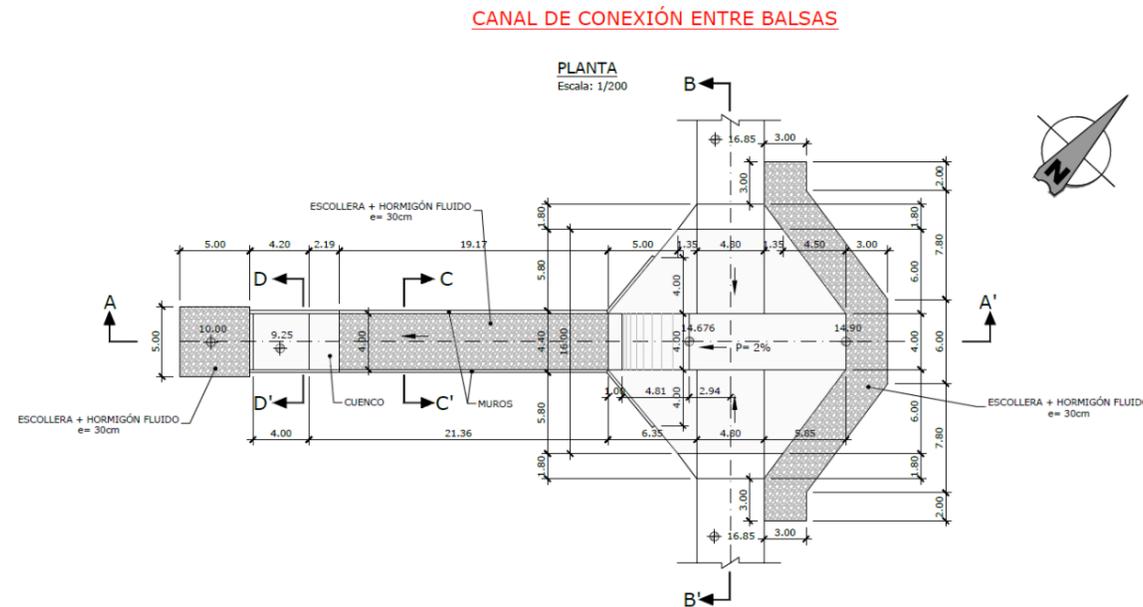


Figura 46: Canal de interconexión entre balsas. S. Alcantarillas

6.2.6.4. Adecuación del desagüe de los desagües de fondo

Se han adecuado el desagüe de fondo de la balsa de regulación, ya que el mismo está construido actualmente con una descarga directa inmediata en la parcela existente anexa a la balsa. La descarga en el punto actual, supone un riesgo para la estabilidad de la balsa y genera una descarga desordenada, provocando la inundación de los terrenos de cultivo colindantes. Siendo así, se ha prolongado el diseño del desagüe mediante la inclusión de un codo en 90° y la prolongación de 285.81 m del colector de 700 m hasta la descarga en el Arroyo Salado de Morón.

En el punto de entrega, está prevista la inclusión de un dissipador de energía consistente en una viga de impacto del USBR.

Mediante la instalación de la prolongación del colector de desagüe, se consigue un vaciado de la balsa de regulación de 17.2 días

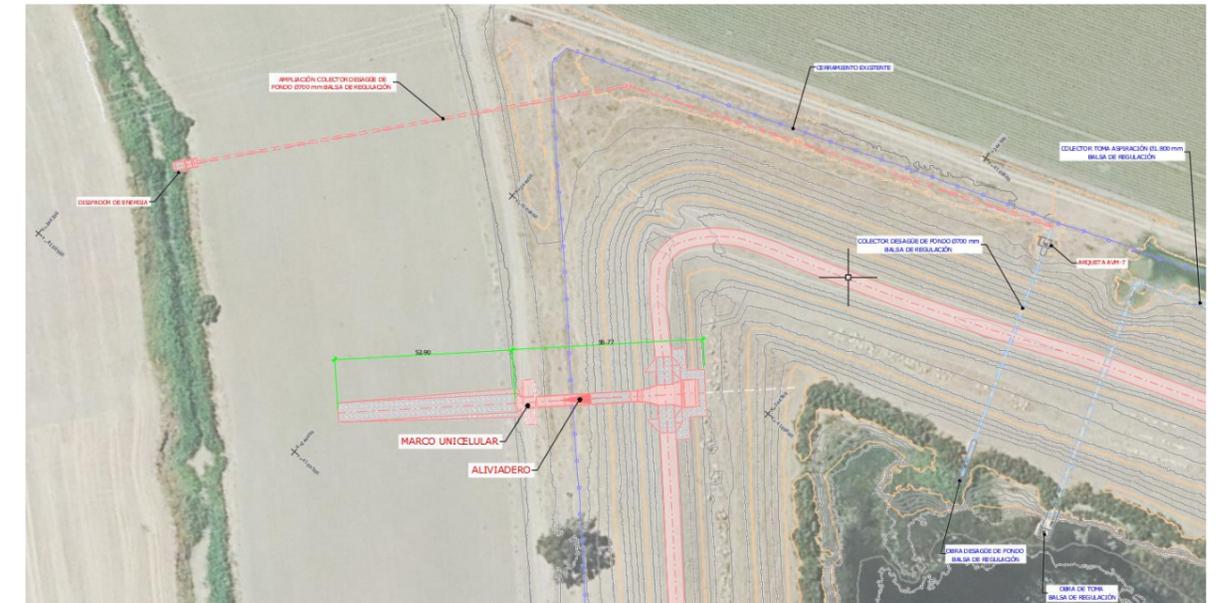


Figura 47: Layout de la prolongación del desagüe de los nuevos desagües de fondo de la balsa de decantación y regulación

6.2.6.5. Obras de toma y entrega en balsa

La obra civil de las obras de toma y entrega en las balsas de regulación y decantación de cada uno de los colectores que atraviesan los diques de las balsas, ya se encuentran ejecutados, incluyéndose en el documento nº2.- Planos, actuaciones de adecuación menores como es la instalación de rejillas.

6.2.7. Estación de bombeo a red de riego

Los equipos de bombeo, también se quedaron instalados en la fase de ejecución de las obras y a fecha de redacción de este documento, están en proceso de revisión para su reaprovechamiento por parte de un taller especializado, junto con los motores eléctricos.

Considerando los equipos que fueron seleccionados originalmente por Befesa, la estación de bombeo cuenta con 4 unidades de bombeo con una capacidad unitaria de 945 l/s, que supone una capacidad nominal para la estación de bombeo de 3,78 m³/s, para una altura manométrica total de 58.8 mca.

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).

El nuevo punto de funcionamiento requiere un caudal de diseño de 987.5 l/s por bomba, para aportar un caudal nominal para la estación de bombeo de 3.95 m³/s, para una altura manométrica total de 59.99 mca. Este nuevo punto de diseño, para las nuevas condiciones de la red de riego, se consigue considerando una velocidad de giro de los motores de 1010 rpm, lo que supone un incremento de 2.02 % respecto al diseño original. Esto se ha conseguido, jugando con el diámetro de las nuevas conducciones de la red de riego y considerando la disposición de variadores de frecuencia en todos los grupos de bombeo.

Para esta velocidad de giro, la potencia que demanda el sistema es de 694.90 kw, frente a los 654.44 kw que requieren los motores girando a la velocidad nominal de 990 rpm originales, pero sin alcanzar el punto de funcionamiento requerido. Teniendo en cuenta que los motores instalados tienen una potencia nominal de 800 kw según la placa de los equipos, se cuenta con una reserva de potencia eléctrica en motores del 15.12 %.

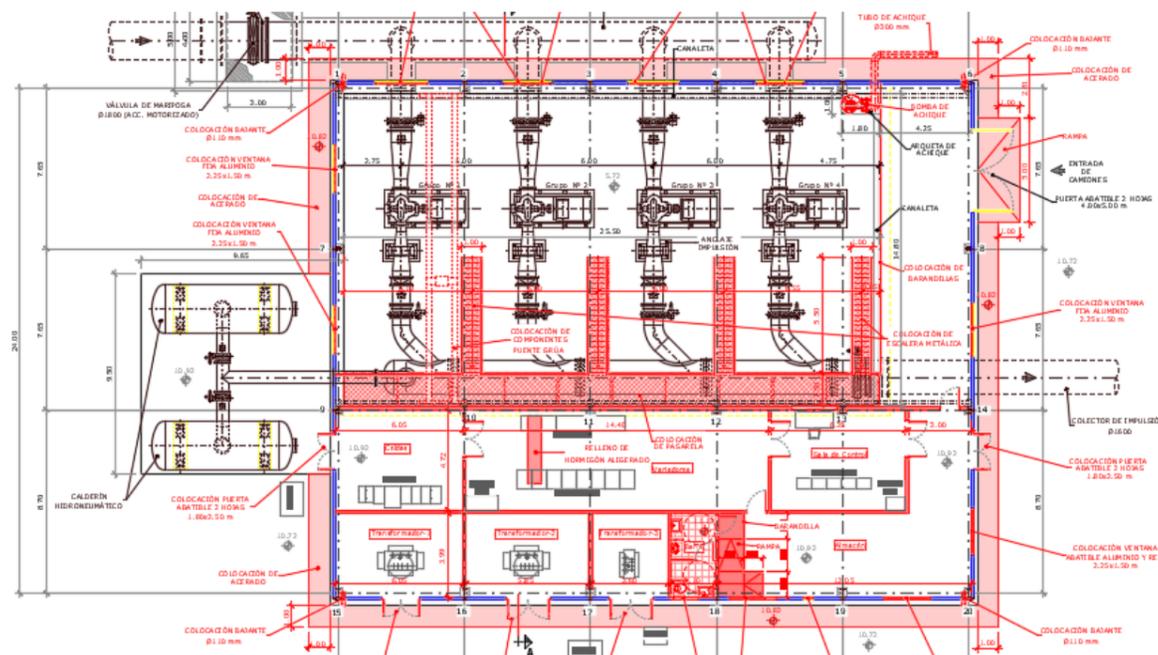


Figura 48. Perfil longitudinal de la estación de bombeo.

La estación de bombeo, se ha reacondicionado en su totalidad, habiendo sido equipada con los 4 grupos de bombeo, 4 variadores de frecuencia para las 4 bombas, celdas de media tensión, sala de control y almacén, además de los centros de transformación correspondientes.

Se ha planteado una partición interior del espacio, considerando cerramiento de bloques de hormigón y forjado formado por panel sándwich y escayola sobre vigas para sectorizar y aislar

frente al fuego cada centro de transformación previsto frente al fuego, considerando rejillas de ventilación intumescentes.

Se ha previsto la reparación del puente grúa, así como la instalación de bombas de achique en los fosos de bombeo, evacuando el agua procedente de los fosos, mediante un colector, hasta un punto de vertido dispuesto en el exterior de la Estación de bombeo.

Dentro de la obra civil a ejecutar y conforme a la definición incluida en el documento nº2.- Planos, se ha incluido la instalación de las cruces de San Andres que han sido sustraídas.

Igualmente, se ha considerado la instalación de ventilación en la cubierta mediante extractores dispuestos encima de los grupos de bombeo, variadores y transformadores.

Está prevista la ventilación forzada de la sala de variadores de frecuencia, sala de control y sala de celdas.

Igualmente, se contempla el pintado exterior de toda estación de bombeo y la impermeabilización de los fosos de bombeo conforme a procedimiento descrito en el documento nº 2.- Planos.

Se contempla también la adecuación de los calderines antiarriete que, a diferencia que en el sector Belmonte, no están instalados, contemplándose dos calderines de 20 m³ horizontales unidos al colector de aspiración mediante un colector común de DN 600.

A diferencia del Sector Belmonte y teniendo en cuenta que en este sector no se contará con centro de control, se ha contemplado la instalación de un aseo y lavabo.

Igualmente, se contempla el acondicionamiento completo de la cubierta, al estar la misma totalmente arruinada. Respecto a la estructura de sustentación, también se contempla la instalación de las correas de cubierta que sustentan la misma, así como la instalación de extractores de ventilación.

6.2.8. Estación de Filtrado a red de riego

En cuanto a la estación de filtrado, se contempla la instalación de 22 filtros verticales nuevos de mallas del fabricante STF, modelo FMA 9014 y 125 micras de paso de malla.

La estación de filtrado funcionará mediante un presostato dispuesto aguas arriba y aguas debajo de la Estación de filtrado y que dará orden de inicio de la operación de limpieza automática cuando la presión diferencial sea igual a 5 mca.

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).

El agua excedente de la operación de filtrado (25 m³/h por filtro), se evacuará mediante un colector común a todos los filtros de DN 350 que evacuará el agua de rechazo hasta la arqueta de decantación ya construida anexa a la estación de bombeo de llenado.

A la salida de la estación de filtrado, se dispone de una arqueta que aloja una válvula de mariposa de aislamiento que sirve para aislar la estación de filtrado respecto de la red de riego y de la estación de bombeo, en caso de necesidad por mantenimiento, contemplándose las actuaciones de adecuación de esta arqueta dentro del documento nº 2 y del presupuesto del presente proyecto.

6.2.9. Actuaciones complementarias

Además de las actuaciones anteriores, se contemplan como actuaciones complementarias:

- El vallado perimetral de dos metros de altura con alambre de espino en coronación y postes de cimentación y sujeción dispuestos cada 3.0 m.
- Caminos de acceso a edificación y balsas. Se contemplan caminos de acceso a los bombeos de ancho variable entre 3 y 5 metros para circulación de vehículos, consistente en extendido de zahorra de 25 cm de espesor.
- 12 Plazas de aparcamiento de vehículos ligeros en la parte posterior del edificio de la estación de bombeo de 2.5 m x 5 m.
- Rampas de acceso a basa y plataforma de mantenimiento hormigonada en el interior para facilitar las tareas de mantenimiento. Se proyectan caminos de acceso a la coronación de la balsa para tareas de inspección, así como rampas de acceso desde el exterior, hacia el interior de la balsa. En el fondo de las balsas se han planteado unas plataformas de trabajo hormigonadas de 25 cm x 25 cm, para la retirada de sólidos decantados y mantenimiento de la balsa.
- Sistema de evacuación de fecales mediante planta de tratamiento y red de infiltración.

7. Topografía y replanteo

En el anejo nº 3.- Topografía y cartografía, se exponen los trabajos topográficos de campo realizados para el desarrollo del proyecto. Se trata de las siguientes parcelas y zonas anexas:

- Sector Alcantarillas: Parcela ubicada en CJO JAIME PEREZ. UTRERA [SEVILLA]. Polígono 65 Parcela 20. La Referencia Catastral de la parcela es 41095A065000200000AE.
- Sector Belmonte: Parcela ubicada en BELMONTE. UTRERA [SEVILLA]. Polígono 87 Parcela 179. La Referencia Catastral de la parcela es 41095A087001790000AX.

7.1. Memoria de los trabajos topográficos.

7.1.1. Trabajo de campo.

El receptor GNSS (GPS+GLONASS) móvil, según la metodología de observaciones en tiempo real (RTK), recibe las correcciones diferenciales oportunas, mediante conexión GSM/GPRS a la Red Andaluza de Posicionamiento a la estación más cercana, en este caso a la estación Sevilla y a la estación Lebrija, para la obtención de una precisión óptima.

Se toman datos planialtimétricos, con el receptor GPS móvil, de bases topográficas temporales para la toma de datos en el interior de las estaciones de bombeo mediante estación total, materializadas con estacas y clavos en el centro de cada estaca y con marcas de rotulador en el interior de las estaciones de bombeo.

Se realizará la toma de datos con receptor GNSS tanto para el terreno existente así como para los diferentes elementos que la componen en cuanto a rasantes hidráulicas de tuberías. También se estudian los puntos de toma y descarga para el llenado y vaciado de las balsas. En el sector Belmonte se estudian los canales CD-1 y CD-2. En sector Alcantarillas se estudian los canales existentes al norte y este y los desagües al sur de la balsa Alcantarillas.

Para la comprobación de las cotas entre el proyecto existente y los levantamientos topográficos realizados se toma la cota del vértice geodésico denominado Puente, obteniendo la cota medida de +22.43 m, siendo la cota oficial del vértice geodésico de +22.545 m (altitud sobre el nivel medio del mar).

Se realiza la toma de datos con estación total de las cotas solicitadas en las diferentes estaciones de bombeo.

Se realiza también levantamiento fotogramétrico en el sector de Belmonte y Alcantarillas

La instrumentación utilizada es un receptor GNSS Geomax Zenith 25 Pro de precisión Horizontal: $\pm (10 \text{ mm} + 1 \text{ ppm})$ y Vertical: $\pm (20 \text{ mm} + 1 \text{ ppm})$ y una Estación Total Geomax Zoom90 de precisión en medición de ángulos de 2 segundos (0.6 mgon), de precisión de medición al prisma de $\pm (1 \text{ mm} + 1,5 \text{ ppm})$ y precisión de medición sin prisma $\pm (2 \text{ mm} + 2 \text{ ppm})$.

La precisión relativa obtenida en este trabajo es mejor de $\pm 1 \text{ cm}$.

El trabajo de campo para el levantamiento topográfico se realiza entre julio y diciembre de 2022.

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).

7.1.2. Trabajo de Gabinete: Descripción de los cálculos, sistema de coordenadas utilizado, y listado de coordenadas.

Para esta medición, y en función del receptor, metodología empleada y la distancia al receptor de referencia se ha determinado cada punto con precisión absoluta mejor de 2cm en las mediciones con GPS y precisión relativa mejor de 1cm con mediciones con Estación Total.

A fin de obtener coordenadas en el sistema de referencia UTM, simplemente hay que configurar la controladora del GPS definiendo el sistema de referencia en el que queremos trabajar, en este caso ETRS89 UTM HUSO 30 para el sector Belmonte y Alcantarillas y HUSO 29 para la nueva balsa en 4ª Fase. Solo queda exportar los puntos desde la libreta a un pc. Se anexa listado de coordenadas.

8. Geología y geotecnia

En el anejo nº 4.- Geología y Geotecnia, se realiza una amplia exposición de los trabajos realizados asociados al proyecto de las balsas, habiendo realizado un análisis de la información previa, encargo, supervisión y análisis de una campaña geotécnica complementaria y un análisis de resultados en gabinete con el desarrollo de un extenso análisis de la estabilidad global de las balsas. En los siguientes apartados, se describen los trabajos realizados para cada balsa.

8.1. Balsa Sector Belmonte

8.1.1. Introducción

El objeto del presente proyecto es el “Reacondicionamiento y Puesta en Servicio de la Balsa del Sector Belmonte y la Planta Fotovoltaica para su Autoconsumo”, que se engloba dentro de las actuaciones para la modernización de las Marismas del Guadalquivir.

Se trata de una balsa de regulación gestionada por la Comunidad de Regantes “Marismas del Guadalquivir” que gestiona una extensión de 12.432 ha perteneciente a la zona regable del Canal del Bajo Guadalquivir, ocupando completamente el sector B-VI y parcialmente los sectores B-VII, B-VIII, B-IX y B-X, localizados en los términos municipales de Los Palacios, Utrera, Las Cabezas de San Juan, Dos Hermanas, Lebrija y La Puebla del Río.

La balsa comenzó a ejecutarse en el año 2006 si bien, las obras se encuentran interrumpidas desde 2010. En la actualidad, la Comunidad de Regantes ha iniciado un proceso para estudiar la viabilidad de su reacondicionamiento, puesta en servicio e integración en la red de riego.

La balsa de Belmonte está formada por una balsa de regulación y una balsa de decantación, presenta una forma irregular, adaptándose a las cotas y a la forma del terreno existente. El material del dique procede de la propia excavación del vaso y por su tipología y dimensiones se encuadra dentro de las “Pequeñas Presas de Materiales Suetos de Tierra”.

