



Escuela
Universitaria
Ingeniería
Técnica
Industrial
ZARAGOZA

PROYECTO FIN DE CARRERA

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA ESTACIÓN DE BOMBEO

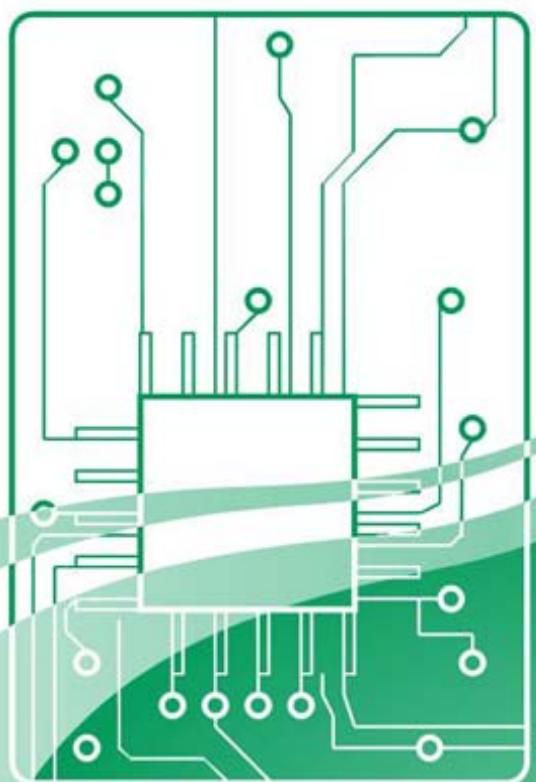
MEMORIA

Daniel Escudero Escanilla

Ingeniería Técnica Electrónica Industrial

Proyecto Fin de Carrera 2010

EUITIZ





INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA ESTACIÓN DE BOMBEO

MEMORIA



INDICE:

1.- OBJETO	5
2.- ALCANCE.....	6
3.- ANTECEDENTES.....	7
4.- BIBLIOGRAFÍA	10
5.- DEFINICIONES Y ABREVIATURAS.....	11
6.- REQUISITOS DE DISEÑO	12
6.1.- EXTENSIÓN ZONA REGABLE	12
6.2.- INFRAESTRUCTURAS QUE SE HAN DE REAPROVECHAR.....	12
6.3.- PARÁMETROS BÁSICOS DE RIEGO.....	13
6.3.1.- Presión.....	13
6.3.2.- Caudal.....	14
6.4.- NECESIDADES HÍDRICAS GLOBALES:	15
6.4.1.- Presión.....	15
6.4.2.- Caudal.....	18
6.5.- PROCEDIMIENTO DE RIEGO.....	19
7.- ANÁLISIS DE SOLUCIONES.....	20
7.1.- NECESIDADES HÍDRICAS GLOBALES:	20
7.1.1.- Presión.....	20
7.1.2.- Caudal.....	22
7.2.- PROCEDIMIENTO DE RIEGO.....	25





INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA ESTACIÓN DE BOMBEO

7.3.- ESTACIÓN DE BOMBEO.....	26
7.3.1.- EMPLAZAMIENTO	26
7.3.2.- EQUIPOS DE BOMBEO.....	27
7.3.2.1.- TIPO DE BOMBA	28
7.3.2.2.- DISTRIBUCIÓN DE NECESIDADES GLOBALES	39
7.3.2.3.- ELECCIÓN DE LOS EQUIPOS DE BOMBEO:.....	41
7.3.2.4.- CONSUMO	65
7.3.3.- CUADRO ELECTRICO.....	66
7.3.3.1.- PROTECCIÓN MAGNETO-TÉRMICA	67
7.3.3.2.- COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA.....	70
7.3.3.3.- CONTROL MOTORES (ARRANCADORES Y VARIADORES).....	72
7.3.3.4.- PROTOCOLO FUNCIONAMIENTO GLOBAL DE LA ESTACIÓN	81
8.- RESULTADOS FINALES	82
9.- PRIORIDAD ENTRE LOS DOCUMENTOS.....	83

MEMORIA



1.- OBJETO

Modernizar los sistemas de riego, hasta disponer de agua a presión, en todas las parcelas de cultivo de una extensión de 412,66 ha

La Comunidad de Regantes “Binaced-Valcarca”, de Binaced (Huesca), con C.I.F. nº G-22.015.655 y domicilio social en Pza. Aragón, nº 15 Binaced (Huesca) desea **establecer un riego a presión**, en su red de distribución a fin de resolver los problemas existentes en los tramos de sus acequias más deteriorados y mejorar el aprovechamiento del agua.

En la memoria, anejos, planos, pliego y presupuestos que siguen, se describe la estación de bombeo necesaria a realizar desde el punto de vista técnico y económico para **obtener la presión y caudal necesarios en cada finca**, de modo que se puedan instalar modernos sistemas de riego por aspersión y riego por goteo, lo que mejorará la eficiencia del actual riego por inundación.

Este proyecto describe una parte concreta de toda la red de riego necesaria instalar para llevar a cabo la modernización de la comunidad de regantes, la estación de bombeo. Por tanto en el proyecto se describe concretamente como se interactúa con el resto de elementos del proyecto global. Además en los anexos se adjunta los documentos de donde se ha obtenido los requerimientos y características que debe cumplir la estación de bombeo para el correcto funcionamiento del sistema.





2.- ALCANCE{ XE "2.- ALCANCE" }

La localidad de Binaced, zona de estudio, se encuentra situada en la Provincia de Huesca, comarca del Cinca Medio.

La Comunidad de regantes de Binaced-Valcarca, se encuentra enclavada en la comarca de “La Litera (aunque el municipio pertenece a la Mancomunidad del Cinca Medio), siendo las tierras y cultivos, los típicos de esa zona.

Cultivos de alto rendimiento y de altas necesidades hídricas como frutales, alfalfa, maíz, girasol etc., aunque también se encuentra otros cultivos como cereales de invierno, almendros etc.

La zona regable perteneciente a los agricultores que forman la comunidad anteriormente mencionada corresponde a la zona regable del Canal de Aragón y Cataluña. El agua de riego procede del Embalse de Joaquín Costa, embalse con una baja capacidad para la zona que debe abastecer.

MEMORIA



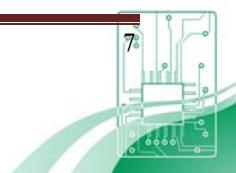
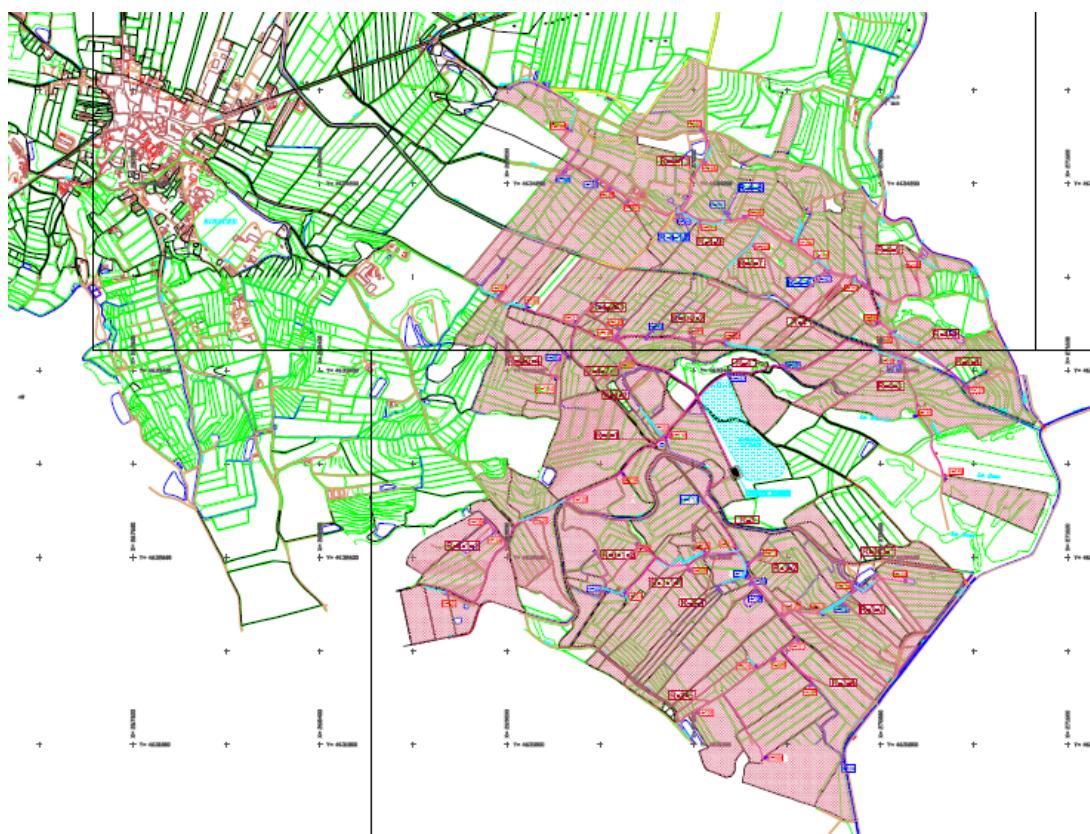
3.- ANTECEDENTES{ XE "3.- ANTECEDENTES" }

La Comunidad de Regantes tiene una superficie de regadio de 2362,97 ha,

Dentro de la zona regable se distinguen dos zonas claramente diferenciadas:

- La primera que toma el agua de la acequia de Valcarca, por 5 tomas. Comprende toda la zona alrededor de la población de Valcarca y Binaced, formando un conjunto. Su superficie es de 1973 ha.
- La segunda, es la dominada por la acequia de Ripoll. Esta físicamente separada de la anterior formando una unidad independiente, excepto una pequeña zona al principio de la acequia de 140 ha. La superficie dominada es de 529,97 ha.

La zona que se va a modernizar con el diseño del presente proyecto se encuentra dentro de la segunda zona, se ha definido una zona compacta, denominada “La Sece”.





INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA ESTACIÓN DE BOMBEO

El agua de riego procede del Embalse de Joaquín Costa, embalse con una baja capacidad para la zona que debe abastecer.

Desde el año 1990, vienen realizándose diferentes actuaciones dentro de la Comunidad de regantes, con la finalidad de mejorar sus infraestructuras de regadío. Puesto que la capacidad del Embalse de Joaquín Costa es baja para la zona que abastece, entre estas actuaciones se encuentran obras que permiten almacenar agua aumentando la autonomía de que dispone la comunidad de regantes para abastecer los cultivos de los agricultores.

Entre estas obras se encuentran:

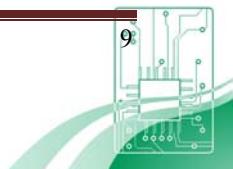
- 3 balsas en la zona de “Ripoll”.
- 1 balsa en la zona de “La Sece”.
- 1 balsa en la zona de “Los sifones”.
- 1 balsa en la zona de “Paraísos”.
- 1 red a presión en la zona de “Ripoll”.
- 1 Tubería a presión en la zona de “Sifones”.
- Varias balsas y tuberías de menor importancia.

MEMORIA



Las cotas de los puntos de suministro de agua varían entre una cota máxima de 338 m. y una cota mínima de 286. Seguidamente se listan puntos de interés con sus cotas asociadas.

NOMBRE PUNTO	COTA m. sobre el nivel del mar
Inicio Tramo 3	318
Fin Tramo 3	297
Inicio Tramo 3-1	312
Fin Tramo 3-1	310
Inicio Tramo 3-3	307
Fin Tramo 3-3	318
Inicio Tramo 4	296
Fin Tramo 4	301
Inicio Tramo 4-1	325
Fin Tramo 4-1	317
Inicio Tramo 4-2	325
Fin Tramo 4-2	286
Inicio Tramo 4-3	310
Fin Tramo 4-3	338
Inicio Tramo 4-5	313
Fin Tramo 4-5	325





4.- BIBLIOGRAFÍA{ XE "4.- NORMAS Y REFERENCIAS:4.2.-BIBLIOGRAFÍA" }

1.- Anejo 1 Estudio agronómico facilitado por la comunidad de regantes

2.- “Las necesidades de agua de los cultivos”. Publicación de FAO.

3.- *“Evapotranspiración y necesidades de riego de los principales cultivos en las comarcas de Aragón”*, publicación realizada por la Excmo. Diputación de Zaragoza

4.- “Catalogo General VYRSA”

http://www.vyrsa.com/documentos/vyrsa_2008_catalogo.pdf

5.- “El riego por aspersión y su tecnología.” Escrito por José María Tarjuelo Martín-Benito. Mundi-Prensa Libros, s.a. ISBN: 84-8476-225-4 { XE "4.- NORMAS Y REFERENCIAS:4.3.- PROGRAMAS DE CÁLCULO" }

MEMORIA



5.- DEFINICIONES Y ABREVIATURAS { XE "5.- DEFINICIONES Y ABREVIATURAS" }

1.- FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations. Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (*FAO*)

2.- Hidrante: Es el elemento que suministra agua a las parcelas, cuenta el consumo, regula la presión el caudal y puede cortar el suministro.

http://www.uralita.com/NR/rdonlyres/eg4i24gcuax3bjwise6xuurnu7kvvbbfctarx2jf7t3e675sgk5resiaggkbhhirmoxzjsnlffejb/hidrometros_e_hidrantes_serie900_01.pdf

<http://www.center.es/repository/downloads/estudi1.pdf>

3.- Presión Natural - Presión hidrostática

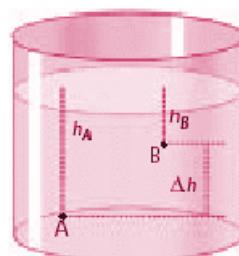
Dado un fluido en equilibrio, donde todos sus puntos tienen idénticos valores de temperatura y otras propiedades, el valor de la presión que ejerce el peso del fluido sobre una superficie dada es:

$$p = \rho g h$$

siendo p la **presión hidrostática**, ρ la densidad del fluido, g la aceleración de la gravedad y h la altura de la superficie del fluido. Es decir, la presión hidrostática es independiente del líquido, y sólo es función de la altura que se considere.

Por tanto, la diferencia de presión entre dos puntos A y B cualesquiera del fluido viene dada por la expresión:

$$p_A - p_B = \rho g (h_A - h_B) = \rho g \Delta h$$



La diferencia de presión hidrostática entre dos puntos de un fluido sólo depende de la diferencia de altura que existe entre ellos.





6.- REQUISITOS DE DISEÑO{ XE "6.- REQUISITOS DE DISEÑO" }

6.1.- EXTENSIÓN ZONA REGABLE

La zona compacta a modernizar, denominada “La Sece” está compuesta por un conjunto de fincas particulares, cuyas superficies según se indica en el Anexo 1 Estudio agronómico, facilitado por la propia comunidad de regantes, suman 412.66 ha. Superficie definida tras diversas reuniones con los propietarios de las fincas afectadas, hasta llegar a una masa compacta, de la que se puede obtener un diseño óptimo en la red y establecer las necesidades hídricas globales.

6.2.- INFRAESTRUCTURAS QUE SE HAN DE REAPROVECHAR

Según se ha indicado en el punto 3.- Antecedentes, la comunidad de regantes dispone de infraestructuras construidas a partir de 1990 dentro del plan de modernización de la misma que se deben reaprovechar.

La zona a modernizar que nos ocupa en este proyecto, se encuentra situada al lado de la infraestructura “Balsa en la zona La Sece”, que con 425.000 m³ de capacidad, está diseñada para aumentar la capacidad de agua de la que se dispone, para regar las 412,66 ha. del presente proyecto aumentando la autonomía del sistema de riego y dependiendo menos del capacidad instantánea del embalse de Joaquín Costa.

El fondo de la balsa tiene una cota de 318 m. sobre el nivel del mar. Esta cota es la que se considera como inicio de la red de riego.

MEMORIA



6.3.- PARÁMETROS BÁSICOS DE RIEGO.

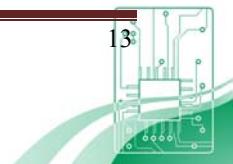
Para instalar modernos sistemas de riego por aspersión y riego por goteo, para mejorar la eficiencia del aprovechamiento del importantísimo y escaso recurso que es el agua, es necesario que el diseño de la red permita suministrar a cada finca particular los siguientes parámetros básicos:

6.3.1.- Presión

Para instalar un riego por aspersión, en el que se instalan aspersores de media presión, de 2 a 4 kg/cm² (Según el libro “El riego por aspersión”), y para instalar sistemas de riego por goteo donde también se necesita presiones de 2 a 3 kg/cm² al principio de las mangueras, **es necesario a la entrada de todas las fincas una presión constante de 4kg/cm²**, para que con las posibles pérdidas de carga en las tuberías, cada aspersor y cada gotero siempre reciba por encima del mínimo de presión necesaria para su correcto funcionamiento.

Seguidamente se muestra la tabla donde se puede analizar el comportamiento de un aspersor estándar, del mercado actual. Las zonas sombreadas “no son recomendables para la distribución optima”, según indica el fabricante en el documento “Catálogo general de VYRSA”, por lo tanto es necesario más de 3kg/cm² (3Bars) en al aspersor. (Dependiendo del Ø de la tobera varia caudal (Lit./h.) y alcance (Ø mts.))

	9/64" 3,57 mm.		5/32" 3,96 mm.		11/64 " 4,36 xmm.		3/16" 4,76 mm.		13/64" 5,15 mm.		7/32" 5,55 mm.	
Bars	Lit./h.	Ø mts.	Lit./h.	Ø mts.	Lit./h.	Ø mts.	Lit./h.	Ø mts.	Lit./h.	Ø mts.	Lit./h.	Ø mts.
1,75	660	26,20	800	27,80	960	29,40	1.140	30	1.340	30,80	1.550	31,20
2,10	720	27	870	28,80	1.050	30	1.250	30,60	1.480	31,40	1.720	32
2,46	770	27,60	940	29,40	1.140	30,60	1.360	31,20	1.610	32	1.880	33
3,16	870	28,40	1.070	30,20	1.290	31,40	1.550	32,40	1.830	33,20	2.140	34,80
3,51	920	28,80	1.130	30,60	1.360	31,80	1.630	32,60	1.930	33,80	2.240	35,60
4,21	990	29,40	1.230	31,20	1.490	32,40	1.780	33,20	2.090	34,80	2.410	36,80





6.3.2.- Caudal

Además es necesario suministrar a cada finca un caudal, en función de la superficie de la finca que permita aportar las necesidades de agua básicas según el cultivo. Estas aportaciones de agua deben ser aplicadas a los cultivos en tiempos determinados lo que obligara a establecer un caudal en función del tiempo.

Los sistemas de riego por aspersión se diseñan a partir de una presión que ya hemos definido en el punto anterior y es constante y el caudal capaz de suministrarnos la red, para la finca en concreto, que donde se va a instalar. Para homogeneizar los diseños de riego en lugar de multiplicar el número de hectáreas por el máximo caudal que demanda un cultivo (Maiz: 2313 m³/ha y mes en el mes de Julio, 0.89 l/s * ha, según el Anexo 1 Estudio Agronómico) se realiza las siguientes asignaciones:

La dotación en cada finca particular mínima se considera 15 l/seg.

En aquellas parcelas que superen las 10 ha, la dotación será de 1,5 l/seg y ha.

Como la mayoría de las fincas son de superficie muy reducida, se realizan agrupaciones de varias fincas en “Hidrantes” (2) y se asignaran las dotaciones del siguiente modo.

La dotación en cada hidrante mínima se considera 15 l/seg.

En aquellos hidrantes que superen las 10 ha, la dotación será de 1,5 l/seg y ha.

Estas agrupaciones han dado lugar a sesenta y siete hidrantes. Todos ellos se podrían considerar del primer tipo de asignación de caudal, debido a que ningún hidrante, va a superar con creces las diez hectáreas.

MEMORIA



6.4.- NECESIDADES HÍDRICAS GLOBALES:

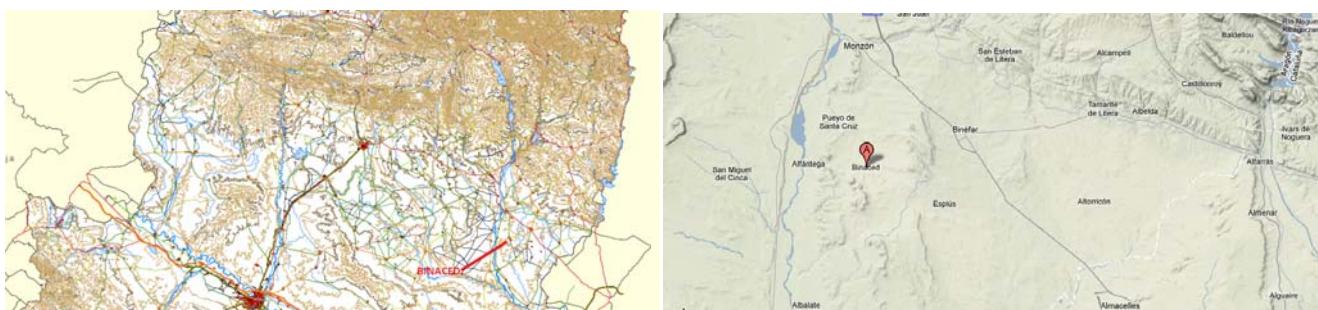
6.4.1.- Presión

Según se ha definido en el punto 6.3.1 es necesaria en todas las fincas una presión constante de 4kg/cm². Para obtener este parámetro en todas las fincas se instala en cada una un hidrante(2), regulado en presión, que en caso de tener una **presión mayor a la necesaria** es capaz de reducirla hasta obtener la constante necesaria. Por lo tanto el hidrante, que su situación sea la de mayor cota, es el más desfavorable para obtener presión mínima establecida.

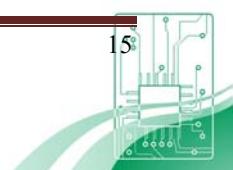
Según la definición de presión natural- presión hidroestática (3) la diferencia de presión entre dos puntos depende de la diferencia de altura que existe entre ellos. En el caso del agua se obtiene 1kg/cm² por cada 10m de desnivel.

Considerando los puntos de interés mostradas en los antecedentes se puede afirmar que el punto más desfavorable es “Fin Tramo 4-3” con una cota de 338 m sobre el nivel del mar, por lo que sería necesario que el punto de inicio de la red se encontrase a una cota entorno a los 380m sobre el nivel del mar.

En los dos siguientes plano se puede visualizar como Binaced se encuentra en una llanura, puesto que las líneas de cota son muy distantes unas de otras.

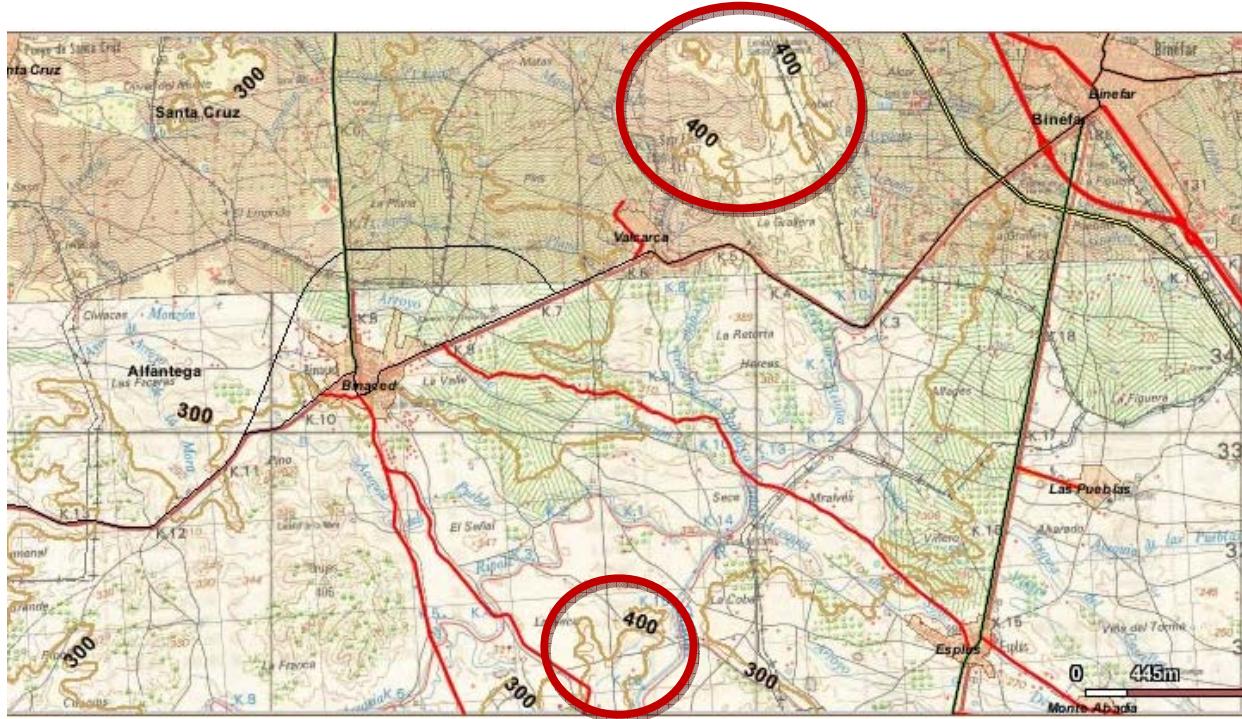


En el siguiente plano podemos ver las zonas más próximas a Binaced que tiene cotas de 400 m sobre el nivel del mar, desde donde se podría establecer el inicio de red para conseguir la presión mínima en el punto más desfavorable.





INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA ESTACIÓN DE BOMBEO



Las dos zonas que alcanza 400 m de cota están por encima de las cotas del canal. La zona donde el canal tiene cota suficiente está muy alejada de la zona que se debe regar.

Por indicación de la comunidad de regantes se debe establecer el inicio de la red a la salida de la infraestructura a reaprovechar “Balsa en la zona La Sece”, que como se ha indicado en el punto 6.2 se encuentra a una cota de 318m coincidiendo con el punto de interés Inicio Tramo 3.

MEMORIA



Considerando los puntos de interés mostradas en los antecedentes, con sus correspondientes cotas, se muestra la presión natural (3) asociada a cada uno, en la tercera columna de la siguiente tabla:

NOMBRE PUNTO	COTA m. sobre el nivel del mar	Presión Natural P kg/cm ²
Inicio Tramo 3	318	0.00
Fin Tramo 3	297	2.10
Inicio Tramo 3-1	312	0.60
Fin Tramo 3-1	310	0.80
Inicio Tramo 3-3	307	1.10
Fin Tramo 3-3	318	0.00
Inicio Tramo 4	296	2.20
Fin Tramo 4	301	1.70
Inicio Tramo 4-1	325	-0.70
Fin Tramo 4-1	317	0.10
Inicio Tramo 4-2	325	-0.70
Fin Tramo 4-2	286	3.20
Inicio Tramo 4-3	310	0.80
Fin Tramo 4-3	338	-2.00
Inicio Tramo 4-5	313	0.50
Fin Tramo 4-5	325	-0.70

Ningún punto tiene una presión natural por encima de la presión mínima definida en 4 kg/cm² el presente proyecto, propone una solución a este problema de ingeniería.





6.4.2.- Caudal

Todas las fincas se han distribuido en sesenta y siete hidrantes. Todos ellos se podrían considerar del primer tipo de asignación de dotación según lo indicado en el punto 6.3.2. Todos los hidrantes regando a su máximo de dotación sumarian una demanda global de 1000 l/s.

El Anexo 1 Estudio agronómico, teniendo en cuenta los diferentes cultivos de los que disponen los agricultores y sus necesidades de riego según estudios de Excma. Diputación de Zaragoza, nos muestra **mensualmente el caudal ficticio continuo necesario** para satisfacer las necesidades hídricas globales para toda la red.

Para el cálculo de las necesidades generadas por los cultivos, en dicho Anexo, se ha seguido el procedimiento de cálculo recomendado por la FAO en su publicación “Las necesidades de agua de los cultivos”.

	MAIZ (m ³ / ha)	GIRASOL (m ³ / ha)	ALFALFA (m ³ / ha)	TRIGO (m ³ / ha)	FRUTALES (m ³ / ha)	TOTAL (m ³ /mes)	qfc (l/s)
FEBRERO	0	0	13	163	0	7818	3
MARZO	0	0	463	625	0	64092	24
ABRIL	0	0	600	825	125	99126	38
MAYO	325,00	225,00	825	1025	325	196108	73
JUNIO	1062,50	987,50	1313	275	987,5	411087	158
JULIO	2312,50	2325,00	1863	0	1762,5	754538	291
AGOSTO	1950,00	1962,50	1513	0	1425	624070	240
SEPTIEMBRE	937,50	537,50	838	0	600	265126	102
OCTUBRE	50,00	0	388	0	150	54701	21
NOVIEMBRE	0	0	38	0	0	3137	1

El consumo en enero y diciembre es nulo. El periodo de mayor consumo es el mes de Julio. Considerando que la demanda va a ser constante y la superficie total a cultivar de 412.66 ha, el caudal máximo ficticio continuo demandado por la **comunidad será de 291 l/s**

Estos datos reducen en gran medida el caudal global descrito en caso de que todas las parcelas demanden sus recursos hídricos básicos simultáneamente, hecho que nunca ocurre.

MEMORIA

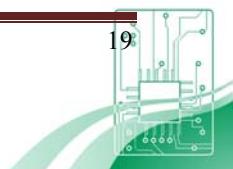


6.5.- PROCEDIMIENTO DE RIEGO.

Un procedimiento de riego sería **asignando turnos** para cada finca de forma que se optimice la dimensión de las tuberías de riego y el rendimiento de la red, o se puede regar según **demandas**, cada parcela se puede regar cuando el propietario lo desee.

La imposición de un turno rígido de suministro de agua constituye un condicionante mal aceptado por los regantes. Este procedimiento de riego es un condicionante socio-económico desfavorable. La mayoría de las parcelas son pequeñas explotaciones individuales que practican el policultivo, desde el punto de vista técnico no pueden adaptarse las normas de distribución referidas a la escala de red a cada situación específica: la obligación de regar los días y horas prefijados supondrá una dificultad en la organización del trabajo en la explotación y un agravante económico.

El riego a la demanda permite en cada finca obtener los parámetros básicos de riego que le han sido asignados en todo momento que el agricultor considere necesario demandarlos. Este método de riego permite total libertad para la organización de las tareas del agricultor y optimizar sus recursos económicos. Debido a que muchos agricultores demandaran sus parámetros básicos de riego de forma simultánea, se producirán picos de consumo de agua, se romperá las normas de distribución referida a la escala de red y las tuberías deberán tener mayor diámetro.





7.- ANÁLISIS DE SOLUCIONES{ XE "7.- ANÁLISIS DE SOLUCIONES" }

7.1.- NECESIDADES HÍDRICAS GLOBALES:

7.1.1.- Presión

En el punto 6.4.1 se ha planteado el problema de ingeniería, que supone no poder obtener la presión mínima en los puntos de interés de la red de riego, aprovechando la propiedad de aumento de la presión por diferencia de altura entre dos puntos de un fluido en equilibrio, debido al dato de partida por el que el cliente establece que el **inicio de la red debe emplazarse a la salida de la infraestructura a reaprovechar “Balsa en la zona de La Sece”**. Esta condición implica la necesidad de aportar presión forzada al inicio de la red.

Según se puede analizar en la tabla de dicho apartado, se destaca el punto Fin tramo 4-3 como el más desfavorable para obtener la presión mínima. Menos dos kg/cm² de presión natural en dicho punto indica que su cota es veinte metros mayor que la cota del inicio de red.

En el punto 6.3.1 se define que el parámetro básico de riego, 4kg/cm² como presión mínima para instalar un sistema de riego por aspersión o goteo, por lo tanto es necesaria una presión de 6kg/cm² en el inicio de la red “Inicio Tramo 3” para obtener el parámetro básico indicado. Si se aporta dicha presión forzada al inicio de la red, en un alto porcentaje de puntos de la red se obtienen valores excesivamente elevados de presión.

Se conviene con los agricultores del final del tramo 4-3 una presión mínima de 3kg/cm², lo que modificando algunas de las características de su riego les permitirá obtener homogeneidad en su riego.

El pacto con los agricultores de la zona más desfavorable permite establecer definitivamente el parámetro de **Presión**, como necesidad hídrica global, en **5kg/cm²** en el inicio de la red.

