



AYUNTAMIENTO DE ALMUÑÉCAR

III FASE DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS DEPURADAS DE LA E.D.A.R. PARA AGUAS DE RIEGO DE CULTIVO

Almuñécar, Costa Tropical



DIONISIO RIVAS JIMENEZ
ARQUITECTO TECNICO MUNICIPAL
SERVICIO DE ARQUITECTURA E INGENIERIA



Memoria valorada

0. OBJETO.

Las obras consisten en la reutilización de aguas depuradas de la E.D.A.R, el proyecto consta de varias fases de obra, y a día de hoy se encuentran ejecutadas la fase I y la fase II consistente en la instalación de tramos de tuberías para llevar el agua a las comunidades de regantes que además se han realizado con PFEA solicitados por Mancomunidad de municipios de la Costa Tropical, por lo tanto faltarían para finalizar el proyecto completo dos Fases más (Fase III y Fase IV) y la estación de bombeo que se realizara por Mancomunidad de Municipios. El Ayuntamiento de Almuñécar pretende realizar la Fase III y la Fase IV esta solicitada por Mancomunidad de Municipios con un PFEA y a día de hoy aprobado, por lo tanto por encargo del concejal de Urbanismo se me solicita Memoria valorada para ejecutar dicha Fase III de Reutilización de aguas depuradas de la E.D.A.R consistente en instalar un tramo de tubería y deposito de agua en pozo de San Andrés.

1. INTRODUCCIÓN.

En épocas de sequía extrema como la vivida en este año, existe un riesgo muy elevado de que las especies frutales mayoritarias de la zona (aguacate y chirimoyo) sufran restricciones importantes de riego, lo que influirá negativamente en la campaña agrícola, afectando a un gran número de familias cuyos únicos ingresos se basan en actividades agrarias.

Esta Fase III es parte del proyecto que tiene como objetivo el estudio de una solución alternativa que permita el riego de estas zonas de cultivo en épocas de sequía, utilizando para ello aguas regeneradas procedentes de la E.D.A.R. de Almuñécar, cumpliendo siempre los requisitos mínimos de calidad establecidos en el Real Decreto 1620/2007 de 7 de Diciembre.

La solución aportada en este proyecto pretende la utilización de aguas regeneradas procedentes de la E.D.A.R de Almuñécar para dar servicio a las siguientes dos comunidades de regantes:

- COMUNIDAD DE REGANTES DE RÍO VERDE DE JETE Y ALMUÑÉCAR.
- COMUNIDAD DE REGANTES POZO SAN ANDRÉS DE ALMUÑÉCAR.

La Comunidad de Regantes del Río Verde abarca actualmente unas 374 hectáreas de terreno, distribuidas entre los municipios de Jete y Almuñécar. Esta comunidad aprovecha los recursos hídricos superficiales del Río Verde en dos tomas: la Presa del Peñón Rodado y la Presa Segunda. Por otra parte, también utiliza el agua obtenida en una galería en el Paraje de Las Angosturas y el agua de dos sondeos en la zona de La Vegueta (con caudales aforados de 45 l/s y 30 l/s). Los recursos hídricos son distribuidos



Memoria valorada

en la actualidad por medio de una red de acequias que abastecen ambos lados de la vega del Río Verde y los márgenes del Río Seco.

La Comunidad de Regantes Pozo de San Andrés abarca terrenos pertenecientes al término municipal de Almuñécar, contando con una superficie de riego de 210 hectáreas. Los recursos hídricos proceden de dos aprovechamientos de aguas subterráneas ubicados en el paraje de Torrecuevas (acuífero aluvial del Río Verde). El sistema de distribución incluye una tubería principal que va desde los sondeos hasta la cota 300 donde existe una arqueta de rotura. Desde esta arqueta parte de los recursos se rebomban hasta cotas más elevadas y el resto se distribuyen mediante diferentes ramales y subramales hacia las zonas de riego de los diferentes comuneros.

La solución propuesta en este proyecto consta de los siguientes elementos:

- **Estación de bombeo** ubicada en la EDAR de Almuñécar, que tome el agua regenerada desde la balsa del terciario.
- Ejecución de una **red de transporte** que permita conducir este agua desde la EDAR hasta los puntos de consumo de las dos comunidades solicitantes:
 - ✓ C.R. Río Verde: Los puntos de consumo del agua regenerada serían dos acequias situadas a ambos lados del Río Verde (Acequia del Rey y Acequia de Almansa).
 - ✓ C.R. Pozo San Andrés: El punto de consumo sería un depósito de 100 m³ a ejecutar junto a los sondeos existentes, que permita mediante el empleo del grupo de presión existente la inyección de esta agua en la tubería de distribución de la comunidad.

2. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.

A continuación se pasan a describir los **aspectos más importantes del proyecto**:

ORIGEN DE LAS AGUAS

Nombre de la EDAR: EDAR de ALMUÑÉCAR

Municipio: ALMUÑÉCAR

Provincia: GRANADA

Lugar/Paraje/Polígono Industrial: Barranco de Ítrabo s/n



Memoria valorada

Referencia Catastral: Polígono: 34 Parcela: 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8 y 9.

LOCALIZACIÓN DEL PUNTO DE ENTREGA DEL AGUA DEPURADA

El punto de entrega del agua regenerada será la balsa de almacenamiento procedente del Tratamiento Terciario, con una capacidad de 6.000 m³.

COORDENADAS UTM

UTM X (6 dígitos): 439.270

UTM Y (7 dígitos): 4.067.453

Huso: 30

Nº de Hoja 1/50.000: 1055

VOLUMEN SOLICITADO

COMUNIDAD DE REGANTES POZO SAN ANDRÉS.

- Volumen máximo anual: 79.500 m³.
- Modulación: Se propone una modulación de 92 días x 12 horas de consumo.
- Caudal máximo instantáneo: 20 l/s = 72 m³/h.

COMUNIDAD DE REGANTES RÍO VERDE.

- Volumen máximo anual: 178.100 m³.
- Modulación: Se propone una modulación de 92 días x 12 horas de consumo.
- Caudal máximo instantáneo: 45 l/s = 162 m³/h.

CARACTERIZACIÓN DEL AGUA DEPURADA.

Los **criterios de calidad para la reutilización de las aguas según sus usos** se reflejan en el **REAL DECRETO 1620/2007**, de 7 de diciembre, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas.



Memoria valorada

En el caso que nos ocupa el uso del agua previsto es **USO AGRÍCOLA de calidad 2.3.a** "Riego de cultivos leñosos que impida el contacto del agua regenerada con los frutos consumidos en la alimentación humana". A continuación se aportan los valores máximos admisibles exigidos para este uso del agua en el RD 1620/2007:

USO DEL AGUA PREVISTO	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE (VMA)				
	NEMATODOS INTESTINALES	ESCHERICHIA COLI	SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	TURBIDEZ	OTROS CRITERIOS
CALIDAD 2.2 a) Riego de productos para consumo humano con sistema de aplicación de agua que no evita el contacto directo del agua regenerada con las partes comestibles, pero el consumo no es en fresco sino con un tratamiento industrial posterior. b) Riego de pastos para consumo de animales productores de leche o carne. c) Acuicultura.	1 huevo/10 L	1.000 UFC/100 mL Teniendo en cuenta un plan de muestreo a 3 clases con los siguientes valores: n = 10 m = 1.000 UFC/100 mL M = 10.000 UFC/100 mL c = 3	35 mg/L	No se fija límite	OTROS CONTAMINANTES contenidos en la autorización de vertido aguas residuales: se deberá limitar la entrada de estos contaminantes al medio ambiente. En el caso de que se trate de sustancias peligrosas deberá asegurarse el respeto de las NCAs. <i>Taenia saginata</i> y <i>Taenia solium</i> : 1 huevo/L (si se riegan pastos para consumo de animales productores de carne) Es obligatorio llevar a cabo detección de patógenos Presencia/Ausencia (<i>Salmonella</i> , etc.) cuando se repita habitualmente que c=3 para M=10.000
CALIDAD 2.3 a) Riego localizado de cultivos leñosos que impida el contacto del agua regenerada con los frutos consumidos en la alimentación humana. b) Riego de cultivos de flores ornamentales, viveros, invernaderos sin contacto directo del agua regenerada con las producciones. c) Riego de cultivos industriales no alimentarios, viveros, forrajes ensilados, cereales y semillas oleaginosas.	1 huevo/10 L	10.000 UFC/100 mL	35 mg/L	No se fija límite	OTROS CONTAMINANTES contenidos en la autorización de vertido aguas residuales: se deberá limitar la entrada de estos contaminantes al medio ambiente. En el caso de que se trate de sustancias peligrosas deberá asegurarse el respeto de las NCAs. <i>Legionella spp.</i> 100 UFC/L

Por tanto, se detalla a continuación una tabla con la caracterización de las aguas regeneradas:

PARÁMETROS DE CALIDAD	CRITERIO DE CALIDAD	
	VALOR	UNIDAD
<i>Nematodos intestinales</i>	1/10	Huevo/Litro
<i>Escherichia coli</i>	10.000	UFC/100 ml
<i>Legionella spp.</i>	100	UFC/L
<i>Sólidos en suspensión</i>	35	mg/L
<i>Turbidez</i>	No se fija límite	mg/L



Memoria valorada

USO AL QUE SE VA A DESTINAR EL AGUA REGENERADA.

Según lo recogido en el REAL DECRETO 1620/2007, de 7 de diciembre, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas, en el caso que nos ocupa el uso del agua previsto corresponde al punto **2. USO AGRÍCOLA de calidad 2.3.a** “Riego de cultivos leñosos que impida el contacto del agua regenerada con los frutos consumidos en la alimentación humana”.

LUGAR DE USO Y LOCALIZACIÓN DEL PUNTO DE ENTREGA DEL AGUA REGENERADA.

COMUNIDAD DE REGANTES POZO SAN ANDRÉS.

- LOCALIZACIÓN DEL PUNTO DE ENTREGA DEL AGUA REGENERADA.

COORDENADAS UTM

UTM X (6 dígitos): 438.743

UTM Y (7 dígitos): 4.069.036

Huso: 30

Nº de Hoja 1/50.000: 1055

- LUGAR DE USO DEL AGUA REGENERADA.

Municipio: Almuñécar.

Provincia: Granada.

Lugar/Paraje/Polígono Industrial: Se pretende el riego de la totalidad de las parcelas de la Comunidad de Regantes, ya que se incorpora esta agua a la red de distribución principal.

COMUNIDAD DE REGANTES RÍO VERDE.

Se pretende la ejecución de una red de transporte que permita conducir el agua regenerada desde la EDAR hasta 2 acequias ubicadas aguas arriba del Río Verde (a unos 2.300 m de distancia) y que permita



Memoria valorada

un caudal apropiado para el riego de las zonas de cultivo en ambos márgenes del río. La localización de los puntos de entrega del agua son los siguientes:

ACEQUIA DEL REY (margen derecha del Río Verde según sentido de avance del agua).

- LOCALIZACIÓN DEL PUNTO DE ENTREGA DEL AGUA REGENERADA.

COORDENADAS UTM

UTM X (6 dígitos): 438.862

UTM Y (7 dígitos): 4.069.227

Huso: 30

Nº de Hoja 1/50.000: 1055

- LUGAR DE USO DEL AGUA REGENERADA.

Municipio: Almuñécar.

Provincia: Granada.

Lugar/Paraje/Polígono Industrial: Se pretende el riego de aquellas parcelas de la margen derecha del Río Verde (según sentido de avance del río), aguas abajo del punto de vertido.

ACEQUIA DE ALMANSA (margen izquierda del Río Verde según sentido de avance del agua).

- LOCALIZACIÓN DEL PUNTO DE ENTREGA DEL AGUA REGENERADA.

