

Universidad Pública de Navarra

Nafarroako Unibertsitate Publikoa

**ESCUELA TECNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS AGRONOMOS**

**NEKAZARITZAKO INGENIARIEN
GOI MAILAKO ESKOLA TEKNIKOA**

Auditoría energética en la Comunidad de Regantes “El Saso” de Aibar con apoyo de simuladores hidráulicos

Presentado por

Marta Martínez Esandi

**GRADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL
GRADUA NEKAZARITZAKO ELIKAGAIEN ETA LANDA INGURUNEAREN
INGENIARITZAN**

Junio, 2015

RESUMEN

En este Trabajo Fin de Grado se realiza una auditoría energética en la comunidad de regantes “El Saso” de Aibar (Navarra), complementada con un análisis del comportamiento hidráulico de la red de distribución. Para el análisis se utilizan dos simuladores hidráulicos: *Gestar* y *Epanet*, de manera que permite, a su vez, comparar las posibilidades de cálculo de uno y otro simulador.

En primer lugar, se aborda el análisis energético teniendo en cuenta el diseño y funcionamiento de la instalación, la eficiencia energética general (EG) y de los equipos de bombeo (EB) y, la adecuación de la tarifa eléctrica en cuanto a las potencias contratadas y discriminación horaria del consumo energético. Se estudia, además, la presión de consigna del bombeo con el apoyo de *Gestar* para optimizar, en cada punto de la red, las presiones servidas.

El trabajo se completa con una comparativa entre *Gestar* y *Epanet*, programas informáticos específicos para el análisis y gestión de redes presurizadas, con la particularidad de que se aportan datos reales obtenidos sobre el terreno.

Como conclusión, con los resultados de este estudio se comprueba, por una parte, la adecuada gestión realizada por la comunidad de regantes en lo referente al consumo energético y, las posibilidades de ahorro que ofrece la calibración de la presión de consigna programada en la estación de bombeo, y por otra parte, las diferencias de cálculo obtenidas entre los simuladores y los datos de campo son consideradas aceptables.

Palabras clave: Eficiencia energética, Auditoría energética, Comunidad de regantes, Simulador hidráulico, Análisis hidráulico.

ABSTRACT

In this paper an energy audit is conducted in the irrigation community "El Saso" of Aibar (Navarra) and is complemented by an analysis of the hydraulic behavior of the distribution network. This analysis is performed, simultaneously, with two hydraulic simulators: *Gestar* and *Epanet*, so that serves, in addition, to compare the chances of calculating with both simulators.

Firstly, the energy analysis is addressed considering the installation design and operation, the overall energy efficiency (OE) and pumping equipment (PE), and the adequacy of the electricity tariff as to the contracted powers and discrimination hourly energy consumption. Set point pressure pumping supported to adjust the maximum total pressure at every each point of the network is also studied.

The work is complemented by a comparison between *Gestar* and *Epanet*, specific software to the analysis and management of pressurized networks with the peculiarity that actual measured field data are provided.

In conclusion, the results obtained in this study show, in one hand, right management by the irrigation community in regard to energy consumption and saving possibilities offered by the calibration of the pressure set point programmed station pumping and, on the other hand, computed differences observed between the simulator and field data are acceptable.

Keywords: Energy efficiency, Energy audit, Irrigation community, Hydraulic simulator, Hydraulic analysis.

Agradezco a la empresa INTIA S.A por poner a mi disposición los recursos materiales, digitales y humanos necesarios para la elaboración de este trabajo y a Miguel Ángel Campo Bescós por la implicación y ayuda prestada.

ÍNDICE GENERAL

1.	INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	1
1.1	Contexto general	1
1.2	Marco normativo	1
1.3	Objetivos	2
2.	MATERIAL Y MÉTODO	3
2.1	Caracterización de la zona de estudio	3
2.1.1	Antecedentes	3
2.1.2	Localización y descripción de la zona.....	3
2.1.3	Descripción de las infraestructuras.....	4
2.1.3.1	Características generales	4
2.1.3.2	Obra de toma y estación de bombeo	4
2.1.3.3	Red de riego	8
2.1.3.4	Instalaciones eléctricas	9
2.1.4	Datos de la campaña 2014.....	11
2.1.4.1	Caracterización climática	11
2.1.4.2	Alternativa de cultivos	12
2.1.4.3	Consumo de agua de riego	12
2.2	Explotación del regadío.....	13
2.2.1	Diagrama del proceso de explotación	13
2.2.2	Descripción de los equipos consumidores de energía	13
2.2.2.1	Equipos motobomba.....	13
2.2.3	Descripción del funcionamiento.....	15
2.2.3.1	Funcionamiento y regulación del bombeo	15
2.2.3.2	Funcionamiento de la red de distribución	17
2.3	Auditoría energética en la comunidad de regantes.....	18
2.3.1	Contratación de energía eléctrica	18
2.3.1.1	Término de potencia.....	19
2.3.1.2	Excesos de potencia	19
2.3.1.3	Término de energía.....	20
2.3.1.3.1	Discriminación horaria y pautas de consumo.....	22
2.3.1.4	Penalización por reactiva.....	23

