

ÍNDICE

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO II. MATERIAL Y MÉTODOS.....	7
2.1. REDES.....	7
2.2. PREPARACIÓN DE REDES Y OBTENCIÓN DE ARCHIVOS .XLS E .INP.....	8
2.3. PROGRAMA SECTORIZA.....	10
2.4. ANÁLISIS ESPACIAL DE LAS REDES.....	16
2.5. PROCESADO ESTADÍSTICO DE LOS DATOS Y OBTENCIÓN DEL MODELO.....	21
CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
3.1. GASTO ENERGÉTICO SEGÚN LA SECTORIZACIÓN.....	23
3.2. VARIABLES ESPACIALES.....	26
3.3. MODELO ESTADÍSTICO DEL COSTE ÓPTIMO.....	28
CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES.....	37
CAPÍTULO V. BIBLIOGRAFÍA.....	39
ANEXOS.....	43
ANEXO I. REDES DE RIEGO	
ANEXO II. RESULTADOS DEL COSTE OBTENIDOS CON SECTORIZA	
ANEXO III. TABLAS DE DURBIN-WATSON	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I. Bombas utilizadas en las redes objeto de estudio.....	7
Tabla II. Consumo de energía en Kw h/ d de las diferentes redes de riego.....	23
Tabla III. Comparación del consumo en Kw h/d de las redes organizadas en 5 sectores por cotas u optimizados.....	24
Tabla IV. Comparación del consumo en Kw h/d de las redes organizadas en 6 sectores por cotas u optimizados.....	25
Tabla V. Comparación del consumo en Kw h/d de las redes organizadas en 7 sectores por cotas u optimizados.....	25
Tabla VI. Ahorro medio en Kw h/d obtenido.....	26
Tabla VII. Valores obtenidos de las variables relacionadas con la zona regable en su conjunto.....	26
Tabla VIII. Valores obtenidos de las variables relacionadas con las parcelas regables.....	27
Tabla IX. Valores obtenidos de las variables relacionadas con los hidrantes.....	28
Tabla X. Tabla del análisis de regresión múltiple.....	29
Tabla XI. Tabla ANOVA.....	29
Tabla XII. Resumen estadístico para los Residuos.....	35
Tabla XIII. Matriz de Correlaciones.....	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I. Ejemplo de Preparación de Red.....	8
Figura II. Interfaz del programa SECTORIZA.....	11
Figura III. Gráfico de valores del coste óptimo observados frente a los predichos.....	30
Figura IV. Gráfica de residuos contra valores ajustados para el Coste Óptimo.....	31
Figura V. Gráfica de residuos contra valores de la variable SRiego.....	32
Figura VI. Gráfica de residuos contra valores de la variable Perímetro.....	32
Figura VII. Gráfica de residuos contra valores de la variable dist CABHID.....	33
Figura VIII. Gráfica de residuos contra valores de la variable Dz cab-hidA.....	33
Figura IX. Gráfica de residuos contra valores de la variable N sectores.....	34
Figura X. Gráfica de probabilidad normal de residuos.....	34

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

El clima semiárido de la mayoría de los distritos agrícolas en el Mediterráneo significa que el agua es un factor clave que limita la producción, por lo que es necesario distribuir el agua de la manera más eficiente y fomentar el uso sostenible de este valioso recurso. (Rodríguez-Díaz, J.A. *et al.*, 2004). Tratando de mejorar la eficiencia en el uso del agua de riego, los procesos de modernización de los sistemas de riego han sido una práctica común en los últimos años. Las infraestructuras hidráulicas se han mejorado y los antiguos canales de distribución de redes abiertas han sido sustituidos por las nuevas redes de presión, sobre todo bajo demanda (Plusquellec, 2009). Este cambio aumenta la eficiencia de la conducción y la reducción de las pérdidas de agua en todo el sistema de distribución. Además, con los nuevos sistemas de riego bajo demanda, los agricultores obtienen un mayor grado de flexibilidad que permite el uso de sistemas más eficientes como el goteo o aspersion y por lo tanto, una creciente uniformidad en el riego y en su frecuencia (Rodríguez Díaz *et al.*, 2007.; Lamaddalena *et al.*, 2007.; Pérez Urrestarazu *et al.*, 2009). Sin embargo, Esta mayor eficiencia en el uso del agua, al mismo tiempo, ha supuesto un aumento notable en la energía consumida (IDAE, 2008). Por lo que desde entonces diferentes autores han estudiado la manera de disminuir el coste energético, mejorando el rendimiento de los diferentes elementos de la red de riego, tales como la eficiencia de bombeo, el diseño óptimo de la red, sistemas de riego o el uso de los recursos energéticos renovables (ITRC 2005, Moreno *et al.* 2007a, 2009, Pulido-Calvo *et al.*, 2003;. Abadía *et al* 2008;. Vieira y Ramos 2009; Daccache *et al* 2010).

Las redes de riego a presión pueden operar de dos formas: bajo demanda u organizada bajo sectores de operación o turnos.

En el primer caso, la red de riego lleva el agua con el caudal y la presión requerida por los sistemas de riego agrícola, y con el tiempo de duración y la frecuencia decidida por el agricultor (los usuarios deciden cuando y cuanto riegan), por lo que la estación de bombeo tiene que cumplir con el caudal y presión en cabezal requerida por los regantes que están demandando agua en cada momento (Moreno *et al.*, 2007b;. Lamaddalena y Sargadoy, 2000), y al mismo tiempo, proporcionar una presión suficiente en la estación de bombeo para asegurar la mínima presión en el hidrante más desfavorable.

Cuando la red se organiza por turnos, el caudal y presión en los hidrantes para cada momento está previamente establecido, lo que permite buscar los escenarios relacionados con un menor consumo de energía. Estos sectores de operación se forman, en una primera aproximación, mediante la organización de los hidrantes de acuerdo a su cota, medida desde la elevación de la estación de bombeo. El número de sectores NS debe ser compatible con el tiempo medio diario de riego requerido por hidrante (td), de modo que todos los hidrantes puedan estar suministrados en el tiempo de operación diario (OT). El caudal regado por sector puede ser el mismo, y en este caso su valor será Q_{max}/NS , siendo Q_{max} el caudal máximo cuando todos los hidrantes están operando simultáneamente.

El consumo de energía de los sistemas de distribución de riego a presión está fuertemente influenciado por el buen funcionamiento de las estaciones de bombeo, la distribución espacial y el diseño de las redes. Abadía, R. *et al.*, (2008), aporta un método de cálculo de la eficiencia energética global de los sistemas de distribución de riego, incluyendo la eficiencia energética de bombeo, la cual depende de la eficiencia de las estaciones de bombeo y de la eficiencia del suministro de energía, que depende a su vez, de la distribución espacial y el diseño del sistema.

Algunos autores, han estudiado técnicas para evaluar y disminuir el coste energético de redes de riego a presión funcionando bajo demanda. La configuración de cada hidrante abierto implica un punto de operación de la bomba $QDI-Hi-\eta$ (i) y se asocia con un consumo de energía de la estación de bombeo. Moreno *et al.*, (2007a) desarrollaron un modelo para el análisis de la eficiencia energética en las estaciones de bombeo y se determinó la secuencia de activación de la bomba. Los mismos autores (Moreno *et al.*, 2009) también proponen una herramienta de apoyo a la decisión de obtener las características teóricas y las curvas de eficiencia de las bombas, el número de bombas, y el número de controles de velocidad de frecuencia que minimiza el costo total de una estación de bombeo con requisitos específicos. Planells *et al.*, (2005) desarrollaron una herramienta de apoyo para el dimensionamiento y la regulación de las estaciones de bombeo.

El Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) propone varias medidas para optimizar la energía consumida, incluyendo la sectorización de la red de acuerdo a sectores homogéneos de demanda energética y organización de regantes en turnos de riego. (IDAE, 2008).

Algunos estudios parecen confirmar que el riego bajo demanda supone un consumo energético importante, ya que la red debe ser diseñada con el fin de garantizar una presión mínima en el hidrante más desfavorable, lo que significa que cuando el agua se suministra a otros hidrantes, reciben una presión excesiva (Rodríguez *et al.*, 2009). Esto se reduce por medio de un limitador de caudal y válvulas reductoras de presión situadas en la boca de riego, además de realizando una sectorización. Por lo que se indica que el gasto energético es menor si las redes de riego a presión operan por sectores.

Algunos autores proponen un funcionamiento mixto entre la sectorización en turnos y los que trabajan bajo demanda. Rodríguez *et al.*, (2009) obtiene un cierto ahorro de energía en una red funcionando bajo demanda, dividiéndola en dos sectores en función de su altura desde la estación de bombeo. Ambos operan bajo demanda durante la mitad del tiempo de operación diaria.

Por el contrario, Moreno, M. A. *et al.*, (2010), realizó un estudio en donde los resultados mostraron que las redes de riego a presión trabajando por sectores son más susceptibles al uso ineficiente de la energía que las redes de riego bajo demanda. Sin embargo, si las estaciones de bombeo en las redes de riego por sectorización programado se gestionan adecuadamente, una mayor eficiencia energética se puede obtener que en las redes de riego bajo demanda. Por lo que plantea el problema de realizar una sectorización óptima para la mayor eficiencia energética de la estación de bombeo.

Jimenez- Bello, M. A. *et al.*, (2010), utiliza algoritmos genéticos y un modelo hidráulico de red para agrupar los hidrantes en sectores para que las redes de riego operen de manera más eficiente desde el punto de vista energético. En un caso de aplicación se consigue un ahorro de energía teórico del 36,4% respecto a la organización en sectores que se estaba utilizando en una zona regable, establecidos sin seguir criterio alguno. Esta metodología fue validada por Jiménez-Bello, M. A. *et al.*, (2011), comparando los resultados reales que producía la sectorización propuesta respecto de las 4 campañas anteriores con una organización no optimizada. El ahorro final varió entre el 16 y el 23%, ahorro menor que el calculado en 2010, pero que confirma el potencial de ahorro de energía aplicando esta metodología.

Cobo, M.T.C *et al.*, 2011, afirma que las redes de riego presurizado organizadas bajo demanda están limitadas por la gran cantidad de energía necesaria para su funcionamiento. En

esta línea, la sectorización, donde los agricultores se organizan por turnos, es una de las medidas más eficaces para reducir su consumo de energía. Y desarrolla una metodología para la sectorización óptima, utilizando un algoritmo basado en el funcionamiento de EPANET para buscar la mejor estrategia de sectorización mensual que realice el suministro de la demanda de riego real bajo condiciones mínimas de consumo de energía. Los resultados mostraron un ahorro anual de energía entre un 5 y 8%. Sin embargo, estos ahorros se elevaron hasta un 27%, cuando las prácticas locales, riego deficitario, se han tenido en cuenta, confirmando que el agua y la eficiencia energética no se pueden optimizar de forma independiente y necesitan ser considerados en conjunto.

García Prats, A. *et al.*,(2011) desarrolló la herramienta de apoyo a la decisión para buscar los sectores operativos de menor consumo energético en redes de riego a presión *RASGEMINEC (Generación de escenarios aleatorios de mínimo consumo energético)*. El proceso de optimización se lleva a cabo por medio del algoritmo heurístico de optimización combinatoria denominado Simulated Annealing (SA), recayendo la simulación hidráulica de la red en el modelo EPANET. En un caso de aplicación, el escenario obtenido por SA, consigue un ahorro energético del 12% y 16% respecto a la misma red operando bajo demanda y sectorizada por cotas. El citado modelo se materializa en una aplicación informática denominada *SECTORIZA*.

De la revisión del estado del arte parecen quedar demostrados una serie de preceptos:

- Las redes de riego a presión llevan asociado un alto consumo energético.
- La organización del riego a la demanda no permite ahorros energéticos asociados al manejo de la red, pues el riego lo decide el usuario.
- El riego sectorizado por el contrario permite buscar aquellos turnos que lleven asociado un menor coste energético. La sectorización por cota respecto del origen de la red buscando construir escalones de presión que permitan bajar la consigna de presión de bombeo se demuestran altamente ineficientes.

Ahora bien, si alguno de los anteriores métodos de optimización de la sectorización se aplica a distintas redes provenientes de distintas zonas regables, los resultados de consumo energético medidos, por ejemplo en consumo eléctrico por jornada de riego, seguramente serán diferentes. El origen de dichas diferencias ya no puede provenir del manejo del

escenario de carga existente en cada red, ya que en todos los casos se busca el óptimo. En dichos casos las diferencias vendrán dadas por otros factores no fácilmente modificables relacionados con la configuración espacial de la zona regable.

Por tanto, el objetivo principal que se persigue con este trabajo es:

- La evaluación de la incidencia de las características espaciales y geográficas del territorio donde se ubican las redes de riego en el gasto energético de las mismas.

Además, se plantea otros objetivo secundario como:

- Comparar el ahorro energético en dichas redes funcionando con una sectorización óptima, respecto a las mismas funcionando por una sectorización por cotas, sirviéndonos de la aplicación informática SECTORIZA creada por Garcia Prats, A. *et al* (2011).

CAPÍTULO II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. REDES

El presente trabajo está realizado con el estudio de once redes de riego situadas en una zona mediterránea del este de España, concretamente en la Comunidad Valenciana, pertenecientes a la provincia de Valencia, de las cuales diez se encuentran situadas en el término municipal de Sagunto, y una en el término municipal de Cheste. En el anexo I, quedan representadas dichas redes.

Las redes de Sagunto se encuentran ubicadas entre el nivel del mar y los 100m de altitud, y la de Cheste entre los 100 y 160m s.n.m. Para hacernos una idea del tipo de las dimensiones y la magnitud de las redes de riego y las parcelas a las que riegan, con las que se va a realizar el estudio, la superficie de riego de las redes oscila entre 156 y 293ha, el número de parcelas regables entre 321 y 768, y el número de hidrantes por red entre 47 y 121, todos estos datos por red se detallan en el apartado de análisis espacial de las redes.

Las redes están diseñadas con tuberías de PVC, de presión nominal 6 bares, y con estaciones de bombeo compuestas por 3 bombas centrífugas horizontales de velocidad variable dispuestas en paralelo, las bombas utilizadas por cada red quedan reflejadas en la siguiente tabla:

Tabla 1: Bombas utilizadas en las redes objeto de estudio.

Red	Bombas usadas	Coeficientes de la bomba			
		D	C	F	E
S1	IDEAL Serie RNI 80-26; 2900 rpm; Ø 264	-0.0054385	94.1579427	-0.0297864	3.1674217
S3	IDEAL Serie RNI 80-20; 2900 rpm; Ø205	-0.0043463	60.0427304	-0.0351479	3.3912718
S5	IDEAL Serie RNI 100-26; 2900 rpm; Ø 250	-0.0024051	82.5777859	-0.0153802	2.2867919
S6	IDEAL Serie CPR 150-260T; 2900 rpm; Ø 205	-0.0011893	66.3972376	-0.0073893	1.5024640
S8	IDEAL Serie RNI 100-20; 2900rpm; Ø 214	-0.0016628	64.7320355	-0.0142882	2.2217695
S9	IDEAL Serie RNI 100-26; 2900 rpm; Ø 220	-0.0025712	71.6083126	-0.0175624	2.4296113
S10	IDEAL Serie RNI 80-26; 2900 rpm; Ø 225	-0.0068962	73.3703167	-0.0361814	3.4688862
S11	IDEAL Serie RNI 100-26; 2900 rpm; Ø 250	-0.0024051	82.5777859	-0.0153802	2.2867919
S13	IDEAL Serie RNI 100-26; 2900 rpm; Ø 220	-0.0025712	71.6083126	-0.0175624	2.4296113
S15	IDEAL Serie RNI 80-26; 2900 rpm; Ø 225	-0.0068962	73.3703167	-0.0361814	3.4688862
C22		-0.0010526	65.0909860	-0.0037698	1.0597809

2.2. PREPARACIÓN DE REDES Y OBTENCIÓN DE ARCHIVOS .XLS E .INP

En primer lugar, se llevo a cabo, para cada red de riego estudiada, la obtención de un archivo .xls, que consiste en una tabla de tres columnas donde se introduce el código de la parcela, el hidrante que riega la parcela y el caudal que recibe la parcela. A continuación se obtuvo otro archivo, en este caso de texto, formato .inp obtenido a través del programa EPANET 2.0., en el cual se construye la red y se realiza la simulación hidráulica. Dichos archivos fueron obtenidos de la siguiente manera:

Se prepararon las redes de riego a presión que fueron objetos de este estudio a través del programa SIG ArcMap 9.3. (Ver figura 1), en el cual las redes quedaban definidas a través de las siguientes capas:

- Capa hidrante: en la cual quedaban definidas la posición x,y,z de los hidrantes que conforman la red.
- Capa Red: Capa formada por polilíneas, en la cual quedaba definida la morfología de la red, la longitud de las tuberías y su diámetro nominal.
- Capa parcelario: Obtenida del catastro, en la cual se obtiene el código de cada parcela regable, la superficie de las parcelas regables y el hidrante que riega cada parcela

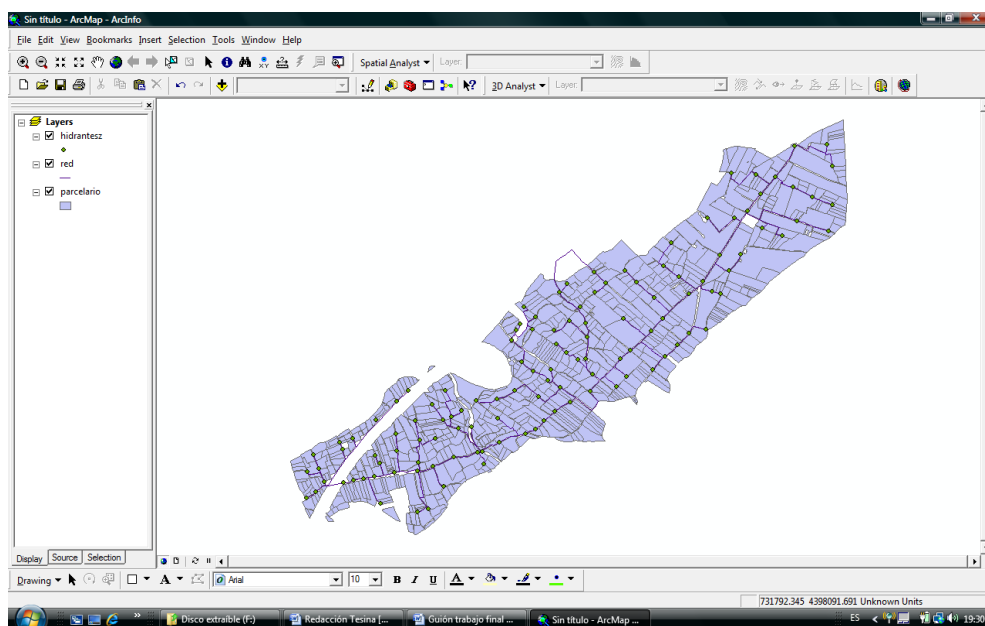


Figura I. Ejemplo de Preparación de Red.

Obtención del archivo de Excel (.xls)

La obtención del archivo Excel, se llevo a cabo abriendo la tabla de atributos de la capa parcelario, seleccionando los campos código de la parcela, hidrante que riega la parcela y la superficie, la cual nos servirá para calcular el caudal. Y exportando dicha tabla en formato .dbf, para posteriormente abrirla con Microsoft Excel.

Por último, una vez abierta la tabla en Excel, para obtener el campo Caudal, se aplicó la fórmula 1, explicada más adelante en el apartado 2.3. en la parte de cálculo del caudal de riego en cada sector.

El archivo Excel resultante está listo para ser usado posteriormente por el programa SECTORIZA.

Obtención del fichero de texto .INP a partir de EPANET

Debido a que la red la tenemos en formato Shape, lo primero que se hizo fue convertir la capa red en dicho formato que teníamos para el SIG y transformarlo en formato .INP para que el programa EPANET 2.0. pueda abrir la red. Para ello, nos servimos del programa Shp2epa (www.zonums.com), el cual está en versión beta.

