



## “Curso Especialista: Emprendedores y Empresas de Servicios de Gestión de Comunidades de Regantes”

San Fernando de Henares, Madrid. 23 a 26 de noviembre de 2015

---

# EJEMPLOS DE OPERACIÓN DE REDES: Distribución del agua en 2 turnos de la misma demanda energética



Ricardo Abadía Sánchez

*Universidad Miguel Hernández*

*Escuela Politécnica Superior de Orihuela*

*Departamento de Ingeniería.*

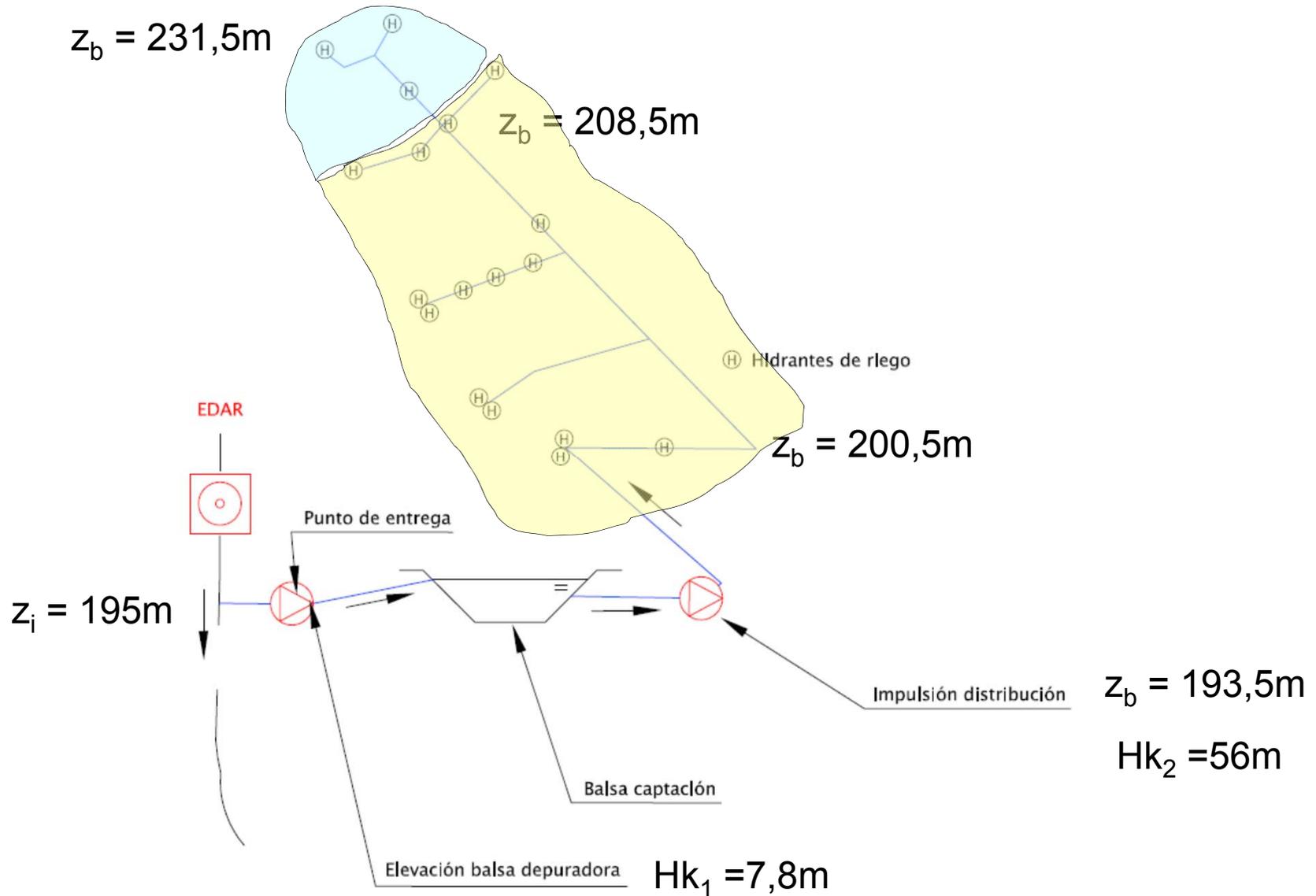
*Grupo AEAS: <http://blogs.umh.es/aeas/>*

