



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS



Análisis, Diagnóstico y Propuestas de Mejora de la Red de Distribución de agua potable y de riego del municipio de Buñol (Valencia).

Memoria

Trabajo final de grado

Titulación: Grado en Ingeniería de Obras Públicas.

Curso: 2014/15

Autor: Jesús Ramírez Gozávez

Tutor: Francisco José Vallés Morán

Valencia, septiembre de 2015

ÍNDICE

DOCUMENTO Nº1 MEMORIA Y ANEJOS.

- 1. MEMORIA.**
- 2. ANEJO Nº1 CÁLCULOS HIDRÁULICOS.**

DOCUMENTO Nº2 PLANOS.

- 1. PLANTA GENERAL APROVECHAMIENTOS.**
- 2. SECTOR 1.**
- 3. SECTOR 2.**
- 4. SECTOR 3.**
- 5. SECTOR 4.**
- 6. SECTOR 5.**
- 7. SECTOR 6.**
- 8. SECTOR 7.**

DOCUMENTO N° 1 MEMORIA Y ANEJOS.

MEMORIA.

ÍNDICE:

1.- INTRODUCCIÓN.....	2
1.1.- RESUMEN.	1
1.2.- OBJETIVOS.	1
1.3.- METODOLOGÍA.	2
1.4.- LOCALIZACIÓN.	2
2.- ANTECEDENTES.	4
2.1.- DESCRIPCIÓN HISTÓRICA.	4
2.2.- DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA.	5
3.- DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA.	7
3.1.- INTRODUCCIÓN.....	7
3.2.- ZONAS DE DEMANDA.	7
3.2.1.- Zonas Urbanas.....	8
3.2.2.- Zonas Agrícolas.....	8
3.3.- TOMAS.	9
3.4.- DEPÓSITOS Y BALSAS.	10
3.5.- CONDUCCIONES MAESTRAS.	11
3.6.- FUNCIONAMIENTO ACTUAL.	13
3.7.- BALANCE ENERGÉTICO.....	14
3.7.1.- Potencia en condiciones actuales.	15
3.7.2.- Potencia en condiciones óptimas.....	16
3.7.3.- Energía diaria consumida en la situación actual.....	16
4.- DIAGNÓSTICO.	17
5.- PROPUESTAS DE MEJORA.	19
5.1.- IMPULSIÓN Nº 25 POZO FOCHI.	19
5.2.- IMPULSIÓN Nº 26 POZO VALLEJO.	19
5.3.- IMPULSIÓN Nº 24 CABEZONA.	20
5.4.- IMPULSIÓN Nº 23 POZO CAÑAICAS.	20
6.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	20
6.1.- PRELIMINARES.	20
6.2.- CONCLUSIONES.	21
6.3.- RECOMENDACIONES.	21
7.- BIBLIOGRAFÍA.	22
ANEJO Nº 1 CÁLCULOS HIDRÁULICOS.....	24

1.- INTRODUCCIÓN.

Siendo el agua la sustancia más abundante en la Tierra, su distribución en forma de aguas continentales en España a lo largo y ancho del Dominio Público Hidráulico gestionado por las diferentes Demarcaciones Hidrográficas, tanto en su faceta superficial como subterránea, ha presentado de siempre y de forma natural, notables diferencias.

En la Comunidad Valenciana, desde tiempo inmemorial se constata como se han manifestado en distintos periodos, fenómenos extremos caracterizados por fuertes sequías (que mermaban considerablemente las cosechas), junto con copiosas precipitaciones (que desbordaban los cauces destrozando todo a su paso).

Pero es en la actualidad y una vez reconocida la evidencia por la comunidad científica internacional, pese algunas voces disidentes al respecto; de la existencia de un cambio global en los patrones del Clima Mundial debido en gran medida a la influencia antropogénica, cuando la Gestión y Optimización del uso del Recurso Hídrico, junto con la explotación y mejora de sus Obras Hidráulicas cobra una mayor importancia.

Esta importancia es debida en parte, a las consecuencias que se estiman que dicho cambio van a producir sobre la mayor parte del territorio español y más concretamente sobre la parte meridional y sur de la Comunidad Valenciana. Originando un aumento generalizado de las temperaturas y un descenso de las precipitaciones, junto con un aumento de magnitud de los fenómenos extremos, según Chirivella y Capilla (2010).

El estado actual de la ciencia no permite predecir cómo será el clima con exactitud en el futuro, aunque las diversas proyecciones basadas en modelos climáticos globales del tipo AOGCM (del inglés, Atmosphere Ocean General Circulation Model); coinciden en que a lo largo de las próximas décadas, se va a producir globalmente un aumento de las temperaturas y del nivel de los mares.

Según un estudio realizado hace unos años por Manuel de Castro (2005), los resultados para la Península Ibérica obtenidos respecto de varios modelos globales, prevén un calentamiento de hasta 6°C y una disminución de la precipitación de hasta 137 mm/año, hasta final del presente siglo.

Teniendo en cuenta, que ya en un estudio publicado por el CEDEX (1998) según Chirivella y Capilla (2010), se concluía, que para el siglo XXI se estimaba un descenso de los recursos hídricos de entre un 5 % y un 14 %, de forma desigual entre las distintas cuencas, siendo más acusada en el sureste peninsular y en la España insular. Siendo para la cuenca del Júcar, de entre un 15 % y un 20 % respectivamente. El panorama para estas próximas décadas no deja de ser preocupante.

Por otra parte, la Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de octubre de 2012 relativa a la eficiencia energética; condiciona a todos los países pertenecientes a la Unión, para el establecimiento de un marco común de medidas para el fomento de la eficiencia energética, a fin de asegurar la consecución del objetivo principal de un 20 % de ahorro para 2020 y a fin de preparar el camino para mejoras ulteriores de eficiencia energética más allá de ese año.

Siendo bajo estos dos prismas de: disminución del recurso hídrico y ahorro energético; bajo los cuales se fundamenta la ejecución del presente Trabajo Final de Grado que lleva como título “Análisis, Diagnóstico y Propuestas de Mejora de la Red de Distribución de agua potable y de riego del municipio de Buñol (Valencia)” y cuyos objetivos y alcance se definen en los siguientes apartados.

1.1.- RESUMEN.

Mediante este Trabajo Final de Grado se trata en primer lugar de analizar el Sistema de Distribución de agua potable y de regadío del municipio de Buñol, caracterizando sus particularidades a partir de una descripción minuciosa del mismo, plasmándose la información recogida a modo de Inventario y sintetizada por medio de unas tablas, para finalmente insertarla en cartografía digital elaborada para tal fin.

Posteriormente se trata de detectar sus Puntos Sensibles, entendiendo éstos, como todas aquellas partes de la Red de Distribución susceptibles de actuación de mejora, mediante la cual se contribuya al aumento de la eficiencia energética global del sistema, de forma que se origine una disminución de los costes energéticos de explotación.

Una vez detectados sus Puntos Sensibles se procede al Diagnóstico del Sistema, donde de una forma motivada, se analiza en términos de energía su funcionamiento. Finalizando el Trabajo con la definición de un conjunto de Propuestas de Mejora a partir de las cuales se puedan desarrollar en un futuro actuaciones técnicas particularizadas.

Palabras clave: Optimización, Eficiencia, Recursos Hídricos, Análisis y Diagnóstico.

1.2.- OBJETIVOS.

Los Objetivos que se pretenden alcanzar mediante el desarrollo del presente Trabajo Final de Grado son los siguientes:

1. Describir y conceptualizar la Red de Distribución de agua potable y de riego del municipio de Buñol (Valencia), plasmando la información recogida a modo de Inventario, sintetizada por medio de unas tablas y mediante cartografía digital.

2. Realizar un Análisis y Diagnóstico de la citada Red de Distribución de tal forma que se pueda valorar en términos de energía la existencia e importancia de Puntos Sensibles susceptibles de mejora.
3. Definir un conjunto de Propuestas de Mejora a partir de las cuales se puedan desarrollar en un futuro actuaciones técnicas particularizadas que contribuyan al ahorro de energía mediante la optimización del funcionamiento de la Red.

1.3.- METODOLOGÍA.

La Metodología que se ha seguido para la confección del documento ha sido la siguiente, en primer lugar se ha procedido a la recopilación de información suministrada por las siguientes fuentes:

- Catálogo Mi Biblioteca de la Universidad Politécnica de Valencia.
- Catálogo BPE Biblioteca Pública de Valencia.
- Ayuntamiento de Buñol.
- Comunidad de Riegos de Buñol.

Todos los documentos consultados así como sus referencias, figuran en el punto nº 7 del presente documento denominado Bibliografía.

En segundo lugar se han realizado un conjunto de visitas de campo para contrastar la información con la realidad actual, tomándose fotografías, levantándose croquis y efectuando diversas medidas.

Para finalmente proceder al estudio y trabajo de los datos obtenidos en las etapas anteriores aplicando sobre éstos las Ecuaciones de la Hidráulica con el fin de determinar los puntos susceptibles de mejora de la Red de Distribución de agua potable y regadío del municipio.

1.4.- LOCALIZACIÓN.

El municipio de Buñol está situado en la zona meridional de la provincia de Valencia, en la comarca de la Hoya de Buñol-Chiva. El término municipal tiene una población de 10.077 habitantes (2010) y dista 40 km en dirección Este de la ciudad de Valencia. Linda con los municipios de Requena W, Siete Aguas NW, Chiva al NE y Yátova al S. A su vez es colindante también con los términos municipales de otros pueblos de la Hoya, como el de Alborache y Godelleta, tal y como se puede apreciar en las figuras Nº 1 y 2 y según consta en ficha de datos de Caja España y Caja Duero (2012).

El acceso natural al municipio se realiza por la carretera local CV-425 que comunica los pueblos de la Hoya de Buñol, con la autovía A-3 que enlaza Madrid con Valencia, siendo las coordenadas de su Ayuntamiento: 39°25'06.0"N 0°47'26.5"W.



Figura Nº 1 Mapa de ubicación regional. Fuente: SIGPAC.