Una vez, que tenemos para cada red en formato .inp, ya están listan para que EPANET las lea y podamos trabajar con ellas y completar la red para que funcione correctamente.

Los pasos seguidos para preparar las redes fueron los siguientes:

- En cada nodo rellenar: Identificación del hidrante y Cota, las coordenadas x,y las reconoce el programa conversor.
- Las bifurcaciones que no son hidrantes se nombran y la cota se asigna utilizando el modelo digital del terreno en ArcMap.
- En las tuberías rellenar la longitud, diámetro interior, la rugosidad y el nudo inicial y final.
- La red comienza con un embalse, al cual se le pone una cota suficiente para que funcione bien la red, en esta caso 200 ya que casi estamos a nivel del mar, un cabezal y luego ya se enumeran los nodos (hidrantes y bifurcaciones). La tubería

que une el embalse y el cabezal para que tenga unas pérdidas de carga insignificantes en la red se pondrá de un 1 metro de longitud y 1000mm de diámetro interior.

- Poner 1 l/s en cada hidrante, para comprobar que funciona bien la red.
- En la curva de modulación, rellenar en el periodo 1 rellenar un multiplicador de 1.
- En las opciones hidráulicas trabajar en LPS y la fórmula de Darcy-Weisbach.
- Comprobar que la simulación hidráulica es correcta.
- Al guardar el archivo, EPANET lo guarda como formato .net por lo que hay que exportarlo (Archivo/exportar/Red) en formato .inp, que es un fichero de texto.

Estos dos archivos son los necesarios para alimentar el programa SECTORIZA, el cual realiza la optimización y nos calcula el coste en Kw· h/ día.

2.3. PROGRAMA SECTORIZA

El programa sectoriza, el cual está todavía en versión beta, nos permite obtener la sectorización optima para tener un menor gasto energético, utilizando el algoritmo Simulated Annealing (SA), siendo la función objetivo el coste consumido, al cual hay que poner los parámetros del algoritmo, según el estudio llevado a cabo por García Prats, A. *et al.* (2011), “los parámetros del algoritmo definido en la programación Annealing, se puede inferir que la temperatura inicial debe ser igual (o ser superior) a 100, mientras que la longitud de la cadena Lt debe ser igual (o ser superior) a 1000. Esto nos lleva a explorar al menos 100.000 escenarios hidráulicos factibles.” La velocidad de enfriamiento en este estudio se decidió de 0,9.

En el programa, además de los parámetros del algoritmo SA, hay que introducir los ficheros Excel y de EPANET en .inp, además de los parámetros D, C, F, E de las bombas y el número de bombas que están funcionando, para que pueda realizar la simulación hidráulica, y las restricciones son que la presión en los hidrantes sea mayor de 25 y que la velocidad sea menor de 3 m/s, y el número de sectores con el que se quiere simular.

En primer lugar, se realiza una sectorización por cotas, para la red seleccionada en el cual el programa asigna hidrantes a los sectores en función de la cota y se calcula su coste. A continuación a partir de esta sectorización por cotas se realiza la optimización de la sectorización con el algoritmo. Este proceso se va a repetir para cada red con 5, 6 y 7 sectores, debido a que las parcelas estaban diseñadas para 5 sectores, además se va a probar a ver si existe la opción de si funciona con una optimización de 4 sectores a partir de una sectorización inicial válida y no por cotas porque las bombas no son suficientes.

A continuación se muestra la interfaz del programa:

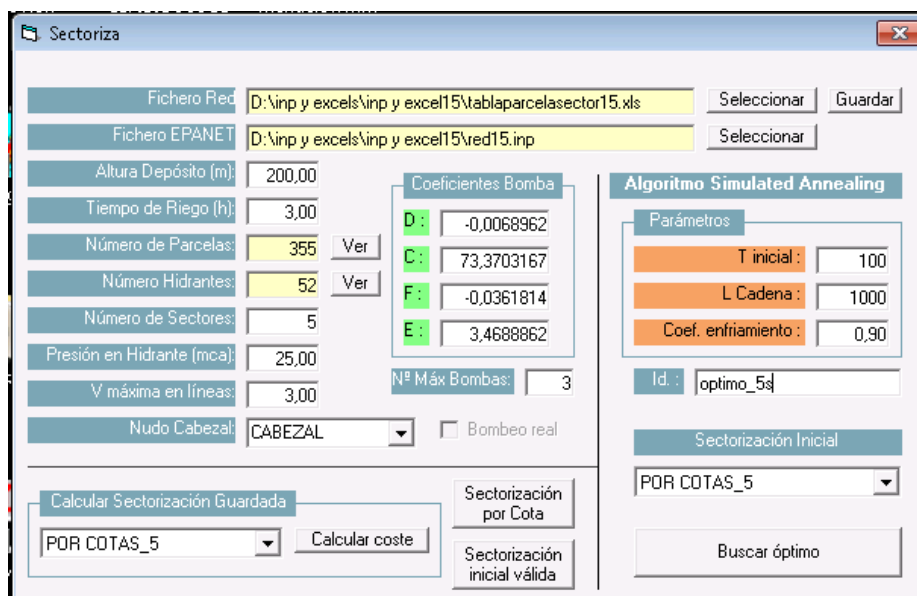


Figura II. Interfaz del programa SECTORIZA.

El programa utiliza las siguientes ecuaciones para realizar la simulación hidráulica y el cálculo del coste energético:

Calculo del caudal de riego en cada sector

Un sector de riego queda definido como un conjunto de hidrantes que operan simultáneamente en un momento dado. El caudal de cada hidrante i , (d_i) puede calcularse con la ecuación:

$$d_i = 2.778 \cdot A_{rs} \cdot S_i / N_s \quad (1)$$

Siendo, A_{rs} = régimen de aplicación medio del sistema (L/m^2h^{-1}) en riego por aspersión o el riego equivalente por unidad de área en goteo/ micro-riego. S_i = Área de la parcela en ha y N_s = Número de sectores de los hidrantes.

El caudal de riego de cada sector Q_{si} será la suma de los caudales arrojados por los hidrantes que operan simultáneamente en un momento dado.

$$Q_{si} = \sum_{i=1}^n d_i \quad (2)$$

El número de sectores de la red NS debe estar de acuerdo con el tiempo medio diario de riego requerido por hidrante (t_d) con el fin de ser capaz de suministrar todos los hidrantes en el tiempo de operación diario (OT).

$$OT \geq t_d \cdot NS \quad (3)$$

Requisitos de presión para cada escenario: simulación hidráulica

Cada escenario generado por una configuración de hidrantes funcionando simultáneamente, requiere una presión alta en el cabezal H_i , que garantice una presión mínima en el hidrante más desfavorable, aguas arriba de la red. Esta presión H_i se obtiene a través de una simulación hidráulica usando el modelo de EPANET (Rossman, 2000). Por lo tanto, el resultado obtenido se obtiene de enfrentar los valores $Q_{si}-H_i$.

Cabe señalar que el hidrante más desfavorable es seleccionado entre los que operan en un momento determinado para cada configuración. Los hidrantes que no funcionan solo requieren presiones positivas.

Regulación de la estación de bombeo y consumo de energía

Las curvas características y de eficiencia de las bombas comerciales (Q-H y Q- η), con velocidad fija e igual número de revoluciones, pueden ser aproximadas por las ecuaciones:

$$H = C + D \cdot Q^2 \quad (4)$$

$$\eta = \Sigma Q_i + F \cdot Q^2$$

Donde C, D, E, F son coeficientes de la bomba obtenidos por regresión basándose en las curvas características de las bombas comerciales, H es la presión en cabezal proporcionada por una unidad de bombeo (m) cuando el caudal es Q, Q es el caudal descargado por unidad de bombeo cuando la presión en cabezal es H (L/s). η es eficiencia de la bomba (%).

Estas ecuaciones, cuando trabajamos con bombas de velocidad variable, usando leyes de afinidad, pueden ser aproximadas por:

$$H = \alpha^2 C + D Q_1^2 \quad (5)$$

$$\eta = \frac{E}{\alpha} \cdot Q_1 + \frac{F}{\alpha^2} \cdot Q_1^2$$

Donde α , es el numero de revolución relativa de la bomba ($\alpha = N_p / N_0$); N_0 = número de revolución nominal de la bomba, N_p = número de revolución de la bomba en un momento dado, Q_1 = el caudal bombeado por una bomba de velocidad variable cuando la presión en cabezal es H (L/s) y gira con un número relativo de revolución α .

Una vez que sabemos el caudal y la presión en cabezal requerida por la red en una configuración de hidrantes abiertos dada, una estación de bombeo compuesta por bombas iguales de velocidad variable N_{vs} y bombas iguales de velocidad fija N_{fs} dispuestas en paralelo, la potencia absorbida es:

$$P_{abs,i} = \frac{0.00981 \cdot Q_{vs} \cdot H}{\frac{E}{N_{vs} \cdot \alpha} \cdot Q_{vs} + \frac{F}{N_{vs}^2 \cdot \alpha^2} \cdot Q_{vs}^2} + \frac{0.00981 \cdot Q_{fs} \cdot H}{\frac{E}{N_{fs} \cdot \alpha} \cdot Q_{fs} + \frac{F}{N_{fs}^2 \cdot \alpha^2} \cdot Q_{fs}^2} \quad (6)$$

Donde, $P_{abs,i}$ es la potencia consumida por la estación de bombeo (Kw) en un escenario dado, Q_{vs} el caudal bombeado por bombas de velocidad variable (L/s), Q_{fs} el caudal bombeado por bombas de velocidad fija (L/s), siendo $(Q_{vs} + Q_{fs}) = Q_{si}$.

Por lo general, la presión en la estación de bombeo está controlada por un transductor de presión y un controlador lógico programable (PLC). Las bombas de velocidad variable comparten la regulación, es decir, giran a la misma velocidad y están trabajando siempre. Cuando la demanda excede la capacidad bombeo de las bombas de velocidad variable, una bomba de velocidad fija empieza a funcionar. En este momento, el caudal bombeado por cada bomba de velocidad fija Q puede ser deducido de la ecuación (4) cuando la presión del cabezal es H_i . El número de bombas que se necesita es $N_{fs} = Q_{si} / Q$. Entonces, $Q_{fs} = Q \cdot N_{fs}$. El caudal por cada bomba de velocidad variable se puede obtener por $Q_1 = (Q_{si} - Q_{fs}) / N_{vs}$. N_{vs} debe ser una propiedad conocida de la estación de bombeo.

El número de revoluciones relativas de la bomba α puede ser deducido de la ecuación (5), cuando Q_1 es obtenido.

La energía consumida se calcula de la siguiente manera:

$$E = \sum_{t=1}^{NS} P_{abs,i} \cdot t_d \quad (7)$$

Donde E= energía consumida en Kw· h/ día.

Algoritmo Simulated Annealing

El algoritmo que utiliza el programa SECTORIZA para obtener la sectorización que consume menos energía es un algoritmo heurístico de optimización combinatoria, denominado Simulated Annealing (SA).

El algoritmo SA comienza por la generación aleatoria de la configuración inicial, que es análoga a la solución actual que consta de un conjunto de variables de decisión del problema, dentro de una región factible en un valor de temperatura inicial alto (T_0). Entonces, la nueva configuración se genera a partir de la solución actual mediante un mecanismo de generación que implementa un reordenamiento aleatorio o por la perturbación de las variables de la configuración actual. Una reordenación que se conoce como una transición. Aceptar una transición de un estado a otro depende del criterio de Metrópolis, que viene dado por $P(AE) = \min [1, \exp(-\Delta E/T_t)]$, donde $P(AE)$ es la probabilidad de aceptación, $AE = f(S_j) - f(S_i)$ es la diferencia entre los valores de la función objetivo de la nueva configuración S_j y la configuración actual S_i , y T_t es la temperatura actual, que se utiliza para controlar la aceptación de las modificaciones. Si la nueva configuración encontrada tiene mejor resultado (evaluada por la función objetivo del sistema) que la actual, entonces se mantiene la configuración nueva y se descarta la actual. Si la nueva configuración encontrada tiene peor resultado que la actual, esta puede ser mantenida si la probabilidad de Boltzmann, $Pr = \exp(-\Delta E/T_t)$, es mayor que el número aleatorio r generado en la distribución uniforme en el intervalo (0, 1). A la misma temperatura, la reorganización debe realizarse en el tiempo suficiente para un número suficiente de transiciones que permitan que el sistema alcance un estado estable.

Luego la temperatura se disminuye lentamente basándose en el programa “Annealing” o de recocido, y el proceso se repite sucesivamente hasta que se cumple el criterio de parada.

Programación Annealing

La programación Annealing (o de recocido) es la base de SA. Evitar quedar atrapado en mínimos locales depende del programa Annealing, que incluye: a) la elección de una temperatura inicial, b) el número de transiciones en cada temperatura L_t , y c) la tasa de disminución de la temperatura en cada paso a medida que avanza o velocidad de enfriamiento. (α_c).

El parámetro de temperatura se utiliza para controlar la aceptación de las modificaciones (reajustes). El valor de la temperatura inicial, T_0 , debe ser lo suficientemente alto para asegurar un gran número de aceptaciones en las etapas iniciales. Que se reduce gradualmente con el tiempo dependiendo de α_c que es el coeficiente utilizado para disminuir la temperatura al final de cada ciclo de cambio de temperatura. El enfriamiento se describe a continuación:

$$T_t = \alpha_c \cdot T_{t-1}$$

Donde T_t y T_{t-1} son las temperaturas en el fin y el comienzo de la programación de enfriamiento en cada ciclo de temperatura t , y α_c es ratio de enfriamiento que puede ir desde 0 a 1.

A cada temperatura, la configuración del sistema se cambia con un mecanismo de generación que implementa una perturbación aleatoria de las variables de estado actual. El número total de transiciones a una temperatura T dada constituye una cadena de Markov homogénea de longitud dada por el parámetro L_t . los parámetros de ajuste para SA son un problema específico y se logra mejor a través de ensayo y error.

Reorganización del sistema

El reordenamiento se lleva a cabo de forma aleatoria cambiando la configuración actual a una nueva. En cada paso del algoritmo, se produce un cambio de configuración, y se

evalúa su coste. La función objetivo E, evaluada en cada iteración, es el consumo de energía ($Kw \cdot h \cdot d^{-1}$) de un día de trabajo en el momento de máximos requerimientos hídricos.

El escenario de partida es una red organizada de acuerdo a la sectorización por cota. Los hidrantes se ponen en orden creciente de altura, y sus caudales se acumulan formando los sectores NS que tienen similares Q_s entre unos y otros.

La nueva configuración se elige al azar entre las más cercanas de la configuración actual. En la implementación del algoritmo propuesto, esta configuración próxima incluye la configuración teniendo todos los hidrantes operando en el mismo sector. Un hidrante (desde 1 a n) y un sector de operación (de 1 a NS) son seleccionados al azar. El hidrante seleccionado deja de trabajar en el sector actual y comienza a operar en uno nuevo. La nueva configuración es analizada por el modelo Epanet y el consumo de energía se calcula. Si esta configuración no es viable desde el punto de vista hidráulico, es directamente rechazado y se busca otra configuración. La nueva configuración (hidráulicamente posible) es aceptada o no, de acuerdo con el criterio de Metrópolis. Si se acepta, esta configuración se utilizará como punto de partida para el siguiente paso. Si no, la configuración original tendrá este papel.

Una configuración es hidráulicamente factible cuando todas las tuberías tienen una velocidad por debajo de 3 m s^{-1} y la presión es > 0 en hidrantes sin funcionar y otros nodos de la red y $> 25\text{m}$ en hidrantes en funcionamiento.

Terminación del algoritmo

El criterio de parada se utiliza para terminar el proceso de recocido. El proceso de recocido puede ser mayor cuando la temperatura final alcanza un nivel prefijado específico $T_i = T_f = 1$.

2.4. ANALISIS ESPACIAL DE LAS REDES

Se realizó una caracterización espacial de las diferentes redes a través de veintitrés variables espaciales, con el fin de establecer cuáles influyen en el gasto energético. Éstas se han dividido en tres grupos:

- Relacionadas con la zona regable en su conjunto
- Relacionadas con las parcelas regables
- Relacionadas con los hidrantes

Variables relacionadas con la zona regable en su conjunto

A continuación pasamos a definir cada una de las variables estudiadas, así como su forma de obtención.

- Perímetro: Consiste en trazar una poligonal cerrada que encierre al conjunto de parcelas regables, y a continuación medir su longitud en metros.
- Superficie total: Área total encerrada por el perímetro de la zona regable, en metros cuadrados.
- Superficie de riego: Suma del área de las parcelas que tienen la condición de regables, en metros cuadrados.
- Densidad: Ratio Superficie de riego entre Superficie total. Nos da en tanto por uno, que proporción de la superficie es regable, y cual está destinada a otros usos: no regable, caminos, improductiva, urbana, etc.
- Ratio Superficie/Perímetro: Se trata de una primera variable de forma. Formas cercanas al círculo se aproximan a 0,5 mientras que formas alargadas darán valores más bajos, a medida que acusan esta propiedad.
- Razón de Compacidad (RC): Índice adimensional aplicable a polígonos que se obtiene a partir de la siguiente expresión, tomando como valores entre 0 y 1; cuando más cercano a cero, la forma del polígono se aleja más del círculo.

$$RC = \sqrt{\frac{A}{AC}}$$

- A: Superficie del polígono
- AC: Superficie del círculo que tiene el mismo perímetro que el polígono

VARIABLES RELACIONADAS CON LAS PARCELAS REGABLES

Las variables anteriores hacían referencia al conjunto de la zona regable. En este apartado se exponen una serie de variables espaciales relacionadas con el conjunto de parcelas regables.

- Número de parcelas con riego: Simplemente se cuenta el número de parcelas incluidas dentro de la red.
- Media, mediana y desviación típica de las superficies individuales de las parcelas. Son parámetros de posición y dispersión de dichas superficies
- Distancia cabezal-centro de gravedad de las parcelas: Es una medida que nos indica el alejamiento del origen de la red del centro de gravedad teórico de los puntos de consumo.
- Distancia o Radio Típico (RT): Se trata de una variable que mide la dispersión espacial de las parcelas. Se calcula realizando la media cuadrática de todas las distancias entre los centroides de las parcelas y el centro medio de todo el conjunto.

$$RT = \sqrt{\frac{\sum_i D_{ic}^2}{N}}$$

- D_{ic}^2 : Distancia entre el centroide de la parcela i y el Centro Medio de todas las parcelas.
- N , Número de parcelas en riego.
- Radio Dinámico (RD): Se define como la raíz cuadrada del momento de inercia polar unitario de todas las parcelas (consideradas estas como puntos con una superficie) respecto al Centro de Gravedad del conjunto de parcelas en riego.

$$RD = \sqrt{\frac{\sum D_{ig}^2 \cdot S_i}{\sum S_i}}$$

- D_{ig}^2 : Distancia entre el centroide de la parcela i y el Centro de Gravedad de todas las parcelas.

- S_i : Superficie de la parcela i.

Para la obtención de las anteriores variables espaciales se requiere disponer de los centros de gravedad y medio de las parcelas:

- Centro de Gravedad de las parcelas con riego: Coordenadas X e Y para cada red, obtenidas a partir de los centroides de los polígonos que definen las parcelas y de la superficie de estas.

$$X_{gp} = \frac{\sum X_i \cdot S_i}{\sum S_i} \qquad Y_{gp} = \frac{\sum Y_i \cdot S_i}{\sum S_i}$$

- X_i = Coordenada X del centroide de la parcela i, en m.
- Y_i = Coordenada Y del centroide de la parcela i, en m.
- S_i = Superficie de la parcela i, en m^2 .
- Centro Medio de las parcelas con riego: Coordenadas X e Y del punto obtenido a partir de la media aritmética de los centroides de todas las parcelas con riego.

$$X_{mp} = \frac{\sum X_i}{N} \qquad Y_{mp} = \frac{\sum Y_i}{N}$$

- X_i, Y_i = Coordenadas del centroide de la parcela i.

Variables relacionada con los hidrantes

Se trata del último grupo de variables que analizaremos. Son variables relacionadas con la geometría de los hidrantes.