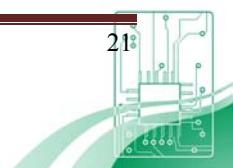
MEMORIA



En la siguiente tabla se muestra la presión que se dispondrá en los puntos de interés si se asegura 5 kg/cm² en el inicio de red:

NOMBRE PUNTO	COTA m. sobre el nivel del mar	Presión Natural P kg/cm ²	Presión definitiva kg/cm ²
Inicio Tramo 3	318	0	5.00
Fin Tramo 3	297	21	7.10
Inicio Tramo 3-1	312	6	5.60
Fin Tramo 3-1	310	8	5.80
Inicio Tramo 3-3	307	11	6.10
Fin Tramo 3-3	318	0	5.00
Inicio Tramo 4	296	22	7.20
Fin Tramo 4	301	17	6.70
Inicio Tramo 4-1	325	-7	4.30
Fin Tramo 4-1	317	1	5.10
Inicio Tramo 4-2	325	-7	4.30
Fin Tramo 4-2	286	32	8.20
Inicio Tramo 4-3	310	8	5.80
Fin Tramo 4-3	338	-20	3.00
Inicio Tramo 4-5	313	5	5.50
Fin Tramo 4-5	325	-7	4.30

El requerimiento de suministrar 5kg/cm² al inicio de la red se consigue ineludiblemente mediante la instalación de un equipo de bombeo capaz de obtener esa presión y que esta no disminuya cuando se demanda el caudal máximo previsto.





7.1.2.- Caudal

El caudal que fluye al inicio de la red es la suma de todos los caudales demandados en las fincas particulares. Según se ha definido en la tabla del punto 6.4.2, puede variar entre caudales nulos, meses de enero, diciembre, caudales mínimos en los meses de febrero, marzo, octubre y noviembre y caudales máximos de aproximadamente 291 l/s.

Para satisfacer los requerimientos de presión se ha considerado ineludible instalar equipos de bombeo. Debido al consumo eléctrico de los mismos, se debe tener en cuenta las tarifas actuales de suministro de energía eléctrica y **evitar las horas punta** lo que **aumentara el caudal ficticio** continuo que se ha calculado en el punto 6.4.2 en base a la aportación de las necesidades hídricas de los cultivos aprovechando todas las horas del día todos los días del mes.

MEMORIA

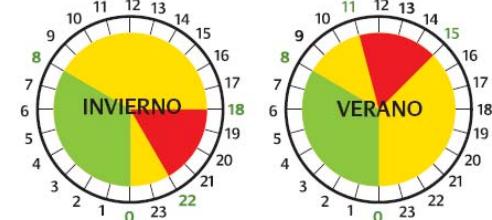


Seguidamente se muestran las tarifas de las dos principales empresas de suministro de energía eléctrica.



3 períodos (punta, llano y valle) "Tarifa 3.0.2."

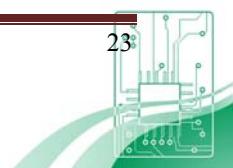
- 4 h. diarias de punta
- 12 h. diarias de llano
- 8 h. diarias de valle



TARIFA 3.0.2. GENERAL POTENCIA >15 kW	Punta	Llano	Valle
Término de energía $Te: \text{€}/\text{kWh}$	0,143055	0,115580	0,078481



Tarifa TUR + 20% de recargo	Término de potencia (€/kW/mes)	Término de energía €/kWh		
		Punta	Llano	Valle
Tarifa 3.0.2 general potencia >15kW	2,063312	0,141311	0,141311	0,141311





INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA ESTACIÓN DE BOMBEO

Asociado a las tarifas, las mismas empresas suministradoras indican que solicitar una oferta en Mercado Libre abarataría estas tarifas iniciales. Pero, queda patente, que es necesario evitar las horas punta y regar lo máximo posible en “horario valle”. Considerando que se lleva a cabo el riego de todas las necesidades globales en 18 h diarias y en 25 días al mes, por averías en la red, el caudal ficticio continuo en los diferentes meses queda definido en la siguiente tabla.

	MAIZ (m ³ / ha)	GIRASOL (m ³ / ha)	ALFALFA (m ³ / ha)	TRIGO (m ³ / ha)	FRUTALES (m ³ / ha)	TOTAL (m ³ /mes)	qfc (l/s)
FEBRERO	0	0	13	163	0	7818	5
MARZO	0	0	463	625	0	64092	40
ABRIL	0	0	600	825	125	99126	61
MAYO	325,00	225,00	825	1025	325	196108	121
JUNIO	1062,50	987,50	1313	275	987,5	411087	254
JULIO	2312,50	2325,00	1863	0	1762,5	754538	466
AGOSTO	1950,00	1962,50	1513	0	1425	624070	385
SEPTIEMBRE	937,50	537,50	838	0	600	265126	164
OCTUBRE	50,00	0	388	0	150	54701	34
NOVIEMBRE	0	0	38	0	0	3137	2

El caudal global demandado en el mes de mayores necesidades, suma de los caudales demandados por cada una de las fincas particulares según las condiciones impuestas por los agricultores y por el mercado energético queda definido en **466 l/s**, por lo que la estación de bombeo debe ser capaz de suministrar un caudal mayor que este caudal máximo sin disminuir los **5kg/cm²** de presión al inicio de la red.

MEMORIA



7.2.- PROCEDIMIENTO DE RIEGO.

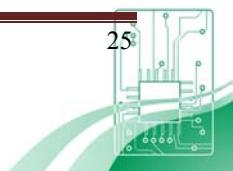
De los diferentes procedimientos de riego, **asignación de turnos y riego a la demanda**, finalmente se opta por el segundo, por elección propia de los agricultores y por considerar más importante la libre organización de las tareas de riego, que el ahorro que se podría obtener en reducción de diámetros de la tubería, mediante adecuadas normas de distribución referidas a la escala de red.

Esta elección siempre permitiría, cambiar al otro procedimiento de riego estudiado. En caso contrario, no sería posible cambiar de parecer. Realizar un riego por turnos a través de una red diseñada para regar a la demanda favorecería en gran medida el mantenimiento de todo el sistema de .

El procedimiento de riego según demanda, está asociado a altas variaciones de caudal demandado (analizar tabla del punto 7.1.2) por lo que los sistemas de control de caudal aumentan su complejidad, para adecuarse en tiempo real a la demanda instantánea.

La necesidad de instalar equipos de bombeo limita en cierta medida la libertad del agricultor de demandar sus parámetros básicos en el momento que él lo deseé, es necesario evitar los 4 horas al día, horario punta, de 11:00 a.m. a 15:00 p.m., condicionante adverso aceptado por los agricultores mejor que el establecimiento de turnos rígidos de riego.

El procedimiento de riego, para el cual se diseña el presente proyecto, se trata de un **riego a la demanda con la imposición de no poder regar en horario punta** e intentar regar el máximo tiempo posible en horario valle.

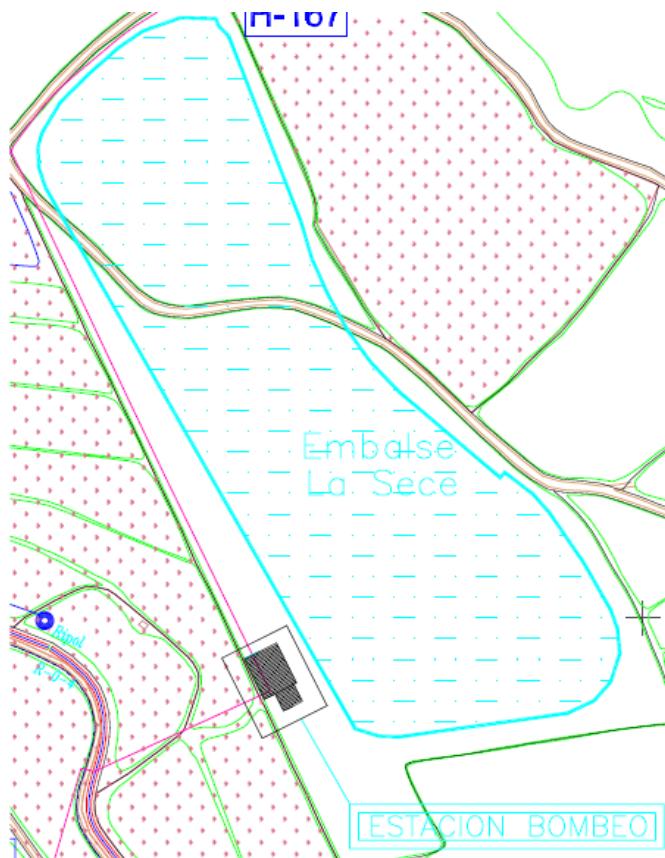




7.3.- ESTACIÓN DE BOMBEO

7.3.1.- EMPLAZAMIENTO

La situación en la que se instala la estación de bombeo es al inicio de la red de riego “Inicio Tramo 3”. Coincide este emplazamiento con la salida de la balsa “La Sece”. Se instalara por lo tanto una cota menor a la del nivel de la balsa, asegurando el continuo cebado de las bombas y una longitud de aspiración mínima.



La construcción en la que se alberga la estación de bombeo debe estar próxima, a un camino de servicio, que permita el acceso a maquinaria para hacer el mantenimiento de la misma.

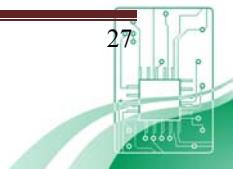
MEMORIA



7.3.2.- EQUIPOS DE BOMBEO

Se instalan bombas hidráulicas capaces de suministrar al inicio de la red de riego los parámetros definidos en el punto 7.1 necesidades hídricas globales.

Es necesario que las bombas hidráulicas que se instalan sean capaces de suministrar un caudal superior a **466 l/s**, sin disminuir los **5kg/cm²** de presión al inicio de la red. Por lo tanto se va a plantear una solución capaz de suministrar 500 l/s a 5kg/cm².

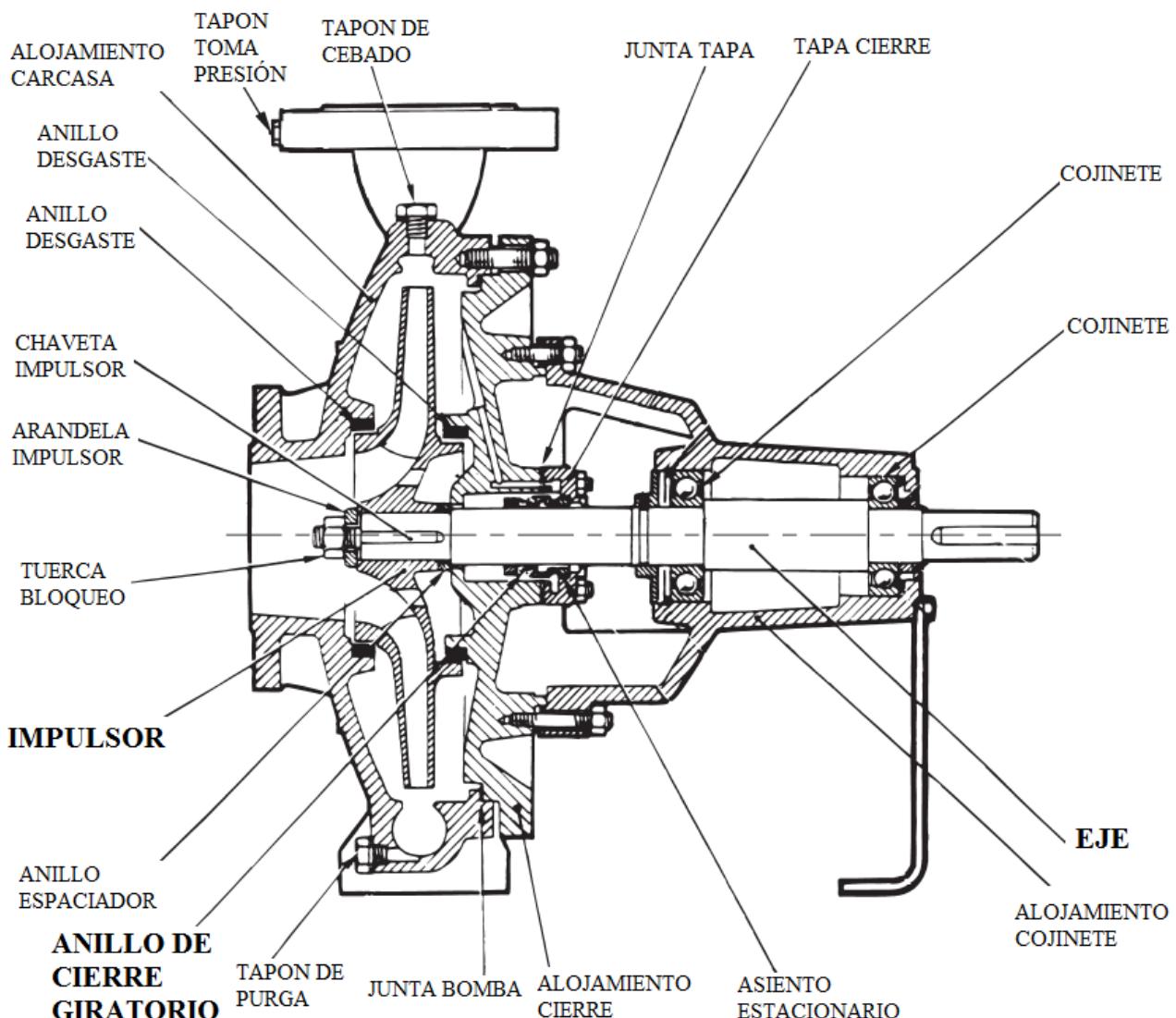


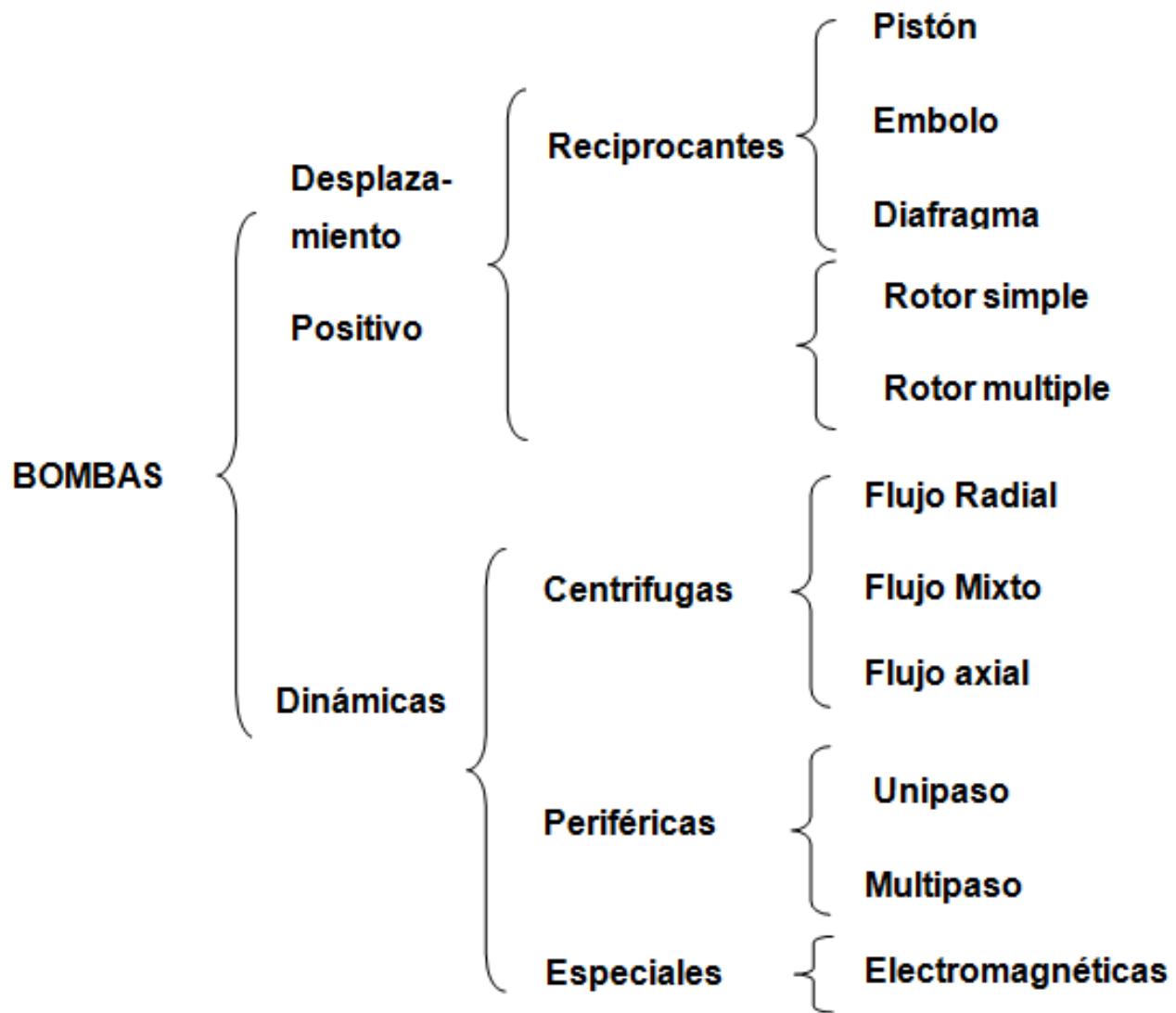


7.3.2.1.- TIPO DE BOMBA

Se presenta documentación que permite conocer los diferentes tipos de bombas hidráulicas, capaces de impulsar al inicio de la red, el agua de riego, con la presión y el caudal definidos en el punto 7.1.- Necesidades hídricas globales.

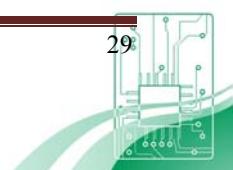
Para conocer las piezas más importantes de una bomba hidráulica y entender mejor las diferentes clasificaciones que se van a realizar de la misma, se presenta el siguiente esquema genérico, con el nombre de las partes:





1 clasificación dada por el “Hidraulic Institute” de E.U.A. (1984)

Para realizar la elección definitiva de la bomba, que mejor se adapta a las necesidades de presión y caudal definidas en el proyecto, se ha utilizado las herramientas que facilitan los fabricantes en sus web, que seleccionando la aplicación para la que se necesita la bomba nos guía hacia los catálogos técnicos de todos sus modelos, que cumplen con los requerimientos.

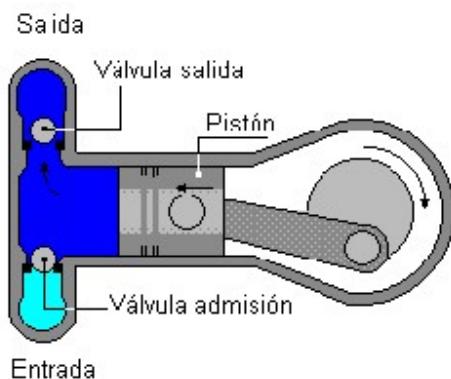




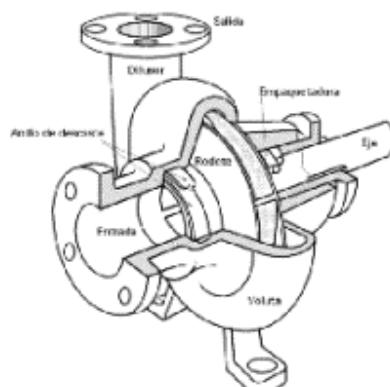
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA ESTACIÓN DE BOMBEO

Clasificación según la forma de impulsar el líquido:

Volumétricas o desplazamiento positivo: cuyo funcionamiento básico consiste en recorrer un cilindro con un vástagos. No necesitan estar “cebadas” para poder empezar a trabajar, alto poder de succión.



Dinámicas o energía cinética: Fundamentalmente consisten en un rolete que gira acoplado a un motor. Muy sencilla de fabricación. El espacio requerido es aproximadamente 1/8 del de la bomba de émbolo equivalente. Bajo coste de adquisición y de mantenimiento.



Debido a las características comentadas y que todos los fabricantes, proponen para la aplicación que nos ocupa, las bombas de energía cinética, se continua describiendo, las diferentes sub-clasificaciones que pueden disponer estas bombas.

MEMORIA



Clasificación según la forma de impulsar el líquido.

BOMBAS CENTRIFUGAS: Son aquellas en que el fluido ingresa a ésta por el eje y sale siguiendo una trayectoria periférica por la tangente.

BOMBAS PERIFÉRICAS: Son también conocidas como bombas tipo turbina, de vértice y regenerativas, en este tipo se producen remolinos en el líquido por medio de los álabes a velocidades muy altas, dentro del canal anular donde gira el impulsor. El líquido va recibiendo impulsos de energía.

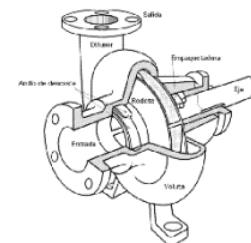
Clasificación de las bombas centrífugas:

Clasificación por forma de aspirar el flujo y de impulsarlo:

Axial: la aspiración se produce por el centro del impulsor sin tener cambios de dirección.



Radial: la aspiración se inicia en un plano paralelo al eje de giro del impulsor y termina en un plano perpendicular a este. Estas bombas pueden ser verticales y horizontales.



Mixto: El movimiento del fluido dentro del impulsor se desarrolla en tres direcciones, tangencial, radial y axial al eje de giro del impulsor de la bomba. Estas bombas desarrollan su carga parcialmente por fuerza centrifuga y parcialmente por el impulsor de los álabes sobre el líquido.



#



INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA ESTACIÓN DE BOMBEO

Clasificación por tipo de succión:

Simple succión: Las bombas de simple succión admiten agua solo por un lado del impulsor



Doble succión: las bombas de doble succión lo hacen por ambos lados. Las bombas de doble succión funcionan como si existieran doble (dos) impulsor, uno en contra posición del otro y esto elimina el problema de empuje axial. Otra ventaja es la seguridad con la que trabajan frente a la cavitación, ya que el área de admisión del agua es superior a las de las bombas de simple succión



Clasificación respecto el número de veces que se impulsa el líquido:

Unipaso: la altura manométrica se obtiene a través de un solo impulsor.



Multipaso: alcanza su altura manométrica con dos o más impulsores, actuando en serie en una misma carcasa y un único eje, es por esto que las bombas de múltiples fases son utilizadas en cargas manométricas muy altas.



MEMORIA



Clasificación según el tipo de impulsor:

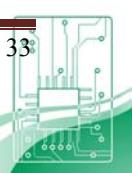
Abierto: Las paletas están unidas directamente al núcleo del impulsor sin ningún plato en los extremos.



Semi-abierto: se construye sobre un plano colocado en el lado opuesto de la entrada del líquido. Esta construcción refuerza las paletas disminuye la presión sobre la parte posterior del impulsor y lo protege de la entrada de materiales extraños.



Cerrado: además del plato posterior lo rodea una corona circular en la parte anterior. Esta corona es unida también a las paletas y posee una abertura por donde el líquido ingresa al impulsor. Tiene mayor rendimiento que los anteriores pero su uso esta limitado a líquidos que no tienen sólidos en suspensión.





INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA ESTACIÓN DE BOMBEO

Clasificaciones además de las tomadas en cuenta por el “Hidraulic Institute”

Clasificación atendiendo a la orientación del eje de rotación:

Verticales: El eje de la bomba se encuentra en el plano vertical respecto del plano que se ancla la misma. Funcionamiento silencioso, elevado rendimiento, fácil de “cebar”.



Horizontales: El eje de la bomba se encuentra en un plano horizontal respecto al plano donde se ancla la misma, lo cual la hace muy utilizada por su fácil operación y mantenimiento.



Por la conexión del eje de rotación al motor:

Monoblock: Bombas conectadas solidariamente al motor, optimizando la conexión eje de la bomba y eje del motor, asegurando la correcta alineación de los ejes. Siendo en algunos casos el mismo eje para motor y bomba.



Eje libre: el eje de la bomba esta sin conectar a ningún motor, permite la unión al motor que la hace girar como el cliente lo desee realizar. Ha de disponer de una bancada como soporte común a la bomba y al motor. La alineación de los ejes es fundamental para prevenir posibles averías.



#

MEMORIA



Clasificación según si el motor se encuentra sumergido o no:

Sumergidas: Su principal característica es que motor y bomba están sumergidos en el agua. En caso de elevar líquido a poca altura y con sólidos en suspensión existen las bombas sumergidas tipo drenaje y para elevar grandes alturas y protegidas frente a sólidos en suspensión se fabrican las bombas sumergidas verticales, que elevan a grandes alturas debido a su fabricación multi-paso. Al estar sumergidas en el líquido a bombeo, se evita el problema de que la bomba funcione sin estar “cebada”, el impulsor siempre está lleno.



Superficie: son las bombas que una vez instaladas, proporcionan un eje por encima del plano donde queda anclada, de modo que el motor que mueve el eje no queda sumergido el líquido a bombeo en ningún caso. Es necesario instalar sistemas de protección que no permitan funcionar la bomba en caso de que el impulsor no obtenga líquido para bombeo, lo que se denomina trabajo en seco.



Clasificación por el tipo de carcasa:

Cámara partida: Este tipo de máquinas se caracterizan por permitir el acceso directo a los órganos móviles de la bomba sin necesidad de desmontar la instalación, facilitando de este modo las labores de inspección y mantenimiento





INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA ESTACIÓN DE BOMBEO

Clasificación basada en el soporte de los rodamientos:

En voladizo: El rotor se encuentra suspendido en un extremo del eje, el cual no está soportado por un rodamiento. Este tipo tiene generalmente un mayor rendimiento debido a que no hay ninguna obstrucción en el eje del rotor que limite la sección útil de la cavidad; el problema en estos casos está dado por la mayor deflexión del eje de la bomba durante su operación.



Entre rodamientos: El eje de la bomba se encuentra soportado en los extremos por un rodamiento encontrándose el rodete entre ambos rodamientos; en este caso la deflexión es mucho menor.



MEMORIA



Clasificación basada en las revoluciones por minuto del motor eléctrico:

Aumentando la velocidad de giro del eje de la bomba, se consigue elevar la presión del líquido a la salida del impulsor.

En el caso de los motores eléctricos, la velocidad de giro del eje viene dada por $n=60f/p$.

$n \rightarrow$ velocidad de giro del eje de la bomba.

$f \rightarrow$ frecuencia de las tensiones de alimentación de la bomba

$p \rightarrow n^o$ de polos

Considerando $f=50$ hz. puesto que es la frecuencia de suministro de las compañías, los fabricantes de bombas, distinguen grupos de bombas, atendiendo a la velocidad de giro de los motores eléctricos que las mueven.

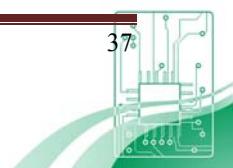
$p=1 \rightarrow n=2900$ r.p.m.

$p=2 \rightarrow n=1450$ r.p.m.

Siendo las bombas con menor velocidad las que más líquido son capaces de bombear.

Protección en caso de trabajar en seco:

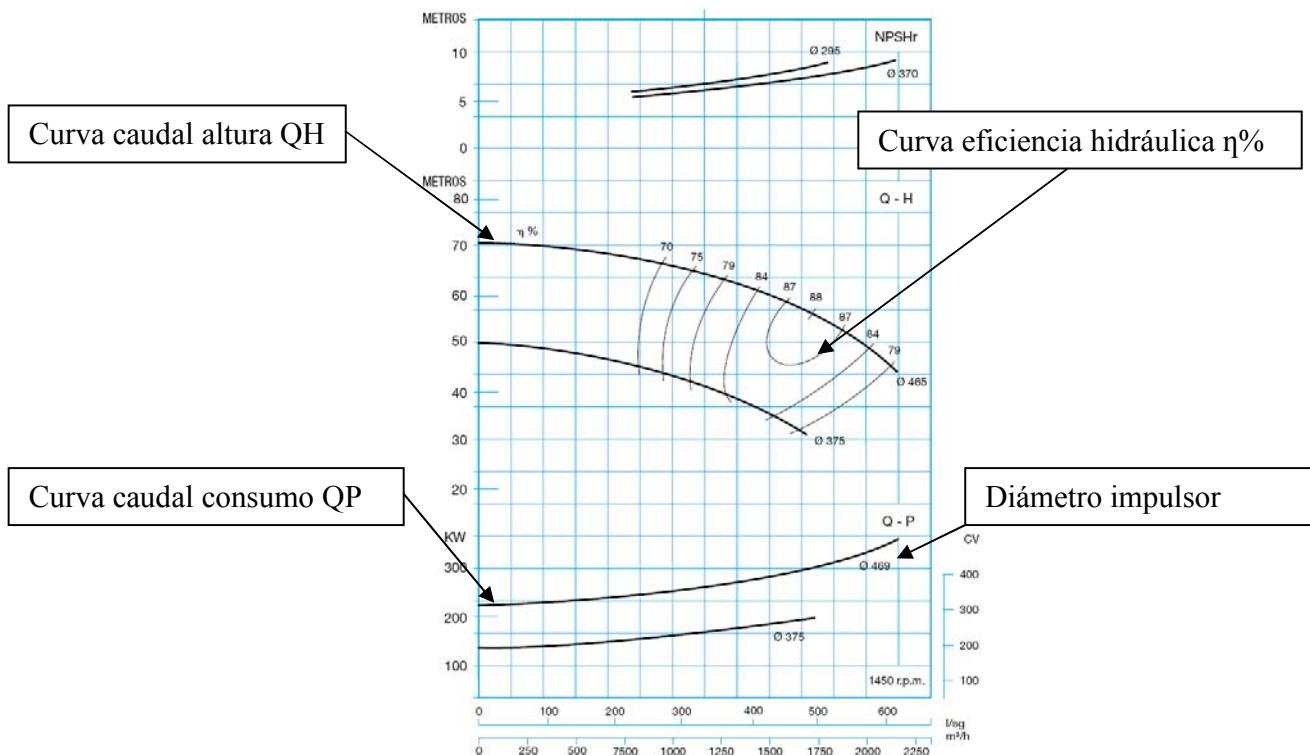
El trabajo en “seco”, el eje de la bomba girando sin líquido que elevar, puede conllevar riesgo de incendio, y unos costes elevados de reparación por bloqueos mecánicos derivados de dicha situación. Es por ello, que hoy en día algunas bombas hidráulicas del mercado incorporan sensores, que antes de que la bomba pueda entrar en riesgo son capaces de pararla y evitar los problemas de seguridad y económicos consecuentes.





INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA ESTACIÓN DE BOMBEO

Interpretación de la gráfica de una bomba:



Curva caudal altura QH

Curva eficiencia hidráulica $\eta\%$

Curva caudal consumo QP

Diámetro impulsor

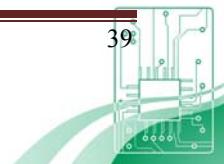
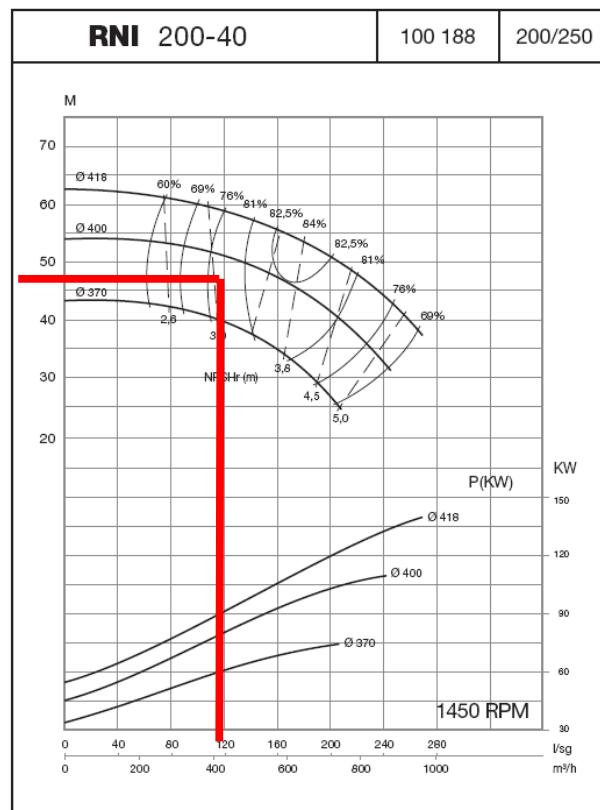
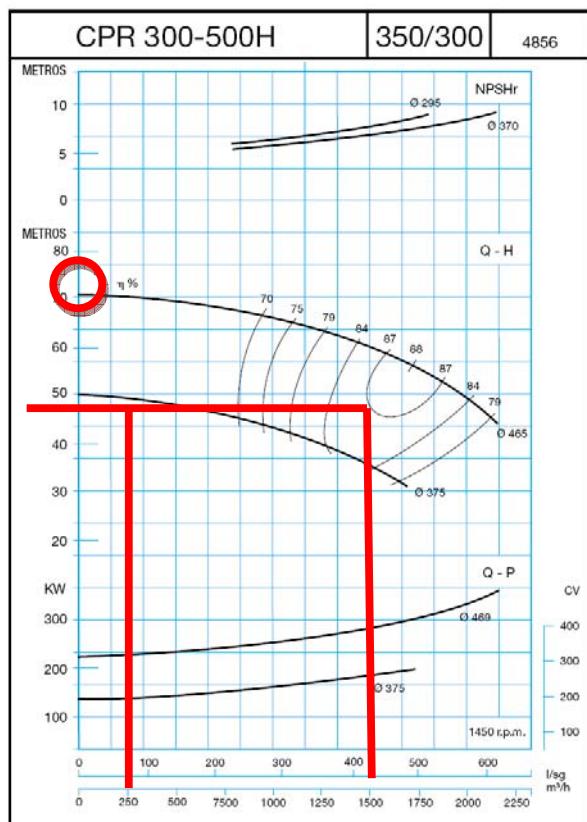
MEMORIA



7.3.2.2.- DISTRIBUCIÓN DE NECESIDADES GLOBALES

Se muestran las tablas de una bomba capaz de suministrar los 500 l/s a 50 m.c.a. establecidos como necesidades globales y la grafica de una bomba mucho más pequeña.