COORDENADAS UTM

UTM X (6 dígitos): 438.987

UTM Y (7 dígitos): 4.069.128

Huso: 30

Nº de Hoja 1/50.000: 1055

- LUGAR DE USO DEL AGUA REGENERADA.

Municipio: Almuñécar.



Memoria valorada

Provincia: Granada.

Lugar/Paraje/Polígono Industrial: Se pretende el riego de aquellas parcelas de la margen izquierda (según sentido de avance del río) del Río Verde, aguas abajo del punto de vertido.

CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS REGENERADAS Y CONTROL PROPUESTO.

A continuación se adjunta una tabla con la caracterización de las aguas regeneradas y el control propuesto, según lo recogido en el **REAL DECRETO 1620/2007**, de 7 de diciembre, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas.

El uso del agua previsto corresponde al punto **2. USO AGRÍCOLA de calidad 2.3.a** “Riego de cultivos leñosos que impida el contacto del agua regenerada con los frutos consumidos en la alimentación humana”.

PARÁMETROS DE CALIDAD	CRITERIO DE CALIDAD		CONTROL ANALÍTICO		
	VALOR	UNIDAD	PERIODICIDAD	MÉTODO	LC
<i>Nematodos intestinales</i>	1/10	Huevo/Litro	Quincenal	Método Bailinger modificado por Bouhoum & Schwartzbrod	-----
<i>Escherichia coli</i>	10.000	UFC/100 ml	Semanal	Recuento de Bacterias Escherichia Coli β – Glucuronidasa positiva	-----
<i>Legionella spp.</i>	100	UFC/L	Quincenal	Norma ISO 11731 parte 1: 1998 “Calidad del Agua”	-----
<i>Sólidos en suspensión</i>	35	mg/L	Semanal	Gravimetría con filtro de fibra de vidrio	5 mg/L
<i>Turbidez</i>	No se fija límite	mg/L	Semanal	Nefelometría	0,5 UNT

SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE LAS AGUAS.

ORIGEN DE LAS AGUAS DEPURADAS.

Las aguas residuales brutas se someten a una depuración en la EDAR de Almuñécar, con un tratamiento muy riguroso consistente en la aplicación de rayos ultravioleta y una desinfección con hipoclorito sódico.



Memoria valorada

ESTACIÓN REGENERADORA DE LAS AGUAS.

1. Datos Generales de la Instalación.

Nombre de la Estación: EDAR de ALMUÑÉCAR

Se trata de una estación existente, cuyo año de construcción fue 2005.

Propietario de la Estación: Mancomunidad de Municipios de la Costa Tropical de Granada

CIF: V-18404368

Situación: Barranco de Ítrabo s/n. Almuñécar (Granada).

Gestor Responsable de la planta: Aguas y Servicios de la Costa Tropical de Granada.

2. Proceso de regeneración.

Se trata de la aplicación de rayos ultravioleta y una desinfección posterior con hipoclorito sódico.

3. Descripción o Diagrama del Proceso de Reutilización.

La solución propuesta consiste en la reutilización de las aguas regeneradas procedentes de la E.D.A.R. de Almuñécar para el riego de los cultivos de la zona, cumpliendo los requisitos mínimos establecidos en el Real Decreto 1620/2007 de 7 de Diciembre. Esta solución consta de los siguientes elementos:

- **Estación de bombeo** ubicada en la EDAR de Almuñécar, que tome el agua regenerada desde la balsa del terciario.
- Ejecución de una **red de transporte** que permita conducir este agua desde la EDAR hasta los puntos de consumo de las dos comunidades solicitantes:
 - ✓ C.R. Río Verde: Los puntos de consumo del agua regenerada serían dos acequias situadas a ambos lados del Río Verde (Acequia del Rey y Acequia de Almansa).
 - ✓ C.R. Pozo San Andrés: El punto de consumo sería un depósito de 100 m³ a ejecutar junto a los sondeos existentes, que permita mediante el empleo del grupo de presión existente la inyección de esta agua en la tubería de distribución de la comunidad.

INFRAESTRUCTURAS DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN.

Descripción o Diagrama de las Instalaciones de Almacenamiento.



Memoria valorada

El sistema del tratamiento terciario de la EDAR de Almuñécar, se compone de una filtración mediante filtros de anillas, alimentada a su vez por tres bombas y posterior desinfección a través de dos canales de lámparas ultravioleta, con un refuerzo de desinfección mediante la adición de hipoclorito sódico. El agua producida se deposita en una **balsa de almacenamiento** ejecutada con geomembrana, con una capacidad de 6.000 m³.

Descripción o Diagrama de las Instalaciones de Distribución.

La red de distribución consta de una tubería principal de PEAD Φ 250 PN10 de 2.170 m de longitud que discurre por el margen derecho del Río Verde (según sentido de avance de las aguas) adosada al muro de mampostería del cauce, en el lado interior (hacia las zonas de cultivo). De esta tubería principal parten los siguientes ramales:

- Ramal hasta la conexión con el depósito a instalar anexo a los dos sondeos de la Comunidad de Regantes Pozo de San Andrés. Este ramal se ejecutará mediante una tubería PEAD Φ 250 PN10 de longitud 110 m enterrada en zanja.
- Ramal hasta la conexión con la Acequia del Rey, de la Comunidad de Regantes Río Verde, en el margen derecho del Río Verde, mediante una tubería PEAD Φ 250 PN 10 del longitud 140 m, que se ejecutará adosada a la acequia existente.
- Ramal hasta la conexión con la Acequia de Almansa, de la Comunidad de Regantes Río Verde, en el margen izquierdo del Río Verde, mediante una tubería PEAD Φ 250 PN10 de longitud 60 m, que se ejecutará enterrada en zanja.

Descripción de los Elementos de Control.

Se dispondrá de los elementos necesarios para controlar la puesta en marcha de las bombas, así como para conocer el nivel de agua en la balsa de alimentación, la presión y el caudal de salida. Se dispondrá de los siguientes elementos:

- Transmisor de presión aspiración de la estación de bombeo.
- Presostato de mínima aspiración cadena de bombas.
- Presostato de máxima en impulsión cadena de bombas.
- Manómetros.



Memoria valorada

- Transmisor de presión en impulsión de la estación de bombeo.

INFRAESTRUCTURAS DESDE LA SALIDA DEL SISTEMA DE REUTILIZACIÓN HASTA LOS LUGARES DE USO.

La solución propuesta consta de los siguientes elementos:

- **Estación de bombeo** ubicada en la EDAR de Almuñécar, que tome el agua regenerada desde la balsa del terciario.
- Ejecución de una **red de transporte** que permita conducir este agua desde la EDAR hasta los puntos de consumo de las dos comunidades solicitantes:
 - ✓ C.R. Río Verde: Los puntos de consumo del agua regenerada serían dos acequias situadas a ambos lados del Río Verde (Acequia del Rey y Acequia de Almansa).
 - ✓ C.R. Pozo San Andrés: El punto de consumo sería un depósito de 100 m³ a ejecutar junto a los sondeos existentes, que permita mediante el empleo del grupo de presión existente la inyección de esta agua en la tubería de distribución de la comunidad.

La red de distribución consta de una tubería principal de PEAD Φ 250 PN10 de 2.170 m de longitud que discurre por el margen derecho del Río Verde (según sentido de avance de las aguas) adosada al muro de mampostería del cauce, en el lado interior (hacia las zonas de cultivo). De esta tubería principal parten los siguientes ramales:

- Ramal hasta la conexión con el depósito a instalar anexo a los dos sondeos de la Comunidad de Regantes Pozo de San Andrés. Este ramal se ejecutará mediante una tubería PEAD Φ 250 PN10 de longitud 110 m enterrada en zanja.
- Ramal hasta la conexión con la Acequia del Rey, de la Comunidad de Regantes Río Verde, en el margen derecho del Río Verde, mediante una tubería PEAD Φ 250 PN 10 de longitud 140 m, que se ejecutará adosada a la acequia existente.
- Ramal hasta la conexión con la Acequia de Almansa, de la Comunidad de Regantes Río Verde, en el margen izquierdo del Río Verde, mediante una tubería PEAD Φ 250 PN10 de longitud 60 m, que se ejecutará enterrada en zanja.



Memoria valorada

El grupo de bombeo diseñado es del modelo HYDRO MPC-E3 CR64-3 de la marca GRUNDFOS o similar, formado por 3 bombas centrífugas multicelulares, capaz de elevar un **caudal total** (todo el grupo) de **45 l/s** y alcanzar una **altura manométrica de hasta 80 m.c.a.**

El grupo de presión está formado por los siguientes elementos:

- 3 bombas centrífugas verticales multicelulares tipo CR64-3 de la marca GRUNDFOS o similar.
- 2 colectores de acero inoxidable EN DIN 1.4571.
- Bancada de acero inoxidable EN DIN 1.4301.
- 1 válvula de no retorno (POM) y 2 válvulas de aislamiento en cada bomba.
- 1 manómetro y 1 transmisor de presión.
- 1 cuadro de control en acero, incluyendo interruptor a red, todos los fusibles, protección del motor, equipamiento de conexión y controlador CU 352.

Los datos eléctricos serían los siguientes:

- La potencia máxima alcanzada por cada bomba sería de 30 kW.
- La tensión nominal es de 3x380-415 V, 50-60 Hz.
- La intensidad nominal del sistema es de 165 A.
- El grado de protección (IEC 34-5) es IP-54.
- El tamaño del cable de alimentación será de: L1, L2, L3, PE: 4x95, 95 mm².

MEDIDAS PARA EL USO EFICIENTE DEL AGUA.

1. Utilizar aguas depuradas para riego, en este caso procedentes de la EDAR de ALMUÑÉCAR.
2. Reparación e impermeabilización de las acequias de distribución de agua para evitar pérdidas durante el transporte.
3. Controlar exhaustivamente el agua de riego, para evitar que esta agua llegue fuera del alcance de las raíces.
4. Elegir el momento más adecuado para efectuar los riegos para evitar la evaporación del agua. Se



Memoria valorada

procurará el riego a primera hora de la mañana o a última de la tarde, o incluso por la noche, antes que hacerlo al mediodía.

5. Ajustar el empleo de fertilizantes a las necesidades reales de cultivo y administrarlos adecuadamente, para que no se produzcan pérdidas por lixiviación.

MEDIDAS DE GESTIÓN DEL RIESGO EN CASO DE CALIDAD INADMISIBLE DE LAS AGUAS PARA EL USO ADMITIDO.

No se contemplan, ya que la EDAR tomará las medidas necesarias para alcanzar la calidad requerida en caso necesario.

3. ESTUDIO DEL VOLUMEN DE AGUA Y LOS CAUDALES NECESARIOS.

Según datos aportados por la empresa AGUAS Y SERVICIOS DE LA COSTA TROPICAL DE GRANADA, tras las pruebas realizadas mediante la puesta en marcha del tratamiento terciario de la E.D.A.R. de Almuñécar, el caudal unitario de las bombas de 30 kw es de 400 m³/hora.

Considerando el funcionamiento de una sola bomba durante 7 horas diarias, el caudal de estudio es de 2.800 m³/día, que para un periodo comprendido de verano (15 de junio a 15 de septiembre = 92 días) nos iríamos a un caudal suministrado de 257.600 m³/año.

Con estos datos se han calculado los volúmenes de agua solicitadas de las Comunidades de Regantes "Pozo de San Andrés" y "Río Verde".

C.R. Pozo de San Andrés = 72 m³/h · 12 horas · 92 días = 79.500 m³.

C.R. Río Verde = 162 m³/h · 12 horas · 92 días = 178.100 m³.

La suma de los dos volúmenes solicitados comprendo el total producido de la instalación (257.600 m³).