- Número de hidrantes: Simplemente consiste en contar el número de hidrantes desde los cuales se abastecerá al total de parcelas regables.
- Número de hidrantes por hectárea. Mide la densidad de hidrantes por unidad de superficie, concretamente unidades/hectárea.
- Número de parcelas por hidrante: Se cuenta como el número medio de parcelas que son abastecidas por cada uno de los hidrantes.

- Distancia cabezal-centro de gravedad de los hidrantes. Se trata de una medida que nos indica el alejamiento del origen de la red, del centro de gravedad teórico de los puntos de servicio.
- Distancia centro de gravedad de las parcelas-centro de gravedad de los hidrantes. Se trata de una medida que nos indica el alejamiento del centro de gravedad teórico de los puntos de consumo., del centro de gravedad teórico de los puntos de servicio.
- Radio Típico de los hidrantes (RTh). Se trata de una variable que mide la dispersión espacial de los hidrantes. Se calcula realizando la media cuadrática de todas las distancias entre los hidrantes y el centro medio de todo el conjunto.

$$RTh = \sqrt{\frac{\sum_i D_{ih}^2}{HIDRA}}$$

- D_{ih} , Distancia entre el hidrante i y el centro medio de todos los hidrantes.
- HIDRA, Número de hidrantes.

Para obtener las anteriores variables, además se necesita calcular:

- Centro de Gravedad de los hidrantes: Coordenadas X e Y para cada red, obtenidas a partir de las coordenadas de los hidrantes y de la superficie de estos.

$$X_{gp} = \frac{\sum X_i \cdot S_i}{\sum S_i} \qquad Y_{gp} = \frac{\sum Y_i \cdot S_i}{\sum S_i}$$

- X_i = Coordenada X del hidrante, en m.
- Y_i = Coordenada Y del hidrante, en m.
- S_i = Superficie del hidrante, en m^2 .
- Centro Medio de los hidrantes: Coordenadas X e Y del punto obtenido a partir de la media aritmética de las coordenadas de los hidrantes.

$$X_{mp} = \frac{\sum X_i}{N} \qquad Y_{mp} = \frac{\sum Y_i}{N}$$

- X_i, Y_i = Coordenadas del hidrante i.
- Desnivel entre el hidrante más alto y más bajo: Es una medida que nos indica la diferencia de cota entre dichos hidrantes.
- Desnivel entre el cabezal y el hidrante más alto: Es una medida que nos indica la diferencia de cota entre el cabezal y el hidrante más alto.
- Desnivel entre el cabezal y el hidrante más bajo: Es una medida que nos indica la diferencia de cota entre el cabezal y el hidrante más bajo.
- Distancia entre el hidrante más alto y el más bajo: Es una medida que nos indica el alejamiento entre los hidrantes de mayor y menor cota.
- Distancia entre el cabezal y el hidrante más alto: Es una medida que nos indica el alejamiento entre el cabezal y el hidrante de mayor cota.
- Distancia entre el cabezal y el hidrante más bajo: Es una medida que nos indica el alejamiento entre el cabezal y el hidrante de mayor cota.

2.5. PROCESADO ESTADÍSTICO DE LOS DATOS Y OBTENCIÓN DEL MODELO

Una vez obtenidos los valores de las variables espaciales para cada red estudiada, se va a buscar un modelo estadístico para predecir el coste óptimo de las parcelas de riego en función a estas variables, con el objeto de saber cuáles son más significativas en el gasto energético y si éstas se pueden modificar en la realidad con facilidad.

En total tenemos cuarenta y cuatro muestras para realizar el modelo, debido a que tenemos once redes y para cada una se ha calculado el coste óptimo si se regara con cuatro, cinco, seis o siete sectores.

Para ello, se ha utilizado el programa estadístico Statgraphics Plus 5.1, y se ha realizado una regresión múltiple para obtener un modelo lineal, (Pérez, C. 1998), además para comprobar la validez del modelo lineal se realizaron las correspondientes comprobaciones

para verificar que se cumplen las siguientes hipótesis y por tanto la validez del modelo (Navidi, W., 2006):

- La hipótesis de linealidad: La variable respuesta depende linealmente de las variables explicativas.
- La no correlación de las variables
- La hipótesis de normalidad de los residuos por la que todos los residuos están distribuidos normalmente
- La hipótesis de homocedasticidad de los residuos.
- Todos los errores o residuos tienen media cero.
- La no autocorrelación e independencia de los residuos, es decir, que todos los residuos son aleatorios e independientes.

CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. GASTO ENERGÉTICO SEGÚN LA SECTORIZACIÓN

Los resultados del programa sectoriza nos muestran, además del consumo total de energía de la red en Kw h/ día para la sectorización por cotas o la óptima calculada según el número de sectores de riego propuesto (4, 5, 6, 7), para cada sector la presión necesaria, el caudal regado en cada sector y el coste, además de el número de bombas usadas así como su rendimiento y el caudal, la presión y el coste que genera cada bomba. Estos resultados individuales están recogidos en las tablas del anexo II.

Los resultados del consumo de energía total obtenidos en nuestras redes de estudio con el programa sectoriza, tanto para la sectorización por cotas como para la sectorización de los hidrantes óptima para el riego de las parcelas dividiéndolas en 4, 5, 6, y 7 sectores, se muestran en la siguiente tabla:

Tabla II: Consumo de energía en Kw h/ d de las diferentes redes de riego.

RED	Coste por cotas con N Sectores				Coste optimo con N Sectores			
	4	5	6	7	4	5	6	7
S1	-	4.182,35	5.590,42	8.709,59	2.374,64	2.359,56	2.386,45	2.314,84
S3	-	1.065,67	1.227,95	1.127,21	1.035,25	1.027,95	992,75	961,11
S5	2.093,2	2.343,71	7.686,01	2.544,88	1.931,04	1.828,51	1.700,03	1.524,8
S6	-	2.406,6	2.456,87	2.502,67	2.137,35	2.045,61	2.014,23	1.816,78
S8	-	2.475,6	2.789,01	2.881,36	2.102,2	2.275,6	2.034,34	1.996,5
S9	-	2.041,62	2.317,9	2.660,05	1.792,01	1.762,72	1.660,57	1.550,22
S10	1.302,84	1.428,51	1.260,01	1.302,19	1.281,1	1.248,58	1.223,28	1.195,87
S11	-	6.757,01	9.650,48	9.800,28	2.251,51	2.429,78	2.189,12	1.960,09
S13	-	2.240,58	2.218,54	2.333,12	1.965,92	1.941	1.922,86	1.850,58
S15	-	1.336,47	1.314,76	1.323,18	1.273,71	1.205,31	1.160,68	1.121,14
C22	-	1.071,52	876,27	874,92	897,9	828,12	781,02	761,25

De estos resultados se puede comprobar que para las mismas redes, el gasto energético en Kw h /d es menor cuando las redes se han organizado con sectores óptimos que cuando se han organizado por cotas, y además se observa que el gasto disminuye cuando se han organizado con un número mayor de sectores óptimos.

Además, se observa el buen funcionamiento de la herramienta sectoriza, dando solución al problema planteado por Moreno, M. A. *et al.*, (2010), en el cual afirmaba que se

podía ahorrar energía mediante la sectorización óptima, pero que los métodos para realizar los sectores no garantizaban el ahorro, y esta herramienta de sectorización soluciona el problema.

El coste calculado realizando sectores óptimos en Kw h/día de las redes estudiadas, se ha calculado sin tener en cuenta las tarifas, ni la división horaria de éstas, a pesar de que la diferencia de coste entre regar en periodo punta o valle es significativa, debido a que el objetivo último de este trabajo es ver la influencia de las variables espaciales en el consumo en Kw h/día.

A partir de estos resultados, se obtienen unas tablas en las que para el mismo número de sectores se comparan, para la misma red, la diferencia en el gasto energético entre la sectorización por cota y la sectorización óptima obtenida con el algoritmo SA con el programa sectoriza, por lo que podemos obtener el ahorro energético y el porcentaje de ahorro que supone regar utilizando la sectorización óptima calculada respecto a la sectorización por cotas.

Tabla III. Comparación del consumo en Kw/h/d de las redes organizadas en 5 sectores por cotas u optimizados.

RED	Cotas	Óptimo	Ahorro	% ahorrado
S1	4.182,35	2.359,56	1.822,79	43,58
S3	1.065,67	1.027,95	37,72	3,54
S5	2.343,71	1.828,51	515,2	21,98
S6	2.406,6	2.045,61	360,99	15,00
S8	2.475,6	2.275,6	200	8,08
S9	2.041,62	1.762,72	278,9	13,66
S10	1.428,51	1.248,58	179,93	12,6
S11	6.757,01	2.429,78	4.327,23	64,04
S13	2.240,58	1.941	299,58	13,37
S15	1.336,47	1.205,31	131,16	9,81
C22	1.071,52	828,12	243,4	22,72
Media			763,35	20,76

Tabla IV. Comparación del consumo en Kw h/d de las redes organizadas en 6 sectores por cotas u optimizados.

RED	Cotas	Óptimo	Ahorro	% ahorrado
S1	5.590,42	2.386,45	3.203,97	57,31
S3	1.227,95	992,75	235,2	19,15
S5	7.686,01	1.700,03	5.985,98	77,88
S6	2.456,87	2.014,23	442,64	18,02
S8	2.789,01	2.034,34	754,67	27,06
S9	2.317,9	1.660,57	657,33	28,36
S10	1.260,01	1.223,28	36,73	2,92
S11	9.650,48	2.189,12	7.461,36	77,32
S13	2.218,54	1.922,86	295,68	13,33
S15	1.314,76	1.160,68	154,08	11,72
C22	876,27	781,02	95,25	10,87
Media			1.756,63	31,27

Tabla V. Comparación del consumo en Kw h/d de las redes organizadas en 7 sectores por cotas u optimizados.

RED	Cotas	Óptimo	Ahorro	% ahorrado
S1	8.709,59	2.314,84	6.394,75	73,42
S3	1.127,21	961,11	166,1	14,74
S5	2.544,88	1.524,8	1.020,08	40,08
S6	2.502,67	1.816,78	685,89	27,41
S8	2.881,36	1.996,5	884,86	30,71
S9	2.660,05	1.550,22	1.109,83	41,72
S10	1.302,19	1.195,87	106,32	8,16
S11	9.800,28	1.960,09	7.840,19	80,00
S13	2.333,12	1.850,58	482,54	20,68
S15	1.323,18	1.121,14	202,04	15,27
C22	874,92	761,25	113,67	12,99
Media			1.727,84	33,20

Con estas tablas se deduce que para el mismo número de sectores de riego, como se había anticipado en la introducción con la revisión del estado del arte, existe un ahorro importante en el consumo de Kw h/d de realizar los sectores por cotas a realizarlos de manera optimizada. El ahorro medio ha resultado ser para 5, 6 ó 7 sectores de 20,76, 31,27 y 33,20% respectivamente.

De estas tres últimas tablas se obtiene el ahorro medio generado si se aplicase a una red de riego que funciona por cotas una sectorización óptima, este ahorro medio resultó ser

1.415,94 Kwh/d, o, en porcentaje, 28,41%. Además puede observarse como el porcentaje ahorrado es mayor conforme se aumenta el número de sectores en los que se divide la red de riego, en la siguiente tabla:

Tabla VI. Ahorro medio en Kwh/d obtenido.

Sectores	Ahorro medio	% medio ahorrado
5	763.35	20.76%
6	1.756.63	31.27%
7	1.727.84	33.20%
Media	1.415.94	28.41%

3.2. VARIABLES ESPACIALES

Al realizar el análisis y cálculos de las variables espaciales explicadas en el apartado variables espaciales del capítulo material y métodos, se obtuvieron los siguientes resultados, representados en las tablas que a continuación se muestran:

Variables relacionadas con la zona regable en su conjunto

Los resultados obtenidos de las variables relacionadas con la zona regable en su conjunto: Superficie total, Superficie de riego, Perímetro, Densidad, Ratio Superficie/Perímetro (S P) y Razón de compacidad, se resumen en la tabla VII.

Tabla VII. Valores obtenidos de las variables relacionadas con la zona regable en su conjunto.

RED	Sup.total (m²)	Sup.riego (m²)	Perímetro (m)	densidad	S P	Razón Compacidad
S1	2.466.545	2.222.242	11.240	0,9	219,44	0,5
S3	2.523.258	1.935.773	7.550	0,767	334,21	0,75
S5	2.295.562	2.132.671	9.254	0,93	248,06	0,58
S6	3.350.178	2.914.064	15.789	0,87	212,18	0,41
S8	3.101.298	2.929.591	13.080	0,94	237,1	0,48
S9	2.339.647	2.253.020	8.138	0,96	287,5	0,67
S10	2.025.450	1.911.525	7.900	0,94	256,39	0,64
S11	2.693.696	2.447.092	13.971	0,91	192,81	0,42
S13	3.314.373	2.498.189	11.982	0,754	276,61	0,54
S15	1.871.868	1.790.562	8.573	0,957	218,34	0,57
C22	4.225.960	2.031.086	17003	0,481	249	0,429

Variables relacionadas con las parcelas regables

Los resultados obtenidos de las variables relacionadas con las parcelas regables: Numero de parcelas con riego (N°Par), Media, mediana y desviación típica de las superficies individuales de las parcelas, Distancia del cabezal al centro de gravedad de las parcelas (DistCABPAR), Radio típico (RT) y Radio dinámico (RD), se resumen en la tabla VIII.

Tabla VIII. Valores obtenidos de las variables relacionadas con las parcelas regables.

RED	N°Par.	SupMedia(m ²)	SupMediana(m ²)	SupDesvTip(m ²)	DistCABPAR(m)	RT	RD
S1	673	3.970	2.530	5.180	492,68	1.033	1.044
S3	366	5.289	3.628	6.085	255,4	672	654
S5	421	6.100	3.720	7.430	1.525,1	858	826
S6	768	4.570	3.100	5.620	1.570,7	1.049	1.050
S8	465	7.580	4.300	12.610	1.263,2	959	969
S9	410	6.610	4.500	7.630	594	843	847
S10	376	6.120	4.520	6.730	521,72	628	644
S11	501	5.880	3.900	6.560	1.421,7	892	909
S13	481	5.194	3.499	7.691	921,19	732	756
S15	355	5.044	3.708	5.779	1.029	737	727
C22	321	6.327	4.948	6.246	721,32	1.126	1.322

Variables relacionadas con los hidrantes

Los resultados obtenidos de las variables relacionadas con los hidrantes: Número de hidrantes (N°Hid), Número de hidrantes por hectárea (Hid/Sup), Número de parcelas por hidrante (Par/Hid), Distancia del cabezal al centro de gravedad de los hidrantes (distCABHID), Distancia centro de gravedad de las parcelas al centro de gravedad de los hidrantes (distPARHID), Radio Típico de los hidrantes (RTh), Desnivel entre el hidrante más alto y más bajo (dZ hid A-B), Desnivel entre el cabezal y el hidrante más alto (dZ cab-hidA), Desnivel entre el cabezal y el hidrante más bajo (dZ cab-hidB), Distancia entre el hidrante más alto y el más bajo (dist hidA-B), Distancia entre el cabezal y el hidrante más alto (Dist cab-hidA), Distancia entre el cabezal y el hidrante más bajo (Dist cab-hidB), se resumen en la tabla IX.

Tabla IX. Valores obtenidos de las variables relacionadas con los hidrantes.

RED	NºHid	Hid/Sup	Par/Hid	distCABHID (m)	RTh	distPARHID (m)	dZ hid A-B(m)
S1	121	0,491	5,562	484,631	1,02	8,701	58,49
S3	53	0,274	6,906	288,101	0,666	51,957	13,657
S5	82	0,357	5,134	1.514,216	0,88	26,09	27,982
S6	92	0,275	8,348	1.568,836	1,01	9,662	29,742
S8	81	0,261	5,741	1.228,951	0,64	38,931	15,624
S9	57	0,244	7193	546,667	0,84	59,523	23,308
S10	47	0,232	8	517,022	0,88	4,756	12,62
S11	87	0,323	5,759	1.412,359	0,59	10,779	43,158
S13	59	0,236	8,153	942,997	0,723	25,307	12,798
S15	51	0,272	6,961	1.020,288	0,71	11,409	9,38
C22	57	0,281	5,632	704,886	1,147	20,835	37

RED	dZ cab-hidA(m)	dZ cab-hidB(m)	dist hidA-B(m)	Dist cab-hidA(m)	Dist cab-hidB(m)
S1	28,88	29,61	2.542,474	481,1	2.124,862
S3	7,42	6,237	2.050,006	1.069,9	1.016,285
S5	5,41	22,572	3.201,456	312,79	2.894,940
S6	6,132	23,61	3.516,544	174,67	3.344,303
S8	1,082	14,542	2.259,054	119,87	2.190,201
S9	10,376	12,932	3.019,932	1.153,5	1.883,296
S10	8,253	4,367	1.635,067	1.227,3	693,38
S11	14,724	28,434	2.528,885	408,96	2.871,832
S13	12,583	0,215	2.608,497	2.427,4	618,093
S15	5,462	3,918	1.780,17	1.630,3	824,054
C22	13	24	3.811,527	1.280,7	2.727,538

3.3. MODELO ESTADÍSTICO DEL COSTE ÓPTIMO

Se obtuvieron los resultados del ajuste a un modelo de regresión lineal múltiple para describir la relación entre el Coste Óptimo y las variables espaciales. La ecuación del modelo ajustado resultó ser la siguiente:

$$\text{Coste Óptimo} = -698,919 + 0,00114761 \cdot \text{SRIEGO} - 0,0897613 \cdot \text{perimetro} + 0,586236 \cdot \text{dist CABHID} + 52,7504 \cdot \text{dZ cab-hidA} - 58,1701 \cdot \text{N sectores}$$

Este resultado es muy interesante, debido a que la variable que más influye en el ahorro de energía es el N° de sectores de operación, siendo menor el coste cuántos más sectores, esto es relevante debido a que se puede aplicar a las redes de riego a presión, lo que

supondría un ahorro energético importante, sin realizar ninguna inversión en infraestructura, solamente cambiando el manejo de los turnos de riego de los hidrantes de la red de riego.

El análisis estadístico queda reflejado en las siguientes tablas:

Tabla X. Tabla del análisis de regresión múltiple.

Análisis de regresión múltiple				
Variable dependiente: Coste Óptimo				
Parámetro	Estimación	Error Estándar	Estadístico T	P-Valor
CONSTANTE	-698,919	138,318	-5,05299	0,0000
SRIEGO	0,00114761	0,0000612876	18,725	0,0000
perímetro	-0,0897613	0,00701791	-12,7903	0,0000
dist CABHID	0,586236	0,0531643	11,0269	0,0000
dZ cab-hidA	52,7504	2,7604	19,1097	0,0000
N sectores	-58,1701	14,6892	-3,96007	0,0003

Tabla XI. Tabla ANOVA.

Análisis de varianaza					
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	1,02701E7	5	2,05401E6	173,08	0,0000
Residuo	450963,	38	11867,4		
Total (Corr.)	1,0721E7	43			

R-cuadrado = 95,7937 por ciento
R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 95,2402 por ciento
Error estándar del est. = 108,938
Error absoluto medio = 77,6938
Estadístico Durbin-Watson = 1,73063
Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,118348

El estadístico R-cuadrado indica que el modelo explica un 95,7973% de la variabilidad en CosteÓptimo. El estadístico R-cuadrado ajustado, que es más conveniente para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 95,2402%. El error estándar de la estimación muestra que la desviación típica de los residuos es 108,938. Este valor puede usarse para construir los límites de predicción para las nuevas observaciones, dado que en nuestro caso estudiado la media del cálculo de los costes óptimo oscila alrededor de los 1.900 Kw'h /día, se considera que es un error asumible para realizar primeras estimaciones aproximadas del coste energético de las redes. El error absoluto medio (MAE) de 77,6938 es el valor medio de los residuos.

Dado que el p-valor en la tabla ANOVA es inferior a 0,01, se puede afirmar que existe relación estadísticamente significativa entre las variables para un nivel de confianza del 99%.