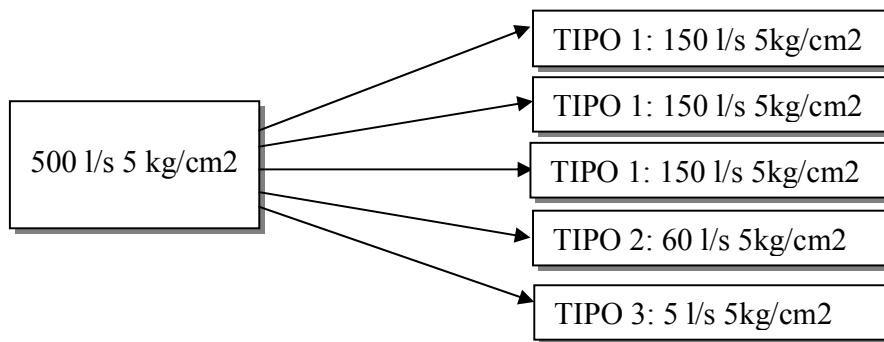
Se puede comprobar que la bomba capaz de suministrar las necesidades globales cuando trabaja para suministrar bajos caudales se aleja cuantiosamente de la zona de mayor eficiencia hidráulica “ η ”. En la primera el consumo se aproxima a 150 kw para suministrar 150 l/s y en la segunda puede ser inferior a 90 kw.





INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA ESTACIÓN DE BOMBEO

Con el objetivo principal de maximizar el rendimiento de los equipos de bombeo, se opta por instalar varias bombas en paralelo capaces de suministrar entre todas, los parámetros hídricos globales. Atendiendo a las hojas de características, de bombas hidráulicas, que se venden en el mercado actual, de diversos fabricantes, se decide distribuir las necesidades globales entre los siguientes equipos de bombeo, tres equipos de bombeo tipo 1, un equipo de bombeo tipo 2 y un equipo de bombeo tipo 3.



Se instala un equipo de bombeo tipo 3 para suministrar caudales muy pequeños como puede ser el caso de abastecimiento a explotaciones ganaderas, cuando el resto del sistema está parado, principalmente en invierno. El resto de equipos se activaran, y aportaran su caudal, conforme la demanda se incremente. A modo de ejemplo se presenta la tabla de consumos por meses presentada en el punto 7.1.2 y se indica que equipos estarían activos:

	qfc (l/s)	TIPO 1 1	TIPO 1 2	TIPO 1 3	TIPO 2	TIPO 3
FEBRERO	5					ACTIVO
MARZO	40				ACTIVO	
ABRIL	61				ACTIVO	ACTIVO
MAYO	121			ACTIVO		
JUNIO	254		ACTIVO	ACTIVO		
JULIO	466	ACTIVO	ACTIVO	ACTIVO	ACTIVO	
AGOSTO	385	ACTIVO	ACTIVO	ACTIVO		
SEPTIEMBRE	164			ACTIVO	ACTIVO	
OCTUBRE	34				ACTIVO	
NOVIEMBRE	2					ACTIVO

Se puede observar que uno de los equipos de bombeo tipo 1 y el equipo de bombeo tipo 2 son los que más tiempo están activos, son los que más desgaste sufren, mayor labores de mantenimiento requieren y requieren estar fabricados con los mejores materiales.

MEMORIA



7.3.2.3.- ELECCIÓN DE LOS EQUIPOS DE BOMBEO:

EQUIPO DE BOMBEO TIPO 1

El objetivo es seleccionar una bomba hidráulica capaz de suministrar un caudal de 150 l/s (540 m³/h) con una presión mayor de 5 kg/cm² (50 m de altura H) en la salida de su impulsor cuando trabaja a pleno rendimiento.

Algunos fabricantes nos permiten elegir la bomba más adecuada seleccionando la aplicación para la cuál va a ser usada. Eligiendo aplicaciones industriales y concretamente instalaciones de riego se reduce los diferentes tipos de bomba a bombas dinámicas o de energía cinética. En concreto bombas centrífugas.

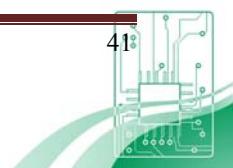
Las bombas de desplazamiento positivo quedan relegadas a otro tipo de aplicaciones, donde es necesario controlar de forma precisa el líquido que se bombea y ocasiones en las que es necesario elevar pequeños caudales a elevadas alturas.

Cada fabricante propone bombas horizontales, verticales, unipaso, multipaso, monoblock, de eje libre, de cámara partida, sumergibles y de superficie, como posibles soluciones.

Debido a la especificación indicada en el punto 6.2, por la cual se debe reaprovechar la balsa “La Sece”, se decide instalar las bombas a la misma cota de la balsa, de modo que se asegura que las bombas están siempre “cebadas” y se elige bombas de superficie que facilitan las labores de mantenimiento.

Seguidamente se proponen diferentes tipos de bombas, que comercializan los fabricantes con sus correspondientes gráficas de campos de trabajo. En este caso se ha tenido en cuenta todas las bombas capaces de suministrar el caudal y presión característicos del equipo de bombeo tipo 1 y se han omitido el resto.

Señalando en la grafica de cada tipo de bomba, esos valores de presión y un caudal, se define el modelo concreto de bomba que cumple las especificaciones.





INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA ESTACIÓN DE BOMBEO



NB, NBG

Bombas estándar monocelulares



NK, NKG

Bombas estándar multicelulares según norma EN 733, ISO 2858 e ISO 5199



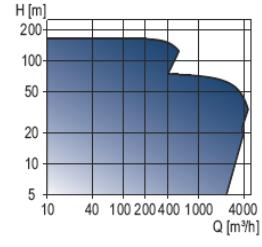
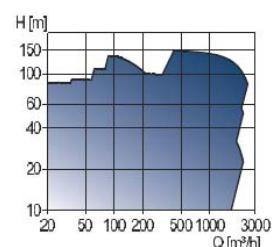
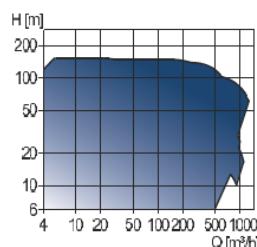
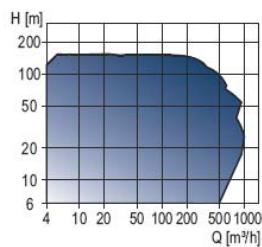
HS

Bombas horizontales de cámara partida



TP

Bombas circuladoras, de tipo acoplamiento cerrado

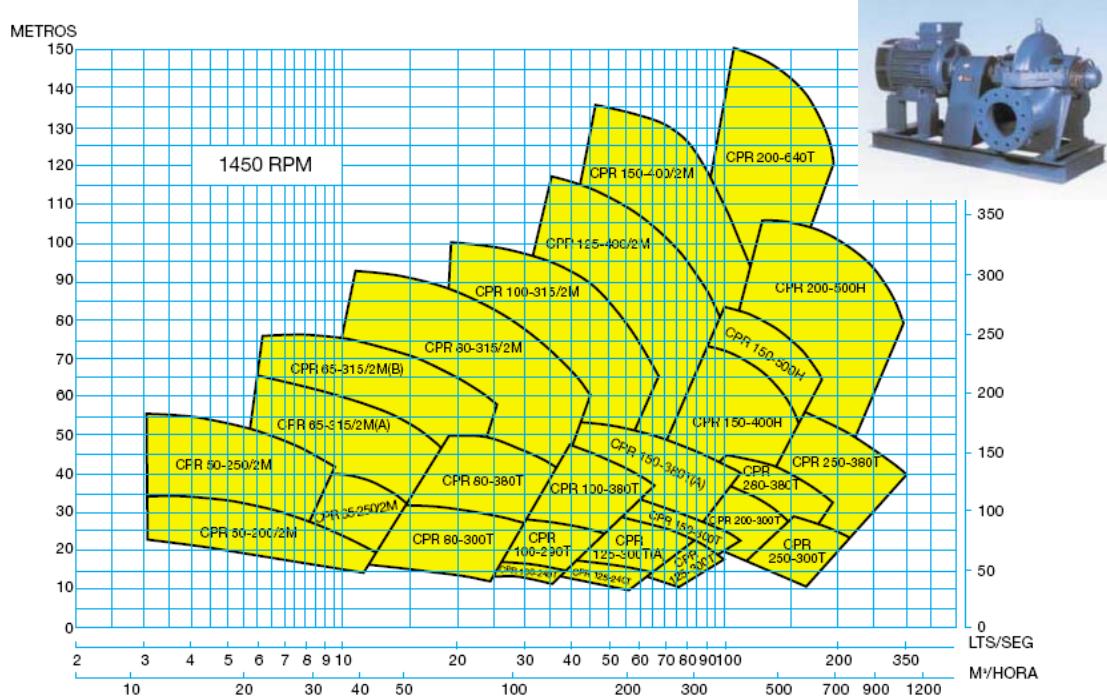
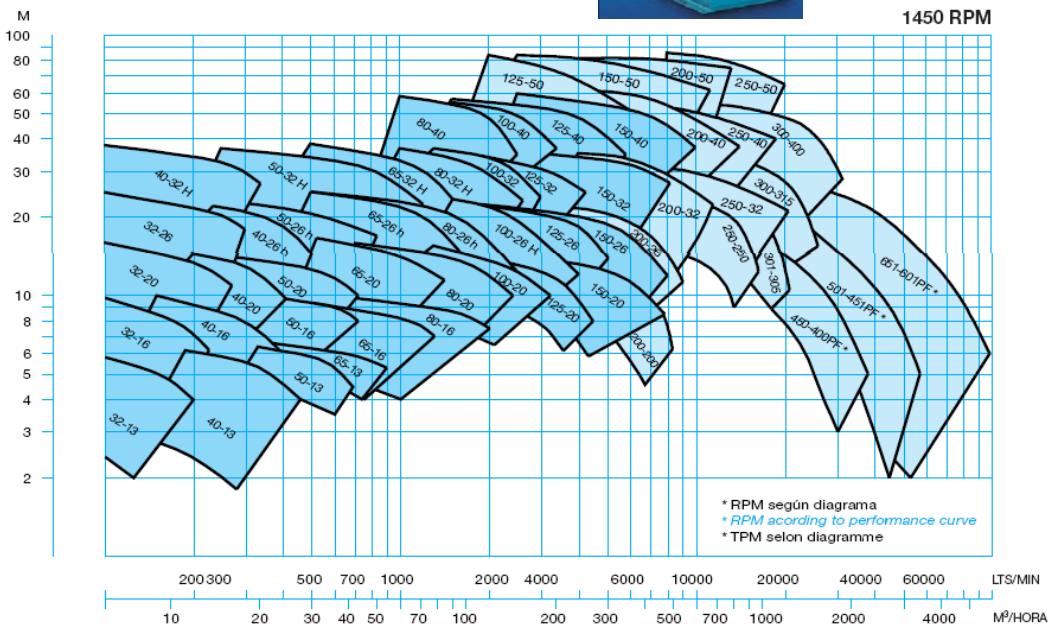


MEMORIA



RNI / GNI

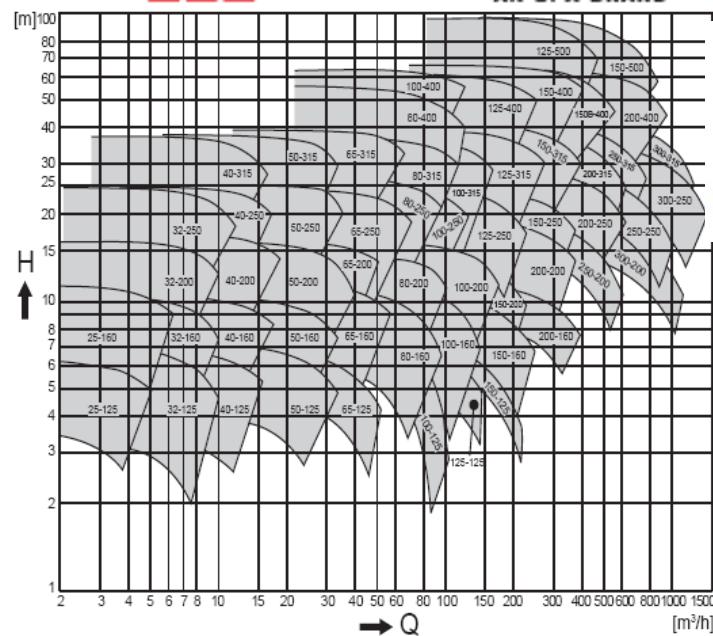
CAMPOS DE TRABAJO / *PERFORMANCE CHARTS* / CHAMPS DE TRAVAIL



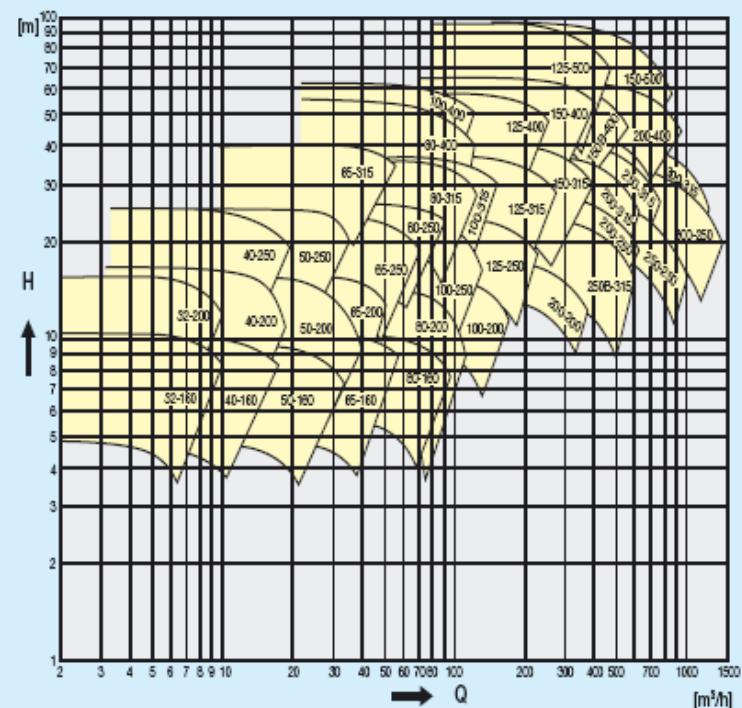


INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA ESTACIÓN DE BOMBEO

JOHNSON PUMP
AN SPX BRAND



$n_{\text{nom}} = 1500 \text{ rpm}$



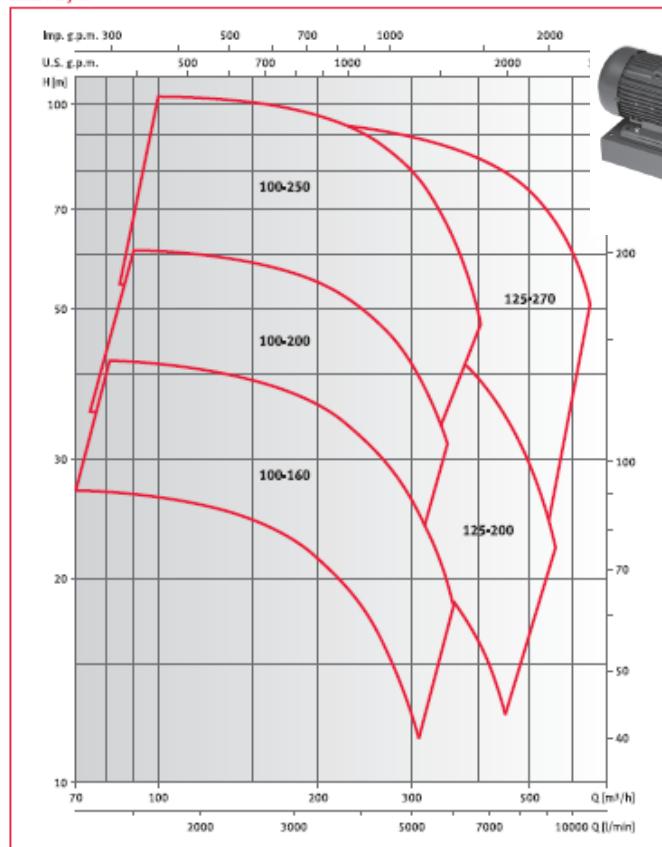
MEMORIA



Serie FN
Serie FN → Campo de prestaciones hidráulicas 50 Hz, 2 polos a 2950 rpm

ESPA

Serie FN5 y FN6

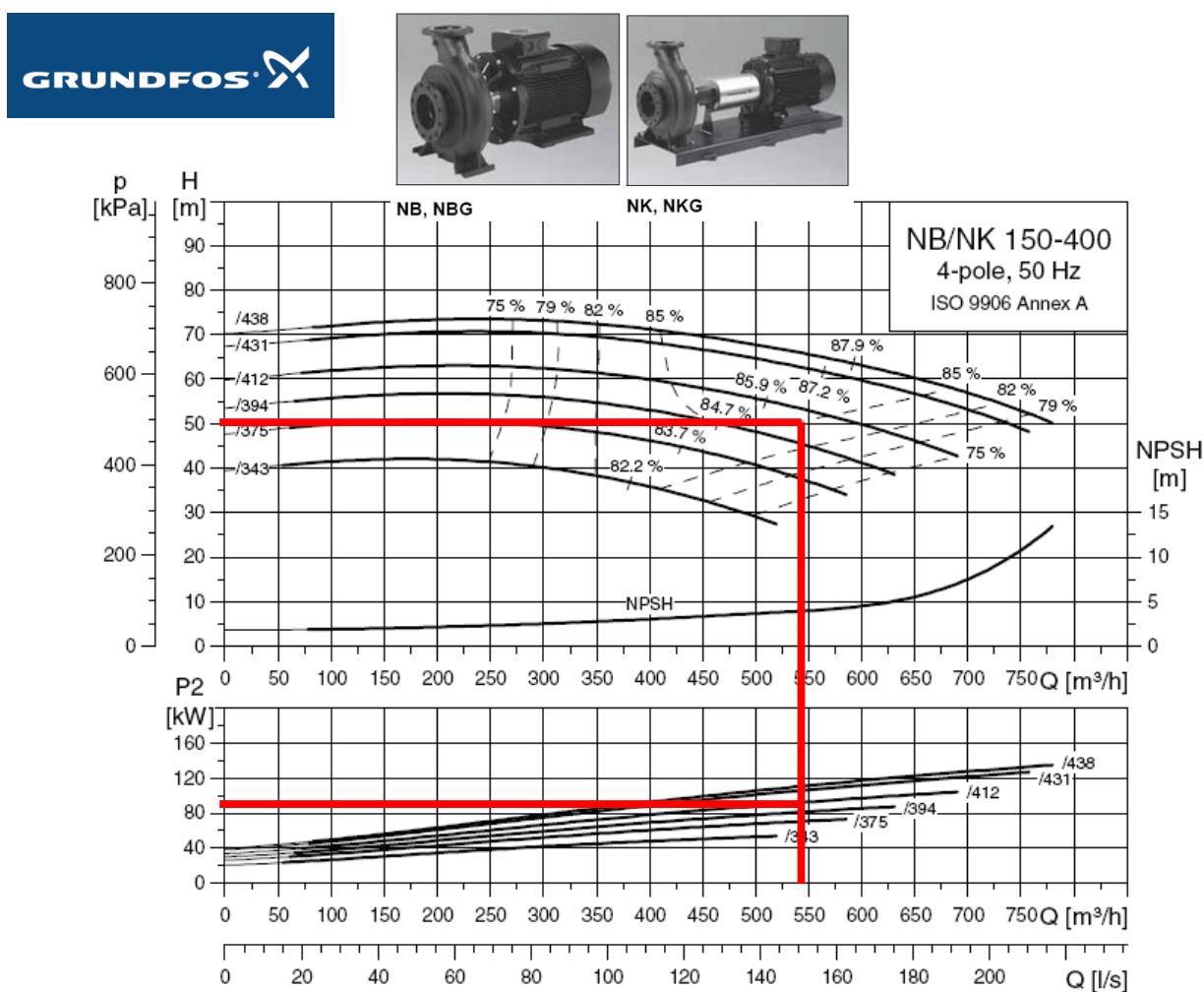




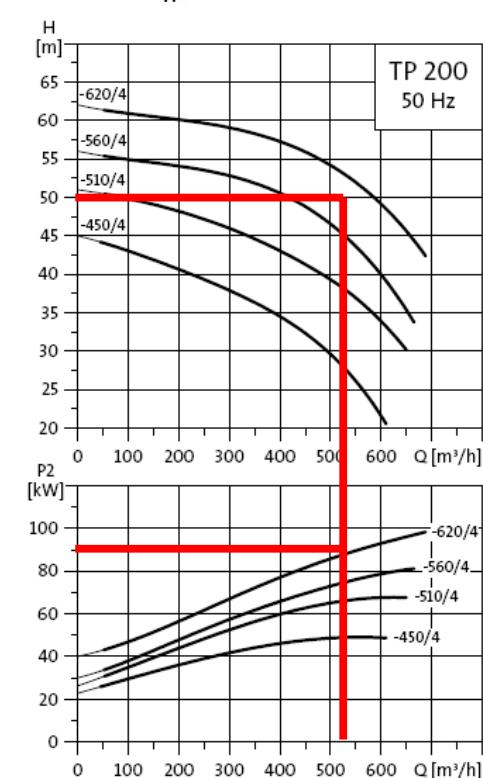
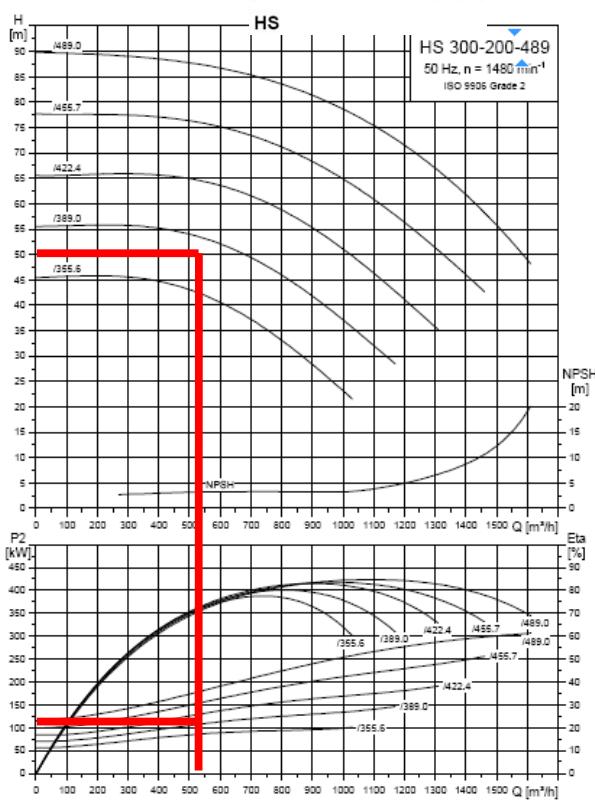
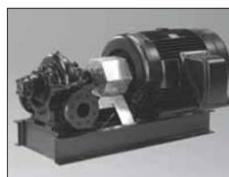
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA ESTACIÓN DE BOMBEO

Se descarta las bombas multipaso, puesto que no se ha encontrado bombas de este tipo capaces de suministrar 540m³/h. Las bombas multipaso son capaces de elevar caudales inferiores, a alturas más elevadas, que las bombas unipaso propuestas.

Cada modelo de bomba presenta su gráfica, que tal como se ha señalado en el punto 7.3.2.1.- tipo de bomba “interpretación de la gráfica de una bomba”, permite analizar el comportamiento de la presión con el aumento de caudal con los diferentes diámetros de impulsor, la eficiencia hidráulica y el aumento de consumo respecto del aumento de caudal. Señalando en estas gráficas el punto de presión 5kg/cm² → H (50m) y caudal 150 l/s (540m³/h) característico del equipo de bombeo tipo1 obtenemos datos de consumo y eficiencia hidráulica de cada modelo.



MEMORIA

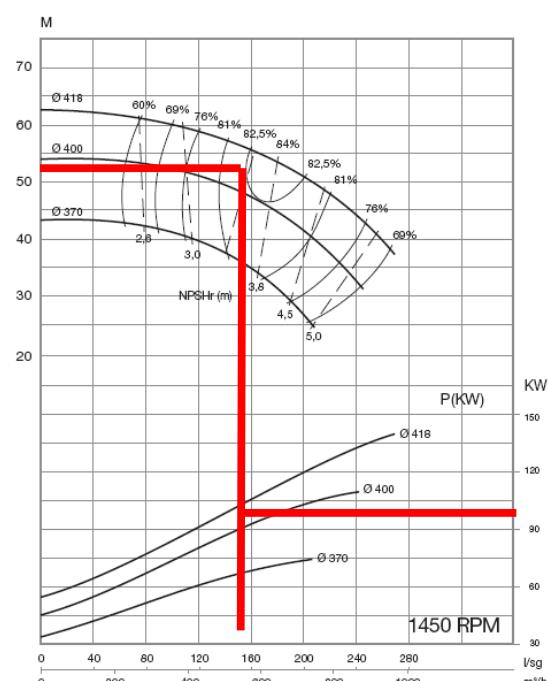




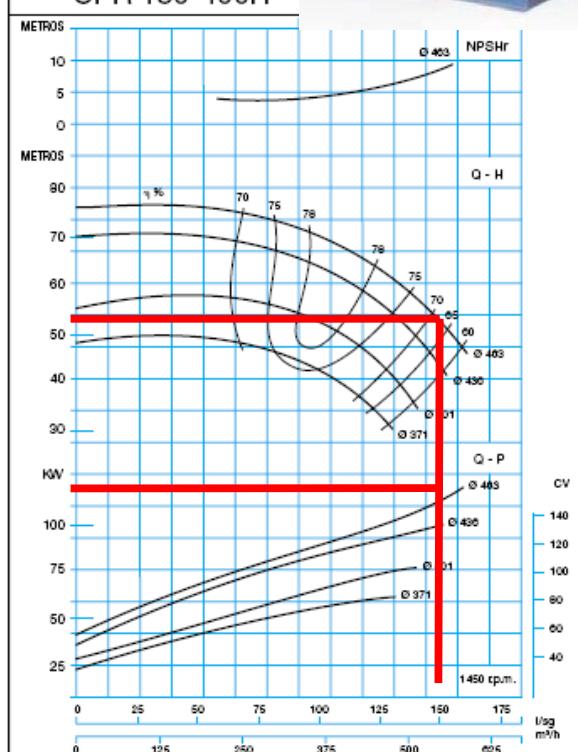
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA ESTACIÓN DE BOMBEO



RNI 200-40



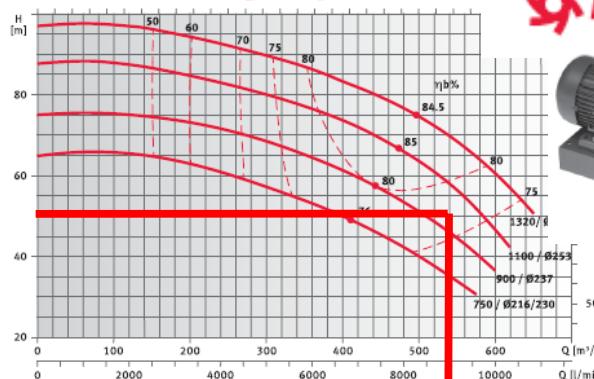
CPR 150-400H



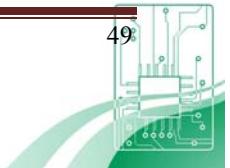
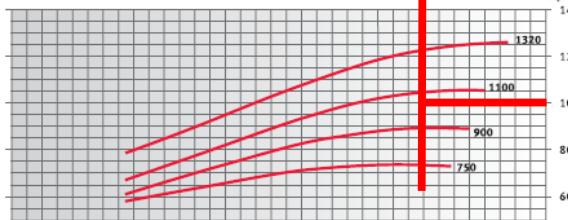
MEMORIA



Serie FNF 125 - 270



ESPA





INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA ESTACIÓN DE BOMBEO

FABRICANTE	TIPO DE BOMBA			MODELO	CONSUMO para 150 l/s a 5 kg/cm2
GRUNDFOS	NB/NK	HORIZONTAL		150/400	90 kw
GRUNDFOS	HS	HORIZONTAL	Cámara partida	300-200	110 kw
GRUNDFOS	TP	VERTICAL		200	90 kw
IDEAL	RNI	HORIZONTAL		200-40	90kw
IDEAL	CPR	HORIZONTAL	Cámara partida	150-400H	115 kw
ESPA	FNF	HORIZONTAL		125-270	100 kw

En la tarea de búsqueda se han encontrado escasos modelos de bomba vertical que sea capaz de suministrar los parámetros deseados, por lo que se decide elegir bombas tipo horizontal para los equipos de bombeo tipo 1.

Como se puede observar las bombas de cámara partida necesitan mayor consumo para facilitar los parámetros deseados, por lo que también se descartan.

Por último realizar el apunte que dependiendo de los fabricantes se puede elevar el consumo de la bomba injustificablemente, seguramente por los materiales con los que se construye.

El equipo de bombeo tipo 1 dispondrá de **una bomba centrífuga, horizontal, unipaso que cuyo consumo debe ser inferior a 95 kw en el caso de impulsar 150 l/s a una presión superior o igual a 5 kg/cm2**. En el pliego de condiciones en el apartado 2.3.2 se detalla las clasificaciones de tipo de bomba que debe cumplir la que se debe instalar en obra y las calidades mínimas que deben disponer las piezas que componen la bomba y las condiciones de garantía.

MEMORIA

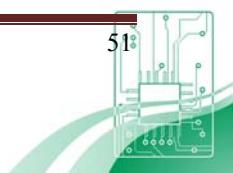


EQUIPO DE BOMBEO TIPO 2

El objetivo es seleccionar una bomba hidráulica capaz de suministrar un caudal de 60 l/s (216 m³/h) con una presión mayor de 5 kg/cm² (50 m de altura H) en la salida de su impulsor cuando trabaja a pleno rendimiento.