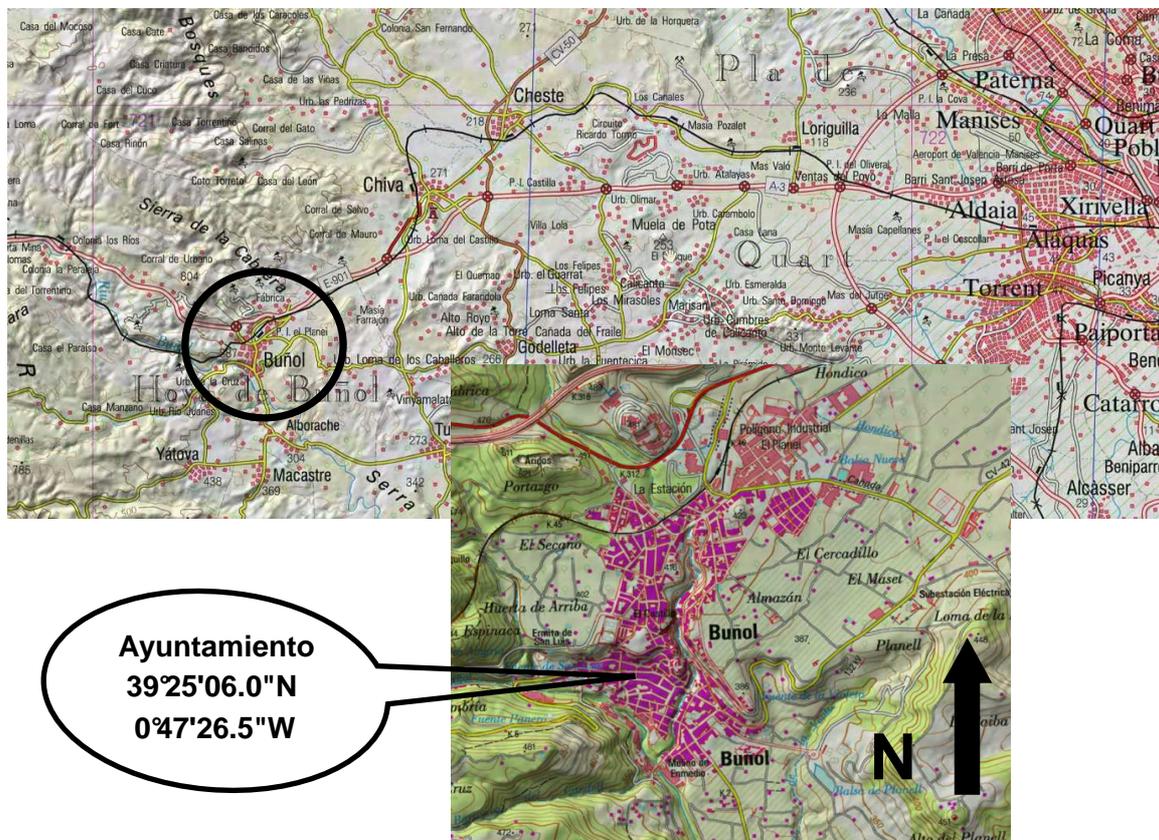


Figura Nº 2 Mapa de ubicación local. Fuente: SIGPAC.

2.- ANTECEDENTES.

Antes de proceder con la descripción técnica de la Red de Distribución de agua potable y de regadío del municipio, se efectúa en este apartado una breve descripción histórica y geográfica de la población; reflejando la importancia que a lo largo de la historia ha desempeñado el agua en el desarrollo de ésta. Y cómo sus pobladores han ido configurando paulatinamente y en función de sus posibilidades, lo que constituye el sistema actual; como una superposición de transformaciones del territorio motivadas por la disponibilidad y aprovechamiento del recurso, tanto para la agricultura como para la industria.

2.1.- DESCRIPCIÓN HISTÓRICA.

La palabra Buñol según Tomás (1933) se piensa que puede proceder de la palabra de origen latino "Bullion" cuyo significado es el de aguas que bullen o hervidero de aguas y parece que así se transformó en "Bunyul", tal y como se llamaba ya en tiempos de dominación islámica, Hermosilla y Ledo (2007).

Los yacimientos más antiguos encontrados en el municipio se remontan al Paleolítico Medio en el Barranco de Carcalín, al Paleolítico superior en la Cueva Turche, al Mesolítico en Ventamina y a la Edad de Bronce en el Cerro Mulet y Rotura, según Tomás (1933).

El núcleo de la población se cree que ha estado habitado ininterrumpidamente desde el siglo II A. C. época ibérica. Encontrándose diversos restos constructivos que las diversas culturas han dejado, siendo el más conocido su Castillo, que aunque se supone que debió existir ya algún tipo de construcción en época romana, es un resultado de la época de dominación islámica, donde "Bunyul" fue un núcleo habitado de cierta importancia, Hermosilla y Ledo (2007).

Y es precisamente a lo largo de esta etapa de dominio islámico, donde se fundamenta el inicio de la construcción de la Red de Distribución de aguas que se trata en el presente trabajo Final de Grado y que todavía hoy sigue en funcionamiento abasteciendo a la población, la agricultura y la industria, concretamente para la fabricación de papel y posteriormente cemento.

Una industria que ya existía en tiempos de la conquista por el Rey Jaime I, a mediados del siglo XI; quedando constancia de este hecho, tal y como menciona Estellés (2005); cuando se autoriza a los sarracenos de la Hoya de Buñol a fabricar papel y venderlo libremente trasladándolo al mercado de Valencia.

Posteriormente y tras la expulsión de los moriscos quizá la producción pudo interrumpirse, hasta que en el año 1646 hay constancia de nuevo de que D. Martín Javier Zanón produce papel en Buñol, según Estellés (2005).

La industria del papel a partir de ese momento fue creciendo en importancia junto con el uso del agua como componente esencial de la fabricación, así como fuerza motriz, hasta que a fecha de la aprobación de las Ordenanzas Generales de Riego de la Villa de Buñol por real orden de 16 de julio de 1872 debieron estar en funcionamiento 14 fábricas en el municipio.

Compartiendo desde el inicio, parte de la Red de Distribución de aguas originaria de la época islámica para el suministro de la población, la industria y el regadío y que se fue ampliando según las necesidades y la tecnología en cada momento histórico, hasta llegar a la estructura actual.

2.2.- DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA.

La Comarca de la Hoya de Buñol está formada por sierras alineadas de noroeste a sudeste, cortadas por ramblas, que forman profundos desfiladeros y que dejan algunas mesetas aisladas o muelas junto con cerros alargados, producto de la erosión.

Las sierras más importantes del término de Buñol son las de Malacara al oeste con el pico de la Nevera de 1118 m.s.n.m. como punto culminante; y la Sierra de la Cabrera al noroeste, con casi 800 m.s.n.m. Las laderas meridionales de estas sierras son las de solana, como la Solana de la Cabrera. En el extremo oriental del término se encuentra el vértice geodésico de Miravalencia, a 442 m.s.n.m. Y al sureste se encuentran las tierras más bajas, en la desembocadura del cauce del río Buñol al término municipal de Alborache sobre unos 260 m.s.n.m. tal y como se puede observar en la figura Nº 3. El núcleo de la población se encuentra a 360 m.s.n.m. aproximadamente, adaptado a partir de Perelló (2012).

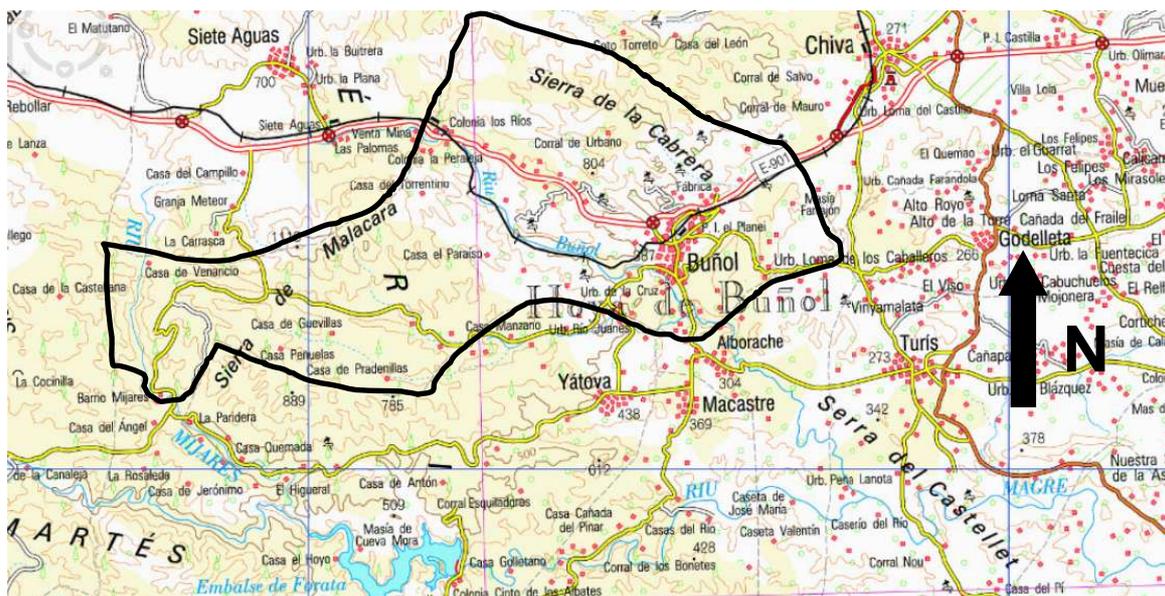


Figura Nº 3 Mapa Geográfico. Fuente: TERRASIT.

Atendiendo a su Geología, el término de Buñol pertenece al dominio Ibérico Valenciano el cual se encuadra en el gran sector de pliegues que se extiende desde el eje Javalambre-Calderona hasta la plataforma tabular del Caroche. Estos pliegues están constituidos casi exclusivamente por materiales del Jurásico y Cretácico.

Pudiéndose observar diferentes tipos de estratos superficiales, dependiendo del lugar donde nos encontremos; estando la mayor parte de la superficie del término compuesta por afloramientos de materiales de tipo conglomerados, calcarenitas, dolomías y calcáreas.

Desde el punto de vista de la Hidrología destaca el río Buñol, un pequeño curso fluvial de carácter mediterráneo que desemboca en el río Magro, en el término municipal de Turís, en el punto de coordenadas X = 695861 m Y = 4358864 m UTM30N ETRS89 según SIA C.H. Júcar (2015).

El río Buñol cuya longitud aproximada es de 25 km y cuya cuenca abarca 194,8 km² nace en término de Siete Aguas (provincia de Valencia), en la fuente de la Reclija a unos 700 m.s.n.m. y discurre por la sierra de las Cabrillas. Su recorrido en el tramo inicial, es de una acusada pendiente y de poca anchura, con un trazado entre montañas circundantes surcadas de gran número de barrancos.

Ya próximo a la localidad de Buñol, en las inmediaciones del puente natural de Carcalín a 400 m.s.n.m. situado aguas arriba, a una distancia medida sobre la línea del cauce de 1400 m de la población; sus aguas aparecen de nuevo, ya que en gran parte de su tramo de cabecera éstas circulan por debajo de la superficie del terreno.

A partir de este punto comienzan a manifestarse, tanto en la margen derecha e izquierda, un gran número de manantiales; y tras este lugar, el río tiene una corriente continua de aguas hasta su desembocadura, con una aportación anual de 1,110812 hm³ al año según SIA C.H. Júcar (2015).

