

ANEJO Nº4.2: CÁLCULO ENERGÉTICO DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

Curso: 2015/2016

Universidad Politécnica de Valencia

Escuela Técnica superior de Ingenieros de
Camino Canales y Puertos

Grado en Ingeniería de Obras Públicas,
Especialidad Hidrología

Tutor: José Ferrer Polo

Cotutor: Daniel Aguado García

Autor: Juan Carlos Oroval García



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS**



ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	3
2.	TIPO DE TARIFA ELÉCTRICA UTILIZADA PARA EL ESTUDIO.	3
3.	CONSUMO ENERGÉTICO DURANTE EL DÍA DE MAYOR CONSUMO.	5
3.1.	RENDIMIENTO DE LA BOMBA	5
3.2.	FUNCIONAMIENTO DEL VARIADOR DE FRECUENCIA DURANTE EL DIA DE MAYOR CONSUMO.....	7
3.3.	CONSUMO ENERGÉTICO Y COSTE DEL BOMBEO DURANTE EL DIA DE MAYOR CONSUMO EN VERANO Y EN INVIERNO.....	8
4.	CONCLUSIONES	10

1. INTRODUCCIÓN

El objeto del presente anejo es exponer de forma detallada como hemos obtenido el consumo energético total del sistema de impulsión durante un día para la solución adoptada (alternativa nº1, dos bombas en paralelo) en el *Anejo Nº 4.1 Selección de la solución adoptada* y el tipo de tarifa eléctrica utilizada para la obtención del coste energético de forma monetaria durante el día de mayor consumo.

2. TIPO DE TARIFA ELÉCTRICA UTILIZADA PARA EL ESTUDIO.

Puesto que la máxima potencia que la bomba va a utilizar durante el día nos la da el caudal punta, hemos tenido que elegir una tarifa eléctrica que llegue hasta la potencia máxima de 35,01 kW.

La tarifa elegida es la tarifa 3.0A para potencias mayores a 30 kW y menores a 43,5 kW. Cabe destacar que para estas potencias elevadas (mayores a 15 kW) es la única tarifa disponible, no habiendo otra sin discriminación horaria; con lo que el estudio de costes lo centraremos solo en esta tarifa al no haber más tarifas para poder compararlas.

La tarifa 3.0A factura en tres períodos: P1 (Punta), P2 (Llano) y P3 (Valle). Cada período corresponde a una franja horaria diaria donde el precio de la energía y de la potencia es diferente:

- P1 (Período Punta): Es el período en que la potencia y la energía resultan más caras. Son 4 horas al día y en caso de días festivos se llama P4.
- P2 (Período Llano): Son 12 horas al día y los días festivos se llama P5.
- P3 (Período Valle): Es el período en que la potencia y la energía resultan más baratos. Son 8 horas al día y los días festivos se llama P6.

En esta tarifa se puede contratar una potencia diferente en cada uno de los períodos.

Depende de si es invierno o verano, y si el contrato es peninsular o insular, los horarios de los períodos son diferentes.

Península Ibérica		
	Invierno	Verano
P1 - Punta	18 - 22 h.	9 - 13 h.
P2 - Llano	8 - 18 h.	8 - 9 h.
	22 - 24 h.	13 - 24 h.
P3 - Valle	0 - 8 h.	0 - 8 h.

Islas Baleares		
	Invierno	Verano
P1 - Punta	18 - 22 h.	19- 23 h.
P2 - Llano	8 - 18 h.	0-1 h.
	22 - 24 h.	9-19 h.
P3 - Valle	0 - 8 h.	23-24 h.
		1 - 9 h.

Islas Canarias		
	Invierno	Verano
P1 - Punta	18 - 22 h.	19 - 23 h.
P2 - Llano	8 - 18 h.	0-1 h.
	22 - 24 h.	9-19 h.
P3 - Valle	0 - 8 h.	23-24 h.
		1 - 9 h.

Ceuta y Melilla		
	Invierno	Verano
P1 - Punta	19 - 23 h.	20 - 24 h.
P2 - Llano	8 - 19 h.	0 -1h
	23 - 24 h.	9 - 20 h.
P3 - Valle	0 - 8 h.	1 - 9 h.