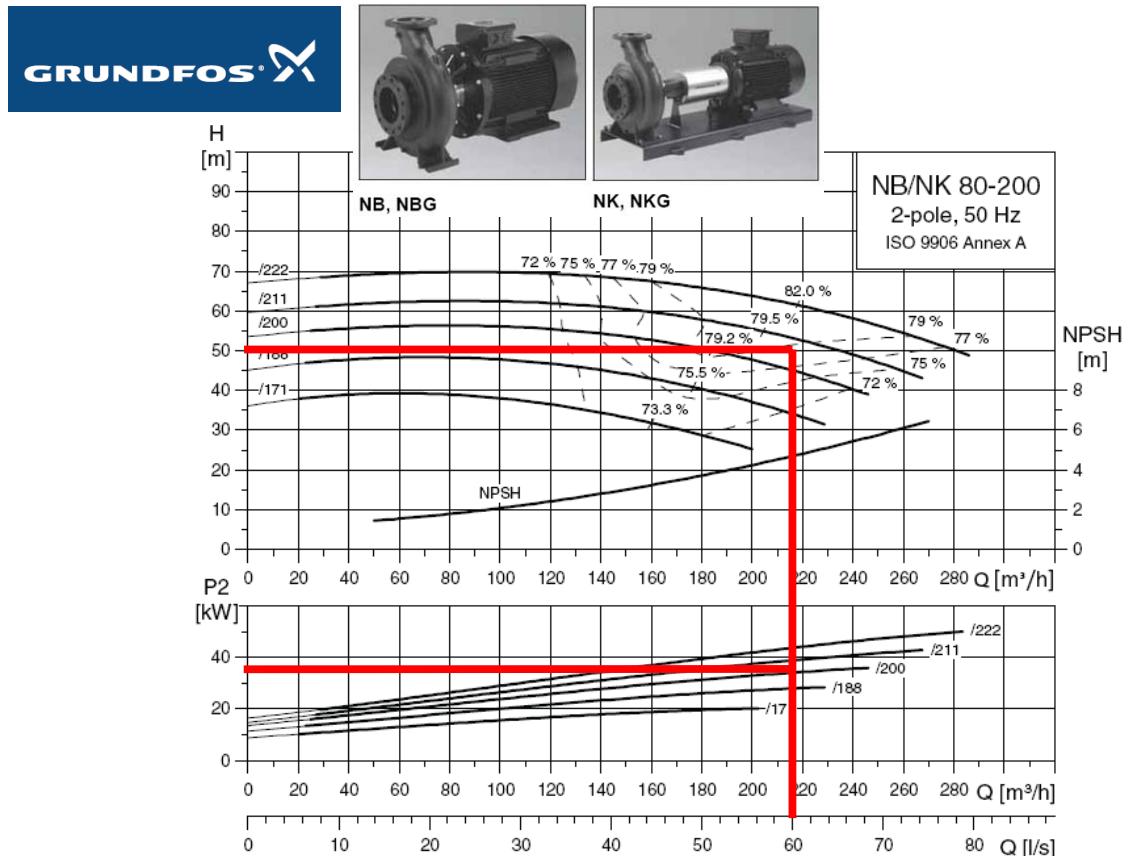
Usando el mismo método de selección que el planteado para el equipo de bombeo de bombeo tipo 1, se descarta las bombas de desplazamiento positivo y se procede a analizar las bombas centrífugas, de superficie, unipaso, que cumplen con las especificaciones del equipo de bombeo tipo 2.

Todos los tipos de bomba mostrados en la elección de bomba del equipo de bombeo tipo 1 cubren el campo de trabajo del equipo de bombeo de tipo 2 solo varía el modelo de bomba. Por lo que se muestra seguidamente las gráficas de cada modelo concreto y así estudiar el comportamiento del consumo de energía cuando se aumenta el caudal y se mantiene una presión mayor de 50 m. de altura:

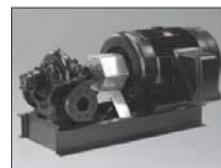




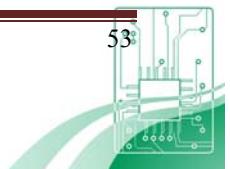
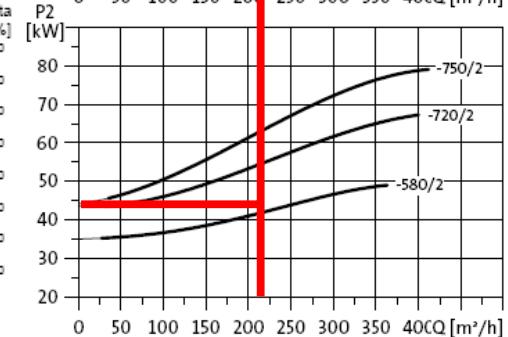
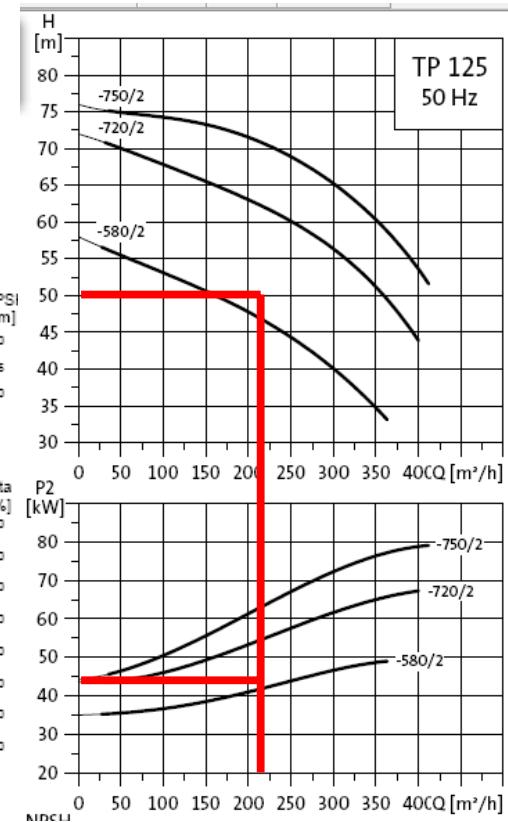
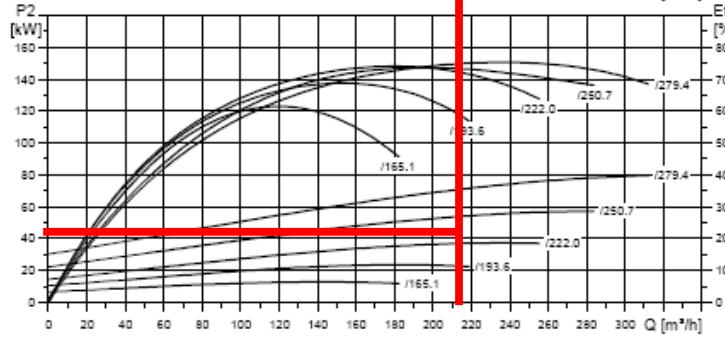
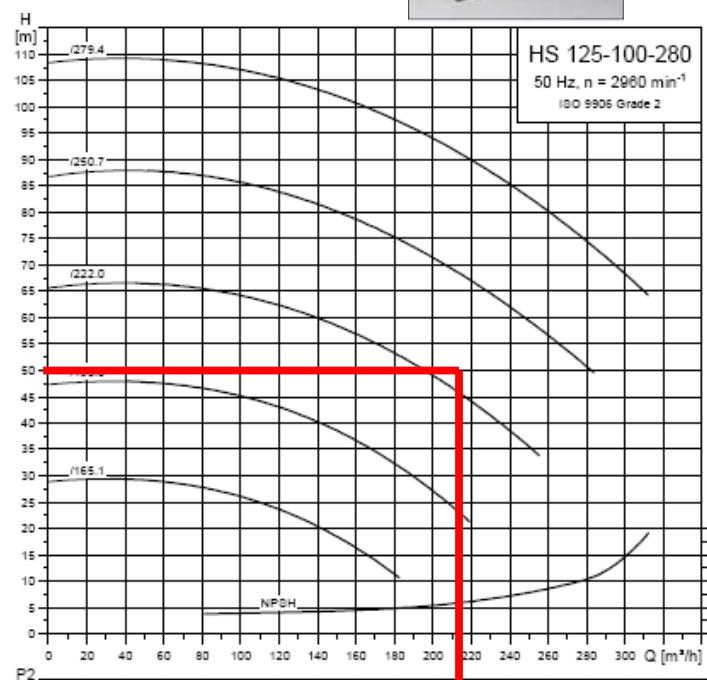
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA ESTACIÓN DE BOMBEO



MEMORIA



TP

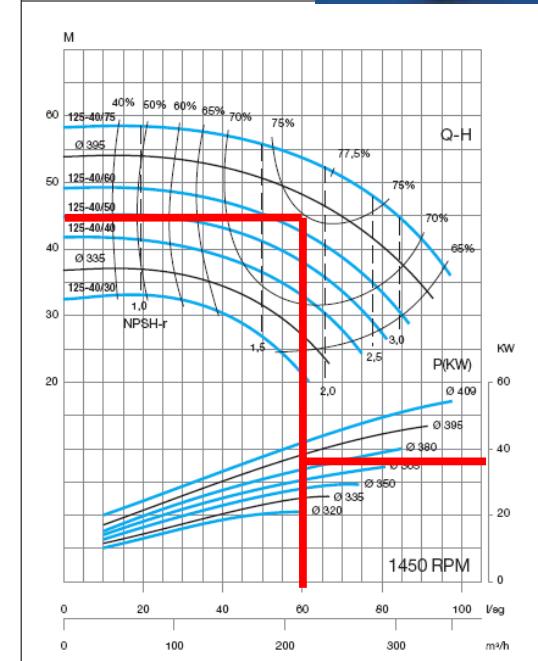




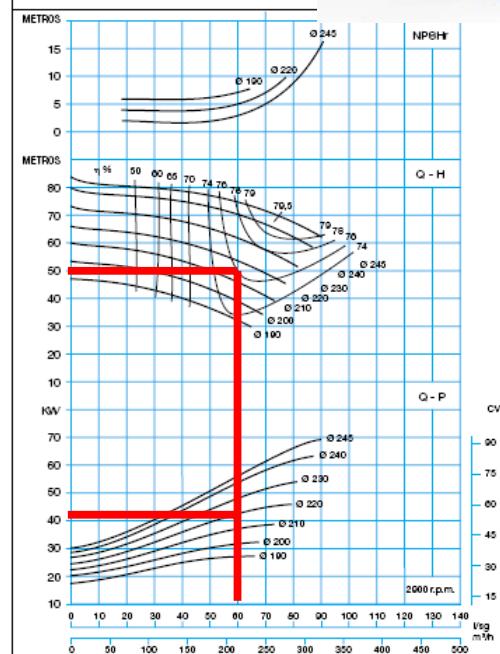
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA ESTACIÓN DE BOMBEO



GNI / RNI 125-40



CPS 100-240

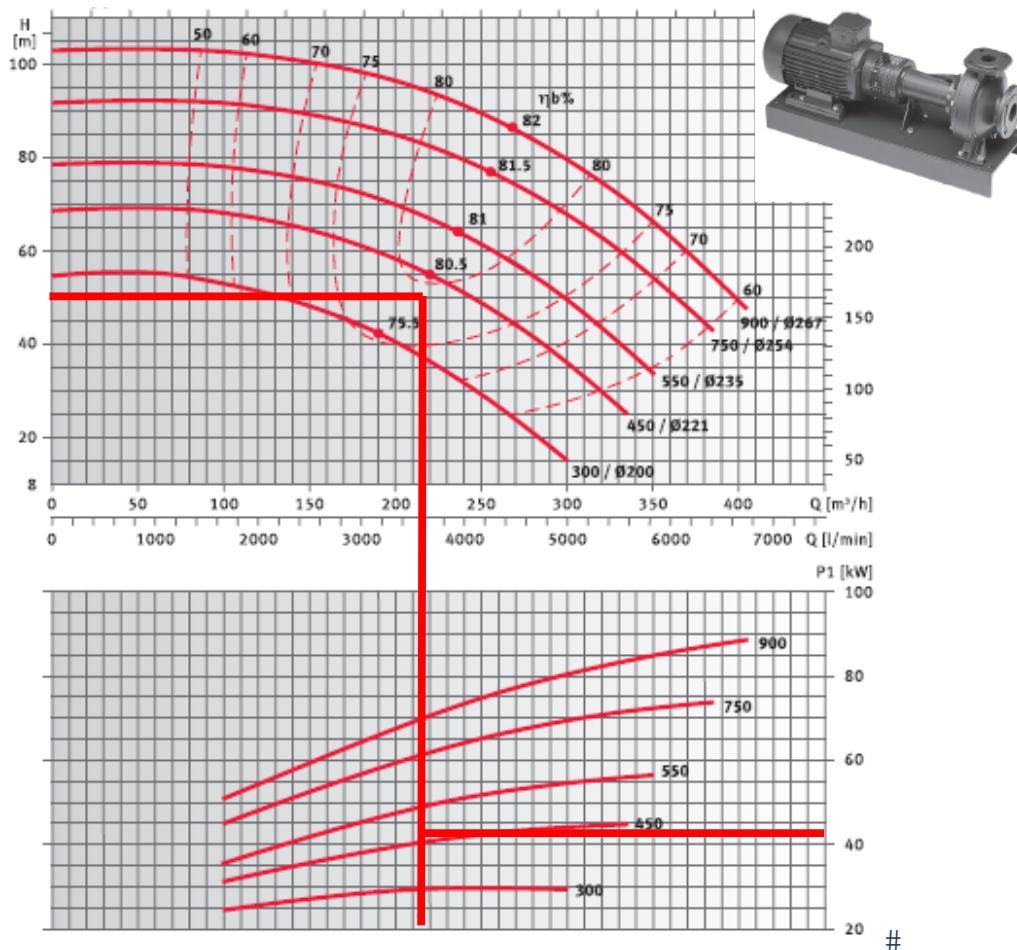


MEMORIA



Serie FNF 100 - 250

ESPA





INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA ESTACIÓN DE BOMBEO

FABRICANTE	TIPO DE BOMBA			MODELO	CONSUMO para 60 l/s a 5 kg/cm2
GRUNDFOS	NB/NK	HORIZONTAL		80-200	35 kw
GRUNDFOS	HS	HORIZONTAL	Cámara partida	125-100	42 kw
GRUNDFOS	TP	VERTICAL		125	45 kw
IDEAL	RNI	HORIZONTAL		125-40	35kw
IDEAL	CPS	HORIZONTAL	Cámara partida	100-240	42 kw
ESPA	FNF	HORIZONTAL		100-250	43 kw

En la tarea de búsqueda se han encontrado escasos modelos de bomba vertical que sea capaz de suministrar los parámetros deseados, por lo que se decide elegir bombas tipo horizontal para el equipo de bombeo tipo 2.

Como se puede observar las bombas de cámara partida necesitan mayor consumo para facilitar los parámetros deseados, por lo que también se descartan.

El equipo de bombeo tipo 2 dispondrá de **una bomba centrífuga, horizontal, unipaso, que cuyo consumo debe ser inferior a 40 kw en el caso de impulsar 60 l/s a una presión superior o igual a 5 kg/cm2**. En el pliego de condiciones en el apartado 2.3.3 se detalla las clasificaciones de tipo de bomba que debe cumplir la que se instale y las calidades mínimas que deben disponer las piezas que componen la bomba y las condiciones de garantía.

MEMORIA

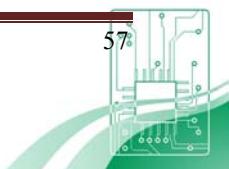


EQUIPO DE BOMBEO TIPO 3

El objetivo es seleccionar una bomba hidráulica capaz de suministrar un caudal de 5 l/s (18 m³/h) con una presión mayor de 5 kg/cm² (50 m de altura H) en la salida de su impulsor cuando trabaja a pleno rendimiento.

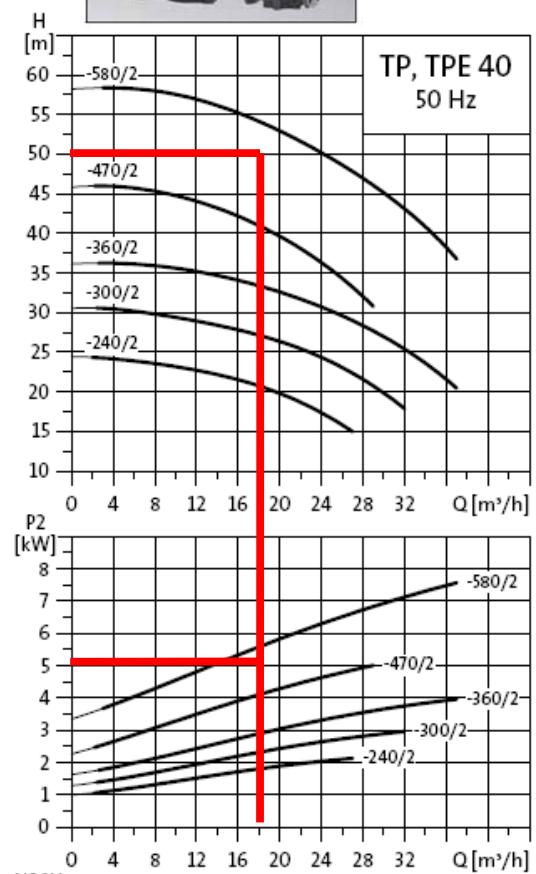
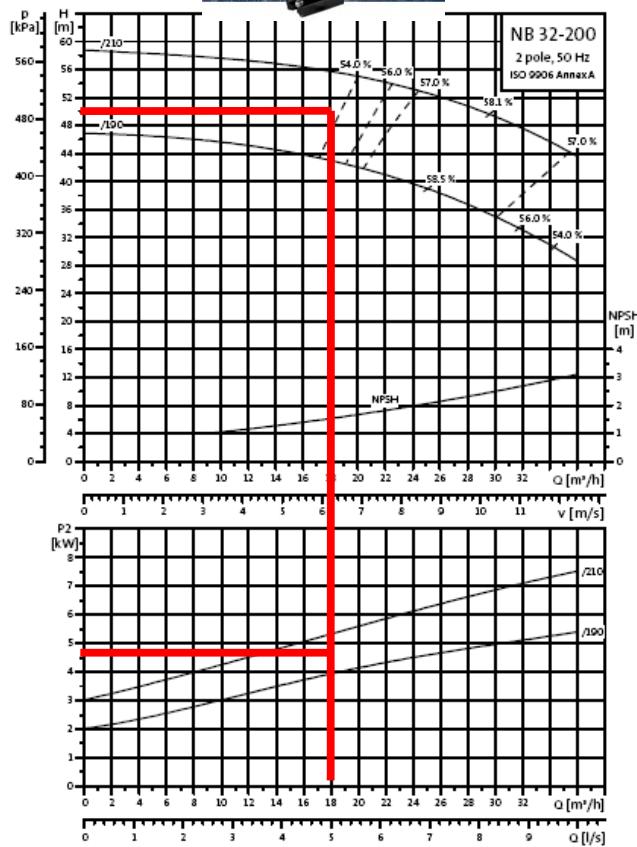
Siguiendo el mismo método de selección que en los casos anteriores, los fabricantes proponen un tipo de bomba más, capaz de suministrar el caudal y presión requeridos para el equipo de bombeo tipo 3. Se trata de bombas verticales multicelulares o multipaso. Que en sus gráficas muestran el consumo por cada etapa y hay que multiplicar el consumo por el número de etapas para comparar con el resto de tipos de bomba.

Seguidamente se proponen diferentes bombas eligiendo el modelo concreto de cada tipo de bomba, que comercializan los fabricantes con sus correspondientes gráficas de campos de trabajo, señalando sobre ellas el punto de trabajo y hallando el consumo asociado:

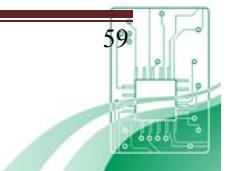
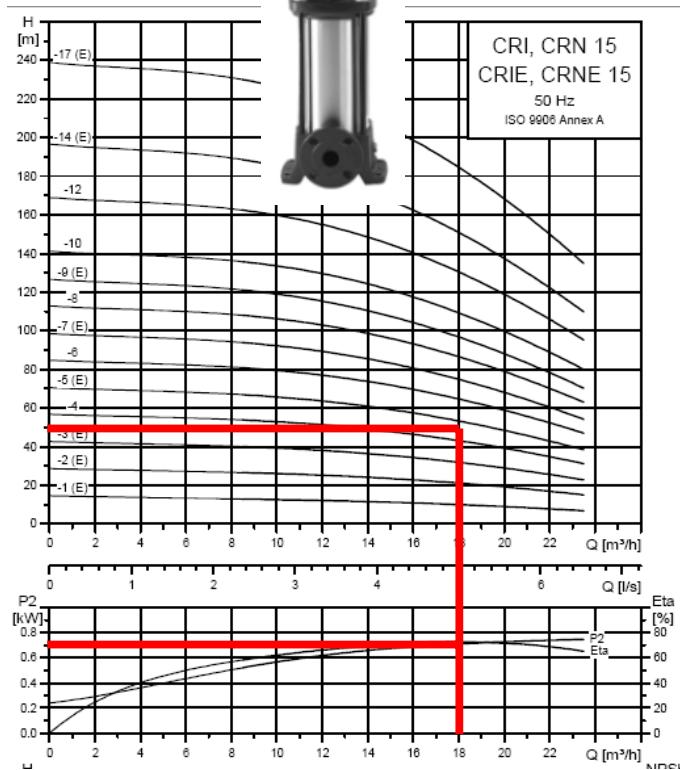




INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA ESTACIÓN DE BOMBEO

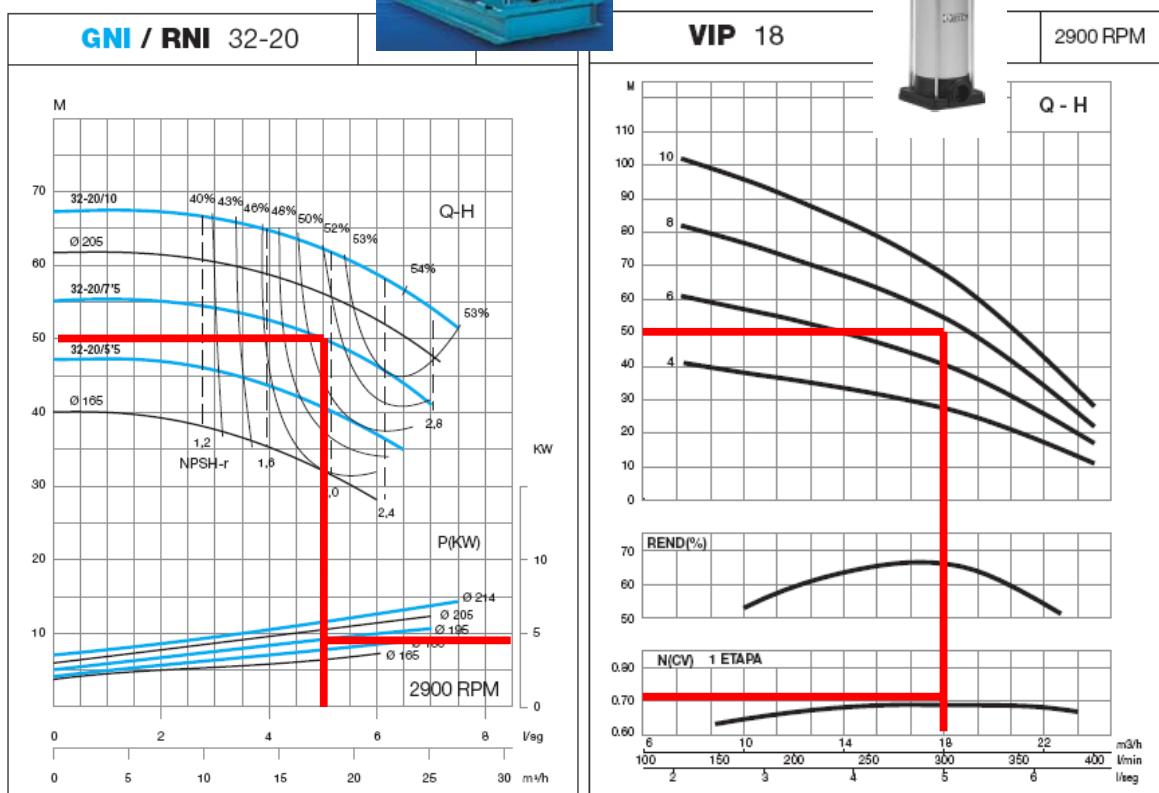


MEMORIA





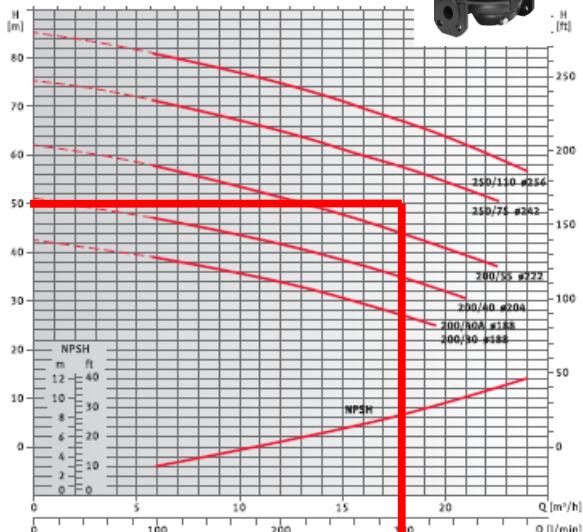
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA ESTACIÓN DE BOMBEO



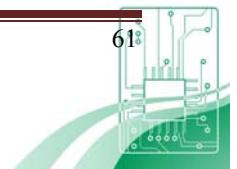
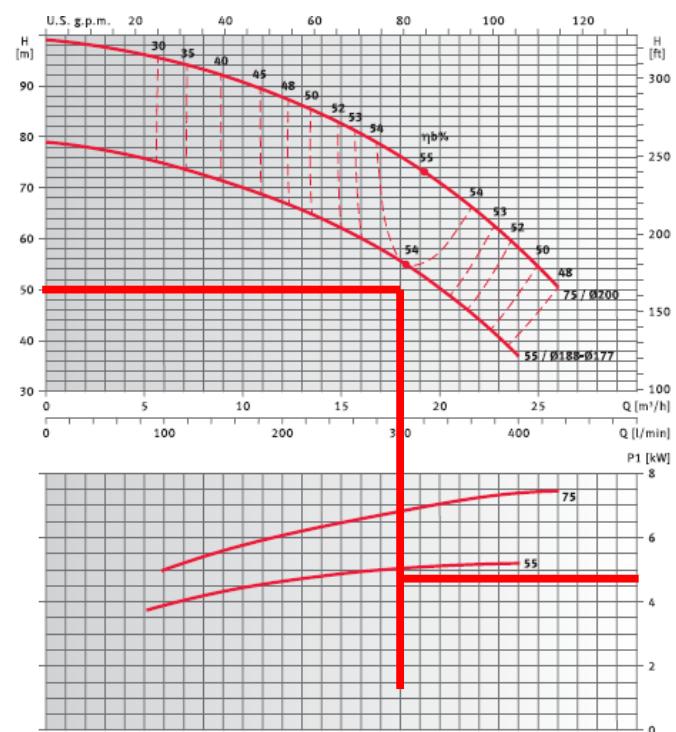
MEMORIA



Series FL y FLS 40 - 200/250

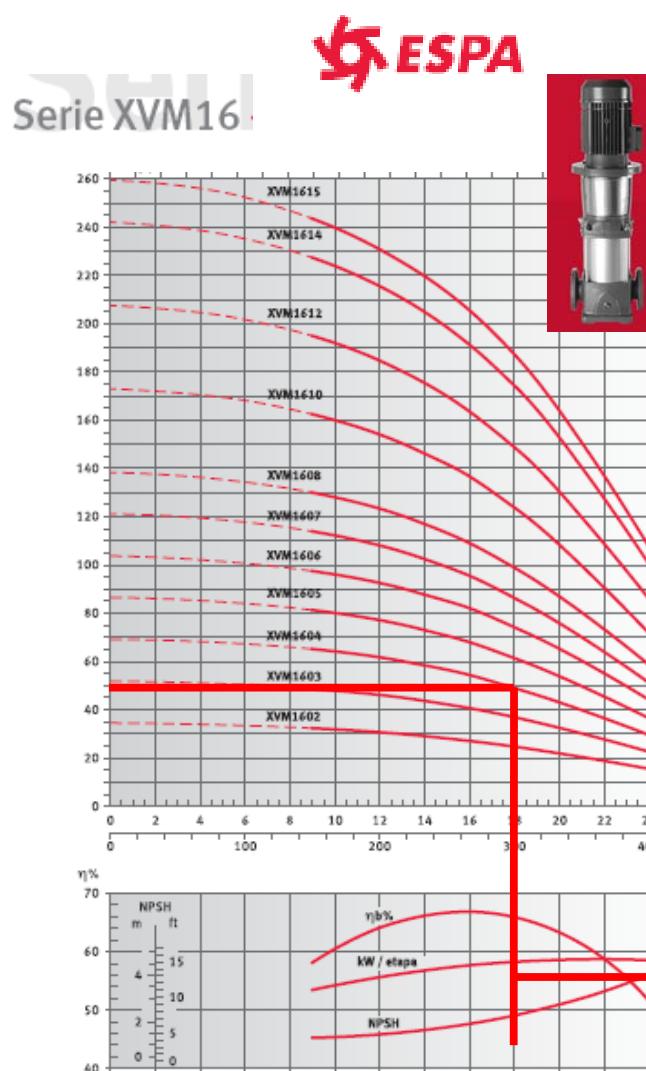


Serie 2FN 32 - 250





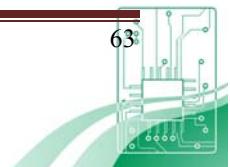
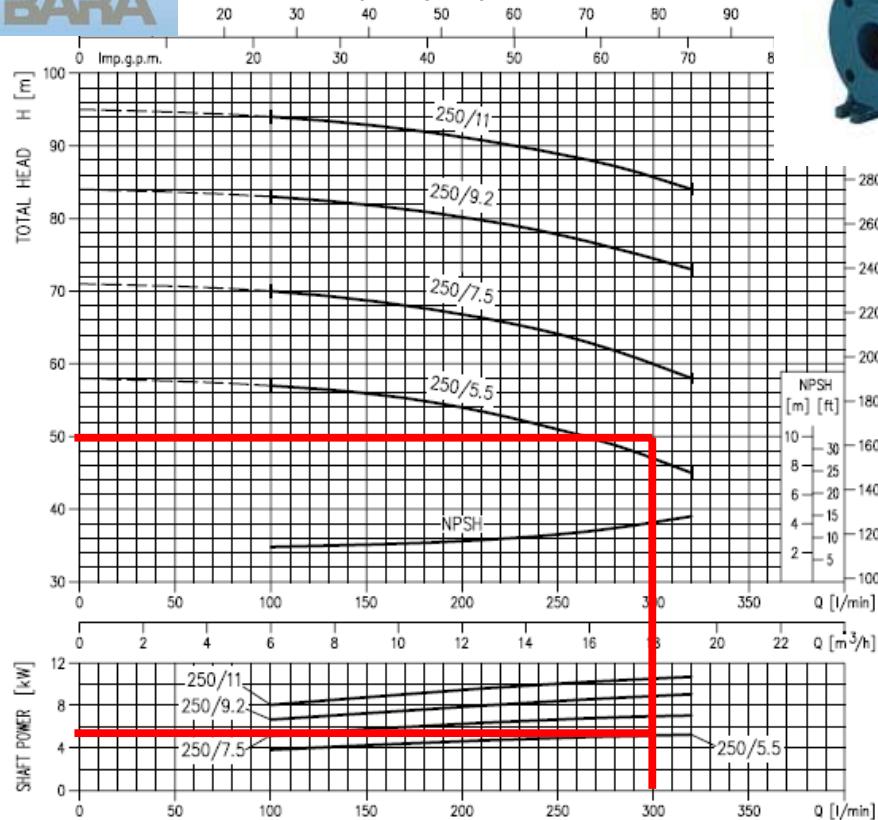
INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA ESTACIÓN DE BOMBEO



MEMORIA



MD 32-250/5.5 (5.5 kW) – Impeller diameter = 215 mm
MD 32-250/7.5 (7.5 kW) – Impeller diameter = 236 mm
MD 32-250/9.2 (9.2 kW) – Impeller diameter = 252 mm
MD 32-250/11 (11 kW) – Impeller diameter = 265 mm





INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA ESTACIÓN DE BOMBEO

FABRICANTE	MODELO DE BOMBA			MODELO	CONSUMO para 5 l/s a 5 kg/cm2
GRUNDFOS	NB	HORIZONTAL		32-200	4.5 kw
GRUNDFOS	TP	VERTICAL		40	5.0 kw
GRUNDFOS	CRI	VERTICAL	Multicelular	15	3.5 kw (0.7 * 5)
IDEAL	RNI	HORIZONTAL		32-20	4.7 kw
IDEAL	VIP	VERTICAL	Multicelular	18	5.6 kw (0.7 * 8)
ESPA	FL	VERTICAL		40-250	6.0 kw
ESPA	2FN	HORIZONTAL		32-250	4.6 kw
ESPA	XVM	VERTICAL	Multicelular	16	3.5 Kw (0.7 * 5)
EBARA	MD	HORIZONTAL		32-250	4.7 Kw

En el caso del equipo de bombeo tipo 3 se instalara **una bomba centrífuga, vertical, multipaso que cuyo consumo debe ser inferior a 4 kw en el caso de impulsar 5 l/s a una presión mayor de 5kg/cm2**. En el pliego de condiciones en el apartado 2.3.4 se detalla las clasificaciones de tipo de bomba que debe cumplir la que se instale y las calidades mínimas que deben disponer las piezas que componen la bomba y las condiciones de garantía.