*Tf. 96 6749638. e-mail: [abadia@umh.es](mailto:abadia@umh.es)*

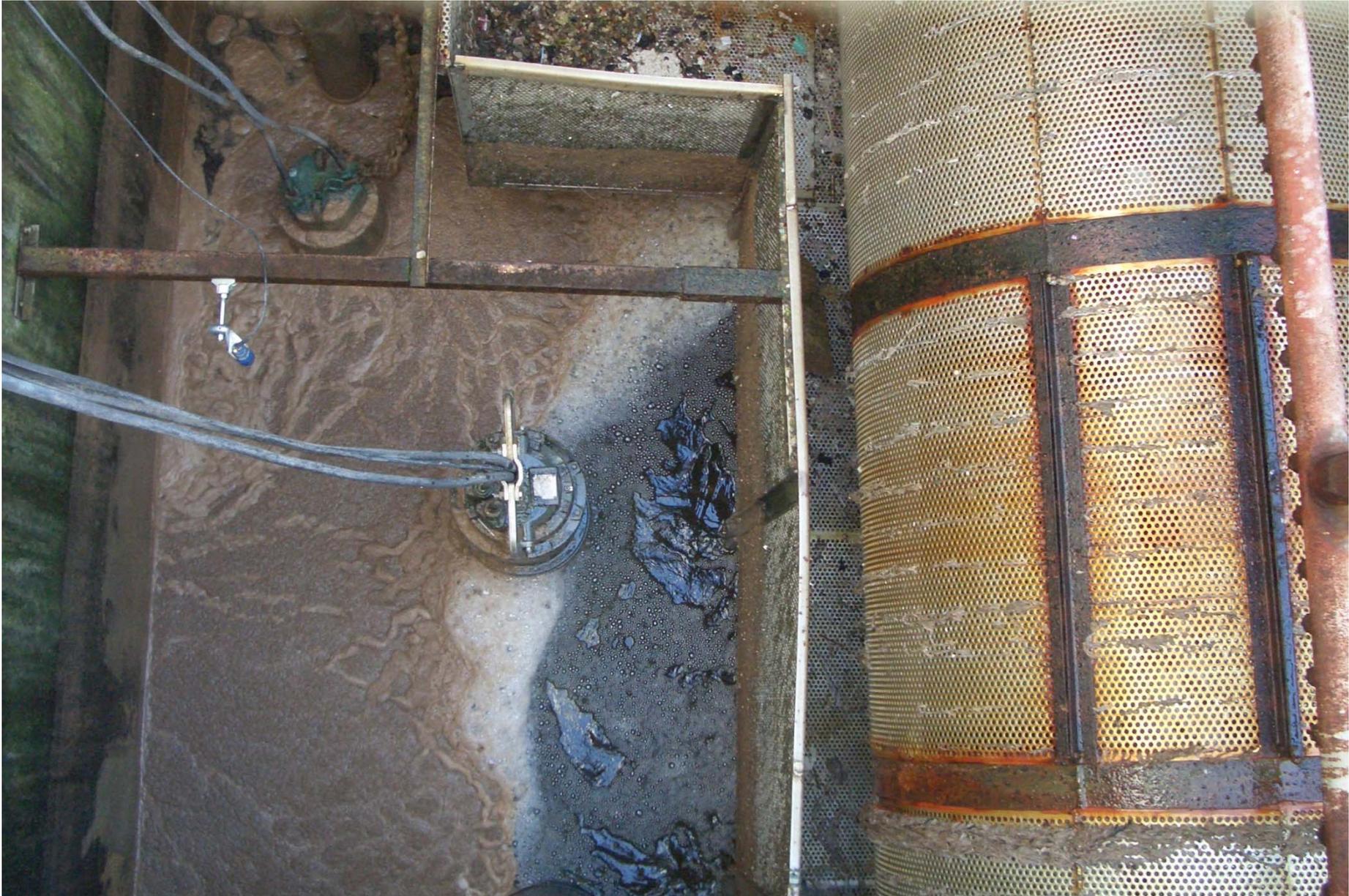
## Caso práctico: distribución del agua en 2 turnos de la misma demanda energética