La principal actuación a realizar en la presente Balsa de Belmonte incluye el recrecimiento de los diques hasta la cota 12,25 msnm, para lo cual se requiere la disposición de tierras sobre los diques existentes.

Los recrecimientos de todos los diques exteriores, tanto de la balsa de regulación como de la decantación, se realizarán en la margen interna de los diques para facilitar las labores de ejecución, ya que previsiblemente los materiales que conformarán estos recrecidos serán obtenidos de excavaciones realizadas en el interior de la balsa, además de que la ejecución en un único margen facilita las labores de extendido y compactación. De este modo, la pérdida de almacenamiento generada por el recrecimiento de los diques en su margen interno quedará compensada por las excavaciones a realizar para la obtención del material necesario. Adicionalmente, esta solución permite no modificar los taludes exteriores, los cuales ya presentan una revegetación importante que los protege de la erosión por el agua de lluvia.

Por el contrario, el recrecimiento del dique separador entre la balsa de regulación y la de decantación se ejecutará en ambos márgenes, ya que no se requiere mantener la vegetación de estos taludes que quedarán sumergidos.

Las excavaciones a realizar para la obtención del material necesario se recomiendan que se realicen en la zona central de la balsa de regulación con el objetivo de no afectar a la estabilidad de los diques perimetrales, habiendo dejado un margen respecto a los mismos de 25 m de forma perimetral. Las excavaciones se deberán realizar con taludes provisionales tendidos al 1H/2V para garantizar la estabilidad a largo plazo.

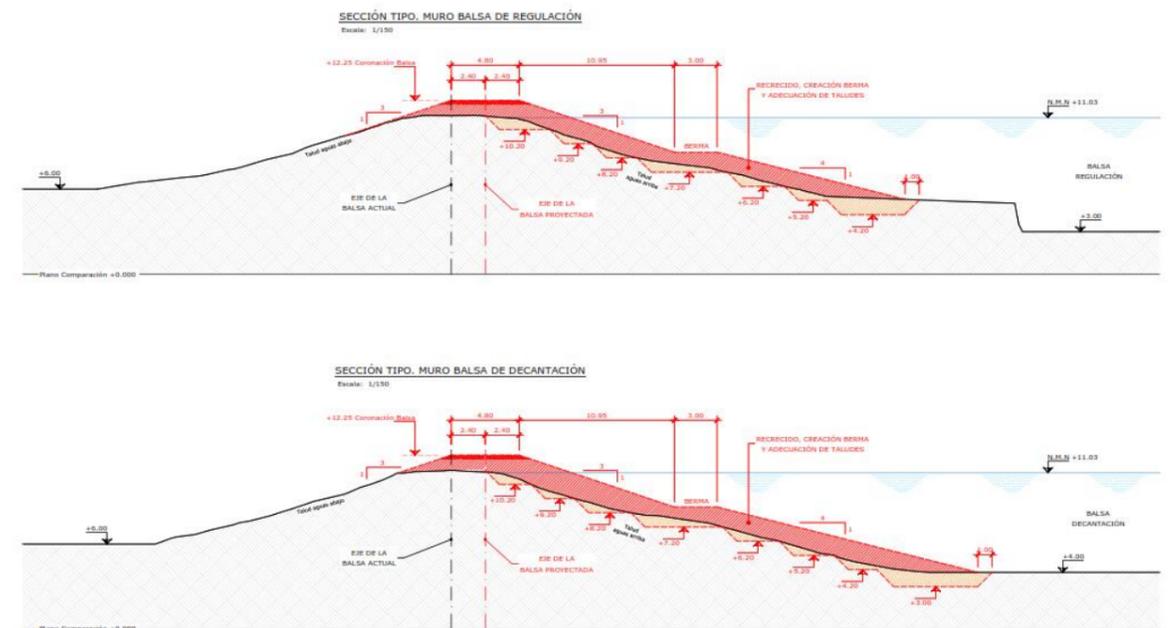


Figura 49. Secciones tipo del recrecimiento de los diques externos de las balsas de regulación y decantación de Belmonte.

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).



Figura 50. Secciones tipo del recrecimiento del dique entre las balsas de regulación y decantación.

8.1.2. Reconocimientos geotécnicos

Para la redacción de este informe, se cuenta con distintos trabajos realizados en distintas campañas geotécnicas, cuyos registros y resultados han sido aportadas por la Comunidad de Regantes.

De este modo, del Proyecto de Licitación del Proyecto de Modernización de la Zona Regable de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Dos Hermanas, Los Palacios y Villafranca, Utrera y Las Cabezas de San Juan. Redactado por THARSIS Ingeniería Civil, Julio 2003, se cuenta con:

- 3 sondeos mecánicos (32,7 ml de perforación)
- 3 calicatas mecánicas de 3 m de profundidad cada una
- Ensayos de laboratorio de identificación, estado, resistencia (4 triaxiales y 6 cortes directos), contenidos químicos y compactabilidad.

Por su parte, del Proyecto de Construcción del Proyecto de Modernización de la zona regable de las Marismas del Guadalquivir TT.MM. Dos Hermanas, Los Palacios y Villafranca, Utrera y Las Cabezas de San Juan. Redactado por UTE Riegos Marismas BEFESA Agua SAU, ALPI, Julio 2008, se cuenta con:

- 10 sondeos mecánicos (84,3 ml de perforación)
- 29 calicatas mecánicas de 3 a 6 m de profundidad cada una
- Ensayos de laboratorio de identificación, estado, resistencia (2 cortes directos y 2 resistencia a compresión simple), deformabilidad (1 edómetro), contenidos químicos y compactabilidad.
- 3 penetraciones dinámicas

Del Informe Técnico Pericial Informe Geotécnico de las Obras de Modernización de la Comunidad de Regantes Marismas del Guadalquivir. Redactado por AYESA, Julio 2011, se cuenta con:

- 1 sondeo mecánico con un total de 23,75 ml de perforación
- 5 calicatas mecánicas de 2,0 a 4,5 m de profundidad.

- Ensayos de laboratorio de identificación, estado, resistencia (1 corte directo y 2 resistencia a compresión simple), deformabilidad (1 edómetro), contenidos químicos, compactabilidad, hinchamiento y dispersividad.
- 6 penetraciones dinámicas tipo DPSH
- 1 ensayos de penetración estática CPTU de 18,1 m de profundidad.

Finalmente, en la campaña actual realizada para el presente estudio, se cuenta con:

- 4 sondeos mecánicos con un total de 100,3 ml de perforación.
- 6 Ud. calicatas mecánicas de 3,9 a 4,4 m de profundidad.
- Ensayos de laboratorio de identificación, estado, resistencia (5 ensayos triaxiales, y 5 resistencia a compresión simple), deformabilidad (6 edómetros), contenidos químicos, compactabilidad, hinchamiento, permeabilidad y dispersividad.
- 2 Ud. ensayos de penetración estática tipo CPTU, sobre el dique de la balsa.

8.1.3. Caracterización geotécnica.

Los suelos presentes se clasifican, por lo tanto, como se presenta en la siguiente tabla:

Unidad geotécnica	SPT	Localización	Descripción
Rd	-	Cuerpo dique	Materiales que componen el dique existente
Qm1-c*	4-8	Terreno natural consolidado	Depósitos de marismas que han sufrido una cierta consolidación debido a la colocación del dique sobre ellos. Se trata de arcillas que en la actualidad presentan una consistencia blanda a media.
Qm2-c*	8-20		Depósitos de marismas, compuestos por arcillas de consistencia rígida, que subyacen por debajo de la unidad Qm1-c*.
Qm1-c	2-8	Terreno natural virgen	Depósitos de marismas superficiales, fuera del área de apoyo de los diques. Se trata de arcillas de consistencia blanda a muy blanda.
Qm2-c	8-20		Depósitos de marismas, compuestos por arcillas de consistencia rígida, que habitualmente subyacen por debajo de la unidad Qm1-c.
Qm-g	60	Terreno natural consolidado o virgen	Depósitos de marismas de carácter granular no plástico o de plasticidad reducida intercalados a modo de lentejones dentro de las arcillas predominantes. Consistencia muy densa.

Tabla 5. Unidades geotécnicas presentes en la Balsa de Belmonte

De manera esquemática, se presenta el siguiente croquis en el que se pueden localizar cada una de las unidades geotécnicas que se han identificado y se caracterizan a continuación:

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).

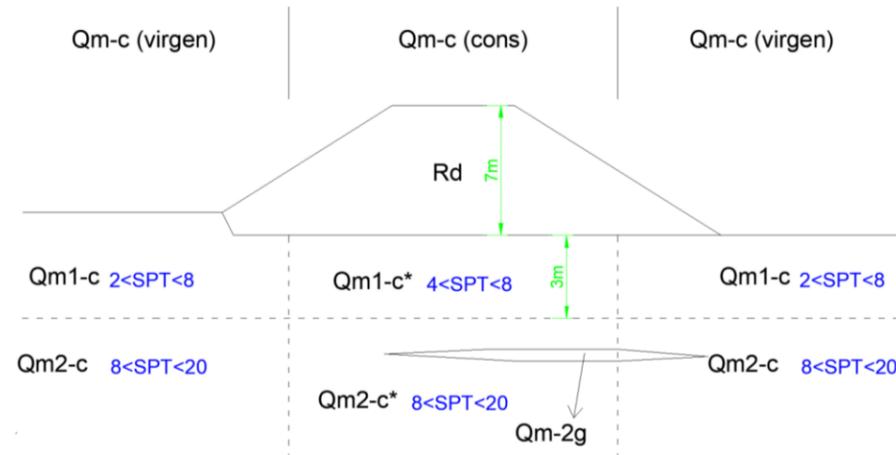


Figura 51. Esquema localización unidades geotécnicas

A partir del análisis anterior se han establecido los parámetros geotécnicos de cálculo para la balsa objeto de estudio mediante un análisis estadístico aplicado a la totalidad de los resultados obtenidos, tanto de los ensayos de laboratorio como de ensayos “in situ”, basado en la media aritmética del conjunto de los datos disponibles.

Balsa de Belmonte		Relleno dique	Qm consolidado cohesivo		Qm cohesivo virgen		Qm granular	
Material		Rd (0-7 m de prof.)	Qm1-c* (7-10 m de prof.)	Qm2-c* (>10 m de prof.)	Qm1-c (0-5 m de prof.)	Qm2-c (>5 m de prof.)	Qm-2g	
Granulometría	Gravas	0%	0%	0%	0%	0%	9%	
	Arenas	2%	3%	5%	4%	4%	69%	
	Finos	98%	97%	95%	96%	96%	22%	
Plasticidad	LL	52	49	47	56	58	22	
	IP	29	26	28	33	35	9	
SUCS	-	CH (80%); CL (20%)	CH (67%); CL (33%)	CL (53%); CH (47%)	CH (70%); CL (17%)	CH (85%); CL (15%)	SC (100%)	
Estado	w	%	27%	35%	24%	29%	24%	25%
	gap	t/m³	2,00	1,89	2,08	2,04	2,03	2.21
Químicos	SO4	mg/kg	340	4800	350	1480	2610	0
	MO	%	0,15%	0,15%	-	0,30%	0,25%	-
Compactación	Dmax PM	t/m³	1,63	-	-	1,75	-	-
	Wopt PM	%	18%	-	-	19%	-	-
	CBR95		3,2	-	-	6,7	-	-
Hinchamiento	Presión hinch	kPa	-	115	298	10	10	280
	Hinchamiento Libre	(%)	2,3%	1,1%	-	3,5%	2,8%	-
Compresibilidad	e0		-	0,841	0,612	1,379	0,903	-
	cc		-	0,238	0,168	0,387	0,133	-

Balsa de Belmonte		Relleno dique	Qm consolidado cohesivo		Qm cohesivo virgen		Qm granular	
Material		Rd (0-7 m de prof.)	Qm1-c* (7-10 m de prof.)	Qm2-c* (>10 m de prof.)	Qm1-c (0-5 m de prof.)	Qm2-c (>5 m de prof.)	Qm-2g	
Resistencia-Deformación	cs	-	0,055	0,073	0,063	0,040	-	
	N1(60)	13	6	11	6	19	60	
	RCS	kPa	132	-	293	28	61	-
	Cu	kPa	130	55	Cu (kPa)= [[Prof.(m)-10]x5]+110	Cu (kPa)= Prof.(m)x5	Cu (kPa)= [[Prof.(m)-5]x4]+25	-
	c'	kPa	25	20	18	10	15	0-5
	f'	(°)	20	20	23	20	23	35
	E'	MPa	12,0	5,0	8,0-10,0	2,0	5,5	25,0
Permeabilidad	m	-	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	
	kh	m/s	3,00E-08	1,05E-06	4,26E-09	1,01E-07	1,66E-07	4,11E-05
	kv	m/s	1,00E-08	3,51E-07	1,42E-09	3,35E-08	5,53E-08	1,37E-05

Tabla 6. Parámetros geotécnicos de cálculo. Balsa de Belmonte.

8.1.4. Condiciones de ejecución del recrecido de las balsas

Previsiblemente, los materiales que conformarán el recrecido de todos los diques será obtenido de excavaciones a realizar en el interior de la balsa de regulación, donde se excavarán materiales de la unidad Qm1-c.

Atendiendo al PG3 y a los distintos ensayos de laboratorio realizados sobre esta unidad superficial Qm1-c, estos materiales se clasifican mayoritariamente como suelos Tolerables (92% de las muestras), como suelos Marginales (4% de las muestras) y como suelos Inadecuados (4% de las muestras). Las muestras clasificadas como Marginales e Inadecuadas corresponden a muestras que han obtenido valores de Hinchamiento Libre elevados (mayores del 3% y 5%, respectivamente). Además, la mayor parte de las muestras clasificadas como Tolerables no cuentan con ensayos de Hinchamiento Libre, lo que hace sospechar que muchas de ellas podrían presentar valores elevados.

Por su parte, atendiendo a las especificaciones del Manual de Balsas, la mayoría de las muestras atendiendo a su granulometría y plasticidad se clasifican como Aptas (90% de las muestras), mientras que 3 de las muestras (6%) se clasifican como deficientes por presentar hinchamientos libres mayores del 1%, y dos muestras (4%) se clasifican como Inadecuadas por hinchamientos libres superiores al 5%. Además, de los ensayos de dispersividad Crumb disponibles se obtienen valores de Clase 2, lo que clasificaría a estos materiales como Deficientes.

De este modo, se puede concluir que a la vista de los resultados disponibles, los materiales que conformarán los recrecidos de los diques pertenecientes a la unidad Qm1-c, unidad de arcillas limosas superficiales presentes en los vasos de la balsa de Belmonte podrán ser empleados como

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).

espaldones de recrecimientos de los diques actuales siempre y cuando en fase de obra se analice y valore adecuadamente el grado de hinchamiento libre de estos materiales, así como sus posibles dispersividades mediante muestras remoldeadas y compactadas a la densidad máxima del Proctor Normal.

Por su parte, y considerando las recomendaciones del Manual de Balsas y del PG3 para suelos Tolerables y algo expansivos, se considera adecuado establecer los siguientes criterios de compactación:

- Espesor de tongada máximo: 30 cm, empleando rodillos preferiblemente de pata de cabra
- Compactación mínima al 98% de la densidad máxima del Proctor Normal, lo que corresponde a una densidad seca de 1,42 t/m³, y con una humedad natural de entre ±2% de la humedad óptima (21%). Se recomienda compactar del lado ligeramente húmedo.

Finalmente, cabe indicar que, de manera previa a la disposición del recrecido en cada dique, se deberá proceder a realizar un abancalamiento de los diques existentes para favorecer la trabazón entre el recrecido y el dique existente y evitar así la generación de potenciales superficies de deslizamiento.

El abancalamiento se realizará mediante escalones de 1 m de altura máxima, con taludes con inclinaciones máximas al 1H/1V y con anchuras mínimas de 2,0 m.

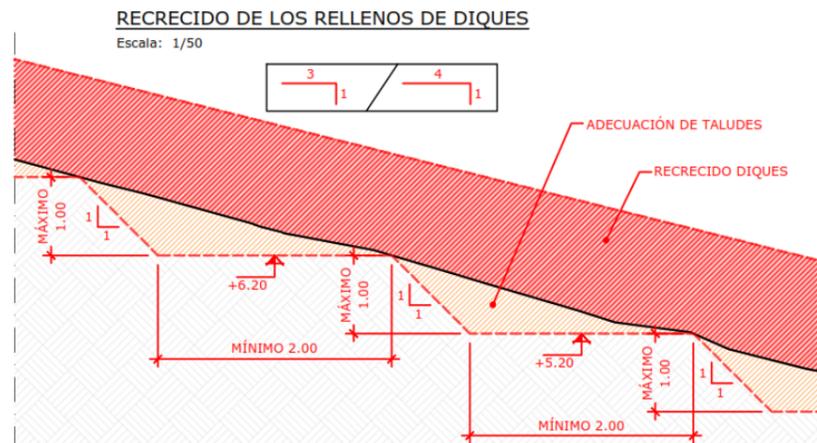


Figura 52. Abancalamiento previo a ejecutar en los diques a recrecer.

Finalmente, al pie del recrecido, y siguiendo las recomendaciones del Manual de Balsas (CEDEX), se deberá realizar un saneo de 1 m de profundidad con el objetivo de garantizar el correcto apoyo de este recrecido.

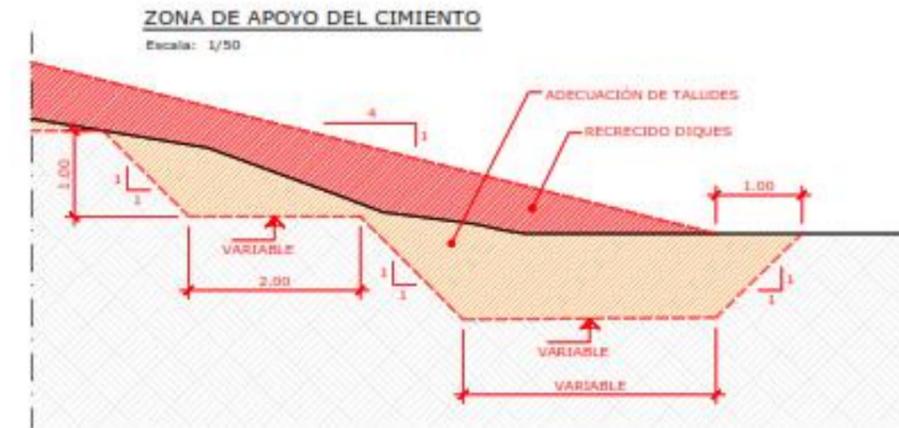


Figura 53. Detalle del saneo en el pie de apoyo del recrecido a ejecutar de manera previa.

8.1.5. Cálculos de estabilidad balsa Belmonte

A partir del *Manual para el Diseño, Construcción, Explotación y Mantenimiento de Balsas (CEDEX, 2010)*, se establece que el análisis de estabilidad del dique de cierre y su cimiento debe contemplar las siguientes situaciones

Situación A. Final de Construcción: esta situación se analizará cuando el dique de cierre esté constituido principalmente por material arcilloso en los que se ha producido una disipación de las presiones de poro durante el proceso de construcción. Este caso corresponde a la situación actual, dado que los diques de cierre se encuentran contruidos desde hace varios años. El factor de seguridad mínimo a alcanzar en esta situación será de $FS \geq 1,30$.