4. CÁLCULOS HIDRÁULICOS.

La solución propuesta consta de los siguientes elementos:

- **Estación de bombeo** ubicada en la EDAR de Almuñécar, para incorporar agua reutilizable para riego.
- Ejecución de una **red de transporte** que permita conducir este agua desde la EDAR hasta los puntos de consumo de las dos comunidades solicitantes:



Memoria valorada

- ✓ C.R. Río Verde: Los puntos de consumo del agua regenerada serían dos acequias situadas a ambos lados del Río Verde (Acequia del Rey y Acequia de Almansa).
- ✓ C.R. Pozo San Andrés: El punto de consumo sería un depósito de 100 m³ a ejecutar junto a los sondeos existentes, que permita mediante el empleo del grupo de presión existente la inyección de esta agua en la tubería de distribución de la comunidad.

La red de distribución consta de una **tubería principal de PEAD Φ 250 PN10 de 2.170 m de longitud** que discurre por el margen derecho del Río Verde (según sentido de avance de las aguas) adosada al muro de mampostería del cauce, en el lado interior (hacia las zonas de cultivo). De esta tubería principal parten los siguientes ramales:

- Ramal hasta la conexión con el depósito a instalar anexo a los dos sondeos de la Comunidad de Regantes Pozo de San Andrés. Este ramal se ejecutará mediante una tubería **PEAD Φ 250 PN10 de longitud 110 m** enterrada en zanja.
- Ramal hasta la conexión con la Acequia del Rey, de la Comunidad de Regantes Río Verde, en el margen derecho del Río Verde, mediante una tubería **PEAD Φ 250 PN 10 del longitud 140 m**, que se ejecutará adosada a la acequia existente.
- Ramal hasta la conexión con la Acequia de Almansa, de la Comunidad de Regantes Río Verde, en el margen izquierdo del Río Verde, mediante una tubería **PEAD Φ 250 PN10 de longitud 60 m**, que se ejecutará enterrada en zanja.

4.1. Cálculo hidráulico de la red de transporte.

Según la norma UNE-EN 805, la velocidad de transporte en una impulsión debe estar comprendida entre los 0,5 m/s y los 2,0 m/s. Este régimen de velocidades se establece para evitar sedimentación por bajas velocidades o erosiones por velocidades excesivas.

Según los límites anteriores, en primer lugar se pretende la comprobación de que las tuberías seleccionadas estén dentro de los rangos de velocidades admisibles:

Comunidad de Regantes Pozo de San Andrés $\rightarrow q = 20 \text{ l/s} = 0,02 \text{ m}^3/\text{s}$.

$\Phi = 250 \text{ mm} \rightarrow v = q/s = 0,02/0,038 = 0,53 \text{ m/s} \rightarrow$ Velocidad admisible.

Comunidad de Regantes Río Verde $\rightarrow q = 45 \text{ l/s} = 0,045 \text{ m}^3/\text{s}$.



Memoria valorada

$\Phi=250 \text{ mm} \rightarrow v=q/s = 0,045/0,038 = 1,18 \text{ m/s} \rightarrow$ Velocidad admisible

A continuación se calcula el **timbraje necesario para las tuberías**, teniendo en cuenta la altura manométrica total del tramo y las sobrepresiones debidas al golpe de ariete.

COMUNIDAD DE REGANTES POZO DE SAN ANDRÉS.

Cálculo de la altura manométrica.

Los datos de partida son los siguientes:

Longitud del tramo = 1.975 m (ramal principal) + 110 m (ramal secundario) = 2.085 m.

Caudal (q) = 20 l/s = 0,02 m³/s.

$\Phi = 250 \text{ mm}$

Material de la tubería = PEAD.

Rugosidad absoluta (k) = 0,0015 mm.

Espesor (e) = 14,80 mm.

Superficie interior de cálculo = 0,038 m².

Altura geométrica a vencer (H_G) = 52,00 m – 24,00 m = 28 m.

Se ha supuesto que la altura máxima es: 47 m.s.n.m + 5,00 m (altura del depósito) = 52,00 m.

$$v = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 0,02}{\pi \cdot 0,22^2} = 0,53 \text{ m/s}$$

Las pérdidas de carga en el trazado de la tubería serán la suma de las pérdidas de carga continuas o por rozamiento más las pérdidas de carga de carácter accidental o localizado.

Cálculo de las pérdidas de carga continuas o por rozamiento.

Las pérdidas de carga continuas o por rozamiento se calculan con la siguiente expresión:

$$H_c = 0,0827 \cdot f \cdot L \frac{Q^2}{D^5}$$

Donde:

f = Coeficiente de fricción, que se obtiene a partir del *Ábaco de Moody*.

L = Longitud de la tubería en m.

Q = Caudal en m³/s.



Memoria valorada

$D =$ Diámetro de la tubería en m.

El cálculo del valor del coeficiente de fricción (f) se calcula a partir del número de Reynolds (Re):

$$Re = \frac{D \cdot V}{\nu} = \frac{0,2204 \cdot 0,53}{1,003 \cdot 10^{-6}} = 116.462,61 \approx 1,2 \cdot 10^5$$

Rugosidad absoluta = $K/D = 0,0015 / 220,4 = 7 \cdot 10^{-6}$

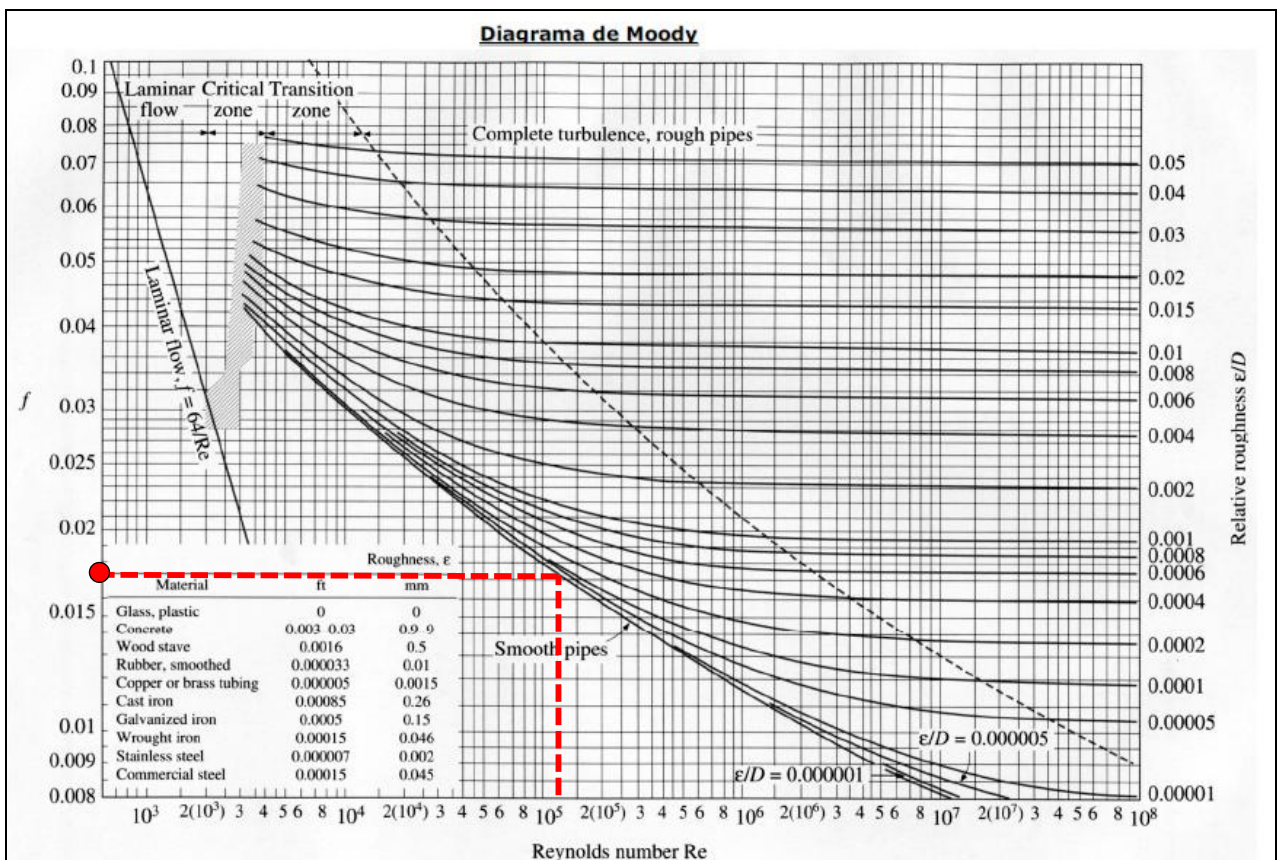


Figura: Ábaco de Moody para la obtención del valor del coeficiente de fricción (f)

Según los parámetros introducidos en el Ábaco de Moody, el valor del coeficiente de fricción $f = 0,017$

Las pérdidas de carga continuas o por rozamiento en la tubería objeto de estudio tendrán el siguiente valor:



Memoria valorada

$$H_c = 0,0827 \cdot f \cdot L \frac{Q^2}{D^5} = 0,0827 \cdot 0,017 \cdot 2.085 \cdot \frac{0,02^2}{0,22^5} = 2,27 \text{ m.c.a.} \approx 3 \text{ m.c.a. (del lado de la seguridad).}$$

Cálculo de las pérdidas de carga accidentales o localizadas.

Las pérdidas de carga accidentales se producen en los elementos accesorios a la red: Tes, Codos a 90º, Codos a 45º, Válvulas de retención y Válvulas de compuerta.

$$Te = 1,8 \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 1,8 \cdot \frac{0,53^2}{2 \cdot 9,81} = 0,025 \text{ m.c.a.} \rightarrow 1 \text{ unidad} \cdot 0,025 = 0,025 \text{ m.c.a.}$$

$$\text{Codo } 90^\circ = 0,9 \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0,9 \cdot \frac{0,53^2}{2 \cdot 9,81} = 0,013 \text{ m.c.a.} \rightarrow 10 \text{ unidades} \cdot 0,013 = 0,13 \text{ m.c.a.}$$

$$\text{Codo } 45^\circ = 0,42 \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0,42 \cdot \frac{0,53^2}{2 \cdot 9,81} = 0,006 \text{ m.c.a.} \rightarrow 13 \text{ unidades} \cdot 0,006 = 0,078 \text{ m.c.a.}$$

$$\text{Válvula de retención} = 2,50 \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 2,50 \cdot \frac{0,53^2}{2 \cdot 9,81} = 0,035 \text{ m.c.a.} \rightarrow 4 \text{ unidades} \cdot 0,035 = 0,14 \text{ m.c.a.}$$

$$\text{Válvula compuerta} = 0,19 \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0,19 \cdot \frac{0,53^2}{2 \cdot 9,81} = 0,003 \text{ m.c.a.} \rightarrow 2 \text{ unidades} \cdot 0,003 = 0,006 \text{ m.c.a.}$$

Por tanto, el valor de las cargas accidentales será la suma de todas las producidas en los elementos auxiliares existentes en el tramo:

$$H_A = 0,025 + 0,13 + 0,078 + 0,14 + 0,006 = 0,379 \text{ m.c.a.} \approx 1 \text{ m.c.a. (de lado de la seguridad).}$$

La **altura manométrica** del tramo objeto de estudio será:

$$H_M = H_G + H_c + H_A = 28 + 3 + 1 = \mathbf{32 \text{ m.c.a.} < 100 \text{ m.c.a. (PN 10).}$$

Cálculo de las sobrepresiones debidas al golpe de ariete.

En primer lugar se calcula la celeridad de la onda (c) para el tramo de impulsión, para lo cual se empleará la fórmula de Allievi para conducciones de agua:



Memoria valorada

$$c = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + k \cdot \frac{D}{e}}}$$

Donde:

k = 111,11 (PEAD).