## Caso práctico: distribución del agua en 2 turnos de la misma demanda energética



## Caso práctico: distribución del agua en 2 turnos de la misma demanda energética



## Caso práctico: distribución del agua en 2 turnos de la misma demanda energética

---



## Caso práctico: distribución del agua en 2 turnos de la misma demanda energética



## Caso práctico: distribución del agua en 2 turnos de la misma demanda energética



## Caso práctico: distribución del agua en 2 turnos de la misma demanda energética



## Caso práctico: distribución del agua en 2 turnos de la misma demanda energética



## Caso práctico: distribución del agua en 2 turnos de la misma demanda energética



## Caso práctico: distribución del agua en 2 turnos de la misma demanda energética

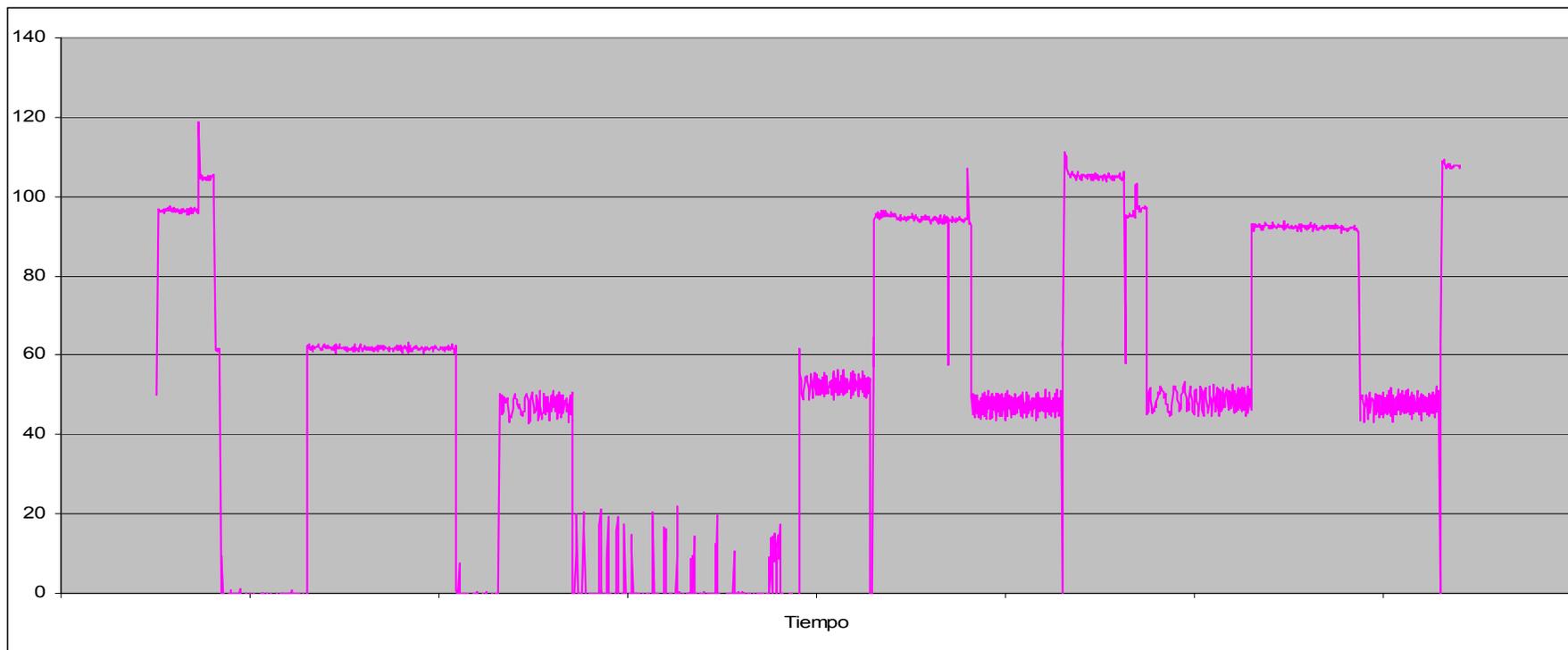


### Características generales de la red de distribución

- Volumen anual bombeado: 1.438.155m<sup>3</sup>
- Cota media lámina aspiración: 200,3m
- Cota bombeo: 193,5m
- Red de distribución: PVC PN10  $\Phi$ 400 en tubería principal y  $\Phi$ 200 en ramales
- Máxima diferencia de cota bombeo-hidrante: 40m
- Regulación manométrica. Presión de consigna 56 mca
- Dotaciones de 50 o 100L/s. Reparto diario de agua en una o dos tomas simultáneamente las horas solicitadas previas.
- Protocolo puesta en marcha. 1º BVV (50L/s)

## Distribución de caudales

- Periodo de registro de caudales. 2 semanas.
- Con la información proporcionada de las peticiones de los regantes se consideró un periodo representativo y resultados ajustados a la distribución de caudales anual



## Caso práctico: distribución del agua en 2 turnos de la misma demanda energética

### Cálculo ESE actual

$$ESE_i = \frac{\Delta H_i}{ICE_i} = \frac{\sum S_j \cdot (HD_j - HI_i)}{\sum H_{ki}}$$

ID. Punto entrada de agua	HI
Depuradora	195

$$\Delta H = 14,1 \text{ m}$$

$$ICE = 7,8 + 56 = 63,8 \text{ m}$$