Tabla 1: Horarios de los distintos periodos en invierno y verano

En nuestro estudio nos hemos centrado en el consumo energético, con lo que en la siguiente tabla están expuestos los diferentes precios para cada uno de los periodos de tarificación:

TARIFA DE ACCESO	PERIODO	TÉRMINO ENERGÍA €/KWH
3,0 A	P1 (punta)	0,168295
	P2 (llano)	0,135408
	P3 (valle)	0,096539

Tabla 2: Coste de la energía en cada periodo

Los precios del término de energía para cada uno de los periodos están proporcionados por la empresa ENDESA ENERGÍA, SA unipersonal. www.endesaclientes.com/catalogo.pdf

Los precios son válidos para contratos firmados hasta el 15/07/2016.

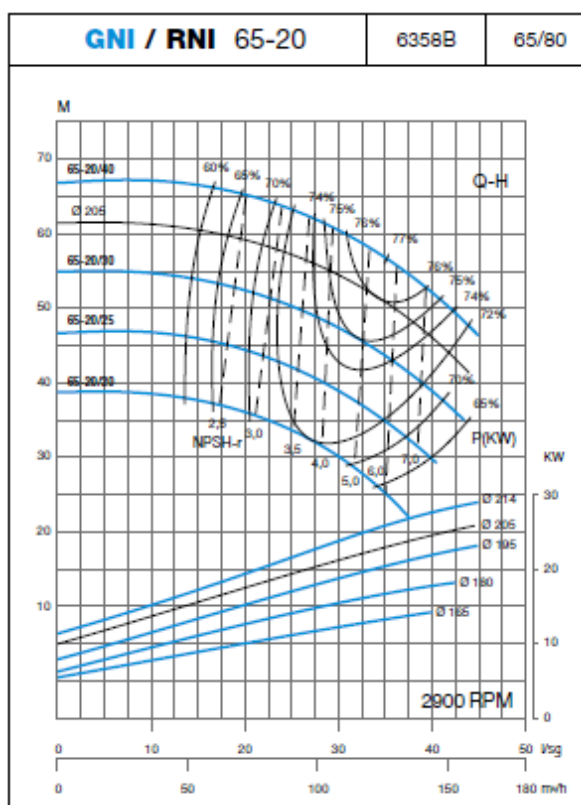
3. CONSUMO ENERGÉTICO DURANTE EL DÍA DE MAYOR CONSUMO.

3.1. RENDIMIENTO DE LA BOMBA

Todo el proceso de cálculo del consumo energético esta detallado en el anejo hidráulico.

Para la obtención del rendimiento real de la bomba durante cada hora de bombeo, ya que como hemos comentado anteriormente funciona con un variador de frecuencia, utilizamos el método de la curva de isorendimiento para trasladar el punto de funcionamiento de la bomba con el variador de frecuencia al punto real de la curva característica de la bomba.

En el siguiente gráfico se muestran los rendimientos proporcionados por el fabricante para cada punto de la curva de funcionamiento:



Gráfica 1: Curva característica de la bomba.

El modelo utilizado para el esquema de dos bombas en paralelo es el 65-20/40.

Tabla 3: Rendimiento de la bomba para cada hora del día.

En esta tabla se detalla para cada hora del día el rendimiento real de la bomba.

HORA	Caudal (m3/h)	Altura (m.c.a.)	Rdto. Bomba
1:00	23,4915	48,93884	60,00%
2:00	25,4715	48,94515	60,00%
3:00	25,4715	48,94515	60,00%
4:00	25,4715	48,94515	60,00%
5:00	25,4715	48,94515	60,00%
6:00	36,6915	48,98919	60,00%
7:00	72,6	49,22133	72,00%
8:00	92,4	49,40672	75,00%
9:00	59,4	49,12018	65,00%
10:00	52,8	49,07644	63,00%
11:00	92,4	49,40672	75,00%
12:00	99	49,47737	75,70%
13:00	118,8	49,71561	76,50%
14:00	99	49,47737	75,70%
15:00	85,8	49,34047	74,30%
16:00	59,4	49,12018	65,00%
17:00	52,8	49,07644	63,00%
18:00	46,2	49,03732	60,00%
19:00	66	49,16849	66,00%
20:00	92,4	49,40672	75,00%
21:00	132	49,89614	74,00%
22:00	190,08	50,89337	75,30%
23:00	92,4	49,40672	75,00%
0:00	39,6	49,00287	60,00%

3.2. FUNCIONAMIENTO DEL VARIADOR DE FRECUENCIA DURANTE EL DIA DE MAYOR CONSUMO

En la siguiente tabla vamos a mostrar cómo va actuando el variador de frecuencia durante el día. Hay que reseñar que el funcionamiento original de la bomba es con una frecuencia de 50 Hz y con un giro de 2900 rpm.

