ANEJO 10. OBRA DE TOMA, ESTACIÓN DE BOMBEO Y BALSAS

INDICE

1. TOMA, ESTACIÓN DE BOMBEO Y BALSAS 2
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL 2
1.2. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROYECTADA 3
1.3. TOMA Y CANALIZACIÓN 3
1.4. TUBERÍA DE LLENADO 3
1.5. TUBERÍA DE ASPIRACION 4
1.6. ESTACIÓN DE BOMBEO 5
1.7. OBRA DE SALIDA BALSA PLA 2 A BALSA RACO DEL CAPA 8
1.8. TUBERÍA DE IMPULSIÓN 8
1.9. ACTUACIONES BALSA DEL PLA 9
1.10. ACTUACIONES BALSA RACÓ DEL CAPA 9
1.11. ACTUACIONES EB1 10
APÉNDICE 1: CÁLCULO DEMANDA MENSUAL 12
APÉNDICE 2: PÉRDIDAS TUBERÍAS 14
APÉNDICE 5: EQUIPOS ..... **Error! No s'ha definit el marcador.**
APÉNDICE 6: CÁLCULO MECÁNICO TUBERÍAS 15
APÉNDICE 7: CARACTERÍSTICAS MOTOBOMBAS 17

1. TOMA, ESTACIÓN DE BOMBEO Y BALSAS

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Actualmente la comunidad de regantes dispone de varias tomas de riego desde el Canal de Aragón y Cataluña. Las tomas afectadas por este proyecto son:

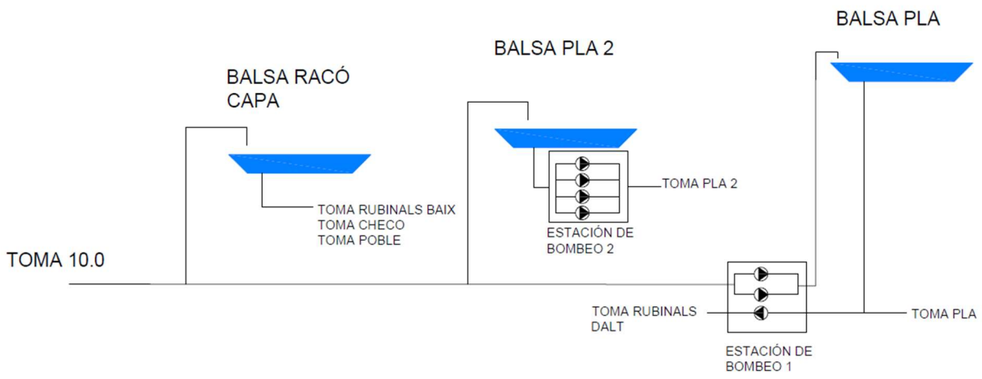
- Toma 10.0: Toma Checo y Rubinals, Toma del Pueblo, Toma del Pla
- Toma 12.6: Toma Tometa
- Toma 13.2: Toma Pla de Montsó

La toma actual 10.0 se encuentra en el margen izquierdo del Canalet de Alpicat y tiene una capacidad de 420 l/s. Desde la toma 10.0 hasta la zona de las balsas, se conduce el agua con una tubería de PVC de D. 630 PN6. La Toma del Pla de Montsó tiene una superficie de 431,17 Ha y se abastece por las tomas 12.6 (Tometa) y 13.2 (Pla de Montsó).

A su vez, la CCRR dispone de tres balsas de regulación en la zona de la toma 10.0:

- La Balsa del Pla: de 700.000 m^3 de capacidad, en la cota 353.06
- La Balsa del Racó del Capa: de 50.000 m^3 de capacidad, en la cota 329.5
- La Balsa del Pla 2: de 3.000 m^3 de capacidad, en la cota 335.5

La Balsa del Pla se llena mediante un bombeo y la Balsa del Racó del Capa y la del Pla 2 por gravedad desde la acequia de Alpicat (Toma 10.0). En el siguiente esquema se indica el funcionamiento hidráulico por pisos de la zona de la toma 10.0:



Las superficies de cada sector de riego, el volumen de agua necesario diario y el caudal, en el mes de máxima demanda son los siguientes:

TOMA	SUPERFICIE (Ha)	VOLUMEN NECESARIO (m3/dia)	CAUDAL (l/s)
BALSA DEL PLA (700,000 m3)			
Rubinals de Arriba	232	13.029,12	150,80
Pla	80	4.492,80	52,00
TOTAL	312	17.521,92	202,80
BALSA DEL PLA 2 (3,000 m3)			
Pla 2	53	2.976,48	34,45
BALSA RACÓ DEL CAPA (50,000 m3)			
Rubinals de Abajo	96,5	5.419,44	62,73
Checo	150	8.424,00	97,50
Pueblo	96,59	5.424,49	62,78
TOTAL	343,09	19.267,93	223,01
Pla de Montsó	437,31	24.559,33	284,25

En la situación actual, la Balsa del Racó del Capa sirve de reguladora para una superficie superior a la que tiene la balsa del Pla, cuyo volumen de almacenamiento es mucho mayor. La capacidad de regulación de esta balsa es muy limitada, ya que, la presión en la entrada de la estación de filtrado está al límite de las recomendaciones de funcionamiento (2,2 bar con la balsa en su nivel máximo) por lo que se intenta que este nivel no disminuya significativamente. La estación de filtrado requiere de un mantenimiento continuado, así, cuando el agua tiene un alto contenido en algas o sedimento, el funcionamiento del filtro es deficiente.

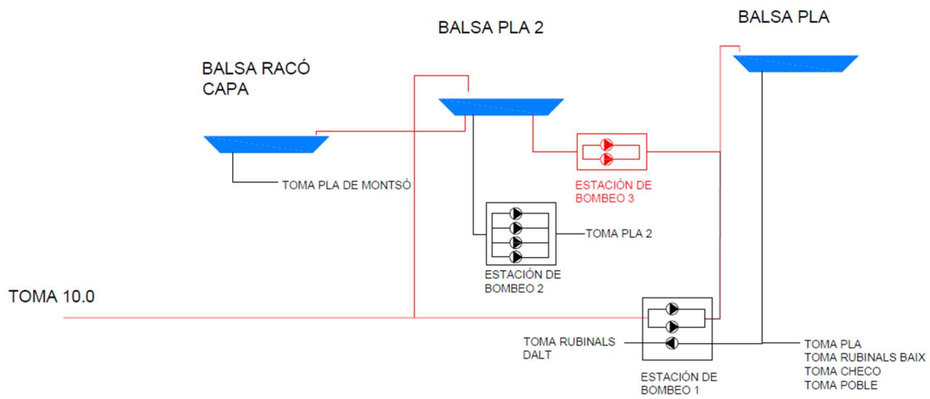
Las estaciones de bombeo actuales constan de:

BOMBEO ACTUAL		BOMBEA A:	Q (m3/h)	Q (l/s)	V diario(m3)	POT (kW)	MOTOR
EB 1	AZCUE MN 150/250	BALSA DEL PLA	300	83,33	7.200,00	30	MOTOR ABB
	AZCUE MN 150/250	BALSA DEL PLA	300	83,33	7.200,00	30	MOTOR ABB
	CAPRARI NC-200-315	ROBINALS DE ARRIBA				75	
					14.400,00	135	
EB 2	4 BOMBAS VERTICALES	PLA 2	108	30	2.592,00	30X4	
						120	

1.2. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN PROYECTADA

Para garantizar la presión necesaria en todas las parcelas del Pla de Montsó, sin necesidad de bombeo, se requiere que la cota de la toma se encuentre aproximadamente en la 330 m.s.m. La solución planteada en este proyecto consiste en que la nueva toma del Pla de Montsó se desplace a la Toma 10.0. Al incorporar 437 Ha a la toma 10.0 será necesario modificarla. También es necesario ampliar la tubería desde la captación hasta la zona de las balsas.

Se hace evidente que la Balsa del Racó del Capa no puede servir para regular 430 Ha adicionales. La solución adoptada consiste en desplazar a la Balsa del Pla todas las tomas que actualmente riegan desde la Balsa del Racó del Capa (343 Ha) y que desde la balsa del Racó del Capa se riegue exclusivamente el sector de Pla de Montsó (437,31 Ha). Con esta solución se puede aprovechar mejor la capacidad de regulación que ofrece la Balsa del Pla. Esta configuración requiere de la construcción de una nueva estación de bombeo y modificaciones en las conexiones entre balsas. El nuevo esquema de funcionamiento es el siguiente, en el que se indican en color rojo las actuaciones a realizar:



Y las nuevas demandas:

TOMA	SUPERFICIE (Ha)	VOLUMEN NECESARIO (m3/dia)	CAUDAL (l/s)
BALSA DEL PLA (700,000 m3)			
Rubinals de Arriba	232	13.029,12	215,80
Pla	80	4.492,80	117,00
Rubinals de Abajo	96,5	5.419,44	127,73
Checo	150	8.424,00	162,50
Pueblo	96,59	5.424,49	127,78
TOTAL	655,09	36.789,85	490,81
BALSA RACÓ DEL CAPA (50,000 m3)			
Pla de Montsó	437,31	24.559,33	284,25

1.3. TOMA Y CANALIZACIÓN

Como ya se ha comentado, va a ser necesaria la ampliación de la toma actual para poder abastecer toda la superficie a través de las 10. Realizada la consulta con la Comunidad General de Regantes del Canal de Aragón y Cataluña, se ha facilitado un croquis de implantación de la nueva toma y un presupuesto. Se requiere durante la ejecución de la obra, de la redacción del proyecto constructivo y ejecución de la nueva toma.