De la importancia de su caudal en el pasado, así como de las múltiples contribuciones de las aguas subterráneas que incrementan éste en el entorno del municipio, nos informan los numerosos aprovechamientos hidráulicos que usaban sus aguas, que a partir de un desnivel de 140 m a lo largo de una longitud de tan sólo 3356 m se fueron construyendo y que según Estellés (2005) fueron los siguientes:

- La Jarra 30 L/s, Milocha 200 L/s, Solernou 72 L/s, Galán 1400 L/s, Mánhez 152 L/s, El Rincón 30 L/s, Vento 171 L/s, Bajoca 15 L/s, Enmedio 900 L/s, Simones 10 L/s, Trinidad 215 L/s, Corrons 800 L/s, Colorau-Tello 181 L/s y Layana-Fuente San Luis 250 L/s.

3.- DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA.

3.1.- INTRODUCCIÓN.

En este apartado se lleva a cabo la descripción del Sistema que compone la totalidad de la Red de Distribución de agua tanto de abastecimiento urbano como para el regadío del municipio de Buñol. En primer lugar se definen un conjunto de Zonas, a partir de las cuales se generan las demandas, tanto urbanas como de riego; y que configuran las diversas partes de la Red municipal y las distintas partidas agrícolas.

En segundo lugar, se caracterizan las Tomas, siendo a partir de estos puntos donde se suministran los caudales de explotación. En tercer lugar se definen los Depósitos y las Balsas, como los lugares a partir de los cuales se satisfacen las demandas de las diversas Zonas; y como es sabido, sirven para establecer la regulación del sistema para que éste sea capaz de satisfacer las demandas de los usuarios, en el momento que se producen.

En cuarto lugar se mencionan las principales Conducciones Maestras del sistema, tanto las que funcionan en presión, como las que funcionan en lámina libre. Finalizando este apartado con la descripción de su situación actual y del balance energético que resulta del transporte del agua desde las Tomas, hasta los Depósitos y Balsas a través de las Conducciones Maestras; prestando únicamente atención, a aquellas en las cuales debe hacerse un aporte externo de energía.

3.2.- ZONAS DE DEMANDA.

La Red de Distribución de aguas del municipio tal y como se trata en el presente Trabajo Final de Grado, comprende el abastecimiento de aguas de la población tanto para sus habitantes, como para la industria que está conectada a la red municipal; así como para el abastecimiento de las diversas partidas de riego.

Cabe mencionar que en este municipio particularmente, las partidas de riego configuran un sistema que si no es de gran superficie en comparación con otros municipios, si lo es de gran complejidad, al encontrarse las superficies de cultivo muy fraccionadas configurando una estructura de la propiedad muy condensada. La gestión de cada una de las Zonas recae en tres organismos diferenciados: el Ayuntamiento (AYT), la Comunidad de Riegos Buñol (CRB) y la Comunidad Alumbramientos Buñol (CAB).

La descripción que se hace en el presente Trabajo de estas Zonas es somera, limitándose a mencionar: el órgano encargado de su gestión, el nombre de la zona y el número de abonados o la superficie de riego según el caso. Ya que el análisis que se ha llevado a cabo se centra en el consumo de energía del transporte de agua de las Tomas, a los Depósitos y Balsas; siendo estos últimos los que suministran a las distintas Zonas de demanda. Quedando el estudio particular de cada Zona, para otros trabajos de detalle.

3.2.1.- Zonas Urbanas.

En total existen 9 zonas urbanas diferenciadas, que en suma configuran la Red de suministro del municipio y del polígono industrial. Los nombres de estas zonas y su número de abonados figuran en la tabla Nº 1, y se han extraído a partir de los datos del Informe del Instituto Tecnológico del Agua (2007).

	Red Urbana	Nº Tomas
1	AYT San Luis	677
2	AYT Ripoll	1585
3	AYT Prado	626
4	AYT Ventas	436
5	AYT San Rafael	638
6	AYT Escaleretes	462
7	AYT Bombeo	331
8	AYT Vallejo (polígono industrial)	119
9	AYT Portazgo	91

Tabla Nº 1 Zonas de la Red Urbana. *Fuente: Elaboración propia.*

3.2.2.- Zonas Agrícolas.

En total existen un total de 23 partidas de riego distribuidas a lo largo del contorno de la población y extendidas siguiendo la dirección Este, a ambos lados de la autovía A3 hasta el límite del término con el municipio de Chiva. Los nombres de estas partidas y su superficie de cultivo referentes a la Comunidad de Riegos de Buñol, se han extraído a partir del Expediente de inscripción redactado por Villar (1968), Ingeniero de la Confederación Hidrográfica del Júcar. Respecto de las superficies de las partidas referentes a la Comunidad de Alumbramientos de Buñol se han calculado a partir de la Cartografía Digital, estando recogidos en la tabla Nº 2.

	Partidas Riego	S (ha)
1	CRB Tejería	5,42
2	CRB Zamorano	5,58
3	CRB Viachen	3,75
4	CRB Espinaca	0,24
5	CRB Alberca y Canelles	9,17
6	CRB Prado	1,92
7	CRB Umbría Arriba	3,2
8	CRB Umbría Abajo	3,88

Tabla Nº 2 Partidas de Riego. *Fuente: Elaboración propia.*

9	CRB	Almazán, Higuera y Gitana	27,28
10	CRB	Maset	32,8
11	CRB	Turche Arriba	16,04
12	CRB	Vallandorra	7
13	CRB	Oliveral	9,99
14	CRB	Pantano	3,08
15	CRB	Huerta Abajo y Planell	70,64
16	CRB	Violeta	0,92
17	CAB	Baiba	175
18	CAB	Solana	23
19	CAB	Ruedo y Rincón	82
20	CRB	Turche Abajo	14,79
21	CRB	Perol	4,34
22	CRB	Río Chico	0,3
23	CRB	San Pedro	0,42

Tabla Nº 2 Partidas de Riego. *Fuente: Elaboración propia.*

3.3.- TOMAS.

En este apartado se describen los puntos del territorio donde se captan las aguas que posteriormente abastecerán a las Zonas de demanda definidas en el punto anterior empleando para ello el conjunto de Depósitos y Balsas.

La información se ha expresado por medio de la tabla Nº 3 donde figura en primer lugar el organismo de gestión que posee la concesión del Aprovechamiento, en segundo lugar figura el nombre del Aprovechamiento junto con las coordenadas planimétricas expresadas en el sistema *Universal Transversal Mercator* UTM huso 30N y con el Datum ETRS 89 y altimétricas referidas al nivel del mar medio en Alicante.

A partir de su localización geográfica, las siguientes columnas de la tabla, recogen las alturas respecto del nivel del mar de los puntos donde manan las aguas o el nivel estático de los pozos (zla) y los caudales de explotación.

Todos estos datos se han obtenido a partir de un conjunto de visitas sobre el terreno donde en primer lugar y en compañía de personas responsables de la gestión, se reconocieron los lugares para posteriormente obtener sus coordenadas; empleando como soporte los Modelos Digitales del Terreno Sigpac y Terrasit; complementados para el entorno municipal, con los datos existentes en el Ayuntamiento. Toda esta información y la de las tablas siguientes se ha colocado debidamente en los Planos que figuran en el Anejo Nº 2 de Documentos Gráficos.

Dicho esto, se quiere matizar ahora, que la precisión para algunos de los datos es del orden del metro, que se estima suficiente para el desarrollo y alcance del presente Trabajo, debiendo efectuar una nivelación con precisión topográfica para un Estudio de Detalle.

	Tomas	x (m)	y (m)	z (m)	zla(m)	Q (L/s)
1	CRB Mina Tejería	689063	4366530	429	429	4,88
2	CRB Azud Fuente Roquillo	689303	4366171	412	412	5
3	CRB Manantial Flato, A. Roquillo, M. Teodoro	689403	4365881	400	400	29,5
4	CRB Manantial del Ripoll	689602	4365747	398	398	3,4
5	CRB Manantial Espinaca	689381	4365892	408	408	0,2
6	CRB Manantial Alberca	689669	4366130	411	411	8,25
7	CRB Manantial del Rollo y Fuentesicas	689735	4366086	403	403	24,55
8	CRB Manantial del Prado	689829	4366021	401	401	1,73
9	CRB Captación Borrunes	690249	4365696	360	360	0,38
10	CRB Manantial Violeta	690652	4365556	357	357	0,83
11	CRB Manantial de la Teja	688004	4365244	448	448	2,78
12	CRB Manantial del Pañero	689489	4365306	409	409	3,5
13	CRB Manantial de San Luis	689534	4365616	353	353	63,57
14	CRB Azud RB Vallandorra	689530	4365452	345	345	6,3
15	CRB Azud RB Turche Abajo	689865	4365397	326	326	22,82
16	CRB Azud RB Manantial Perol	690857	4364092	289	289	4
17	CRB Azud Turche Arriba Charco Mañán	689861	4363873	375	375	14,4
18	CRB Azud Río Chico	689961	4363888	362	362	0,27
19	CRB Manantial del Pantano	690233	4363638	348	348	2,78
20	CRB Manantial del Oliveral	690338	4363635	330	330	9
21	CRB Manantial Cabezona	689431	4365538	360	360	6,66
22	CRA Toma de la Mina Alumbramientos	690304	4365309	391	391	60
23	AYT Pozo Cañaicas	688821	4366422	450	427	18,33
24	AYT Impulsión Cabezona	689431	4365538	360	360	6,66
25	AYT Pozo Fochi	689602	4365747	404	356	2,5
26	AYT Pozo Vallejo	692060	4368617	427	270	36,66
27	AYT Impulsión Ripoll	689520	4365670	388	390,3	32
28	AYT Impulsión San Luis	689534	4365616	353	353,35	38

Tabla Nº 3 Tomas. Fuente: *Elaboración propia.*

3.4.- DEPÓSITOS Y BALSAS.

En este apartado se describen los puntos del territorio donde están ubicados los elementos de regulación, que como se ha comentado anteriormente, se encuentran unidos a los puntos de captación por medio del conjunto de Conducciones Maestras. Para el caso de la Red urbana del municipio estos elementos reciben el nombre de Depósitos y para el caso de la red de riego son las Balsas.

De igual forma que en el punto anterior la información se encuentra condensada por medio de la tabla Nº 4, donde la única diferencia respecto del punto anterior estriba que en este caso se expresan los volúmenes máximos de almacenamiento de los elementos de regulación.