Situación B. Embalse Lleno: esta hipótesis supone que la carga de agua corresponde con la cota de máximo embalse posible, en nuestro caso, la cota de embalse máximo es 11,0 msnm (10.80 MNM), mientras que la cota de Avenida de proyecto considerada es la 11,3 msnm. (11.295 NAP). El factor de seguridad mínimo a alcanzar en esta situación será de $FS \geq 1,50$

Situación C. Desembalse Rápido: esta hipótesis se corresponde con la situación en la que se produce el vaciado de la balsa a una mayor velocidad que la necesaria para que se produzca el drenaje del cuerpo del dique, lo que implica la presencia de sobrepresiones intersticiales en el interior del cuerpo del dique, así como en su cimiento. El factor de seguridad mínimo a alcanzar en esta situación será de $FS \geq 1,10$. A diferencia de lo propuesto por el *Manual de Balsas (CEDEX, 2010)*, se ha considerado un análisis transitorio más realista considerando los tiempos de descenso establecidos para el desembalse rápido de la Balsa de Regulación mediante bombeo (aproximadamente de 5,0 m³/s), la cual se determina mediante cálculos hidráulicos en 4,7 días para desembalsar un total de 2.051.117 m³, pasando el nivel de agua desde la cota 11,0 msnm a la cota 3,0 msnm. En el caso de la Balsa de decantación, los descensos se producen desde la cota 11,0 msnm hasta la cota 4,0 msnm en un periodo total de 5,0 días.

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).

Situación D. Sismo en Embalse Lleno: se analiza la estabilidad global en el mismo modelo establecido en la Situación B pero aplicando un análisis pseudoestático mediante una aceleración de cálculo de $a_c=0,112g$. El factor de seguridad mínimo a alcanzar en esta situación será de $FS \geq 1,10$.

De manera general, se han realizado todos estos cálculos mediante análisis de equilibrio límite empleando el programa comercial *Slide2* (Rocscience, Inc.).

No obstante, en la Situación C la acción del flujo conlleva una variación significativa de las presiones de poro y tensiones totales del terreno del dique y del terreno de apoyo del mismo, que deben ser correctamente analizadas.

Para ello, si bien el programa *Slide2* permite definir una red de flujo, éste no contempla el estado tenso-deformacional del terreno, así como las variaciones en las tensiones totales de los materiales afectados por la descarga hidráulica, dando por tanto resultados excesivamente conservadores. De este modo, se ha realizado a modo de comprobación en la sección pésima (BEL-03) un cálculo tenso-deformacional con flujo acoplado mediante análisis de elementos finitos con el programa comercial *PLAXIS 2D* (Bentley Systems, Inc.).

Las secciones de cálculo analizadas en la Balsa de Belmonte se muestran en la siguiente figura.

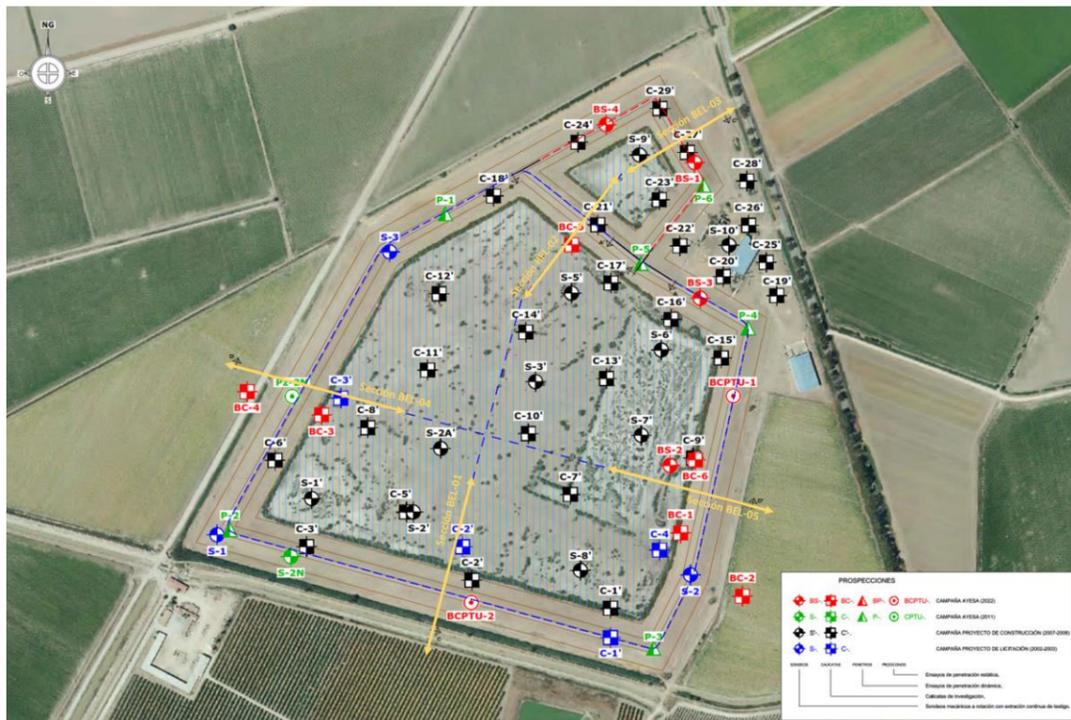


Figura 54. Imagen de la Balsa de Belmonte con indicación de los trabajos realizados y secciones de cálculo.

Finalmente, en la tabla siguiente se muestran los distintos factores de seguridad obtenidos en cada sección de cálculo para cada Situación considerada.

Sección	Situación A. Final de Construcción (Situación actual) (FS ≥ 1,5)		Situación B. Embalse Lleno (FS 1,5) ≥	Situación D. Sismo en Embalse Lleno (FS ≥ 1,3)	Situación C. Desembalse Rápido (FS ≥ 1,1). Tiempo de descenso desde cota 11,0 msnm a la cota 3,0 msnm de 4,7 días en Balsa de Regulación y desde cota 11,0 a 4,0 msnm en 5,0 días en Balsa de Decantación												
	Drcha.-Izqda.	Izqda.-Drcha.			Sentido Rotura	Inicio	1 día	2 días	3 días	4 días	5 días	10 días	50 días	100 días	500 días		
BEL-01	2,63	2,54	2,51	1,65	-	4,13	3,31	2,72	2,33	2,11	2,06	2,17	2,35	2,44	2,70		
BEL-02 (recrecido por ambos lados)	2,86	2,51	2,34	1,53	Drcha.-Izqda.	4,26	3,18	2,50	2,14	2,01	2,01	2,07	2,30	2,46	2,94		
					Izqda.-Drcha.	3,88	3,09	2,51	2,12	1,89	1,78	1,85	2,05	2,19	2,60		
BEL-03	2,16	2,06	1,95	1,33	-	3,70	2,89	2,3	1,84	1,36	1,12	1,40	1,83	2,01	2,39		
BEL-04	2,66	2,71	2,51	1,64	-	4,35	3,36	2,68	2,27	2,13	2,11	2,23	2,43	2,53	2,82		
BEL-05	2,84	2,58	2,50	1,70	-	4,68	3,54	2,84	2,35	2,09	2,04	2,21	2,50	2,64	2,98		

Tabla 7. Coeficientes de seguridad mínimos alcanzados (FS) para los cálculos de estabilidad global en las distintas secciones y situaciones de cálculo.

Como se puede observar, en todos los casos se cumplen los factores de seguridad mínimos, por lo que a priori no resulta necesaria ninguna actuación para garantizar dicha estabilidad de la balsa.

Por último, en la siguiente tabla se muestran los factores de seguridad obtenidos en el cálculo tenso-deformacional de flujo acoplado para la Situación C mediante *PLAXIS 2D*.

Sección	FS en Desembalse Rápido. PLAXIS 2D				
	5 días	10 días	50 días	100 días	500 días
BEL-03	1,63	1,65	1,74	1,80	1,95

Tabla 8. Coeficientes de seguridad mínimos alcanzados (FS) para los cálculos de estabilidad global en el modelo *PLAXIS 2D* para distintos periodos de tiempo.

Como se puede observar, los FS obtenidos a corto plazo (5 y 10 días tras el inicio del descenso) resultan ser mayores en el modelo acoplado, mientras que los FS obtenidos a largo plazo (50, 100 y 500 días) resultan ser superiores en el modelo no acoplado.

8.1.6. Análisis de integridad

Siguiendo las indicaciones del Manual de Balsas (CEDEX, 2010), la integridad de los diques de cierre depende de otros aspectos además de la estabilidad, tales como la erosión interna, erosión externa y el posible desbordamiento.

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).

La erosión interna se define por la capacidad de los materiales que componen los diques de no desintegrarse y permitir la generación de tubificaciones y arrastres de finos. Para ello, se cuenta con ensayos *Crumb Test*, ensayos de Doble Hidrómetro y análisis químicos SAR (*Sodium Absorption Ratio*) que indican una susceptibilidad frente a la dispersividad intermedia a nula, pudiendo presentar cierta dispersividad a partir de los resultados de los ensayos SAR realizados.

Respecto a la erosión externa debido al efecto de la lluvia en la cara externa de los diques de cierre, como por acción del oleaje en la cara interna, se considera que a la vista del estado actual de los diques, éstos no presentan un riesgo evidente en este sentido.

Finalmente, el Manual de Balsas indica que para prevenir posibles desbordamientos en las balsas se debe contar con un resguardo mínimo de 1 m entre la lámina de agua y la coronación del dique, aspecto que se cumple de manera sobrada siempre y cuando se disponga el pretil perimetral previsto en coronación de los diques, aspecto analizado en detalle en el anejo de cálculos hidráulicos de esta balsa, considerando los estudios de laminación y oleaje realizados.

Por todo lo anterior, se concluye que los diques de cierre de la Balsa de Belmonte son estables frente a los posibles riesgos de inestabilidad e integridad, no resultando necesaria ninguna actuación mediante impermeabilizaciones de los diques o del vaso de la balsa, ni ejecución de protecciones especiales (disposición de escolleras, hidrosiembras, etc.), salvo la correspondiente a la propuesta en planos para protección frente a oleaje mediante material procedente de la red de acequias actual a demoler.

8.2. [Balsa Sector Alcantarillas](#)

8.2.1. [Introducción.](#)

El objeto del presente proyecto es el “Reacondicionamiento y Puesta en Servicio de la Balsa del Sector Alcantarilla”, que se engloba dentro de las actuaciones para la modernización de las Marismas del Guadalquivir.

Se trata de una balsa de regulación gestionada por la Comunidad de Regantes “Marismas del Guadalquivir” que gestiona una extensión de 12.432 ha perteneciente a la zona regable del Canal del Bajo Guadalquivir, ocupando completamente el sector B-VI y parcialmente los sectores B-VII, B-VIII, B-IX y B-X, localizados en los términos municipales de Los Palacios, Utrera, Las Cabezas de San Juan, Dos Hermanas, Lebrija y La Puebla del Río.

La balsa comenzó a ejecutarse en el año 2006 si bien, las obras se encuentran interrumpidas desde 2010. En la actualidad, la Comunidad de Regantes ha iniciado un proceso para estudiar la viabilidad de su reacondicionamiento, puesta en servicio e integración en la red de riego.

La balsa de Alcantarilla está formada por una balsa de regulación y una balsa de decantación, presenta una forma irregular, adaptándose a las cotas y a la forma del terreno existente. El

material del dique procede de la propia excavación del vaso y por su tipología y dimensiones se encuadra dentro de las “Pequeñas Presas de Materiales Suelos de Tierra”.

8.2.2. [Reconocimientos geotécnicos](#)

Para la redacción de este informe, se cuenta con distintos trabajos realizados en distintas campañas geotécnicas, cuyos registros y resultados han sido aportadas por la Comunidad de Regantes.

De este modo, del *Proyecto de Licitación del Proyecto de Modernización de la Zona Regable de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Dos Hermanas, Los Palacios y Villafranca, Utrera y Las Cabezas de San Juan. Redactado por THARSIS Ingeniería Civil, Julio 2003*, se cuenta con:

- 4 sondeos mecánicos (37,0 ml de perforación)
- 7 calicatas mecánicas de 3,0 a 3,6 m de profundidad cada una
- Ensayos de laboratorio de identificación, estado, resistencia (2 resistencias a compresión simple y 2 cortes directos), contenidos químicos y compactabilidad.

Por su parte, del *Proyecto de Construcción del Proyecto de Modernización de la zona regable de las Marismas del Guadalquivir TT.MM. Dos Hermanas, Los Palacios y Villafranca, Utrera y Las Cabezas de San Juan. Redactado por UTE Riegos Marismas BEFESA Agua SAU, ALPI, Julio 2008*, se cuenta con:

- 11 sondeos mecánicos (114,0 ml de perforación)
- 21 calicatas mecánicas de 0,9 a 3,0 m de profundidad cada una
- 4 penetraciones dinámicas

Del *Informe Técnico Pericial Informe Geotécnico de las Obras de Modernización de la Comunidad de Regantes Marismas del Guadalquivir. Redactado por AYESA, Julio 2011*, se cuenta con:

- 1 sondeo mecánico con un total de 26,05 ml de perforación
- Ensayos de laboratorio de identificación, estado, resistencia (1 corte directo y 2 resistencia a compresión simple), deformabilidad (1 edómetro), e hinchamiento.
- 11 penetraciones dinámicas tipo DPSH
- 1 ensayos de penetración estática CPTU de 17,7 m de profundidad.

Finalmente, en la campaña actual realizada para el presente estudio, se cuenta con:

- 4 sondeos mecánicos con un total de 95,1 ml de perforación.
- 2 Ud. calicatas mecánicas de 3,8 m de profundidad cada una.

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).

- Ensayos de laboratorio de identificación, estado, resistencia (2 ensayos triaxiales, y 3 resistencia a compresión simple), deformabilidad (5 edómetros), contenidos químicos, compactabilidad, hinchamiento, colapsabilidad, permeabilidad y dispersividad.
- 2 Ud. ensayos de penetración estática tipo CPTU, sobre el dique de la balsa, de 20,8 y 16,0 m de profundidad.

8.2.3. Caracterización geotécnica

Los suelos presentes se clasifican, por lo tanto, como se presenta en la siguiente tabla:

Unidad geotécnica	N _{SPT}	Localización	Descripción
Rd	13-23	Cuerpo dique	Materiales que componen el dique existente
Qm1-c*	8-21	Terreno natural consolidado	Depósitos de marismas que han sufrido una cierta consolidación debido a la colocación del dique sobre ellos. Se trata de arcillas que en la actualidad presentan una consistencia rígida a muy rígida.
Qm2-c*	15- Rechazo		Depósitos de marismas, compuestos por arcillas de consistencia rígida a dura, que subyacen por debajo de la unidad Qm1-c*.
Qm-c	2-17	Terreno natural virgen	Depósitos de marismas fuera del área de apoyo de los diques. Se trata de arcillas de consistencia blanda a muy rígida.
Qm-g	18- Rechazo	Terreno natural consolidado o virgen	Depósitos de marismas de carácter granular no plástico o de plasticidad reducida intercalados a modo de lentejones dentro de las arcillas predominantes. Son más frecuentes en profundidad (+15-20 m). Consistencia medianamente densa a muy densa.

Tabla 9. Unidades geotécnicas presentes en la Balsa de Alcantarilla

De manera esquemática, se presenta el siguiente croquis en el que se pueden localizar cada una de las unidades geotécnicas que se han identificado y se caracterizan a continuación:

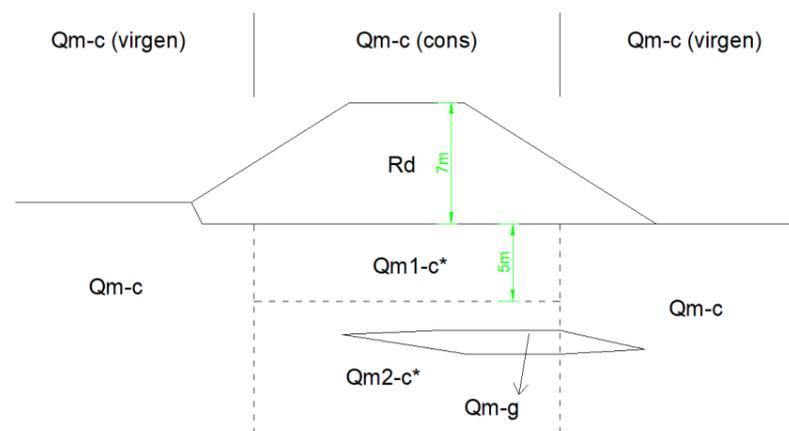


Figura 55. Esquema localización unidades geotécnicas

A partir del análisis anterior se han establecido los parámetros geotécnicos de cálculo para la balsa objeto de estudio mediante un análisis estadístico aplicado a la totalidad de los resultados obtenidos, tanto de los ensayos de laboratorio como de ensayos "in situ", basado en la media aritmética del conjunto de los datos disponibles.

PARÁMETRO		BALSA DE ALCANTARILLAS					
		Relleno dique	Qm consolidado	cohesivo (>12 m de prof.)	Qm cohesivo virgen	Qm granular	
		Rd	Qm1-c* (7-12 m de prof.)	Qm2-c* (>12 m de prof.)	Qm-c	Qm-2g	
Granulometría	Gravas	0%	2%	1%	0%	3%	
	Arenas	6%	19%	38%	8%	81%	
	Finos	94%	79%	61%	92%	16%	
Plasticidad	LL	48	35	32	45	NP	
	IP	22	17	16	25	NP	
SUCS	-	CL (46%); CH (45%); ML (9%)	CL (72%); CH (14%); SC (14%)	CL (56%); SC (33%); CH (11%)	CL (66%); CH (28%); SC (4%)	SC (40%); SM (40%); SM-SP (20%)	
Estado	Wnat.	%	22%	21%	18%	19%	
	gapar.	t/m ³	2,05	2,09	1,98	2,04	
Químicos	SO ₄	mg/kg	330	130	-	220	
	MO	%	0,4%	0,4%	-	0,04%	
Compactación	Dmax.	t/m ³	-	-	-	1,631	
	Wopt.	%	-	-	-	19,3%	
	CBR95		-	-	-	1,8	
Hinchamiento	Presión hinch	kPa	5	10	-	-	
	Hinchamiento Libre	(%)	1,7%	-	-	2,4%	
Compresibilidad	e ₀		0,642	0,642	0,700	0,734	
	c _c		0,116	0,083	0,170	0,270	
	c _s		0,018	0,017	0,072	0,079	
Resistencia-Deformación	(N ₁) ₆₀		19	10	16	10	
	RCS	kPa	-	143	107	94	
	c _u	kPa	125-225	Cu (kPa)=135-[[Prof.(m)-7]x15]	Cu (kPa)=1,95 [[Prof.(m)-12]x1,95]+65	Cu (kPa)=20+[Prof(m)x2,5]	-
	c'	kPa	16	38	20	12	0-5
	f	(°)	21	20	23	21	35
	E'	MPa	15,0	6,5-8,0	5,0-8,0	6,0	15,0
	n	-	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Permeabilidad	Kh	m/s	1,44E-08	3,00E-07	2,82E-07	-	
	Kv	m/s	4,80E-09	1,00E-07	9,40E-08	-	

Tabla 10. Parámetros geotécnicos de cálculo. Balsa de Alcantarilla

8.2.4. Cálculos de estabilidad

A partir del Manual para el Diseño, Construcción, Explotación y Mantenimiento de Balsas (CEDEX, 2010), se establece que el análisis de estabilidad del dique de cierre y su cimiento debe contemplar las siguientes situaciones

Situación A. Final de Construcción: esta situación se analizará cuando el dique de cierre esté constituido principalmente por material arcilloso en los que se ha producido una disipación de las presiones de poro durante el proceso de construcción. Este caso corresponde a la situación

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).

actual, dado que los diques de cierre se encuentran construidos desde hace varios años. El factor de seguridad mínimo a alcanzar en esta situación será de $FS \geq 1,30$.