De la toma saldrán dos tuberías, una de ellas es una nueva tubería que va desde la toma hasta la zona de las balsas. En el apartado posterior se justifica las características de esta nueva tubería.

La otra tubería conectará con la tubería existente (PVC-O D 630 mm PN 12,5) que parte de la actual toma 10. El detalle de conexión de la tubería existente con la nueva tubería queda supeditada a la fase de ejecución de la obra.

1.4. TUBERÍA DE LLENADO

La tubería de llenado está constituida por el tramo de conducción entre la obra de toma y la balsa Pla 2. Esta conducción comenzará en la nueva obra de toma, y su trazado discurrirá paralelo a la tubería que abastece la Estación de Bombeo 1 desde la actual toma 10.0 de la CRR.

Se proyecta una nueva arqueta antes de la entrada a la balsa Pla 2. Esta arqueta permitirá aislar la entrada de agua mediante una compuerta mural.

Finalmente, la entrega de agua a la balsa se realizará a través de una arqueta de hormigón armado de interiores en planta de 1,3 x 0,6 m y una altura mínima de 0,4 m y máxima de 1,0 m, en HA-25 armado de 20 cm de espesor, con doble mallazo de 12 mm de diámetro en cuadrícula de 0,15x0,15 m, esta arqueta funcionará como un aliviadero invertido.

El caudal demandando desde la nueva toma 10.0 es de 870 l/s. De estos, 150 l/s se derivan a la acometida de Baro, por tanto, el caudal que ha de pasar por ambas tuberías es de 720 l/s. El caudal de llenado utilizado para el dimensionamiento de esta conducción es de 440,52 l/s.

Por tanto, las características de la tubería de llenado, que conducirá el agua desde la acequia, serán las siguientes:

Material	PVC-O
Diámetro nominal	630 mm
Presión Nominal	12,5 kg/cm2
Longitud	623 m

Para verificar la funcionalidad de este elemento, se determinó la pérdida de carga de esta conducción en el caso de que funcionara "en carga", mediante la fórmula de Darcy-Weisbach de expresión:

$$H_f = f * \frac{L}{D} * \frac{V^2}{2*g}$$

donde:

Hf = Pérdida de carga en mca.
f = Factor de fricción (adimensional).
L = Longitud del tramo en m.
D = Diámetro interior de la tubería en m.
V = Velocidad de la tubería en m/s.
g = Aceleración de la gravedad 9,8 m/s^2.
El factor de fricción se ha calculado por la fórmula de White Colebrook, de expresión:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2\log\left(\frac{2{,}51}{\mathrm{Re}\sqrt{f}} + \frac{Ka}{3{,}71D}\right)$$

donde:

Re = Nº de Reynolds.
Ka = Coeficiente de rugosidad absoluta. Se ha considerado Ka = 0.0025 mm para las tuberías de PVC

Obteniéndose los siguientes resultados:

Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)
440,52	1,41

1.5. TUBERÍA DE ASPIRACION

La tubería de aspiración está constituida por el tramo de conducción entre la balsa Pla 2 y la Estación de Bombeo 3 proyectada. Esta conducción realizará la función de toma de fondo de la citada balsa.

El final de esta conducción constituirá el colector de aspiración de las bombas, ya dentro de la estación de bombeo, desde donde se impulsará el agua a la Balsa Pla. Por tanto, para el dimensionado de esta conducción, se considerará el caudal de impulsión de las bombas (1800 m^3/h).

La toma de fondo en la solera estará constituida por un bulbo enrejillado o "alcachofa" de acero inoxidable que evite la entrada de sólidos.

Es recomendable que la velocidad de circulación del agua en el interior de la tubería de toma se encuentre comprendida entre 0,5 y 2 m/s.

Toda la conducción de aspiracion, desde la balsa hasta la Estacion de Bombeo 3, se protegerá con una viga de fondo en HA-25 armado de 20 cm de espesor, con doble mallazo de 12 mm de diámetro en cuadrícula de 0,15x0,15 m,

Las características de la tubería de aspiración, que conducirá el agua desde la balsa Pla 2 a la Estacion de Bombeo 3, serán las siguientes:

Material	Chapa de acero soldada helicosoldado
Diámetro nominal	1016 mm
Espesor pared	10 mm
Longitud	24 m

Para verificar la funcionalidad de este elemento, se determinó la pérdida de carga de esta conducción en el caso de que funcionara "en carga", mediante la fórmula de Darcy-Weisbach de expresión:

$$H_f = f * \frac{L}{D} * \frac{V^2}{2*g}$$

donde:

Hf = Pérdida de carga en mca.
f = Factor de fricción (adimensional).
L = Longitud del tramo en m.
D = Diámetro interior de la tubería en m.
V = Velocidad de la tubería en m/s.
g = Aceleración de la gravedad 9,8 m/s^2.
El factor de fricción se ha calculado por la fórmula de White Colebrook, de expresión:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2\log\left(\frac{2{,}51}{\mathrm{Re}\sqrt{f}} + \frac{Ka}{3{,}71D}\right)$$

donde:

Re = Nº de Reynolds.
Ka = Coeficiente de rugosidad absoluta. Se ha considerado Ka = 0.0025 mm para las tuberías de PVC

Obteniéndose los siguientes resultados:

Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)
500	0,64

1.6. ESTACIÓN DE BOMBEO

Para el dimensionamiento de las bombas necesarias se ha tenido en cuenta que:

- Se prevé la ejecución de una instalación fotovoltaica de 250 KWh y, por tanto, se bombeará principalmente en horas de día. Para los meses de máxima demanda, de 10 h a 17 h.
- Se aprovecharán los periodos de potencia P6. En los meses de julio y agosto: de 0 a 7 h, fines de semana y festivos.

Con estos condicionantes, el total de horas bombeadas al mes será de 544. Atendiendo a la alta reserva de agua que se dispone en la balsa del Pla, se diseña un bombeo que sea ligeramente deficitario durante los meses de máxima demanda, consumiendo parte del volumen de agua embalsada. Se aprovecha los meses en los que baja la demanda para llenar la balsa, aprovechando siempre para bombear en horas de sol, consumiendo la producción eléctrica de la instalación fotovoltaica. Se considera un caudal de diseño de 1.800 m^3/h, que se obtendrá con dos bombas de 900 m^3/h. Se mantiene la estación de bombeo actual, con capacidad de bombeo de 600 m^3/h, como bombas de reserva en caso de avería.

En las horas en que el bombeo está parado, el excedente de agua se utiliza para llenar la Balsa del Racó del Capa. La siguiente tabla recoge la hipótesis de funcionamiento del bombeo y el balance de los volúmenes de agua en la balsa del Pla:

BALSA DEL PLA	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
Volumen Balsa Pla (m3)	700.000,00	700.000,00	538.729,82	538.729,82
Volumen riego (m^3) Pla de Montsó	491.575,25	761.329,00	640.632,96	275.126,62
Volumen riego (m^3) Bassa Pla	736.379,30	1.140.470,18	959.667,62	412.139,43
m3 consumo diario Bassa Pla	23.754,17	36.789,36	30.957,02	13.294,82
caudal bombeado (m3/h)	1.800,00	1.800,00	1.800,00	1.800,00
Volumen bombeado (m3)	736.379,30	979.200,00	979.200,00	553.877,23
Volumen restante B. Pla	700.000,00	538.729,82	558.262,20	700.000,00
Déficit volumen mensual (m3)	-	161.270,18		-

Se observa que el mes de máxima demanda (julio) producirá un vaciado de la balsa de 202.000 m^3 y en agosto 21.000 m^3 más. Estos volúmenes todavía permiten una regulación de 400.000 m^3. A partir de agosto en que la demanda se reduce se volvería a llenar la balsa. En el Apéndice 1 se incluye la tabla completa.

En el Anejo 12 se recogen las hipótesis de funcionamiento de la instalación fotovoltaica y los consumos previstos.