D = Diámetro interior la tubería = 220,4 mm.

e = espesor de la tubería = 14,8 mm (PEAD 250 PN10).

$$c = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + k \cdot \frac{D}{e}}} = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + 111,11 \cdot \frac{220,4}{14,8}}} = \frac{9900}{\sqrt{1702,94}} = 239,90 \text{ m/s} \approx 240 \text{ m/s}$$

El siguiente paso para calcular el golpe de ariete consiste en hallar el tiempo de anulación del caudal (T), para lo cual se utilizará la expresión deducida por Mendiluce:

$$T = C + K \cdot \frac{L \cdot V}{g \cdot H}$$

Donde:

V = Velocidad media del flujo = 0,53 m/s.

C = Coeficiente de la pendiente hidráulica.

El coeficiente C (ver figura) es función de la pendiente hidráulica (m), siendo $m = HM/L$.

$$HM / L < 0,20 \Rightarrow C = 1$$

$$HM / L \geq 0,40 \Rightarrow C = 0$$

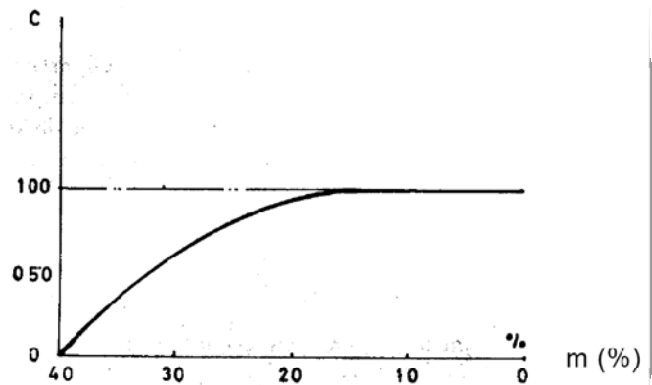
$$HM / L \approx 0,30 \Rightarrow C = 0,6$$

HM = Altura manométrica proporcionada por el grupo de bombeo = 32 m.c.a.

L = 2.085 m.

$$HM / L = 32 / 2.085 = 0,015$$

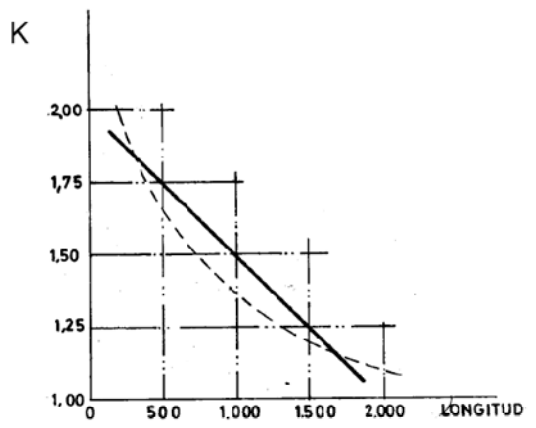
C = 1,00 (deducido de la expresión $HM / L = 0,015 < 0,20 \rightarrow C = 1,00$).





Memoria valorada

K = Coeficiente de mayoración. El coeficiente K depende de la longitud de la tubería y puede obtenerse a partir de la gráfica siguiente, propuesta por Mendiluce. Este autor recomienda la utilización de los valores de K redondeados recogidos en la tabla, ya que ha comprobado que las pequeñas diferencias respecto a la gráfica tienen una repercusión despreciable en el golpe de ariete y siempre del lado de la seguridad, y es de más sencillo manejo.



L	K
L < 500	2
L ≈ 500	1.75
500 < L < 1500	1.5
L ≈ 1500	1.25
L > 1500	1

K = 1,00 (debido a que L > 1500).

L = Longitud de tubería = 2.085 m.

g = 9'81 m/sg².

H = Altura manométrica de impulsión = 32 m.c.a.

$$T = C + K \cdot \frac{L \cdot V}{g \cdot H} = 1,00 + 1,00 \cdot \frac{2.085 \cdot 0,53}{9,81 \cdot 32} = 4,52 \text{ s}$$

El siguiente paso es calcular la longitud crítica según la siguiente expresión:

$$L_c = \frac{T \cdot c}{2} = \frac{4,52 \cdot 240}{2} = 542,40 \text{ m}$$

Como Lc = 542,40 m < L=2.085 m deducimos que la conducción es LARGA, o el cierre es RÁPIDO.



Memoria valorada

Sabiendo esto, el valor máximo de la sobrepresión debida al golpe de ariete se calculará con la fórmula de Michaud:

$$\Delta H = \frac{c \cdot V}{g}$$

Donde:

c = Celeridad de la onda (m/s).

V = Velocidad del régimen de agua (m/s).

g = Aceleración de la gravedad (9,81 m/s²).

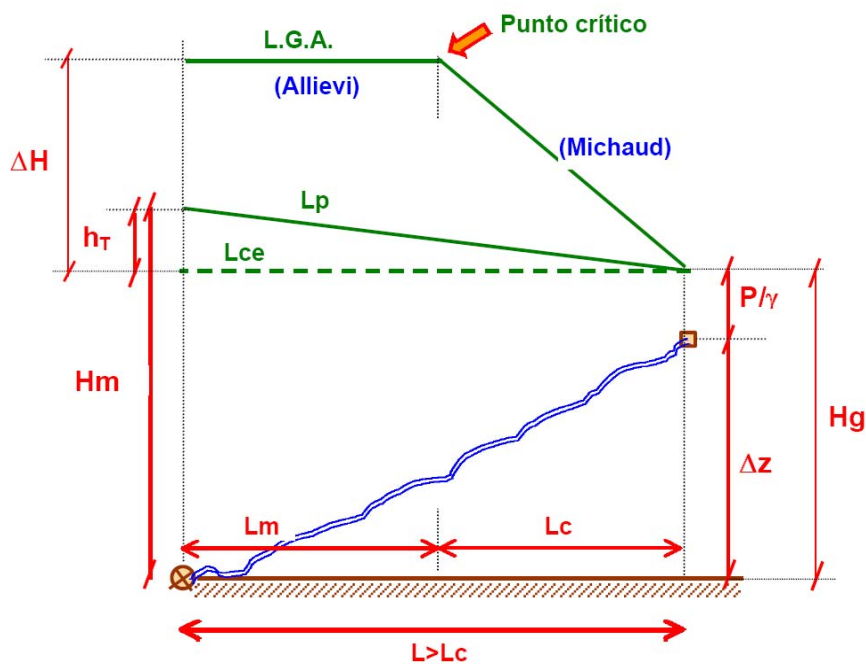


Figura: Gráfico de sobrepresiones debidas al golpe de ariete en conducciones largas (cierre rápido)

$$\Delta H = \frac{c \cdot V}{g} = \frac{240 \cdot 0,53}{9,81} = 12,96 \text{ m.c.a.} \approx 13 \text{ m.c.a.}$$



Memoria valorada

La sobrepresión debida al golpe de ariete es de $\Delta H = 13$ m.c.a.

La presión máxima de trabajo en el tramo teniendo en cuenta el golpe de ariete será de:

$$H_G + \Delta H = 28 + 13 = 41 \text{ m.c.a.} < 100 \text{ m.c.a. (PN10).}$$

Se pretende la colocación de una tubería **250 PEAD PN10**, cumpliendo esta condición de presiones.

COMUNIDAD DE REGANTES RÍO VERDE.

Cálculo de la altura manométrica.

Los datos de partida son los siguientes:

Longitud del tramo = 2.170 m (ramal principal) + 140 m (ramal secundario más largo) = 2.310 m.

Caudal (q) = 45 l/s = 0,045 m³/s.

$\Phi = 250$ mm

Material de la tubería = PEAD.

Rugosidad absoluta (k) = 0,0015 mm.

Espesor (e) = 14,80 mm.

Superficie interior de cálculo = 0,038 m².

Altura geométrica a vencer (H_G) = 60,00 m – 24,00 m = 36 m.

$$v = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 0,045}{\pi \cdot 0,22^2} = 1,18 \text{ m/s}$$

Las pérdidas de carga en el trazado de la tubería serán la suma de las pérdidas de carga continuas o por rozamiento más las pérdidas de carga de carácter accidental o localizado.



Memoria valorada

Cálculo de las pérdidas de carga continuas o por rozamiento.

Las pérdidas de carga continuas o por rozamiento se calculan con la siguiente expresión:

$$H_c = 0,0827 \cdot f \cdot L \frac{Q^2}{D^5}$$

Donde:

f = Coeficiente de fricción, que se obtiene a partir del Ábaco de Moody.

L = Longitud de la tubería en m.

Q = Caudal en m³/s.

D = Diámetro de la tubería en m.

El cálculo del valor del coeficiente de fricción (*f*) se calcula a partir del número de Reynolds (*Re*):

$$Re = \frac{D \cdot V}{\nu} = \frac{0,2204 \cdot 1,18}{1,003 \cdot 10^{-6}} = 259.294,11 \approx 3 \cdot 10^5$$

$$\text{Rugosidad absoluta} = K/D = 0,0015 / 220,4 = 7 \cdot 10^{-6}$$



Memoria valorada

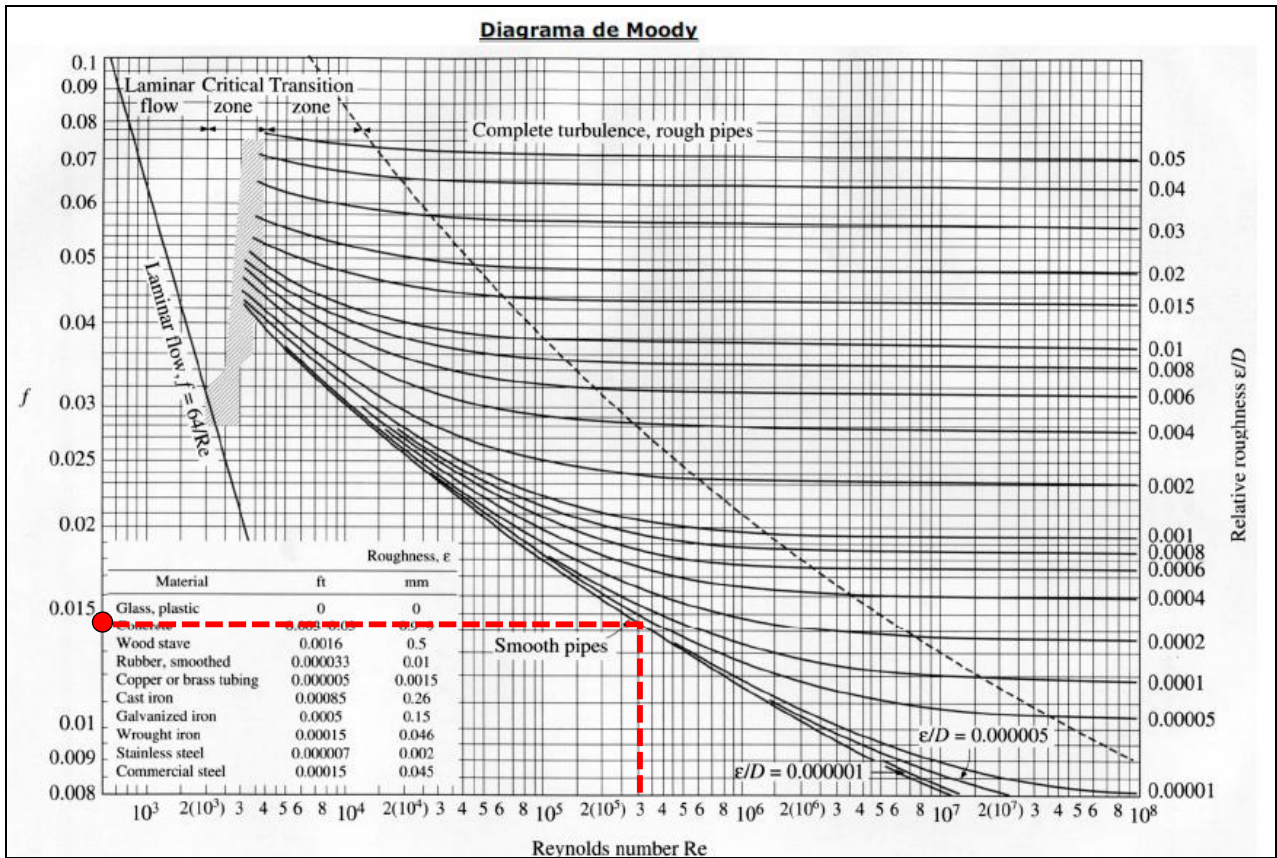


Figura: Ábaco de Moody para la obtención del valor del coeficiente de fricción (f)

Según los parámetros introducidos en el Ábaco de Moody, el valor del coeficiente de fricción $f = 0,014$

Las pérdidas de carga continuas o por rozamiento en la tubería objeto de estudio tendrán el siguiente valor:

$$H_c = 0,0827 \cdot f \cdot L \frac{Q^2}{D^5} = 0,0827 \cdot 0,014 \cdot 2.310 \cdot \frac{0,045^2}{0,22^5} = 10,51 \text{ m.c.a.} \approx 11 \text{ m.c.a. (del lado de la seguridad).}$$

Cálculo de las pérdidas de carga accidentales o localizadas.