Situación B. Embalse Lleno: esta hipótesis supone que la carga de agua corresponde con la cota de máximo embalse posible, en nuestro caso, la cota de embalse máximo normal es 15.50 msnm, mientras que la cota de embalse para la avenida de proyecto es 15.91 msnm. El factor de seguridad mínimo a alcanzar en esta situación será de $FS \geq 1,50$

Situación C. Desembalse Rápido: esta hipótesis se corresponde con la situación en la que se produce el vaciado de la balsa a una mayor velocidad que la necesaria para que se produzca el drenaje del cuerpo del dique, lo que implica la presencia de sobrepresiones intersticiales en el interior del cuerpo del dique, así como en su cimiento. El factor de seguridad mínimo a alcanzar en esta situación será de $FS \geq 1,10$. A diferencia de lo propuesto por el *Manual de Balsas (CEDEX, 2010)*, se ha considerado un análisis transitorio más realista considerando los tiempos de descenso establecidos para el desembalse rápido de la balsa mediante bombeo (aproximadamente de 5,0 m³/s), la cual se determina mediante cálculos hidráulicos en 5,1 días para desembalsar un total de 1.656.523 m³, pasando el nivel de agua desde la cota 15.91 msnm a la cota 6,2 msnm.

Situación D. Sismo en Embalse Lleno: se analiza la estabilidad global en el mismo modelo establecido en la *Situación B* pero aplicando un análisis pseudoestático mediante una aceleración de cálculo de $a_c=0,112g$. El factor de seguridad mínimo a alcanzar en esta situación será de $FS \geq 1,10$.

De manera general, se han realizado todos estos cálculos mediante análisis de equilibrio límite empleando el programa comercial *Slide*² (*Rocscience, Inc.*).

No obstante, en la *Situación C* la acción del flujo conlleva una variación significativa de las presiones de poro y tensiones totales del terreno del dique y del terreno de apoyo del mismo, las cuales deben ser correctamente analizadas.

Para ello, si bien el programa *Slide*² permite definir una red de flujo, éste no contempla el estado tenso-deformacional del terreno, así como las variaciones en las tensiones totales de los materiales afectados por la descarga hidráulica, dando por tanto resultados excesivamente conservadores. De este modo, se ha realizado a modo de comprobación en la sección pésima (ALC-DD'-01) un cálculo tenso-deformacional con flujo acoplado mediante análisis de elementos finitos con el programa comercial *PLAXIS*^{2D} (*Bentley Systems, Inc.*). Las secciones de cálculo analizadas en la Balsa de Alcantarillas se muestran en la siguiente figura.



Figura 56. Imagen de la Balsa de Alcantarilla con indicación de los trabajos realizados y secciones de cálculo.

Finalmente, en la tabla siguiente se muestran los distintos factores de seguridad obtenidos en cada sección de cálculo para cada Situación considerada a partir d ellos análisis mediante equilibrio límite.

Sección	Situación A. Final de Construcción (Situación actual) ($FS \geq 1,5$)		Situación B. Embals e Llento ($FS \geq 1,5$)	Situación D. Sismo en Embals e Llento sismo ($FS \geq 1,3$)	Situación C. Desembalse Rápido ($FS \geq 1,1$). Tiempo de descenso desde cota 16,2 msnm a la cota 6,2 msnm de 5,1 días (NOTA: se muestran dos FS cuando el FS_{min} obtenido resulta ser por una rotura local)										
	Drcha.-Izqda.	Izqda.-Drcha.			Sentido Rotura	Inicio	1 día	2 días	3 días	4 días	5 días	10 días	50 días	100 días	500 días
ALC-CC'-01	2,8	1,38/2,55	2,91	1,86	-	2,30/5,11	2,27/3,92	2,24/2,99	2,12	1,34	1,38	1,4	1,44	1,47	1,62
ALC-CC'-02	2,81	2,61	2,48	1,59	Drcha.-Izqda.	4,62	2,86	2,09	1,59	1,70	1,78	2,09	2,74	2,96	3,12
					Izqda.-Drcha.	4,28	2,64	1,91	1,62	1,73	1,83	2,12	2,63	2,82	2,98
ALC-CC'-03	2,88	2,66	2,47	1,70	-	5,45	3,12	2,3	1,91	1,96	2,00	2,14	2,69	2,95	3,26
ALC-DD'-01	2,65	1,84/2,49	2,54	1,68	-	2,93	2,63	2,5	1,64	1,43	1,03	1,49	1,84	2,23	2,38
ALC-DD'-02	2,78	2,38	2,23	1,59	-	5,28	3,31	2,86	1,94	2,07	2,16	2,36	2,73	2,85	3,07
ALC-EE'-01	2,87	3,14	2,82	1,86	-	5,89	3,53	2,88	2,32	2,45	2,55	2,78	3,06	3,22	3,45
ALC-EE'-02	2,58	2,51	2,44	1,57	-	4,97	3,51	2,65	1,67	1,7	1,76	1,87	2,09	2,31	2,84
ALC-FF'-01	2,78	2,86	2,75	1,86	-	5,31	3,29	2,56	1,64	1,78	1,86	2,01	2,32	2,54	3,09
ALC-FF'-02	2,93	2,45	2,27	1,51	-	5,68	3,5	3,00	2,01	2,05	2,12	2,25	2,51	2,74	3,23
ALC-GG'-01	2,82	2,59	2,73	1,86	-	4,92	3,39	2,54	1,70	1,79	1,89	2,11	2,47	2,63	2,89

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).

Sección	Situación A. Final de Construcción (Situación actual) (FS ≥ 1,5)		Situación B. Embals e llenos (FS ≥ 1,5)	Situación D. Sismo en Embals e llenos (FS ≥ 1,3)	Situación C. Desembalse Rápido (FS ≥ 1,1). Tiempo de descenso desde cota 16,2 msnm a la cota 6,2 msnm de 5,1 días (NOTA: se muestran dos FS cuando el FS _{min} obtenido resulta ser por una rotura local)										
	Drcha.-Izqda.	Izqda.-Drcha.			Sentido Rotura	Inicio	1 día	2 días	3 días	4 días	5 días	10 días	50 días	100 días	500 días
ALC-GG'-02	2,34	2,68	2,6	1,66	-	4,48	2,97	2,08	1,88	1,95	1,99	2,07	2,33	2,49	2,71

Tabla 11. Coeficientes de seguridad mínimos alcanzados (FS) para los cálculos de estabilidad global en las distintas secciones y situaciones de cálculo.

Como se puede observar, en todos los casos se cumplen los factores de seguridad mínimos excepto en la sección ALC-DD'-01, donde en la Situación C (desembalse rápido), en la etapa pésima a 5 días desde el inicio del bombeo se obtiene un FS=1,03, por lo que a priori no cumple con el mínimo establecido de FS>1,1.

Por ello, en este caso se ha procedido a realizar el análisis mediante un modelo tenso-deformacional de flujo acoplado (PLAXIS^{2D}) considerando las mismas condiciones de contorno y propiedades geotécnicas que las empleadas en el cálculo no acoplado (Slide²). En la siguiente tabla se muestran los factores de seguridad obtenidos en este cálculo.

Sección	FS en Desembalse Rápido				
	5 días	10 días	50 días	100 días	500 días
ALC-DD'-01	1,83	1,88	2,04	2,08	2,15

Tabla 12. Coeficientes de seguridad mínimos alcanzados (FS) para los cálculos de estabilidad global en el modelo PLAXIS^{2D} para distintos periodos de tiempo.

Como se puede observar, el FS obtenido mediante el cálculo acoplado resulta ser significativamente más elevado (FS=1,83), lo que confirma que el modelo no acoplado, al no tener en cuenta las deformaciones del terreno, genera en el modelo sobrepresiones muy superiores y, por tanto, conservadoras, especialmente a corto plazo (5, 10 y 50 días). Sin embargo, a largo plazo, esta rigidez infinita del material considerada en los modelos no acoplados hace que la disipación de presiones de poro con el tiempo resulte ser más rápida que en el modelo acoplado, lo que hace que los FS a largo plazo (100 y 500 días) sean superiores en el cálculo Slide² que en el cálculo PLAXIS^{2D}.

8.2.5. Análisis de integridad

Siguiendo las indicaciones del Manual de Balsas (CEDEX, 2010), la integridad de los diques de cierre depende de otros aspectos además de la estabilidad, tales como la erosión interna, erosión externa y el posible desbordamiento.

La erosión interna se define por la capacidad de los materiales que componen los diques de no desintegrarse y permitir la generación de tubificaciones y arrastres de finos. Para ello, se cuenta

con ensayos *Crumb Test*, ensayos de Doble Hidrómetro y análisis químicos SAR (*Sodium Absortion Ratio*) que indican una susceptibilidad frente a la dispersividad nula a intermedia.

Respecto a la erosión externa debido al efecto de la lluvia en la cara externa de los diques de cierre, como por acción del oleaje en la cara interna, se considera que, a la vista del estado actual de los diques, éstos no presentan un riesgo evidente en este sentido.

Finalmente, el Manual de Balsas indica que para prevenir posibles desbordamientos en las balsas se debe contar con un resguardo mínimo de 1 m entre la lámina de agua y la coronación del dique, aspecto analizado en detalle en el anejo de cálculos hidráulicos de la balsa del sector Alcantarillas considerando el estudio de laminación y oleaje realizado.

Por todo lo anterior, se concluye que los diques de cierre de la Balsa de Alcantarilla son estables frente a los posibles riesgos de inestabilidad e integridad, no resultando necesaria ninguna actuación mediante impermeabilizaciones de los diques o del vaso de la balsa, ni ejecución de protecciones especiales (disposición de escolleras, hidrosembras, etc.).

9. Propuesta de clasificación de Balsas

En el anejo nº6.- Propuesta de clasificación de balsas que integra el proyecto, se realiza la propuesta de clasificación de balsas Belmonte y Alcantarillas. En los siguientes apartados, se realiza un resumen de las principales conclusiones alcanzadas para ambas balsas.

9.1. Balsa Belmonte

9.1.1. Estimación de daños. Criterios de evaluación

Para la justificación de la propuesta de clasificación es necesario realizar la valoración de las afecciones, de las que dependerá la categoría en que se proponga la balsa.

La NTS1 en su apartado 3.3 del Capítulo II recoge los criterios de Clasificación de presas por los riesgos potenciales que pudieren derivarse de su hipotética rotura o funcionamiento incorrecto:

- "Categoría A: Corresponde a las presas cuya rotura o funcionamiento incorrecto puede afectar gravemente a núcleos urbanos o servicios esenciales, o producir daños materiales o medioambientales muy importantes".
- "Categoría B: Corresponde a las presas cuya rotura o funcionamiento incorrecto puede ocasionar daños materiales o medioambientales importantes o afectar a un reducido número de viviendas."
- "Categoría C: Corresponde a las presas cuya rotura o funcionamiento incorrecto puede producir daños materiales de moderada importancia y sólo incidentalmente pérdida de vidas humanas."

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).

En todo caso a esta categoría pertenecerán todas las presas no incluidas en las Categorías A o B”.

El criterio básico para la determinación de la categoría de clasificación será la identificación y valoración de esos riesgos potenciales, para lo que se examinarán las afecciones a:

a) Núcleos urbanos o número de viviendas aisladas habitadas

Se entenderá como afección grave a un núcleo urbano aquella que represente riesgo para las vidas de sus habitantes en función del calado, la velocidad de la onda de rotura o la combinación de ambos. El calificativo de incidental se aplicará a la presencia ocasional, y no previsible en el tiempo, de personas en la llanura de inundación. No podrá admitirse la clasificación como incidental de las potenciales pérdidas de vidas humanas asociadas a la afección a residencias establecidas permanentes, áreas de acampada estables, zonas en que habitualmente se produzcan concentraciones de personas por cualquier motivo, etc.

b) Servicios esenciales

Se entenderán como tales aquellos que son indispensables para el desarrollo de las actividades humanas y económicas de conjuntos de población importantes, entre los que se incluyen, al menos, los siguientes:

- Abastecimiento y saneamiento.
- Suministro de energía.
- Sistema sanitario.
- Sistemas de comunicaciones.
- Sistema de transporte.

Se entenderá como afección grave aquella que no puede ser reparada de forma inmediata, impidiendo sin alternativa el servicio, como consecuencia de los daños derivados del calado y la velocidad de la onda.

c) Daños materiales.

Se entenderán como daños materiales aquellos cuantificables directamente en términos económicos, sean directos (destrucción de elementos) o indirectos (reducción de la producción u otros). Los daños materiales se evaluarán en función de las siguientes categorías:

- Daños a industrias.
- Daños a las propiedades rústicas.
- Daños a las infraestructuras.
- Daños a cultivos.

La evaluación de todos estos daños se efectuará analizando el número de hectáreas inundadas y el de las instalaciones industriales, propiedades y categoría de las infraestructuras afectadas.

d) Aspectos medioambientales, histórico-artísticos y culturales.

La determinación de todos esos daños se realizará en función de los calados, velocidades y superficie inundadas por la onda de rotura, analizando las afecciones a todos aquellos elementos que gocen protección por su interés cultural o ambiental.

Por tanto, los aspectos a analizar son:

- Riesgo potencial a vidas humanas. Población en riesgo.
- Afecciones a servicios esenciales.
- Daños materiales.
- Daños medioambientales.

En las afecciones que se produzcan se tienen en cuenta dos parámetros fundamentales: calado y velocidad. La conjugación de ambos, por separado o en conjunto nos revelarán la gravedad de la afección. Un criterio usado habitualmente es que se producirán daños graves cuando las condiciones hidráulicas durante la avenida satisfagan uno o más de los siguientes criterios:

- a) Que el calado sea superior a 1 m.
- b) Que la velocidad sea superior a 1 m/s.
- c) Que el producto de ambas variables sea superior a 0.5 m²/s.

9.1.2. Modelo hidráulico 2d, escenario de rotura con avenida, con embalse a su nivel de coronación.

Se han considerado un total de 4 Roturas:

9.1.2.1.1. Rotura 1

La primera rotura R1 considerada se produciría en el vértice de unión al Este de las balsas de regulación y decantación. Aunque la rotura mecánicamente es más improbable, es la que ocasiona un mayor volumen de agua de avenida a implicar ambas balsas. Es la más desfavorable para las instalaciones de la Comunidad de riego cercanas a la Balsa y también contempla las afecciones a la Autovía AP4 y la carretera del Trobal.

9.1.2.1.2. Rotura 2

En esta rotura R2 la brecha está situada en el vértice NE de la balsa de regulación. Como la anterior recoge las afecciones a la Autovía AP4 y la carretera del Trobal de las que está más

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).

cerca, si bien al afectar solo a la balsa de regulación el volumen de la avenida es algo menor que en la rotura previa.

Los resultados de esta rotura son similares a los de la rotura 1 siendo el grado de inundación algo menor. Como en ella se producen daños en la carretera CHG BG-02 (afección 3) y en menor medida en los edificios de la Comunidad de regantes (Afecciones 4,5 y 6).

9.1.2.1.3. Rotura 3

La rotura R3 considera una brecha en el vértice SO de la balsa de regulación para comprobar los posibles daños por inundación del Cortijo de Las Lomas. (Afección nº 7). El objeto fundamental de este escenario es poder evaluar los daños en este cortijo por lo que se ha realizado una ampliación de las imágenes de resultados en el entorno de la afección.

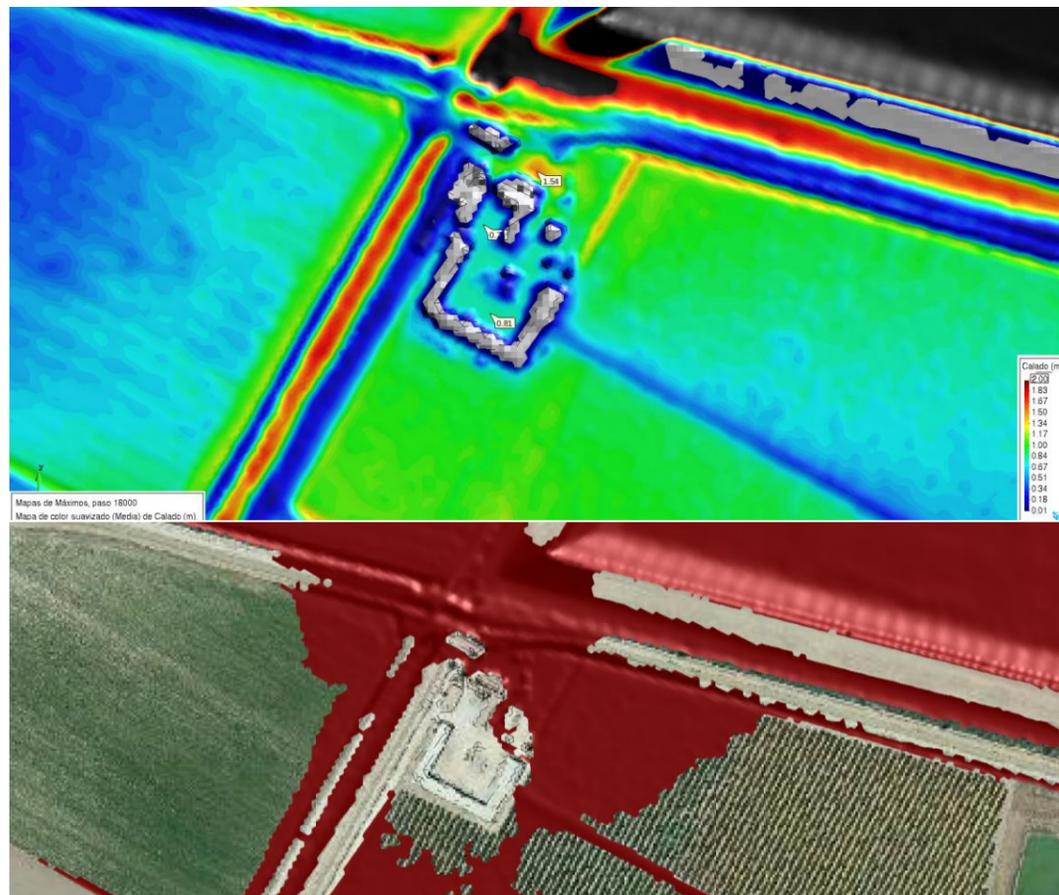


Figura 57. Ampliación de calados máximos Zonas de graves daños en el Cortijo Las Lomas (rotura 3)

Como se aprecia la zona de graves daños no afecta a los edificios principales, produciéndose en cambio daños materiales en el resto de las instalaciones del Cortijo.

9.1.2.1.4. Rotura 4

La rotura R4 considera una brecha en el vértice N de la balsa de regulación, junto a la de decantación. Como la rotura R1, esta rotura comprende ambas balsas, aunque tal tipo de brecha es más improbable. Se utiliza como caso más desfavorable para la comprobación de la afección N°1 al poblado del Trobal.

Se comprueba que no hay ninguna afección al núcleo de población de El Trobal, porque entre la balsa y esta pedanía discurre el Encauzamiento del Arroyo Salado de Morón que intercepta completamente la avenida producida por la rotura.

9.1.3. Análisis por tipo de daño

Se resumen en los siguientes epígrafes, las afecciones de acuerdo a los indicadores establecidos en la NTS1.

9.1.3.1. Riesgo potencial a vidas humanas. Población en riesgo

Como se ha demostrado en el escenario R4, la única población cercana (El Trobal) no se ve afectada por la rotura de la balsa.

En el escenario R3, si se produce algún daño grave en las cercanías de los edificios principales del Cortijo los Llanos, pero se considera que solo se producirán daños materiales sin llegar a peligrar las vidas humanas salvo incidentalmente.

Esto mismo se aplica a los edificios cercanos a la balsa pertenecientes a la comunidad en los que normalmente no hay presencia permanente de personal.

9.1.3.2. Afecciones a infraestructuras.

El único servicio esencial (Autovía AP-4) no se ve afectado. La carretera CHG BG-02 si se ve afectada, pero es una carretera local con muy escasa densidad de tráfico cuya afección debe considerarse leve.