1.6.1. RANGO Y PUNTO DE FUNCIONAMIENTO DE BOMBAS

Para el dimensionamiento de las bombas se adoptan los siguientes valores:

- Altura geométrica máxima y mínima: es una cota fija ya que la cota de entrada a la balsa es la del NMN (353.00)
- Caudal: se considerará el punto de funcionamiento para el máximo caudal bombeado: 900 m^3/h. También se considerará el punto de funcionamiento para un caudal inferior (Q_{max}/2) que se obtendrá gracias al variador de frecuencia.
- Altura manométrica de diseño: tiene en cuenta las pérdidas producidas en la aspiración y en la impulsión:
  - Pérdida de carga aspiración: 0.016 m (Se justifica en apéndice 2)
  - Pérdidas de carga impulsión: 0.35 m (Se justifica en apéndice 2)

Cota eje bombas	334.3
Cota impulsión	353.0
Pérdidas	0.35
Altura manométrica de diseño	**19.05 m**

- NPSH$_d$: El valor de NPSH$_d$ es el siguiente:

Cota nivel agua aspiración	335.5 m
Cota eje bomba	334.3 m
Altura geométrica aspiración	1.2 m
Presión atmosférica	9.71 m
Pérdidas de carga en la aspiración	0.031 m
Tensión de vapor	0.174 m
NPSH$_d$	**11.12 m**

- Potencia máxima necesaria: Para obtener una estimación de la potencia máxima se utiliza la siguiente expresión:

$$W = \alpha * (Q * \gamma * H_m)/(\eta_b * \eta_m)$$

W: Potencia total del sistema en watios

α: Coeficiente de Seguridad de contracción, con un valor comprendido entre 1.05 y 1.1 (se adopta un valor de 1.08)

Q: Caudal en m^3/s: 0.250

Y: Peso específico del agua en N/m^3 (se adopta un valor de 9.800 N/m^3)

H_m: Altura manométrica máxima: 19.05 m

η_b: Rendimiento de las bombas, suponiendo un valor inicial de 0.8

η_m: Rendimiento del motor, suponiendo un valor inicial de 0.95

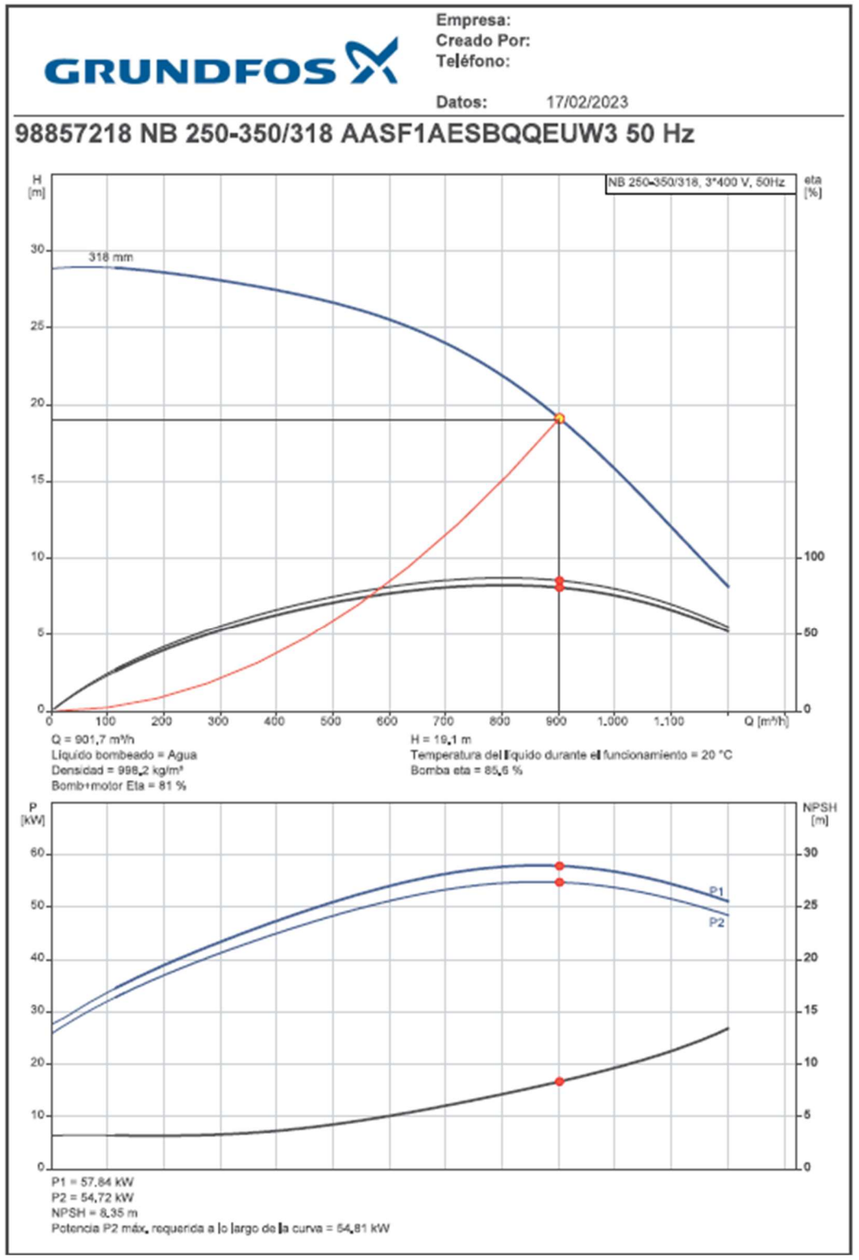
Con esto se obtiene un valor estimado de potencia de 66.3 kW

1.6.2. CARACTERÍSTICAS DE LA BOMBA

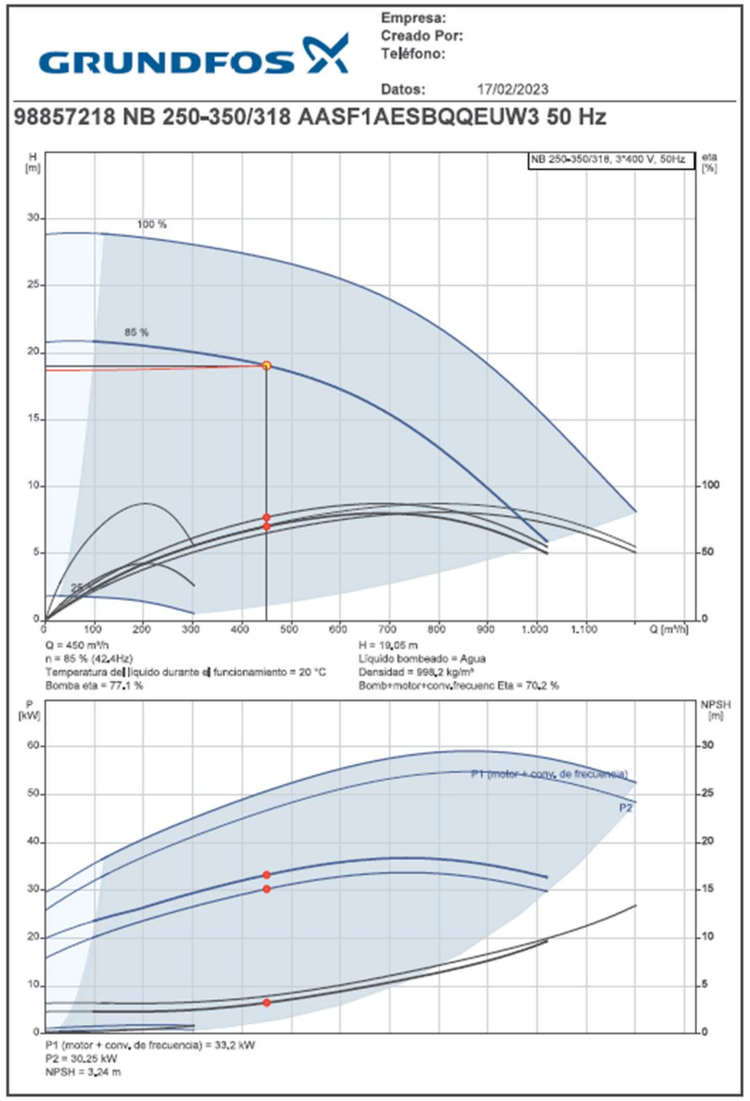
A continuación, se presentan las principales características de las bombas suministradas por el fabricante:

PARÁMETRO	EB-3
Punto inicial	EB-3
Punto final	BALSA DEL PLA
Caudal bombeado	1.800 m3/h
Bombas en funcionamiento	2 ud
Caudal unitario de bombeo	900 m3/h
Cota mínima punto inicial	334.5
Cota máxima punto inicial	335.5
Cota punto final	353.0
Altura geométrica mínima	17.5
Altura geométrica media o probable	18.0
Altura geométrica máxima	18.5
Pérdidas de carga a largo plazo	0.35
Altura manométrica mínima	17.85 m.c.a.
Altura manométrica media o probable	18.35 m.c.a.
Altura manométrica máxima	18.85 m.c.a.
PUNTO DE FUNCIONAMIENTO ADOPTADO	
Caudal de bombeo	900 m3/h
Altura manométrica	19.00 m.c.a.

La ficha completa de las bombas se encuentra en el Apéndice 4.



Para el caso de bombeo de la mitad del caudal, mediante variador de frecuencia, el punto de funcionamiento de la bomba es el siguiente:



1.7. OBRA DE SALIDA BALSA PLA 2 A BALSA RACO DEL CAPA

La aspiración de la EB-3 se realizará en la Balsa del Pla 2. Dado que el volumen de esta balsa es reducido, es necesario garantizar que esta balsa siempre estará llena. Por esta razón, se prevé que la nueva tubería desde la toma desagüe directamente en esta balsa. El excedente se verterá mediante un nuevo aliviadero a la Balsa del Racó del Capa.

La obra de salida de la Balsa Pla 2 consiste en una arqueta de aliviadero. Tendrá unas dimensiones interiores en planta de 1,3 x 0,6 m y una altura mínima de 0,4 m y máxima de 1,0 m, en HA-25 armado de 20 cm de espesor, con doble mallazo de 12 mm de diámetro en cuadrícula de 0,15x0,15 m.

La tubería que conectará ambas balsas será de PVC-O DN 500 PN 12,5 con una longitud de 25 m. La conducción se protegerá con una viga de fondo en HM-20 de dimensiones 0,8 x 0,8 m.