El modelo obtenido es válido ya que se cumplen todas las hipótesis para los residuos en los modelos lineales, como se demuestra a continuación con las siguientes gráficas y tablas:

En primer lugar, se observa el buen comportamiento del modelo y se contrasta la hipótesis de linealidad del modelo con el gráfico de observados & ajustados:

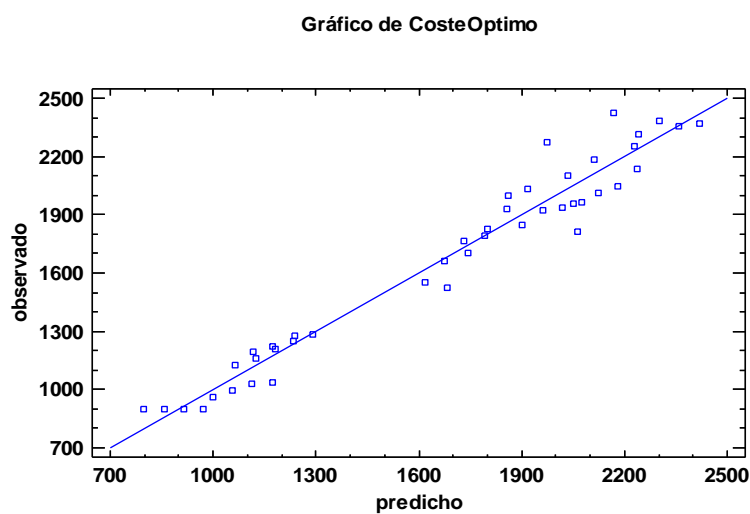


Figura III: Gráfico de valores del coste óptimo observados frente a los predichos.

En la figura II, el gráfico de residuos, se observa como la recta de mínimos cuadrados es una línea recta que pasa por el cero en el eje vertical, por lo que se cumple que todos los errores o residuos tienen media cero, además se observa que el diagrama de dispersión es homocedástico, debido a que la dispersión vertical no varía demasiado a lo largo de la longitud horizontal de la gráfica, sin observarse ninguna tendencia, cumpliéndose así, la hipótesis de homocedasticidad.

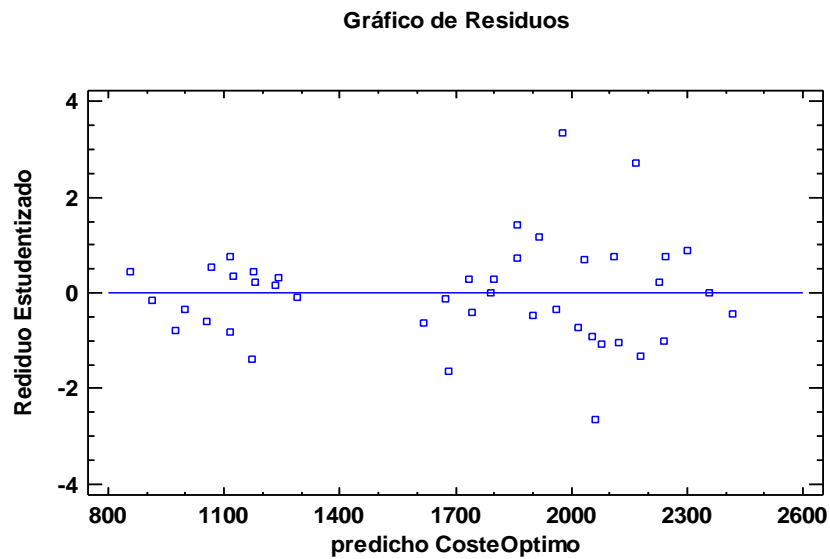


Figura IV: Gráfica de residuos contra valores ajustados para el Coste Óptimo

Se puede observar un dato que presenta un residuo estudentizado superior a tres, y otro dato cercano a tres, que pueden hacer dudar sobre la homocedasticidad, ya que rompen un poco la dispersión vertical, pero no se han eliminado del modelo a pesar de conseguir un resultado más satisfactorio, debido a que la dispersión vertical que producen no es muy acusada y para que en el modelo estén considerados todos los datos con los que se disponía para realizarlo, debido a que sólo se disponían de 44. Ocurre lo mismo con estos dos datos en los gráficos de residuos contra cada una de las variables del modelo, como se observa en las siguientes figuras.

A continuación se comprueban estas mismas hipótesis en las gráficas de residuos contra cada una de las variables independientes que componen el modelo:

Gráfico de Residuos

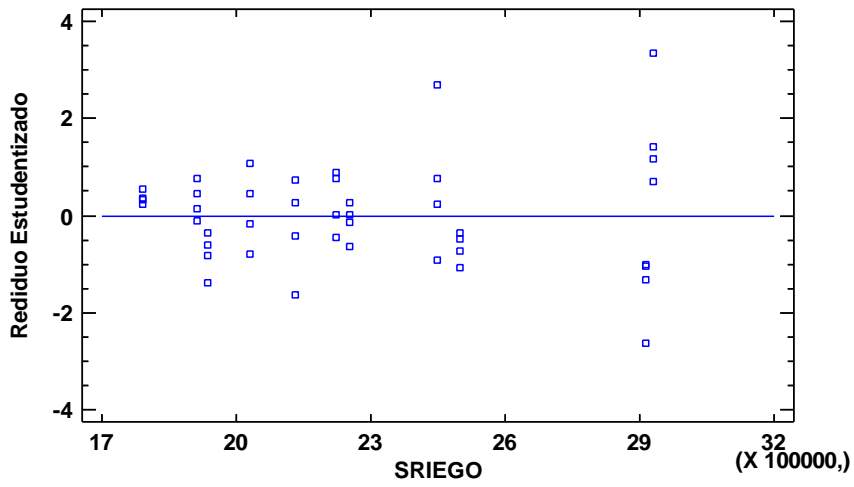


Figura V: Gráfica de residuos contra valores de la variable SRiego.

Gráfico de Residuos

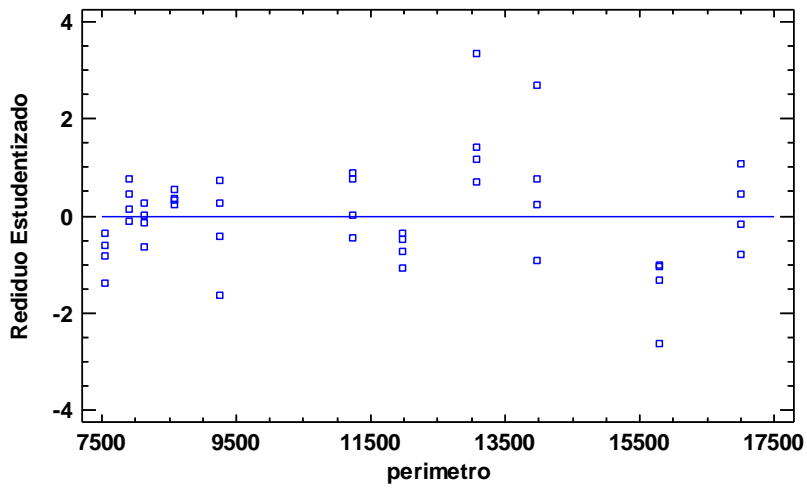


Figura VI: Gráfica de residuos contra valores de la variable Perímetro.

Gráfico de Resíduos

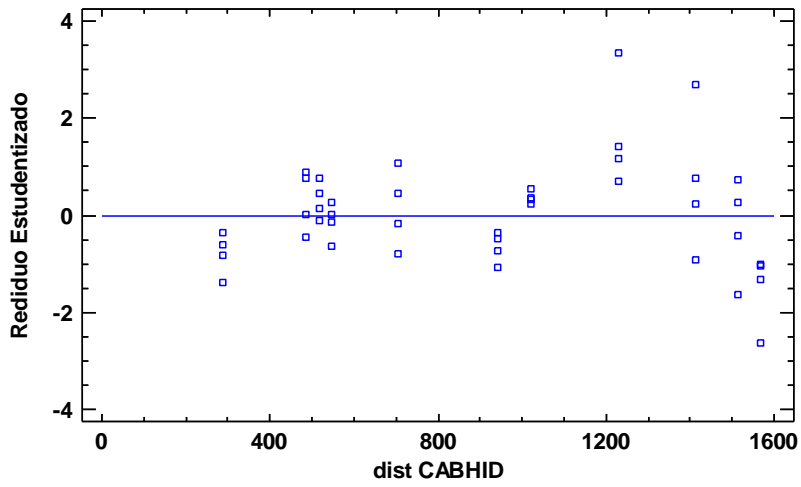


Figura VII: Gráfica de resíduos contra valores de la variable dist CABHID.

Gráfico de Resíduos

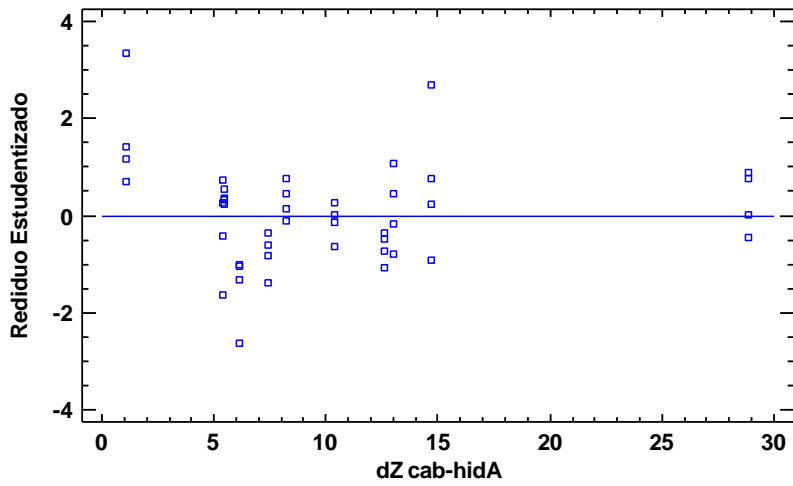


Figura VIII: Gráfica de resíduos contra valores de la variable Dz cab-hidA.

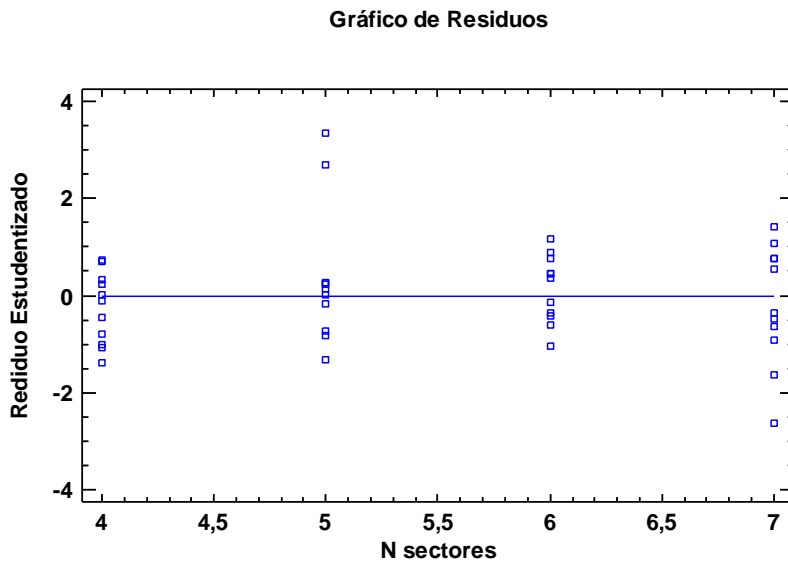


Figura IX: Gráfica de residuos contra valores de la variable N sectores.

Para demostrar la normalidad de los residuos, nos servimos de la figura VIII, en la cual vemos que los residuos se ajustan bastante bien a la línea recta que supondría la distribución normal.

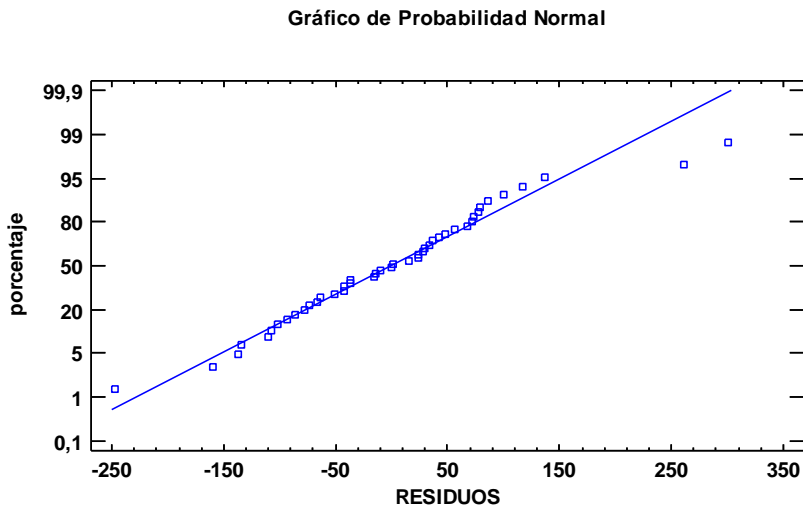


Figura X: Gráfica de probabilidad normal de residuos

Tabla XII . Resumen estadístico para los Residuos.

Recuento	44
Promedio	-0,0000480682
Mediana	0,558393
Desviación Estándar	102,409
Coefficiente de Variación	-2,13049E8%
Mínimo	-247,257
Máximo	299,883
Rango	547,14
Sesgo Estandarizado	1,35026
Curtosis Estandarizada	1,98229

Además, nos servimos de la tabla XII, que nos muestra los estadísticos de resumen para los residuos. Incluye medidas de tendencia central, medidas de variabilidad y medidas de forma. De particular interés aquí son el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada, las cuales pueden utilizarse para determinar si la muestra proviene de una distribución normal. Valores de estos estadísticos fuera del rango de -2 a +2 indican desviaciones significativas de la normalidad. En este caso, el valor del sesgo estandarizado se encuentra dentro del rango esperado para datos provenientes una distribución normal. El valor de curtosis estandarizada se encuentra dentro del rango esperado para datos provenientes de una distribución normal.

Para comprobar la hipótesis de no autocorrelación e independencia de los residuos, utilizamos el estadístico Durbin-Watson, el cual es de 1,731. Según la bibliografía lo mejor es que esté cercano a 2, y sea mayor que 1,4. Por tanto, se puede decir que se cumple esta hipótesis.

Para verificarlo mejor, hacemos la prueba con las tablas de Durbin-Watson, (ver tabla en anexo III), según la cual:

Si $0 < \hat{d} < d_L$ aceptamos la existencia de autocorrelación positiva.

Si $d_L < \hat{d} < d_U$ el contraste no es concluyente.

Si $d_U < \hat{d} < 4 - d_U$ se acepta que no hay autocorrelación.

Si $4 - d_U < \hat{d} < 4 - d_L$ el contraste no es concluyente.

Si $4 - d_L < \hat{d} < 4$ aceptamos la existencia de autocorrelación negativa.

Para nuestro modelo, con 5 variables independientes, 44 datos y significancia de 0,01, de las tablas se obtiene que $d_L=1,11$ y $d_U=1,58$. Como $4-1,58=2,42$, se cumple el tercer supuesto de Durbin-Watson y se acepta que no hay autocorrelación de los residuos, ya que se cumple que $1,58 < 1,731 < 2,42$.

Por último, para corroborar la hipótesis de no correlación de las variables se presenta la siguiente matriz de correlaciones obtenida en la tabla XIII, en la cual todas las variables presentan una correlación con valores absolutos inferior a 0,5, sin incluir el término constante.

Tabla XIII. Matriz de Correlaciones.

Matriz de correlación de los estimadores de los coeficientes					
	SRIEGO	perímetro	dist CABHID	dZ cab-hidA	N sectores
SRIEGO	1,0000	-0,4301	-0,3486	0,0858	0,0000
perímetro	-0,4301	1,0000	-0,3284	-0,3827	0,0000
dist CABHID	-0,3486	-0,3284	1,0000	0,4455	0,0000
dZ cab-hidA	0,0858	-0,3827	0,4455	1,0000	0,0000
N sectores	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000

Una de las limitaciones que puede tener el modelo creado, debido al tiempo disponible, es que sólo se ha desarrollado con el estudio de 11 redes, de las cuales se han obtenido 44 datos para realizar el modelo, aunque se ha demostrado que el comportamiento del modelo es bueno, y puede servir, para en una primera instancia, un técnico conociendo las variables espaciales de la red, calcular con un error aceptable cuál sería el coste energético si se usara una sectorización óptima y ver el ahorro que tendría lugar en dicha red. Una posibilidad de seguir con este estudio, sería afinar el modelo utilizando un mayor número de redes para realizar el modelo más fiable y/o introducir nuevas variables espaciales que se hayan podido dejar sin analizar para crear el modelo. Para finalizar, se puede afirmar que se han cumplido con los objetivos planteados al principio del estudio.

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES

Las conclusiones que se obtienen de los resultados obtenidos en el presente estudio son las siguientes:

- Se corrobora que existe un ahorro importante de energía consumida en redes que anteriormente estaban regadas por turnos con una sectorización por cotas a regarlas con turnos realizando una sectorización óptima de los hidrantes de la red. En nuestro estudio este ahorro resultó ser del 28,41%.

- El coste óptimo para una misma red es menor cuanto mayor sea el número el número de sectores.

- De las veintitrés variables espaciales y geográficas estudiadas, han resultado finalmente cinco formar parte del modelo de cálculo del coste óptimo: la superficie de riego, el perímetro, la distancia del cabezal al centro de gravedad de los hidrantes, la diferencia de altura entre el cabezal (bomba) y el hidrante más alto y el número de sectores.

- Las variables que componen el modelo, son variables que tienen relación con el tamaño de la zona regable (Sup. de riego), la forma y tamaño de parcelas de riego en su conjunto (perímetro), la disposición de los hidrantes (diferencia de altura entre el cabezal y el hidrante más alto y la distancia del cabezal al centro de gravedad de los hidrantes) y el número de sectores de riego.

- De las cinco variables que conforman el modelo, tres de ellas (Sriego, dist CABHID y dZ cab-hidA) lo hacen de manera positiva, de manera que al aumentar su valor, aumentan el gasto de energía en Kw h/día, y dos (perímetro, y N sectores) lo hacen de manera negativa, de manera que al aumentar su valor, disminuye el gasto energético.

- Según el modelo la variable que más influye en el gasto de energía es el número de sectores, y lo hace además de forma negativa, corroborando lo que se puede observar en los resultados obtenidos con el programa sectoriza, según la cual el coste es menor cuanto mayor sea el número de sectores.

- La segunda variable que más influye en el coste en el modelo y de forma positiva es la variable diferencia de cota entre el cabezal y el hidrante más alto.

- Se puede concluir que la mejor manera para disminuir el coste energético en redes de riego existentes mediante una sectorización óptima es aumentar el número de sectores de riego, debido a que de todas las variables, es la que tiene un coeficiente más influyente en el modelo, y sobre todo porque se puede modificar sin realizar ninguna inversión, solo modificando el manejo del riego. Para modificar la variable diferencia de cota entre el cabezal y el hidrante más alto sería necesario realizar una obra que resultaría económicamente y técnicamente inviable. La Superficie de riego, perímetro y la distancia del cabezal al centro de gravedad de los hidrantes no se puede modificar una vez está implantado el sistema de riego.

- Con este resultado, puede ser interesante que al diseñar un sistema nuevo de riego, diseñarlo de tal forma que la distancia del cabezal al centro de gravedad de los hidrantes sea la mínima posible para ahorrar energía.

CAPÍTULO V. BIBLIOGRAFÍA

Abadia, R., Rocamora, C., Ruiz, A., Puerto, H. (2008). *Energy efficiency in irrigation distribution networks I: Theory*. Biosystems Engineering, 101(1), 21-27.

Cobo, M.T.C., Díaz, J.A.R., Montesinos, P., Luque, R.L., Poyato, E.C. (2011). *Low energy consumption seasonal calendar for sectoring operation in pressurized irrigation networks*. Irrigation Science, 29(2), 157-169.