$$ESE = 22,1\%$$

Hidrantes	$z_j$ (m)	$P_d/\gamma$ (m)	$HD_j$	$\Delta H_i$	$S_j$ (m <sup>2</sup> )	$S_j \times \Delta H_j$
H1	200,5	0	200,5	5,5	121560	668580
H2	200,5	0	200,5	5,5	49800	273900
H3	198	0	198	3	2500	7500
H4	202,6	0	202,6	7,6	48620	369512
H5	202,6	0	202,6	7,6	107970	820572
H6	202,1	0	202,1	7,1	34200	242820
H7	204	0	204	9	60450	544050
H8	204,3	0	204,3	9,3	6950	64635
H9	208	0	208	13	23150	300950
H10	208	0	208	13	159460	2072980
H11	204,7	0	204,7	9,7	130220	1263134
H12	208,4	0	208,4	13,4	63850	855590
H13	209,9	0	209,9	14,9	2350	35015
H14	209,2	0	209,2	14,2	23400	332280
H15	209,6	0	209,6	14,6	58680	856728
H16	217,2	0	217,2	22,2	4200	93240
H17	233	0	233	38	70540	2680520
H18	230	0	230	35	103720	3630200
TOTAL					<b>1071620</b>	<b>15112206</b>

## SITUACIÓN ACTUAL

- Eficiencia de Suministro Energético muy baja.
- Deficiente regulación del sistema de bombeo, ya que se impulsa siempre a 56 m independientemente de la combinación de tomas que estén abiertas, lo que lleva a que se tenga que disipar toda la energía sobrante en el propio hidrante.
- Excepto en los hidrantes más alejados, la diferencia de cota con el bombeo de la impulsión a red oscila entre 7 y 15 m.

## PROPUESTA DE MEJORA

- Se propuso dividir el reparto de agua en 2 turnos agrupando las tomas más cercanas en un turno y las más desfavorables en otro. La consigna del bombeo fue reducir la presión a 40 mca en el turno 1 y mantener la consigna actual en el turno 2 (56 mca). El objetivo es mantener la tubería llena de agua.
- Instalación de un autómata ALPHA XL 14MRD o similar, con modem GSM conectado al variador que acciona la bomba. Este autómata cuenta con una tarjeta SIM que al recibir un mensaje de texto puede actuar sobre la consigna del variador cambiando al valor superior de presión que se fije.
- El repartidor debe enviar un mensaje al autómata cuando abra las tomas del turno 2.