HORA	FRECUENCIA (Hz)	REVOLUCIONES (rpm)
1:00	42,701	2476,674
2:00	42,708	2477,084
3:00	42,708	2477,084
4:00	42,708	2477,084
5:00	42,708	2477,084
6:00	42,811	2483,043
7:00	43,828	2542,042
8:00	44,806	2598,758
9:00	43,336	2513,512
10:00	43,141	2502,178
11:00	44,806	2598,758
12:00	45,193	2621,166
13:00	46,520	2698,132
14:00	45,193	2621,166
15:00	44,449	2578,065
16:00	43,336	2513,512
17:00	43,141	2502,178
18:00	42,980	2492,856
19:00	43,566	2526,816
20:00	44,806	2598,758
21:00	47,535	2757,002
22:00	45,541	2641,405
23:00	44,806	2598,758
0:00	42,855	2485,586

3.3. CONSUMO ENERGÉTICO Y COSTE DEL BOMBEO DURANTE EL DIA DE MAYOR CONSUMO EN VERANO Y EN INVIERNO.

En la siguiente tabla podemos observar el consumo del grupo de bombeo calculado en este proyecto. Se han calculado dos costes, ya que como se explica en la descripción de la tarifa eléctrica los periodos son diferentes en invierno y en verano.

El proceso de cálculo para obtener el consumo de la bomba está perfectamente explicado en el Anejo nº 5 Estudio hidráulico.

HORA	CONSUMO (kWh)	INVIERNO	VERANO	COSTE EN INVIERNO (€/h)	COSTE EN VERANO (€/h)
1:00	5,221312689	VALLE	VALLE	0,504060306	0,504060306
2:00	5,662124804	VALLE	VALLE	0,546615866	0,546615866
3:00	5,662124804	VALLE	VALLE	0,546615866	0,546615866
4:00	5,662124804	VALLE	VALLE	0,546615866	0,546615866
5:00	5,662124804	VALLE	VALLE	0,546615866	0,546615866
6:00	8,163585934	VALLE	VALLE	0,788104423	0,788104423
7:00	13,52458495	VALLE	VALLE	1,305649906	1,305649906
8:00	16,58682275	VALLE	VALLE	1,601275281	1,601275281
9:00	12,23205742	LLANO	LLANO	1,656318431	1,656318431
10:00	11,20812387	LLANO	PUNTA	1,517669637	1,886271207
11:00	16,58682275	LLANO	PUNTA	2,245988495	2,791479335
12:00	17,63244226	LLANO	PUNTA	2,387573741	2,96745187
13:00	21,03847828	LLANO	PUNTA	2,848778267	3,540670702
14:00	17,63244226	LLANO	LLANO	2,387573741	2,387573741
15:00	15,52631079	LLANO	LLANO	2,102386692	2,102386692
16:00	12,23205742	LLANO	LLANO	1,656318431	1,656318431
17:00	11,20812387	LLANO	LLANO	1,517669637	1,517669637
18:00	10,2892555	LLANO	LLANO	1,393247508	1,393247508
19:00	13,39841224	PUNTA	LLANO	2,254885787	1,814252204
20:00	16,58682275	PUNTA	LLANO	2,791479335	2,245988495
21:00	24,25356804	PUNTA	LLANO	4,081754233	3,284127141
22:00	35,00815106	PUNTA	LLANO	5,891696783	4,740383719
23:00	16,58682275	LLANO	LLANO	2,245988495	2,245988495
0:00	8,813166256	LLANO	LLANO	1,193373216	1,193373216
TOTAL €/día				44,5583 €	43,8091 €
TOTAL €/mes				1.336,7477 €	1.314,2716 €

Tabla 5: Potencia y coste del bombeo para el día de mayor consumo

4. CONCLUSIONES

Para el esquema de dos bombas en paralelo el coste energético en invierno será de 44,56€/día y de 1.336,75 €/mes. En verano el consumo energético será de 43,81€/día y de 1.314,27 €/mes.