Daccache, A., Lamaddalena, N., Fratino, U., (2010). *On-demand pressurized water distribution system impacts on sprinkler network design and performance*. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 136(4), 261–270.

García-Prats, A., Guillem-Pico, S., Martínez-Alzamora, F., Jiménez-Bello, M., (2011). *Rasgeminec decision support tool for sectoring optimization in pressurized irrigation networks using simulated annealing approach*. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, En prensa, doi:10.1061/(ASCE)IR.1943-4774.0000452.

IDAE (2008). *Protocolo de auditoría energética en Comunidades de Regantes*. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, Spain.

ITRC (2005). *CEC agricultural peak load reduction program*. California Energy Commission, USA.

Jimenez-Bello, M. A., Martinez Alzamora, F., Bou Soler, V., Bartoli Ayala, H. J. (2010). *Methodology for grouping intakes of pressurised irrigation networks into sectors to minimize energy consumption*. Biosystems Engineering, 105(4), 429-438.

Jiménez-Bello, M.T., Alzamora, F.M., Castel, J.R., Intrigliolo, D.S. (2011). *Validation of a methodology for grouping intakes of pressurized irrigation networks into sectors to minimize energy consumption*. Agricultural Water Management, 102(1), 46-53.

Lamaddalena, N; Sagardoy, J. A., (2000). *Performance Analysis of On-demand Pressurized Irrigation Systems*. Paper 59. FAO. Irrigation and Drainage, Rome, Italy.

- Lamaddalena, N., Fratino, U., Daccache, A., (2007). *On-farm sprinkler irrigation performance as affected by the distribution system*. Biosystems Engineering, 96(1), 99–109.
- Moreno M A; Carrion P; Planells P; Ortega J F; Tarjuelo J M (2007a). *Measurement and improvement of the energy efficiency at pumping stations*. Biosystems Engineering, 98, 479–486.
- Moreno M A; Planells P; Ortega J F; Tarjuelo J M (2007b). *New methodology to evaluate flow rates in on-demand irrigation networks*. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 133(4), 298–306.
- Moreno M A; Planells P; Córcoles J I; Tarjuelo J M; Carrion, P. (2009). *Development of a new methodology to obtain the characteristic pump curves that minimize the total cost at pumping stations*. Biosystems Engineering, 102, 95–105.
- Moreno, M.A., Córcoles, J.I., Tarjuelo, J.M., Ortega, J.F., (2010). *Energy efficiency of pressurised irrigation networks managed on-demand and under a rotation schedule*. Biosystems Engineering, 107(4), 349-363.
- Navidi, W., (2006). *Estadística para ingenieros y científicos*. Ed. McGraw-Hill Interamericana. México. D.F., México. 868 pp.
- Perez, C.L., (1998). *Métodos Estadísticos con STATGRAPHICS para windows. Técnicas básicas*. Ed. ra-ma, Madrid, Spain. 705 pp.
- Pérez Urrestarazu, L., Rodríguez Díaz, J. A., Camacho Poyato, E., López Luque, R. (2009). *Quality of service in irrigation distribution networks. The case of Palos de la Frontera irrigation district (Spain)*. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 135(6), 755–762.
- Planells P; Carrion P A; Ortega J F; Moreno M A; Tarjuelo J M (2005). *Pumping selection and regulation for water distribution networks*. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 131(3), 273–281.
- Plusquellec H., (2009) *Modernization of large-scale irrigation systems: is it an achievable objective or a lost cause?* Irrigation and Drainage, 58(1),104–120.

Pulido-Calvo, I., Roldan, J., López-Luque, R., Gutiérrez-Estrada, J. C. (2003). *Water delivery system planning considering irrigation simultaneity*. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 129(4), 247–255.

Rodríguez-Díaz, J.A., Camacho-Poyato, E., López-Luque, R. (2004). *Application of data envelopment analysis to studies of irrigation efficiency in Andalusia*. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 130(3), 175-183.

Rodríguez Díaz J. A., Camacho Poyato E., López Luque R. (2007) *Model to forecast maximum flows in on-demand irrigation distribution networks*. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 133(3), 222–231.

Rodríguez-Díaz J. A.; López-Luque R; Carrillo-Cobo M.T.; Montesinos P; Camacho-Poyato E; (2009). *Exploring energy saving scenarios for on-demand pressurized irrigation networks*. Biosystems Engineering, 104(4), 552–561.

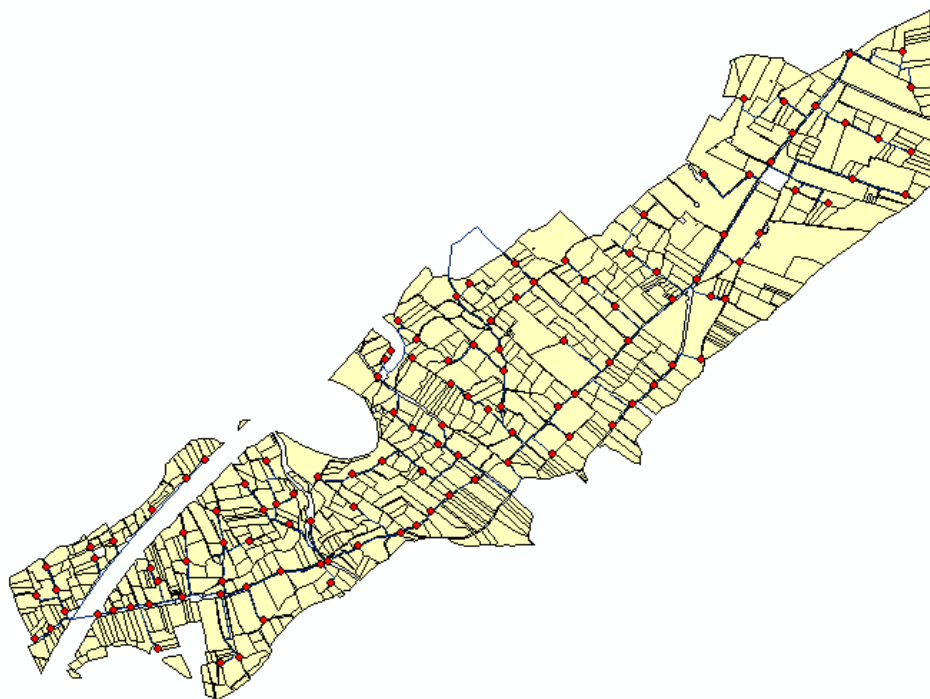
Rossman, L.A., (2000). *EPANET User Manual*. US Environmental Protection Agency, Drinking Water Research Division, Risk Reduction Engineering Laboratory, Cincinnati, Ohio, USA.

Vieira, F., Ramos, H. M., (2009). *Optimization of operational planning for wind/hydro hybrid water supply systems*. Renew Energy, 34, 928–936.

ANEXOS

ANEXO I. Redes de riego

AI.1 Red Sagunto sector 1 (S1)



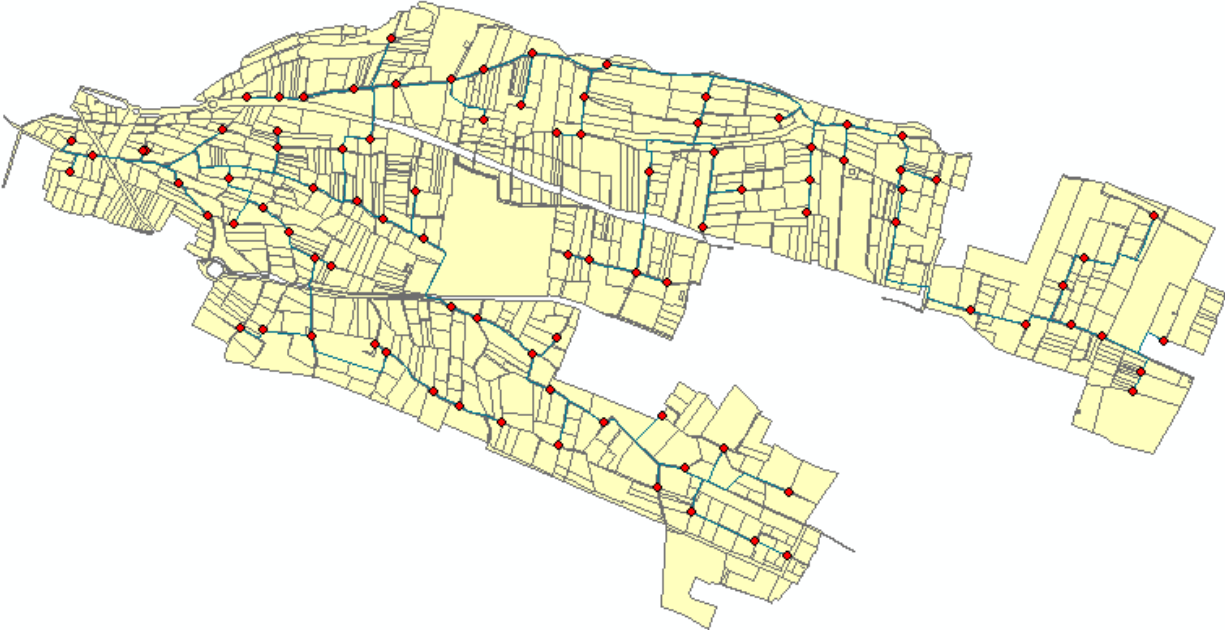
AI.2. Red Sagunto sector 3 (S3)



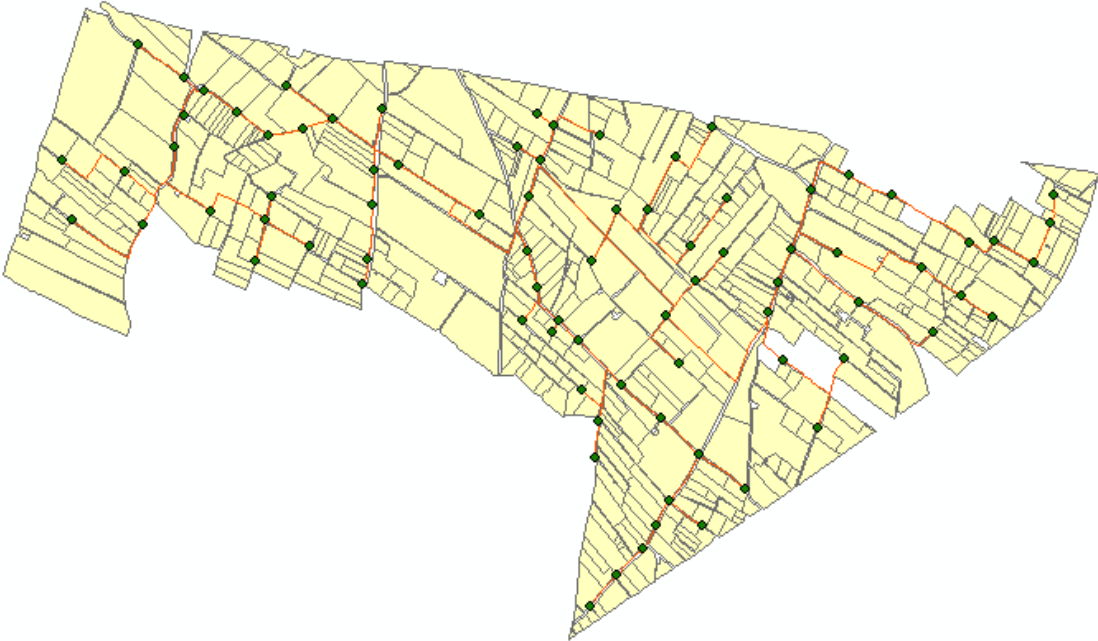
AI.3. Red Sagunto sector 5 (S5)



AI.4. Red Sagunto sector 6 (S6)



AI.5. Red Sagunto sector 8 (S8)



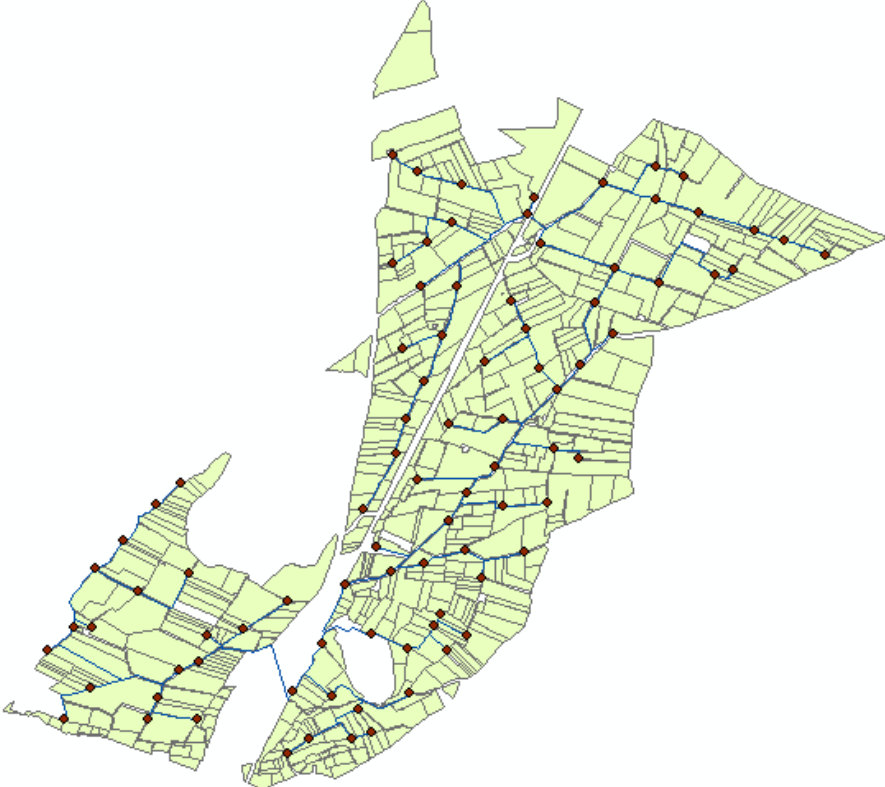
AI.6. Red Sagunto sector 9 (S9)



AI.7. Red Sagunto sector 10 (S10)



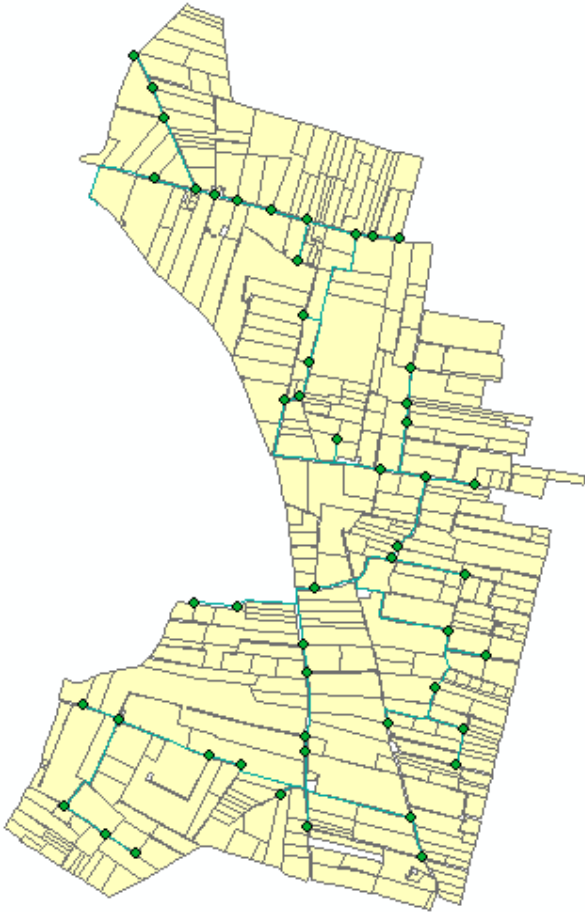
AI.8. Red Sagunto sector 11 (S11)



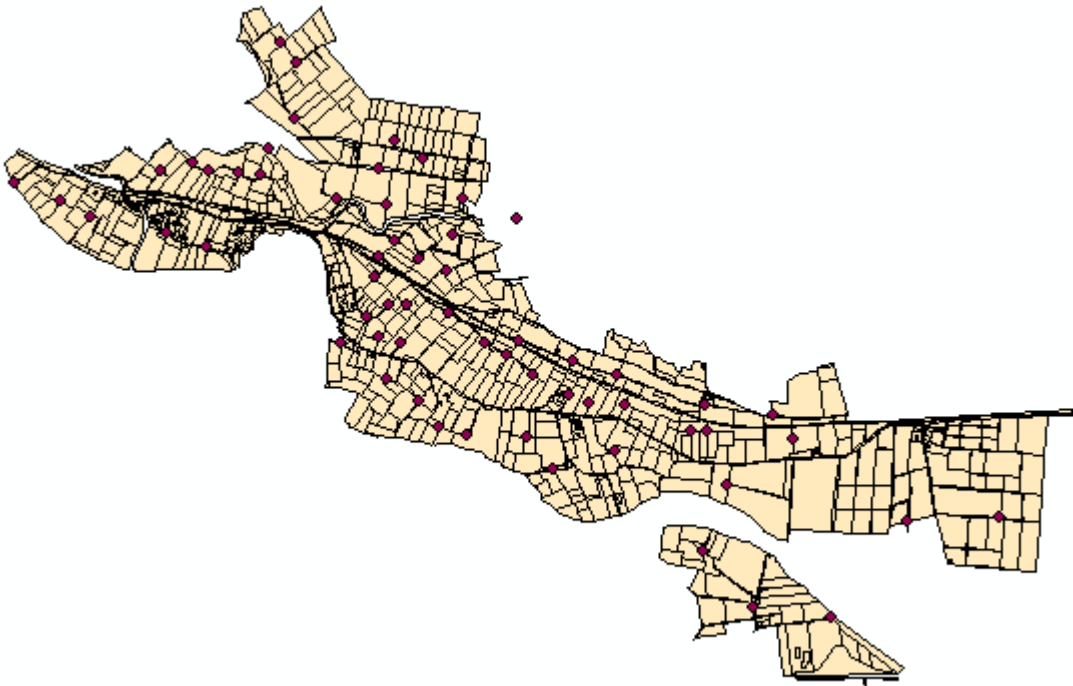
AI.9. Red Sagunto sector 13 (S13)



AI.10. Red Sagunto sector 15 (S15)



AI.11. Red Cheste sector 22 (C22)



ANEXO II. Resultados del coste obtenidos con SECTORIZA

II.1. Resultado programa sectoriza para la red Sagunto 1, con 5 sectores por cotas.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	92,45	0,38			1	91,59	0,4	
	2	87,64	0,44			2	89,8	0,42	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
1	47,68	180,08	618,9	2	4	48,53	181,4	628,37	2
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	90,2	0,43			1	69,74	0,76	
	2	87,13	0,47			2	69,74	0,76	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		3	29,99	0,73	
2	49,91	177,33	578,35	2	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)	
Sector	Bombas	Q	η		5	67,71	169,47	447,11	3
	1	104,28	0,06		Total coste:			4.182,35	
	2	80,51	0,36						
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)					
	----	-----	-----	----					
3	35,02	184,79	1.909,62	2					

II.2. Resultado programa sectoriza para la red Sagunto 1, con 6 sectores por cotas.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	102,13	0,13			1	94,11	0,34	
	2	39,61	0,84			2	35,01	0,83	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
1	37,43	141,74	931,82	2	4	45,99	129,12	428,81	2
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	84,7	0,55			1	88,83	0,46	
	2	34,57	0,81			2	82,57	0,54	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
2	55,14	119,27	321,22	2	5	51,24	171,4	521,98	2
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	105,16	0,04			1	71,1	0,75	
	2	55,43	0,69			2	71,1	0,75	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		3	28,73	0,72	
3	34,02	160,59	2.934,43	2	P	Q	Coste	Bombas, (Max 3)	
					6	66,66	170,94	452,16	3
					Total coste:			5.590,42	