El vertido de esta tubería se realiza en la balsa Raco del Capa, a través de una obra de entrada que consiste en una arqueta de aliviadero. Tendrá unas dimensiones interiores en planta de 1,3 x 0,6 m y una altura mínima de 0,4 m y máxima de 1,0 m, en HA-25 armado de 20 cm de espesor, con doble mallazo de 12 mm de diámetro en cuadrícula de 0,15x0,15 m.

1.8. TUBERÍA DE IMPULSIÓN

La tubería de impulsión está constituida por el tramo de conducción entre la Estación de Bombeo 3 proyectada y la Balsa Pla.

Va a estar constituido por dos tuberías, una existente, de PVC-O DN 500 PN 12,5, que abastece la balsa Pla desde la Estación de Bombeo 1. La otra tubería, cuyo trazado discurrirá paralelo a la actual tubería de impulsión, es proyectada, y presenta las siguientes características:

Material	PEAD
Diámetro nominal	500 mm
Presión nominal	12,5 mm
Longitud	134 m

La salida de las bombas se compone de dos tuberías de chapa de acero helicosoldado de DN 500 y espesor de 10 mm y que se conectaran con las tuberías citadas.

La entrega de agua a la balsa se realizará a través de una arqueta de hormigón armado de dimensiones interiores 2,1 x 1 m, con una profundidad mínima de 0,4 m y máxima de 1,0 m. Esta arqueta funcionara como un aliviadero invertido. La cota de vertido de la arqueta será de 353 msnm.

1.8.1. CÁLCULO DE TRANSITORIOS

A continuación, se justifica el incremento de presión que se puede producir en caso de fenómeno de golpe en la instalación.

En primer lugar, se calcula la celeridad mediante la siguiente expresión:

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + K \cdot \frac{D}{e}}}$$

en la que D es el diámetro de la conducción (en mm), e es el espesor (en mm) y K un coeficiente representativo de la elasticidad del material de la conducción, y que es función del módulo de elasticidad del mismo (en kg/m2) a través de la expresión:

$$K = \frac{10^{10}}{\varepsilon}$$

en la que ε es el módulo de elasticidad del material de la conducción, para tuberías de PEAD se toma un valor de 10^8 kg/m2.

La celeridad da un valor de 291,98 m.

A continuación, se determina el tiempo que dura la variación de velocidad, es decir, el que transcurre desde el corte de energía y la anulación del caudal o el tiempo de parada del agua.

$$T = C + \frac{K \cdot L \cdot v}{g \cdot H_m}$$

en la que L es la longitud de la conducción de la instalación (en m), V es la velocidad de circulación del agua en la instalación (en m/s), g es la gravedad, Hm es la altura manométrica de la instalación, y C y K son coeficientes de ajuste determinados experimentalmente.

El coeficiente K representa la inercia del equipo de bombeo, en función de la cinética del agua, en el instante del corte de energía, y cuyos valores redondeados recomendados para una mayor facilidad de aplicación de la fórmula son los siguientes:

L (m)	K
< 500	2
≈ 500	1,75
500 < L < 1500	1,5
≈ 1500	1,25
> 1500	1

El coeficiente C suple el efecto de otras energías en el cálculo (como la de descompresión del agua, por ejemplo) y que influyen en instalaciones de pendientes bajas. En función de la pendiente hidráulica de la instalación, se recomiendan los siguientes valores.

i	C
< 20%	1
≈ 25%	0,8
≈ 30%	0,6
≈ 40%	0,4
> 50%	0

Por tanto, el tiempo de parada T da un valor de 3,15 segundos.

En relación con la velocidad de propagación de la onda y el tiempo de parada del agua, puede determinarse una tercera característica de la instalación: su longitud crítica, la cual es sencilla de obtener a través de la expresión:

$$L_c = \frac{aT}{2}$$

, donde T es el tiempo de parada (en s) y *a* la celeridad (en m/s).

La longitud critica, Lc, es igual a 460,04 m.

Puesto que L es menor que Lc, la forma a aplicar para calcular el golpe de ariete y obtener el incremento de presión producido es el propuesto por Michaud:

$$\Delta H = \frac{2 \cdot L \cdot v}{g \cdot T}$$

El incremento de presión será de 13 mca.

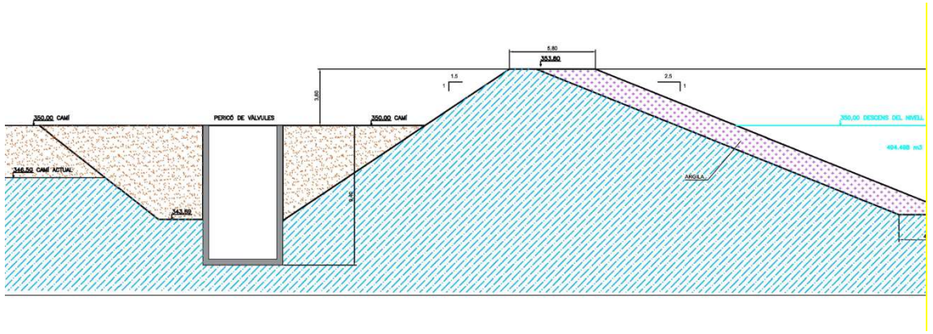
En este caso, la presión máxima se dará única y exclusivamente en el ámbito del elemento que ha generado el golpe de ariete (en la válvula de cierre o en la válvula antiretorno del bombeo), y en ningún punto más de toda la longitud de la instalación se dará esa presión máxima.

Para mitigar el posible golpe de ariete se ejecutará una chimenea de 2 m de altura con un tubo de PVC de D. 110 PN 10. Esta misma chimenea se ejecutará en el tubo existente.

1.9. ACTUACIONES BALSA DEL PLA

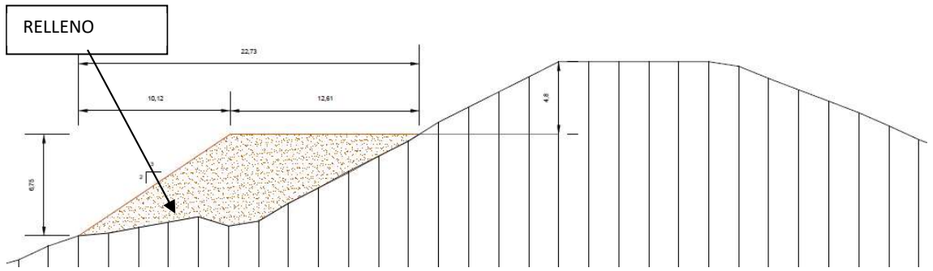
Con el fin de minimizar el riesgo potencial de la balsa en caso de rotura se realizarán una serie de actuaciones en la arqueta de la obra de salida de la balsa:

- En la arqueta de salida de la balsa del Pla se instalará un caudalimetro: éste pretende detectar flujo no asociado a consumo de riego. Estará conectado al PLC.
- En la misma arqueta, se instalará una válvula de mariposa motorizada: En caso de detectar flujo anormal, se enviará aviso al responsable de explotación. Éste podrá cerrar de forma telemática la válvula de mariposa.
- Sustitución de tramo de tubería de acero que se encuentra en mal estado.
- Ejecución de recrecido de la arqueta de salida de la balsa del Pla con el fin de rellenar el trasdós hasta la cota 350. La altura de la nueva arqueta será de 9,2 m.



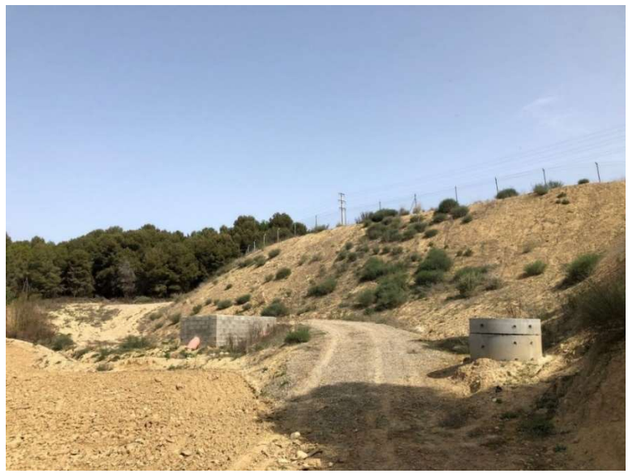
1.10. ACTUACIONES BALSA RACÓ DEL CAPA

Con el fin de minimizar el riesgo potencial de la balsa en caso de rotura se realizarán una serie de actuaciones en la Balsa del Racó del Capa. La actuación en la Balsa consistirá en el relleno con tierra de préstamo del pie del dique. Se extenderán y compactarán tongadas de tierra, consiguiendo una plataforma estable, que disminuirá la altura entre el pie y la coronación hasta los 4,80 metros. El relleno tendrá una altura variable entre los 3,6 m y los 7,1 m, un ancho variable entre los 23,7 y 9,6 m. La pendiente del talud será una H3:V2, garantizando en todo momento la estabilidad.



Adicionalmente se construirá un sistema de drenaje para controlar las posibles filtraciones de agua que existan en la cimentación del talud, de forma que no se puedan generar subpresiones, y también al contacto entre el nuevo talud y el existente, que se conducirán hasta la arqueta de control del drenaje existente. También se instalará un geotextil entre el dique de la balsa y el nuevo talud a construir. Se controlará que no se produzca erosión interna en el cuerpo del talud proyectado.