Elementos de Regulación	x (m)	y (m)	z (m)	zla(m)	V (m3)
1 CRB B. Tejería	689383	4366154	423	425	592
2 CRB B. Zamorano	689513	4366001	409	411,5	630
3 CRB B. Ripoll	689630	4365631	386,5	389,7	167
4 AYT D. Ripoll	689520	4365670	388	390,3	1872
5 CRB B. Espinaca	689403	4365946	410	411,8	207
6 CRB B. Canelles	689679	4366120	408	410,5	978
7 AYT D. Prado	689885	4366806	397,8	400,6	1250
8 CRB B. Balsón	689853	4365880	399	400,5	333
9 AYT D. Portazgo 2	689883	4366512	445	449,5	2038
10 CRB B. San Pedro	690431	4365457	357	359	112
11 CRB B. La Teja	689004	4365259	445	447	121
12 CRB B. El Pañero	689479	4365309	406	408	66
13 CRB B. Almazán	690443	4365952	400	402,2	1274
14 CRB B. Maset	689682	4365823	389	391,5	2415
15 CRB B. Turche Arriba	690240	4364293	335,5	338	793
16 CRB B. Vallandorra	690329	4364550	329	331	1042
17 CRB B. Oliveral	690529	4363838	319,5	322	1329
18 CRB B. Pantano	690301	4363614	340	342	453
19 CRB B. Planell	690957	4365016	332,5	335	17193
20 CRB B. Violeta	690643	4365546	353,5	355,5	220
21 CRA B. Nueva	691035	4366499	386,8	389,3	7328
22 CRA B. Rincón de Mahoma	692257	4367410	378,5	381	2420
23 CRA B. La Solana	692207	4368366	380,5	383	2093
24 AYT D. Vallejo 1C	692043	4368596	427	430,4	473
25 AYT D. IES	690479	4366324	410	412,5	120
26 AYT D. Portazgo 1	689900	4366477	442	444,5	836
27 AYT D. Vallejo 2R	692025	4368590	427	430,4	447
28 AYT D. Cabecera Cañicas	688947	4366530	481,5	484	282

Tabla Nº 4 Elementos de regulación. *Fuente: Elaboración propia.*

3.5.- CONDUCCIONES MAESTRAS.

Para finalizar esta primera parte de descripción y conceptualización de los datos más relevantes de los elementos constituyentes de la Red de Distribución, queda por definir las Conducciones Maestras que transportan el agua desde las diversas Tomas, hasta los Depósitos y Balsas.

Siguiendo el ejemplo de los puntos anteriores, se ha condensado la información más relevante por medio de la tabla Nº 5, donde en primer lugar se expresa el nombre y tipo de conducción junto con el acrónimo del organismo encargado de su explotación. En segundo lugar se muestran las alturas de las láminas de las aguas en metros sobre el nivel del mar del origen y destino de las conducciones, finalizando con una última columna donde se dice si funcionan por gravedad (g) o mediante una impulsión con aporte exterior de energía (I).

Conducciones Maestras		zlao(m)	zlad(m)	d(m)	F
1	CRB Azequia de la Tejería	429	425	4	g
2	CRB Azequia del Zamorano	412	411,5	0,5	g
3	CRB Azequia del Maset	400	391,5	8,5	g
4	CRB Azequia de Viachén	398	389,7	8,3	g
5	CRB Azequia de la Espinaca	412	410	2	g
6	CRB Azequia del Almazán	403	402,2	0,8	g
7	CRB Azequia de San Pedro	360	359	1	g
8	CRB Azequia Huerta abajo y Planell	353	335	18	g
9	CRB Azequia de la Vallandorra	345	331	14	g
10	CRB Azequia de Turche Abajo	326	289	37	g
11	CRB Azequia del Perol	289	280	9	g
12	CRB Azequia de Turche Arriba	375	338	37	g
13	CRB Azequia del Río Chico	362	360	2	g
14	CRB Azequia del Pantano	348	342	6	g
15	CRB Azequia del Oliveral	330	322	8	g
16	CRB Tubería de la Cabezona	360	353	7	g
17	CRA Azequia de la Mina Alumbramientos	391	389,3	1,7	g
18	CRB Azequia de la Teja	448	447	1	g
19	AYT Tubería Pozo Cañaias	427	484	-57	l
20	AYT Tubería Impulsión Cabezona	360	390,3	-30	l
21	AYT Tubería Pozo Fochi	356	404	-48	l
22	AYT Tubería Pozo Vallejo	270	430,4	-160	l
23	AYT Tubería Impulsión Ripoll	390	449,5	-60	l
24	AYT Tubería Impulsión San Luis	353	390,3	-37	l
25	AYT Tubería Portazgo-Vallejo	449,5	430,4	19	g
26	AYT Tubería D. C. Cañaias	484	449,5	35	g

Tabla Nº 5 Conducciones Maestras. Fuente: *Elaboración propia.*

Una vez definidas cada una de las Conducciones Maestras, a continuación se expresa mediante la tabla Nº 6 las conexiones entre los orígenes y destinos de cada una de estas conducciones. Como se puede observar en la tabla anterior, se ha mantenido la nomenclatura tradicional para denominar a los canales principales de distribución y transporte de aguas, según uso y costumbre.

1	CRB Azequia de la Tejería	1 Mina Tejería ► 1 B. Tejería
2	CRB Azequia del Zamorano	2 Azud F. Roquillo ► 2 B. Zamorano
3	CRB Azequia del Maset	3 Manatíal Flato, R. Teodoro ► 14 B. Maset
4	CRB Azequia de Viachén	4 Manatíal Ripoll ► 3 B. Ripoll
5	CRB Azequia de la Espinaca	2 Azud F. Roquillo ► 5 B. Espinaca
6	CRB Azequia del Almazán	7 Manatíal Rollo y Ftsicas. ► 13 B. Amazán
7	CRB Azequia de San Pedro	9 Captación Borrunes ► 10 B. San Pedro
8	CRB Azequia Huerta abajo y Planell	13 Manatíal de San Luis ► 19 B. Planell
9	CRB Azequia de la Vallandorra	14 Azud RB Vallandorra ► 16 B. Vallandorra
10	CRB Azequia de Turche Abajo	15 Azud RB Turche Abajo ► Río Buñol
11	CRB Azequia del Perol	16 Azud RB Manatíal Perol ► Río Buñol

12 CRB Azequia de Turche Arriba	17 Azud T. A. Charco Mañán ► 15 B. T. Arriba
13 CRB Azequia del Río Chico	18 Azud Río Chico ► Río Chico
14 CRB Azequia del Pantano	19 Manantial del Pantano ► 18 B. Pantano
15 CRB Azequia del Oliveral	20 Manantial del Oliveral ► 17 B. Oliveral
16 CRB Tubería de la Cabezona	21 Manantial Cabezona ► 8 Azequia H. Abajo
17 CRA Azequia de la Mina Alumbramientos	22 M. Alu. ► 22 23 24 B. Nueva Rincón Solana
18 CRB Azequia de la Teja	11 Manantial de la Teja ► 11 B. La Teja
19 AYT Tubería Pozo Cañicas	23 Pozo Cañicas ► 28 D. Cabecera Cañicas
20 AYT Tubería Impulsión Cabezona	21 Manantial Cabezona ► 4 D. Ripoll
21 AYT Tubería Pozo Fochi	25 Pozo Fochi ► 4 D. Ripoll
22 AYT Tubería Pozo Vallejo	26 Pozo Vallejo ► 24 27 D. Vallejo 1C 2R
23 AYT Tubería Impulsión Ripoll	4 D. Ripoll ► 7 9 26 D. Prado Portazgo 2 1
24 AYT Tubería Impulsión San Luis	13 Manantial de San Luis ► 4 D. Ripoll
25 AYT Tubería Portazgo-Vallejo	9 26 D. Portazgo 2 1 ► 24 27 D. Vallejo 1C 2R
26 AYT Tubería D. C. Cañicas	28 D. Cabecera Cañicas ► 9 26 D. Portazgo

Tabla Nº 6 Conexiones Conducciones Maestras. *Fuente: Elaboración propia.*

3.6.- FUNCIONAMIENTO ACTUAL.

La Red de Distribución de aguas del municipio a fecha de la realización del presente Trabajo Final de Grado aun no ha unificado plenamente su funcionamiento, conservando la independencia de gestión entre los tres organismos que la componen, que como se ha mencionado en el punto 4.2 son AYT Ayuntamiento, CRB Comunidad de Riegos Buñol y CAB Comunidad Alumbramientos Buñol.

Pese a este hecho, se vienen compartiendo algunas Tomas, como es el caso del Manantial de San Luis, que desde inmemorial ha servido tanto para el abastecimiento de la población, como para el suministro de fuerza motriz para la Industria (hoy desaparecida), como para el regadío.

El funcionamiento del Sistema y su problemática es el siguiente:

- Desde las Conducciones Maestras 1 a 15 junto con la 18, (según está recogido en la tabla Nº 6) la Comunidad de Riegos de Buñol CRB, abastece a su dominio fraccionado según las diferentes partidas de riego, cuyos nombres coinciden con el de las Conducciones Maestras (Azequias) que las sirven; y con unos caudales de explotación según figuran en la tabla Nº 3 Tomas, de este documento.
- Desde la Conducción Maestra 17, (según está recogido en la tabla Nº 6) la Comunidad de Alumbramientos de Buñol CAB, abastece a su dominio fraccionado según las tres partidas de riego que lo componen, y cuyos nombres son: Baiba, Rincón-Ruedo y Solana. Esta Comunidad únicamente posee una toma y con un único caudal de explotación, según figura en la tabla Nº 3 Tomas de este documento.

- Para finalizar, el Ayuntamiento del Municipio emplea para el abastecimiento urbano el resto de Conducciones Maestras desde la 19 a la 26 (según está recogido en la tabla Nº 6). Que excepto las número 25 y 26 que comunican sendos depósitos, el resto son impulsiones que consumen energía para poder funcionar, según se puede observar en la penúltima columna de la tabla Nº 5 Conducciones Maestras, donde están expresadas las diferencias entre las cotas de las láminas de agua entre origen y destino, que en este caso como no podría ser de otra manera, son negativas.

Desde hace algunas décadas, la transformación de los usos del suelo ha motivado inexorablemente la pérdida de terrenos de cultivo, esto que ha ocurrido de forma general en todo el territorio de la Comunidad Valenciana, en el caso de este municipio, no ha sido una excepción.

Luego mientras que por una parte, los terrenos para el cultivo han ido disminuyendo junto con sus necesidades de agua (suministrada íntegramente por gravedad en este caso); se han generado por otra parte, nuevas demandas que han engrosado la Red Urbana, que como se ha comentado en el punto anterior, funciona en su mayor parte gracias a la aportación a través de Pozos e Impulsiones con consumo de energía eléctrica.

Esta situación se ha agravado en los últimos años debido al descenso de los niveles de los acuíferos, que conlleva un aumento de la profundidad de la lámina de los pozos y la merma de los caudales de los manantiales. Y tal y como se prevé, según se ha comentado en la Introducción de este Trabajo, esta situación tenderá a empeorarse en las próximas décadas.

3.7.- BALANCE ENERGÉTICO.

A continuación se determina el Balance energético de la Red de Distribución, pero centrandose exclusivamente el foco en las Impulsiones, por ser la parte de la misma que necesita un aporte externo de energía para funcionar.