9.1.3.3. Daños materiales

Los daños en las afecciones 5,6 y 7 de los edificios contiguos a la balsa se consideran leves, sobre todo si tenemos en cuenta que con la rotura de la balsa pierden la finalidad de su uso.

También se producen daños considerados leves en el único cortijo afectado y por último, los daños en los cultivos no tiene extensión suficiente, por lo que también son leves.

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).

9.1.3.4. Daños medioambientales

No existen daños medioambientales.

9.1.4. Conclusiones

De acuerdo a lo establecido en la Norma Técnica de Seguridad de Presas y Embalses Nº 1 (NTS1), se han analizado los siguientes aspectos:

- Riesgo potencial a vidas humanas.
- Afecciones a servicios esenciales.
- Daños materiales.
- Daños medioambientales.

Atendiendo a este orden de evaluación, los resultados obtenidos mediante la modelación matemática de la onda de rotura y de su transporte a lo largo de cauce aguas abajo se pueden resumir que en todos los aspectos considerados la Balsa está en la categoría C

9.2. Balsa Alcantarillas

9.2.1. Estimación de daños. Criterios de evaluación

Los criterios para la estimación de daños de esta balsa son los mismos a los expuestos para la balsa Belmonte. Se han 6 roturas en este caso, incluyendo aquí las mas representativas.

9.2.1.1. Rotura 1

La primera rotura R1 considerada se produciría en el vértice de unión al Norte de las balsas de regulación y decantación. Aunque la rotura mecánicamente es más improbable, es la que ocasiona un mayor volumen de agua de avenida a implicar ambas balsas. Es la más desfavorable para las instalaciones de la Comunidad de riego cercanas a la Balsa y también contempla las afecciones a la carretera N-IV.

A continuación, se muestran los mapas de máximos de calados en el primer escenario simulado.

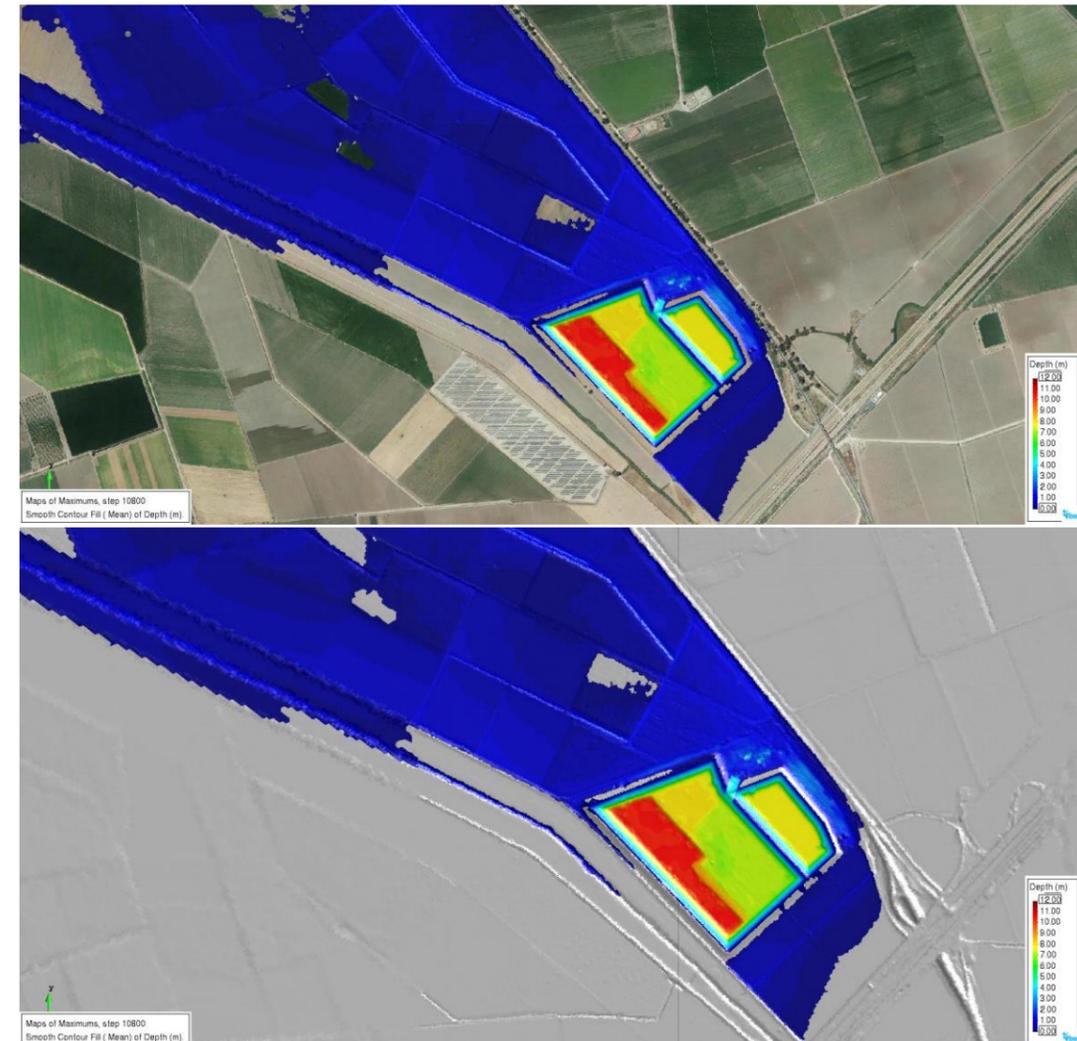


Figura 58. Máximos calados alcanzados en la rotura 1

Como se aprecia la influencia de la rotura no llega a la carretera N-IV (Afección Nº 1), alcanzando el agua tan solo los caminos de servicio de esta infraestructura. Si resultan afectados, como parece evidente, los edificios de la Comunidad de regantes cercanos a la balsa.

9.2.1.2. Rotura 2

En esta rotura R2 la brecha está situada en el otro vértice de unión de ambas balsas al SE. Como la anterior recoge el volumen de ambas balsas. Las afecciones a comprobar son las del canal del Bajo Guadalquivir, el ferrocarril Sevilla-Cádiz, la carretera A-8030 y El Torbiscal. Los resultados de esta rotura muestra que sólo se producen daños en la en los edificios de la Comunidad de regantes (Afecciones 9) que en adelante se va a obviar por ser una afección generalizada en la mayoría de las roturas. En el resto de afecciones potenciales no se producen daños..

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).

9.2.1.3. [Rotura 3](#)

La rotura R3 considera una brecha en el vértice N de la balsa de regulación para comprobar las afecciones a la Carretera N-IV en su tramo con menos elevación. La inundación llega justo al borde de la carretera N-IV sin llegar al firme (Afección N° 1). No se producen graves daños en esta vía, produciéndose como en las roturas previas daños materiales en las instalaciones de la CCRR.

9.2.1.4. [Rotura 4](#)

La rotura R4 considera una brecha en el vértice N de la balsa de decantación. Aunque el volumen es mucho menor se comprueba esta rotura por su cercanía de esta brecha a la Carretera N-IV.

La avenida afecta a la carretera N-IV con carácter grave de acuerdo con los criterios del RD 09/2008. En un tramo de unos 100 m las velocidades son superiores a 1 m/s. Por tanto, se trata de una afección grave a un servicio esencial.

A la vista de estos resultados, se decido replantear el estudio para esta situación de rotura, considerando las nuevas condiciones que se muestran a continuación:

En las condiciones actuales las dimensiones de la balsa son realmente menores porque se ha producido un proceso de asentamiento importante de los diques. De acuerdo con la topografía realizada y los datos del modelo MDT02 del PNOA la coronación varía a lo largo del perímetro entre las cotas 16.8 y 16.55. Para volver a las condiciones del proyecto sería necesario un recrecido de los diques.

Como hipótesis adicional se ha considerado el caso de que no se realice este recrecido y la balsa se quede en su configuración actual en cuanto a su geometría.

Dado que la rotura 4 es la única que plantea problemas por su afección grave a la carretera N-IV que determina su clasificación dentro de la categoría A, se ha repetido esta hipótesis de rotura con las características actuales de la balsa (Coronación a la 16.60).

Las consecuencias en el resto de los escenarios de rotura, en estas nuevas condiciones, van a ser menos graves que las planteadas en el caso estudiado en el que solo se producían daños materiales moderados. Por lo tanto, no van a tener relevancia de cara a posibles variaciones de la categoría de clasificación la balsa en función del riesgo potencial.

Como en escenarios previos, se muestran a continuación las imágenes de calados máximos, velocidades máximas y zona de daños graves según los criterios del RD09/2008 en esta nueva rotura R4 en la situación actual.

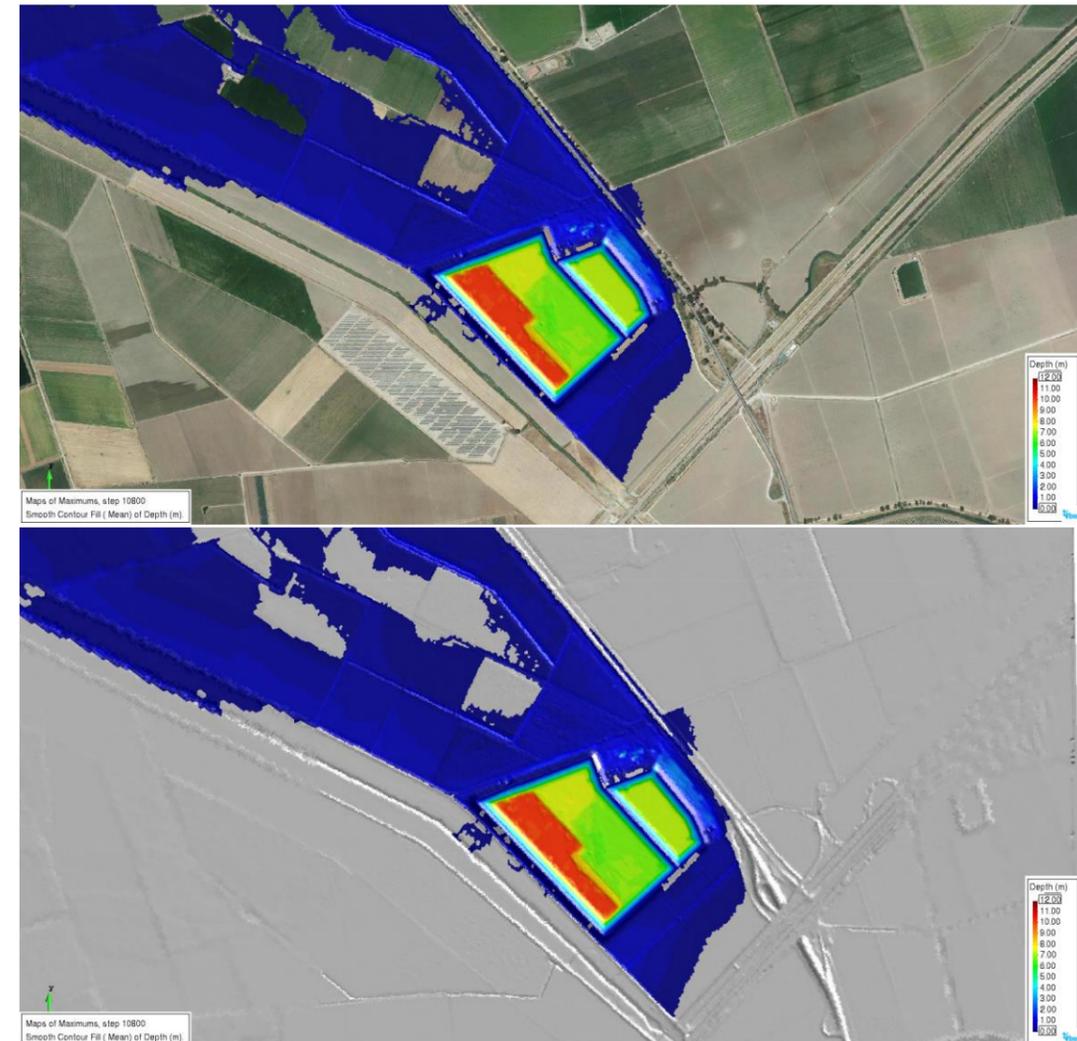


Figura 59. Máximos calados alcanzados en la rotura 4 estado actual

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).

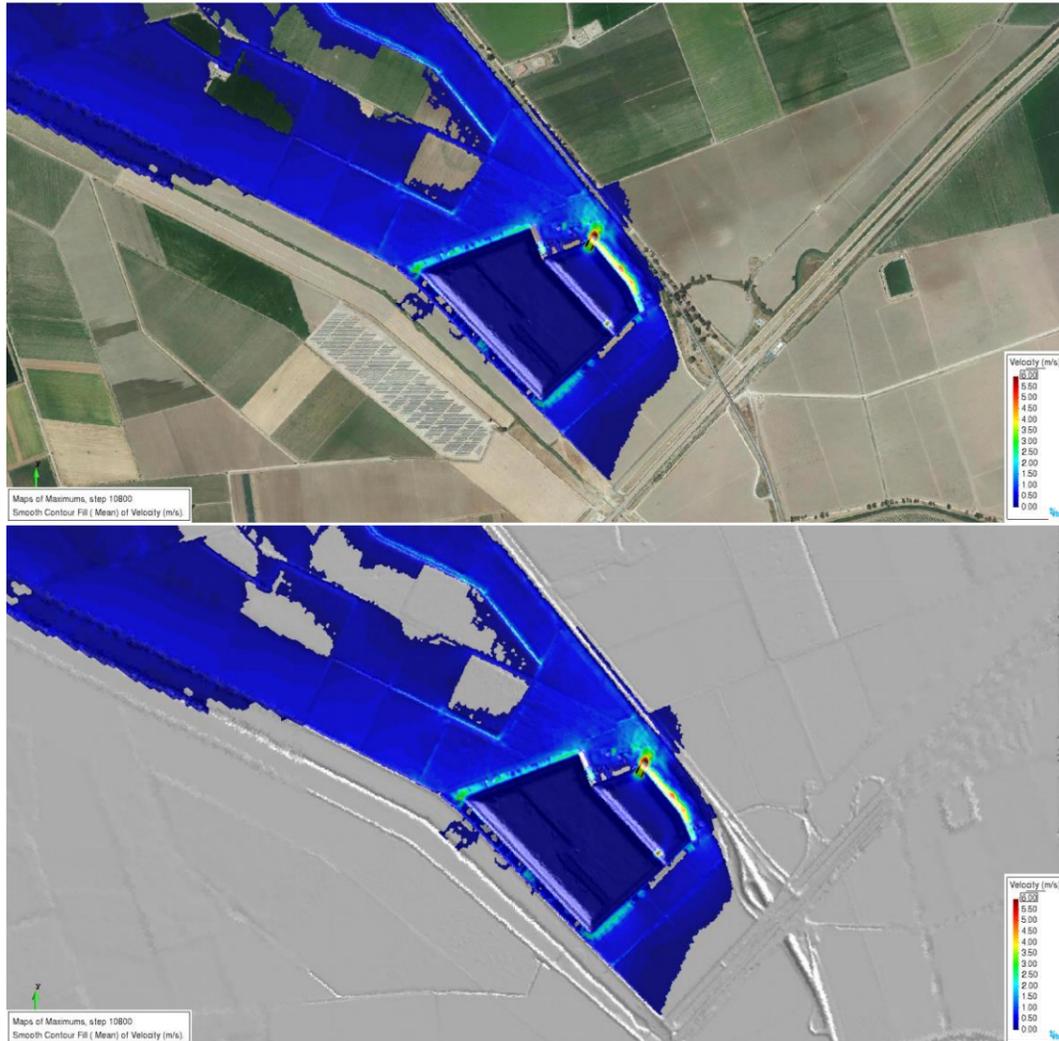


Figura 60. Máximas velocidades alcanzadas en la rotura 4 en estado actual



Figura 61. Zonas de graves daños según criterio de RD9/2008 en estado actual

Como se ve en las imágenes, en estas nuevas condiciones la carretera N-IV se inunda ligeramente, pero la afección es leve de acuerdo con los criterios del RD09/2008, recogidos también en la actualización de la “GUIA TECNICA PARA LA CLASIFICACIÓN DE PRESAS” publicada en noviembre de 2021 tras la aprobación de la NTS 1.

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).

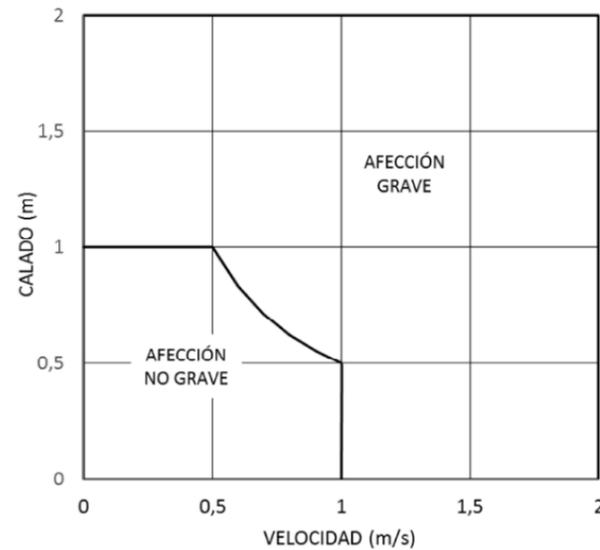


Gráfico 1. Evaluación de la gravedad de las afecciones de servicios esenciales (Guía Técnica Clasificación Presas)

En estas nuevas condiciones (estado actual), los resultados obtenidos mediante la modelación matemática de la onda de rotura y de su transporte a lo largo de cauce aguas abajo, muestran que la rotura puede producir daños materiales de moderada importancia y solo incidentalmente pérdida de vidas humanas.

Por ello atendiendo a lo establecido en la Norma Técnica de Seguridad de Presas y Embalses Nº 1 (NTS1), la Balsa debe clasificarse en la categoría C. Análisis por tipo de daño

Se resumen en los siguientes epígrafes, las afecciones de acuerdo a los indicadores establecidos en la NTS1.

9.2.1.5. Riesgo potencial a vidas humanas. Población en riesgo

No se produce ninguna afección en El Torbiscal ni en el Cortijo de Cabrejas.

Si se producen daños graves en los edificios cercanos a la balsa pertenecientes a la comunidad de riego, como era de esperar debido a su proximidad. Dado que en ellos normalmente no hay presencia permanente de personal, se considera que solo se producirán daños materiales sin llegar a peligrar las vidas humanas salvo incidentalmente.

9.2.1.6. Afecciones a infraestructuras.

El único servicio esencial, la carretera N-IV (Afección Nº 1) se ve gravemente afectada en la Rotura R4. La afección grave a un servicio esencial da lugar a la clasificación de la

9.2.1.7. Daños materiales

Los daños en la afección 9 de los edificios contiguos a la balsa se consideran moderados, sobre todo si tenemos en cuenta que con la rotura de la balsa pierden la finalidad de su uso.

También se producen daños considerados moderados en la PFV afectada, limitándose a mojar los equipos que se encuentren en los primeros 40 cm. desde el suelo y por último, los daños en los cultivos no tiene extensión suficiente, por lo que también son leves.

9.2.1.8. Daños medioambientales

No existen daños medioambientales.

9.2.2. Conclusiones

De acuerdo a lo establecido en la Norma Técnica de Seguridad de Presas y Embalses Nº 1 (NTS1), se han analizado los siguientes aspectos:

- Riesgo potencial a vidas humanas.
- Afecciones a servicios esenciales.
- Daños materiales.
- Daños medioambientales.