MEMORIA



7.3.2.4.- CONSUMO

Según se ha planteado en el punto 7.3.2.2, realizando una media de la demanda mensual de caudal, se ha indicado cada mes que motores deben estar activos:

	qfc (l/s)	TIPO 1 1	TIPO 1 2	TIPO 1 3	TIPO 2	TIPO 3
FEBRERO	5					ACTIVO
MARZO	40				ACTIVO	
ABRIL	61				ACTIVO	ACTIVO
MAYO	121			ACTIVO		
JUNIO	254		ACTIVO	ACTIVO		
JULIO	466	ACTIVO	ACTIVO	ACTIVO	ACTIVO	
AGOSTO	385	ACTIVO	ACTIVO	ACTIVO		
SEPTIEMBRE	164			ACTIVO	ACTIVO	
OCTUBRE	34				ACTIVO	
NOVIEMBRE	2					ACTIVO

Asociando a cada motor activo el consumo asociado, en caso de ser a pleno rendimiento será el de las tablas de comparación de bombas, de la elección de bombas y en caso de que el caudal que debe aportar el motor activo sea inferior al de pleno rendimiento, será necesario buscar el consumo en las gráficas asociadas al modelo de bomba concreto, se puede mostrar por meses los siguientes consumos continuos:

	qfc (l/s)	TIPO 1 1	TIPO 1 2	TIPO 1 3	TIPO 2	TIPO 3	TOTAL Kw
FEBRERO	5					3.5 kw	3.5
MARZO	40				28 kw		28.0
ABRIL	61				35 kw	2.5kw	37.5
MAYO	121			80 kw			80.0
JUNIO	254		95 kw	80 kw			175.0
JULIO	466	95 kw	95 kw	95 kw	17 kw		302.0
AGOSTO	385	95 kw	95 kw	65 kw			255.0
SEPTIEMBRE	164			95 kw	17 kw		112.0
OCTUBRE	34				18 kw		18.0
NOVIEMBRE	2					2.5 kw	2.5
						TOTAL	





7.3.3.- CUADRO ELECTRICO

El objetivo del cuadro es que ante cualquier caudal la presión al inicio de la red se mantenga constante en 5 kg/cm² de este modo se asegura el cumplimiento del requerimiento definido en el apartado 7.1.1.

Este objetivo se debe conseguir con el menor consumo energético posible. El cuadro eléctrico se debe encargar de controlar los motores que impulsan las bombas hidráulicas obteniendo el máximo rendimiento posible de los mismos.

El cuadro se debe proporcionar continuidad en el suministro de motores y resto de equipos eléctricos siempre que no se sobre pase límites en los parámetros de la alimentación que sean perjudiciales para los equipos eléctricos.

Proporcionando protección y continuidad en el suministro se garantiza la seguridad de los usuarios y la longevidad de los equipos eléctricos y añadiendo mantenimiento preventivo se asegura obtener el máximo rendimiento y menor deterioro de los equipos.

Mantenimiento que se facilitara si se decide instalar las opciones que se muestran en este pliego como consejos, orientadas a poder controlar remotamente el funcionamiento de la estación desde un centro donde se vele por el mantenimiento de más estaciones.

Seguidamente se detalla las funcionalidades más importantes que debe cumplir el cuadro eléctrico, detallando como optimizar el consumo de los motores en el punto de control de motores (arrancadores y variadores), la protección en el punto de protección magneto térmica y otros puntos de similar importancia.

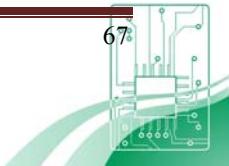
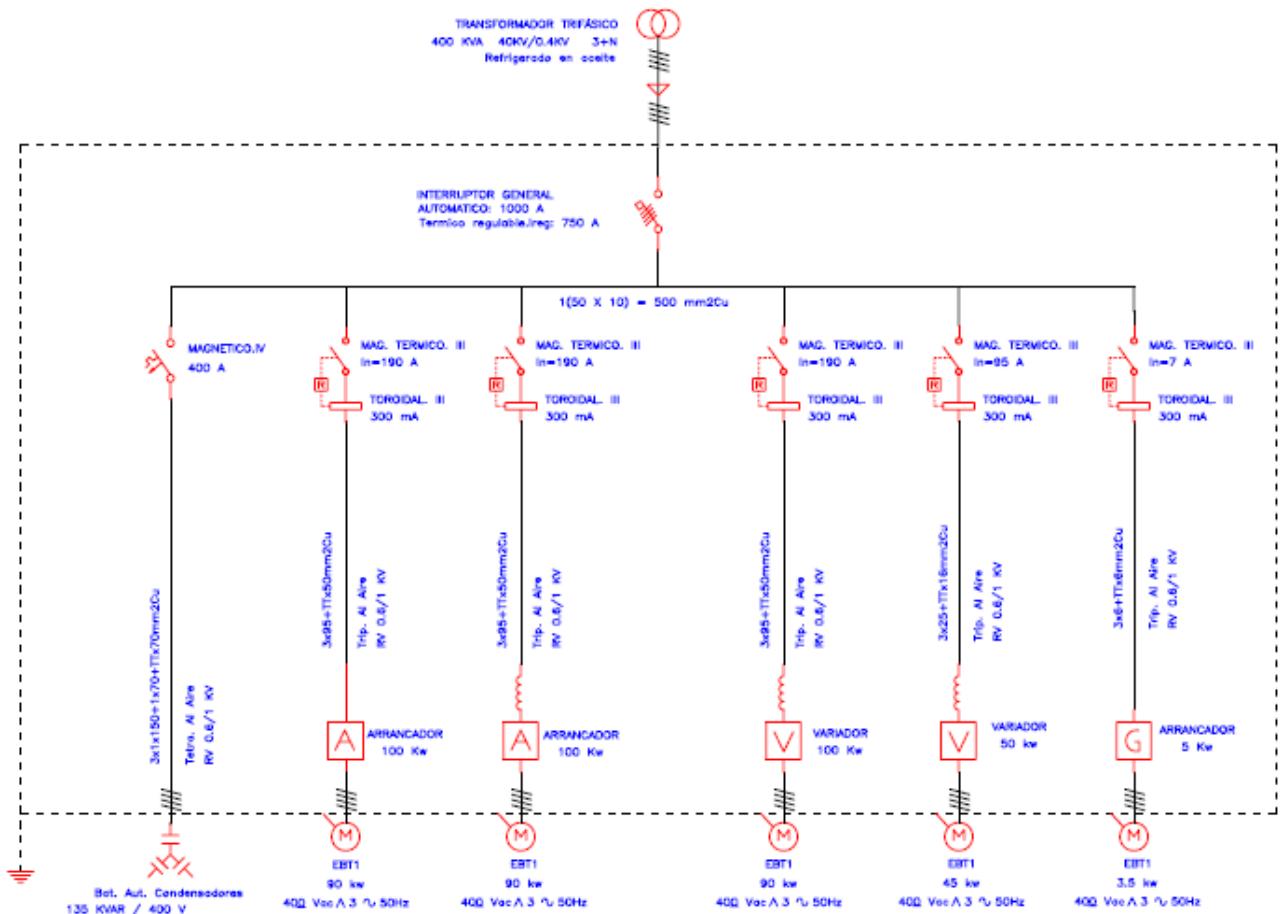
MEMORIA



7.3.3.1.- PROTECCIÓN MAGNETO-TÉRMICA

Se deben instalar elementos de protección magneto-térmica, que tengan la capacidad de interrumpir la corriente de alimentación de los equipos, cuando se está sobre pasando ciertos valores máximos, que pueden deteriorar, incluso estropear, los equipos electrónicos y maquinas eléctricas que hay instalados después de dichos interruptores.

Se instalara una protección magneto-térmica por cada equipo de bombeo y un interruptor general. El interruptor general estará dimensionado de modo que sea capaz de conducir la corriente de todos los elementos de la estación, equipos de bombeo, equipos de alumbrado y otros posibles equipos electrónicos que se instalen, e interrumpir la corriente de alimentación de todos ellos en caso de sobrepasar la suma de los valores máximos de corriente de cada elemento.

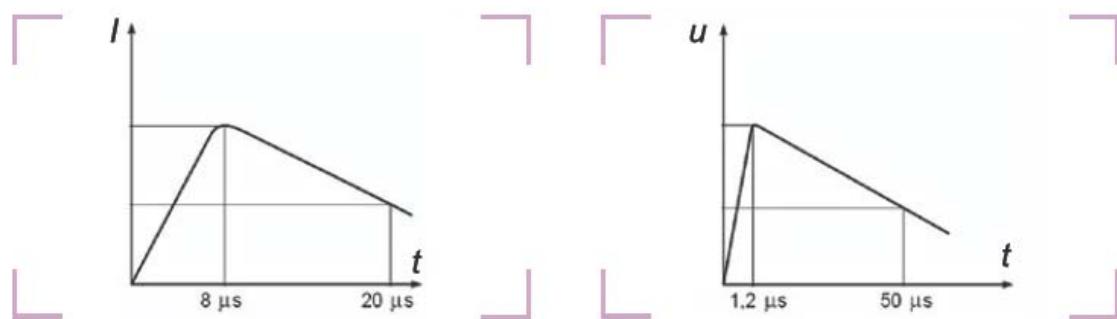




Además de interrumpir la alimentación por sobrepasar el nivel corriente que pasa por la carga (aumento de temperatura que deforma una lámina bimetálica que mediante el correspondiente dispositivo mecánico, provoca la apertura del interruptor) se puede interrumpir por un aumento rápido y elevado de corriente, tensión y resto de sucesos que seguidamente se estudian debido a la necesidad de establecer inmunidad a ciertos valores de los mismos.

En presencia de receptores no lineales (Variadores de frecuencia, filtros RMI, baterías de condensadores para compensación de energía reactiva), es necesario que la protección diferencial sea inmunizada, para asegurar la continuidad de la alimentación de los equipos, evitando disparos indeseados debido a diferentes causas como se listan seguidamente:

Sensibilidad a sobretensiones y sobrecargas transitorias La norma 61008-1 define dos curvas (intensidad y tensión transitorias) que siempre que no sean sobre-pasadas el diferencial no debe dispararse:



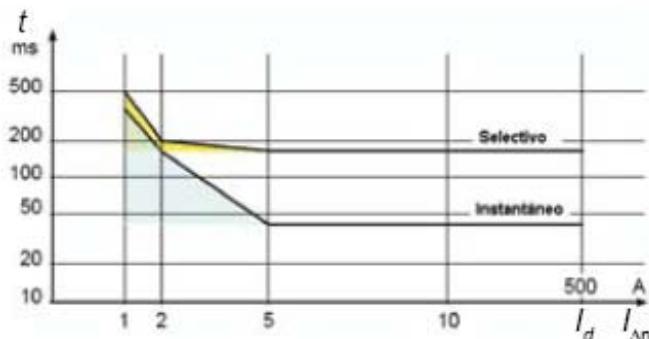
Derivas de corrientes con componente continua de hasta 6 mA, marcados por la **Norma IEC 61008-1**,

Derivas de corriente a través del cuerpo humano respecto a la frecuencia, tal como se indica en la norma IEC 479-1/UNE 20-572-92 la corriente de 6 mA antes mencionada se amplía considerablemente si la frecuencia es elevada.

MEMORIA



Además la protección inmunizada permite establecer un retardo en la apertura del circuito el cuál depende del nivel de corriente de fuga, lo que establece una curva inversa que a menor corriente más tiempo permite la corriente de defecto:

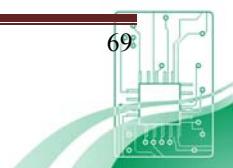


Se aconseja instalar interruptores capaces de transmitir mediante puerto RS485 el valor de la corriente de fuga en todo momento. Esta información resulta muy útil para realizar un mantenimiento preventivo y correctivo de la instalación, ya que nos permite actuar antes de que sea realizado un disparo.

Igual de interesante resulta que el diferencial permita una reconexión automática mediante entrada externa y también que se pueda disparar el interruptor de forma remota.

Estas características deseables permiten introducir el diferencial en un sistema de telemundo.

En el pliego de condiciones en el apartado 2.4.2 se detalla las características cada tipo de protección que se debe instalar en la estación de bombeo y las calidades mínimas que deben disponer las piezas que componen la protección y las condiciones de garantía.





7.3.3.2.- COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA

Energía activa

Todas las máquinas eléctricas alimentadas en corriente alterna convierten la energía eléctrica suministrada en trabajo mecánico y calor. Esta energía se mide en kWh y se denomina energía activa.

Energía reactiva

Ciertos receptores necesitan campos magnéticos para su funcionamiento (motores, transformadores...) y consumen otro tipo de energía denominada energía reactiva (KVar).

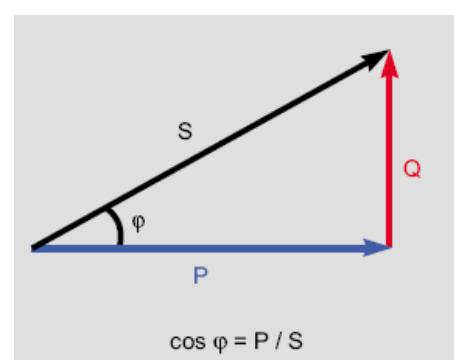
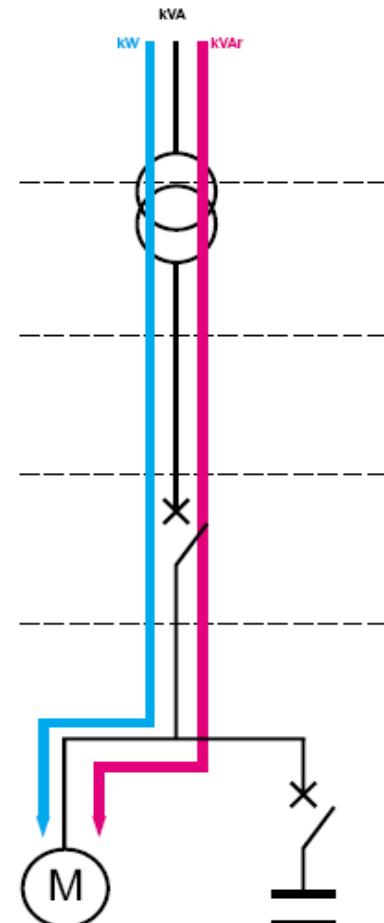
El motivo es que este tipo de cargas (denominadas inductivas) absorben energía de la red durante la creación de los campos magnéticos que necesitan para su funcionamiento y la entregan durante la destrucción de los mismos.

La conexión de cargas inductivas en una instalación provoca el desfase entre la onda de intensidad y la tensión.

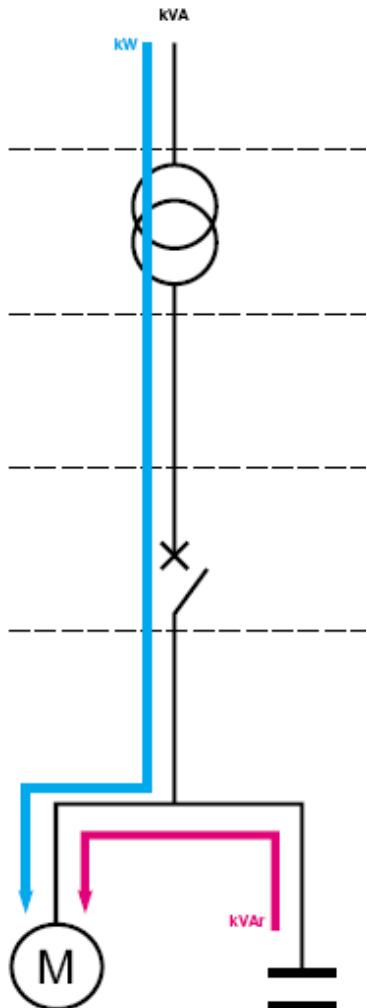
El ángulo φ mide este desfase e indica la relación entre la intensidad reactiva (inductiva) de una instalación y la intensidad activa de la misma.

Esta misma relación se establece entre las potencias o energías activa y reactiva.

El $\cos \varphi$ indicará por tanto la relación entre la potencia activa y la potencia aparente de la instalación (los kVA que se pueden consumir como máximo en la misma).



MEMORIA



Para minimizar el consumo de energía reactiva se instalan baterías de condensadores de modo que la energía reactiva fluye entre el condensador y la carga, descargando al resto de instalación aguas arriba del punto de conexión de la batería.

$\cos \varphi$	cos φ a obtener				
	0,9	0,92	0,94	0,96	0,98
0,4	1,805	1,861	1,924	1,998	2,085
0,45	1,681				1,784
0,5	1,248				1,529
0,55	1,035				1,316
0,6	0,849				1,131
0,65	0,685				0,966
0,7	0,536				0,811
0,75	0,398	0,453	0,519	0,591	0,679
0,8	0,266	0,321	0,387	0,459	0,541
0,85	0,02	0,191	0,257	0,329	0,417
0,9		0,058	0,121	0,192	0,281
					0,484

$$Q = P \times \text{factor}$$

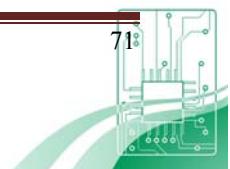
$$Q = P \times 0,679$$

La tabla nos da en función del $\cos \varphi$ de la instalación, antes (en este caso 0,75 de los motores), y después de la compensación (la deseada, 0,9 en este caso para evitar recargos), un coeficiente a multiplicar por la potencia activa para encontrar la potencia de la batería de condensadores a instalar.

Según se indica en el apartado 7.3.2.4.- CONSUMO se va a alcanzar más de 300 kw de potencia activa considerando $P=350$ Kw obtenemos un valor de potencia reactiva para rectificar $\cos \varphi = 0,75$ inicial a $\cos \varphi = 0,9$ deseado de:

$$Q=350*0,39=135 \text{ KVar}$$

$\cos \varphi$	Recargo %	Descuento %
1,00	-	4,0
0,97	-	1,7
0,95	-	0,0
0,90	0,0	0,0
0,85	4,4	-
0,80	9,6	-
0,75	15,8	-
0,70	23,5	-
0,65	33,0	-
0,60	45,0	-
0,58	50,7	-





7.3.3.3.- CONTROL MOTORES (ARRANCADORES Y VARIADORES)

Los equipos de bombeo deben aportar los diferentes caudales, que surgen como suma de la demanda de cada uno de los regantes en cada instante. En el punto 7.3.2.4 se ha reflejado en la segunda tabla el consumo total de la estación de bombeo en diferentes meses tomando de cada motor activo el consumo asociado en la gráfica que lo representa.

Al igual que en el caso demostrado en el punto 7.3.2.2, cuando una bomba está activa para suministrar caudales por debajo del caudal nominal, la eficiencia hidráulica disminuye y el consumo energético es mayor del necesario.

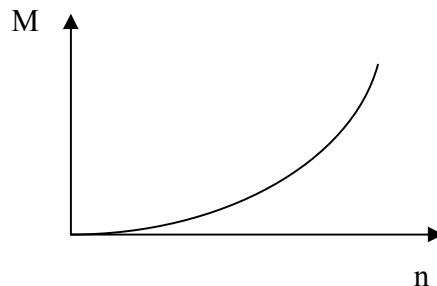
Por lo tanto el cuadro eléctrico se debe encargar que los equipos de bombeo trabajen a pleno rendimiento, aportando el caudal nominal a la velocidad nominal o en caso de que el caudal demandado sea menor al nominal se deben aplicar métodos de control del equipo de bombeo que optimicen el consumo energético.

Seguidamente se muestra el comportamiento de un motor ante las variaciones de caudal, conocidas como variación de la carga del motor, para posteriormente indicar los métodos de control del equipo de bombeo, que ajustan el consumo energético necesario para aportar la presión constante de 5 kg/cm² a caudales inferiores al nominal.

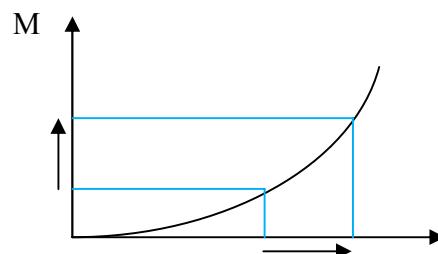
MEMORIA



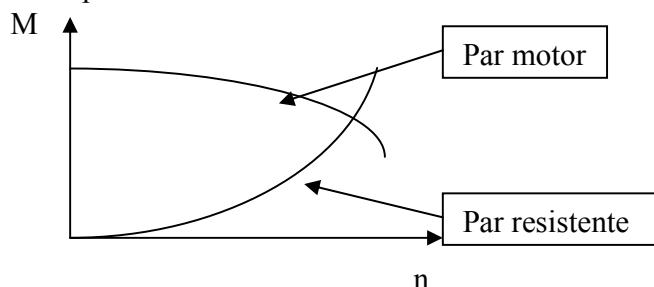
Cada caudal concreto es representado por la curva de par resistente que se muestra a continuación. Se puede observar como a mayor velocidad de giro del motor más par se aplica a la carga, lo que implica mayor presión a la salida del impulsor:



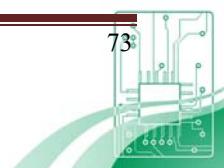
En el presente proyecto queremos una presión constante, segun se ha indicado en el punto 7.1.1 debe ser 5 kg/cm², lo que en la gráfica se representa como un valor de par ("M") constante, puesto que el par es la fuerza que debe aplicar el motor para obtener la presión deseada.



El par capaz de aportar el motor se representa sobre la misma gráfica



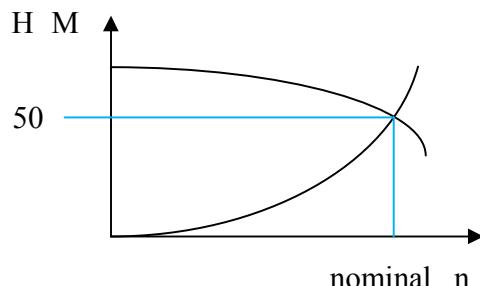
Para poder alcanzar la presión deseada, el par motor debe ser mayor que el par resistente asociado a esa presión y caudal deseado. En el momento que se cortan la curva de par motor y la de par resistente se obtiene un punto de trabajo estable.



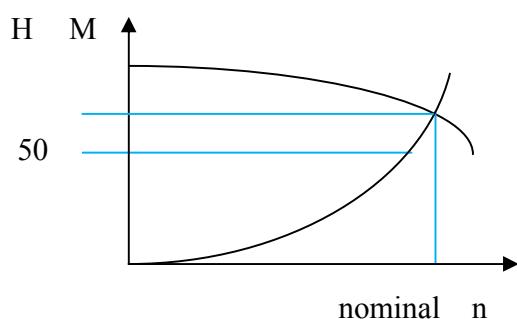


INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA ESTACIÓN DE BOMBEO

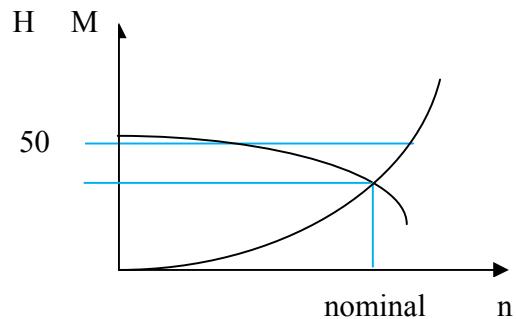
La bomba que optimiza el consumo de energía, es la que iguala el par motor al par resistente en el punto que el par proporciona al líquido que impulsa la presión deseada, en este proyecto 5 kg/cm^2 (50 m de H) y el motor gira a su velocidad nominal:



En caso de que el motor aporte un par más elevado, el punto de trabajo estable será a un par más elevado, lo que aportara al líquido una presión por encima de la necesaria, lo que implica un consumo de energía innecesario:

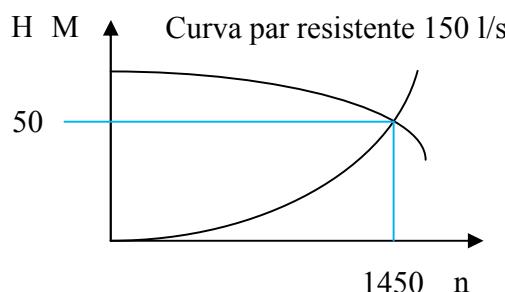


En caso de que el motor aporte un par menor, el punto de trabajo estable aportará una presión al líquido bombeado menor de la que se necesita para cumplir con los parámetros hidráulicos establecidos en esta memoria:

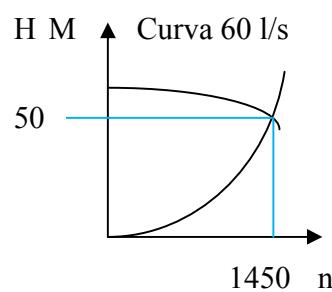


La elección de la bomba se ha llevado a cabo de modo que se alcance un punto de trabajo estable a la presión deseada de 5kg/cm^2 sobre la curva de par resistente de los diferentes caudales nominales de cada equipo de bombeo a su velocidad nominal, de modo que en ese punto se obtiene el mayor rendimiento energético.

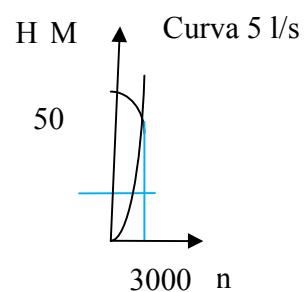
Equipo de bombeo 1



Equipo de bombeo 2



Equipo de bombeo 3



MEMORIA

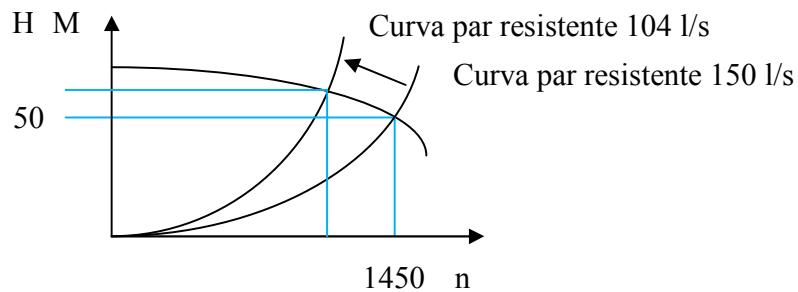


Tal como se ha indicado en la tabla del punto 7.3.2.4 de este documento en ocasiones será necesario que un motor esté activo, trabajando a pleno rendimiento, en los puntos estables que acabamos de definir y además se active otro para satisfacer la demanda de caudal, pero este último deberá aportar un caudal que no será ninguno de los casos anteriores.

Por ejemplo el mes de junio:

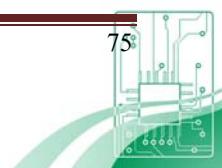
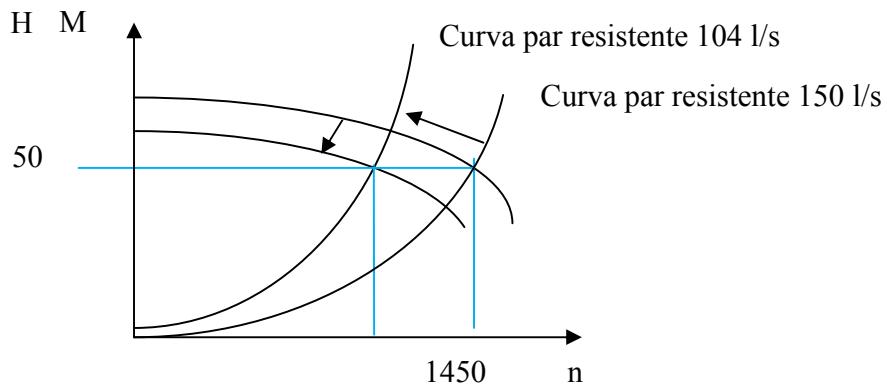
	qfc (l/s)	TIPO 1 1	TIPO 1 2	TIPO 1 3	TIPO 2	TIPO 3
JUNIO	254		ACTIVO	ACTIVO		

El equipo nº 2 de los equipos de bombeo tipo 1 trabajará en el punto estable que aporta 150 l/s con una presión de 5 kg/cm² girando a la velocidad nominal del motor de 1450 rpm. El equipo nº3 aportara los restantes 104 l/s. Por lo tanto se varía la curva de par resistente:



El motor automáticamente reducirá su velocidad de giro, puesto que el motor se regula solo para trabajar sobre puntos estables y aportara una presión por encima de la necesaria al caudal demandado. Ese exceso de presión implica un consumo energético por encima del necesario, por lo tanto el rendimiento del equipo de bombeo disminuye.

Para conseguir un rendimiento óptimo, se ha de aplicar un control del motor asíncrono de modo que se mantenga constante el par que aporta al líquido los 5 kg/cm² ante cualquier caudal demandado:



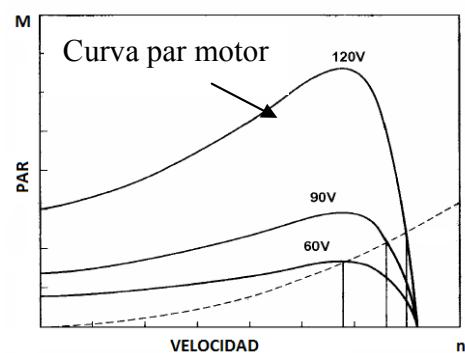


MÉTODOS DE CONTROL DE MOTORES AC

Aplicando estos métodos, se puede modificar la curva de par motor, de modo que la intersección con la curva de par resistente, se produzca a un par constante, siendo ese par el que aporta una presión de 5 kg/cm², optimizando de este modo el consumo energético.

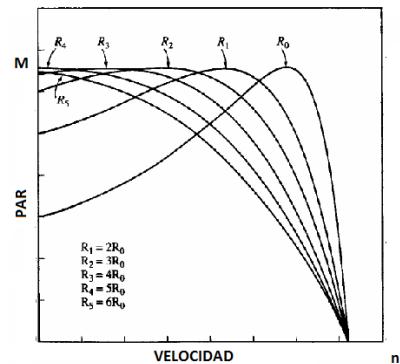
VARIACIÓN DE LA TENSIÓN ESTATÓRICA:

Este método varía la curva de par motor, variando la tensión de alimentación del estator. Pequeñas variaciones de tensión producen grandes cambios en la curva de par motor, lo que permite mantener un par constante en un pequeño campo de trabajo y para pocas curvas de carga diferentes.



VARIACIÓN DE RESISTENCIA ROTORICA:

La curva de par motor se modifica, variando una resistencia que se conecta entre los terminales del rotor. Resulta más sencillo mantener un par constante ante diferentes curvas de par resistivo, pero las curvas de par resistivo de los caudales más bajos siguen estando fuera de su campo de trabajo.



LA VARIACIÓN DE LA TENSIÓN DEL ROTOR:

Aunque el proceso de control es diferente, el comportamiento es similar al caso anterior y por lo tanto sigue siendo escaso el control que permite este sistema, que alimenta el rotor con tensión a través de los bornes externos al mismo.