En este apartado se determina en primer lugar, la potencia que se está consumiendo a día de hoy en cada una de las impulsiones, tomando como dato los caudales de explotación que figuran en la tabla Nº 3 Tomas; y el rendimiento y la altura, a partir de las curvas de las máquinas proporcionadas por los fabricantes, según los modelos de bombas instalados.

En segundo lugar, se determina la energía necesaria a partir del cálculo de la Curva resistente de la conducción por las fórmulas de la Hidráulica. Para posteriormente determinar la potencia necesaria para la Impulsión suponiendo un rendimiento óptimo de las bombas según las tablas de los fabricantes.

Esto significa, que para la Curva de funcionamiento de cada una de las Impulsiones, las bombas que estuvieran instaladas según un determinado fabricante, proporcionarían el mayor rendimiento posible para cada caso. Finalmente se establece una comparativa en términos de energía de los valores anteriores.

3.7.1.- Potencia en condiciones actuales.

Para llevar a cabo el desarrollo de este apartado se parte del conocimiento de las características de las bombas que elevan las aguas en cada una de las impulsiones existentes. Como es sabido, cada máquina dado a sus características intrínsecas concebidas por su fabricante, posee una única curva que relaciona el caudal que puede trasegar con la altura a la cual lo puede elevar y el caudal con el rendimiento, entendido éste como una medida de transmisión de energía de la máquina al fluido.

Las características de las bombas e impulsiones, se han extraído a partir del informe del “Análisis y Diagnóstico de Redes de Distribución de agua potable del municipio de Buñol” redactado por el Instituto Tecnológico del Agua, junto con las visitas de campo realizadas y son las que figuran en la tabla Nº 7.

Características de las Impulsiones			Pplaca (CV)	Di (mm)	ε (m)
23	AYT	Pozo Cañicas	50	125	0,000100
24	AYT	Impulsión Cabezona	25	100	0,000025
25	AYT	Pozo Fochi	15	80	0,000100
26	AYT	Pozo Vallejo	180	200	0,000100
27	AYT	Impulsión Ripoll	50	200	0,000025
28	AYT	Impulsión San Luis	75	176	0,000003

Tabla Nº 7 Características de las Impulsiones. Fuente: *Elaboración propia.*

Una vez conocidas las máquinas se ha planteado el problema de encontrar sus curvas representativas. Y dado que las curvas de algunos equipos ya no están disponibles al encontrarse éstos descatalogados, para la confección del presente Trabajo, se ha optado por aproximar las máquinas según su potencia y caudal a las bombas con características de definición más próximas para cada fabricante, a sabiendas que al proceder de este modo se introduce una desviación respecto de la realidad. Las curvas de las máquinas se pueden consultar en el anejo Nº 1 Cálculos Hidráulicos. En la tabla Nº 8 se presentan los resultados obtenidos.

Potencia Impulsiones actual			Q (L/s)	R(%)	H (m)	P (kW)	P (CV)
23	AYT	Pozo Cañicas	18,33	0,75	150	35,93	49
24	AYT	Impulsión Cabezona	6,66	0,44	56	8,31	11
25	AYT	Pozo Fochi	2,5	0,40	185	11,33	15
26	AYT	Pozo Vallejo	36,66	0,79	255	115,97	158
27	AYT	Impulsión Ripoll	32	0,72	73	31,80	43
28	AYT	Impulsión San Luis	38	0,77	90	43,53	59

Tabla Nº 8 Potencia Impulsiones condiciones actuales. Fuente: *Elaboración propia.*

3.7.2.- Potencia en condiciones óptimas.

Para la determinación de la potencia óptima se ha adoptado el estándar de fijar el rendimiento de la impulsión en 0,8 ya que esta cifra sólo la alcanzan las mejores máquinas en las mejores condiciones, según las curvas de la mayoría de fabricantes. Como se ha mencionado en el apartado anterior, los cálculos realizados se pueden consultar en el anejo Nº 1 Cálculos Hidráulicos; en la tabla Nº 9 se presentan los resultados obtenidos.

	Potencia Impulsiones óptima	Q (L/s)	R(%)	H (m)	P (kW)	P (CV)
23	AYT Pozo Cañaiças	18,33	0,8	156	35,03	48
24	AYT Impulsión Cabezona	6,66	0,8	58	4,73	6
25	AYT Pozo Fochi	2,5	0,8	115	3,52	5
26	AYT Pozo Vallejo	36,66	0,8	253	113,62	154
27	AYT Impulsión Ripoll	32	0,8	72	28,22	38
28	AYT Impulsión San Luis	38	0,8	93	43,29	59

Tabla Nº 9 Potencia Impulsiones condiciones óptimas. *Fuente: Elaboración propia.*

3.7.3.- Energía diaria consumida en la situación actual.

La Energía que consume un Sistema se obtiene extendiendo en el tiempo la Potencia, que es una magnitud instantánea, siendo la unidad de referencia el kWh. Luego para determinar la energía diaria consumida por el sistema únicamente hay que conocer el tiempo de funcionamiento de cada uno de los bombeos.

Debido al descenso de niveles de los acuíferos, el pozo del Vallejo se ha quedado seco y su función ha sido suplantada a través del sistema de impulsiones de San Luis y Ripoll, que junto con la Tubería por gravedad que conecta el depósito del Portazgo con el depósito del Vallejo, permiten enviar las aguas hasta la zona de demanda del Vallejo, la cual servía el citado pozo, tal y como está recogido en la tabla Nº 6.

Este hecho ha motivado un funcionamiento prácticamente permanente de estas impulsiones que se vienen a sumar al ya continuo de los Pozos de las Cañaiças y Fochi junto con la impulsión de la Cabezona. Aunque a pesar de este hecho también se muestra el cálculo del pozo del Vallejo en la tabla Nº 10.

A continuación se muestra mediante la tabla Nº 10 la cantidad de energía que consume cada uno de los bombeos a lo largo de una jornada de 24 horas. A partir de este dato determinar el coste es inmediato, al multiplicar los kWh por el precio €/ kWh que esté vigente y extendiendo la cantidad al periodo de facturación. Por otra parte, se ha determinado el índice kWh/m³ resultado de dividir la energía total consumida a lo largo de las 24 horas por el volumen trasegado.

	Potencia Impulsiones actual	P (kW)	Horas	E (kWh)	Q (L/s)	m3/día	kWh/m3
23	AYT Pozo Cañaiças	35,93	24	862,24	18,33	1584	0,54444
24	AYT Impulsión Cabezona	8,31	24	199,36	6,66	575	0,34646
25	AYT Pozo Fochi	11,33	24	271,95	2,5	216	1,25903
26	AYT Pozo Vallejo	115,97	12	1391,60	36,66	1584	0,87869
27	AYT Impulsión Ripoll	31,80	24	763,09	32	2765	0,27600
28	AYT Impulsión San Luis	43,53	24	1044,65	38	3283	0,31818
Energía total por jornada de 24 horas				3141	kWh/día		

Tabla Nº 10 Energía Impulsiones actual. *Fuente: Elaboración propia.*

4.- DIAGNÓSTICO.

Tal y como se comentó en el apartado 2.2 de este documento, una vez conceptualizado el sistema y fijándonos en la parte del mismo que nos interesa, se trata ahora de determinar los Puntos Sensibles. Entendiendo éstos, como todas aquellas partes de la Red de Distribución susceptibles de actuación de mejora, mediante la cual se contribuya al aumento de la eficiencia energética global del sistema, de forma que se origine una disminución de los costes energéticos de explotación.

Para llevar a cabo esta tarea, se ha preparado la tabla Nº 11 donde están reflejadas las distintas potencias calculadas en los apartados anteriores. Además se han calculado el % de empleo de la potencia actual respecto de la potencia de la placa de la máquina y el índice D, como diferencia entre la potencia actual y la potencia óptima, junto con el %D que muestra la desviación de la potencia actual respecto de la óptima.

	Comparativa de Potencias	Ppla (CV)	Pact (CV)	%	Popt (CV)	D (CV)	%D
23	AYT Pozo Cañaiças	50	49	98	48	1	3
24	AYT Impulsión Cabezona	25	11	45	6	5	76
25	AYT Pozo Fochi	15	15	100	5	10	213
26	AYT Pozo Vallejo	180	158	88	154	3	2
27	AYT Impulsión Ripoll	50	43	86	38	5	13
28	AYT Impulsión San Luis	75	59	79	59	0	1

Tabla Nº 11 Comparativa de Potencias. *Fuente: Elaboración propia.*

A partir de los % de empleo de las máquinas se observa que salvo la bomba de la impulsión Nº 24 Cabezona con un 45 %, el resto de máquinas funcionan en unos niveles de aprovechamiento muy elevados. Luego a partir de este índice se deduce que la bomba de la impulsión Nº 24 está infrutilizada.

A partir del índice %D se denota que las bombas de las impulsiones Nº 24 y Nº 25 están funcionando con una potencia superior de la necesaria. Es especialmente grave este hecho en la bomba de la impulsión Nº 25 de Pozo Fochi, donde la bomba está invirtiendo una potencia un 213% superior a la necesaria en condiciones óptimas.

Una vez analizadas las Potencias de las máquinas, se pasa ahora a valorar la energía. Para ello se ha preparado la tabla Nº 12 donde se muestran los resultados de la tabla Nº 10, calculándose el % de contribución de la energía consumida por cada impulsión respecto del total.

	Energía Impulsiones actual	E (kWh/d)	% total	Q (L/s)	m3/día	kWh/m3
23	AYT Pozo Cañaiças	862	27	18,33	1584	0,5444
24	AYT Impulsión Cabezona	199	6	6,66	575	0,3465
25	AYT Pozo Fochi	272	9	2,5	216	1,2590
26	AYT Pozo Vallejo	-----	-----	36,66	1584	0,8787
27	AYT Impulsión Ripoll	763	24	32	2765	0,2760
28	AYT Impulsión San Luis	1045	33	38	3283	0,3182
		3141				

Tabla Nº 12 Comparativa de Energía. *Fuente: Elaboración propia.*

A la vista de los datos de la tabla anterior se deduce que la impulsión más eficiente es la Nº 27 seguida de la Nº 28, formando estas dos un conjunto que permite trasegar agua del Manantial de San Luis al depósito del Portazgo tras su paso por el depósito del Ripoll tal y como se puede comprobar según la tabla Nº 6.

La impulsión menos eficiente es la Nº 24 que consume prácticamente 4,5 veces más energía por metro cúbico que las impulsiones Nº 27 y 28 con un caudal que no llega a la décima parte de éstos.

Debido a la situación actual, el Pozo del Vallejo se ha secado por la bajada del nivel del acuífero por debajo del de explotación. Esta situación que podría entenderse como desastrosa debido al caudal que aportaba dicho pozo respecto del total, es en cambio ventajosa, ya que la Impulsión Nº 26 del Pozo del Vallejo ha sido sustituida por la Nº 28 de San Luis.