## Caso práctico: distribución del agua en 2 turnos de la misma demanda energética

**Cálculo ESE tras la mejora:**

**Turno 1:**

**Presión de consigna 40 m**

**Turno 2:**

**Presión de consigna 56 m**

**Turno 1**

Hidrantes	$z_i$ (m)	$P_d/\gamma$ (m)	$HD_j$	$H_i$	$\Delta H_j$	$S_j$ (m <sup>2</sup> )	$S_j \times \Delta H_j$
H1	200.5	0	200.5	195	5.5	121560	668580
H2	200.5	0	200.5	195	5.5	49800	273900
H3	198	0	198	195	3	2500	7500
H4	202.6	0	202.6	195	7.6	48620	369512
H5	202.6	0	202.6	195	7.6	107970	820572
H6	202.1	0	202.1	195	7.1	34200	242820
H7	204	0	204	195	9	60450	544050
H8	204.3	0	204.3	195	9.3	6950	64635
H9	208	0	208	195	13	23150	300950
H10	208	0	208	195	13	159460	2072980
H11	204.7	0	204.7	195	9.7	130220	1263134
H12	208.4	0	208.4	195	13.4	63850	855590
H13	209.9	0	209.9	195	14.9	2350	35015
H14	209.2	0	209.2	195	14.2	23400	332280
H15	209.6	0	209.6	195	14.6	58680	856728
TOTAL						<b>893160</b>	<b>8708246</b>

## Caso práctico: distribución del agua en 2 turnos de la misma demanda energética

Cálculo ESE tras la mejora:

$$ESE_i = \frac{\Delta H_i}{ICE_i} = \frac{\sum S_j \cdot (HD_j - HI_i)}{\sum H_{ki}}$$

$$ESE_G = \frac{\sum ESE_i \cdot V_i}{V_T}$$

Turno 2

Hidrantes	$z_j$ (m)	$Pd/\gamma$ (m)	$HD_j$	$HI$	$\Delta H_j$	$S_j$ (m <sup>2</sup> )	$S_j \times \Delta H_j$
H16	217.2	0	217.2	195	22.2	4200	93240
H17	233	0	233	195	38	70540	2680520
H18	230	0	230	195	35	103720	3630200
TOTAL						<b>178460</b>	<b>6403960</b>

	TURNO 1	TURNO 2
<i>Hk depuradora</i>	7.8	7.8
<i>Hk bombeo</i>	40	56
<i>Vol bombeado</i>	1198655	239500.1
$\Delta H$	9.75	35.88
<i>ICE</i>	37.8	63.8
<i>ESEi</i>	20.4%	56.2%
<b><i>ESE<sub>G</sub></i></b>	<b>26.4%</b>	

## Caso práctico: distribución del agua en 2 turnos de la misma demanda energética

### Cálculo Ahorro energético anual tras la mejora:

Situación actual		Mejora propuesta	
Hidrantes afectados	H1-H18	Hidrantes afectados	H1-H15
Caudal total (l/s)	110	Caudal total (l/s)	110
Hm (mca)	56	Hm (mca)	40
EE (%)	0,61	Q B1 (l/s)	78,94
N absorbida (kW)	97,33	Q B2 (l/s)	31,06
Ce (kWh/m <sup>3</sup> )	0,2458	EE B1 (%)	51,98
		EE B2 (%)	58,22
		EE general (%)	53,61
		N absorbida (kW)	80,55
		Ce (kWh/m <sup>3</sup> )	0,2034

Situación		Volumen consumido (m <sup>3</sup> )	Consumo específico (kWh/m <sup>3</sup> )	Consumo energético (kWh)	Ahorro energético bruto (kWh)
Actual		1.438.155	0,2456	353.470,03	50.792,28
Mejora propuesta	H1-H15	1.198.655	0,2034	243.813,35	
	H16-H18	239.500	0,2456	58.864,39	
	Total	1.438.155	-	302.677,75	

## Caso práctico: distribución del agua en 2 turnos de la misma demanda energética

### Valoración de la mejora :

Descripción de la mejora	Ahorro energético bruto (kWh)	Disminución de costes energéticos (€/año)	Aumento costes de Mantenimiento (€/año)	Ahorro económico (€/año)	Coste inversión (€)	Periodo de Amortización (años)
<i>División en 2 Turnos</i>	50.792,3	4.378,65	0,00	4.378,65	2.111,02	0,48