VARIACIÓN DE LA TENSIÓN Y FRECUENCIA ROTÓRICA:

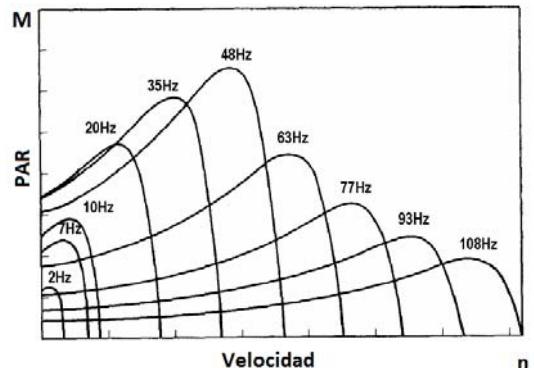
Tiene un comportamiento similar al próximo método de control, compartiendo las mismas características.

MEMORIA

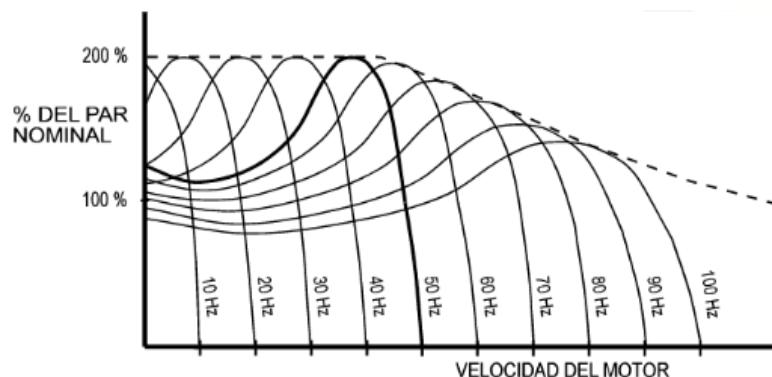


VARIACIÓN DE LA FRECUENCIA ESTATÓRICA:

La curva de par motor se modifica, variando la frecuencia de la alimentación del estator. Permite un amplio rango de trabajo en el que poder mantener el par constante ante diferentes curvas de par resistivo, pero a muy bajas frecuencias el par de motor es muy bajo, menor que el par constante.



REGULACIÓN VARIACIÓN DE LA FRECUENCIA V/F=CTE:



Si se modifica en la misma proporción la tensión y frecuencia, se consigue mantener constante el par motor. Ante la variación de la curva de par resistente se varía la frecuencia, para que la curva de par asociada a esa frecuencia, produzca intersección con la primera al par deseado teniendo en cuenta que es necesario variar la tensión en la misma proporción.

Este método nos permite el más amplio control del motor para satisfacer las variaciones de curva de par resistente.

#

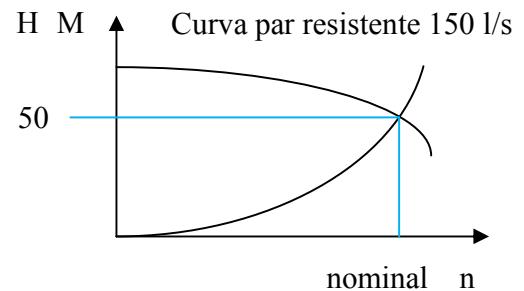


CONCLUSIÓN

Para satisfacer el caudal demandado en el mes de junio uno de los equipos de bombeo tipo 1 debe arrancar hasta girar a velocidad nominal aportando un caudal de 150 l/s con una presión a la salida del impulsor de 5 kg/cm², y otro equipo de bombeo tipo 1 debe activarse y mediante un método de control de la curva de par motor, modificar ésta de modo que interseccione con la curva de par resistivo de 104 l/s en el punto que el par proporciona una presión a la salida del impulsor de 5kg/cm².

CONTROL DEL ARRANQUE DE LOS MOTORES QUE TRABAJARAN A PLENO RENDIMIENTO:

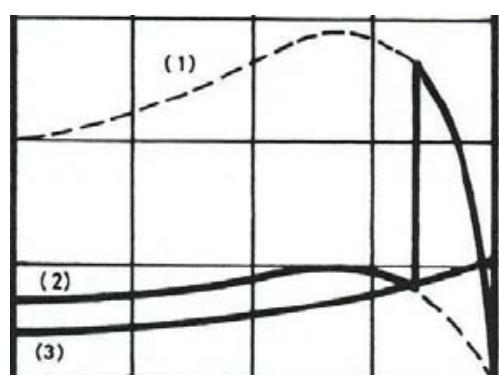
Cuando se activa un equipo de bombeo para trabajar a plena carga, el motor pasa de cero revoluciones por minuto a girar a velocidad nominal, lo que proporciona un par motor que impulsa el caudal nominal a una presión de 5 kg/cm².



El par motor a bajas revoluciones es muy elevado respecto al par resistivo, en el caso de arrancar directamente el motor a la tensión de alimentación nominal, por lo que se consume excesiva corriente en el arranque y además este excesivo consumo de corriente deteriora el motor. Por lo que se debe instalar equipos de control que optimicen el proceso de arranque.

Arranque estrella triángulo

Consiste en aplicar en el arranque la tensión nominal del motor en la conexión de triángulo cuando éste está conectado en estrella, con lo que la tensión de alimentación se reduce en $\sqrt{3}$ y el par de arranque en 1/3. Una vez que el motor ha empezado a girar (se aconseja no pasar de la conexión estrella a la conexión triángulo hasta que el motor no haya adquirido, al menos, una velocidad del 80% de la nominal), se conmuta la conexión de los devanados a triángulo, con lo que se le está aplicando la tensión nominal de alimentación.

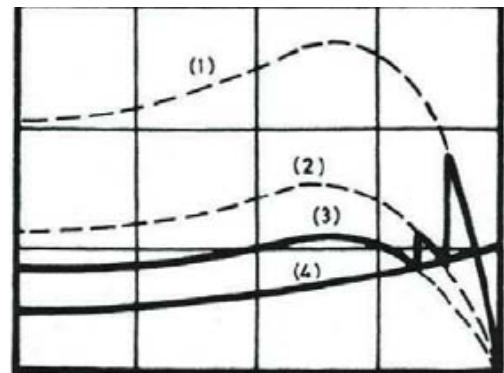


MEMORIA



Arranque por auto transformador

Se disminuimos la tensión de alimentación en el momento del arranque, reduciremos la corriente de arranque. Una vez que el motor alcance una determinada velocidad, procederemos a restablecer la tensión nominal de alimentación.

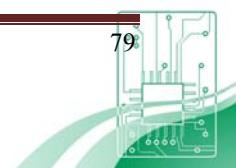
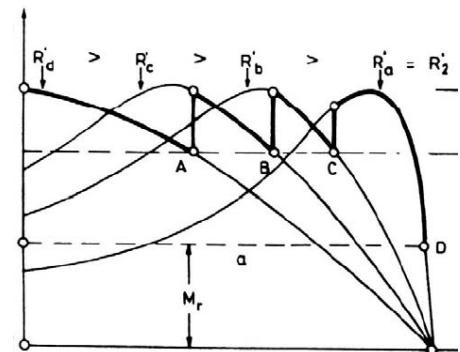


Se conecta un autotransformador trifásico alimentando al motor con una tensión de estator menor de la tensión nominal, de tal forma que la intensidad de arranque sea la deseada. Cuando el motor alcanza las condiciones de funcionamiento se desconecta el autotransformador y se alimenta al motor a su tensión nominal. En el caso mostrado en la gráfica se hace este proceso en varios pasos con diferentes tensiones por debajo de la nominal.

Arranque por variación de la resistencia del rotor

Este método consigue que el par de arranque sea el máximo, pero en este proyecto interesa reducir el par de arranque no maximizarlo.

Inicialmente introducir una resistencia adicional que haga que el par de arranque sea el máximo. Posteriormente, ir reduciendo la resistencia adicional hasta cero.



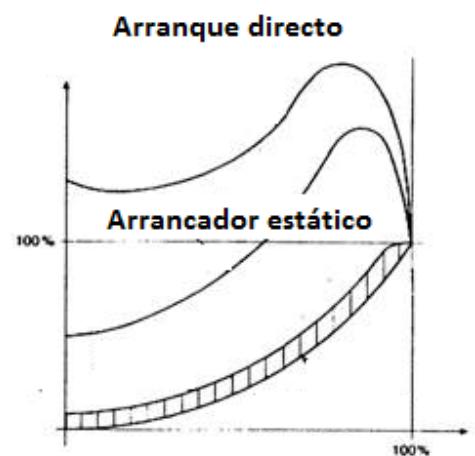
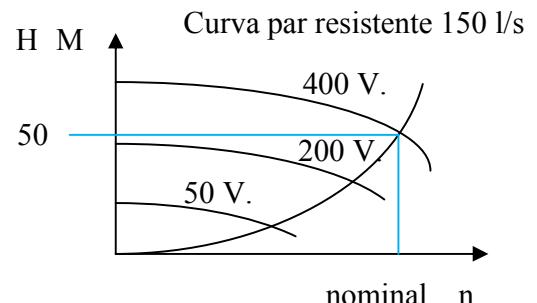


Arrancador estático

Este método se basa en el aumento progresivo de la tensión de alimentación del estator, con la consiguiente limitación de corriente y par de arranque. Como se ha mostrado en los métodos de variación de la curva de par del motor.

En la siguiente gráfica se puede observar como el par del motor en caso de arranque directo está muy por encima del par motor del arrancador estático y este aporta un par por encima del par resistivo constante que define la aceleración del motor en el arranque.

Los equipos electrónicos denominados arrancadores que hay en el mercado permiten configurar diferentes tipos de arranque. Programar el tiempo en el que deseamos que arranque el motor, aplicar impulsos de ruptura que aportan un par elevado para el instante de empezar a mover la carga, frenar la bomba en el instante que pasa a estar no activo un motor, limitación de corriente de alimentación, limitación de la frecuencia de arranques, protección frente a sobre cargas.



#

MEMORIA



7.3.3.4.- PROTOCOLO FUNCIONAMIENTO GLOBAL DE LA ESTACIÓN

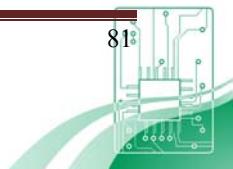
En caso de que se demande caudales muy pequeños, por debajo de los 5 l/s. se activara el EQUIPO DE BOMBEO TIPO 3 que, debido a que su aporte de caudal al sistema es tan pequeño se arrancara controlado por arrancador estático y alcanzará la velocidad nominal, proporcionando dicho caudal a una presión de 5 kg/cm² sin aplicar sistemas que regulen el consumo para caudales más pequeños.

Cuando el caudal se encuentra entre 5 y 60 L/s se activara El EQUIPO DE BOMBEO TIPO 2 controlado por un variador de frecuencia, que implemente control de la curva de par motor mediante variación de tensión partida por frecuencia de alimentación constante $V/f=cte.$, ajustando dinámicamente el consumo energético a la curva de par resistivo.

Si el caudal demandado se encuentra entre 60 L/s y 150 L/s uno de los EQUIPOS DE BOMBEO TIPO 1 controlado con variador de suministrara el mismo.

En caso de ser mayor de 150 L/s se activara mediante arrancador estático uno de los equipos de bombeo y el equipo de bombeo tipo 2 o el equipo de bombeo tipo 1 controlado por variador suministrará el caudal restante siempre que sea inferior a 300 L/s, instante en el que arrancara el último equipo de bombeo tipo 1 mediante arrancador estático y de nuevo el caudal superior se suministrará con el equipo de bombeo tipo 2 o el 1 controlado por variador.

Por último si el caudal demandado supera los 450 L/s, el equipo variador que controla el equipo de bombeo tipo 1 lo hará trabajar en condiciones nominales al igual que los otros dos controlados por arrancador y el equipo de bombeo tipo 2 suministrara caudales hasta alcanzar los 510 l/s.





8.- RESULTADOS FINALES{ XE "8.- RESULTADOS FINALES" }

Como la propia definición de ingeniero indica, en el presente proyecto se propone con ingenio los modos de conseguir la solución a un problema repetitivo, “mantener una presión constante ante la variación constante de la demanda de caudal”.

Se ha detallado las condiciones de partida del proyecto, indicando los puntos de interés donde se debe obtener esa presión constante y la presión natural que en cada uno de ellos existe debido a la diferencia de altura desde el punto de suministro a la red hasta dichos puntos de interés.

Como la presión natural en algunos puntos de interés es menor de la necesaria ha sido necesario estudiar diferentes opciones para obtener la presión mínima.

Buscar un punto de mayor cota donde iniciar la red no es posible debido a que sería un punto demasiado lejos de los puntos de interés. Se ha optado por la instalación de grupos de bombeo que añadan presión a la red, siendo necesario que a la salida de la impulsión se suministren 5kg/cm^2 para obtener la presión mínima de 4 kg/cm^2 en los puntos de interés.

Para mejorar la eficiencia hídrica y disminuir lo mayor posible el consumo energético se divide el caudal a aportar entre diferentes motores. Controlando dos de ellos mediante variador de frecuencia configurado para modificar la curva de par motor manteniendo constante el par que aporta 5 kg/cm^2 ante diferentes caudales.

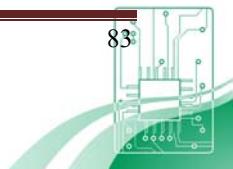
MEMORIA



9.- PRIORIDAD ENTRE LOS DOCUMENTOS{ XE "10.- PRIORIDAD ENTRE LOS DOCUMENTOS " }

Para evitar posibles discrepancias entre los documentos que definen el presente proyecto, se establece un orden de prioridad entre los documentos que lo componen. Sin cambiar el orden que establece la normativa de redacción de proyectos la prioridad queda establecida en el siguiente orden:

1. Planos.
2. Pliego de condiciones.
3. Presupuesto.
4. Memoria.
5. Anexos.



ANEJO 2.- ESTUDIO AGRONÓMICO	2
1 SUPERFICIE Y ESPECIES A REGAR.	2
2 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO.	2
3 CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACION REAL.	3
4 CÁLCULO DE LA LLUVIA EFECTIVA.	4
5 CÁLCULO DE LAS NECESIDADES REALES.	4
6 CONSUMOS TOTALES PREVISTOS.	4
7 RESULTADOS.	5
7.1 NECESIDADES NETAS	6

ANEJO 2.- ESTUDIO AGRONÓMICO

1 SUPERFICIE Y ESPECIES A REGAR.

La superficie total a regar es de 412.66, destinada en su mayor parte a cultivos de verano y frutales y en una pequeña superficie cultivos extensivos.

A la hora de calcular las necesidades se eligen el maíz, la alfalfa y el girasol, como posibles cultivos extensivos de verano; así como una pequeña superficie de cultivo extensivo de invierno, el trigo. Como superficie cultivada de frutales, se ha escogido el melocotonero.

Así, la superficie dedicada a cada uno de los cultivos será la indicada en la siguiente tabla:

Tabla.- Cultivos y superficie

CULTIVO	% SUP.	SUPERFICIE
MAIZ	20	82.57 ha
GIRASOL	20	82.57 ha
ALFALFA	20	82.57 ha
TRIGO	10	41.38 ha
FRUTALES	30	123.57 ha
		412.66 ha

2 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO.

En todo momento se ha seguido el procedimiento de cálculo recomendado por la FAO en su publicación "Las necesidades de agua de los cultivos". Los valores de coeficiente de cultivo (Kc), evapotranspiración de cultivo (Etc), precipitación efectiva (PE) y necesidades hídricas netas (NHn) han sido obtenidos de la publicación "*Evapotranspiración y necesidades de riego de los principales cultivos en las comarcas de Aragón*". *Antonio Martínez Cob, José M. Faci González, Ángel Bercero Bercero* Instituto "Fernando el Católico". Excma Diputación de Zaragoza.

El período considerado ha sido concretamente el mes de Julio mes de máximas necesidades de los cultivos existentes; utilizando como datos de partida la media del mes y suponiendo que todos los días de cada mes tienen las mismas necesidades.

El proceso a seguir será el siguiente:

- Cálculo de la evapotranspiración potencial (ETo).
- Cálculo de la evapotranspiración real (ET).
- Cálculo de la lluvia efectiva.
- Cálculo de las necesidades reales.

3 CÁLCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL.

Para tener en cuenta las características del cultivo sobre sus necesidades de agua, se presentan unos coeficientes de cultivo (K_c). Este coeficiente representa la evapotranspiración de un cultivo en condiciones óptimas y que obtenga rendimientos óptimos.

Para obtener la evapotranspiración real del cultivo basta con multiplicar la ETo por el coeficiente K_c .

El riego adoptado será por aspersión para todos los cultivos implantados.

En la elección de los valores de K_c se han considerado como se ha comentado anteriormente los valores recomendados en la publicación realizada por la Excma. Diputación de Zaragoza "*Evapotranspiración y necesidades de riego de los principales cultivos en las comarcas de Aragón*".

De esta forma, se han tomado los valores recomendados para la comarca de La Litera, concretamente los establecidos para el caso del cultivo del maíz, girasol, alfalfa, melocotonero y trigo.

4 CÁLCULO DE LA LLUVIA EFECTIVA.

Los datos de lluvia efectiva utilizados para el cálculos de las necesidades han sido extraídos de la publicación comentada en apartados anteriores, para la comarca de La Litera.

5 CÁLCULO DE LAS NECESIDADES REALES.

Para la estimación de las necesidades reales es necesario conocer la eficiencia actual y futura del riego (relación entre el agua aplicada y la realmente útil para las plantas).

En la eficiencia del riego influyen varios factores como:

- Calidad de los materiales.
- Diseño de la instalación.
- Manejo del riego (frecuencia y tiempo de los riegos).
- Mantenimiento de las instalaciones.

A todos los efectos se ha tomado un 80 % como eficiencia de riego

Las necesidades reales se obtendrán restando a la ET, las lluvias efectivas y dividiéndolo por el coeficiente de eficiencia del riego.

6 CONSUMOS TOTALES PREVISTOS.

Conocidas las necesidades reales y la superficie total a regar, se calculan los consumos totales previstos en metros cúbicos. Posteriormente el caudal ficticio continuo en litros por segundo y hectárea.

7 RESULTADOS.

En este apartado se va a calcular las necesidades de cada uno de los cultivos apuntados anteriormente.

En las tablas que a continuación se muestran aparecen los valores de coeficiente de cultivo (K_c), evapotranspiración de cultivo (E_{tc}), precipitación efectiva (PE) y necesidades hídricas netas (NH_n). Han sido seleccionados los datos que para cada uno de los cultivos elegidos existen para la comarca de La Litera, en la cual se encuentra enclavada la zona de estudio.

Para el cálculo de las necesidades totales, se tendrá en cuenta el porcentaje de superficie con respecto a la total que ocupa cada uno de los cultivos, el tipo de cultivo y la demanda para ese caso.

Las necesidades que se generan para el total de las 572,3267 ha son de 3.439.110 m³/año, lo que supone unas necesidades medias de 6.009 m³/ha * año.

Es interesante conocer las demandas que se generan mensualmente, ya que éstas varían mes a mes en función del estado del cultivo. Tal como puede apreciarse en las tablas el mes de máximas necesidades será Julio. Los cálculos hidráulicos estarán condicionados, pues, por dicho valor.

7.1 NECESIDADES NETAS

MAIZ:

MESES	Eto	Kc	ETc	Pe	Nhn	N reales	N reales
			(mm/mes)	(mm/mes)	(mm/mes)	(mm/mes)	(m ³ /ha)
MAYO	115,09	0,53	61	35	26	33	325
JUNIO	158,67	0,75	119	34	85	106	1063
JULIO	189,81	1,08	205	20	185	231	2313
AGOSTO	168,47	1,11	187	31	156	195	1950
SEPTIEMBRE	112,50	0,96	108	33	75	94	938
OCTUBRE	11,29	0,62	7	3	4	5	50
						TOTAL:	6638

ALFALFA:

MESES	Eto	Kc	ETc (mm/mes)	Pe (mm/mes)	Nhn (mm/mes)	N reales (mm/mes)	N reales (m ³ /ha)
ENERO	13,48	0,89	12	12	0	0	0
FEBRERO	32,58	0,89	29	28	1	1	13
MARZO	66,29	0,89	59	22	37	46	463
ABRIL	88,76	0,89	79	31	48	60	600
MAYO	119,10	0,89	106	40	66	83	825
JUNIO	158,43	0,89	141	36	105	131	1313
JULIO	188,76	0,89	168	19	149	186	1863
AGOSTO	168,54	0,89	150	29	121	151	1513
SEPTIEMBRE	111,24	0,89	99	32	67	84	838
OCTUBRE	67,42	0,89	60	29	31	39	388
NOVIEMBRE	30,34	0,89	27	24	3	4	38
DICIEMBRE	12,36	0,89	11	11	0	0	0
						TOTAL:	7850

GIRASOL:

MESES	Eto	Kc	ETc (mm/mes)	Pe (mm/mes)	Nhn (mm/mes)	N reales (mm/mes)	N reales (m ³ /ha)
MAYO	80,77	0,52	42	24	18	23	225
JUNIO	159,15	0,71	113	34	79	99	988
JULIO	188,99	1,09	206	20	186	233	2325
AGOSTO	169,37	1,11	188	31	157	196	1963
SEPTIEMBRE	93,15	0,73	68	25	43	54	538
						TOTAL:	6038

TRIGO:

MESES	Eto	Kc	ETc	Pe	Nhn	N reales	N reales
			(mm/mes)	(mm/mes)	(mm/mes)	(mm/mes)	(m ³ /ha)
DICIEMBRE	10,81	0,74	8	8	0	0	0
ENERO	12,99	0,77	10	10	0	0	0
FEBRERO	32,29	0,96	31	18	13	16	163
MARZO	66,97	1,09	73	23	50	63	625
ABRIL	89,91	1,09	98	32	66	83	825
MAYO	120,39	1,03	124	42	82	103	1025
JUNIO	78,72	0,47	37	15	22	28	275
						TOTAL:	2913

FRUTALES:

MESES	Eto	Kc	ETc	Pe	Nhn	N reales	N reales
			(mm/mes)	(mm/mes)	(mm/mes)	(mm/mes)	(m ³ /ha)
ABRIL	88,37	0,43	38	28	10	12,5	125
MAYO	119,23	0,52	62	36	26	32,5	325
JUNIO	160,00	0,7	112	33	79	98,75	987,5
JULIO	188,24	0,85	160	19	141	176,25	1762,5
AGOSTO	169,05	0,84	142	28	114	142,5	1425
SEPTIEMBRE	112,86	0,7	79	31	48	60	600
OCTUBRE	67,24	0,58	39	27	12	15	150
						TOTAL:	5375

	MAIZ (m ³ / ha)	GIRASOL (m ³ / ha)	ALFALFA (m ³ / ha)	TRIGO (m ³ / ha)	FRUTALES (m ³ / ha)	TOTAL (m ³ / ha)	mm/día	qfc (l/s*Ha)
ENERO	0	0	0	0	0	0	0,000	0
FEBRERO	0	0	13	163	0	18,75	0,067	10700
MARZO	0	0	463	625	0	155	0,500	88455
ABRIL	0	0	600	825	125	240	0,800	136963
MAYO	325,00	225,00	825	1025	325	475	1,532	271073
JUNIO	1062,50	987,50	1313	275	987,5	996,25	3,321	568540
JULIO	2312,50	2325,00	1863	0	1762,5	1828,75	5,899	1043631
AGOSTO	1950,00	1962,50	1513	0	1425	1512,5	4,879	863154
SEPTIEMBRE	937,50	537,50	838	0	600	642,5	2,142	366662
OCTUBRE	50,00	0	388	0	150	132,5	0,427	75615
NOVIEMBRE	0	0	38	0	0	7,5	0,025	4280
DICIEMBRE	0	0	0	0	0	0	0,000	0

El periodo de máximas necesidades es en el mes de Julio, con una demanda de 0,68 l/s ha. Al ser la superficie total a cultivar de 572,3267, el caudal ficticio continuo demandado por la explotación será de 389,18 l/s. Así pues, el caudal ficticio continuo utilizado para el cálculo será de 0,68 l/s ha.

PLIEGO DE CONDICIONES



PROYECTO FIN DE CARRERA

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA ESTACIÓN DE BOMBEO

PLIEGO DE CONDICIONES

Daniel Escudero Escanilla

Ingeniería Técnica Electrónica Industrial

Proyecto Fin de Carrera 2010

EUITIZ

**INDICE:**

1.- OBJETO DEL PLIEGO Y DESCRIPCION DE LAS OBRAS.....	4
1.1.- OBJETO:	4
1.2.- DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS:	4
1.3.- DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS	4
2.- PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES.....	6
2.1.- DISPOSICIONES TÉCNICAS DE CARÁCTER GENERAL:	6
2.2.- CONDICIONES DE CARÁCTER GENERAL:.....	7
2.3.- EQUIPOS DE BOMBEO:.....	8
2.3.1.- DISTRIBUCIÓN DE NECESIDADES GLOBALES:.....	8
2.3.2.- EQUIPO DE BOMBEO TIPO 1:	9
2.3.2.1.- Elementos constructivos y calidades mínimas:.....	9
2.3.2.2.- Garantía de suministro:.....	12
2.3.2.2.- Garantía de instalación:	13
2.3.2.3.- Garantía de funcionamiento:.....	15
2.3.3.- EQUIPO DE BOMBEO TIPO 2:	16
2.3.3.1.- Elementos constructivos y calidades mínimas:.....	16
2.3.3.2.- Garantía de suministro:.....	16
2.3.3.2.- Garantía de instalación:	16
2.3.3.3.- Garantía de funcionamiento:.....	16

PLIEGO DE CONDICIONES



2.3.4.- EQUIPO DE BOMBEO TIPO 3:	17
2.3.4.1.- Elementos constructivos y calidades mínimas:.....	17
2.3.4.2.- Garantía de suministro:.....	18
2.3.4.2.- Garantía de instalación:	18
2.3.4.3.- Garantía de funcionamiento:.....	18
2.4.- CUADRO ELÉCTRICO:	19
 2.4.1.- PROTECCIÓN MAGNETO-TÉRMICA	20
 2.4.2.- COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA	21
 2.4.3.- CONTROL MOTORES (ARRANCADORES Y VARIADORES)	22
2.4.3.1.- ARRANCADOR ESTÁTICO PARA EQUIPO DE BOMBEO TIPO 1	22
2.4.3.2.- VARIADOR DE FRECUENCIA PARA EQUIPO DE BOMBEO TIPO 1	27
2.4.3.3.- VARIADOR DE FRECUENCIA PARA EQUIPO DE BOMBEO TIPO 2	34
2.4.3.4.- ARRANCADOR ESTÁTICO PARA EQUIPO DE BOMBEO TIPO 3	34
 2.4.4.- PROTOCOLO FUNCIONAMIENTO CUADRO ELECTRICO	35
2.5.- CONDICIONES PARA LA PUESTA EN MARCHA	36



1.- OBJETO DEL PLIEGO Y DESCRIPCION DE LAS OBRAS

1.1.- OBJETO:

El presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares establece el conjunto de instrucciones, normas y especificaciones, que junto a lo indicado en el Cuadro de Precios y los Planos del Proyecto, definen los requisitos técnicos a cumplir en la ejecución de las obras que son objeto del Proyecto Instalación eléctrica de una estación de bombeo.

Será de aplicación en estas obras cuanto se prescribe en el presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

1.2.- DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS:

Se proyecta la impulsión del agua, para poder regar 412.66 ha con sistemas de riego a presión. Está variara en función de la demanda de los agricultores según las necesidades de sus cultivos, Para obtener ese amplio rango de caudales manteniendo una presión constante en la red de distribución se diseña una estación de bombeo.

1.3.- DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS

Los documentos que definen las obras objeto del Proyecto son, enumeradas por orden de prioridad: Cuadro de Precios, Pliego de Condiciones, Planos, Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares y Memoria.

PLIEGO DE CONDICIONES



2.- PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES.



2.- PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES.

2.1.- DISPOSICIONES TÉCNICAS DE CARÁCTER GENERAL:

- Reglamento Electrotécnico para baja tensión (Decreto 2413/1973 de 20 de Septiembre).(O.M. del 31 de octubre de 1973 y O.M. del 6 de abril de 1974.).
- Normas para instalación de subestaciones y centros de transformación. (O.M. de 11 de marzo de 1971).
- Reglamento de verificaciones eléctricas y Regularidad en el suministro de energía de 12 de Marzo de 1.954.
- Reglamento sobre Centrales Eléctricas Subestaciones y Centros de Transformación. Decreto 3.275/1.982 de 12 de Noviembre y Orden Ministerial del 23 de junio de 1.988.



2.2.- CONDICIONES DE CARÁCTER GENERAL:

Los materiales necesarios para la ejecución de las obras serán suministrados por el contratista.

Los materiales procederán directa y exclusivamente de los lugares o fabricantes elegidos por el Contratista y que previamente hayan sido aprobados por el Director de Obra.

Los materiales e instalaciones suministrados, colocados y/o ejecutados por un Contratista distinto del Adjudicatario de esta obra serán los relacionados en la Memoria del Proyecto.

Se establecerá acuerdo entre la Dirección Facultativa y los contratistas correspondientes para la coordinación de los trabajos a realizar por cada uno especificando los plazos oportunos y las consecuencias de su incumplimiento.

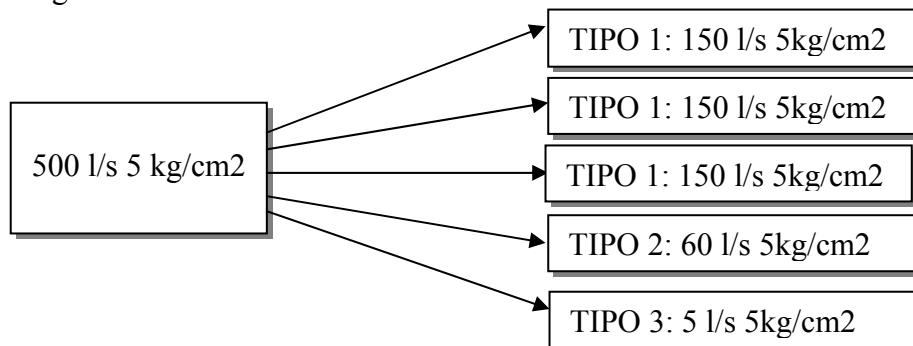


2.3.- EQUIPOS DE BOMBEO:

2.3.1.- DISTRIBUCIÓN DE NECESIDADES GLOBALES:

Con el objetivo de optimizar el rendimiento de la estación de bombeo en cuanto a consumo eléctrico, en el punto 7.3.2.2.- Distribución de necesidades globales del documento Memoria del presente proyecto, se ha demostrado el alto consumo asociado a una bomba de elevados caudales, cuando suministra caudales bajos, por lo que se decide instalar diferentes equipos de bombeo, que la suma de caudales de todos ellos sea mayor que el caudal global demandado por la comunidad de regantes.

Según se ha indicado en dicho punto de la memoria la distribución del caudal global es la siguiente:



En la memoria se ha indicado el tipo de bomba que se debe instalar en cada equipo de bombeo y seguidamente se detalla las características que debe cumplir cada bomba, su modo de funcionamiento y los materiales con los que se debe fabricar los diferentes elementos que la componen.

#

#



2.3.2.- EQUIPO DE BOMBEO TIPO 1:

El caudal que debe ser capaz de impulsar el equipo de bombeo tipo 1 es 150 l/s con una presión a la salida del impulsor de 5 kg/cm².

Para ello se instalara una bomba dinámica, de superficie, centrifuga, horizontal, unipaso según se ha indicado en el punto 7.3.2.3 de la Memoria.

Concretando, la aspiración debe ser radial, aspirando por un plano paralelo al eje e impulsando en un plano perpendicular al eje. Además la bomba será de simple succión según la clasificación de bombas indicada en la memoria y será imprescindible diseñar el colector de absorción e impulsión teniendo en cuenta la única conexión por la que puede absorber la bomba.

2.3.2.1.- ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS Y CALIDADES MÍNIMAS:

Los equipos de bombeo que se instalen deben estar fabricados conforme a las Directivas del Consejo relativas a la aproximación de las legislaciones de los Estados Miembros de la CE sobre:

- Máquinas (98/37/CE). Norma aplicada: EN ISO 12100.
- Compatibilidad electromagnética (89/336/CEE). Normas aplicadas: EN 61 000-6-2 y EN 61 000-6-3.
- Material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión (73/23/CEE) [95]. Norma aplicada: EN 60 034.

Las dimensiones y características hidráulicas, se deben ajustar a los requisitos de la norma EN733 - DIN24255.

Se instalara una placa en cada bomba con los siguientes datos, Tipo:Identificación de la bomba. N°: número de fabricación, el punto de trabajo a pleno rendimiento de Q (m³/h) (l/s) y altura manométrica en metros.