Y como se ha comentado anteriormente este sistema permite trasegar agua hasta la Zona de demanda del Vallejo, a la cual prestaba su servicio la impulsión Nº 26; a través de la Conducción Maestra Nº 25 por gravedad tal y como figura en la tabla Nº 6. Con una diferencia entre el consumo de energía por metro cúbico de la impulsión Nº 26 y de la Nº 27 y 28 de **0,2845 kWh/m3**. Por otra parte se encuentra la Impulsión Nº 23 con un consumo de 0,5444 kWh/m3 que es más eficiente que la suma de los consumos de las impulsiones Nº 27 y 28.

5.- PROPUESTAS DE MEJORA.

Tras el estudio y análisis de las Impulsiones del Sistema que compone la Red de Distribución de agua potable y de riego del municipio de Buñol (Valencia), las Propuestas de Mejora que se van a esbozar van inevitablemente a optimizar la energía que consumen éstas para abastecer a la red de agua potable a través de los depósitos.

Para llevar a cabo esta optimización se observa el sistema desde el lado de las Tomas, Depósitos y Balsas y Conducciones Maestras. No se tiene en cuenta aquí, la posible optimización que se obtiene como consecuencia de la disminución de las pérdidas de la Red de cada una de las Zonas de demanda, aguas abajo de los Depósitos y Balsas que las sirven. Quedando esto, como el otro miembro que complementaría lo que se desarrolla en el presente Trabajo Final de Grado.

A partir de los datos expuestos anteriormente se establecen los siguientes Puntos Susceptibles de Actuación de Mejora en orden de prioridad:

1. Impulsión Nº 25 Pozo Fochi.
2. Impulsión Nº 26 Pozo Vallejo.
3. Impulsión Nº 24 Cabezona.
4. Impulsión Nº 23 Pozo Cañaias.

A continuación se va a tratar de apuntar en la dirección sobre la cual se han de desarrollar las actuaciones sobre los anteriores Puntos Susceptibles. En definitiva para desarrollar estas propuestas, de lo que se trata, es de aprovechar el hecho que se puso de manifiesto en el punto 3.6 de este documento, quedando su definición y desarrollo pormenorizado, fuera del alcance del presente Trabajo.

5.1.- IMPULSIÓN Nº 25 POZO FOCHI.

En este caso se contemplan dos posibilidades:

- Cambiar la bomba por otra máquina que se ajuste a las características de la instalación, según la potencia óptima que figura en la tabla Nº 11.
- Desmantelar el pozo y buscar una alternativa de suministro para un caudal de 2,55 L/s.

5.2.- IMPULSIÓN Nº 26 POZO VALLEJO.

En este caso se contempla una única posibilidad:

- Desmantelar el pozo. Ya que la alternativa que se ha instalado ahorra 0,2845 kWh/m³ respecto de la instalación anterior.

Además hay que tener presente, que respecto del punto de captación, no se tienen registros que haya faltado nunca el agua. Por otra parte, mientras no se condene la instalación se seguirá pagando el término de potencia en la facturación, que en este caso es elevado debido a la potencia instalada.

5.3.- IMPULSIÓN Nº 24 CABEZONA.

En este caso se contemplan dos posibilidades:

- Cambiar la bomba por otra máquina que se ajuste a las características de la instalación según la potencia óptima que figura en la tabla Nº 11. Aunque cabe mencionar que en este caso, debido a que el coste de energía por metro cúbico no es excesivo, esta posibilidad se contempla más a largo plazo.
- Disminuir las horas de funcionamiento del pozo, buscando una alternativa de suministro para un caudal de 6,66 L/s.

5.4.- IMPULSIÓN Nº 23 POZO CAÑAICAS.

En este caso se contempla una posibilidad:

- Disminuir las horas de funcionamiento del pozo, buscando una alternativa de suministro para un caudal total o parcial de 18,33 L/s. Intentando llegar a poder dejar este pozo en reserva.

6.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6.1.- PRELIMINARES.

A continuación se recogen las cuestiones más relevantes como consecuencia de la realización del presente Trabajo, que son las siguientes:

1. La confección del presente documento ha servido para conceptualizar el Sistema que compone la totalidad de la Red de Distribución de agua, tanto de abastecimiento urbano como para el regadío, del municipio de Buñol; aguas arriba de las obras de regulación.
2. Se han definido cada uno de los elementos constituyentes de forma inequívoca a partir de datos, que se han contrastado sobre el terreno. Ubicando estos elementos bajo un sistema de coordenadas tanto en posición como en altura. Además, se han obtenido otros datos básicos para poder calcular como: las cotas de las láminas de las aguas en cada uno de los elementos, volúmenes, características de las conducciones, etc.

3. Se ha expresado la información anterior por medio de tablas para facilitar tanto su uso para este Trabajo, como para un uso posterior, pudiendo emplearse como punto de partida de otros trabajos de detalle. Además se ha colocado la información anterior sobre un soporte digital configurando un plano en formato dwg.

6.2.- CONCLUSIONES.

A continuación se recogen las conclusiones más relevantes como consecuencia de la realización del presente Trabajo, en aras de mejorar la eficiencia energética del Sistema de Distribución y permitir ahorros de consumo de facturación de energía, son las siguientes:

1. Hay que cambiar la estructura y funcionamiento de los bombeos tal y como se explotan en la actualidad, contemplando la instalación de elementos de regulación de frecuencia en los motores de las Impulsiones principales.
2. Eliminar duplicidades y aquellas partes del Sistema que han quedado fuera de servicio y que siguen consumiendo facturación de energía a través de los términos de la potencia contratada.
3. Tratar de sustituir horas de funcionamiento de los bombeos, por aportes excedentarios de otras Tomas, que a la vista de los datos manejados y a falta de Estudios de Detalle para valorar su cuantía, se manifiestan existentes.

6.3.- RECOMENDACIONES.

Para finalizar se recomienda la ejecución de Estudios de Detalle particularizados sobre cada Zona de demanda y las Tomas, para determinar las pérdidas hidráulicas de cada una de sus redes y valorar en cuantía los excedentes. Con el fin de poder aprovechar este hecho para tratar de disminuir las horas de funcionamiento de los bombeos y emprender acciones concretas para la disminución de las fugas.

El presente Trabajo Final de Grado que lleva como título “Análisis, Diagnóstico y Propuestas de Mejora de la Red de Distribución de agua potable y de riego del municipio de Buñol (Valencia)” ha sido redactado por:

Autor:

Fd. Jesús Ramírez Gozálviz

en Valencia, septiembre del año 2015.

7.- BIBLIOGRAFÍA.

- CAJA ESPAÑA Y CAJA DUERO (2012). *Datos Económicos y Sociales de los Municipios de España*.
<[http://internotes.cajaespana.es/pubweb/decyle.nsf/3CD6C62EF5DB0452C125787200239BAE/\\$File/46077.PDF?OpenElement](http://internotes.cajaespana.es/pubweb/decyle.nsf/3CD6C62EF5DB0452C125787200239BAE/$File/46077.PDF?OpenElement)> [Consulta junio 2015].
- CASTRO, M., MARTÍN, J. y ALONSO, S. (2005). *“El Clima de España: pasado, presente y escenarios de clima para el siglo XXI.”* Madrid. Centro publicaciones secretaría general técnica, Ministerio de Medio Ambiente.
- CHIRIVELLA, V. y CAPILLA, J. (2010). *“Recapitulación de la Metodología y resultados de los escenarios climáticos futuros y su impacto en los recursos hídricos: el caso de la Comunidad Valenciana (España)”* en *Fundación para el Fomento de la Ingeniería del Agua*. Córdoba. Ingeniería del Agua, Vol. 17 Nº 4, Diciembre 2010.
- ESTELLÉS ZANÓN, E. (2006). *Molinos Papeleros en la Hoya de Buñol*. Valencia. Editorial Biblioteca Valenciana.
- HERMOSILLA PLA, J. y LEDO CABALLERO A.C. (2007). *Historia de Buñol*. Valencia. Editorial de la Universitat de València, Facultat de Geografia e Història.
- INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL AGUA (2006). *Análisis y Diagnóstico de Redes de Distribución de agua potable del municipio de Buñol*. Informe Técnico. Valencia. Universidad Politécnica de Valencia.
- PERELLÓ GUARRO, P.I. (2012). *Inventario del potencial generador de biomasa como fuente renovable a escala local*. Trabajo final de Carrera. Gandía. Escuela Politécnica Superior de Gandía.
- SIA, CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL JÚCAR (2015). *Sistema de Información del Agua*.
<<http://aps.chj.es/idejucar/>> [Consulta junio 2015].
- TOMÁS MARTÍ, F. (1933). *Topografía médica de Buñol*. Valencia. Talleres tipográficos de Vicente Cortell.
- Unión Europea. Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre de 2012, relativa a la eficiencia energética, por la que se modifican las Directivas 2009/125/CE y 2010/30/UE, y por la que se derogan las Directivas 2004/8/CE y 2006/32/CE. *DOUE*, núm. 315, de 14 de noviembre de 2012, páginas 1 a 56 (56 págs.)
- VILLAR BERMEJO, P. (1968). *Expediente de Inscripción de varios aprovechamientos de aguas para riegos y usos industriales, en el término municipal de Buñol (Valencia)*. Informe Técnico. Valencia. Confederación Hidrográfica del Júcar.

ANEJO Nº 1 CÁLCULOS HIDRÁULICOS.

ECUACIONES.

Para llevar a cabo los cálculos que se recogen en las tablas de este anejo Nº 1 de Cálculos Hidráulicos se ha empleado la siguiente formulación que es la base de la Hidráulica Clásica.

Energía de la Impulsión.

Para calcular la energía en términos de altura de las bombas se ha empleado la ecuación de Bernoulli. Donde a partir del conocimiento de los niveles de agua, hay que trasegar el fluido del punto 1 al 2, estando este último a una cota más alta que 1.

$$H_B = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} - z_1 - \frac{p_1}{\gamma} - \frac{v_1^2}{2g} + \Delta H_{1 \rightarrow 2} \text{ (m)}$$

Flujo en presión.