2.3.2	Análisis de las potencias a contratar.....	24
2.3.3	Análisis de la eficiencia energética	24
2.3.3.1	Eficiencia energética del bombeo (EB).....	25
2.3.3.2	Eficiencia energética general (EG).....	25
2.3.3.3	Calificación energética.....	25
2.3.4	Análisis hidráulico.....	26
2.3.4.1	Determinación de la presión de consigna en la estación de bombeo (Hc)	26
2.3.4.2	Análisis de los turnos de riego de la campaña 2014.....	27
2.4	Comparativa de simuladores hidráulicos	28
2.4.1	Descripción de los simuladores hidráulicos	28
2.4.1.1	Epanet.....	28
2.4.1.2	Gestar	28
2.4.2	Implementación de la red de riego en los simuladores.....	29
2.4.3	Generación y análisis de escenarios deterministas	30
2.4.4	Prueba de campo	30
3.	RESULTADOS.....	33
3.1	Auditoría energética en la comunidad de regantes.....	33
3.1.1	Discriminación horaria y pautas de consumo.....	33
3.1.2	Análisis de potencias a contratar	35
3.1.2.1	Antecedentes	35
3.1.2.2	Diseño de las curvas de carga del año tipo: curva de carga media y curva de carga de máximos.....	35
3.1.2.3	Optimizaciones de potencias a contratar	37
3.1.3	Evaluación y calificación energética.....	38
3.1.3.1	Eficiencia energética del bombeo (EB).....	38
3.1.3.2	Eficiencia energética general (EG).....	40
3.1.3.3	Evolución de la eficiencia general en la comunidad de regantes (2005-2014)40	
3.1.4	Análisis hidráulico.....	41
3.1.4.1	Determinación de la presión de consigna en la estación de bombeo (Hc)	41
3.1.4.2	Análisis de los turnos de riego de la campaña 2014.....	44
3.2	Comparativa de simuladores	45
3.2.1	Generación y análisis de escenarios deterministas.....	45
3.2.2	Prueba de campo	47
4.	CONCLUSIÓN.....	49

4.1	Auditoría energética en la comunidad de regantes.....	49
4.2	Comparativa de simuladores	52
5.	BIBLIOGRAFÍA.....	53
6.	ANEXOS	
7.	PLANOS	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Toma de agua del rio Aragón.	5
Figura 2.2. Colector general de impulsión.	5
Figura 2.3. Tubería de acero galvanizado con: válvula de retención, carrete de desmontaje, caudalímetro y válvula de compuerta.	6
Figura 2.4. Ventosa trifuncional y manómetro en el colector general.	6
Figura 2.5. Válvula de alivio.	7
Figura 2.6. Foso de aspiración.	7
Figura 2.7. Equipos hidráulicos y grupos de bombeo de la estación de bombeo.	8
Figura 2.8. Elementos de un hidrante.	9
Figura 2.9. Línea eléctrica aérea de AT (derecha). Centro de transformación (izquierda).	10
Figura 2.10. Armarios eléctricos.	10
Figura 2.11. Armario de manejo del bombeo y panel view.	11
Figura 2.12. Diagrama del proceso de explotación del regadío.	13
Figura 2.13. Grupo motobomba.	14
Figura 2.14. Placas de características de bomba y motor nº 1.	14
Figura 2.15. Placas de características de bomba y motor nº 2, 3 y 4.	15
Figura 2.16. Rendimiento en el bombeo para el rango de caudales de trabajo.	17
Figura 2.17. Distribución mensual del consumo energético del año 2014.	21
Figura 2.18. Consumo energético por semanas y meses de la campaña de riego 2014.	22
Figura 2.19. Distribución horaria anual de la tarifa de acceso de alta tensión en 6 periodos.	23
Figura 2.20. Término de reactiva.	23
Figura 2.21. Hidrate 53B (derecha). Manómetro aguas arriba del hidrante 53B (izquierda).	27
Figura 2.22. Acometidas de hidrante 21 y ventosa.	31
Figura 2.23. Medición de la presión en ventosa próxima al hidrante 21.	32
Figura 3.1. Semana de julio de 2014 (del 21 al 27).	33
Figura 3.2. Semana de agosto de 2014 (del 25 al 31).	34
Figura 3.3. Perfil de consumo energético frente a perfil de viento en una semana de agosto de 2014 (del 25 al 31).	34
Figura 3.4. Representación del coste fijo frente a excesos de las alternativas “A” y “B”.	38
Figura 3.5. Eficiencia energética general (EG) de los años 2005-2014.	41
Figura 3.6. Cálculo del parámetro B de la curva de consigna.	42
Figura 3.7. Representación de la curva de consigna.	43