Carcasa de la Bomba: debe estar construida en hierro GG25, las bridas de aspiración e impulsión según EN 1092-2 PN 10 ó 16 - ISO 7005 de diámetros nominales



250 y 200 mm respectivamente, abierta por el lado del acoplamiento permitiendo el desmontaje de las partes giratorias sin mover las tuberías de aspiración e impulsión. Debe disponer de un tornillo de rosca como punto de vaciado y un tornillo de rosca como punto de cebado en la parte superior. En ningún caso serán de cámara partida.



Impulsor: fundido en Bronce o acero inoxidable de tipo cerrado. El sentido de giro es el horario (a derechas) situándose del lado del acoplamiento. Dicho impulsor estará montado sobre un eje en voladizo. Se debe elegir el impulsor con el diámetro adecuado para optimizar el rendimiento de la bomba al punto de trabajo de pleno rendimiento.

Eje: voladizo (soportado por rodamientos solo por uno de los extremos), libre (el extremo que no tiene el impulsor queda fuera de la carcasa de la bomba de forma que se pueda unir al motor que acciona la bomba) debe cumplir las normas EN 809:1998; EN 60204-1:2006. Fabricado en acero inoxidable 13% Cr. Y un grosor de 55 mm.

Rodamientos: fabricados en hierro fundido GG25 rígidos de bolas, lubricados por grasa o aceite,

PLIEGO DE CONDICIONES



Reten mecánico: Cierre de junta tórica con anillo de tope fijo, carburo de silicio/carburo de silicio, EPDM. Las dimensiones del cierre mecánico deben ser según EN 12756 - DIN 24960.

Motor eléctrico: Debe estar diseñado para alimentarse a tensión 380/660 V Trifásico con frecuencia de 50 hz. La protección igual o superior a IP-55 y el aislamiento Clase F.

El motor eléctrico que mayores rendimientos aporta a este tipo de bomba son los que disponen de cuatro polos y según $n=60f/p$, giran a una velocidad de 1450 r.p.m.

Se evitara la instalación de equipos de bombeo que lleven variadores de frecuencia en la misma carcasa del motor.



2.3.2.2.- GARANTÍA DE SUMINISTRO:

A la recepción del suministro se debe verificar que:

El material suministrado coincide con las especificaciones indicadas en el pliego de condiciones del presente proyecto.

El material no ha sufrido ningún daño durante el transporte.

Asegurar que se suministra los Manuales Técnicos y que coinciden con el modelo de bomba suministrado.

Para la manipulación de los equipos desde la descarga donde se produce el suministro hasta la instalación definitiva, se han de utilizar sistemas de elevación y transporte adecuados y conformes con las normativas de seguridad.

Si el tiempo de permanencia una vez instaladas y antes de comenzar a bombear agua es prolongado, se tomarán las precauciones necesarias para evitar la corrosión de la bomba mediante el empleo de un producto anticorrosivo, procediendo además al cierre de los orificios de aspiración e impulsión. Con una periodicidad de 15 días se girará a mano el eje para evitar posibles agarrotamientos.



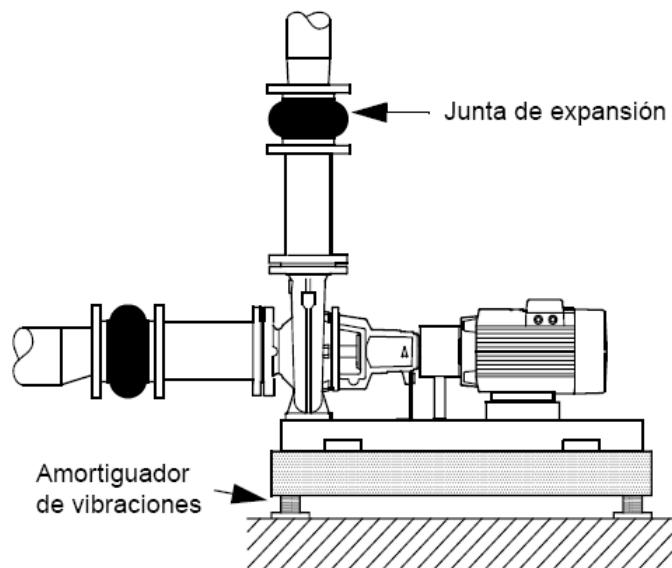
2.3.2.2.- GARANTÍA DE INSTALACIÓN:

Se llevará a cabo una cuidadosa inspección de la instalación de los equipos de bombeo, atendiendo especialmente los puntos de interés que seguidamente se listan, y analizando la coincidencia entre la instalación y los planos del presente proyecto:

- Cimentación: tendrá las dimensiones adecuadas para que se absorban las vibraciones que se puedan producir durante el funcionamiento.
- Instalar el grupo una vez haya fraguado el hormigón de la cimentación y nivelarlo. Una vez situado sobre la cimentación proceder al llenado de los cajetines de los pernos de anclaje.
- Cuando se tenga la certeza de que el fraguado es completo se podrán apretar firmemente las tuercas de los pernos. Con la ayuda de un nivel se verificará la correcta nivelación del conjunto.
- Una vez efectuada la instalación sobre la cimentación, comprobar la perfecta alineación bomba-motor con la ayuda de un regle y ayudados de un nivel. Esta operación se debe repetir en al menos dos puntos, de la periferia del acoplamiento, separados como mínimo 90°.
- Se debe instalar válvulas de compuerta y juntas de expansión en la aspiración y en la impulsión de todos los equipos de bombeo. Las juntas de expansión deben ponerse a una distancia mínima de $1-1 \frac{1}{2}$ x el diámetro DN de la bomba.



INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA ESTACIÓN DE BOMBEO



- Las tuberías deben apoyarse en soportes cercanos al cuerpo de bomba de manera que no transmitan ninguna tensión a las bridales de la bomba. Asegurar que en el conducto de impulsión no existan obstrucciones.
- Instalación de los sistemas de seguridad e indicadores de los diferentes peligros que velen por la salud y seguridad de las personas.



2.3.2.3.- GARANTÍA DE FUNCIONAMIENTO:

Los equipos de bombeo deben garantizar, por un período de veinticuatro meses desde la fecha de entrega, todo defecto de materiales y de fabricación, de acuerdo con lo indicado en sus condiciones generales de venta.

La garantía excluye el desgaste por uso, la utilización incorrecta, la reparación o sustitución de la pieza defectuosa por el usuario o por personal no cualificado sin la autorización expresa del director de la obra.

Antes de la puesta en marcha de la bomba, todo el sistema en que la bomba va a incorporarse, debe estar de acuerdo con todas las normativas en vigor.

Para garantizar una correcta funcionalidad es importante, después de un período prolongado de funcionamiento es necesario que personal cualificado revise los siguientes puntos de interés:

1. El funcionamiento debe ser silencioso y exento de vibraciones. Controlar, transcurridas las primeras 200 horas de utilización, la perfecta alineación del equipo.
2. Verificar que el caudal y la presión de servicio se corresponden con los determinados en los campos de trabajo descritos en la documentación de la bomba.
3. Controlar que la corriente absorbida (consumo en amperios) no supere los valores indicados en la placa de características del motor.
4. El calor producido por el frotamiento de la empaquetadura con el eje (en el caso de bombas suministradas con empaquetadura) se elimina por refrigeración con el mismo líquido bombeado, para lo cual debemos garantizar un goteo leve. Si el goteo es elevado y no puede reducirse mediante el apriete del prensa estopas será necesario sustituir la estopada de acuerdo con lo descrito en el libro de Mantenimiento de la bomba.
5. Ajustar lubricaciones según indicaciones del fabricante.
6. Regularmente sustituir los anillos de desgaste.



2.3.3.- EQUIPO DE BOMBEO TIPO 2:

El caudal que debe ser capaz de impulsar el equipo de bombeo tipo 2 es 60 l/s con una presión a la salida del impulsor de 5 kg/cm².

Para ello se instalara un equipo de bombeo que cumpla los mismos requerimientos que en el caso del equipo de bombeo tipo 1, puesto que el tipo de bomba se ha seleccionado es el mismo y solo cambia el modelo.

2.3.3.1.- ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS Y CALIDADES MÍNIMAS:

Se debe cumplir los mismos requerimientos y normativas indicadas en el punto 2.3.2.1 del presente documento, con la variación de que los diámetros nominales de las bridas de aspiración e impulsión, en este caso son 150 -125 mm respectivamente, el grosor del eje será como mínimo de 43 mm

2.3.3.2.- GARANTÍA DE SUMINISTRO:

Seguir el mismo protocolo de actuación que en el caso del equipo de bombeo tipo 1

2.3.3.2.- GARANTÍA DE INSTALACIÓN:

Debido a ser el mismo tipo de bomba y solo cambiar el modelo, las precauciones que se deben tener en cuenta son las mismas que en el caso del equipo de bombeo tipo 1

2.3.3.3.- GARANTÍA DE FUNCIONAMIENTO:

Las condiciones descritas para el equipo de bombeo tipo 1 se aplican al equipo de bombeo tipo 2 y se deben realizar las mismas labores de mantenimiento tras un prolongado periodo de funcionamiento que en el primer equipo de bombeo descrito.



2.3.4.- EQUIPO DE BOMBEO TIPO 3:

El caudal que debe ser capaz de impulsar el equipo de bombeo tipo 3 es 5 l/s con una presión a la salida del impulsor de 5 kg/cm².

Para ello se instalara una bomba dinámica, de superficie, centrifuga, vertical, multi-paso según se ha indicado en el punto 7.3.2.3 de la Memoria.

Concretando, la aspiración debe ser radial, doble succión según la clasificación de bombas indicada en la memoria. El motor debe estar acoplado a la bomba en una conexión tipo Monoblock.

2.3.4.1.- ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS Y CALIDADES MÍNIMAS:

Carcasa de la Bomba: formada en este caso por una base en fundición EN-GJL-200 y una camisa que alberga los diferentes impulsores de acero inoxidable EN 14301 las bridas de aspiración e impulsión según EN 1092-2 PN 10 ó 16 - ISO 7005 de diámetros nominales 50 y 50 mm respectivamente. Debe disponer de un tornillo de rosca como punto de vaciado y un tornillo de rosca como punto de cebado en la parte superior. En ningún caso serán de cámara partida.

Impulsor: acero inoxidable de tipo cerrado fabricado bajo normativa EN 14301.

Eje: entre rodamientos (soportado por dos rodamientos uno en cada extremo del eje). Fabricado en acero inoxidable EN14057.

Reten mecánico: Tipo cartucho, con junta de goma tipo EPDM. Las dimensiones del cierre mecánico deben ser según EN 12756 - DIN 24960.

Motor eléctrico: Debe estar diseñado para alimentarse a tensión 380/660 V Trifásico con frecuencia de 50 hz. La protección igual o superior a IP-55 y el aislamiento Clase F.



Motor P ₂ [kW]	Tamaño	Tensión estándar [V]	I _{1/1} [A]	Cos φ _{1/1}	η [%]	I _{arranque}	Velocidad [min ⁻¹]
4,0	112	380-415Δ	8,0-8,0	0,88-0,84	89,0	89,6-98,4	2910-2930

El motor eléctrico que mayores rendimientos aporta a este tipo de bomba son los que disponen de dos polos y según $n=60f/p$, giran a una velocidad de 2900 r.p.m.

Se evitara la instalación de equipos de bombeo que lleven variadores de frecuencia en la misma carcasa del motor.

2.3.4.2.- GARANTÍA DE SUMINISTRO:

Seguir el mismo protocolo de actuación que en el caso del equipo de bombeo tipo 1

2.3.4.2.- GARANTÍA DE INSTALACIÓN:

Las precauciones que se deben tener en cuenta a la hora de realizar la instalación de la bomba en la estación son las mismas que en el caso del equipo de bombeo tipo 1. En este caso no es necesario verificar la alineación del eje bomba y motor eléctrico gracias a ser conexión tipo Monoblock.

2.3.4.3.- GARANTÍA DE FUNCIONAMIENTO:

Las condiciones descritas para el equipo de bombeo tipo 1 se aplican al equipo de bombeo tipo 3 y se deben realizar las mismas labores de mantenimiento tras un prolongado periodo de funcionamiento que en el primer equipo de bombeo descrito, aunque en este caso la refrigeración del cierre mecánico no requiere consumo del líquido bombeado y por tanto el punto 4 de las labores de mantenimiento requiere asegurar que no se produce perdida alguna del líquido bombeado.



2.4.- CUADRO ELÉCTRICO:

FRASE DE LA PROPUESTA: Los arrancadores y resto de componentes que permiten el control de las máquinas eléctricas componen el cuadro eléctrico.

Como se ha indicado en la memoria (7.3.3) el cuadro está compuesto por diferentes equipos eléctricos destinados al control y protección de los motores eléctricos que controlan las bombas hidráulicas.

Seguidamente se listan las especificaciones que deben cumplir, los bloques más importantes que componen el cuadro eléctrico.



2.4.1.- PROTECCIÓN MAGNETO-TÉRMICA

PROTECCIÓN MAGNETOTÉRMICA PARA EQUIPO DE BOMBEO

Cada equipo de bombeo debe disponer antes del arrancador estático o del variador de frecuencia que lo controla de un interruptor con protección magneto-térmica y ésta este inmunizada ante disparos por sobre cargas y sobre tensiones transitorias, derivas de corriente a tierra con componente continua y retardo de disparo regulable en tiempo acorde a una curva inversa que indique que a menor corriente de sobre carga más tiempo puede transcurrir hasta que se dispara el diferencial.

La protección magneto-térmica de los equipos de bombeo tipo 1 deben dispararse cuando la corriente por una de sus fases supere 190 A (un 10% más de la intensidad nominal de línea), el del equipo de bombeo tipo 2 95 A (un 10% más de la intensidad nominal de línea) y el equipo de bombeo tipo 3 7.5 A (un 10% más de la intensidad nominal de línea). El número de reconexiones debe estar limitado a dos veces si se dispara el magneto-térmico y diez veces si se dispara por diferencial, siendo el tiempo entre reconexiones de 3 min.

Debe poder trabajar en ambientes con 50°C y un 80% de HR, cumpliendo con una protección IP20 y estar fabricado para su instalación en carril DIN.

INTERRUPTOR GENERAL

El interruptor general debe cumplir las mismas características que las protecciones magneto-térmicas de los equipos de bombeo y debe dispararse cuando la corriente por una de sus fases supere 688 A (un 10% más de la suma de las intensidades nominales de línea de todos los equipos eléctricos que se deben instalar en la estación).



2.4.2.- COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA

Con el objetivo de evitar consumir energía reactiva de la red, para generar los campos magnéticos necesarios para el funcionamiento de los motores de corriente alterna y del transformador, en el apartado 7.3.3.4 de la memoria de este proyecto se ha demostrado que se debe instalar una batería de condensadores de compensación reactiva de 135 KVar.

Éste debe ser alimentado por una red trifásica de 400 voltios. Debe llevar instalado una resistencia de descarga rápida actuado mediante interruptor manual y automático. Este equipo podrá trabajar en entornos con 50 °C, siendo capaz de refrigerarse por ventilación natural, 80% de HR, disponiendo de protección IP21y debe cumplir las siguientes normativas CEI 60831-1, CEI 70/7, UNE 20827, UNE 20010, BS 1650, VDE 560.





2.4.3.- CONTROL MOTORES (ARRANCADORES Y VARIADORES)

Según se ha definido en el apartado 7.3.3.3 de la memoria de este proyecto, en la sección protocolo de funcionamiento global de la estación, de los tres EQUIPOS BOMBEO TIPO 1, dos serán controlados por arrancador estático y uno por variador de frecuencia, el EQUIPO BOMBEO TIPO 2 también será controlado por variador de frecuencia, y el EQUIPO DE BOMBEO TIPO 3 controlado por arrancador electrónico.

2.4.3.1.- ARRANCADOR ESTÁTICO PARA EQUIPO DE BOMBEO TIPO 1

ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS Y CALIDADES MÍNIMAS:

Los arrancadores estáticos que han de controlar dos de los tres equipos de bombeo tipo 1, deben ser fabricados conforme a la norma UNE-EN 60947-4-2 lo que les permite obtener el marcado CE.

Otras normativas que debe cumplir: Resistencia a las vibraciones IEC 60068-2-6, Resistencia a los choques IEC 60068-2-27, Descargas electroestáticas IEC 61000-4-2 nivel 3, Campos electromagnéticos IEC 61000-4-3 nivel 3, Transitorios eléctricos rápidos IEC 61000-4-4 nivel 4, Onda de choque IEC 61000-4-5 nivel 3, Ondas oscilatorias amortiguadas 1 kV - 1 M Hz, IEC 61000-4-12 nivel 3

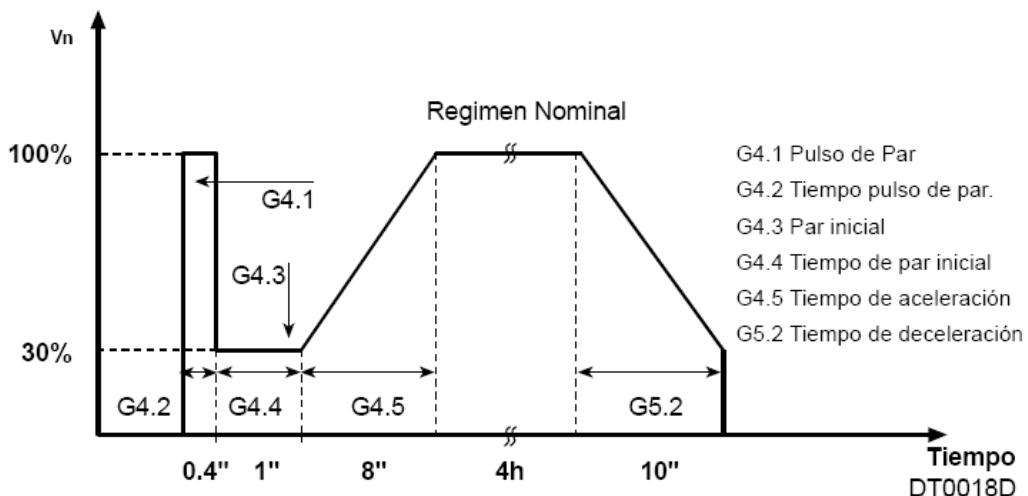
Potencia del arrancador: Debe ser de al menos 110 kw, de modo que si se desea sustituir una de las bombas de los equipos de bombeo tipo 1 por bombas algo más grandes el arrancador estático se capaz de controlarla.

Alimentación del arrancador: Debe ser alimentado por una fuente de energía trifásica de 400 Vac con una frecuencia de 50 Hz. La tensión de salida del arrancador debe poder variar desde los 0Vac hasta los V entrada.

PLIEGO DE CONDICIONES



Control de arranque: El arrancador estático debe permitir a usuario configurar los parámetros de: tiempo de arranque, pendiente de la rampa de par, configurar el exceso de corriente consumida en el arranque (4 o 5 veces la intensidad de arranque), un par de arranque inicial y el tiempo que se debe mantener, número máximos de arranques por hora.



Control de la alimentación: en caso de fallo de fase el arrancador, pasará a modo Stop e indicara el error mediante un led en la carcasa.

Sobre tensión: se debe detectar los posibles excesos de tensión en la alimentación y evitar que deterioren el funcionamiento del motor que se alimenta, entrando en modo Stop e indicarlo en mediante led en la carcasa o en una LCD.

Control de sobrecarga: Debido a las condiciones de trabajo el arrancador puede trabajar con corrientes que produzcan sobrecargas que deben ser inferiores al 130% de la intensidad nominal y durar menos de un minuto. Si la alimentación del motor produce una sobre carga mayor de la definida el propio arrancador dejara de alimentar el motor.

Entradas digitales: Debe disponer de al menos cuatro, Run-Arrnaque, Stop-Parada, control de temperatura mediante PTC y dos configurables.

Entradas analógicas: Debe disponer de al menos dos entradas configurables, de 4-20mA y 0-10V.



Salidas digitales: dos salidas configurables cambiarian su estado en caso de producirse diferentes eventos asociados a los parámetros que controla el arrancador.

Salidas analógicas: debe tener instaladas al menos dos salidas configurables, de 4-20mA y 0-10V.

Protocolo de Comunicación: el arrancador debe disponer de un puerto de comunicación RS485 o RJ45 que soporte protocolo Modbus.

Visualización de información:

Un led indicara que el equipo esta encendido (la alimentación de la tarjeta de control está alimentada), otro led parpadeará en caso de que el arrancador estatico este operando para acelerar o decelerar el motor que controla. Un led encendido de color rojo indicara fallo en el equipo.

Una pantalla LCD indicara la siguiente información: Tensión a la que se alimenta el arrancador – tensión de línea, intensidad consumida por cada fase, potencia consumida, estado de sobre carga, factor de potencia del motor, par de potencia en el eje, estado de las entradas digitales, valor de las entradas analógicas, valor de las salidas analógicas e histórico de fallos (Fallo de fase, Error RST, desequilibrio entre fases en tensión y corriente, sobrecarga consumo motor, subcarga, sobre intensidad, fallo de exceso de temperatura en la refrigeración del equipo, disparo de la PTC del motor, voltaje elevado de alimentación (posiblemente debido a causas atmosféricas), bajo voltaje de alimentación, excesivo número de arranques, excesivos arranques del sistema de ventilación y fallo en la comunicación a través del puerto RS485)

PLIEGO DE CONDICIONES



GARANTÍA DE SUMINISTRO:

A la recepción del suministro se debe verificar que:

Que ha llegado correctamente embalado, asegurar que el embalaje o el propio equipo no han sufrido daños en el transporte.

El material suministrado coincide con las especificaciones indicadas en el pliego de condiciones del presente proyecto.

Asegurar que se suministra los Manuales Técnicos y que coinciden con el modelo de arrancador estático suministrado y el idioma es correcto.

Comprobar que el equipo tiene indicado una protección igual o superior a IP20.

GARANTÍA DE INSTALACIÓN:

El arrancador estático debe instalarse verticalmente, alejado de fuentes de calor, permitiendo que circule de abajo a arriba el aire necesario para refrigerarlo.

Los cables de control deben estar instalados con una separación mínima de 300mm. y solo pueden cruzarse con los de potencia, formando ángulos rectos y el cable debe ser apantallado.

El arrancador se instalará al igual que el resto de elementos del cuadro dentro de armarios estancos que son definidos en el punto 2.4.8 de éste documento.



GARANTÍA DE FUNCIONAMIENTO:

Los arrancadores estáticos deben garantizar, por un período de veinticuatro meses desde la fecha de entrega, todo defecto de materiales y de fabricación, de acuerdo con lo indicado en sus condiciones generales de venta.

La garantía excluye el desgaste por uso, la utilización incorrecta, la reparación o sustitución de la pieza defectuosa por el usuario o por personal no cualificado sin la autorización expresa del director de la obra.

Antes de la puesta en marcha del arrancador estático, todo el sistema en el que va a instalarse, debe estar de acuerdo con todas las normativas en vigor.

Antes de poner el equipo en funcionamiento leer atentamente el manual técnico de usuario. Comprobar que no hay objetos extraños en el interior del equipo, que las conexiones se realizan adecuadamente, que el equipo está configurado adecuadamente para la alimentación que va a recibir (380 V) y comprobar que la alimentación que recibe el motor es la deseada.

Para garantizar una correcta funcionalidad es importante tener en cuenta después de un período prolongado de funcionamiento las siguientes indicaciones y que las labores de mantenimiento las realice personal cualificado que tenga en cuenta las normas de seguridad:

1. El funcionamiento debe ser silencioso y exento de vibraciones.
2. Comprobar el rendimiento del arrancador verificando que en régimen nominal la tensión de alimentación del arrancado y la alimentación del motor coinciden.
3. Controlar que la corriente absorbida (consumo en amperios) no supere los valores indicados en la placa de características del motor.
4. Provocar fallos que es capaz de detectar el arrancador (fallo de fase, sobre tensión en la alimentación, desequilibrio entre fases,...) y comprobar que se indica en la LCD el mensaje asociado al fallo.



2.4.3.2.- VARIADOR DE FRECUENCIA PARA EQUIPO DE BOMBEO TIPO 1

ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS Y CALIDADES MÍNIMAS:

El variador de frecuencia que se debe instalar para controlar el equipo de bombeo tipo 1 según se ha indicado en el punto 7.3.3.3 de la memoria de este proyecto, debe ser fabricado bajo la normativa IEC 61800-2 Adjustable Speed Electrical Power Drive Systems y cumplir con la normativa de marcado CE.

Otras normativas que debe cumplir: Compatibilidad electromagnética IEC 61000.

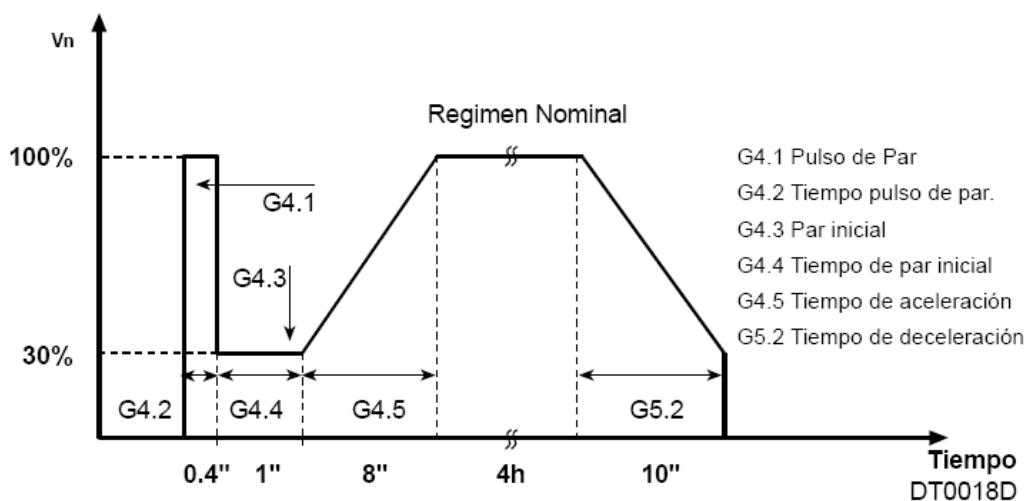
Seguidamente se detalla las especificaciones que debe cumplir el variador, en los parámetros más importantes que lo definen, las protecciones de las que debe disponer y se detalla las operaciones básicas que debe ser capaz de realizar:

Potencia del variador: Debe ser de al menos 110 kw, de modo que si se desea sustituir la bomba del equipo de bombeo tipo 1 que controla por una algo más grande se capaz de controlarla.

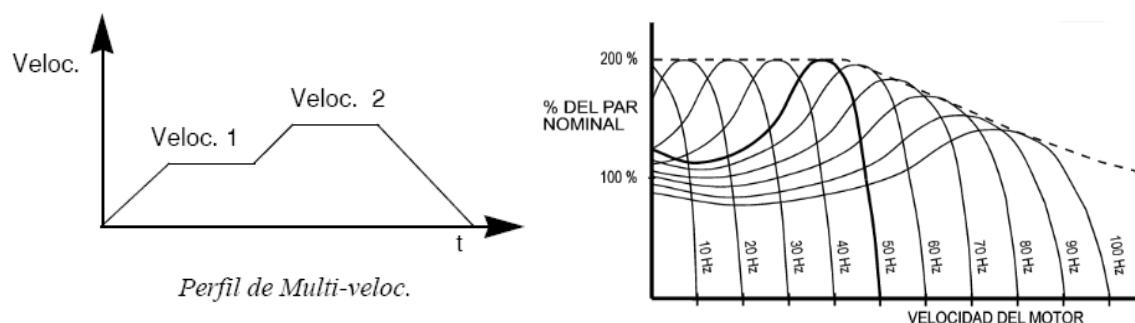
Alimentación del arrancador: Debe ser alimentado por una fuente de energía trifásica de 400 Vac con una frecuencia de 50 Hz. La tensión de salida del variador debe poder variar desde los 0Vac hasta los V entrada y la frecuencia de 0 a 50 hz. El aumento de la tensión debe ser proporcional al aumento de la frecuencia cumpliendo ($V/f=cte$). De modo que se mantiene constante el par en el eje del motor, ante los diferentes caudales que se pueden demandar de este equipo de bombeo, de forma dinámica. La tensión y frecuencia de entrada y salida máximas deben ser 99% similares.

Control de arranque:

El variador de frecuencia debe permitir a usuario configurar los parámetros de: tiempo de arranque, pendiente de la rampa de par, configurar el exceso de corriente consumida en el arranque (4 o 5 veces la intensidad de arranque), un par de arranque inicial y el tiempo que se debe mantener, número máximos de arranques por hora, al igual que un arrancador estático



Y además de forma dinámica ajustar la curva de par motor al caudal demandado como se ha indicado en el punto anterior



Para aportar estabilidad al sistema, se debe disponer de control PID, que en lazo cerrado corrige el error entre el par teórico que se aporta al motor y el real.

PLIEGO DE CONDICIONES



Sobre tensión: se debe detectar los posibles excesos de tensión en la alimentación y evitar que deterioren el funcionamiento del motor que alimenta, cortando la alimentación del motor e indicarlo en mediante led en la carcasa o en una LCD.

Control de sobrecarga: Debe ser posible configurar una corriente considerada de sobre carga, que si se mantiene más de otro parámetro que también debe ser configurable como tiempo máximo de sobrecarga se debe cortar la alimentación del motor.

Entradas digitales: Debe disponer de al menos cuatro, Run-Arraque, Stop-Parada, control de temperatura mediante PTC y dos configurables.

Entradas analógicas: Debe disponer de al menos dos entradas configurables, de 4-20mA y 0-10V.

Salidas digitales: dos salidas configurables cambiaran su estado en caso de producirse diferentes eventos asociados a los parámetros que controla el arrancador.

Salidas analógicas: debe tener instaladas al menos dos salidas configurables, de 4-20mA y 0-10V.

Protocolo de Comunicación: el variador debe disponer de un puerto de comunicación RS485 o RJ45 que soporte protocolo Modbus.

Visualización de información:

Un led indicara que el equipo esta encendido (la alimentación de la tarjeta de control está alimentada), otro led parpadeará en caso de que el arrancador estático este operando para acelerar o decelerar el motor que controla. Un led encendido de color rojo indicara fallo en el equipo.

Una pantalla LCD indicara la siguiente información: Tensión a la que se alimenta el arrancador – tensión de línea, intensidad consumida por cada fase, potencia consumida, frecuencia de alimentación, velocidad de alimentación al motor, si está acelerando o frenando, factor de potencia del motor, par de potencia en el eje, estado de las entradas digitales, valor de las entradas analógicas, valor de las salidas analógicas e histórico de



fallos (Sobrecarga del motor, Sobre-intensidad del equipo, Fallo de fase, Error RST, desequilibrio entre fases en tensión y corriente, voltaje elevado de alimentación (posiblemente debido a causas atmosféricas), bajo voltaje de alimentación, fallo de exceso de temperatura en la refrigeración del equipo, disparo de la PTC del motor, excesivo número de arranques, excesivos arranques del sistema de ventilación y fallo en la comunicación a través del puerto RS485)

PLIEGO DE CONDICIONES



GARANTÍA DE SUMINISTRO:

A la recepción del suministro se debe verificar que:

Que ha llegado correctamente embalado, asegurar que el embalaje o el propio equipo no han sufrido daños en el transporte.

El material suministrado coincide con las especificaciones indicadas en el pliego de condiciones del presente proyecto.

Asegurar que se suministra los Manuales Técnicos y que coinciden con el modelo de variador de frecuencia suministrado y el idioma es correcto.

Comprobar que el equipo tiene indicado una protección igual o superior a IP20.

GARANTÍA DE INSTALACIÓN:

El variador de frecuencia debe instalarse verticalmente, alejado de fuentes de calor, permitiendo que circule de abajo a arriba el aire necesario para refrigerarlo. Debe ser sujetado firmemente a través de los anclajes destinados a tal fin con el objetivo de impedir su posible movimiento.

Los cables de control deben estar instalados con una separación mínima de 300mm. y solo pueden cruzarse con los de potencia, formando ángulos rectos y el cable debe ser apantallado.

El variador de frecuencia se instalará al igual que el resto de elementos del cuadro dentro de armarios estancos que son definidos en el punto 2.4.8 de éste documento.