En estas nuevas condiciones (estado actual), los resultados obtenidos mediante la modelación matemática de la onda de rotura y de su transporte a lo largo de cauce aguas abajo, muestran que la rotura puede producir daños materiales de moderada importancia y solo incidentalmente pérdida de vidas humanas, considerando las condiciones expuestas para la rotura nº4, dejando la cota de la balsa en su estado actual sin recrecer (16.60 msnm).

Por ello atendiendo a lo establecido en la Norma Técnica de Seguridad de Presas y Embalses Nº 1 (NTS1), la Balsa debe clasificarse en la categoría C.

10. Cálculos hidráulicos

Los cálculos hidráulicos que se han realizado se incluyen dentro del Anejo nº8, Cálculos hidráulicos, considerando un documento para cada balsa. En los siguientes apartados, se incluye un resumen de los principales parámetros de diseño y las conclusiones alcanzadas para el diseño.

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).

10.1. Sector Belmonte:

10.1.1. Captaciones

10.1.1.1. Características del modelo

Para el modelado de los distintos componentes del sistema de abastecimiento de las balsas, en función de su tipología, se ha hecho uso del conjunto de elementos que ofrece el software SWMM para su modelización.

En el caso de las conducciones, se ha establecido el valor del coeficiente de Manning en función a su estado de ejecución (nuevo o ejecutado/en servicio) en base a los valores recogidos en la Tabla 13.

Tabla 13. Valores de rugosidad absoluta (k). Fuente: Normas para Redes de Abastecimiento del Canal de Isabel II

	<i>Rugosidad absoluta</i>		<i>Manning</i>		<i>Hazen-Williams</i>	
	<i>k (mm)</i>		<i>n</i>		<i>C</i>	
	<i>nueva</i>	<i>en servicio</i>	<i>nueva</i>	<i>en servicio</i>	<i>nueva</i>	<i>en servicio</i>
Fundición	0,100	0,200	0,012	0,017	130	100
Hormigón	0,300	3,000	0,013	0,017	140	110
Acero	0,030	0,100	0,008	0,011	120	90
PE	0,005	0,030	0,007	0,009	150	140
PVC-O	0,003	0,060	0,007	0,009	150	140
PRFV	0,030	0,060	0,009	0,010	110	100

En relación a los elementos que requieren de la asignación de un valor de cota, estas se han establecido en función de los valores de elevación obtenidos en los trabajos topográficos realizados.

En concreto, para la simulación de las arquetas dispuestas a lo largo de los colectores de llenado desde los distintos puntos de captación, que tienen un funcionamiento hidráulico debido a que en estas se produce el vertido de agua por parte de los colectores mencionados, se ha optado por su modelado a través de elementos tipo depósito (Storage Units), con el objeto de comprobar si las dimensiones consideradas para estas son suficientes para que no se produzcan desbordamientos en ellas.

Así mismo, los puntos más significativos de los trazados de dichos colectores, como son los puntos bajos o cambios de dirección, que pueden tener una influencia en el comportamiento hidráulico del sistema, se modelan a través de elementos tipo nodo.

Por otra parte, la derivación de caudal desde los canales existentes hacia las obras de captación proyectadas se ha modelado mediante el empleo de elementos tipo vertedero lateral (Weirs),

para los cuales se establecen las dimensiones asociadas al paso permitido por parte de las compuertas de regulación definidas en dichas obras de captación.

En cuanto a las características de la simulación, se consideran los siguientes parámetros:

- Duración total de la simulación: 24 h.
- Paso de tiempo de cálculo: 0.50 s.
- Informe de resultados de la simulación: 15 min.

Por último, en las siguientes imágenes (Figura 62 y Figura 63) se puede apreciar el resultado del proceso de modelado del sistema de captaciones del Sector Belmonte.

10.1.1.2. Escenarios de simulación Belmonte

Una vez realizado el modelo, se plantean una serie de escenarios de simulación a través de los cuales poder comprobar la viabilidad y dimensionado de los distintos modos de funcionamiento que permite el sistema estudiado.

Para ello, se consideran los siguientes escenarios de simulación:

- Escenario 1. Abastecimiento aislado desde cada una de las captaciones.
- Escenario 2. Abastecimiento del sistema fuera de la campaña de riego.
- Escenario 3. Abastecimiento del sistema durante la campaña de riego.

Resultados Belmonte:

Por último, en las siguientes imágenes (Figura 62 y Figura 63) se puede apreciar el resultado del proceso de modelado del sistema de captaciones del Sector Belmonte.

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).



Figura 62. Modelo hidráulico de simulación (1)



Figura 63. Modelo hidráulico de simulación (2)

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).

10.1.1.3. Conclusiones del llenado de balsas por bombeo

En primer lugar, se recogen las conclusiones alcanzadas para los distintos escenarios considerados, correspondientes al llenado de las balsas a través de los grupos de bombeo instalados en la estación de bombeo (EB) de llenado de estas:

- En cuanto al Escenario 1, correspondiente al abastecimiento de las balsas desde cada una de las captaciones por separado, se concluye que no es posible garantizar un régimen de funcionamiento estable y viable de los grupos de bombeo de la EB de llenado de las balsas derivando caudal solamente de una de las captaciones proyectadas.
- Así mismo, del Escenario 1 se concluye la necesidad de instalación de clapetas antirretorno en distintas arquetas del sistema de abastecimiento del Sector Belmonte, con el objeto de poder independizar cada uno de los colectores de llenado, y evitar así que los flujos procedentes de una captación inunden las arquetas y colectores del resto.
- Por ello, se propone la instalación de clapetas antirretorno en:
 - Colectores de entrada a la arqueta de reunión de caudales previa a la estación de bombeo (EB) de llenado de las balsas.
 - Colectores de entrada a la arqueta A. CD-2.
- Respecto al Escenario 2, se concluye que, mediante la captación conjunta de caudal desde CD-1 y CD-2, la cual se llevaría a cabo fuera de la campaña de riego, se consigue bombear el caudal nominal demandado por la EB de llenado de las balsas de forma estable y continua por parte de los grupos de bombeo instalados en esta, demostrando así la viabilidad de este sistema de abastecimiento.
- Del Escenario 3, correspondiente al abastecimiento de las balsas durante la campaña de riego con los caudales derivados, de forma conjunta por parte de las captaciones en CD-1 y la nueva captación en CD-2 (Pico Gorrión), la cual se llevaría a cabo durante la campaña de riego, se consigue proporcionar el caudal nominal demandado por la EB de llenado con un régimen de funcionamiento estable y continuo, concluyendo así la viabilidad de este sistema de abastecimiento
- De todos los escenarios de simulación realizados se concluye la necesidad de recrecer en altura dos de las arquetas ubicadas en el colector de llenado desde CD-1, denominadas Arqueta A. CD-1 y Arqueta B. CD-1, con el objeto de que no se produzcan desbordamientos en estas.
- Tras estudiar los niveles máximos de agua alcanzados en estas arquetas (Tabla 14) para los escenarios de simulación realizados, se considera el recrecido de estas según la Tabla 15, considerando un resguardo mínimo de 20 cm.

Tabla 14. Alturas hidráulicas alcanzadas en las arquetas proyectadas en el colector de llenado desde Pico Gorrión y en las arquetas recrecidas del colector de llenado desde CD-1

Escenario	A-PG	B-PG	C-PG	A-CD1	B-CD1
1.1	0.00	0.00	0.00	6.15	6.74
1.2	6.81	6.05	6.33	0.00	0.00
1.3	6.68	5.98	6.20	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	6.26	6.79
3	6.68	5.98	6.20	6.33	6.62
Máximo	6.81	6.05	6.33	6.33	6.79

Tabla 15. Recreido de arquetas del colector de llenado desde CD-1

Arqueta	Alt. Actual (m)	Alt. Hidráulica (m)	Recrecido (m)	Alt. Final (m)
A-CD1	5.52	6.33	1.00	6.53
B-CD1	6.82	6.79	0.17	6.99

- Los resultados obtenidos han permitido dimensionar la altura requerida en las arquetas proyectadas para el colector de llenado desde la nueva captación en Pico Gorrión, para garantizar que no se produzcan desbordamientos en esta.
- Teniendo en cuenta que los niveles máximos alcanzados en estas (Tabla 14) para los distintos escenarios de simulación, se define la altura de estas arquetas (Tabla 16) garantizando que dispongan de, al menos, 20 cm de resguardo.

Tabla 16. Alturas de las arquetas proyectadas en el colector de llenado desde Pico Gorrión

Arqueta	Alt. Hidráulica (m)	Resguardo (m)	Alt. Final (m)
A-PG	6.81	0.20	7.00
B-PG	6.05	0.20	6.25
C-PG	6.33	0.20	6.53

10.1.1.4. Conclusiones del llenado de balsas por gravedad

A continuación, se recogen las conclusiones alcanzadas tras las simulaciones realizadas con el modelo hidráulico, para los distintos escenarios considerados, en el caso del llenado de las balsas por gravedad aprovechando las alturas piezométricas disponibles en los puntos de captación proyectados:

- El llenado por gravedad de las balsas del Sector Belmonte desde los puntos de captación proyectados, considerando la captación aislada desde cada uno de estos, permite alcanzar las cotas de agua, y sus correspondientes volúmenes, recogidos para el llenado de la balsa de decantación.
- No se recomienda la captación conjunta desde la captación en CD-1 y cualquiera de las otras dos captaciones, CD-2 y nueva captación en CD-2 (Pico Gorrión), debido a que estas disponen de una mayor altura piezométrica con respecto a la primera.

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).

- Esto hace que estas predominen hidráulicamente sobre la captación en CD-1, haciendo que esta última no tenga capacidad para proporcionar agua a la cántara de la EB de llenado, abasteciendo a la balsa únicamente con el caudal captado desde las captaciones de CD-2 y CD-2 (Pico Gorrión) según el caso.
- Esta acumulación de caudal en el colector de llenado desde CD-1, que no encontraría salida en la cántara, puede provocar el desbordamiento de las arquetas ubicadas en él. Por ello, se desaconseja el funcionamiento simultáneo mencionado y que sí resulta fundamental en el funcionamiento por bombeo.
- Cabe destacar que el llenado de las balsas de forma aislada desde los puntos de captación proyectados se ve facilitado y compensado por la instalación de las clapetas antirretorno en las arquetas correspondientes, descrita en el subcapítulo anterior, ya que estas permiten el flujo directo desde estos puntos a las balsas.
- En relación a las arquetas ubicadas en los colectores de llenado de los distintos puntos de captación, se ha podido comprobar la necesidad de recrecer o aumentar las alturas de algunas de estas arquetas, con el objeto de garantizar que no se produzcan desbordamientos una vez se equilibren las alturas piezométricas entre el punto de captación y la balsa de decantación, recogiendo en la Tabla 17 las alturas resultantes.

Tabla 17. Alturas hidráulicas, recrecidos y alturas finales de las arquetas ubicadas en los colectores de llenado

Arqueta	Alt. Actual (m)	Alt. Hidráulica (m)	Recrecido (m)	Alt. Final (m)
B-CD1	6.82	7.12	0.50	7.12
A-CD2	4.49	4.64	0.15	4.64
B-CD2	4.75	4.92	0.17	4.95
C-PG	6.60	6.68	0.08	6.70

10.1.2. Estación de bombeo de llenado de balsas en sector Belmonte

Considerando los equipos que fueron considerados por Befesa, la estación de bombeo cuenta con 4 unidades de bombeo con una capacidad unitaria de 1261 l/s, que supone una capacidad nominal para la estación de bombeo de 5.044 m³/s, para una altura manométrica total de 8.09 m.c.a.

Se ha procedido al cálculo de pérdidas de carga y comprobación de altura manométrica, considerando los equipos de Befesa del año 2008, mostrándose los resultados en el anejo de cálculos hidráulicos.

Igualmente, se han desarrollado las curvas de funcionamiento del sistema, verificándose el correcto funcionamiento del bombeo en todos los escenarios de simulación considerados dentro del anejo de cálculos hidráulicos.

10.1.2.1. Modelización hidráulica del sistema de interconexión del Bombeo de Balsas con las Balsas de Decantación y Regulación

Dentro de los trabajos realizados, para poder hacer un estudio más detallado del régimen estacionario del sistema de bombeo de llenado, se ha desarrollado un modelo hidráulico del mismo donde, a continuación, se resumen los pasos seguidos en el proceso de modelización:

- Definir el trazado de las conducciones en base a la información del proyecto Befesa del 2008 así como la información levantada en campo.
- Modelar los puntos relevantes del sistema.

10.1.2.2. Elementos principales

En el estudio hidráulico se han considerado los siguientes elementos:

- Estación de bombeo: Se ha representado por un conjunto de cuatro (04) bombas operando de forma independiente las cuales suministrarán la altura – caudal calculado tomando en cuenta la altura de líquido en la cántara de aspiración. Se ha utilizado para su modelación la información de la curva característica AFL 1207 50 Hz de la marca ABS.
- Cántara de descarga, representada como un depósito de pequeñas dimensiones.
- Conducciones existentes con sus características constructivas y longitudes de acuerdo con la información del proyecto Befesa 2008 y levantamiento de campo efectuado.

Los elementos descritos anteriormente se muestran a continuación de forma esquemática:

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).

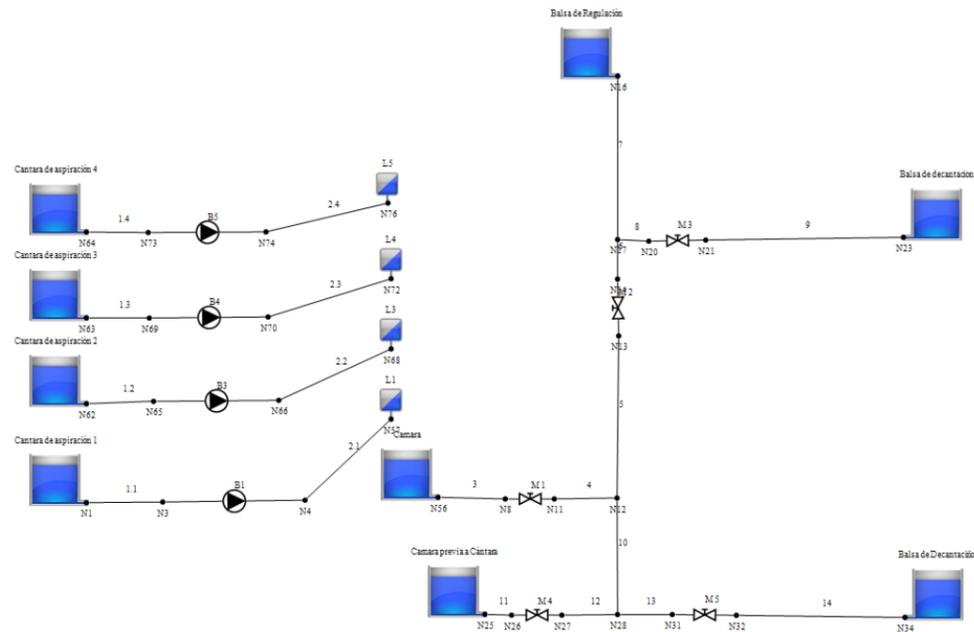


Figura 64. Representación esquemática del sistema en estudio.

10.1.2.3. Escenarios previstos

Se han previsto tres (3) escenarios principales, a saber:

- Escenario 1: alimentación desde la estación de bombeo de Balsas Belmonte a la Balsa de Decantación.
- Escenario 2: alimentación desde la estación de bombeo de Balsas Belmonte a la Balsa de Regulación.
- Escenario 3: alimentación desde la estación de bombeo de Balsas Belmonte a la Balsa de Decantación y Regulación de forma simultánea.

10.1.2.4. Condiciones para la modelización

Para el desarrollo de los modelos indicados anteriormente se ha considerado:

- Altura de lámina de agua en cántara de aspiración:
 - Nivel máximo.
 - Nivel mínimo.
 - Nivel mínimo de sumergencia requerida.
- Rugosidad absoluta de la conducción de impulsión de las bombas (acero oxidado): 0.003 (m).
- Descarga atmosférica de las bombas en la cota indicada en el proyecto de Befesa 2008.

- Cámara de recepción del caudal de las bombas vacía.
- Tuberías de acero Ø 2000 mm con revestimiento epoxi de 300 micras de acuerdo a proyecto Befesa 2008 (rugosidad absoluta de 0.1 mm).
- Tramo de tubería de hormigón Ø 2000 mm (rugosidad absoluta de 3 mm)

Para los diferentes escenarios modelizados, no se han encontrados problemas para realizar el abastecimiento a cada balsa.

10.1.3. Estación de bombeo a red de riego del sector Belmonte y estación de filtrado

Dentro del anejo de cálculos hidráulicos, se justifica el diseño de la estación de bombeo a la red de riego.

Como punto de partida para el diseño, se ha considerado la manométrica requerida para la red de riego, cuyo diseño se ha realizado en paralelo y cuyos cálculos justificativos se incluyen dentro del anejo de cálculos hidráulicos.

A la presión manométrica requerida en la red, se le han sumado las pérdidas de la propia estación de bombeo y las pérdidas de la estación de filtrado, fijadas en un máximo de 5 mca, punto a partir del cual se activará el sistema de limpieza automática de los filtros.

Se ha comprobado el dimensionamiento de los calderines antiarriete dispuestos por Befesa, mediante un modelo hidráulico basado en el software Hammer de Bentley, cuyos resultados principales se incluyen dentro del anejo de cálculos hidráulicos.

Como conclusiones principales y teniendo en cuenta que el sistema alimenta a una red de riego con una topografía plana, en las simulaciones realizadas, se observa que no se generan sobrepresiones, reduciendo los calderines las depresiones que se generan en la red ante la parada de los grupos de bombeo. Sobre las simulaciones realizadas, también se observa que el aumento del volumen de los calderines, no aporta mejora sustancial en el sistema, manteniendo el diseño existente.

En cuanto a la estación de filtrado, para el caudal de diseño del bombeo de 5.65 m³/s y el número de filtros considerados del modelo Amiad EBS 10" (40 unidades), el caudal de filtrado unitario es de 0.14125 m³/h, las pérdidas de carga resultantes son de 0.14 mca, contando con margen suficiente respecto a los 5 mca, fijado como límite para la activación automática de filtros.

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).

10.1.4. Cálculos hidráulicos de la balsa

Además de los cálculos y simulaciones realizadas para las captaciones y la Estación de bombeo, dentro del anejo de cálculos hidráulicos del sector Belmonte, se incluye el diseño de los siguientes elementos:

1. Estudio de laminación de avenidas
2. Estudio de resguardos y niveles
3. Diseño hidráulico del aliviadero, canal de descarga y cuenco dissipador de energía
4. Canal de encauzamiento y restitución: tramos 1 y 2
5. Canal de interconexión entre balsas
6. Diseño hidráulico del rediseño de los desagües de fondo de la balsa de decantación y de regulación.
7. Curvas características de las balsas: Altura- Volumen

Para los estudios mencionados, se ha realizado considerando las curvas IDF (Intensidad-Duración -Frecuencia) para el estudio de resguardos y de laminación.

Considerando la propuesta de clasificación de la Balsa como C, se han considerado las avenidas de periodo de retorno de T=100 años para la avenida de Proyecto y T=500 años para la avenida extraordinaria.