Para llevar a cabo el cálculo del término de las pérdidas continuas y localizadas de las conducciones en la ecuación anterior $\Delta H_{1 \rightarrow 2}$, se ha seguido el siguiente esquema con la única novedad del empleo (siguiendo las recomendaciones de la Guía Técnica sobre tuberías para el Transporte de agua a Presión de CEDEX) de la expresión explícita para el cálculo del coeficiente de fricción de Prabhata K. Swamee y Akalank K. Jain PSAK (1976).

$$Re = \frac{QD}{Sv}$$

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} \left[\frac{\varepsilon/D}{3,71} + \frac{2,51}{Re \sqrt{f}} \right] \rightarrow f = \frac{0,25}{\left[\log_{10} \left(\frac{\varepsilon}{3,71D} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right) \right]^2}$$

$$R = \frac{8}{g\pi^2} \left[\frac{fL}{D^5} + \frac{\sum k}{D^4} \right] \left(\frac{s^2}{m^5} \right)$$

$$\Delta H = RQ^2 \text{ (m)}$$

Potencia.

$$P = \frac{Qg\rho H_B}{\eta_T} \text{ (W)}$$

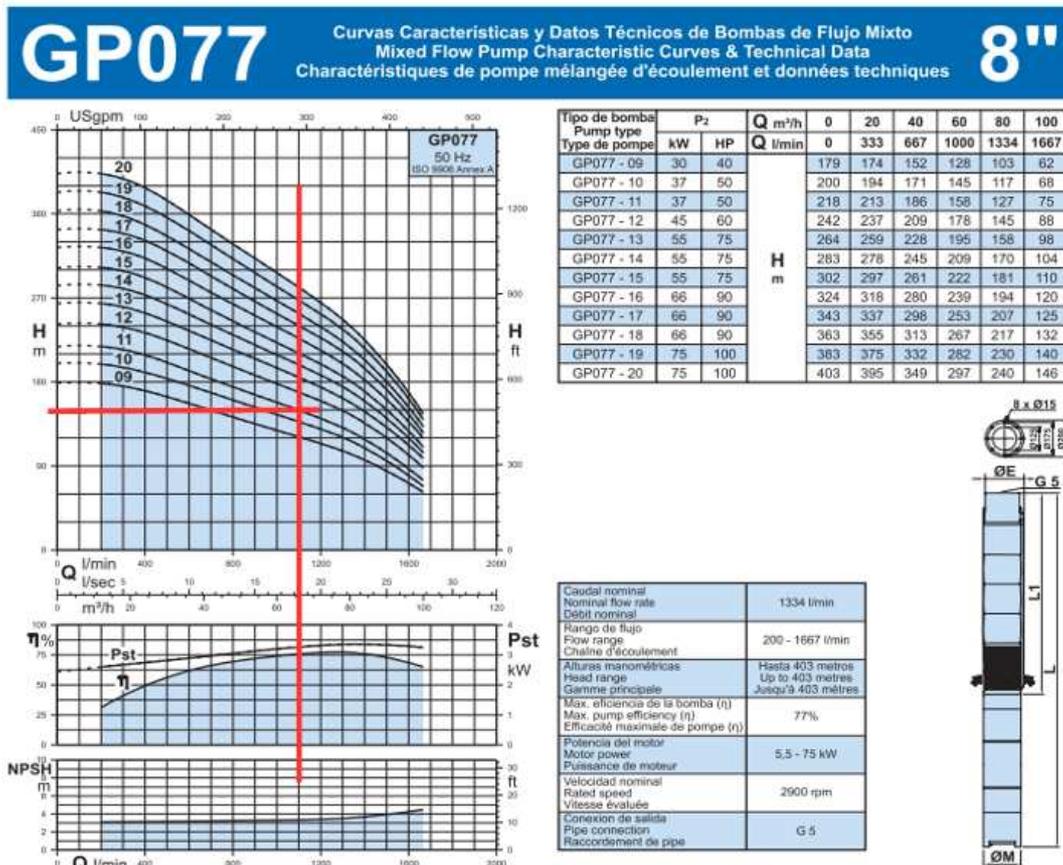
POTENCIA SEGÚN CURVAS DE LAS BOMBAS INSTALADAS.

	Características de las Impulsiones	P (CV)	DI (mm)	ε (m)
23	AYT Pozo Cañicas	50	125	0,0001
24	AYT Impulsión Cabezona	25	100	0,000025
25	AYT Pozo Fochi	15	80	0,0001
26	AYT Pozo Vallejo	180	200	0,0001
27	AYT Impulsión Ripoll	50	200	0,000025
28	AYT Impulsión San Luis	75	176	0,000025

	Potencia Impulsiones actual	Q (L/s)	R(%)	H (m)	P (kW)	P (CV)
23	AYT Pozo Cañicas	18,33	0,75	150	35,93	49
24	AYT Impulsión Cabezona	6,66	0,44	56	8,31	11
25	AYT Pozo Fochi	2,5	0,4	185	11,33	15
26	AYT Pozo Vallejo	36,66	0,79	255	115,97	158
27	AYT Impulsión Ripoll	32	0,72	73	31,80	43
28	AYT Impulsión San Luis	38	0,77	90	43,53	59

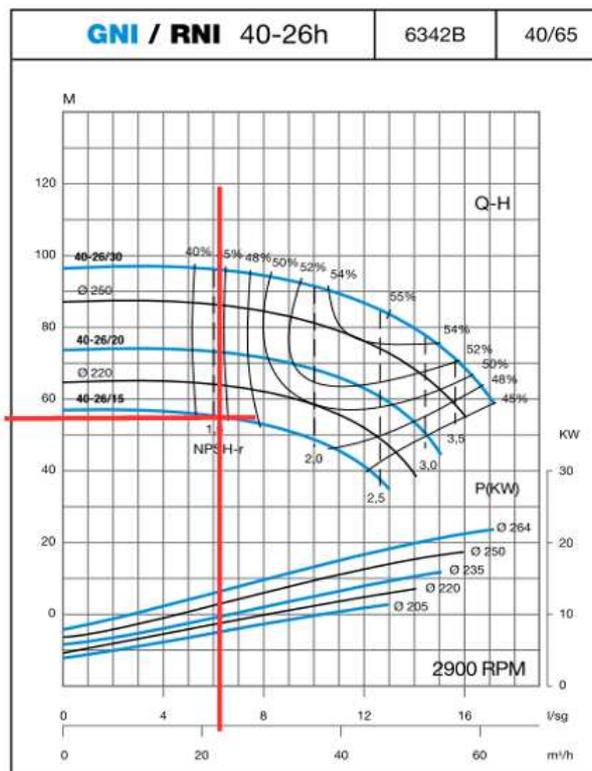
23 Pozo Cañicas.

Fuente: General Pumps.



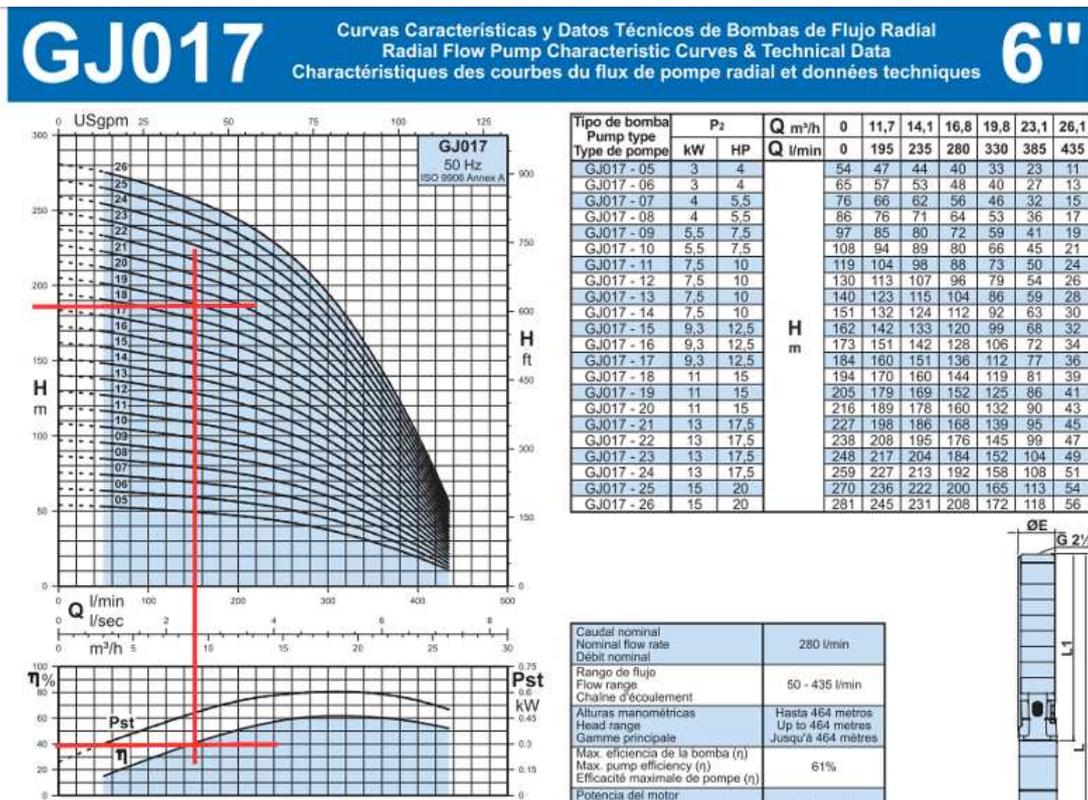
24 Impulsión Cabezona.

Fuente: Ideal bombs.



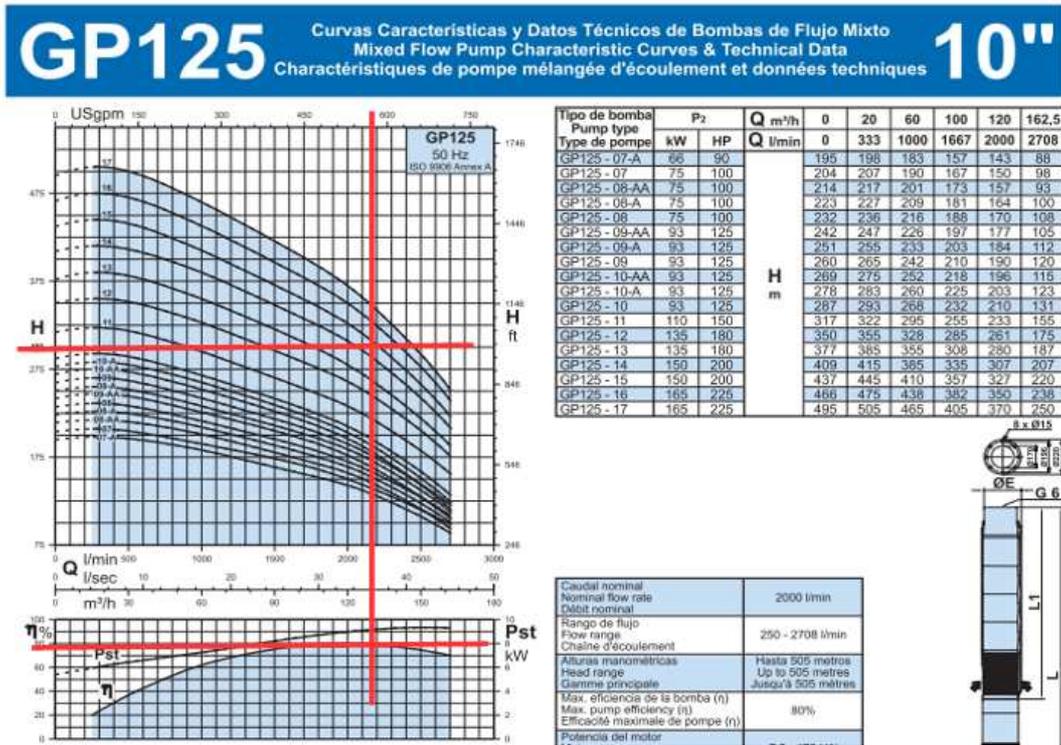
25 Pozo Fochi.