Las pérdidas de carga accidentales se producen en los elementos accesorios a la red: Tes, Codos a 90°, Codos a 45°, Válvulas de retención y Válvulas de compuerta.



Memoria valorada

$$Te = 1,8 \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 1,8 \cdot \frac{1,18^2}{2 \cdot 9,81} = 0,13 \text{ m.c.a.} \rightarrow 2 \text{ unidades} \cdot 0,13 = 0,26 \text{ m.c.a.}$$

$$\text{Codo } 90^\circ = 0,9 \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0,9 \cdot \frac{1,18^2}{2 \cdot 9,81} = 0,06 \text{ m.c.a.} \rightarrow 15 \text{ unidades} \cdot 0,06 = 0,9 \text{ m.c.a.}$$

$$\text{Codo } 45^\circ = 0,42 \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0,42 \cdot \frac{1,18^2}{2 \cdot 9,81} = 0,03 \text{ m.c.a.} \rightarrow 15 \text{ unidades} \cdot 0,03 = 0,45 \text{ m.c.a.}$$

$$\text{Válvula de retención} = 2,50 \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 2,50 \cdot \frac{1,18^2}{2 \cdot 9,81} = 0,18 \text{ m.c.a.} \rightarrow 4 \text{ unidades} \cdot 0,18 = 0,72 \text{ m.c.a.}$$

$$\text{Válvula compuerta} = 0,19 \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0,19 \cdot \frac{1,18^2}{2 \cdot 9,81} = 0,013 \text{ m.c.a.} \rightarrow 4 \text{ unidades} \cdot 0,013 = 0,052 \text{ m.c.a.}$$

Por tanto, el valor de las cargas accidentales será la suma de todas las producidas en los elementos auxiliares existentes en el tramo:

$$H_A = 0,26 + 0,9 + 0,45 + 0,72 + 0,052 = 2,382 \text{ m.c.a.} \approx 5 \text{ m.c.a. (de lado de la seguridad).}$$

La **altura manométrica** del tramo objeto de estudio será:

$$H_M = H_G + H_C + H_A = 36 + 11 + 5 = 52 \text{ m.c.a.} < 100 \text{ m.c.a. (PN 10).}$$

Cálculo de las sobrepresiones debidas al golpe de ariete.

En primer lugar se calcula la celeridad de la onda (c) para el tramo de impulsión, para lo cual se empleará la fórmula de Allievi para conducciones de agua:

$$c = \frac{9900}{\sqrt{48'3 + k \cdot \frac{D}{e}}}$$

Donde:

$$k = 111,11 \text{ (PEAD).}$$

$$D = \text{Diámetro interior la tubería} = 220,4 \text{ mm.}$$

$$e = \text{espesor de la tubería} = 14,8 \text{ mm (PEAD 250 PN10).}$$



Memoria valorada

$$c = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + k \cdot \frac{D}{e}}} = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + 111,11 \cdot \frac{220,4}{14,8}}} = \frac{9900}{\sqrt{1702,94}} = 239,90 \text{ m/s} \approx 240 \text{ m/s}$$

El siguiente paso para calcular el golpe de ariete consiste en hallar el tiempo de anulación del caudal (T), para lo cual se utilizará la expresión deducida por Mendiluce:

$$T = C + K \cdot \frac{L \cdot V}{g \cdot H}$$

Donde:

V = Velocidad media del flujo = 1,18 m/s.

C = Coeficiente de la pendiente hidráulica.

El coeficiente C (ver figura) es función de la pendiente hidráulica (m), siendo $m = HM/L$.

$$HM / L < 0,20 \Rightarrow C = 1$$

$$HM / L \geq 0,40 \Rightarrow C = 0$$

$$HM / L \approx 0,30 \Rightarrow C = 0,6$$

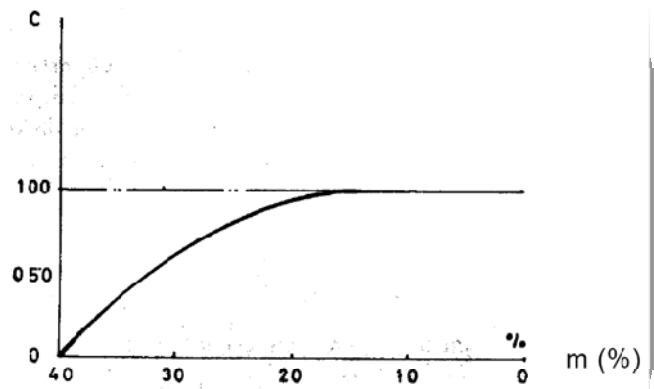
HM = Altura manométrica proporcionada por el grupo de bombeo = 52 m.c.a.

L = 2.310 m.

$$HM / L = 52 / 2.310 = 0,0225$$

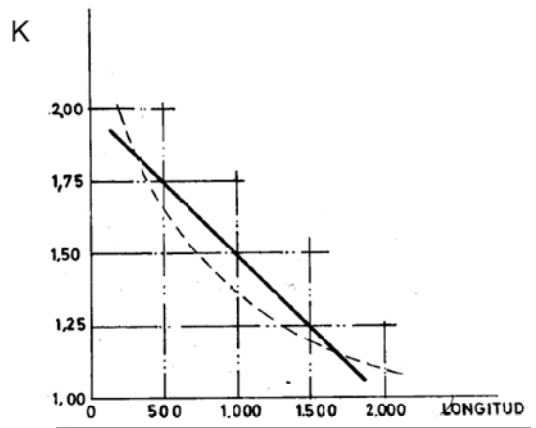
C = 0,70 (deducido de la gráfica anterior).

K = Coeficiente de mayoración. El coeficiente K depende de la longitud de la tubería y puede obtenerse a partir de la gráfica siguiente, propuesta por Mendiluce. Este autor recomienda la utilización de los valores de K redondeados recogidos en la tabla, ya que ha comprobado que las pequeñas diferencias respecto a la gráfica tienen una repercusión despreciable en el golpe de ariete y siempre del lado de la seguridad, y es de más sencillo manejo.





Memoria valorada



L	K
L < 500	2
L ≈ 500	1.75
500 < L < 1500	1.5
L ≈ 1500	1.25
L > 1500	1

$K = 1,00$ (debido a que $L > 1500$).

$L =$ Longitud de tubería = 2.310 m.

$g = 9'81 \text{ m/sg}^2$.

$H =$ Altura manométrica de impulsión = 52 m.c.a.

$$T = C + K \cdot \frac{L \cdot V}{g \cdot H} = 0,70 + 1,00 \cdot \frac{2.310 \cdot 1,18}{9,81 \cdot 52} = 6,04 \text{ s}$$

El siguiente paso es calcular la longitud crítica según la siguiente expresión:

$$L_c = \frac{T \cdot c}{2} = \frac{6,04 \cdot 240}{2} = 724,80 \text{ m}$$

Como $L_c = 724,80 \text{ m} < L = 2.310 \text{ m}$ deducimos que la conducción es LARGA, o el cierre es RÁPIDO.

Sabiendo esto, el valor máximo de la sobrepresión debida al golpe de ariete se calculará con la fórmula de Michaud:

$$\Delta H = \frac{c \cdot V}{g}$$

Donde:



Memoria valorada

c = Celeridad de la onda (m/s).

V = Velocidad del régimen de agua (m/s).

g = Aceleración de la gravedad (9,81 m/s²).

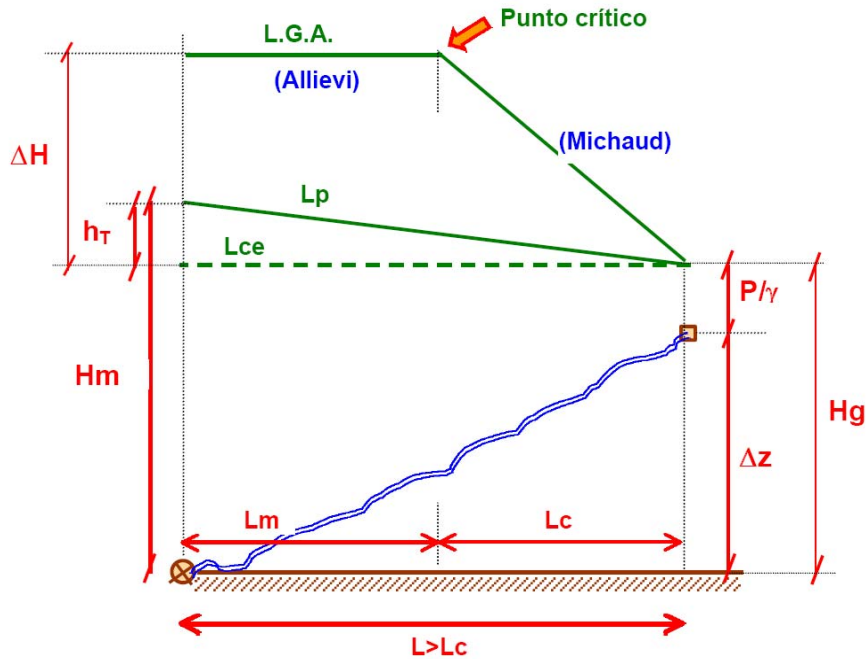


Figura: Gráfico de sobrepresiones debidas al golpe de ariete en conducciones largas (cierre rápido)

$$\Delta H = \frac{c \cdot V}{g} = \frac{240 \cdot 1,18}{9,81} = 28,87 \text{ m.c.a.} \approx 29 \text{ m.c.a.}$$

La sobrepresión debida al golpe de ariete es de $\Delta H = 29 \text{ m.c.a.}$

La presión máxima de trabajo en el tramo teniendo en cuenta el golpe de ariete será de:

$$H_G + \Delta H = 36 + 29 = 65 \text{ m.c.a.} < 100 \text{ m.c.a. (PN10).}$$

Se pretende la colocación de una tubería **250 PEAD PN10**, cumpliendo esta condición de presiones.



Memoria valorada

4.2. Condiciones de ejecución de la tubería de transporte.

A continuación se describen las distintas soluciones de instalación de la tubería de la red de distribución:

Tubería enterrada en zanja.

Se trata de una zanja de anchura 0,80 m y altura 1,20 m, con una pendiente de los laterales de 1H : 5 V, con una cama de arena de 10 cm en la base y el resto de relleno con material procedente de la excavación.

La tubería enterrada en zanja se dispondrá en el tramo inicial desde la estación de bombeo hasta el Río Verde, en el ramal hasta la conexión con el nuevo depósito de la C.R. Pozo San Andrés y en el ramal de conexión con la Acequia de Almansa.