El diseño de las obras resultantes, ya se ha descrito en el apartado 6 de la presente Memoria descriptiva,

10.2. Sector Alcantarillas:

La metodología de trabajo para el sector Alcantarillas para el estudio de los siguientes componentes que lo integran es idéntica a la seguida para el sector Belmonte, considerando los siguientes estudios:

- Estudio de las Captaciones y modelización del sistema en SWWM
 - Captación existente
 - Nueva captación
 - Abastecimiento a Canal del Bajo Guadalquivir desde la balsa de regulación-Decantación
- Estudio de Estación de bombeo de llenado
- Estudio de Estación de bombeo a red de riego y estación de filtrado
- Estudios hidráulicos de la balsa de decantación y regulación, considerando lo siguiente:
 1. Estudio de laminación de avenidas

2. Estudio de resguardos y niveles
3. Diseño hidráulico del aliviadero, canal de descarga y cuenco dissipador de energía
4. Canal de interconexión entre balsas
5. Diseño hidráulico del rediseño del desagüe de fondo de la balsa de Regulación.
6. Curvas características de las balsas: Altura- Volumen

Para los estudios mencionados, se ha realizado considerando las curvas IDF (Intensidad-Duración -Frecuencia) para el estudio de resguardos y de laminación.

Considerando la propuesta de clasificación de la Balsa como C, se han considerado las avenidas de periodo de retorno de T=100 años para la avenida de Proyecto y T=500 años para la avenida extraordinaria.

La justificación de cálculos hidráulicos realizados, se incluye en el anejo nº8 .- Cálculos hidráulicos.

11. Cálculos mecánicos y estructurales

Dentro del anejo de cálculos mecánicos nº 7, se ha procedido, para cada sector a realizar los siguientes cálculos:

- Cálculos mecánicos de las nuevas tuberías que integran el sistema
- Cálculo de flotabilidad
- Cálculos estructurales de nuevas arquetas y elementos proyectados en hormigón armado

11.1. Sector Belmonte:

11.1.1. Cálculos mecánicos en nuevas conducciones

Dentro de este sector, se han calculado los tubos correspondientes a:

- Colector CD-1
- Colector Nueva Captación en Pico Gorrión
- Desagües de fondo de balsas de decantación y regulación
- Nueva obra de toma en colector de aspiración del bombeo

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).

11.1.1.1. Resultados Tubos de hormigón armado (HA)

Tabla 18. Resultado cálculo mecánico de los tubos de HA para los colectores de llenado proyectados.

Zanja	Colector	P.K. Inicial	P.K. Final	Di (mm)	hr (m)	Tráfico	q _s (t/m ²)	Terreno	Clasificación tipo E	Clasificación tipo A
HA-2	CD-1	0+000	0+025	2000	1.70	Eje 130 kN	1.00	Arenas y gravas	CLASE 90	CLASE II
HA-2	CD-1	0+025	0+050	2000	3.96	Eje 130 kN	1.00	Arenas y gravas	CLASE 135	CLASE IV
HA-1	CD-1	0+050	0+113	2000	3.25	Eje 70 kN	-	Arenas y gravas	CLASE 90	CLASE III
HA-3	CD-1	0+113	0+123	2000	2.34	-	6.88	Hormigón	CLASE 135	CLASE IV
HA-1	CD-1	0+123	0+325	2000	3.30	Eje 70 kN	-	Arenas y gravas	CLASE 90	CLASE III
HA-2	CD-1	0+325	0+350	2000	5.18	Eje 130 kN	1.00	Arenas y gravas	CLASE 135	CLASE IV
HA-1	CD-1	0+350	0+360	2000	2.60	Eje 70 kN	-	Arenas y gravas	CLASE 90	CLASE II
HA-4	CD-1	0+750	0+795	1500	0.30	Eje 130 kN	-	Arenas y gravas	CLASE 90	CLASE II
HA-5	Pico Gorrión	0+000	0+067	1800	2.62	Eje 70 kN	-	Arenas y gravas	CLASE 90	CLASE II
HA-6	Pico Gorrión	0+067	0+105	1800	2.40	Eje 130 kN	1.00	Arenas y gravas	CLASE 90	CLASE III
HA-7	Pico Gorrión	0+105	0+595	1800	2.51	Eje 70 kN	-	Arenas y gravas	CLASE 90	CLASE II

A la vista de los resultados obtenidos (Tabla 18), se opta por homogenizar la clasificación de tubos de cálculo, disponiendo como clase mínima de tubo CLASE 90 (clasificación E) o CLASE II (clasificación A).

11.1.1.2. Resultados Tubos de acero

Tabla 19. Resultado cálculo mecánico de los tubos de acero para los desagües de fondo de las balsas

Zanja	Conducción	Acero	e (mm)	De (mm)	MPD (BAR)	Pv (bar)	E' (kN/m ²)	H (m)
AC-1	Desagüe B. Decantación	S-275 JR	3.2	323.9	0.83	1.00	2000	1.00
AC-2	Desagüe B. Regulación	S-275 JR	11.0	813	0.83	1.00	2000	1.00
AC-3	By-Pass Desagüe B. Regulación	S-275 JR	6.3	508	0.83	1.00	2000	1.00
-	Aspiración B. Regulación	S-275 JR	20.0	2032	1.09	1.00	5000	7.85

11.1.2. Flotación de conducciones

11.1.2.1. Flotación tubos de hormigón armado (HA)

En cuanto a la instalación de tubos de hormigón armado (HA) contemplada para los colectores de llenado proyectados, se estudia la posible flotación de estos para los siguientes supuestos, considerados representativos de las situaciones más desfavorables de instalación:

- Escenario 1: Tubo de HA DN 2000 mm bajo terreno natural (zanja tipo HA-1), recubrimiento mínimo de relleno con material granular de 1.30 m y nivel freático en superficie (Prof. 0.00 m).
- Escenario 2: Tubo de HA DN 2000 mm bajo Arroyo Salado de Morón (zanja tipo HA-3), recubrimiento mínimo de relleno con HM-20 (1.00 m) + escollera (0.30 m) y nivel freático en superficie (Prof. 0.00 m).
- Escenario 3: Tubo de HA DN 1500 mm bajo terreno natural (zanja tipo HA-4), recubrimiento mínimo de relleno con material granular de 0.30 m y nivel freático sobre clave del tubo (Prof. 0.30 m).
- Escenario 4: Tubo de HA DN 1800 mm bajo terreno natural (zanja tipo HA-5), recubrimiento mínimo de relleno con material granula de 1.30 m y nivel freático en superficie (Prof. 0.00 m).
- Escenario 5: Tubo de HA DN 1800 mm bajo terreno natural (zanja tipo HA-7), recubrimiento mínimo de relleno con material granula de 1.30 m y nivel freático sobre clave del tubo (Prof. 1.30 m).

En la Tabla 20 se recogen los resultados obtenidos para cada uno de los escenarios estudiados mientras que, en el Apéndice N° I.4, se recopilan los informes de cálculo correspondientes.

Tabla 20. Resultados cálculo de flotación de conducciones. Tubos de hormigón armado (HA)

Zanja	Colector	Escenario	Di (mm)	e (mm)	De (mm)	Prof. NF (m)	W _{EST} (t/m)	E _v (t/m)	C _{SF} (Adim)
HA-1	CD-1	1	2000	212	2424	0.00	6.86	4.61	1.49
HA-3	CD-1	2	2000	212	2424	0.00	7.82	4.61	1.69
HA-4	CD-1	3	1500	162	1824	0.30	3.15	2.61	1.21
HA-5	Pico Gorrión	4	1800	200	2200	0.00	6.02	3.80	1.58
HA-7	Pico Gorrión	5	1800	200	2200	1.30	9.48	3.80	2.49

En esta, se puede comprobar cómo, para las condiciones más desfavorables de instalación, no se produce la flotación de los colectores de hormigón proyectados.

11.1.2.2. Flotación de tubos de acero

En relación a los tubos de acero proyectados para los desagües de fondo de las balsas, se estudia la posible flotación de estos para los siguientes supuestos, considerados representativos de las situaciones más desfavorables de instalación:

- Escenario 1: Tubo de acero DN 323.9 mm bajo terreno natural (zanja tipo AC-1), recubrimiento mínimo de material de relleno granular de 1.00 m y nivel freático en superficie (Prof. 0.00 m).
- Escenario 2: Tubo de acero DN 813 mm bajo terreno natural (sección de zanja tipo AC-2), recubrimiento mínimo de material de relleno granular de 1.00 m y nivel freático en superficie (Prof. 0.00 m).

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).

- Escenario 3: Tubo de acero DN 508 mm bajo terreno natural (sección de zanja tipo AC-3), recubrimiento mínimo de material de relleno granular de 1.00 m y nivel freático en superficie (Prof. 0.00 m).

Cabe destacar que, para todos los escenarios estudiados, se ha considerado el recubrimiento mínimo proyectado para las zanjas en las que se instalarán estas conducciones, al tratarse de la situación más desfavorable debida el menor espesor de relleno sobre el tubo.

En la Tabla 21 se recogen los resultados obtenidos para cada uno de los escenarios estudiados mientras que, en el Apéndice N° I.4, se recopilan los informes de cálculo correspondientes.

Tabla 21. Resultados cálculo de flotación de conducciones. Tubos de acero

Zanja	Conducción	Escenario	Di (mm)	e (mm)	De (mm)	Prof. NF (m)	W _{EST} (t/m)	E _v (t/m)	C _{sf} (Adim)
AC-1	Desagüe B. Decantación	1	317.5	3.2	323.9	0.00	0.35	0.08	4.23
AC-2	Desagüe B. Regulación	2	791.0	11.0	813	0.00	1.03	0.52	1.98
AC-3	By-Pass Desagüe B. Regulación	3	495.4	6.3	508	0.00	0.58	0.20	2.89

En esta, se puede comprobar cómo, para las condiciones más desfavorables de instalación, no se produce la flotación de los tubos de acero proyectados para los desagües de fondo de las balsas.

11.2. Sector Alcantarillas

11.2.1. Cálculos mecánicos en nuevas conducciones

Dentro de este sector, se han calculado los tubos correspondientes a:

- Nuevo colector de captación DN 1800
- Desagües de fondo de balsas de decantación y regulación

11.2.1.1. Resultados Tubos de hormigón armado (HA)

Tabla 22. Resultado cálculo mecánico de los tubos de HA para el colector de llenado proyectado.

Zanja	Colector	P.K. Inicial	P.K. Final	Di (mm)	hr (m)	Tráfico	q _s (t/m ²)	Terreno	Clasificación tipo E	Clasificación tipo A
HA-1	CBG	0+000	0+010	1800	3.29	Eje 130 kN	1.00	Arenas y gravas	CLASE 135	CLASE IV
HA-2	CBG	0+010	0+384	1800	2.59	Eje 70 kN	-	Arenas y gravas	CLASE 90	CLASE II

11.2.1.2. Resultados Tubos de acero

Tabla 23. Resultado cálculo mecánico de los tubos de acero para la ampliación del desagüe de fondo de las balsas

Zanja	Conducción	Acero	e (mm)	De (mm)	MPD (bar)	P _v (bar)	E' (kN/m ²)	H (m)
AC-1	Desagüe B. Decantación	S-275 JR	7.10	711	0.81	1.00	5000	1.00

11.2.2. Flotación de tubos de acero

11.2.2.1. Flotación tubos de hormigón armado (HA)

En cuanto a la instalación de tubos de hormigón armado (HA) contemplada para el colector de llenado proyectado, se estudia la posible flotación de este para los siguientes supuestos, considerados representativos de las situaciones más desfavorables de instalación:

- Escenario 1: Tubo de HA DN 1800 mm bajo terreno natural (zanja tipo HA-2), recubrimiento mínimo de relleno con material granula de 1.30 m y nivel freático en superficie (Prof. 0.00 m).
- Escenario 2: Tubo de HA DN 1800 mm bajo terreno natural (zanja tipo HA-2), recubrimiento mínimo de relleno con material granula de 1.30 m y nivel freático sobre clave del tubo (Prof. 1.30 m).

En la Tabla 20 se recogen los resultados obtenidos para cada uno de los escenarios estudiados mientras que, en el Apéndice N° I.4, se recopilan los informes de cálculo correspondientes.

Tabla 24. Resultados cálculo de flotación de conducciones. Tubos de hormigón armado (HA)

Zanja	Colector	Escenario	Di (mm)	e (mm)	De (mm)	Prof. NF (m)	W _{EST} (t/m)	E _v (t/m)	C _{sf} (Adim)
HA-2	CBG	1	1800	200	2200	0.00	6.02	3.80	1.58
HA-2	CBG	2	1800	200	2200	1.30	9.48	3.80	2.49

En esta, se puede comprobar cómo, para las condiciones más desfavorables de instalación, no se produce la flotación de los colectores de hormigón proyectados.

11.2.2.2. Flotación de tubos de acero

En relación al tubo de acero proyectado para la ampliación del desagüe de fondo de las balsas, se estudia la posible flotación de este para los siguientes supuestos, considerados representativos de las situaciones más desfavorables de instalación:

- Escenario 1: Tubo de acero DN 711 mm bajo terreno natural (zanja tipo AC-1), recubrimiento mínimo de material de relleno granular de 1.00 m y nivel freático en superficie (Prof. 0.00 m).

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).

Cabe destacar que, para el escenario estudiado, se ha considerado el recubrimiento mínimo proyectado para la zanja en las que se instalará esta conducción, al tratarse de la situación más desfavorable debida el menor espesor de relleno sobre el tubo.

En la Tabla 21 se recogen los resultados obtenidos para el escenario estudiado mientras que, en el Apéndice N° I.4, se recopilan los informes de cálculo correspondientes.

Tabla 25. Resultados cálculo de flotación de conducciones. Tubos de acero

Zanja	Conducción	Escenario	Di (mm)	e (mm)	De (mm)	Prof. NF (m)	W _{EST} (t/m)	E _v (t/m)	C _{sf} (Adim)
AC-1	Ampliación desagüe de fondo	1	696.8	7.1	711.0	0.00	0.83	0.40	2.10

En esta, se puede comprobar cómo, para las condiciones más desfavorables de instalación, no se produce la flotación del tubo de acero proyectado para la ampliación del desagüe de fondo de las balsas.

11.3. Cálculos estructurales

Dentro del anejo nº7 de cálculos mecánicos y estructurales, se incluye el desarrollo de los estructurales realizados para las principales estructuras que integran el proyecto.

Belmonte	Arqueta obra de toma en canal CD-1
	Arqueta obra de toma en Pico Gorrión
	Arquetas Colector Pico Gorrión
	Aliviadero + canal de descarga
	Arqueta de rotura de carga de aliviadero
	ODT bajo carretera del Trobal (Marco 3.0x1.8)
	Canal de conexión entre balsas
	Centro de control, incluyendo salón de actos y edificio de oficinas
Alcantarillas	Nueva Arqueta de Obra de Toma en CBG
	Aliviadero + canal de descarga del Aliviadero
	Canal de conexión entre balsas
	ODT en obra de alivio de balsa (Marco de 3 x 1m)

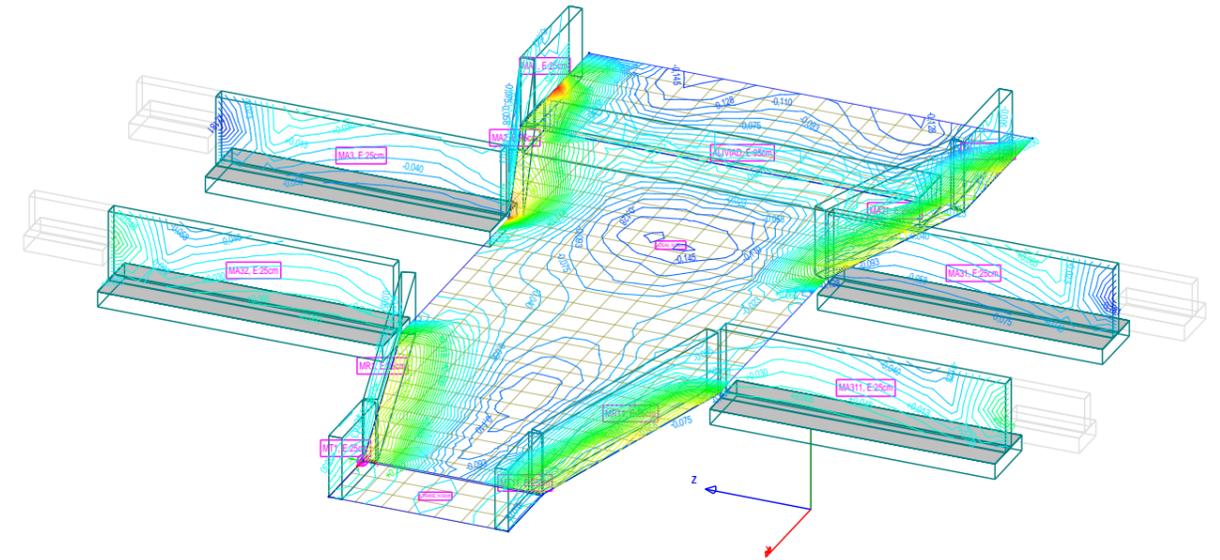


Ilustración 2: Modelo de Calculo estructural del aliviadero de la Balsa Belmonte

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).

Para el desarrollo de los cálculos realizados, se han considerado la normativa en vigor, considerando las siguientes:

- Acciones: Código Estructural, CTE DB SE-AE
- Viento: CTE DB SE-AE
- Hormigón: Código Estructural
- Acero: Código Estructural, EN 1993-1-3
- Otras: CTE DB SE-C, CTE DB SE-F

Para el desarrollo de los cálculos que se incluyen en el anejo, se ha empleado el software de diseño estructural TRICALC, entre otros.

12. Automatización y control

Dentro del anejo nº13.- Automatización y control, se incluye la descripción de la instalación de automatización y control prevista para las balsas de los sectores Belmonte y Alcantarillas.

12.1. Características generales del sistema

A continuación, se recoge una relación de aquellas premisas y aspectos generales que se han tenido en cuenta para llevar a cabo el diseño del sistema de telecontrol.

12.1.1. Sistema jerarquizado

El sistema se ha diseñado en varios niveles jerarquizados:

- nivel inferior o nivel de campo, compuesto por toda la instrumentación, relés, protecciones, aparataje eléctrica, buses de campo, etc. instalados en los distintos procesos a telecontrolar.
- nivel intermedio o de proceso, constituido por el/los PLCs. En este nivel se incluye la supervisión y mando local desde los paneles táctiles o interfaces hombre-máquina locales (HMI) si los hubiera.
- nivel superior, residente en el Centro de Control de la CR desde donde se ejercerán las funciones de gestión y Supervisión.

El sistema se completa con la infraestructura o nivel de comunicaciones, sobre el que se soporta el transporte de información entre los niveles intermedio y superior.

12.1.2. Inteligencia distribuida

El control de la instalación recae sobre uno o varios autómatas programables (PLCs) con capacidad para actuar con completa autonomía, independientemente de que la comunicación con el nivel de supervisión (Centro de Control) esté o no establecida. La interacción con otros puntos de control de su interés si fuera necesario se realizará a través de la red de comunicaciones.

12.1.3. Sistema modular y escalable

El Sistema de Telecontrol diseñado posee un carácter modular, tanto en los elementos físicos, como en los programas y aplicaciones.

Posee además capacidad de ampliación en función de los nuevos requerimientos que se fueran demandando del mismo, mediante la incorporación, entre otros, de nuevos autómatas (o ampliación de los existentes con nuevas tarjetas, etc.), sin que ello suponga tener que recurrir a otro concepto de sistema diferente al implementado. Se dispone también de un número suficiente de señales de reserva para las modificaciones de control de poca entidad que puedan necesitarse en cada uno de los puntos de control.

En resumen, el sistema se podrá ampliar, incrementando el número de instrumentos, PLCs, tarjetas de E/S, hardware y licencias de centro de control en base a los equipos y soluciones ya implementadas.

13. Línea eléctrica de media tensión

Se contempla una línea eléctrica aérea de media tensión de 15 (20) KV para alimentación al Sector Belmonte de 7.4 km de longitud con 34 apoyos y otra línea subterránea de media tensión de 2.80km de longitud, también de 15 (20) KV para el suministro eléctrico de los bombeos de Alcantarillas.