AI.3. Resultado programa sectoriza para la red Sagunto 1, con 7 sectores por cotas.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	96,83	0,27			1	98,41	0,23	
	2	30,48	0,81			2	28,47	0,8	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
1	43,17	127,31	496,63	2	5	41,49	126,88	561,03	2
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	104,18	0,07			1	93,33	0,36	
	2	17,54	0,65			2	31,47	0,81	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
2	35,13	121,73	1.639,74	2	6	46,78	124,8	409,28	2
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	97,52	0,26			1	74,4	0,71	
	2	32,1	0,82			2	55,63	0,83	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
3	42,44	129,62	524,31	2	7	64,05	130,02	324,9	2
Sector	Bombas	Q	η		Total coste:			8.709,59	
	1	105,64	0,02						
	2	27,08	0,81						
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)					
4	33,47	132,72	4.753,71	2					

AI.4. Resultado programa sectoriza para la red Sagunto 1, con 5 sectores óptimos.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	88,99	0,46			1	82,45	0,59	
	2	46,42	0,84			2	82,45	0,59	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		3	47,36	0,84	
1	51,09	135,42	374,42	2		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
Sector	Bombas	Q	η		4	57,19	212,26	568,02	3
	1	75,16	0,7		Sector	Bombas	Q	η	
	2	75,16	0,7			1	86,15	0,52	
	3	49,5	0,84			2	49,4	0,83	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
2	63,44	199,81	512,06	3	5	53,8	135,55	357,23	2
Sector	Bombas	Q	η		Total coste:			2.359,56	
	1	79,51	0,64						
	2	79,51	0,64						
	3	51,02	0,84						
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)					
3	59,78	210,04	547,83	3					

AIL.5. Resultado programa sectoriza para la red Sagunto 1, con 6 sectores óptimos.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	89,28	0,45			1	90,06	0,44	
	2	53,97	0,81			2	57,65	0,78	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
1	50,81	143,25	394,55	2	4	50,04	147,71	413,03	2
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	84,44	0,55			1	89,75	0,44	
	2	50,58	0,83			2	50,48	0,82	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
2	55,38	135,02	349,09	2	5	50,35	140,23	390,87	2
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	83,82	0,56			1	73,45	0,72	
	2	51,28	0,83			2	73,45	0,72	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		3	44,86	0,84	
3	55,95	135,1	347,27	2	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)	
					6	64,82	191,77	491,63	3
Total coste:							2.386,45		

AIL.6. Resultado programa sectoriza para la red Sagunto 1, con 7 sectores óptimos.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	89,67	0,45			1	90,08	0,44	
	2	59,74	0,76			2	57,52	0,78	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
1	50,43	149,41	415,13	2	5	50,03	147,6	412,81	2
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	83,3	0,57			1	50,93	0,72	
	2	55,7	0,81			P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)	6	31,33	50,93	65,15	1
2	56,42	139	355,95	2	Sector	Bombas	Q	η	
Sector	Bombas	Q	η			1	76,56	0,68	
	1	89,85	0,44			2	52,1	0,84	
	2	50,04	0,82			P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)	7	62,28	128,66	320,95	2
3	50,25	139,89	391,03	2	Total coste:	2.314,84			
Sector	Bombas	Q	η						
	1	83,95	0,56						
	2	53,63	0,82						
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)					
	55,83	137,58	353,82	2					

AI.7. Resultado programa sectoriza para la red Sagunto 1, con 4 sectores óptimos.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	83,94	0,56			1	79,98	0,63	
	2	83,94	0,56			2	79,98	0,63	
	3	70,15	0,7			3	62,69	0,78	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
1	55,84	238,03	657,2	3	3	59,37	222,66	585,91	3
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	82,04	0,59			1	74,68	0,7	
	2	82,04	0,59			2	74,68	0,7	
	3	58,41	0,8			3	60,54	0,81	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
2	57,56	222,48	591,81	3	4	63,83	209,91	539,72	3
Total coste:								2.374,64	

AI.8. Resultado programa sectoriza para la red Sagunto 3, con 5 sectores óptimos.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	71,6	0,63			1	69,77	0,66	
	2	49,22	0,8			2	52,81	0,79	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
1	37,76	120,82	195,27	2	4	38,89	122,58	198,52	2
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	73,6	0,59			1	75,66	0,55	
	2	53,15	0,78			2	54,64	0,76	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
2	36,5	126,75	207,03	2	5	35,17	130,29	215,77	2
Total coste:								1.027,95	
Sector	Bombas	Q	η						
	1	75,53	0,56						
	2	52,64	0,77						
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)					
3	35,25	128,16	211,36	2					

AII.9. Resultado programa sectoriza para la red Sagunto 3, con 6 sectores óptimos.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	75,92	0,55			1	51,47	0,75	
	2	54,77	0,76			P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
1	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)	4	29,46	51,47	59,65	1
	34,99	130,7	216,9	2	Sector	Bombas	Q	η	
Sector	Bombas	Q	η			1	76,4	0,54	
	1	56,11	0,72			2	56,87	0,74	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
2	30,81	56,11	70,97	1	5	34,67	133,28	223,04	2
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	72,31	0,61			1	75,31	0,56	
	2	53,48	0,78			2	55,96	0,75	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
3	37,32	125,78	204,68	2	6	35,39	131,26	217,51	2
Total coste:								992,75	

AII.10. Resultado programa sectoriza para la red Sagunto 3, con 7 sectores óptimos.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	57,88	0,7			1	63,38	0,65	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
1	30,89	57,88	75,14	1	5	31,23	63,38	90,22	1
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	71,74	0,62			1	56,28	0,73	
	2	58,8	0,74			P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)	6	33	56,28	74,56	1
2	37,67	130,54	215,18	2	Sector	Bombas	Q	η	
Sector	Bombas	Q	η			1	76,57	0,54	
	1	74,49	0,58			2	59	0,72	
	2	58,96	0,73			P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)	7	34,56	135,56	228,58	2
3	35,93	133,45	222,08	2	Total coste:		961,11		
Sector	Bombas	Q	η						
	1	51,52	0,72						
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)					
4	26,28	51,52	55,34	1					

AII.11. Resultado programa sectoriza para la red Sagunto 3, con 4 sectores óptimos.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	71,19	0,63			1	69,79	0,65	
	2	50,53	0,8			2	69,79	0,65	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
1	38,02	121,72	196,79	2	3	38,87	192,57	320,87	3
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	67,2	0,69			1	71,98	0,62	
	2	67,2	0,69			2	54,08	0,78	
	3	53,85	0,79			P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
2	40,42	188,25	312,38	3	4	37,52	126,07	205,21	2
Total coste:								1.035,25	

AII.12. Resultado programa sectoriza para la red Sagunto 5, con 5 sectores por cotas.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	130,14	0,37			1	130,88	0,36	
	2	42,63	0,8			2	42,28	0,8	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
1	41,85	172,76	497,22	2	4	41,38	173,16	508,97	2
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	127,55	0,41			1	130,67	0,36	
	2	34,33	0,73			2	49,1	0,84	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
2	43,45	161,87	454,02	2	5	41,51	179,77	512,82	2
Total coste:								2.343,71	
Sector	Bombas	Q	η						
	1	88,15	0,82						
	2	76	0,85						
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)					
3	63,89	164,15	370,67	2					

AII.13. Resultado programa sectoriza para la red Sagunto 5, con 6 sectores por cotas.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	134,58	0,29			1	113,75	0,61	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
1	38,63	134,58	535	1		2	25,4	0,57	
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	138,25	0,18			4	51,46	139,15	349,41
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
2	34,25	138,25	767,96	1		1	142,2	0,05	
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	137,98	0,04			5	29,15	142,2	2.501,87
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
3	26,87	137,98	3.037,02	1		1	130,71	0,36	
						2	28,84	0,67	
						P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
						6	41,48	159,55	494,76
					Total coste:			7.686,01	

AII.14. Resultado programa sectoriza para la red Sagunto 5, con 7 sectores por cotas.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	118,8	0,39			1	116,4	0,31	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
1	35,96	118,8	323,75	1		5	29,87	116,4	335,05
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	122,27	0,27			1	121,34	0,24	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
2	31,08	122,27	412,92	1		6	29,14	121,34	430,92
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	106,32	0,49			1	130,74	0,36	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		2	14,17	0,39	
3	34,95	106,32	222,17	1		7	41,47	144,91	486,29
Sector	Bombas	Q	η		Total coste:			2.544,88	
	1	112,51	0,63						
	2	9,17	0,24						
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)					
4	52,13	121,68	333,78	2					

AII.15. Resultado programa sectoriza para la red Sagunto 5, con 4 sectores óptimos.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	113,41	0,62			1	115,9	0,58	
	2	113,41	0,62			2	101,23	0,69	
	3	102,47	0,69			P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
1	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)	3	50,27	217,14	509,68	2
	51,64	329,29	784,98	3	Sector	Bombas	Q	η	
Sector	Bombas	Q	η			1	88,31	0,52	
	1	116,22	0,58			P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
	2	100,74	0,7		4	25,34	88,31	127,33	1
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)					
2	50,09	216,97	509,05	2	Total coste:			1.931,04	

AII.16. Resultado programa sectoriza para la red Sagunto 5, con 5 sectores óptimos.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	106,95	0,69			1	109,75	0,66	
	2	106,95	0,69			2	79,78	0,82	
	3	84,53	0,81			P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
1	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)	4	53,61	189,53	416,34	2
	55,07	298,44	674,24	3	Sector	Bombas	Q	η	
Sector	Bombas	Q	η			1	75,39	0,64	
	1	130,64	0,36			P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
	2	81,49	0,77		5	24,52	75,39	84,38	1
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)					
2	41,53	212,13	570,5	2	Total coste:			1.828,51	
Sector	Bombas	Q	η						
	1	76,22	0,57						
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)					
3	21,22	76,22	83,05	1					

AII.17. Resultado programa sectoriza para la red Sagunto 5, con 6 sectores óptimos.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	81,07	0,6			1	107,38	0,68	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		2	107,38	0,68	
1	25,33	81,07	101,18	1		3	89,54	0,79	
Sector	Bombas	Q	η			P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
	1	130,83	0,36		4	54,85	304,29	691,9	3
	2	89,66	0,71		Sector	Bombas	Q	η	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		1	82,97	0,58	
2	41,41	220,49	597,96	2		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
Sector	Bombas	Q	η		5	25,63	82,97	107,56	1
	1	80,51	0,57		Sector	Bombas	Q	η	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		1	82,37	0,53	
3	23,65	80,51	97,87	1		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
					6	22,74	82,37	103,55	1
Total coste:								1.700,03	

AII.18. Resultado programa sectoriza para la red Sagunto 5, con 7 sectores óptimos.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	86,26	0,54			1	83,11	0,56	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
1	25,34	86,26	119,09	1	5	24,62	83,11	107,19	1
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	88,09	0,53			1	91,17	0,54	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
2	25,65	88,09	126,49	1	6	28,31	91,17	140,62	1
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	87,87	0,51			1	92,74	0,57	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
3	24,6	87,87	125,38	1	7	31,05	92,74	149,28	1
Sector	Bombas	Q	η		Total coste:				1.524,8
	1	112,81	0,62						
	2	112,81	0,62						
	3	96,84	0,73						
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)					
4	51,97	322,46	756,75	3					

AII.19. Resultado programa sectoriza para la red Sagunto 6, con 5 sectores por cotas.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	168,31	0,44			1	109,72	0,76	
	2	38,73	0,59			2	109,72	0,76	
	P	Q	Coste	Bomba (Max 3)		3	3,43	0,06	
1	32,71	207,03	434,85	2		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
Sector	Bombas	Q	η		4	52,08	222,87	535,46	3
	1	131,05	0,7		Sector	Bombas	Q	η	
	2	89	0,76			1	154,86	0,55	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		2	113,77	0,72	
2	45,97	220,05	411,39	2		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
Sector	Bombas	Q	η		5	37,87	268,64	488,47	2
	1	104,86	0,76		Total coste:			2.406,6	
	2	104,86	0,76						
	3	19,09	0,29						
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)					
3	53,32	228,8	536,42	3					

AII.20. Resultado programa sectoriza para la red Sagunto 6, con 6 sectores por cotas.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	176,23	0,35			1	159,41	0,52	
	2	10,48	0,22			2	28,31	0,46	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
1	29,46	186,71	474,9	2	4	36,18	187,72	393,29	2
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	157,69	0,53			1	164,98	0,47	
	2	30,55	0,49			2	23,39	0,41	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
2	36,82	188,24	389,53	2	5	34,03	188,37	410,82	2
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	125,87	0,72			1	162,5	0,49	
	2	67,61	0,71			2	40,36	0,6	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
3	47,55	193,49	377,2	2	6	34,99	202,86	411,12	2
					Total coste:			2.456,87	

AII.21. Resultado programa sectoriza para la red Sagunto 6, con 7 sectores por cotas.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	165,37	0,35			1	150,79	0,59	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		2	11,49	0,21	
1	25,96	165,37	357,86	1		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
	1	152,15	0,48		5	39,36	162,28	362,62	2
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		1	165,01	0,44	
2	30,22	152,15	279,41	1		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
	1	135,69	0,68		6	31,47	165,01	350,67	1
	2	20,4	0,33			1	166,39	0,45	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		2	14,95	0,28	
3	44,5	156,09	343,86	2		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
	1	163,36	0,48		7	33,47	181,33	413,1	2
	2	1,79	0,04		Total coste:			2.502,67	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)					
4	34,66	165,15	395,14	2					

AII.22. Resultado programa sectoriza para la red Sagunto 6, con 4 sectores óptimos.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	159,15	0,52			1	160,37	0,51	
	2	123,96	0,67			2	128,1	0,65	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
1	36,27	283,11	523,9	2	3	35,81	288,47	538,84	2
	1	161,58	0,5			1	160,87	0,5	
	2	126,89	0,65			2	126,48	0,66	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
2	35,35	288,46	538,95	2	4	35,62	287,35	535,66	2
					Total coste:			2.137,35	

AII.23. Resultado programa sectoriza para la red Sagunto 6, con 5 sectores óptimos.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	148,38	0,6			1	170,66	0,41	
	2	91,7	0,76			2	109,52	0,7	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
1	40,21	240,08	433,9	2	4	31,76	280,19	534,1	2
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	159,67	0,52			1	106,39	0,69	
	2	100,63	0,74			P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)	5	29,17	106,39	131,99	1
2	36,08	260,3	472,95	2	Total coste:			2.045,61	
Sector	Bombas	Q	η						
	1	159,05	0,52						
	2	101,39	0,74						
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)					
3	36,31	260,43	472,67	2					

AII.24. Resultado programa sectoriza para la red Sagunto 6, con 6 sectores óptimos.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	135,11	0,55			1	163,84	0,48	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		2	138,29	0,6	
1	28,74	135,11	206,53	1		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
Sector	Bombas	Q	η		4	34,47	302,14	582,36	2
	1	162,52	0,49		Sector	Bombas	Q	η	
	2	139,52	0,6			1	136,75	0,57	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
2	34,99	302,03	582,05	2	5	31,27	136,75	219,31	1
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	136,91	0,57			1	134,45	0,56	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
3	31,28	136,91	219,9	1	6	28,68	134,45	204,09	1
Total coste:							2.014,23		

AI.25. Resultado programa sectoriza para la red Sagunto 6, con 7 sectores óptimos.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	119,75	0,62			1	162,55	0,49	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		2	117,9	0,69	
1	28,21	119,75	159,18	1		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
Sector	Bombas	Q	η		5	34,97	280,45	518,35	2
	1	157,38	0,53		Sector	Bombas	Q	η	
	2	115,19	0,71			1	119,86	0,64	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
2	36,94	272,57	497,38	2	6	29,65	119,86	163,91	1
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	118,54	0,63			1	117,59	0,64	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
3	28,5	118,54	157,02	1	7	28,6	117,59	154,96	1
Sector	Bombas	Q	η		Total coste:			1.816,78	
	1	118,63	0,66						
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)					
4	31,27	118,63	165,97	1					

AI.26. Resultado programa sectoriza para la red Sagunto 8, con 5 sectores por cotas.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	108,55	0,73			1	142,3	0,27	
	2	104,04	0,75			2	84,36	0,77	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
1	45,14	212,59	381,26	2	4	31,06	226,66	585,49	2
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	96,58	0,81			1	132,95	0,43	
	2	96,58	0,81			2	132,95	0,43	
	3	40,88	0,72			3	15,63	0,4	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
2	49,22	234,04	427	3	5	35,34	281,53	686,17	3
Sector	Bombas	Q	η		Total coste:			2.475,6	
	1	108,59	0,73						
	2	108,37	0,73						
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)					
3	45,12	216,97	395,68	2					

AII.27. Resultado programa sectoriza para la red Sagunto 8, con 6 sectores por cotas.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	113,94	0,68			1	146,35	0,19	
	2	84,74	0,84			2	45,41	0,84	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
1	43,15	198,68	342,78	2	4	29,12	191,76	702,66	2
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	111,65	0,7			1	138,94	0,33	
	2	87,69	0,83			2	47,02	0,83	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
2	44	199,35	344,04	2	5	32,63	185,96	460,43	2
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	122,72	0,57			1	143,79	0,24	
	2	61,68	0,86			2	67,86	0,85	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
3	39,69	184,39	333,21	2	6	30,35	211,65	605,88	2
Total coste:								2.789,01	

AII.28. Resultado programa sectoriza para la red Sagunto 8, con 7 sectores por cotas.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	132,31	0,44			1	135,39	0,32	
	2	32,08	0,68			P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)	5	30,67	135,39	379,25	1
1	35,62	164,39	365,8	2	Sector	Bombas	Q	η	
Sector	Bombas	Q	η			1	140,37	0,3	
	1	132,14	0,44			2	20,78	0,53	
	2	36,09	0,73			P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)	6	31,97	161,15	472,51	2
2	35,7	168,23	366,86	2	Sector	Bombas	Q	η	
Sector	Bombas	Q	η			1	143,79	0,24	
	1	131,05	0,46			2	67,86	0,85	
	2	31,48	0,67			P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)	7	30,35	211,65	605,88	2
3	36,18	162,53	354,71	2	Total coste:		2.881,36		
Sector	Bombas	Q	η						
	1	127,43	0,51						
	2	41,01	0,77						
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)					
4	37,73	168,44	336,35	2					

AII.29. Resultado programa sectoriza para la red Sagunto 8, con 4 sectores óptimos.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	114,65	0,67			1	114,1	0,67	
	2	114,65	0,67			2	114,1	0,67	
	3	86,49	0,83			3	89,63	0,82	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
1	42,88	315,78	564,39	3	3	43,08	317,83	568,19	3
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	115,68	0,66			1	122,78	0,57	
	2	115,68	0,66			2	93,58	0,78	
	3	90,45	0,81			P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)	4	39,67	216,36	390,28	2
2	42,48	321,81	579,34	3	Total coste:			2.102,2	

AII.30. Resultado programa sectoriza para la red Sagunto 8, con 5 sectores óptimos.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	122,34	0,58			1	132,87	0,43	
	2	122,34	0,58			2	81,52	0,81	
	3	83,61	0,83			P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)	4	35,37	214,39	426,38	2
1	39,85	328,29	613,78	3	Sector	Bombas	Q	η	
Sector	Bombas	Q	η			1	131,65	0,45	
	1	133,75	0,42			2	78,49	0,83	
	2	78,57	0,83			P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)	5	35,91	210,14	410,17	2
2	34,99	212,32	429,43	2	Total coste:			2.275,6	
Sector	Bombas	Q	η						
	1	130,26	0,47						
	2	76,4	0,84						
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)					
3	36,52	206,66	395,84	2					

AII.31. Resultado programa sectoriza para la red Sagunto 8, con 6 sectores óptimos.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	128,08	0,5			1	90,06	0,66	
	2	95,19	0,75			P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
1	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)	4	26,13	90,06	104,31	1
	37,46	223,27	420,99	2	Sector	Bombas	Q	η	
Sector	Bombas	Q	η			1	116,1	0,65	
	1	122,78	0,57			2	116,1	0,65	
	2	95,28	0,77			3	99	0,76	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
2	39,67	218,06	394,63	2	5	42,32	331,21	603,92	3
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	86,82	0,69			1	126,58	0,52	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		2	95,8	0,75	
3	26,19	86,82	96,49	1		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
					6	38,09	222,38	413,98	2
					Total coste:			2.034,34	