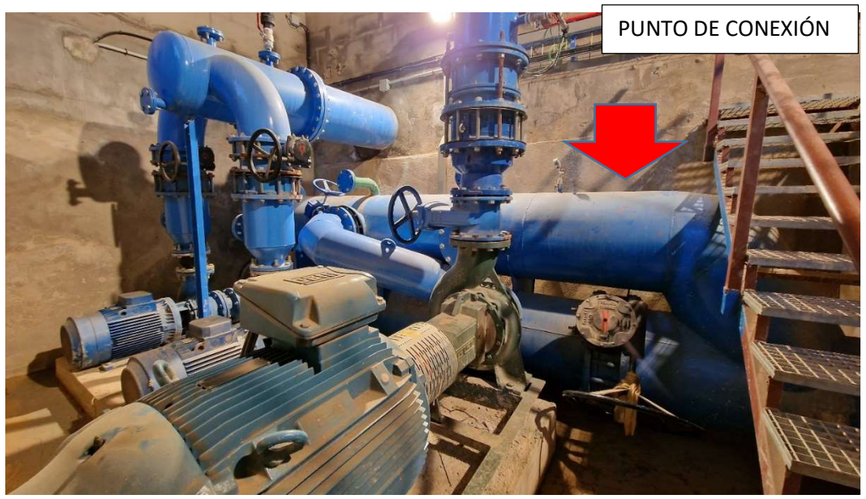
Al pie del relleno a ejecutar se ubica la actual arqueta de válvulas de salida de la balsa, que como consecuencia de la aportación de tierras deberá recrecerse 1,70 m con pared de bloque de cemento, rellenados con barras de acero corrugado y con hormigón. La pared que estará en contacto con el talud, se asegurará con anclajes de barras de acero galvanizado, y se impermeabilizará con emulsión bituminosa y con lámina drenante de polietileno. También se ejecutará un drenaje perimetral en la arqueta existente para controlar las filtraciones. Finalmente, para entrar a maniobrar la válvula, se abrirá un nuevo acceso lateral y se instalará una plataforma de acero galvanizado para mejorar las operaciones. En esta arqueta se realizará la nueva conexión del Sector de riego Pla de Montsó. Previamente se desconectarán los sectores Robinals de Abajo, Checo y Pueblo.



Al pie del talud se construirá una nueva arqueta en la que se conectará la nueva tubería para el riego de los Sectores de Robinals de Abajo, Pueblo y Checo, conectada en la EB1.

1.11. ACTUACIONES EB1

En la EB1 se mantendrá la configuración actual. La única modificación consistirá en la conexión al colector superior del nuevo tubo de abastecimiento para los sectores Robinals de Arriba, Checo y Pueblo:



APÉNDICE 1: CÁLCULO DEMANDA MENSUAL

BALSA DEL PLA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Volumen Balsa Pla (m3)	700.000,00	700.000,00	700.000,00	700.000,00	700.000,00	700.000,00	700.000,00	538.729,82	538.729,82	700.000,00	700.000,00	700.000,00
Volumen riego (m^3) Pla de Montsó	-	25.262,79	110.012,06	180.169,97	275.833,80	491.575,25	761.329,00	640.632,96	275.126,62	-	7.800,25	-
Volumen riego (m^3) Bassa Pla		37.843,64	164.797,96	269.894,46	413.198,79	736.379,30	1.140.470,18	959.667,62	412.139,43	-	11.684,78	-
m3 consumo diario Bassa Pla		1.220,76	5.316,06	8.706,27	13.328,99	23.754,17	36.789,36	30.957,02	13.294,82	-	376,93	-
caudal bombeado (m3/h)						1.800,00	1.800,00	1.800,00	1.800,00	1.800,00	1.800,00	1.800,00
Volumen bombeado (m3)		37.843,64	164.797,96	269.894,46	413.198,79	736.379,30	979.200,00	979.200,00	553.877,23		11.684,78	-
Volumen restante B. Pla		700.000,00	700.000,00	700.000,00	700.000,00	700.000,00	538.729,82	558.262,20	700.000,00	700.000,00	700.000,00	700.000,00
Déficit volumen mensual (m3)						-	161.270,18		-	-	-	-

APÉNDICE 2: PÉRDIDAS TUBERÍAS

Cálculo hidráulico aspiración

1.- Datos generales

Q	0,5	m3/s	**v_entrada**	0,863 m/s
D_int	1	m		
n tubos	1		**v_salida**	0 m/s
rugosidad	0,008	mm		
velocidad	0,637	m/s		
Long. Tubería	23	m		

2.- Cálculo

2.1.- Pérdidas entrada sifón

Ke 0 (factor pérdidas entrada) Perd. Entrada 0,000 m

2.2.- Pérdidas salida sifón

Ks 0 (factor pérdidas salida) Perd. Salida 0,000 m

2.3.- Pérdidas fricción (Colebrook-White)

Cabal (m3/s)	D int (mm)	A (m2)	v (m/s)	k (mm)	k/D	g (m/s)	Visc cin. (m2/s)	j (m/m)
0,50	1000	0,785	0,64	0,00800	0,000008	9,8	1,21E-06	**0,000272**

Perd. Fricción 0,006 m

2.4.- Pérdidas codos

Número	Angulo codo [º]	R_curv [m]	D [m]	Kc
1	90	1	1	0,29425
2	135	1	1	0,14713
3	135	1	1	0,14713
4	90	1	1	0,29425
5	90	1	1	0,29425
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
			Suma Kc	1,17701

Perd. Codos 0,024 m

2.5.- Pérdidas reja

velocidad entrada 0,64

Kr 0 (factor pérdidas reja) Perd. Reja 0,000 m

2.6.- Total pérdidas

Total 0,031 m

Cálculo hidráulico impulsión

1.- Datos generales

Q	0,25	m3/s	**v_entrada**	0 m/s
D_int	0,5	m		
n tubos	1		**v_salida**	0 m/s
rugosidad	0,0007	mm		
velocidad	1,273	m/s		
Long. Tubería	138	m		

2.- Cálculo

2.1.- Pérdidas entrada sifón

Ke 0 (factor pérdidas entrada) Perd. Entrada 0,000 m

2.2.- Pérdidas salida sifón

Ks 0 (factor pérdidas salida) Perd. Salida 0,000 m

2.3.- Pérdidas fricción (Colebrook-White)

Cabal (m3/s)	D int (mm)	A (m2)	v (m/s)	k (mm)	k/D	g (m/s)	Visc cin. (m2/s)	j (m/m)
0,25	500	0,196	1,27	0,00070	0,000001	9,8	1,21E-06	**0,002157**

Perd. Fricción 0,298 m

2.4.- Pérdidas codos

Número	Angulo codo [º]	R_curv [m]	D [m]	Kc
1	90	1	0,5	0,14543
2	60	1	0,5	0,19391
3	60	1	0,5	0,19391
4	90	1	0,5	0,14543
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
			Suma Kc	0,67867

Perd. Codos 0,056 m

2.5.- Pérdidas reja

velocidad entrada 1,273

Kr 0 (factor pérdidas reja) Perd. Reja 0,000 m

2.6.- Total pérdidas

Total 0,354 m

APÉNDICE 3: CÁLCULO MACIZOS TUBERÍAS

CÁLCULO MACIZOS DE ANCLAJE DE TUBERÍAS ZONA EB Y BALSAS

MASSISSOS D'ANCORATGE

ρ aigua =	1.000,00	kg/m³		ρ formigó (kg/m³) =	2.300,00	Cohesió terr. (kN/m²):	2,00																						
1 kN =	101,97	kp		θ_{adm} terr. (kp/m²) =	10.000,00	Coef.minor. passiu:	6,00																						
1 m.c.a =	999,97	kp/m²		φ (°) =	30,00	Coef.emp. passiu (Kp):	3,00																						
g =	9,81	m/s²		ρ seca sòl (g/cm³) =	1,60	**Coef. Seguretat:**	**1,20**																						
				ρ partícules (g/cm³) =	2,65																								
				ρ sòl subm. (g/cm³) =	0,996																								

Fórmules d'empenta segons tipus de recinte:

Colze:	2PA·sen(a/2)	a= angle entre canonades
Reducció:	P·(A1 - A2)	Ax = Seccions dels tubs
Derivació:	P·A	A=secció de la derivació
Tap /	P·A	**(Una derivació tancada
Seccionament:		no produeix empentes)**

CONSTANTS

Coeficient de longitud de tub dins del dau, respecte a la longitud del dau:

Recobriment mínim de terres:

Croquis	PK	Material	Fondària de la generatriu inferior de la canonada (m)	Fondària fins a la base del massís (m)	Nombre de peces/forces en aquest PK	Descripció de cadascuna de les peces	Pressió MDP (m.c.a.)	Canvi d'alineació (només colzes vert.)			Angle entre canonades (només colzes horitzontals)	Seccions de les conduccions				Empentes		Mides orientatives del dau			Resultats						
								Pendent entrada (%)	Pendent sortida (%)	Angle vertical (°)		Diàmetre 1 [principal] (mm)	Secció 1 (m²)	Diàmetre 2 [derivació/reducció] (mm)	Secció 2 (m²)	Nom	Tipus	Llarg (m)	Alçada (m)	Ample rassa / dau / servitud (m)	Resultant H	Coeficient seguretat (Fregament)	Resultant Z	Coeficient seguretat (Resultant Z)	Tensió vertical transmesa al terreny (kp/m²)	Recobriment de terres (m)	Volum de formigó (m³)
1		PVC-OR	2,00	2,20	1	Colze H	10,00	1,00	1,00	0,00	90,00	500,00	0,20		0,00	F1	XY	1,00	1,00	1,00	3.729,95	1,34	3.900,93	N/A	3.900,93	1,20	**0,75**
2		PEAD	2,00	2,20	1	Colze H	40,00	1,00	1,00	0,00	45,00	500,00	0,20		0,00	F1	XY	2,00	1,00	1,00	7.459,90	1,24	7.801,86	N/A	3.900,93	1,20	**1,51**
2		PEAD	2,00	2,20	1	Colze V	40,00	1,00	30,00	16,13		500,00	0,20		0,00	F1	XY	1,00	1,00	1,00	3.729,95	1,69	3.900,93	N/A	3.900,93	1,20	**0,75**