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).

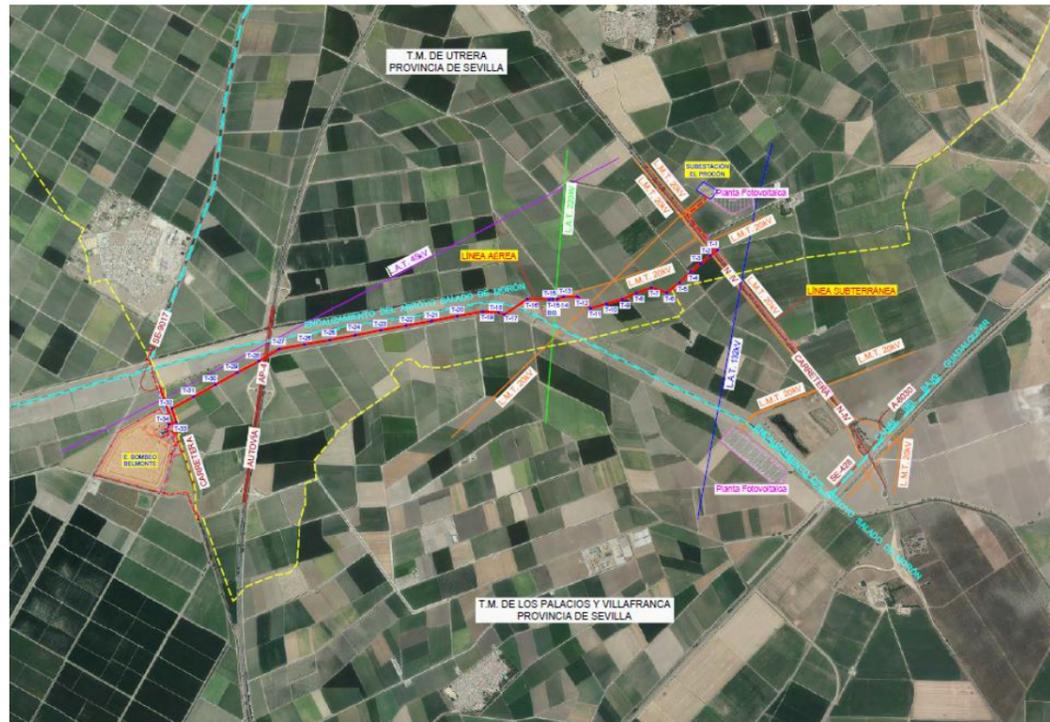


Ilustración 3: Líneas eléctricas de Media tensión de 15 (20)KV para suministro eléctrico a Belmonte (L. aérea) y Alcantarillas (L. Subterránea).

13.1. Línea Belmonte

Se proyectará una Línea eléctrica aéreo/subterránea de 15 (20) kV en doble circuito con conductor LA-110 (Al-Alm 116.2 mm²) y RH5Z1 18/30 kV 1x240 mm² Al, desde la subestación Eléctrica Los Palacios hasta la estación de Bombeo “Belmonte”, en el término municipal de Utrera.

- Tramo 1 (línea subterránea): El origen de la línea subterránea tendrá lugar en la SE Eléctrica de Los Palacios, hasta el apoyo T-1 con paso aéreo-subterráneo.
- Tramo 2 (línea aérea): La línea aérea discurre entre el apoyo T-1, hasta, T-35 todos los apoyos proyectados serán de tipo celosía metálica.
- Tramo 3 (Línea subterránea): El apoyo T-35 con paso aéreo subterráneo conectará mediante una LSMT, no objeto de este proyecto, con la estación de Bombeo “Belmonte”.

13.1.1. Características generales de la línea Belmonte

La línea objeto del presente proyecto, a efectos reglamentarios, se considerará de tercera categoría.

La línea no atraviesa ningún espacio protegido y parte del trazado discurre de manera subterránea, lo que limita su impacto visual, habiendo realizado el tramo aéreo lo más directo posible.

La línea se proyecta sobre apoyos de celosía metálicos.

El aislamiento de la línea será de polimérico con un nivel de aislamiento mínimo de 36 mm/kV.

En el trazado de las líneas subterráneas se cumplirán las distancias reglamentarias establecidas en la ITC-LAT 06, así como las que puedan establecer otros organismos y/o empresas de servicios afectadas por el trazado proyectado.

La LMT estará integrada en redes trifásicas de hasta 30 kV y frecuencia nominal 50 Hz. La tensión nominal de la LMT viene determinada por la red a la que se conectará.

En la siguiente tabla se define la tensión más elevada y los niveles de aislamiento del material a utilizar.

Tensión nominal de la red U (kV)	Tensión más elevada de cable y accesorios Um (kV eficaces)	Tensión soportada nominal a frecuencia industrial (kV eficaces)	Tensión de choque soportada nominal (tipo rayo) (kV de cresta)
≤ 20	24	50	125

U Tensión asignada eficaz a 50 Hz entre dos conductores cualesquiera para la que se han diseñado el cable y sus accesorios.

Un Tensión nominal eficaz a 50 Hz de la red.

U0 Tensión asignada eficaz a 50 Hz entre cada conductor y la pantalla de cable para la que se han diseñado el cable y sus accesorios.

Um Tensión más elevada para el material a 50 Hz entre dos conductores cualesquiera.

13.2. Línea Alcantarillas

Se proyectará una Línea aéreo/subterránea de 15 (20) en doble circuito con conductor LA-110 (Al-Alm 116.2 mm²) y RH5Z1 18/30 kV 1x240 Al, desde la Subestación Eléctrica Los palacios hasta Estación de Bombeo “Alcantarillas”, en el término municipal de Las Cabezas de San Juan.

- El apoyo T-1 con paso aéreo subterráneo conectara mediante una LSMT, objeto de este proyecto, con la Subestación Eléctrica de los Palacios.
- El apoyo T-2 con paso aéreo subterráneo conectara con la Estación de Bombeo “Alcantarillas”.
- Tramo 3 (Línea subterránea): El apoyo T-2 con paso aéreo subterráneo conectará mediante una LSMT, no objeto de este proyecto, con la estación de Bombeo “Alcantarillas”.

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).

La línea objeto del presente proyecto, a efectos reglamentarios, se considerará de tercera categoría.

13.2.1. Características generales de la línea Alcantarillas

La línea no atraviesa ningún espacio protegido y parte del trazado discurre de manera subterránea, lo que limita su impacto visual, habiendo realizado el tramo aéreo lo más directo posible.

La línea se proyecta sobre apoyos de celosía metálicos.

El aislamiento de la línea será de polimérico con un nivel de aislamiento mínimo de 36 mm/kV.

En el trazado de las líneas subterráneas se cumplirán las distancias reglamentarias establecidas en la ITC-LAT 06, así como las que puedan establecer otros organismos y/o empresas de servicios afectadas por el trazado proyectado.

La LMT estará integrada en redes trifásicas de hasta 30 kV y frecuencia nominal 50 Hz. La tensión nominal de la LMT viene determinada por la red a la que se conectará.

En la siguiente tabla se define la tensión más elevada y los niveles de aislamiento del material a utilizar.

Tensión nominal de la red U (kV)	Tensión más elevada cable y accesorios Um (kV eficaces)	Tensión soportada nominal a frecuencia industrial (kV eficaces)	Tensión de choque soportada nominal (tipo rayo) (kV de cresta)
≤ 20	24	50	125

U Tensión asignada eficaz a 50 Hz entre dos conductores cualesquiera para la que se han diseñado el cable y sus accesorios.

Un Tensión nominal eficaz a 50 Hz de la red.

U0 Tensión asignada eficaz a 50 Hz entre cada conductor y la pantalla de cable para la que se han diseñado el cable y sus accesorios.

Um Tensión más elevada para el material a 50 Hz entre dos conductores cualesquiera

14. Diseño en Baja

El proyecto incluye en diseño eléctrico en baja tensión para suministro eléctrico de los dos sectores de riego, desde el centro de transformación hasta el cuadro eléctrico de alimentación a cada estación de bombeo, definido dentro del anejo nº11 integrado en el proyecto.

En Belmonte se contará con 4 centros de transformación 3 x 2500 KVA + 1x 630 KVA , mientras que en Alcantarillas, se contará con 3 centros de transformación de 2 x 2500 KVA + 1 x 1000KVA.

Se prevén las canalizaciones eléctricas necesarias para realizar la alimentación eléctrica, cuadros de protección en baja tensión, baterías de condensadores para compensación de reactiva, arrancadores eléctricos para las estaciones de bombeo, así como luminarias y puntos de luz.

15. Coordinación con organismos y servicios afectados

En el anejo nº2 Coordinación con organismos, se hace una descripción de los organismos que se han consultado para el desarrollo del proyecto. Los organismos o compañías que disponen de algún tipo de línea o de infraestructura que resulten afectados y a los que se ha solicitado información son los siguientes:

- ADIF: Administrador de Infraestructuras Ferroviarias
- Junta de Andalucía
- CHG (Confederación Hidrográfica del Guadalquivir)
- Diputación de Sevilla
- Ayuntamiento de Los Palacios y Villafranca
- Ayuntamiento de Dos Hermanas
- Sevillana ENDESA
- Orange Jazztel
- Telefónica
- Naturgy
- Aguas del Huesna

En el nº12 Servicios afectados y en el documento nº2.- Planos, se describen detalladamente cada una de las afecciones.

16. Expropiaciones

La mayoría de las actuaciones previstas quedan dentro de los límites de propiedad de los terrenos de implantación de las balsas, salvo la ocupación asociada a los siguientes elementos de cada sector:

Sector Belmonte

- Colector de captación CD-1 para el cruce del salado de Morón
- Canal de encauzamiento del Aliviadero de la balsa Belmonte para descarga en el Arroyo Salado de Morón

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).

- Obra de Captación y colector de Captación en Pico Gorrión

Sector Alcantarillas

- Nueva Captación DN 1800 en el Canal del Bajo Guadalquivir
- Nuevo desagüe de fondo para vertido en el arroyo Salado de Morón
- Aliviadero de la balsa de Regulación

La afección a distintos bienes y derechos de diversa naturaleza viene dispuesta y regulada por lo establecido y preceptuado en la vigente Ley de Expropiación Forzosa, del 16 de diciembre de 1954, y por su Reglamento de Desarrollo, aprobado por Decreto de 26 de abril de 1957.

Partiendo de este punto y obtenida la cartografía catastral de la zona en la que se desarrollarán las obras, dentro el anejo nº 18 incluido en el presente proyecto, se han establecido las superficies, de titularidad pública y privada, afectadas por estas, diferenciando entre:

- Ocupación temporal.
- Servidumbre permanente de acueducto.
- Expropiación definitiva.

La superficie asociada a cada una de las zonas mencionadas ha sido evaluada en función de las características de la zona, de las obras a desarrollar y de los elementos constructivos proyectados.

17. Gestión de residuos

Por gestión de residuos se entiende la recogida, el almacenamiento, el transporte, la valorización y la eliminación de los mismos, incluida la vigilancia de estas actividades, así como de los lugares de depósito o vertido después de su cierre.

El Estudio de gestión de residuos incluido en el anejo nº 17 del presente proyecto, se estructura según las etapas y objetivos siguientes:

- En primer lugar, se identifican los materiales presentes en obra y la naturaleza de los residuos que se van a originar en cada etapa de la obra. Esta clasificación se toma con arreglo a la Lista Europea de Residuos publicada por Orden MAM/304/2002 y sus modificaciones posteriores.
- Para cada tipo específico de residuo generado se hace una estimación de su cantidad. En esta fase conviene también tener en consideración datos provenientes de la experiencia acumulada en obras previas por la empresa constructora, según su propia forma de trabajar y los medios auxiliares de que se sirven.

- A continuación, se definen los agentes intervinientes en el proceso, tanto los responsables de obra en materia de gestión de residuos como los gestores externos a la misma que intervendrán en las operaciones de reutilización secundaria.
- Finalmente se definen las operaciones de gestión necesarias para cada tipo de residuo generado, en función de su origen, peligrosidad y posible destino.

18. Estudio de Seguridad y Salud

En cumplimiento del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, modificado por el Real Decreto 604/06, de 19 de mayo, se realiza un Estudio de Seguridad y Salud que se adjunta al Proyecto de Construcción, como Anejo nº19.

19. Justificación de precios

En el Anejo nº 16 figura la justificación de los precios de las distintas unidades de obra que integran el presente Proyecto.

La determinación de los precios se organiza partiendo de los jornales base legalmente establecidos y con el número de jornadas útiles al año, cargándoles las atenciones sociales fijadas por las disposiciones de carácter laboral que las regulan según ley.

Para los materiales de adquisición directa y para los transportes, se han tenido en cuenta los precios actuales de mercado, hecha la consideración de las distancias correspondientes.

Se plantea también la repercusión de la maquinaria, considerando cuál sería la más adecuada para cada tajo concreto y estableciendo los rendimientos correspondientes.

Fijados de esta manera los jornales, el coste de los materiales y la repercusión de la maquinaria, se han obtenido los precios principales, de los que a su vez se deducen los correspondientes a las diversas unidades de obra, teniendo en cuenta los costes indirectos, que han sido a su vez debidamente justificados.

20. Clasificación del contratista y procedimiento de adjudicación

Según el Art. 79.5 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014, en las obras que presenten singularidades no normales o generales a las de su clase y sí, en cambio, asimilables a tipos de obra correspondientes a otros subgrupos diferentes del principal, la exigencia de clasificación se extenderá también a estos subgrupos, siendo el importe de la obra parcial por su singularidad que dé lugar a este subgrupo superior al 20% del precio total del contrato, salvo casos excepcionales..

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).

Por tanto y conforme se indica en los Art. 25 y 26 del Reglamento General de la Ley de Contratos con las Administraciones Públicas, aprobado por R.D. 1098/2001, de 12 de octubre, y en su modificación por el Real Decreto 773/2015, de 28 de agosto, se proponen a continuación las clasificaciones exigibles al contratista o contratistas que ejecuten las obras comprendidas en el presente Proyecto.

De acuerdo con el citado Reglamento se proponen las siguientes clasificaciones, entendiéndose que el Contratista ha de pertenecer a los grupos señalados:

Subcapítulo	Grupo	Subgrupo	Presupuesto parcial	Plazo	Cuantía ¹	Categoría
Sector Belmonte y Alcantarillas: Balsas	E	2	4.023.849,85 €	10	4.023.849,85 €	5

- Grupo E: Hidráulicas.
 - Subgrupo 2: Balsas.

Como procedimiento de adjudicación se propone el procedimiento abierto utilizando varios criterios de adjudicación basados en el principio de mejor relación calidad-precios de acuerdo al Artículo 145 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, en el que todo interesado que cumpla las condiciones de capacidad que se exijan, pueda presentar su oferta.

21. Plazo de ejecución y garantía de las obras

Se considera un plazo de ejecución de 24 meses para los dos sectores, considerando 18 meses para las obras del sector Belmonte y 8 meses para las obras del sector Alcantarillas

- Plazo de ejecución de la Obra:
 - Sector Belmonte: 18 meses
 - Sector Alcantarillas: 8 meses
 - Plazo total: 24 meses

El plazo de garantía debe de ser DOS (2) AÑOS a partir de la firma del Acta de Recepción.

¹ Según el Art. 26 Real Decreto 773/2015, de 28 de agosto, por el que se modifican determinados preceptos del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, aprobado por el Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, los contratos de obras se clasifican en categorías según su cuantía. La expresión de la cuantía se efectuará por referencia al Valor estimado del contrato,

22. Revisión de precios

Dado que el plazo de ejecución de las obras es inferior a DOS (2) AÑOS y conforme al Artículo 103 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, no es procedente la Revisión de Precios.

23. Presupuesto para conocimiento de la Administración

El Presupuesto para Conocimiento de la Administración se obtiene de la siguiente manera:

• Presupuesto de Ejecución Material	16.921.443,16 €
• 13% Gastos Generales	2.199.787,61 €
• 6% Beneficio Industrial	1.015.286,59 €
• Valor Estimado	20.136.517,36 €
• 21% IVA	4.228.668,65 €
Presupuesto Base de Licitación	24.365.186,01 €
• Expropiaciones	13.691,30 €
• Conservación Patrimonio Histórico-Cultural	338.428,86 €
Presupuesto para Conocimiento de la Administración	24.717.306,17 €

Asciende el presente Presupuesto para Conocimiento de la Administración a la cantidad de VEINTICUATRO MILLONES SETECIENTOS DIECISIETE MIL TRESCIENTOS SEIS EUROS CON DIECISIETE CÉNTIMOS DE EURO (24.717.306,17 €).

24. Documentos que integran el proyecto

El presente proyecto contiene los siguientes documentos:

- Documento 1: Memoria y anejos
 - Memoria
 - Anejo 1: Ficha Técnica

cuando la duración de éste sea igual o inferior a un año, y por referencia al valor medio anual del mismo, cuando se trate de contratos de duración superior.

Proyecto de reacondicionamiento y puesta en servicio de las Balsas de regulación y de las estaciones de bombeo para la Modernización de la C.R. de las Marismas del Guadalquivir. TT.MM. Utrera y los Palacios y Villafranca (Sevilla).

- Anejo 2: Antecedentes y coordinación con organismos
- Anejo 3: Topografía y Cartografía
- Anejo 4: Geología y Geotecnia
- Anejo 5: Reportaje Fotográfico
- Anejo 6: Propuesta de clasificación
- Anejo 7: Cálculos Mecánicos y estructurales
- Anejo 8: Cálculos hidráulicos
- Anejo 9: Movimiento de tierras, trazado y replanteo
- Anejo 10: Proyecto Línea eléctrica y diseño en MT
- Anejo 11: Cálculos eléctricos en Baja Tensión
- Anejo 12: Servicios afectados
- Anejo 13: Automatización y control
- Anejo 14: Diseño arquitectónico
- Anejo 15: Instalaciones
- Anejo 16: Justificación de Precios
- Anejo 17: Gestión de residuos
- Anejo 18: Plan de obra
- Anejo 19: Seguridad y Salud
- Anejo 20: Expropiaciones
- Anejo 21: Presupuesto para conocimiento de la Administración.
- Documento 2: Planos
- Documento 3: Pliego de Prescripciones Técnicas
- Documento 4: Mediciones y presupuesto
 - Mediciones
 - Cuadros de precios nº1
 - Cuadros de precios nº2
 - Presupuestos Parciales
 - Resumen de Presupuesto y Presupuesto Base de Licitación

25. Declaración de obra completa. Cumplimiento del Art. 13 de la Ley 9/2017 y del Art. 125 del R.D. 1098/2001

Las obras abarcadas por este proyecto constituyen una obra completa, tal como dispone el Art. 125 del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, aprobado por Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, y dando cumplimiento al Art. 127 del citado Reglamento.

La realización independiente de las diversas actuaciones que son objeto de este proyecto dificultaría la correcta ejecución del mismo desde el punto de vista técnico. Además, la naturaleza del objeto del proyecto implica la necesidad de coordinar la ejecución de las diferentes prestaciones, cuestión que podría verse imposibilitada por su división en lotes y ejecución por una pluralidad de contratistas diferentes.

Por estos motivos, se justifica la no división en lotes de las obras comprendidas en el objeto del contrato de ejecución de este proyecto.

26. Conclusión

Con todo lo anterior creemos suficiente explicado y justificado el Proyecto que sometemos a la Superioridad por si estima conveniente su aprobación.

Sevilla, 22 de Diciembre de 2023

LOS INGENIEROS AUTORES DEL PROYECTO



Fdo.: D. Luis Castillo Cano-Cortes
Ingeniero de Caminos Canales y Puertos



Fdo.: D. Víctor Rodríguez Pérez
Ingeniero de Caminos Canales y Puertos
Colegiado nº 18185