AII.32. Resultado programa sectoriza para la red Sagunto 8, con 7 sectores óptimos.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	127,76	0,51			1	89,71	0,67	
	2	101,18	0,71			P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
1	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)	5	26,15	89,71	103,45	1
	37,59	228,95	436,18	2	Sector	Bombas	Q	η	
Sector	Bombas	Q	η			1	89,92	0,64	
	1	122,29	0,58			P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
	2	96,62	0,76		6	24,82	89,92	102,01	1
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)	Sector	Bombas	Q	η	
2	39,87	218,91	396,21	2		1	90,22	0,66	
Sector	Bombas	Q	η			P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
	1	126,96	0,52		7	26,21	90,22	104,84	1
	2	99,74	0,73		Total coste:			1.996,5	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)					
3	37,93	226,7	427,14	2					
Sector	Bombas	Q	η						
	1	125,89	0,53						
	2	101,5	0,72						
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)					
4	38,38	227,39	426,68	2					

AII.33. Resultado programa sectoriza para la red Sagunto 9, con 5 sectores por cotas.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	116,65	0,44			1	115,64	0,46	
	2	57,01	0,84			2	57,98	0,84	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
1	36,62	173,66	356,27	2	4	37,22	173,62	350,67	2
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	122,98	0,33			1	80,45	0,82	
	2	51,2	0,84			2	80,45	0,82	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		3	76,13	0,83	
2	32,72	174,17	415,72	2		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
Sector	Bombas	Q	η		5	54,97	237,03	466,87	3
	1	126,15	0,27		Total coste:			2.041,62	
	2	16,58	0,5						
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)					
3	30,69	142,73	452,09	2					

AII.34. Resultado programa sectoriza para la red Sagunto 9, con 6 sectores por cotas.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	126,83	0,26			1	124,82	0,3	
	2	9,18	0,31			2	32,84	0,76	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
1	30,25	136,01	467,17	2	4	31,55	157,65	431,38	2
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	125,25	0,29			1	92,19	0,75	
	2	27,92	0,7			2	53,38	0,82	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
2	31,27	153,17	437,16	2	5	49,75	145,58	275,53	2
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	123,18	0,33			1	92,08	0,75	
	2	19,39	0,55			2	74,14	0,83	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
3	32,59	142,57	394,43	2	6	49,81	166,22	312,23	2
					Total coste:			2.317,9	

AI.35. Resultado programa sectoriza para la red Sagunto 9, con 7 sectores por cotas.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	127,63	0,24			1	124,92	0,29	
	2	1,21	0,04			P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
1	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)	5	31,46	124,92	393,53	1
	29,73	128,84	488,59	2	Sector	Bombas	Q	η	
Sector	Bombas	Q	η			1	105,58	0,61	
	1	124,42	0,15			2	24,32	0,58	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
2	24,08	124,42	576,46	1	6	42,94	129,9	272,54	2
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	115,74	0,39			1	93,42	0,74	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		2	62,4	0,84	
3	32,17	115,74	283,6	1		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
Sector	Bombas	Q	η		7	49,17	155,83	290,99	2
	1	121,56	0,31		Total coste:			2.660,05	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)					
4	30,68	121,56	354,35	1					

AI.36. Resultado programa sectoriza para la red Sagunto 9, con 4 sectores óptimos.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	114,69	0,48			1	113,18	0,5	
	2	86,07	0,71			2	86,94	0,71	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
1	37,79	200,76	403,07	2	3	38,67	200,12	397,26	2
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	109,33	0,56			1	108,26	0,57	
	2	92,06	0,69			2	108,26	0,57	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		3	82,42	0,76	
2	40,87	201,39	396,69	2		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
					4	41,48	298,93	594,99	3
					Total coste:			1.792,01	

AII.37. Resultado programa sectoriza para la red Sagunto 9, con 5 sectores óptimos.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	112,99	0,5			1	116,6	0,45	
	2	66,71	0,82			2	64,42	0,82	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
1	38,78	179,7	349,21	2	4	36,65	181,01	367,08	2
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	109,63	0,55			1	113,26	0,5	
	2	66,31	0,83			2	70,24	0,81	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
2	40,7	175,94	333,72	2	5	38,63	183,49	357,12	2
Sector	Bombas	Q	η		Total coste:				
	1	114,1	0,49		1.762,72				
	2	66,96	0,82						
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)					
3	38,13	181,06	355,59	2					

AII.38. Resultado programa sectoriza para la red Sagunto 9, con 6 sectores óptimos.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	114,86	0,47			1	114,28	0,48	
	2	70,72	0,8			2	77,93	0,76	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
1	37,69	185,58	367	2	4	38,03	192,21	379,18	2
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	78,24	0,69			1	116,29	0,45	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		2	67,77	0,81	
2	29,8	78,24	99,02	1		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
Sector	Bombas	Q	η		5	36,83	184,06	370,74	2
	1	72,65	0,7		Sector	Bombas	Q	η	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		1	112,03	0,52	
3	26,43	72,65	80,49	1		2	76,44	0,78	
						P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
					6	39,34	188,47	364,14	2
					Total coste:				
					1.660,57				

AII.39. Resultado programa sectoriza para la red Sagunto 9, con 7 sectores óptimos.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	74,97	0,72			1	113,57	0,49	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		2	80,55	0,75	
1	30,18	74,97	92,06	1		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
	1	81,28	0,69		5	38,44	194,12	381,67	2
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		1	77,71	0,69	
2	32,25	81,28	111,18	1		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
	1	108,75	0,57		6	28,91	77,71	96,17	1
	2	87,28	0,73			1	84,06	0,65	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
3	41,2	196,02	379,28	2	7	30,29	84,06	115,53	1
	1	111,6	0,52		Total coste:			1.550,22	
	2	81,45	0,75						
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)					
4	39,59	193,05	374,34	2					

AII.40. Resultado programa sectoriza para la red Sagunto 10, con 5 sectores por cotas.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	72,08	0,62			1	74,25	0,58	
	2	72,08	0,62			2	74,25	0,58	
	3	7,42	0,32			3	0,5	0,02	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
1	37,54	151,58	282,42	3	4	35,35	149	287,01	3
	1	73,91	0,59			1	72,15	0,62	
	2	73,91	0,59			2	72,15	0,62	
	3	7,63	0,33			3	14,06	0,54	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
2	35,7	155,45	288,46	3	5	37,47	158,36	286,01	3
	1	73,18	0,6		Total coste:			1.428,51	
	2	73,18	0,6						
	3	4,32	0,2						
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)					
3	36,44	150,69	284,62	3					

AII.41. Resultado programa sectoriza para la red Sagunto 10, con 6 sectores por cotas.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	72,13	0,62			1	75,06	0,57	
	2	42,74	0,83			2	49,33	0,79	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
1	37,49	114,87	185,56	2	4	34,52	124,39	198,61	2
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	76,29	0,54			1	74,67	0,57	
	2	50,87	0,77			2	39	0,83	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
2	33,23	127,16	202,71	2	5	34,92	113,67	182,27	2
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	73,44	0,6			1	72,15	0,62	
	2	53,19	0,77			2	72,15	0,62	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		3	14,06	0,54	
3	36,18	126,63	204,84	2		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
					6	37,47	158,36	286,01	3
Total coste:								1.260,01	

AII.42. Resultado programa sectoriza para la red Sagunto 10, con 7 sectores por cotas.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	72,15	0,62			1	76,84	0,53	
	2	28,63	0,79			2	24,91	0,77	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
1	37,47	100,78	168,45	2	5	32,66	101,74	170,59	2
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	77,95	0,51			1	74,78	0,57	
	2	28,58	0,81			2	26,83	0,78	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
2	31,47	106,53	175,54	2	6	34,8	101,61	169,34	2
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	74,08	0,58			1	72,15	0,62	
	2	25,64	0,77			2	72,15	0,62	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		3	14,06	0,54	
3	35,52	99,72	167,54	2		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
Sector	Bombas	Q	η						
	1	73,65	0,59		7	37,47	158,36	286,01	3
	2	22,68	0,73		Total coste:				1.302,19
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)					
4	35,96	96,33	164,72	2					

AII.43. Resultado programa sectoriza para la red Sagunto 10, con 4 sectores óptimos.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	74,2	0,58			1	74,55	0,58	
	2	74,2	0,58			2	74,55	0,58	
	3	41,28	0,83			3	43,37	0,82	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
1	35,4	189,69	317,85	3	3	35,04	192,48	322,01	3
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	74,93	0,57			1	74,7	0,57	
	2	74,93	0,57			2	74,7	0,57	
	3	41,34	0,83			3	42,3	0,82	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
2	34,65	191,21	320,33	3	4	34,89	191,7	320,92	3
Total coste:								1.281,1	

AII.44. Resultado programa sectoriza para la red Sagunto 10, con 5 sectores óptimos.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	75,47	0,56			1	76,69	0,53	
	2	48,08	0,79			2	48,47	0,78	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
1	34,09	123,55	196,79	2	4	32,81	125,16	198,82	2
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	74,36	0,58			1	76,78	0,53	
	2	74,36	0,58			2	49,03	0,78	
	3	48,06	0,8			P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)	5	32,72	125,8	199,91	2
2	35,23	196,79	329,03	3	Total coste:			1.248,58	
Sector	Bombas	Q	η						
	1	74,08	0,58						
	2	74,08	0,58						
	3	45,61	0,81						
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)					
3	35,53	193,77	324,02	3					

AII.45. Resultado programa sectoriza para la red Sagunto 10, con 6 sectores óptimos.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	76,46	0,54			1	74,89	0,57	
	2	51,89	0,76			2	50,68	0,78	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
1	33,05	128,35	204,85	2	4	34,69	125,57	200,96	2
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	75,35	0,56			1	75,34	0,56	
	2	54,21	0,75			2	46,87	0,8	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
2	34,21	129,56	208,42	2	5	34,22	122,22	194,6	2
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	76,71	0,53			1	76,95	0,53	
	2	52,33	0,76			2	53,39	0,75	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
3	32,79	129,04	206,01	2	6	32,53	130,34	208,43	2
Total coste:								1.223,28	

AII.46. Resultado programa sectoriza para la red Sagunto 10, con 7 sectores óptimos.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	75,73	0,55			1	75,63	0,55	
	2	45,72	0,81			2	47	0,8	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
1	33,82	121,45	193,11	2	5	33,92	122,63	195,11	2
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	46,13	0,79			1	76,67	0,53	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		2	44,52	0,81	
2	30,08	46,13	51,93	1		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
Sector	Bombas	Q	η		6	32,83	121,19	192,33	2
	1	76,75	0,53		Sector	Bombas	Q	η	
	2	42,73	0,82			1	75,58	0,55	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		2	43,05	0,82	
3	32,75	119,48	189,78	2		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
Sector	Bombas	Q	η		7	33,97	118,63	188,84	2
	1	74,79	0,57		Total coste:			1.195,87	
	2	40,77	0,83						
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)					
4	34,8	115,56	184,77	2					

AII.47. Resultado programa sectoriza para la red Sagunto 11, con 5 sectores por cotas.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	143,41	0,12			1	141,94	0,15	
	2	57,29	0,84			2	36,53	0,79	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
1	33,12	200,69	1.267,3	2	4	34,12	178,48	1.015,15	2
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	146,99	0,04			1	125,09	0,45	
	2	54,65	0,84			2	67,29	0,84	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
2	30,61	201,64	3.519,09	2	5	44,94	192,39	470,46	2
Sector	Bombas	Q	η		Total coste:			6.757,01	
	1	123,85	0,47						
	2	79,11	0,8						
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)					
3	45,69	202,96	485,01	2					

AII.48. Resultado programa sectoriza para la red Sagunto 11, con 6 sectores por cotas.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	128,2	0,4			1	128,03	0,41	
	2	37,77	0,76			2	42,06	0,8	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
1	43,05	165,96	465,11	2	4	43,16	170,09	467,06	2
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	131,17	0,35			1	144,32	0,03	
	2	0,93	0,03			P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)	5	28,91	144,32	4.779,05	1
2	41,2	132,1	488,03	2	Sector	Bombas	Q	η	
Sector	Bombas	Q	η			1	128,77	0,39	
	1	146,66	0,05			2	51,43	0,84	
	2	36,81	0,81			P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)	6	42,7	180,21	487,29	2
3	30,84	183,48	2.963,95	2	Total coste:			9.650,48	

AII.49. Resultado programa sectoriza para la red Sagunto 11, con 7 sectores por cotas.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	130,22	0,37			1	130,64	0,36	
	2	18,66	0,49			2	8,13	0,24	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
1	41,79	148,88	480,15	2	5	41,53	138,77	481,69	2
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	128,54	0,12			1	128,66	0,38	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
2	26,59	128,54	866,47	1	6	41,37	128,66	414,93	1
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	134,53	0,02			1	127,67	0,41	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		2	34,41	0,73	
3	24,82	134,53	5.319,98	1		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
Sector	Bombas	Q	η		7	43,38	162,07	455,54	2
	1	134,71	0,06		Total coste:			9.800,28	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)					
4	26,61	134,71	1.781,52	1					

AII.50. Resultado programa sectoriza para la red Sagunto 11, con 4 sectores óptimos.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	123,49	0,48			1	105,16	0,7	
	2	80,18	0,8			2	105,16	0,7	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		3	78	0,83	
1	45,9	203,67	484,75	2		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
Sector	Bombas	Q	η		3	55,98	288,32	646,41	3
	1	102,64	0,73		Sector	Bombas	Q	η	
	2	102,64	0,73			1	124,85	0,46	
	3	71,91	0,85			2	82,14	0,78	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
2	57,24	277,18	618,86	3	4	45,09	206,99	501,49	2
					Total coste:			2.251,51	

AII.51. Resultado programa sectoriza para la red Sagunto 11, con 5 sectores óptimos.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	123,68	0,48			1	127,36	0,42	
	2	69,13	0,84			2	68,58	0,84	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
1	45,79	192,81	461,66	2	4	43,57	195,93	496,33	2
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	126,87	0,43			1	126,54	0,43	
	2	72,13	0,82			2	66,95	0,84	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
2	43,86	199	497,94	2	5	44,07	193,48	484,18	2
Sector	Bombas	Q	η		Total coste:			2.429,78	
	1	126,85	0,43						
	2	68,08	0,84						
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)					
3	43,88	194,93	489,68	2					

AII.52. Resultado programa sectoriza para la red Sagunto 11, con 6 sectores óptimos.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	126,99	0,42			1	126,4	0,43	
	2	85,24	0,76			2	83,35	0,77	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
1	43,79	212,23	531,59	2	4	44,15	209,75	519,84	2
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	125,2	0,45			1	72,67	0,7	
	2	82	0,78			P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)	5	26,43	72,67	80,79	1
2	44,88	207,2	504,32	2	Sector	Bombas	Q	η	
Sector	Bombas	Q	η			1	73,78	0,7	
	1	121,68	0,51			P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
	2	78,85	0,81		6	27,26	73,78	84,55	1
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)	Total coste:			2.189,12	
3	46,97	200,53	468,02	2					

AI.53. Resultado programa sectoriza para la red Sagunto 11, con 7 sectores óptimos.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	124,52	0,46			1	85,17	0,55	
	2	93,55	0,71			P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
1	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)	5	25,24	85,17	114,93	1
	45,29	218,07	534,07	2	Sector	Bombas	Q	η	
Sector	Bombas	Q	η			1	84,01	0,59	
	1	121,18	0,51			P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
	2	93,82	0,72		6	26,66	84,01	112,04	1
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)	Sector	Bombas	Q	η	
2	47,26	214,99	509,38	2		1	85,73	0,54	
Sector	Bombas	Q	η			P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
	1	81,63	0,61		7	25,26	85,73	117,01	1
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)	Total coste:			1.960,09	
3	26,64	81,63	104,37	1					
Sector	Bombas	Q	η						
	1	113,69	0,61						
	2	92,87	0,75						
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)					
4	51,49	206,56	468,29	2					

AI.54. Resultado programa sectoriza para la red Sagunto 13, con 5 sectores por cotas.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	114,1	0,49			1	93,38	0,74	
	2	111,51	0,51			2	93,38	0,74	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		3	1,98	0,06	
1	38,13	225,61	510,36	2		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
Sector	Bombas	Q	η		4	49,19	188,75	417,06	3
	1	98,92	0,68		Sector	Bombas	Q	η	
	2	98,92	0,68			1	71,09	0,84	
	3	3,77	0,11			2	71,09	0,84	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		3	65,14	0,84	
2	46,45	201,61	441,96	3		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
Sector	Bombas	Q	η		5	58,61	207,32	426,23	3
	1	98,63	0,69		Total coste:			2.240,58	
	2	98,63	0,69						
	3	12,64	0,34						
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)					
3	46,59	209,91	444,96	3					

AI.55. Resultado programa sectoriza para la red Sagunto 13, con 6 sectores por cotas.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	123,05	0,33			1	89,43	0,77	
	2	30,14	0,72			2	81,16	0,81	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
1	32,68	153,19	398,39	2	4	51,04	170,59	326,4	2
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	92,96	0,74			1	99,64	0,68	
	2	88,62	0,76			2	99,64	0,68	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		3	23,3	0,55	
2	49,39	181,58	350,9	2		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
Sector	Bombas	Q	η		5	46,08	222,59	456,52	3
	1	112,85	0,51		Sector	Bombas	Q	η	
	2	37,24	0,76			1	52,16	0,79	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		2	52,16	0,79	
3	38,87	150,08	311,29	2		3	50,85	0,78	
						P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
					6	64,61	155,17	375,03	3
					Total coste:			2.218,54	

AI.56. Resultado programa sectoriza para la red Sagunto 13, con 7 sectores por cotas.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	126,46	0,26			1	102,56	0,64	
	2	23,61	0,64			2	60,05	0,84	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
1	30,49	150,06	463,28	2	5	44,56	162,62	302,54	2
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	106,58	0,59			1	95,49	0,72	
	2	36,23	0,74			2	39,02	0,74	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
2	42,4	142,81	284,89	2	6	48,16	134,51	262,78	2
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	119,96	0,39			1	53,21	0,8	
	2	23,67	0,62			2	53,21	0,8	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		3	51,22	0,78	
3	34,61	143,64	354,84	2		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
Sector	Bombas	Q	η		7	64,33	157,64	376,91	3
	1	108,08	0,57		Total coste:			2.333,12	
	2	33,84	0,72						
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)					
4	41,57	141,92	287,89	2					

AII.57. Resultado programa sectoriza para la red Sagunto 13, con 4 sectores óptimos.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	94,44	0,73			1	92,82	0,74	
	2	94,44	0,73			2	92,82	0,74	
	3	69,17	0,83			3	70,18	0,83	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
1	48,68	258,04	490,5	3	3	49,46	255,82	486,82	3
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	93,59	0,74			1	93,69	0,73	
	2	93,59	0,74			2	93,69	0,73	
	3	74,23	0,82			3	70,56	0,83	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
2	49,09	261,41	498,02	3	4	49,04	257,93	490,59	3
Total coste:								1.965,92	

AII.58. Resultado programa sectoriza para la red Sagunto 13, con 5 sectores óptimos.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	102,02	0,65			1	97,2	0,7	
	2	65,49	0,84			2	97,2	0,7	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		3	67,16	0,84	
1	44,85	167,51	310,4	2		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
Sector	Bombas	Q	η		4	47,32	261,55	497,45	3
	1	102,5	0,65		Sector	Bombas	Q	η	
	2	66,54	0,83			1	103,55	0,63	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		2	68,02	0,83	
2	44,59	169,04	313,34	2		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
Sector	Bombas	Q	η		5	44,04	171,57	318,49	2
	1	97,46	0,7		Total coste:				1.941
	2	97,46	0,7						
	3	68,62	0,83						
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)					
3	47,19	263,53	501,32	3					