GARANTÍA DE FUNCIONAMIENTO:

Los variadores de frecuencia deben garantizar, por un período de veinticuatro meses desde la fecha de entrega, todo defecto de materiales y de fabricación, de acuerdo con lo indicado en sus condiciones generales de venta.

La garantía excluye el desgaste por uso, la utilización incorrecta, la reparación o sustitución de la pieza defectuosa por el usuario o por personal no cualificado sin la autorización expresa del director de la obra.

El variador de frecuencia es un dispositivo sujeto a eventuales fugas de corriente, por lo que se debe conectar a la toma de tierra definida en el punto 2.4.1.- de este documento.

Antes de la puesta en marcha del variador de frecuencia, todo el sistema en el que va a instalarse, debe estar de acuerdo con todas las normativas en vigor.

Antes de poner el equipo en funcionamiento leer atentamente el manual técnico de usuario. Comprobar que no hay objetos extraños en el interior del equipo, que las conexiones se realizan adecuadamente, que el equipo está configurado adecuadamente para la alimentación que va a recibir (380 V) y comprobar que la alimentación que recibe el motor es la deseada, cerrar la carcasa protectora.

Para garantizar una correcta funcionalidad es importante tener en cuenta después de un período prolongado de funcionamiento las siguientes indicaciones y que las labores de mantenimiento las realice personal cualificado que tenga en cuenta las normas de seguridad:

1. El funcionamiento debe ser silencioso y exento de vibraciones.
2. Controlar que la corriente absorbida (consumo en amperios) no supere los valores indicados en la placa de características del motor.
3. Comprobar con un equipo externo a la instalación que haya sido adecuadamente calibrado antes de realizar la prueba que el consumo de energía reactiva sea



inferior a sesenta y una centésimas de la energía activa, lo cual equivale a que $\cos \Phi$, sea mayor de ochenta y cinco centésimas (0,85).

4. Provocar fallos que es capaz de detectar el variador de frecuencia (fallo de fase, sobre tensión en la alimentación, desequilibrio entre fases,...) y comprobar que se indica en la LCD el mensaje asociado al fallo.



2.4.3.3.- VARIADOR DE FRECUENCIA PARA EQUIPO DE BOMBEO TIPO 2

El equipo de bombeo tipo 2 debe ser controlado por un variador de frecuencia, que debe cumplir las mismas especificaciones definidas para el caso del variador de frecuencia que controla el equipo de bombeo tipo 1, definidas en el punto 2.4.7.2 de este documento.

En este caso la potencia del variador debe ser de al menos 45 kw, de modo que si se desea sustituye la bomba del equipo por otra con mayor capacidad de caudal sea controlable con la electrónica que se instala.

2.4.3.4.- ARRANCADOR ESTÁTICO PARA EQUIPO DE BOMBEO TIPO 3

El equipo de bombeo tipo 3 debe ser controlado por una arrancador estático, que debe cumplir las mismas especificaciones definidas en el punto 2.4.7.1 de este documento.

La potencia del arrancador en este caso será de 5kw. Configurar los mismos parámetros de arranque. Debe ser capaz de controlar los mismos errores y disponer del mismo número de entradas y salidas.



2.4.4.- PROTOCOLO FUNCIONAMIENTO CUADRO ELECTRICO

En el apartado 7.3.3.4 de la memoria se ha definido el orden de activación de los motores de la estación, de los más pequeños a los más grandes, entendiendo que la estación empezara suministrando 0 l/s y se irán activando motores hasta alcanzar el caudal demandado.

El cuadro eléctrico mediante la instalación de presostatos en la impulsión de las bombas detectará cuando la presión baje debido a que ha aumentado la demanda de caudal y el cuadro debe encargarse de modificar los parámetros de los variadores para ajustarse a la nueva demanda o activar el siguiente motor que añadido a los ya activos se consigue al caudal total.

Si la presión comienza a elevarse el cuadro eléctrico lo detecta a través del presostato y modifica mediante alguno de los variadores que tenga activos el caudal que suministre la bomba que controla reduciéndolo (Control PID demandado en las especificaciones de los variadores), incluso des-activando alguno de los motores activos controlados por arrancador.



2.5.- CONDICIONES PARA LA PUESTA EN MARCHA

El conjunto de la instalación será probado para determinar su correcto funcionamiento antes de llevar a cabo la puesta en marcha. Estas pruebas se harán en presencia del Ingeniero Director de la obra, quien determinara el número y características del ensayo. Además estarán presentes representantes de las diferentes subcontratas que han suministrado cada equipo, el personal de la comunidad de regantes que interactuara con los diferentes bloques que componen la estación de bombeo.

Estos últimos previamente habrán sido formados debidamente para velar por el buen funcionamiento de la estación en su conjunto.

Se formara a los usuarios de la comunidad de regantes, con base a la documentación e información técnica de los equipos de bombeo instalados, según un punto de vista de conjunto de todo el sistema.

PLIEGO DE CONDICIONES



La documentación estará al menos constituida por los siguientes documentos:

- a) Manuales de operación del sistema desde todos los puntos susceptibles de realizar una operación del sistema.
- b) Manuales de usuario del sistema en los que se incluya información detallada sobre los distintos bloques que lo integran en lo referente a su función, configuración e interconexión.
- c) Información técnica de cada uno de los equipos y elementos del sistema en lo referente a sus características y modos de funcionamiento.
- d) Libro de instalación de cada elemento, en el que se deberá incluir toda la información referente a la configuración instalada, así como todos los datos necesarios para su mantenimiento o posible cambio de configuración.
- e) Libro y plan de mantenimiento y calibración de todos los equipos del sistema que lo requieran, indicando la periodicidad y las operaciones a realizar, así como los materiales a sustituir.
- f) Protocolo de pruebas para correcto funcionamiento del sistema. Indicando como obtener los casos extremos de demanda para certificar la capacidad de los motores de suministrar el caudal y presión demandado en todo momento.



1. Comprobar el perfecto cebado de la bomba y tubería, el fluido debe desbordar la instalación para garantizar que se ha eliminado el aire, especialmente el contenido en la tubería de aspiración asegurando, asegurando el purgado de la bomba.
2. Comprobar la alineación del grupo de nuevo.
3. Verificar que el sentido de giro es coincidente con el indicado por la flecha que está situada en el cuerpo de la bomba.
4. Lubricar todas las partes móviles adecuadamente.
5. Verificar que se han montado todas las protecciones de las partes móviles.
6. CUADRO ELÉCTRICO:
 - a. Revisar el correcto estado de las conexiones de todos los equipos.
 - b. Comprobar que la tensión entre fases del transformador es 400Vac 50Hz.
 - c. Conectar el interruptor general. Comprobar que la alimentación de los diferentes equipos de bombeo es 400Vac 50Hz.
 - d. Conectar las protecciones magneto-térmicas de los motores. Comprobar que la alimentación de los variadores y arrancadores que controlan los equipos de bombeo es 400Vac 50Hz.
 - e. Desde el cuadro de control activar el funcionamiento de la estación de bombeo. Definido este en el apartado 2.4.4 del presente documento.
7. Abrir por completo la válvula de corte en el lado de aspiración de la bomba y cerrar la válvula de corte de descarga al arrancar la bomba.
8. Abrir lentamente la válvula de descarga.
9. Si la bomba no coge presión inmediatamente, pararla y repetir el llenado con el líquido.
10. Si la bomba coge presión, abrir la válvula de descarga completamente, siendo el protocolo de funcionamiento de la estación el encargado manejar que motores deben estar activos.

PLIEGO DE CONDICIONES



En la puesta en marcha del sistema se debe comprobar que el consumo de los equipos no sobrepasa en ningún momento los definidos en el apartado 2.2.2.- listado de materiales y calidades mínimas. Dicha medida debe ser contrastada con equipos de medida externos a los demandados en el presente proyecto.

Se suministrara los consumibles y repuestos necesarios para llevar a cabo las labores de mantenimiento, indicados en el libro y plan de mantenimiento, durante el periodo de garantía, y será entregado dicho documento, para depositar en la estación de bombeo, a los usuarios de la comunidad de regantes y para las oficinas de la misma.



Escuela
Universitaria
Ingeniería
Técnica
Industrial
ZARAGOZA

PROYECTO FIN DE CARRERA

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA ESTACIÓN DE BOMBEO

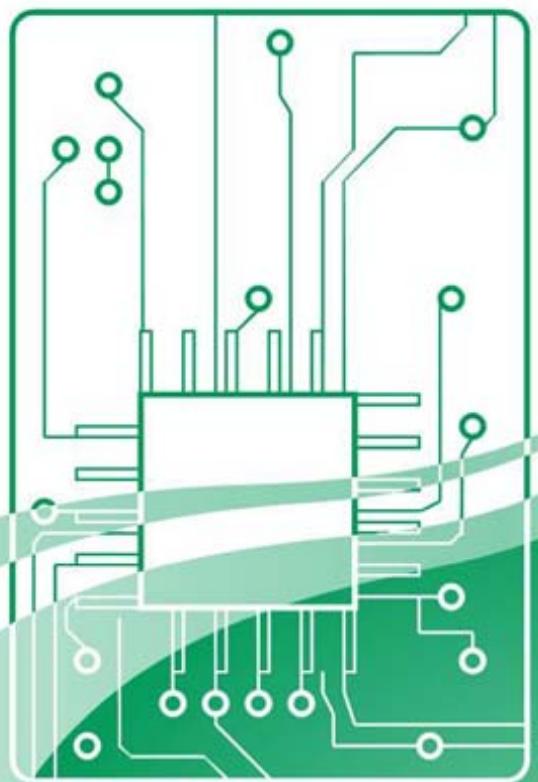
PRESUPUESTO

Daniel Escudero Escanilla

Ingeniería Técnica Electrónica Industrial

Proyecto Fin de Carrera 2010

EUITIZ





INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA ESTACIÓN DE BOMBEO

PRESUPUESTO



INDICE:

1.- JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS.....	4
2.- MEDICIÓN GENERAL.....	14
3.- PRESUPUESTOS PARCIALES	17
4.- PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL.....	18





INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA ESTACIÓN DE BOMBEO

1.- JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

	Código	UD	Definición	Precio	Euros
1	EPT1	1 Ud.	Equipo de bombeo tipo 1, instalado y comprobado		
Código	Cantidad	UD	Descripción	Precio	Euros
DEPT1	1	Ud.	<p><u>Carcasa de la Bomba:</u> debe estar construida en hierro GG25, las bridas de aspiración e impulsión según EN 1092-2 PN 10 ó 16 - ISO 7005 de diámetros nominales 250 y 200 mm respectivamente, abierta por el lado del acoplamiento permitiendo el desmontaje de las partes giratorias sin mover las tuberías de aspiración e impulsión.</p> <p><u>Impulsor:</u> fundido en Bronce o acero inoxidable de tipo cerrado. Dicho impulsor estará montado sobre un eje en voladizo.</p> <p><u>Eje:</u> voladizo (soportado por rodamientos solo por uno de los extremos), libre (el extremo que no tiene el impulsor queda fuera de la carcasa de la bomba de forma que se pueda unir al motor que acciona la bomba) debe cumplir las normas EN 809:1998; EN 60204-1:2006. Fabricado en acero inoxidable 13% Cr. Y un grosor de 55 mm.</p> <p><u>Reten mecánico:</u> Cierre de junta tórica con anillo de tope fijo, carburo de silicio/carburo de silicio, EPDM.</p> <p><u>Motor eléctrico:</u> Debe estar diseñado para alimentarse a tensión 380/660 V Trifásico con frecuencia de 50 hz. La protección igual o superior a IP-55 y el aislamiento Clase F. Cuatro polos y disponer de 90 Kw de potencia.</p>	18712	18712
M-01	2	h.	Grúa.	40	80
J-01	2	h.	Peón.	22	44
J-02	2	h.	Oficial eléctrico	25	50
IN-01			Costes indirectos	300	300
			Total...		19186

PRESUPUESTO



	Código	UD	Definición
2	EPT2	1 Ud.	Equipo de bombeo tipo 2, instalado y comprobado

Código	Cantidad	UD	Descripción	Precio	Euros
DEPT2	1	Ud.	<p><u>Carcasa de la Bomba:</u> debe estar construida en hierro GG25, las bridas de aspiración e impulsión según EN 1092-2 PN 10 ó 16 - ISO 7005 de diámetros nominales 150 - 125 mm respectivamente, abierta por el lado del acoplamiento permitiendo el desmontaje de las partes giratorias sin mover las tuberías de aspiración e impulsión.</p> <p><u>Impulsor:</u> fundido en Bronce o acero inoxidable de tipo cerrado. Dicho impulsor estará montado sobre un eje en voladizo.</p> <p><u>Eje:</u> voladizo (soportado por rodamientos solo por uno de los extremos), libre (el extremo que no tiene el impulsor queda fuera de la carcasa de la bomba de forma que se pueda unir al motor que acciona la bomba) debe cumplir las normas EN 809:1998; EN 60204-1:2006. Fabricado en acero inoxidable 13% Cr. Y un grosor de 43 mm</p> <p><u>Reten mecánico:</u> Cierre de junta tórica con anillo de tope fijo, carburo de silicio/carburo de silicio, EPDM.</p> <p><u>Motor eléctrico:</u> Debe estar diseñado para alimentarse a tensión 380/660 V Trifásico con frecuencia de 50 hz. La protección igual o superior a IP-55 y el aislamiento Clase F. Cuatro polos y disponer de 45 kw.</p>	7345	7345
M-01	2	h.	Grúa.	40	80
J-01	2	h.	Peón.	22	44
J-02	2	h.	Oficial eléctrico	25	50
IN-01			Costes indirectos	200	200
Total...					7719





INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA ESTACIÓN DE BOMBEO

	Código	UD	Definición
3	EPT3	1 Ud.	Equipo de bombeo tipo 3, instalado y comprobado

Código	Cantidad	UD	Descripción	Precio	Euros
DEPT3	1	Ud.	<p><u>Carcasa de la Bomba:</u> formada en este caso por una base en fundición EN-GJL-200 y una camisa que alberga los diferentes impulsores de acero inoxidable EN 14301 las bridas de aspiración e impulsión según EN 1092-2 PN 10 ó 16 - ISO 7005 de diámetros nominales 50 y 50 mm respectivamente.</p> <p><u>Impulsor:</u> acero inoxidable de tipo cerrado fabricado bajo normativa EN 14301.</p> <p><u>Eje:</u> entre rodamientos (soportado por dos rodamientos uno en cada extremo del eje). Fabricado en acero inoxidable EN14057.</p> <p><u>Reten mecánico:</u> Tipo cartucho, con junta de goma tipo EPDM</p> <p><u>Motor eléctrico:</u> Debe estar diseñado para alimentarse a tensión 380/660 V Trifásico con frecuencia de 50 hz y disponer de una potencia de 3.5 Kw.</p>	2637	2637
M-01	1	h.	Grúa.	40	40
J-01	1	h.	Peón.	22	22
J-02	1	h.	Oficial eléctrico	25	25
IN-01			Costes indirectos	50	50
			Total...		2774

PRESUPUESTO



	Código	UD	Definición
4	PMT_EPT1	1 Ud.	Protección magneto-térmica para equipo de bombeo tipo 1

Código	Cantidad	UD	Descripción	Precio	Euros
DPMT_EPT1	1	Ud.	<p>Intensidad de disparo por fase: 190A.</p> <p>Capaz de cortar la alimentación de una fuente de energía trifásica de 400 Vac con una frecuencia de 50 Hz.</p> <p>El número de reconexiones debe estar limitado a dos veces si se dispara el magneto-térmico y diez veces si se dispara por diferencial, siendo el tiempo entre reconexiones de 3 min.</p> <p>Debe poder trabajar en ambientes con 50°C y un 80% de HR, cumpliendo con una protección IP20 y estar fabricado para su instalación en carril DIN.</p> <p>Costes indirectos</p>	303	303
IN-01				200	200
				Total...	503

	Código	UD	Definición
5	PMT_EPT2	1 Ud.	Protección magneto-térmica para equipo de bombeo tipo 2

Código	Cantidad	UD	Descripción	Precio	Euros
DPMT_EPT2	1	Ud.	<p>Intensidad de disparo por fase: 95A.</p> <p>Capaz de cortar la alimentación de una fuente de energía trifásica de 400 Vac con una frecuencia de 50 Hz.</p> <p>El número de reconexiones debe estar limitado a dos veces si se dispara el magneto-térmico y diez veces si se dispara por diferencial, siendo el tiempo entre reconexiones de 3 min.</p> <p>Debe poder trabajar en ambientes con 50°C y un 80% de HR, cumpliendo con una protección IP20 y estar fabricado para su instalación en carril DIN.</p> <p>Costes indirectos</p>	178	178
IN-01				100	100
				Total...	278





INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA ESTACIÓN DE BOMBEO

	Código	UD	Definición	
6	PMT_EPT3	1 Ud.	Protección magneto-térmica para equipo de bombeo tipo 1	

Código	Cantidad	UD	Descripción	Precio	Euros
DPMT_EPT3	1	Ud.	Intensidad de disparo por fase: 7.5A. Capaz de cortar la alimentación de una fuente de energía trifásica de 400 Vac con una frecuencia de 50 Hz. El número de reconexiones debe estar limitado a dos veces si se dispara el magneto-térmico y diez veces si se dispara por diferencial, siendo el tiempo entre reconexiones de 3 min. Debe poder trabajar en ambientes con 50°C y un 80% de HR, cumpliendo con una protección IP20 y estar fabricado para su instalación en carril DIN.	56	56
IN-01			Costes indirectos	40	40
			Total...		96

	Código	UD	Definición	
7	INT_GEN	1 Ud.	INTERRUPTOR GENERAL	

Código	Cantidad	UD	Descripción	Precio	Euros
INT_GEN	1	Ud.	Intensidad de disparo por fase: 688A. Capaz de cortar la alimentación de una fuente de energía trifásica de 400 Vac con una frecuencia de 50 Hz. El número de reconexiones debe estar limitado a dos veces si se dispara el magneto-térmico y diez veces si se dispara por diferencial, siendo el tiempo entre reconexiones de 3 min. Debe poder trabajar en ambientes con 50°C y un 80% de HR, cumpliendo con una protección IP20 y estar fabricado para su instalación en carril DIN.	661	661
IN-01			Costes indirectos	250	250
			Total...		911

PRESUPUESTO



	Código	UD	Definición
8	BAT_CON	1 Ud.	BATERIA CONDENSADORES COMPENSACIÓN ENERGÍA REACTIVA

Código	Cantidad	UD	Descripción	Precio	Euros
BAT_CON	1	Ud.	<p><u>Potencia:</u> 135 KVar.</p> <p>Que se alimente mediante fuente de energía trifásica de 400 Vac con una frecuencia de 50 Hz.</p> <p>Debe llevar instalado una resistencia de descarga rápida actuado mediante interruptor manual y automático.</p> <p>Este equipo podrá trabajar en entornos con 50 °C, siendo capaz de refrigerarse por ventilación natural, 80% de HR, disponiendo de protección IP21y debe cumplir las siguientes normativas CEI 60831-1, CEI 70/7, UNE 20827, UNE 20010, BS 1650, VDE 560.</p>	5760	5760
IN-01			Costes indirectos	250	250
			Total...		6010





INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA ESTACIÓN DE BOMBEO

	Código	UD	Definición
4	AE_EPT1	1 Ud.	Arrancador estático para equipo de bombeo tipo 1

Código	Cantidad	UD	Descripción	Precio	Euros
DAE_EPT1	1	Ud.	<p><u>Potencia del arrancador:</u> Debe ser de al menos 110 kw.</p> <p><u>Alimentación del arrancador:</u> Debe ser alimentado por una fuente de energía trifásica de 400 Vac con una frecuencia de 50 Hz. La tensión de salida del arrancador debe poder variar desde los 0Vac hasta los V entrada.</p> <p><u>Control de arranque:</u> El arrancador estático debe permitir a usuario configurar los parámetros de: tiempo de arranque, pendiente de la rampa de par, configurar el exceso de corriente consumida en el arranque (4 o 5 veces la intensidad de arranque), un par de arranque inicial y el tiempo que se debe mantener, número máximos de arranques por hora.</p> <p><u>Entradas digitales:</u> Debe disponer de al menos cuatro, Run-Arranca, Stop-Parada, control de temperatura mediante PTC y dos configurables.</p> <p><u>Entradas analógicas:</u> Debe disponer de al menos dos entradas configurables, de 4-20mA y 0-10V.</p> <p><u>Salidas digitales:</u> dos salidas configurables cambiarán su estado en caso de producirse diferentes eventos asociados a los parámetros que controla el arrancador.</p> <p><u>Salidas analógicas:</u> debe tener instaladas al menos dos salidas configurables, de 4-20mA y 0-10V.</p> <p><u>Protocolo de Comunicación:</u> el arrancador debe disponer de un puerto de comunicación RS485 o RJ45 que soporte protocolo Modbus.</p>	3267	3267
J-01	3	h.	Peón.	22	66
J-02	3	h.	Oficial eléctrico	25	75
IN-01			Costes indirectos	50	50
			Total...		3458

PRESUPUESTO



	Código	UD	Definición
5	VF_EPT1	1 Ud.	Variador de frecuencia para equipo de bombeo tipo 1

Código	Cantidad	UD	Descripción	Precio	Euros
DVF_EPT1	1	Ud.	<p><u>Potencia del variador:</u> Debe ser de al menos 110 kw.</p> <p><u>Alimentación del arrancador:</u> Debe ser alimentado por una fuente de energía trifásica de 400 Vac con una frecuencia de 50 Hz. La tensión de salida del variador debe poder variar desde los 0Vac hasta los V entrada y la frecuencia de 0 a 50 hz. El aumento de la tensión debe ser proporcional al aumento de la frecuencia cumpliendo (V/f=cte). De modo que se mantiene constante el par en el eje del motor.</p> <p><u>Control de arranque:</u></p> <p>El variador de frecuencia debe permitir a usuario configurar los parámetros de: tiempo de arranque, pendiente de la rampa de par, configurar el exceso de corriente consumida en el arranque (4 o 5 veces la intensidad de arranque), un par de arranque inicial y el tiempo que se debe mantener, número máximos de arranques por hora y además de forma dinámica ajustar la curva de par motor al caudal demandado.</p> <p><u>Entradas digitales:</u> Debe disponer de al menos cuatro, Run-Arranca, Stop-Parada, control de temperatura mediante PTC y dos configurables.</p> <p><u>Entradas analógicas:</u> Debe disponer de al menos dos entradas configurables, de 4-20mA y 0-10V.</p> <p><u>Salidas digitales:</u> dos salidas configurables cambiarán su estado en caso de producirse diferentes eventos asociados a los parámetros que controla el arrancador.</p> <p><u>Salidas analógicas:</u> debe tener instaladas al menos dos salidas configurables, de 4-20mA y 0-10V.</p> <p><u>Protocolo de Comunicación:</u> el variador debe disponer de un puerto de comunicación RS485 o RJ45 que soporte protocolo Modbus.</p>	34199	34199
J-01	3	h.	Peón.	22	66
J-02	3	h.	Oficial eléctrico	25	75
IN-01			Costes indirectos	50	50
				Total...	34390





INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA ESTACIÓN DE BOMBEO

	Código	UD	Definición
6	VF_EPT2	1 Ud.	Variador de frecuencia para equipo de bombeo tipo 2

Código	Cantidad	UD	Descripción	Precio	Euros
DVF_EPT2	1	Ud.	<p><u>Potencia del variador:</u> Debe ser de al menos 45 kw.</p> <p><u>Alimentación del arrancador:</u> Debe ser alimentado por una fuente de energía trifásica de 400 Vac con una frecuencia de 50 Hz. La tensión de salida del variador debe poder variar desde los 0Vac hasta los V entrada y la frecuencia de 0 a 50 hz. El aumento de la tensión debe ser proporcional al aumento de la frecuencia cumpliendo ($V/f=cte$). De modo que se mantiene constante el par en el eje del motor.</p> <p><u>Control de arranque:</u></p> <p>El variador de frecuencia debe permitir a usuario configurar los parámetros de: tiempo de arranque, pendiente de la rampa de par, configurar el exceso de corriente consumida en el arranque (4 o 5 veces la intensidad de arranque), un par de arranque inicial y el tiempo que se debe mantener, número máximos de arranques por hora y además de forma dinámica ajustar la curva de par motor al caudal demandado.</p> <p><u>Entradas digitales:</u> Debe disponer de al menos cuatro, Run-Arranca, Stop-Parada, control de temperatura mediante PTC y dos configurables.</p> <p><u>Entradas analógicas:</u> Debe disponer de al menos dos entradas configurables, de 4-20mA y 0-10V.</p> <p><u>Salidas digitales:</u> dos salidas configurables cambiarán su estado en caso de producirse diferentes eventos asociados a los parámetros que controla el arrancador.</p> <p><u>Salidas analógicas:</u> debe tener instaladas al menos dos salidas configurables, de 4-20mA y 0-10V.</p> <p><u>Protocolo de Comunicación:</u> el variador debe disponer de un puerto de comunicación RS485 o RJ45 que soporte protocolo Modbus.</p>	23576	23576
J-01	3	h.	Peón.	22	66
J-02	3	h.	Oficial eléctrico	25	75
IN-01			Costes indirectos	50	50
			Total...		23767

PRESUPUESTO



	Código	UD	Definición
7	AE_EPT3	1 Ud.	Arrancador estático para equipo de bombeo tipo 3

Código	Cantidad	UD	Descripción	Precio	Euros
DEPT3	1	Ud.	<p><u>Potencia del arrancador:</u> Debe ser de al menos 3.5 kw.</p> <p><u>Alimentación del arrancador:</u> Debe ser alimentado por una fuente de energía trifásica de 400 Vac con una frecuencia de 50 Hz. La tensión de salida del arrancador debe poder variar desde los 0Vac hasta los V entrada.</p> <p><u>Control de arranque:</u> El arrancador estático debe permitir a usuario configurar los parámetros de: tiempo de arranque, pendiente de la rampa de par, configurar el exceso de corriente consumida en el arranque (4 o 5 veces la intensidad de arranque), un par de arranque inicial y el tiempo que se debe mantener, número máximos de arranques por hora.</p> <p><u>Entradas digitales:</u> Debe disponer de al menos cuatro, Run-Arraque, Stop-Parada, control de temperatura mediante PTC y dos configurables.</p> <p><u>Entradas analógicas:</u> Debe disponer de al menos dos entradas configurables, de 4-20mA y 0-10V.</p> <p><u>Salidas digitales:</u> dos salidas configurables cambiarán su estado en caso de producirse diferentes eventos asociados a los parámetros que controla el arrancador.</p> <p><u>Salidas analógicas:</u> debe tener instaladas al menos dos salidas configurables, de 4-20mA y 0-10V.</p> <p><u>Protocolo de Comunicación:</u> el arrancador debe disponer de un puerto de comunicación RS485 o RJ45 que soporte protocolo Modbus.</p>	635	635
J-01	3	h.	Peón.	22	66
J-02	3	h.	Oficial eléctrico	25	75
IN-01			Costes indirectos	50	50
			Total...		826





INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA ESTACIÓN DE BOMBEO

2.- MEDICIÓN GENERAL

ARTICULO 1º.- EQUIPOS DE BOMBEO

Código	Medición	UD	Definición
EPT1	3	Ud.	Equipo de bombeo tipo 1, instalado y comprobado

Descripción	UD	Largo	Ancho	Alto	Parcial
Bomba hidráulica1	1				1
Bomba hidráulica2	1				1
Bomba hidráulica3	1				1
Total...					3

Código	Medición	UD	Definición
EPT2	1	Ud.	Equipo de bombeo tipo 2, instalado y comprobado

Descripción	UD	Largo	Ancho	Alto	Parcial
Bomba hidráulica4	1				1
Total...					1

Código	Medición	UD	Definición
EPT3	1	Ud.	Equipo de bombeo tipo 3, instalado y comprobado

Descripción	UD	Largo	Ancho	Alto	Parcial
Bomba hidráulica5	1				1
Total...					1

PRESUPUESTO



ARTICULO 2º.- CUADRO ELÉCTRICO

Código	Medición	UD	Definición
PMT_EPT1	3	Ud.	Protección magneto-térmica para equipo de bombeo tipo 1

Descripción	UD	Largo	Ancho	Alto	Parcial
Protección Bomba hidráulica1	1				1
Protección Bomba hidráulica2	1				1
Protección Bomba hidráulica3	1				1
Total...					3

Código	Medición	UD	Definición
PMT_EPT2	1	Ud.	Protección magneto-térmica para equipo de bombeo tipo 2

Descripción	UD	Largo	Ancho	Alto	Parcial
Protección Bomba hidráulica4	1				1
Total...					1

Código	Medición	UD	Definición
PMT_EPT3	1	Ud.	Protección magneto-térmica para equipo de bombeo tipo 3

Descripción	UD	Largo	Ancho	Alto	Parcial
Protección Bomba hidráulica5	1				1
Total...					1

Código	Medición	UD	Definición
INT_GEN	1	Ud.	INTERRUPTOR GENERAL

Descripción	UD	Largo	Ancho	Alto	Parcial
INTERRUPTOR GENERAL	1				1
Total...					1

Código	Medición	UD	Definición
BAT_CON	1	Ud.	BATERIA CONDENSADORES COMPENSACIÓN ENERGÍA REACTIVA

Descripción	UD	Largo	Ancho	Alto	Parcial
BATERIA CONDENSADORES COMPENSACIÓN ENERGÍA REACTIVA	1				1
Total...					1





INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA ESTACIÓN DE BOMBEO

Código	Medición	UD	Definición
AE_EPT1	2	Ud.	Arrancador estático para equipo de bombeo tipo 1

Descripción	UD	Largo	Ancho	Alto	Parcial
Arrancador Bomba hidráulica1	1				1
Arrancador Bomba hidráulica2	1				1
Total...			2		

Código	Medición	UD	Definición
VF_EPT1	1	Ud.	Variador de frecuencia para equipo de bombeo tipo 1

Descripción	UD	Largo	Ancho	Alto	Parcial
Variador Bomba hidráulica3	1				1
Total...			1		

Código	Medición	UD	Definición
VF_EPT2	1	Ud.	Variador de frecuencia para equipo de bombeo tipo 2

Descripción	UD	Largo	Ancho	Alto	Parcial
Variador Bomba hidráulica4	1				1
Total...			1		

Código	Medición	UD	Definición
AE_EPT1	1	Ud.	Arrancador estático para equipo de bombeo tipo 3

Descripción	UD	Largo	Ancho	Alto	Parcial
Arrancador Bomba hidráulica5	1				1
Total...			1		

PRESUPUESTO



3.- PRESUPUESTOS PARCIALES

ARTICULO 1º.- EQUIPOS DE BOMBEO

Código	Medición	UD	Unidad de Obra	Precio	Importe
EPT1	3	Ud.	Equipo de bombeo tipo 1, instalado y comprobado	19486	57558
EPT2	1	Ud.	Equipo de bombeo tipo 2, instalado y comprobado		7719
EPT3	1	Ud.	Equipo de bombeo tipo 2, instalado y comprobado		2774
Total...					68051

ARTICULO 2º.- CUADRO ELÉCTRICO

Código	Medición	UD	Unidad de Obra	Precio	Importe
PMT_EPT1	3	Ud.	Protección magneto-térmica para equipo de bombeo tipo 1	503	1509
PMT_EPT2	1	Ud.	Protección magneto-térmica para equipo de bombeo tipo 2	278	278
PMT_EPT3	1	Ud.	Protección magneto-térmica para equipo de bombeo tipo 3	96	96
INT_GEN	1	Ud.	INTERRUPTOR GENERAL	911	911
BAT_CON	1	Ud.	BATERIA CONDENSADORES COMPENSACIÓN ENERGÍA REACTIVA	6010	6010
AE_EPT1	2	Ud.	Arrancador estático para equipo de bombeo tipo 1	3458	6916
VF_EPT1	1	Ud.	Variador de frecuencia para equipo de bombeo tipo 1	34390	34390
VF_EPT2	1	Ud.	Variador de frecuencia para equipo de bombeo tipo 2	23767	23767
AE_EPT3	1	Ud.	Arrancador estático para equipo de bombeo tipo 1	826	826
Total...					74703





INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA ESTACIÓN DE BOMBEO

4.- PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

ARTICULO	TÍTULO	PRESUPUESTO
1	EQUIPOS DE BOMBEO	68051 €
2	CUADRO ELÉCTRICO	74703 €
TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL		142754 €