Tubería protegida con dado de hormigón en masa HM-20.

Se han tramos donde la tubería va protegida por un dado de hormigón en masa HM-20 de dimensiones 0,80 m x 0,80 m. Estos tramos son los 2 cruces del Río Verde y los cruces con los caminos rurales de acceso a fincas o pedanías.

Tubería adosada a muro de mampostería o acequia.

En la mayor parte del trazado la tubería se instalará adosada al muro de mampostería de separación del cauce del Río Verde, en el lado del muro que da a las tierras de cultivo. Para ello se diseñado una estructura auxiliar para el soporte de la tubería adosada al muro, con separación cada 2,50 m y compuesta por los siguientes elementos:

- Perfil de acero modelo PF-30.1, con soporte y doble agujero para instalarlo en pared, con una longitud de 285 mm.



Memoria valorada

- Perfil de acero modelo PF-30.1 para soldarlo en vertical y formar una L, con una longitud de 285 mm.
- 2 tornillos tirafondos de 10 cm.
- 2 tacos perforados anclados al muro con resina epoxi.

En los 2 cruces con el Río Verde la tubería se instalará adosada al muro de mampostería en vertical, mediante la utilización de una abrazadera metálica de gran diámetro (250 mm) con tornillo tirafondo de 10 cm, con taco de plástico y resina epoxi para la unión. La separación entre elementos de unión (abrazaderas) será de 0,50 m.

En el ramal de conexión con la Acequia del Rey la tubería irá adosada a una acequia de hormigón en el lado exterior, mediante la utilización de una abrazadera metálica de gran diámetro (250 mm) con tornillo tirafondo de 8 cm, con taco de plástico y resina epoxi para la unión. La separación entre elementos de unión (abrazaderas) será de 2,00 m.

Para la conexión de la tubería con las acequias en su punto final se ha previsto o bien la perforación de un lateral de la acequia para la introducción de la tubería, con la consiguiente reparación posterior mediante mortero de alta resistencia, o bien la introducción directa de la tubería si la cara superior de la acequia esta enrasada con el terreno. Para mejorar la introducción del flujo de agua se ejecutará un tramo de longitud 2,00 m adosado al paramento interior de la acequia mediante abrazaderas metálicas y tornillos tirafondos de 8 cm, con tacos y resina epoxi, con una separación entre abrazaderas de 0,50 m.

No se considera necesaria la realización de pozos de rotura de carga para la transición del régimen de presión de la tubería al régimen libre de las acequias debido a que el caudal que transporta la acequia es muy superior al de las tuberías y la descarga se producirá en sentido longitudinal a la acequia, provocando un calado muy inferior al de diseño.

Considerando que la acequia tiene una anchura de 0,60 m y un calado máximo de 0,40 m, tendremos los siguientes resultados:

$\eta = 0,014$ (hormigón).

Área mojada = 0,24 m².

Perímetro mojado = 1,40 m.



Memoria valorada

Pendiente = $I = 0,002$ (0,2% del lado de seguridad).

$$Q = \frac{1 \cdot A^{5/3}}{\eta \cdot P^{2/3}} \cdot I^{1/2} = \frac{1 \cdot 0,927}{1,2515} \cdot 0,02^{1/2} = 0,2366 \text{ m}^3/\text{s} = 236,6 \text{ l/s}$$

En las acequias existentes, un calado de 40 cm con una pendiente del 0,2% puede transportar un caudal de 236 l/s, que es mucho mayor que el caudal que se pretende incorporar de 45 l/s.

4.3. Características del depósito a instalar en la C.R. Pozo de San Andrés.

Para la Comunidad de Regantes Pozo San Andrés se pretende la instalación de un depósito de 100 m³ junto a los dos sondeos existentes, que permita mediante el empleo del grupo de presión de los pozos la inyección de esta agua en la tubería de distribución de la comunidad. Las características del depósito proyectado se describen a continuación:

- Altura de 4,56 m y un diámetro de 5,35 m, con una capacidad de 102 metros cúbicos.
- Depósito de chapa de acero galvanizado y tornillería de acero Z-600, formada por 4 anillos de 1,14 m cada uno.
- Cubierta de techo plano en chapa de acero galvanizado y prelacado, con compuerta para entrar al depósito. El perímetro de la cubierta se cubre con un embellecedor tipo "L" que sirve de remate.
- Escalera interior.
- Imprimación epoxi y clorocaucho 100% azul intenso-doble capa.
- Imprimación epoxi y pintura verde RAL 6028.
- Lámina de PVC de 1,2 mm de espesor para la impermeabilización del fondo del depósito.
- Hormigón HA-25 para la formación del relleno del zuncho de 0,4x0,4 m.
- Arena para la protección de la lámina que impermeabiliza el fondo del depósito.
- Tubería de salida de PVC hasta 2 m del perímetro del depósito.
- Portes de todo el material y descarga de materiales en obra.
- Mano de obra.
- Retirada de los residuos sobrantes producidos durante el montaje.



Memoria valorada

- Visor de nivel: goma a nivel y válvula.

4.4. Dimensionamiento del grupo de presión.

El grupo de bombeo diseñado es del modelo HYDRO MPC-E3 CR64-3 de la marca GRUNDFOS o similar, formado por 3 bombas centrífugas multicelulares, capaz de elevar un **caudal total** (todo el grupo) de **45 l/s** y alcanzar una **altura manométrica de hasta 80 m.c.a.**



Figura: Grupo de bombeo modelo Hydro MPC-E3 CR64-3

El grupo de presión está formado por los siguientes elementos:

- 3 bombas centrífugas verticales multicelulares tipo CR64-3 de la marca GRUNDFOS o similar.
- 2 colectores de acero inoxidable EN DIN 1.4571.
- Bancada de acero inoxidable EN DIN 1.4301.
- 1 válvula de no retorno (POM) y 2 válvulas de aislamiento en cada bomba.
- 1 manómetro y 1 transmisor de presión.
- 1 cuadro de control en acero, incluyendo interruptor a red, todos los fusibles, protección del



Memoria valorada

motor, equipamiento de conexión y controlador CU 352.

Los datos eléctricos serían los siguientes:

- La potencia máxima alcanzada por cada bomba sería de 30 kW.
- La tensión nominal es de 3x380-415 V, 50-60 Hz.
- La intensidad nominal del sistema es de 165 A.
- El grado de protección (IEC 34-5) es IP-54.
- El tamaño del cable de alimentación será de: L1, L2, L3, PE: 4x95, 95 mm².

El funcionamiento de la bomba se controla mediante el Control MPC con las siguientes funciones:

- Controlador CU 352, inteligente y multibomba.
- Control de presión constante mediante el ajuste continuamente variable de la velocidad de cada bomba.
- Controlador PID con parámetros IP ajustables (Kp + Ti).
- Presión constante al punto de ajuste, independientemente de la presión de entrada.
- Funcionamiento ON/OFF a caudal bajo.
- Control automático de bombas en cascada para una eficiencia óptima.
- Selección en tiempo mínimo entre el arranque/parada y cambio automático de las bombas y prioridad en bomba.
- Funcionamiento automático de prueba para prevenir atascos.
- Posibilidad de ubicación de bomba en espera.
- Posibilidad de sensor de reserva (sensor primario redundante).
- Funcionamiento manual.
- Posibilidad de influencia externa de punto de ajuste.
- Función de registro.

III FASE REUTILIZACIÓN DE AGUAS DEPURADAS DE LA E.D.A.R. DE ALMUÑÉCAR PARA EL RIEGO DE CULTIVOS

PROMOTOR: AYUNTAMIENTO DE ALMUÑÉCAR



Memoria valorada

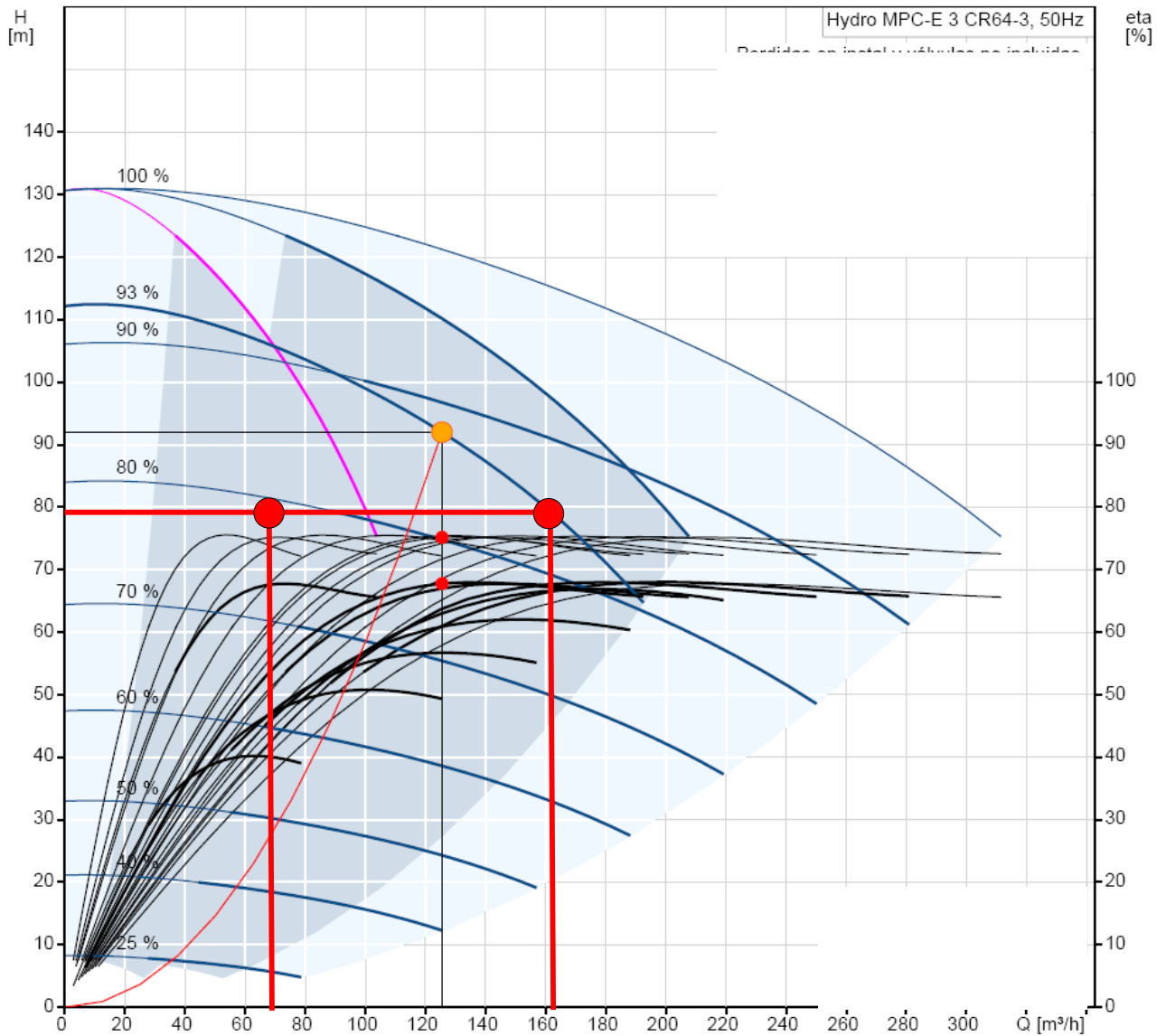
- Aumento del punto de ajuste.
- Sistema ON/OFF.
- Máximo, mínimo o usuario definido.
- Hasta 6 puntos de ajuste alternativos.
- Entradas y salidas digitales que pueden configurarse individualmente.
- Funciones de monitorización de la bomba y del sistema.
- Límites máximo y mínimo del valor actual.
- Presión de entrada.
- Monitorización de sensores y cables contra malfuncionamiento.
- Registro de alarma con las 24 alarmas/avisos previos.
- Funciones de indicación.
- Pantalla a color.
- Luz indicadora verde para indicación de funcionamiento y luz roja para indicador de fallo.
- Contactos de cambio de libre potencial para funcionamiento y fallo.
- Comunicación Grundfos bus.