Fuente: General Pumps.



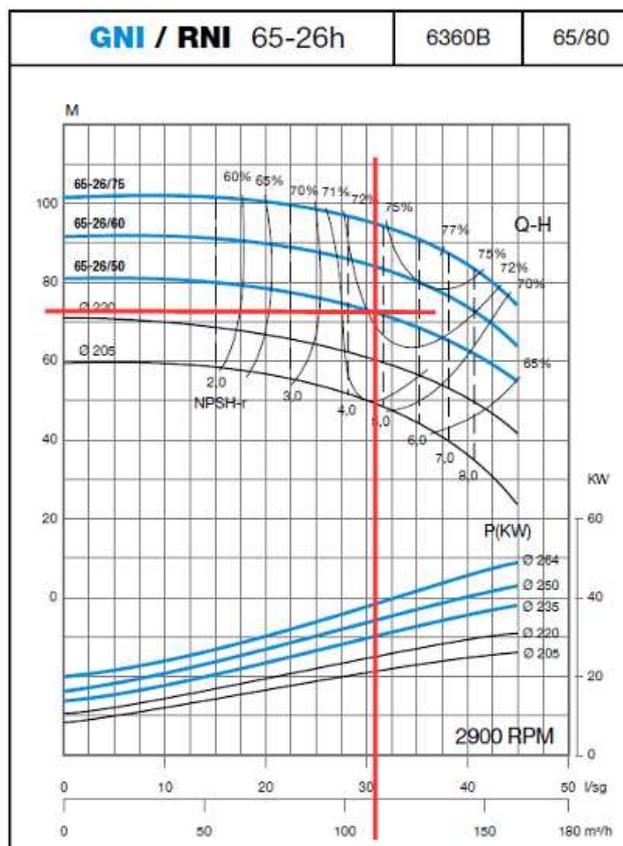
26 Pozo Vallejo.

Fuente: General Pumps.



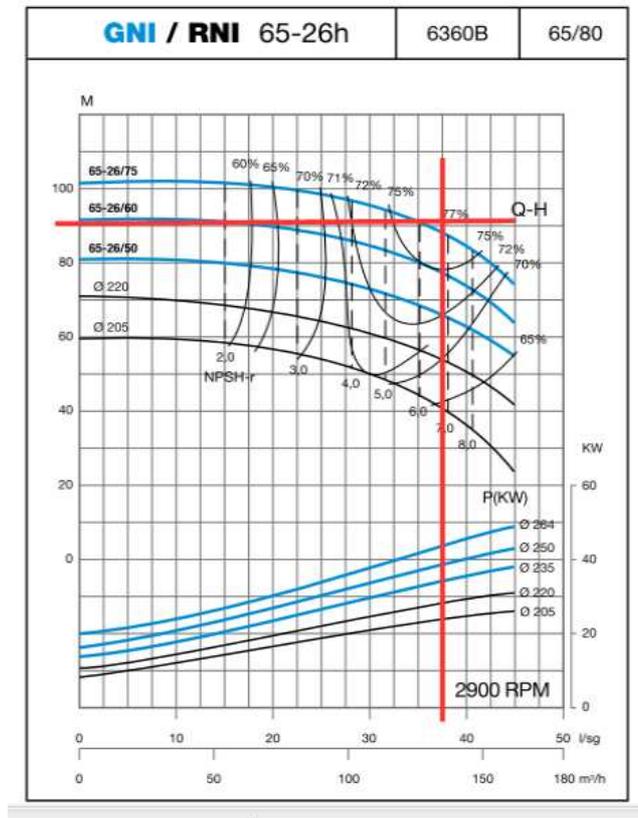
27 Impulsión Ripoll.

Fuente: Ideal bombas.



28 Impulsión San Luis.

Fuente: Ideal bombas.



POTENCIA CALCULADA EN CONDICIONES ÓPTIMAS.

	Potencia Impulsiones óptima	Q (L/s)	R(%)	H (m)	P (kW)	P (CV)
23	AYT Pozo Cañaiças	18,33	0,8	156	35,03	48
24	AYT Impulsión Cabezona	6,66	0,8	58	4,73	6
25	AYT Pozo Fochi	2,5	0,8	115	3,52	5
26	AYT Pozo Vallejo	36,66	0,8	253	113,62	154
27	AYT Impulsión Ripoll	32	0,8	72	28,22	38
28	AYT Impulsión San Luis	38	0,8	93	43,29	59

	Potencia Impulsiones actual	P (kW)	Horas	E (kWh)	Q (L/s)	m3/día	kWh/m3
23	AYT Pozo Cañaiças	35,93	24	862,24	18,33	1584	0,5444444444
24	AYT Impulsión Cabezona	8,31	24	199,36	6,66	575	0,3464646465
25	AYT Pozo Fochi	11,33	24	271,95	2,5	216	1,2590277778
26	AYT Pozo Vallejo	115,97	12	1391,60	36,66	1584	0,8786919831
27	AYT Impulsión Ripoll	31,80	24	763,09	32	2765	0,2760030864
28	AYT Impulsión San Luis	43,53	24	1044,65	38	3283	0,3181818182

Energía total por jornada de 24 horas **3141 kWh/día**

23 Pozo Cañicas ▶ 4 D. Cab. Cañicas
1 ▶ 2

1	x1 (m)	688821
	y1 (m)	4366422
	zla1 (m)	427

2	x2 (m)	688947
	y2 (m)	4366530
	zla2 (m)	484

INSTALACIÓN	Q (m3/s)	0,01833
	D (m)	0,125
	ε (m)	0,0001
	T (°C)	18
	Rend (%)	0,75
	Σk	1,5

CÁLCULOS	S (m2)	0,012271875
	v (m2/s)	1,060657703E-006
	dH (m)	15,30
	dV (m)	57,00
	L (m)	59,02
	Re	176030
	f	0,0160319328
	R	295385
	Pérdidas	ΔH (m)
Energía	Ht (m)	156
Potencia	Pa (kW)	37,42
	Pa (CV)	51

21 M. Cabezona ▶ 4 D. Ripoll	
1 ▶ 2	

1	x1 (m)	689431
	y1 (m)	4365538
	zla1 (m)	360

2	x2 (m)	689520
	y2 (m)	4365670
	zla2 (m)	390,3

INSTALACIÓN	Q (m ³ /s)	0,00666
	D (m)	0,1
	ε (m)	0,000025
	T (°C)	18
	Rend (%)	0,44
	Σk	1,5

CÁLCULOS	S (m ²)	0,007854
	v (m ² /s)	1,060657703E-006
	dH (m)	14,87
	dV (m)	30,30
	L (m)	33,75
	Re	79948
	f	0,0187416277
	R	622246
	Pérdidas	ΔH (m)
Energía	Ht (m)	58
Potencia	Pa (kW)	8,59
	Pa (CV)	12

24 P. Fochi ► 4 D. Ripoll

1 ► 2

1	x1 (m)	689602
	y1 (m)	4365747
	zla1 (m)	356

2	x2 (m)	689520
	y2 (m)	4365670
	zla2 (m)	404

INSTALACIÓN	Q (m ³ /s)	0,00255
	D (m)	0,06125
	ε (m)	0,0001
	T (°C)	18
	Rend (%)	0,4
	Σk	1,5

CÁLCULOS	S (m ²)	0,0029464772
	v (m ² /s)	1,060657703E-006
	dH (m)	12,61
	dV (m)	48,00
	L (m)	49,63
	Re	49977
	f	0,0207880987
	R	10363892
	Pérdidas	ΔH (m)
Energía	Ht (m)	115
Potencia	Pa (kW)	7,21
	Pa (CV)	10

25 P. Vallejo ► 23 D. Vallejo 1C
1 ► 2

1	x1 (m)	692060
	y1 (m)	4368617
	zla1 (m)	270

2	x2 (m)	692043
	y2 (m)	4368596
	zla2 (m)	430,4

INSTALACIÓN	Q (m3/s)	0,03666
	D (m)	0,2
	ε (m)	0,0001
	T (°C)	18
	Rend (%)	0,79
	Σk	1,5

CÁLCULOS	S (m2)	0,031416
	v (m2/s)	1,060657703E-006
	dH (m)	6,16
	dV (m)	160,40
	L (m)	160,52
	Re	220037
	f	0,0154401894
	R	69041
	Pérdidas	ΔH (m)
Energía	Ht (m)	253
Potencia	Pa (kW)	115,14
	Pa (CV)	156

4 D. Ripoll ► 9 D. Portazgo 2

1 ► 2

1	x1 (m)	689520
	y1 (m)	4365670
	zla1 (m)	390,3

2	x2 (m)	689883
	y2 (m)	4366512
	zla2 (m)	449,5

INSTALACIÓN	Q (m ³ /s)	0,032
	D (m)	0,25
	ε (m)	0,000025
	T (°C)	18
	Rend (%)	0,72
	Σk	1,5

CÁLCULOS	S (m ²)	0,0490875
	v (m ² /s)	1,060657703E-006
	dH (m)	34,71
	dV (m)	59,20
	L (m)	68,63
	Re	153654
	f	0,016410584
	R	12224
	Pérdidas	ΔH (m)
Energía	Ht (m)	72
Potencia	Pa (kW)	31,24
	Pa (CV)	42

28 Imp. San Luis ▶ 4 D. Ripoll
1 ▶ 2

1	x1 (m)	689534
	y1 (m)	4365616
	zla1 (m)	353,35

2	x2 (m)	689520
	y2 (m)	4365670
	zla2 (m)	390,3

INSTALACIÓN	Q (m3/s)	0,038
	D (m)	0,176
	ε (m)	0,000003
	T (°C)	18
	Rend (%)	0,77
	Σk	1,5

CÁLCULOS	S (m2)	0,0243285504
	v (m2/s)	1,060657703E-006
	dH (m)	8,25
	dV (m)	36,95
	L (m)	37,86
	Re	259182
	f	0,0147816082
	R	38781
	Pérdidas	ΔH (m)
Energía	Ht (m)	93
Potencia	Pa (kW)	44,95
	Pa (CV)	61

DOCUMENTO Nº 2 PLANOS.