APÉNDICE 4: CARACTERÍSTICAS MOTOBOMBAS

Contar	Descripción
1	**NB 250-350/318 AASF1AESBQQEUW3**

Código: 98857218

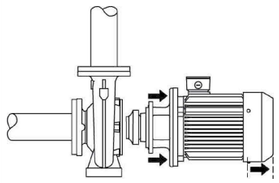
Bomba centrífuga de voluta, no autocebante y de una etapa, diseñada de acuerdo con la norma ISO 5199, con dimensiones y rendimiento nominal de acuerdo con la norma EN 733 (10 bar). Las bridas son de PN 10 y sus dimensiones satisfacen los requisitos establecidos por la norma EN 1092-2.

La bomba posee un puerto de aspiración axial, un puerto de descarga radial, eje horizontal y un diseño que facilita la extracción del motor, el soporte del motor, la cubierta y el impulsor sin necesidad de desmontar la carcasa de la bomba ni las tuberías.

El cierre de fuelle de caucho no equilibrado satisface los requisitos establecidos por la norma DIN EN 12756.

La bomba está acoplada directamente a un motor asíncrono refrigerado por ventilador.
El índice de eficiencia mínima del producto (MEI) es mayor o igual a 0,70. De acuerdo con el Reglamento (UE) de la Comisión vigente desde el 1 de enero de 2013, este es el valor de referencia indicativo para las bombas hidráulicas más eficientes disponibles en el mercado.

Gracias a su diseño, el mantenimiento y la revisión de la bomba puede llevarlos a cabo una sola persona sin necesidad de desmontar la carcasa ni las tuberías.



Las piezas de fundición incluyen un revestimiento epoxídico, aplicado mediante un proceso de electrodeposición catódica.

La electrodeposición catódica es un proceso de pintado por inmersión de alta calidad, consistente en la aplicación de un campo eléctrico alrededor de los productos que garantiza la deposición controlada de las partículas de pintura formando una capa delgada sobre la superficie.

Bomba

El soporte del motor y la cubierta de la bomba están fabricados en fundición (EN-GJL-250).

Las protecciones del acoplamiento se instalan en el soporte del motor.

La cubierta de la bomba está equipada con un tornillo de purga de aire manual para purgar el aire de la carcasa de la bomba y la cámara del cierre.

La bomba está equipada con un cierre de fuelle de caucho no equilibrado con transmisión de par a través del muelle y alrededor del fuelle.

El fuelle evita que el cierre desgaste el eje e impide que el movimiento axial se vea obstaculizado por la presencia de depósitos en el eje.

Superficies del cierre:

- Material del anillo del cierre giratorio: carburo de silicio (SiC).
- Material del asiento estacionario: carburo de silicio (SiC).

Esta combinación de materiales se usa en casos en los que es preciso conferir al equipo una mayor resistencia a la corrosión. La elevada dureza de esta combinación de materiales proporciona una magnífica resistencia contra las partículas abrasivas.

Material del cierre secundario: EPDM (caucho de etileno-propileno)

El EPDM posee una excelente resistencia al agua caliente. El EPDM no es apto para el uso con aceites minerales.

La carcasa de la bomba tiene patas.

Contar	Descripción
1	La bomba debe fijarse a la cimentación insertando pernos a través de las patas de la carcasa de la bomba y las patas del motor.

La bomba se suministra con bloques de apoyo de acero.
Los bloques de apoyo permiten que la bomba quede alineada horizontalmente y garantizan la separación necesaria entre el soporte o la brida del motor y la cimentación.

Motor

El motor es de tipo totalmente cerrado, cuenta con refrigeración por ventilador y sus principales dimensiones se ajustan a las normas IEC y DIN. Las tolerancias eléctricas satisfacen los requisitos establecidos por la norma IEC 60034.

El nivel de eficiencia del motor de acuerdo con la norma IEC 60034-30-1 es IE3.

El motor posee termistores (sensores PTC) en los bobinados, de acuerdo con las normas DIN 44081/DIN 44082. El sistema de protección reacciona a los aumentos de temperatura lentos y rápidos (como aquellos que tienen lugar en condiciones de sobrecarga constante y atasco).

Los térmicos deben conectarse a un circuito de control externo para garantizar que la función de restablecimiento automático no pueda dar lugar a accidentes. Los motores deben conectarse a un disyuntor protector para motor de acuerdo con lo establecido por la normativa local en vigor.

Un variador de frecuencia hace posible el ajuste del punto de trabajo de la bomba a cualquier valor. Si el motor debe conectarse a un variador de frecuencia, la bomba deberá solicitarse equipada con el cojinete de motor eléctricamente aislado.

Más información acerca del producto

Las piezas de fundición incluyen un revestimiento epoxídico, aplicado mediante un proceso de electrodeposición catódica.

La electrodeposición catódica es un proceso de pintado por inmersión de alta calidad, consistente en la aplicación de un campo eléctrico alrededor de los productos que garantiza la deposición controlada de las partículas de pintura formando una capa delgada sobre la superficie.

Datos técnicos

Paneles control:	
Frequency converter:	NONE
Sensor de presión:	N
Líquido:	
Líquido bombeado:	Agua
Rango de temperatura del líquido:	-25 .. 120 °C
Temperatura del líquido durante el funcionamiento:	20 °C
Densidad:	998.2 kg/m³
Viscosidad cinemática:	1 mm2/s
Técnico:	
Velocidad predeterminada:	1482 rpm
Caudal real calculado:	250 l/s
Altura resultante de la bomba:	17.1 m
Diámetro real del impulsor:	318 mm
Diámetro nominal del impulsor:	350
Disp. de cierre:	Single
Código del cierre:	BQQE
Tolerancia de curva:	ISO9906:2012 3B
Diseño rodamiento:	Standard
Materiales:	
Cuerpo hidráulico:	Fundición
Carcasa de la bomba:	EN-GJL-250 ASTM class 35
Mat. de anillo de desgaste:	Latón

Empresa:
Creado Por:
Teléfono:

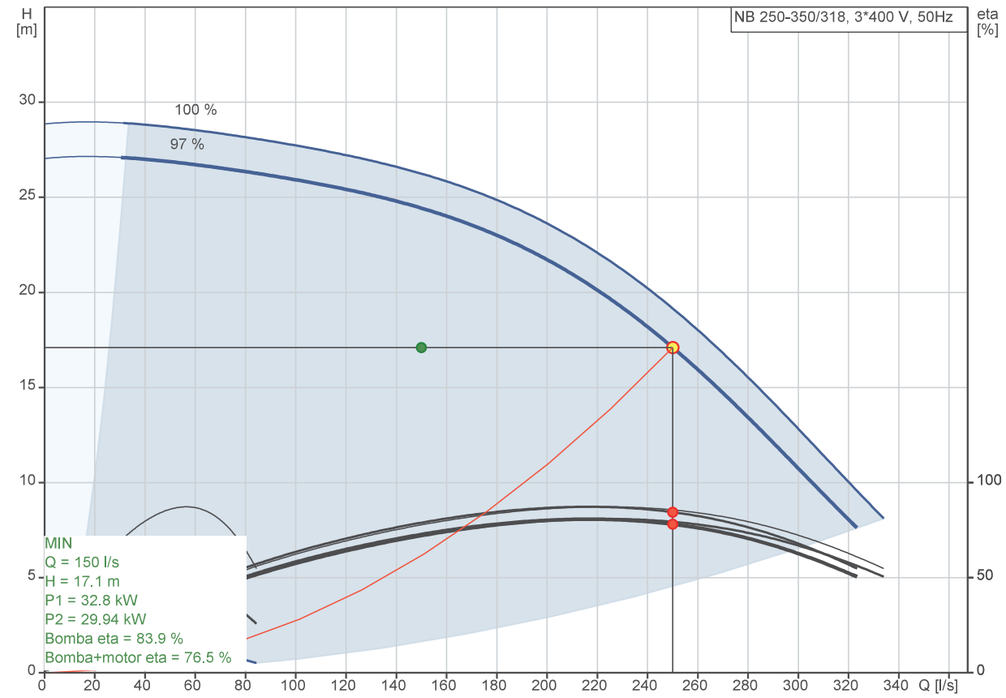
Datos: 24/01/2023

Contar	Descripción	
1	Impulsor:	Fundición EN-GJL-200 ASTM class 30
	Internal pump house coating:	CED
	Eje:	Stainless steel EN 1.4301 AISI 304
	Instalación:	
	temp. máx. ambiente:	55 °C
	Presión de trabajo máxima:	10 bar
	Normativa de conexión de tubería:	EN 1092-2
	Tamaño de la conexión de entrada:	DN 300
	Tamaño de la conexión de salida:	DN 250
	Presión nominal para la conexión:	PN 10
	Lubricación de rodamiento:	Grease
	Carcasa de bomba con pie:	Yes
	Sí = Con bloque de soporte, No = Sin bloque de soporte:	Y
	Datos eléctricos:	
	Tipo de motor:	SIEMENS
	Clase eficiencia IE:	IE3
	Potencia nominal - P2:	55 kW
	Frecuencia de red:	50 Hz
	Tensión nominal:	3 x 380-420D/660-725Y V
	Intensidad nominal:	96/56 A
	Intensidad de arranque:	680-680 %
	Cos phi - factor de potencia:	0.87
	Velocidad nominal:	1482 rpm
	Eficiencia:	IE3 94,6%
	Eficiencia del motor a carga total:	94.6-94.6 %
	Eficiencia del motor a una carga de 3/4:	95.1-95.1 %
	Eficiencia del motor a una carga de 1/2:	95-95 %
	Número de polos:	4
	Grado de protección (IEC 34-5):	IP55
	Clase de aislamiento (IEC 85):	F
	Motor N.º:	99032216
	Bearing insulation type N-end:	STEEL BEARING
	Otros:	
	Índice de eficiencia mínima, IE min:	0.70
	Peso neto:	994 kg
	Peso bruto:	1040 kg
	Volumen de transporte:	1.62 m³
	VVS danés n.º:	386069355

Empresa:
Creado Por:
Teléfono:

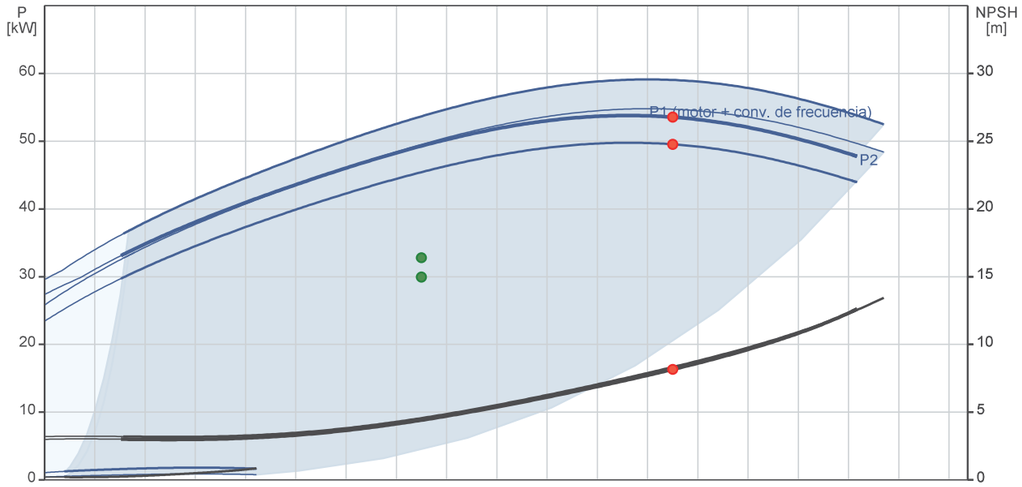
Datos: 24/01/2023

98857218 NB 250-350/318 AASF1AESBQQEUW3 50 Hz



Q = 250 l/s
n = 97 % (48.4Hz)
Temperatura del líquido durante el funcionamiento = 20 °C
Bomba eta = 84.5 %

H = 17.1 m
Líquido bombeado = Agua
Densidad = 998.2 kg/m³
Bomb+motor+conv.frecuenc Eta = 78.1 %

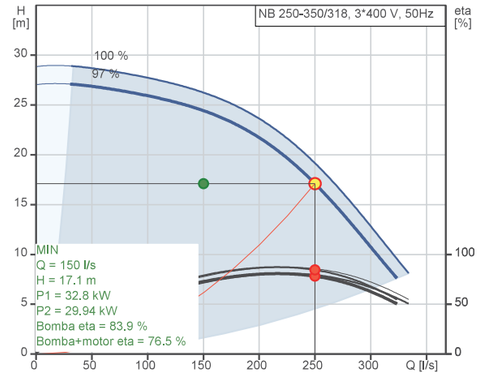


P1 (motor + conv. de frecuencia) = 53.56 kW
P2 = 49.55 kW
NPSH = 8.16 m

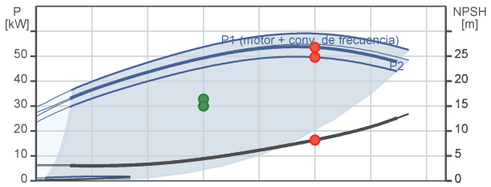
Empresa:
Creado Por:
Teléfono:

Datos: 24/01/2023

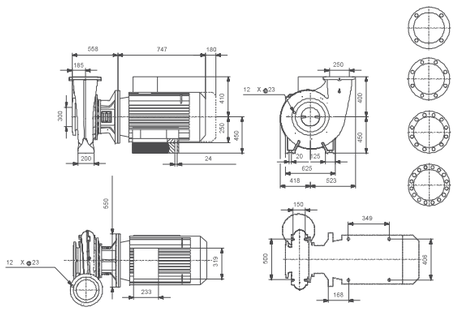
Descripción	Valor
Información general:	
Producto::	NB 250-350/318 AASF1AESBQQEUW3
Código::	98857218
Número EAN::	5712602474220
Técnico:	
Velocidad predeterminada:	1482 rpm
Caudal real calculado:	250 l/s
Altura resultante de la bomba:	17.1 m
Diámetro real del impulsor:	318 mm
Diámetro nominal del impulsor:	350
Disp. de cierre:	Single
Diámetro del eje:	48 mm
Código del cierre:	BQQE
Tolerancia de curva:	ISO9906:2012 3B
Versión de la bomba:	AS
Diseño rodamiento:	Standard
Materiales:	
Cuerpo hidráulico:	Fundición
Carcasa de la bomba:	EN-GJL-250
Carcasa de la bomba:	ASTM class 35
Mat. de anillo de desgaste:	Latón
Impulsor:	Fundición
Impulsor:	EN-GJL-200
Impulsor:	ASTM class 30
Internal pump house coating:	CED
Código de material:	A
Código para caucho:	E
Eje:	Stainless steel
Eje:	EN 1.4301
Eje:	AISI 304
Instalación:	
temp. máx. ambiente:	55 °C
Presión de trabajo máxima:	10 bar
Normativa de conexión de tubería:	EN 1092-2
Tamaño de la conexión de entrada:	DN 300
Tamaño de la conexión de salida:	DN 250
Presión nominal para la conexión:	PN 10
Lubricación de rodamiento:	Grease
Carcasa de bomba con pie:	Yes
Sí = Con bloque de soporte, No = Sin bloque de soporte:	Y
Código de conexión:	F1
Líquido:	
Líquido bombeado:	Agua
Rango de temperatura del líquido:	-25 .. 120 °C
Temperatura del líquido durante el funcionamiento:	20 °C
Densidad:	998.2 kg/m³
Viscosidad cinemática:	1 mm2/s
Datos eléctricos:	
Tipo de motor:	SIEMENS
Clase eficiencia IE:	IE3
Potencia nominal - P2:	55 kW
Frecuencia de red:	50 Hz
Tensión nominal:	3 x 380-420D/660-725Y V
Intensidad nominal:	96/56 A

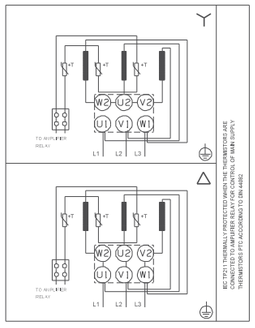


Q = 250 l/s
n = 97 % (48.4Hz)
Densidad = 998.2 kg/m³
H = 17.1 m
Líquido bombeado = Agua
Bomba eta = 84.5 %
Temperatura del líquido durante el funcionamiento = 20 °C
Bomb+motor+conv.frecuenc Eta = 78.1 %



P1 (motor + conv. de frecuencia) = 53.56 kW
P2 = 49.55 kW
NPSH = 8.16 m





Empresa:
Creado Por:
Teléfono:

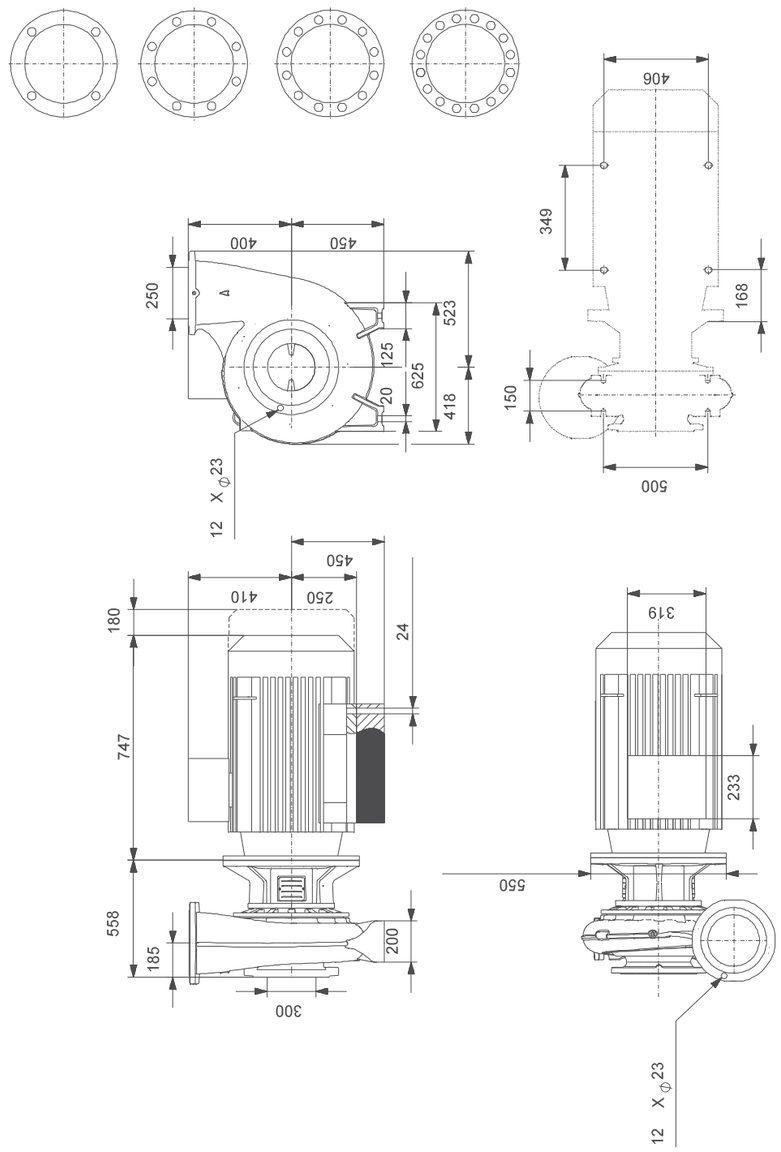
Datos: 24/01/2023

Descripción	Valor
Intensidad de arranque:	680-680 %
Cos phi - factor de potencia:	0.87
Velocidad nominal:	1482 rpm
Eficiencia:	IE3 94,6%
Eficiencia del motor a carga total:	94.6-94.6 %
Eficiencia del motor a una carga de 3/4:	95.1-95.1 %
Eficiencia del motor a una carga de 1/2:	95-95 %
Número de polos:	4
Grado de protección (IEC 34-5):	IP55
Clase de aislamiento (IEC 85):	F
Protección de motor integrada:	PTC
Motor N.º:	99032216
Diseño del montaje según norma CEI 34-7:	IM B35
Bearing insulation type N-end:	STEEL BEARING
Paneles control:	
Convertidor de frecuencia:	NONE
Sensor de presión:	N
Otros:	
Índice de eficiencia mínima, IE min:	0.70
Peso neto:	994 kg
Peso bruto:	1040 kg
Volumen de transporte:	1.62 m³
VVS danés n.º:	386069355

Empresa:
Creado Por:
Teléfono:

Datos: 24/01/2023

98857218 NB 250-350/318 AASF1AESBQQEUW3 50 Hz

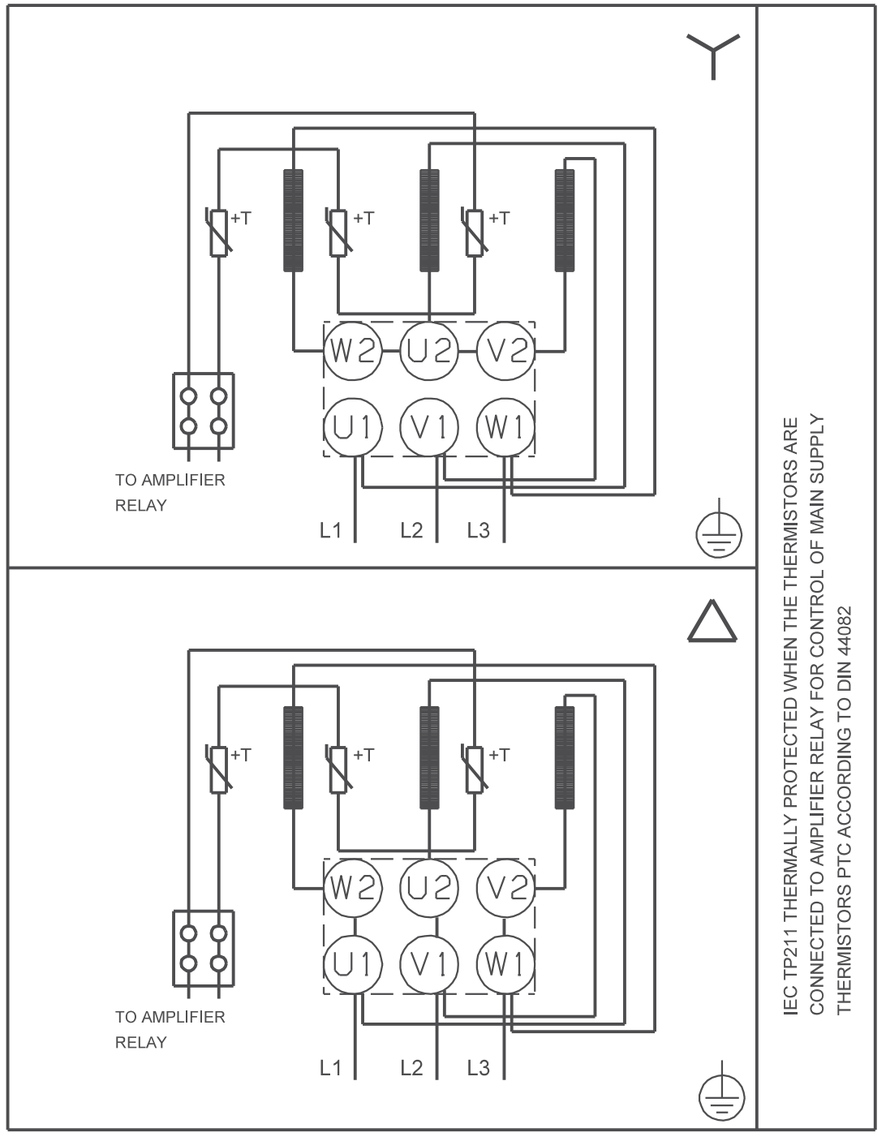


Nota: todas las unidades están en [mm] a menos que se indiquen otras. Exención de responsabilidad: este esquema dimensional simplificado no muestra todos los detalles.

Empresa:
Creado Por:
Teléfono:

Datos: 24/01/2023

98857218 NB 250-350/318 AASF1AESBQQEUW3 50 Hz



¡Nota!Uds en [mm] a menos que otras estén expresadas

Empresa:
Creado Por:
Teléfono:

Datos: 24/01/2023

98857218 NB 250-350/318 AASF1AESBQQEUW3 50 Hz

Entrada

General

Selec. familia de la bomba	NB, NBE, NBE Series 2000
Aplicación	Calefacción

Sus requisitos

Líquido bombeado	Agua de calefacción

Modo de control

Modo de control	No controlada

Edite Perfil de Carga

Temporada de calefacción	285 días
Perfil de carga	Plena carga

Coste c. vida

¿Con qué nivel de detalle desea realizar el análisis del coste de ciclo de vida?	Análisis simple del LCC
	Pump A

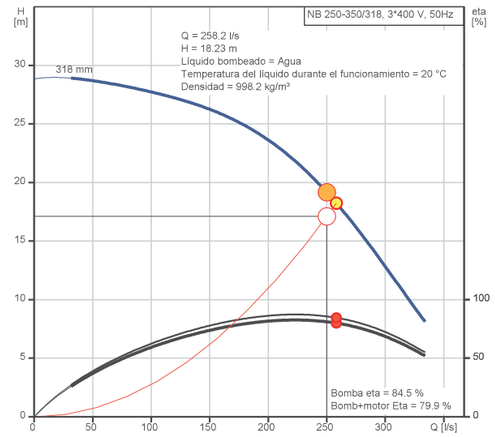
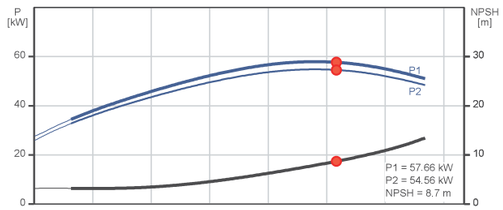
Ajustes de la lista de resultados

Precio de la energía	0.15 EUR/kWh
Incremento del precio de la energía	6 %
Periodo ce cálculo	15 años

Perfil func.

	1
Caud (%)	100
Caud (l/s)	250
Alt. (%)	112
Alt. (m)	19.16
P1 (kW)	57.85
Total Eta (%)	81.0
Time (h/a)	6840
Consumo energía (kWh/Año)	395700
Cantidad	1

Resultado del dimensionamiento

Tipo	NB 250-350/318
Cantidad	1
Motor	55 kW

Caud	258.2	l/s (+3%)
Alt.	18.23	m (+7%)
Pot. P1	57.66	kW
Pot. P2 requerida en el punto de trabajo	54.56	kW
BombaEta	84.5	%
Bomb+motor Eta	79.9	% =Bomba Eta *motor Eta
Consumo energía	395700	kWh/Año
Emisión CO2	0	kg/Año
Prec.	Bajo pedido	
Cte ciclo vital		/15Años