Para la Comunidad de Regantes de Pozo San Andrés sería suficiente elevar un caudal de 20 l/s a una altura manométrica de 32 m.c.a. y para la Comunidad de Regantes de Río Verde sería suficiente elevar un caudal de 45 l/s a una altura manométrica de 52 m.c.a.

Se ha propuesto un grupo de presión capaz de elevar **un caudal de 45 l/s hasta una altura de 80 m.c.a.** para estar del lado de la seguridad, previendo futuras ampliaciones de las comunidades solicitantes.



Memoria valorada



Gráfica del grupo de presión seleccionado: HYDRO MPC-E3 CR64-3, 50 Hz.

Se pueden apreciar en la gráfica la obtención de los siguientes resultados:

La Comunidad de Regantes de Río Verde puede elevar un caudal de $162 \text{ m}^3/\text{h} = 45 \text{ l/s}$ hasta alcanzar una altura de 80 m.c.a., con un rendimiento del grupo de presión del 93%.



Memoria valorada

La Comunidad de Regantes de Pozo San Andrés puede elevar un caudal de $72 \text{ m}^3/\text{h} = 20 \text{ l/s}$ hasta una altura de 80 m.c.a., con un rendimiento del grupo de presión del 79%.

Ambas comunidades pueden elevar un caudal de $126 \text{ m}^3/\text{h} = 35 \text{ l/s}$ hasta una altura de 92 m.c.a. con un rendimiento del 93%.

A continuación se calcula la potencia necesaria para cada bomba, suponiendo para estar del lado de la seguridad la opción más desfavorable (80 m.c.a. y 45 l/s) y un rendimiento del 65% (ya que se desconoce la elección final del grupo de bombeo).

La potencia de cada bomba se calcula con la siguiente expresión:

$$P = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H_M}{\eta} = \frac{9,81 \cdot 1 \cdot 22,5 \cdot 80}{0,65} = 27.166,15 \text{ W} \approx \mathbf{30 \text{ kW.}}$$

A continuación exponemos una serie de croquis con las dimensiones del grupo de presión propuesto y el cuadro de control MPC asociado.



Memoria valorada

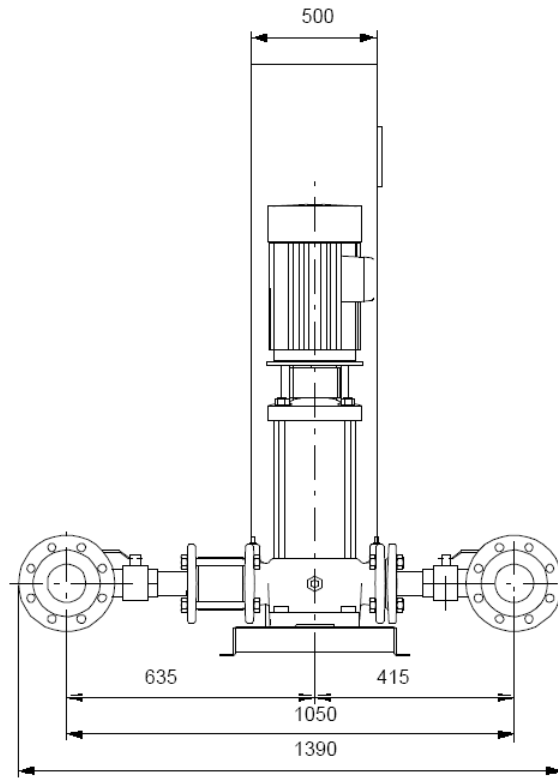


Figura: Vista lateral del grupo de presión



Memoria valorada

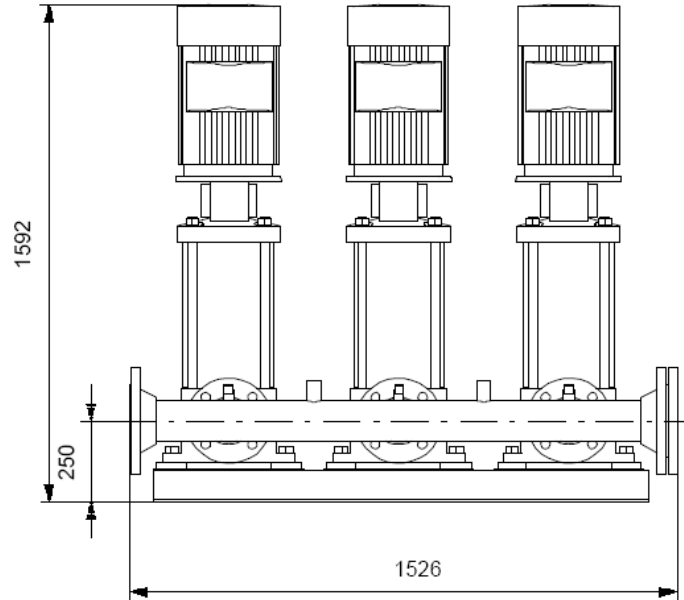


Figura: Vista frontal del grupo de presión



Memoria valorada

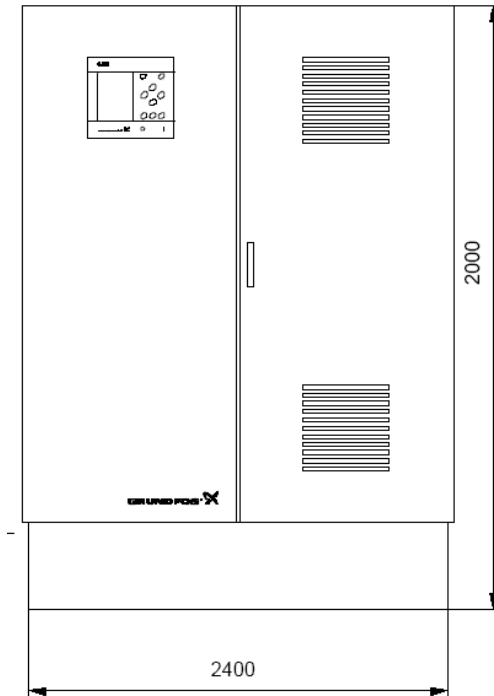
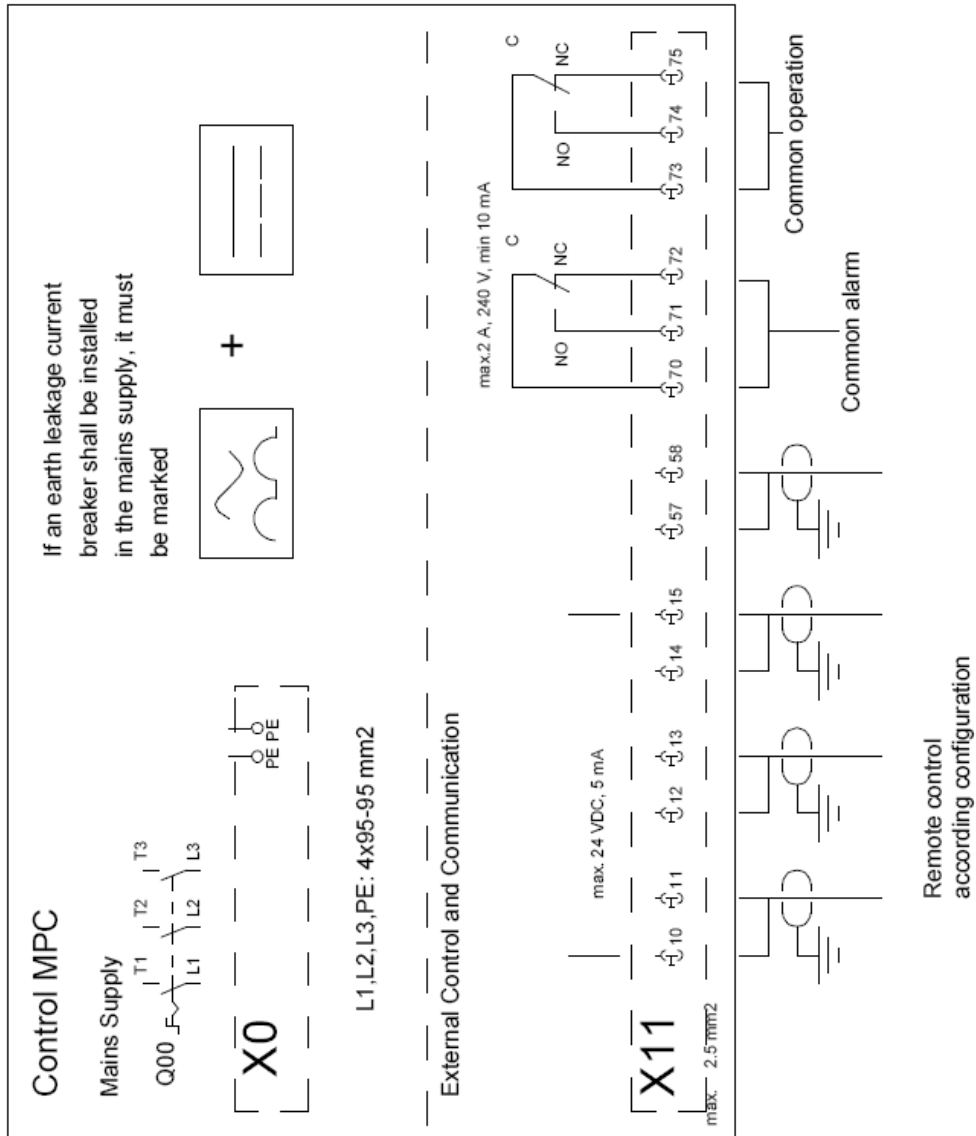


Figura: Armario de control asociado al grupo de presión.



Memoria valorada

Field Wiring



3012

Figura: Esquema eléctrico de la instalación del grupo de presión

ALMUÑÉCAR, 24 Julio 2018

DIONISIO RIVAS JIMENEZ
 ARQUITECTO TECNICO



Memoria valorada

RESUMEN DE PRESUPUESTO

III FASE REUTILIZACIÓN DE AGUAS DEPURADAS DE LA E.D.A.R.
DE ALMUÑECAR PARA EL RIEGO DE CULTIVOS
PROMOTOR: AYUNTAMIENTO DE ALMUÑECAR



Memoria valorada

RESUMEN DE PRESUPUESTO

Reutilización agua de la EDAR- Termino B

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
1	RED DE DISTRIBUCIÓN.....	39.319,56	98,37
-01.01	-MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	4.601,56	
-01.02	-TUBERÍAS Y PIEZAS ESPECIALES.....	26.128,00	
-01.03	-ELEMENTOS ACCESORIOS.....	8.590,00	
2	GESTIÓN DE RESIDUOS.....	300,00	0,75
3	SEGURIDAD Y SALUD.....	350,00	0,88
	TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	39.969,56	
	21,00% I.V.A.....	8.393,61	
	TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA	48.363,17	
	TOTAL PRESUPUESTO GENERAL	48.363,17	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de CUARENTA Y OCHO MIL TRESCIENTOS SESENTA Y TRES EUROS con DIECISIETE CÉNTIMOS

, a Septiembre 2018.