AII.59. Resultado programa sectoriza para la red Sagunto 13, con 6 sectores óptimos.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	106,02	0,6			1	104,65	0,62	
	2	64,19	0,84			2	68,53	0,83	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
1	42,71	170,21	318,09	2	4	43,45	173,18	322,16	2
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	104,05	0,63			1	102,75	0,64	
	2	65,91	0,83			2	64,69	0,84	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
2	43,77	169,96	315,83	2	5	44,46	167,45	310,62	2
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	103,77	0,63			1	105,06	0,61	
	2	70,16	0,82			2	73,42	0,81	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
3	43,92	173,93	323,13	2	6	43,23	178,48	333,03	2
Total coste:								1.922,86	

AII.60. Resultado programa sectoriza para la red Sagunto 13, con 7 sectores óptimos.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	105,01	0,61			1	104	0,63	
	2	72,08	0,82			2	76,51	0,8	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
1	43,26	177,09	330,1	2	5	43,8	180,51	337,17	2
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	71,46	0,79			1	68,39	0,8	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
2	35,73	71,46	95,44	1	6	35,3	68,39	88,73	1
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	104,68	0,62			1	102,67	0,64	
	2	71,46	0,82			2	75,55	0,81	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
3	43,43	176,14	327,98	2	7	44,51	178,21	331,91	2
Sector	Bombas	Q	η		Total coste:				1.850,58
	1	103,88	0,63						
	2	77,54	0,8						
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)					
4	43,86	181,42	339,26	2					

AII.61. Resultado programa sectoriza para la red Sagunto 15, con 5 sectores por cotas.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	66,76	0,7			1	70,26	0,65	
	2	66,76	0,7			2	70,26	0,65	
	3	21,9	0,68			3	5,28	0,23	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
1	42,63	155,42	278,56	3	4	39,33	145,8	276,33	3
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	72,62	0,61			1	46,71	0,83	
	2	61,59	0,71			2	46,71	0,83	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		3	43,11	0,83	
2	37	134,21	224,18	2		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
Sector	Bombas	Q	η		5	58,32	136,53	282,75	3
	1	69,67	0,66		Total coste:			1.336,47	
	2	69,67	0,66						
	3	4,94	0,22						
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)					
3	39,9	144,27	274,65	3					

AII.62. Resultado programa sectoriza para la red Sagunto 15, con 6 sectores por cotas.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	73,31	0,6			1	72,06	0,62	
	2	32,24	0,82			2	72,06	0,62	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		3	4,88	0,22	
1	36,31	105,55	173,04	2		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
Sector	Bombas	Q	η		4	37,56	149	281,28	3
	1	75,96	0,55		Sector	Bombas	Q	η	
	2	21,68	0,72			1	71,42	0,63	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		2	28,64	0,79	
2	33,58	97,64	166,85	2		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
Sector	Bombas	Q	η		5	38,19	100,06	167,92	2
	1	64,46	0,73		Sector	Bombas	Q	η	
	2	64,46	0,73			1	50,31	0,83	
	3	29,79	0,78			2	50,31	0,83	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		3	4,65	0,17	
3	44,71	158,72	282,05	3		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
					6	55,92	105,26	243,62	3
					Total coste:			1.314,76	

AII.63. Resultado programa sectoriza para la red Sagunto 15, con 7 sectores por cotas.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	71,59	0,63			1	74,34	0,58	
	2	40,6	0,83			2	29,72	0,81	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
1	38,02	112,19	182,13	2	5	35,26	104,05	171,48	2
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	77,82	0,51			1	71,78	0,63	
	2	0,82	0,04			2	12,28	0,48	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
2	31,61	78,64	160,28	2	6	37,84	84,06	156,15	2
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	77,12	0,52			1	37,73	0,79	
	2	20,66	0,71			2	37,73	0,79	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
3	32,36	97,78	168	2		3	36,14	0,78	
Sector	Bombas	Q	η						
	1	67,2	0,7		7	63,56	111,59	264,25	3
	2	60,72	0,75		Total coste:			1.323,18	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)					
4	42,23	127,92	220,9	2					

AII.64. Resultado programa sectoriza para la red Sagunto 15, con 4 sectores óptimos.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	64,52	0,73			1	63,24	0,75	
	2	64,52	0,73			2	63,24	0,75	
	3	53,09	0,8			3	53,3	0,81	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
1	44,67	182,13	318,74	3	3	45,79	179,78	317,57	3
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	61,98	0,76			1	60,39	0,78	
	2	61,98	0,76			2	60,39	0,78	
	3	53,49	0,81			3	56,1	0,8	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
2	46,88	177,45	316,53	3	4	48,22	176,88	320,86	3
					Total coste:			1.273,71	

AII.65. Resultado programa sectoriza para la red Sagunto 15, con 5 sectores óptimos.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	66,74	0,7			1	69,28	0,67	
	2	66,74	0,7			2	50,35	0,8	
	3	45,63	0,83			P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
1	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)	4	40,27	119,63	197,51	2
	42,65	179,11	307,61	3	Sector	Bombas	Q	η	
Sector	Bombas	Q	η			1	68,94	0,67	
	1	66,47	0,71			2	49,68	0,81	
	2	66,47	0,71			P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
	3	44,73	0,83		5	40,59	118,62	196,15	2
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)	Total coste:			1.205,31	
2	42,9	177,68	305,64	3					
Sector	Bombas	Q	η						
	1	70,57	0,65						
	2	50,63	0,8						
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)					
3	39,03	121,19	198,4	2					

AII.66. Resultado programa sectoriza para la red Sagunto 15, con 6 sectores óptimos.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	71,88	0,62			1	71,46	0,63	
	2	46,44	0,81			2	48,33	0,81	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
1	37,74	118,32	191,34	2	4	38,15	119,79	194,45	2
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	73,19	0,6			1	71,78	0,63	
	2	47,64	0,8			2	47,95	0,81	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
2	36,43	120,83	194,16	2	5	37,84	119,74	193,93	2
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	70,99	0,64			1	70,87	0,64	
	2	46,77	0,82			2	48,93	0,81	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
3	38,62	117,76	191,5	2	6	38,73	119,8	195,31	2
					Total coste:			1.160,68	

AII.67. Resultado programa sectoriza para la red Sagunto 15, con 7 sectores óptimos.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	69,09	0,67			1	54,67	0,7	
	2	48,45	0,81			P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)	5	28,59	54,67	65,43	1
1	40,45	117,53	193,88	2	Sector	Bombas	Q	η	
Sector	Bombas	Q	η			1	70,8	0,64	
	1	50,86	0,76			2	49,64	0,8	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
2	31,18	50,86	61,63	1	6	38,8	120,45	196,61	2
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	72,26	0,62			1	71,65	0,63	
	2	52,47	0,78			2	49,28	0,8	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
3	37,36	124,73	202,74	2	7	37,96	120,94	196,27	2
Sector	Bombas	Q	η		Total coste:			1.121,14	
	1	74,27	0,58						
	2	52,78	0,77						
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)					
4	35,33	127,06	204,58	2					

AII.68. Resultado programa sectoriza para la red Cheste 22, con 5 sectores por cotas.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	113,67	0,73			1	122,53	0,74	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
1	18,59	113,67	85,45	1	4	24,83	122,53	121,55	1
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	121,31	0,72			1	56,86	0,48	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		2	56,86	0,48	
2	19,61	121,31	96,98	1		3	32,33	0,31	
Sector	Bombas	Q	η			P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
	1	121,92	0,74		5	61,69	146,06	620,25	3
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)	Total coste:			1.071,52	
3	30,54	121,92	147,29	1					

AII.69. Resultado programa sectoriza para la red Cheste 22, con 6 sectores por cotas.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	101,44	0,74			1	102,06	0,74	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
1	16,67	101,44	67,66	1	4	23,73	102,06	95,74	1
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	105,72	0,74			1	99,31	0,74	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
2	18,57	105,72	78,41	1	5	30,94	99,31	123,03	1
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	103,28	0,74			1	86,93	0,64	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
3	28,13	103,28	115,19	1		2	26,73	0,27	
					6	57,14	113,67	396,24	2
Total coste:								876,27	

AII.70. Resultado programa sectoriza para la red Cheste 22, con 7 sectores por cotas.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	85,86	0,74			1	89,53	0,74	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
1	16,59	85,86	56,29	1	5	23,85	89,53	85,17	1
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	89,53	0,74			1	83,42	0,71	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
2	18,33	89,53	64,85	1	6	30,23	83,42	104,67	1
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	78,53	0,74			1	86,93	0,64	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
3	19,22	78,53	60,41	1		2	26,73	0,27	
Sector	Bombas	Q	η						
	1	84,94	0,71		7	57,14	113,67	396,24	2
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)	Total coste:				874,92
4	30,54	84,94	107,28	1					

AII.71. Resultado programa sectoriza para la red Cheste 22, con 4 sectores óptimos.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	132,92	0,73			1	107,25	0,73	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
1	24,58	132,92	132,57	1	3	38,99	107,25	168,53	1
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	106,03	0,72			1	169,31	0,71	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
2	45,85	106,03	200,03	1	2	109,97	0,74		
					4	34,92	279,28	396,76	2
Total coste:								897,9	

AII.72. Resultado programa sectoriza para la red Cheste 22, con 5 sectores óptimos.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	103,28	0,71			1	147,58	0,71	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
1	44,74	103,28	190,86	1	4	24,79	147,58	152,42	1
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	113,06	0,74			1	115,19	0,74	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
2	35,82	113,06	160,98	1	5	38,03	115,19	174,35	1
Sector	Bombas	Q	η		Total coste:				828,12
	1	146,36	0,71						
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)					
3	24,54	146,36	149,5	1					

AII.73. Resultado programa sectoriza para la red Cheste 22, con 6 sectores óptimos.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	116,72	0,74			1	103,58	0,74	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
1	24,32	116,72	112,89	1	4	21,24	103,58	87,1	1
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	117,64	0,74			1	90,14	0,71	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
2	23,33	117,64	109,52	1	5	34,78	90,14	129,87	1
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	106,94	0,73			1	90,44	0,68	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
3	38,18	106,94	164,33	1	6	45,33	90,44	177,31	1
Total coste:								781,02	

AII.74. Resultado programa sectoriza para la red Cheste 22, con 7 sectores óptimos.

Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	71,81	0,64			1	84,94	0,7	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
1	37,89	71,81	125	1	5	35,58	84,94	127,99	1
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	89,83	0,74			1	94,72	0,69	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
2	23,39	89,83	83,67	1	6	45,25	94,72	182,2	1
Sector	Bombas	Q	η		Sector	Bombas	Q	η	
	1	112,44	0,74			1	89,53	0,74	
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)		P	Q	Coste	Bombas (Max 3)
3	24,36	112,44	108,55	1	7	16,91	89,53	59,87	1
Sector	Bombas	Q	η		Total coste:			761,25	
	1	82,19	0,73						
	P	Q	Coste	Bombas (Max 3)					
4	22,38	82,19	73,97	1					

ANEXO III. Tablas de Durbin-Watson

ESTADÍSTICO d DE DURBIN-WATSON: PUNTOS DE SIGNIFICANCIA DE d_L Y d_U AL NIVEL DE SIGNIFICANCIA DE 0.01

n	k' = 1		k' = 2		k' = 3		k' = 4		k' = 5		k' = 6		k' = 7		k' = 8		k' = 9		k' = 10	
	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U
6	0.390	1.142	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	0.435	1.036	0.294	1.676	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	0.497	1.003	0.345	1.489	0.229	2.102	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	0.554	0.998	0.408	1.389	0.279	1.875	0.183	2.433	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	0.604	1.001	0.466	1.333	0.340	1.733	0.230	2.193	0.150	2.690	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11	0.653	1.010	0.519	1.297	0.396	1.640	0.286	2.030	0.193	2.453	0.124	2.892	—	—	—	—	—	—	—	—
12	0.697	1.023	0.569	1.274	0.449	1.575	0.339	1.913	0.244	2.280	0.164	2.665	0.105	3.053	—	—	—	—	—	—
13	0.738	1.038	0.616	1.261	0.499	1.526	0.391	1.826	0.294	2.150	0.211	2.490	0.140	2.838	0.090	3.182	—	—	—	—
14	0.776	1.054	0.660	1.254	0.547	1.490	0.441	1.757	0.343	2.049	0.257	2.354	0.183	2.667	0.122	2.981	0.078	3.287	—	—
15	0.811	1.070	0.700	1.252	0.591	1.464	0.488	1.704	0.391	1.967	0.303	2.244	0.226	2.530	0.161	2.817	0.107	3.101	0.068	3.374
16	0.844	1.086	0.737	1.252	0.633	1.446	0.532	1.663	0.437	1.900	0.349	2.153	0.269	2.416	0.200	2.681	0.142	2.944	0.094	3.201
17	0.874	1.102	0.772	1.255	0.672	1.432	0.574	1.630	0.480	1.847	0.393	2.078	0.313	2.319	0.241	2.566	0.179	2.811	0.127	3.053
18	0.902	1.118	0.805	1.259	0.708	1.422	0.613	1.604	0.522	1.803	0.435	2.015	0.355	2.238	0.282	2.467	0.216	2.697	0.160	2.925
19	0.928	1.132	0.835	1.265	0.742	1.415	0.650	1.584	0.561	1.767	0.476	1.963	0.396	2.169	0.322	2.381	0.255	2.597	0.196	2.813
20	0.952	1.147	0.863	1.271	0.773	1.411	0.685	1.567	0.598	1.737	0.515	1.918	0.436	2.110	0.362	2.308	0.294	2.510	0.232	2.714
21	0.975	1.161	0.890	1.277	0.803	1.408	0.718	1.554	0.633	1.712	0.552	1.881	0.474	2.059	0.400	2.244	0.331	2.434	0.268	2.625
22	0.997	1.174	0.914	1.284	0.831	1.407	0.748	1.543	0.667	1.691	0.587	1.849	0.510	2.015	0.437	2.188	0.368	2.367	0.304	2.548
23	1.018	1.187	0.938	1.291	0.858	1.407	0.777	1.534	0.698	1.673	0.620	1.821	0.545	1.977	0.473	2.140	0.404	2.308	0.340	2.479
24	1.037	1.199	0.960	1.298	0.882	1.407	0.805	1.528	0.728	1.658	0.652	1.797	0.578	1.944	0.507	2.097	0.439	2.255	0.375	2.417
25	1.055	1.211	0.981	1.305	0.906	1.409	0.831	1.523	0.756	1.645	0.682	1.776	0.610	1.915	0.540	2.059	0.473	2.209	0.409	2.362
26	1.072	1.222	1.001	1.312	0.928	1.411	0.855	1.518	0.783	1.635	0.711	1.759	0.640	1.889	0.572	2.026	0.505	2.168	0.441	2.313
27	1.089	1.233	1.019	1.319	0.949	1.413	0.878	1.515	0.808	1.626	0.738	1.743	0.669	1.867	0.602	1.997	0.536	2.131	0.473	2.269
28	1.104	1.244	1.037	1.325	0.969	1.415	0.900	1.513	0.832	1.618	0.764	1.729	0.696	1.847	0.630	1.970	0.566	2.098	0.504	2.229
29	1.119	1.254	1.054	1.332	0.988	1.418	0.921	1.512	0.855	1.611	0.788	1.718	0.723	1.830	0.658	1.947	0.595	2.068	0.533	2.193
30	1.133	1.263	1.070	1.339	1.006	1.421	0.941	1.511	0.877	1.606	0.812	1.707	0.748	1.814	0.684	1.925	0.622	2.041	0.562	2.160
31	1.147	1.273	1.085	1.345	1.023	1.425	0.960	1.510	0.897	1.601	0.834	1.698	0.772	1.800	0.710	1.906	0.649	2.017	0.589	2.131
32	1.160	1.282	1.100	1.352	1.040	1.428	0.979	1.510	0.917	1.597	0.856	1.690	0.794	1.788	0.734	1.889	0.674	1.995	0.615	2.104
33	1.172	1.291	1.114	1.358	1.055	1.432	0.996	1.510	0.936	1.594	0.876	1.683	0.816	1.776	0.757	1.874	0.698	1.975	0.641	2.080
34	1.184	1.299	1.128	1.364	1.070	1.435	1.012	1.511	0.954	1.591	0.896	1.677	0.837	1.766	0.779	1.860	0.722	1.957	0.665	2.057
35	1.195	1.307	1.140	1.370	1.085	1.439	1.028	1.512	0.971	1.589	0.914	1.671	0.857	1.757	0.800	1.847	0.744	1.940	0.689	2.037
36	1.206	1.315	1.153	1.376	1.098	1.442	1.043	1.513	0.988	1.588	0.932	1.666	0.877	1.749	0.821	1.836	0.766	1.925	0.711	2.018
37	1.217	1.323	1.165	1.382	1.112	1.446	1.058	1.514	1.004	1.586	0.950	1.662	0.895	1.742	0.841	1.825	0.787	1.911	0.733	2.001
38	1.227	1.330	1.176	1.388	1.124	1.449	1.072	1.515	1.019	1.585	0.966	1.658	0.913	1.735	0.860	1.816	0.807	1.899	0.754	1.985
39	1.237	1.337	1.187	1.393	1.137	1.453	1.085	1.517	1.034	1.584	0.982	1.655	0.930	1.729	0.878	1.807	0.826	1.887	0.774	1.970
40	1.246	1.344	1.198	1.398	1.148	1.457	1.098	1.518	1.048	1.584	0.997	1.652	0.946	1.724	0.895	1.799	0.844	1.876	0.749	1.956
45	1.288	1.376	1.245	1.423	1.201	1.474	1.156	1.528	1.111	1.584	1.065	1.643	1.019	1.704	0.974	1.768	0.927	1.834	0.881	1.902
50	1.324	1.403	1.285	1.446	1.245	1.491	1.205	1.538	1.164	1.587	1.123	1.639	1.081	1.692	1.039	1.748	0.997	1.805	0.955	1.864
55	1.356	1.427	1.320	1.466	1.284	1.506	1.247	1.548	1.209	1.592	1.172	1.638	1.134	1.685	1.095	1.734	1.057	1.785	1.018	1.837
60	1.383	1.449	1.350	1.484	1.317	1.520	1.283	1.558	1.249	1.598	1.214	1.639	1.179	1.682	1.144	1.726	1.108	1.771	1.072	1.817
65	1.407	1.468	1.377	1.500	1.348	1.534	1.315	1.568	1.283	1.604	1.251	1.642	1.218	1.680	1.186	1.720	1.153	1.761	1.120	1.802
70	1.429	1.485	1.400	1.515	1.372	1.546	1.343	1.578	1.313	1.611	1.283	1.645	1.253	1.680	1.223	1.716	1.192	1.754	1.162	1.792
75	1.448	1.501	1.422	1.529	1.395	1.557	1.368	1.587	1.340	1.617	1.313	1.649	1.284	1.682	1.256	1.714	1.227	1.748	1.199	1.783
80	1.466	1.515	1.441	1.541	1.416	1.568	1.390	1.595	1.364	1.624	1.338	1.653	1.312	1.683	1.285	1.714	1.259	1.745	1.232	1.777
85	1.482	1.528	1.458	1.553	1.435	1.578	1.411	1.603	1.386	1.630	1.362	1.657	1.337	1.685	1.312	1.714	1.287	1.743	1.262	1.773
90	1.496	1.540	1.474	1.563	1.452	1.587	1.429	1.611	1.406	1.636	1.383	1.661	1.360	1.687	1.336	1.714	1.312	1.741	1.288	1.769
95	1.510	1.552	1.489	1.573	1.468	1.596	1.446	1.618	1.425	1.642	1.403	1.666	1.381	1.690	1.358	1.715	1.336	1.741	1.313	1.767
100	1.522	1.562	1.503	1.583	1.482	1.604	1.462	1.625	1.441	1.647	1.421	1.670	1.400	1.693	1.378	1.717	1.357	1.741	1.335	1.765
150	1.611	1.637	1.598	1.651	1.584	1.665	1.571	1.679	1.557	1.693	1.543	1.708	1.530	1.722	1.515	1.737	1.501	1.752	1.486	1.767
200	1.664	1.684	1.653	1.693	1.643	1.704	1.633	1.715	1.623	1.725	1.613	1.735	1.603	1.746	1.592	1.757	1.582	1.768	1.571	1.779