El promotor

La dirección facultativa



Memoria valorada

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

III FASE REUTILIZACIÓN DE AGUAS DEPURADAS DE LA E.D.A.R.
DE ALMUÑÉCAR PARA EL RIEGO DE CULTIVOS
PROMOTOR: AYUNTAMIENTO DE ALMUÑÉCAR



Memoria valorada

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Reutilización agua de la EDAR- Termino B

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 01 RED DE DISTRIBUCIÓN									
SUBCAPÍTULO 01.01 MOVIMIENTO DE TIERRAS									
01.01.01	m3 Excavación mecánica en tuberías, en terreno de tránsito Excavación mecánica de zanjas para tuberías, con retroexcavadora, en terreno de tránsito, medido sobre perfil. Nota: La columna anchura se refiere a la sección de zanja (m2) Tramo EDAR - Río Verde Ramal Conexión Pozo San Andrés Ramal Conexión Acequia Almansa	1 1 1	50,00 110,00 40,00	1,25 1,25 1,25		62,50 137,50 50,00			
							250,00	5,37	1.342,50
01.01.02	m3 Cama de arena para zanjas de tuberías Construcción de cama de arena en tuberías, con un grado de compactación superior al 90% del ensayo Próctor Modificado. Nota: La columna anchura se refiere a la sección de zanja (m2) Tramo EDAR - Río Verde Ramal Conexión Pozo San Andrés Ramal Conexión Acequia Almansa	1 1 1	50,00 110,00 40,00	0,08 0,08 0,08		4,00 8,80 3,20			
							16,00	10,46	167,36
01.01.03	m3 Transporte de material sobrante a vertedero D=20 km Trasporte de materiales sueltos a vertedero autorizado a una distancia de 20 km de recorrido de carga, incluso el retorno en vacío y los tiempos de carga y descarga. Total excavación Total relleno	1 1	250,00 -224,00			250,00 -224,00			
							26,00	5,65	146,90
01.01.04	m3 Hormigón en masa HM-20 Hormigón en masa HM-20 (20 N/mm2 de resistencia característica), con árido de 20 mm de tamaño máximo, elaborado en planta, a una distancia máxima de 25 km desde la planta, incluida la puesta en obra. Nota: La columna anchura se refiere a la sección del dado (m2) Cruce Río EDAR Cruce Río hacia Acequia de Almansa Cruce Camino Finca Cruce Camino Pozo San Andrés	1 1 1 1	45,00 20,00 5,00 10,00	0,60 0,60 0,60 0,60		27,00 12,00 3,00 6,00			
							48,00	61,35	2.944,80
TOTAL SUBCAPÍTULO 01.01 MOVIMIENTO DE TIERRAS.....									4.601,56

III FASE REUTILIZACIÓN DE AGUAS DEPURADAS DE LA E.D.A.R.
DE ALMUÑÉCAR PARA EL RIEGO DE CULTIVOS
PROMOTOR: AYUNTAMIENTO DE ALMUÑÉCAR



Memoria valorada

III FASE REUTILIZACIÓN DE AGUAS DEPURADAS DE LA E.D.A.R.
DE ALMUÑÉCAR PARA EL RIEGO DE CULTIVOS
PROMOTOR: AYUNTAMIENTO DE ALMUÑÉCAR



Memoria valorada

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Reutilización agua de la EDAR- Termino B

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 01.02 TUBERÍAS Y PIEZAS ESPECIALES									
01.02.01	m Tubería PEAD, Diámetro=250 mm, Presión=1,0 MPa, colocada								
	Tubería de polietileno de alta densidad de 250 mm de diámetro y 1,0 MPa de presión de trabajo, y unión por soldadura in situ, incluyendo materiales a pie de obra, montaje, colocación y prueba. No se incluyen las piezas especiales, ni la excavación de la zanja, ni el extendido ni el relleno de la misma, ni la cama de arena, ni las piezas de sujeción al muro o acequia.								
	Trazado principal	1	2.170,00					2.170,00	
	Ramal conexión Pozo San Andrés	1	110,00					110,00	
	Ramal conexión Acequia del Rey	1	140,00					140,00	
	Ramal conexión Acequia de Almansa	1	60,00					60,00	
	A DEDUCIR FASE I	-1	1.040,00					-1.040,00	
	A DEDUCIR FASE II	-1	828,00					-828,00	
							612,00	39,00	23.868,00
01.02.02	ud Válvula de compuerta F.D. Diámetro=250 mm, P=1,0 Mpa, instalada								
	Válvula de compuerta de diámetro 250 mm, presión de trabajo hasta 1,0 MPa, con lenteja de asiento elástico, cuerpo y tapa de fundición dúctil GGG-50, eje de acero inoxidable AIS 420 comprimido en frío, revestimiento de pintura epoxi con espesor mínimo de 150 micras, compuerta guiada vulcanizada con caucho EPDM y con tuerca fija, con juntas tóricas lubricadas, tornillería tratada contra corrosión (zincada), embridada, con volante y tornillería incluidos, instalada.								
		2						2,00	
							2,00	350,00	700,00
01.02.03	ud Pieza especial TE en PEAD D=250 mm, P=1,0 MPa, instalada								
	Pieza de tipo singular o de especial dificultad tipo TE de polietileno de alta densidad para diámetro de 250 mm y presión de trabajo máxima de 1,0 MPa, colocada y montada en obra, en terrenos de adecuada capacidad portante, sin incluir excavación, terraplén ni extendido de tierras.								
		2						2,00	
							2,00	150,00	300,00
01.02.04	ud Pieza especial codo 90° PEAD D=250 mm, P=1,0 MPa, instalada								
	Pieza de tipo singular o de especial dificultad tipo Codo 90° de polietileno de alta densidad para diámetro de 250 mm y presión de trabajo máxima de 1,6 MPa, colocada y montada en obra, en terrenos de adecuada capacidad portante, sin incluir excavación, terraplén ni extendido de tierras.								
	Trazado principal	2						2,00	
	Conexiones	2						2,00	
							4,00	140,00	560,00
01.02.05	ud Pieza especial codo 45°/90° PEAD D=250 mm, P=1,0 Mpa, instalada								
	Pieza de tipo singular o de especial dificultad tipo Codo 45° a 90°, de polietileno de alta densidad para diámetro de 250 mm y presión de trabajo máxima de 1,0 MPa, colocada y montada en obra, en terrenos de adecuada capacidad portante, sin incluir excavación, terraplén ni extendido de tierras.								
		2						2,00	
							2,00	145,00	290,00
01.02.06	ud Carrete de desmontaje F.D. D=250 mm, instalado								
	Carrete de desmontaje de fundición dúctil con bridas, de 250 mm de diámetro, presión máxima de trabajo de 1,0 MPa, revestimiento de epoxi-poliéster, con tornillería bricomatada, instalado.								
	Válvulas de compuerta	2						2,00	
							2,00	205,00	410,00
	TOTAL SUBCAPÍTULO 01.02 TUBERÍAS Y PIEZAS								26.128,00

III FASE REUTILIZACIÓN DE AGUAS DEPURADAS DE LA E.D.A.R.
DE ALMUÑÉCAR PARA EL RIEGO DE CULTIVOS
PROMOTOR: AYUNTAMIENTO DE ALMUÑÉCAR



Memoria valorada

III FASE REUTILIZACIÓN DE AGUAS DEPURADAS DE LA E.D.A.R.
DE ALMUÑÉCAR PARA EL RIEGO DE CULTIVOS
PROMOTOR: AYUNTAMIENTO DE ALMUÑÉCAR



Memoria valorada

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Reutilización agua de la EDAR- Termino B

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 01.03 ELEMENTOS ACCESORIOS									
01.03.01	ud Arqueta prefabricada de hormigón 100x100x1000 cm								
	Arqueta prefabricada de hormigón de calidad HA-25 de dimensiones interiores 100x100x100 cm para el alojamiento de piezas especiales en canalizaciones.								
	Nota: Se han proyectado arquetas de 1,00 m x 1,00 m x 1,00								
	Válvulas de compuerta	2					2,00		
	Piezas en T	2					2,00		
							4,00	160,00	640,00
01.03.02	ud Depósito metálico para reserva de agua de 100 m3								
	Depósito metálico para reserva de agua de riego con una altura de 4,56 m y un diámetro de 5,35 m, con una capacidad de 102 metros cúbicos. Se incluyen los siguientes conceptos:								
	- Depósito de chapa de acero galvanizado y tornillería de acero Z-600, formada por 4 anillos de 1,14 m cada uno.								
	- Cubierta de techo plano en chapa de acero galvanizado y prelacado, con compuerta para entrar al depósito. El perímetro de la cubierta se cubre con un embellecedor tipo "L" que sirve de remate.								
	- Escalera interior.								
	- Imprimación epoxi y clorocaucho 100% azul intenso-doble capa.								
	- Imprimación epoxi y pintura verde RAL 6028.								
	- Lámina de PVC de 1,2 mm de espesor para la impermeabilización del fondo del depósito.								
	- Hormigón HA-25 para la formación del relleno del zuncho de 0,4x0,4 m.								
	- Arena para la protección de la lámina que impermeabiliza el fondo del depósito.								
	- Tubería de salida de PVC hasta 2 m del perímetro del depósito.								
	- Portes de todo el material y descarga de materiales en obra.								
	- Mano de obra.								
	- Retirada de los residuos sobrantes producidos durante el montaje.								
	- Visor de nivel: goma a nivel y válvula.								
	Depósito en Pozo de San Andrés	1					1,00		
							1,00	7.250,00	7.250,00
01.03.03	ud Reposición de acequia en las conexiones								
	Reposición de acequia en la conexión de la tubería de suministro de agua, y a que se realizará un taladro de diámetro superior a la tubería y se rellenará el hueco resultante con mortero de reparación de alta resistencia.								
		2					2,00	350,00	700,00
							2,00	350,00	700,00
	TOTAL SUBCAPÍTULO 01.03 ELEMENTOS ACCESORIOS								8.590,00
	TOTAL CAPÍTULO 01 RED DE DISTRIBUCIÓN.....								39.319,56

III FASE REUTILIZACIÓN DE AGUAS DEPURADAS DE LA E.D.A.R.
DE ALMUÑÉCAR PARA EL RIEGO DE CULTIVOS
PROMOTOR: AYUNTAMIENTO DE ALMUÑÉCAR



Memoria valorada

III FASE REUTILIZACIÓN DE AGUAS DEPURADAS DE LA E.D.A.R.
 DE ALMUÑÉCAR PARA EL RIEGO DE CULTIVOS
 PROMOTOR: AYUNTAMIENTO DE ALMUÑÉCAR



Memoria valorada

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Reutilización agua de la EDAR- Termino B

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 02 GESTIÓN DE RESIDUOS									
02.01	PA Gestión de Residuos								
		1					1,00		
							1,00	300,00	300,00
	TOTAL CAPÍTULO 02 GESTIÓN DE RESIDUOS.....								300,00

III FASE REUTILIZACIÓN DE AGUAS DEPURADAS DE LA E.D.A.R.
DE ALMUÑÉCAR PARA EL RIEGO DE CULTIVOS
PROMOTOR: AYUNTAMIENTO DE ALMUÑÉCAR



Memoria valorada

III FASE REUTILIZACIÓN DE AGUAS DEPURADAS DE LA E.D.A.R.
 DE ALMUÑÉCAR PARA EL RIEGO DE CULTIVOS
 PROMOTOR: AYUNTAMIENTO DE ALMUÑÉCAR



Memoria valorada

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Reutilizacion agua de la EDAR- Termino B

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 03 SEGURIDAD Y SALUD									
03.01	PA Seguridad y Salud								
		1					1,00		
							1,00	350,00	350,00
	TOTAL CAPÍTULO 03 SEGURIDAD Y SALUD.....								350,00
	TOTAL.....								39.969,56

III FASE REUTILIZACIÓN DE AGUAS DEPURADAS DE LA E.D.A.R.
DE ALMUÑÉCAR PARA EL RIEGO DE CULTIVOS
PROMOTOR: AYUNTAMIENTO DE ALMUÑÉCAR



Memoria valorada