Figura 3.8. Diferencias entre simuladores en el cálculo de las pérdidas de carga en tuberías. ... 46

Figura 3.9. Diferencias entre simuladores en el cálculo de las pérdidas de carga en tuberías de fundición dúctil. 46

Figura 3.10. Correlación datos observados en campo y simulados..... 48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Evolución los cultivos en el regadío de Aibar.....	12
Tabla 2.2. Esquema de activación de los equipos motobomba.	16
Tabla 2.3. Potencias contratadas por periodos eléctricos.	19
Tabla 2.4. Término de potencia.....	19
Tabla 2.5. Consumo energético mensual del año 2014.....	21
Tabla 2.6. Término de energía.....	21
Tabla 2.7. Energía activa, energía reactiva y $\cos \Phi$ del año 2014.....	24
Tabla 2.8. Datos obtenidos en el escenario de campo.....	31
Tabla 2.9. Datos obtenidos en la medición de la acometida de hidrantes.....	31
Tabla 3.1. Potencias contratadas en 2013 y potencias contratadas en 2014 según periodos eléctricos.	35
Tabla 3.2. Consumos energéticos de los meses de la campaña de riego de 2009-2014.....	36
Tabla 3.3. Consumos energéticos de los meses de la campaña de riego de 2009-2014, selección promedios mensuales.	36
Tabla 3.4. Consumos energéticos de los meses de la campaña de riego de 2009-2014, selección máximos mensuales.	37
Tabla 3.5. Alternativa “A” y “B” con potencias optimizadas y coste total.....	37
Tabla 3.6. Alternativa “A” y “B” con potencias actuales y coste total.	37
Tabla 3.7. Altura manométrica de los bombeos.....	39
Tabla 3.8. Calificación energética del bombeo (EB).....	39
Tabla 3.9. Eficiencia energética general (EG) de los años 2005-2014.....	40
Tabla 3.10. Pérdidas de carga en la red en función del caudal.....	42
Tabla 3.11. Ahorro energético con la presión de consigna variable.....	43
Tabla 3.12. Presiones de consigna fijas estacionales.	44
Tabla 3.13. Ahorro energético con la presiones de consigna fijas estacionales.....	44
Tabla 3.14. Comparación de presiones disponibles en hidrantes.....	47

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1 Contexto general

Desde principios del siglo XXI, la tecnificación de los regadíos ha aumentado notablemente, implicando importantes cambios en los balances económicos de las comunidades de regantes. Esto es debido a la masiva transformación de los sistemas de riego, que pasan de ser riego por gravedad, que no suele necesitar aporte de energía, a riego a presión (aspersión y goteo) que sí la necesitan debido a la instalación de estaciones de bombeo que funcionan con energía, en la mayoría de los casos energía eléctrica. Actualmente, aproximadamente el 70% de la superficie de riego en España se riega por estos sistemas a presión (Abadía, 2013) debido a que responden a un modelo de regadío distinto, eficiente y competitivo. Este cambio de configuración de los regadíos hace necesaria la incorporación de un recurso básico más, paralelo al agua, que es la energía.

La modernización de los regadíos en Navarra también ha supuesto una importante dependencia energética y un alto incremento de los costes en los regadíos, ambos motivos son poderosos para una racionalización del consumo energético. El precio de la energía se ha incrementado en un 82% (Ederra & Murugarren, 2010) respecto al coste de la energía antes de la anulación de la tarifa de riegos, a partir del 1 de julio de 2008, y la liberación del mercado eléctrico, obligando a los consumidores a la suscripción del contrato de suministro en el mercado libre.

Por todo ello, el gasto energético se ha convertido en una de las principales preocupaciones de las comunidades de regantes que se ven obligadas a tomar medidas de ahorro y eficiencia energética con el objetivo de asegurar su sostenibilidad.

1.2 Marco normativo

Las políticas dentro de la unión europea están encaminadas a implantar medidas de ahorro y eficiencia energética. Es por ello, que el parlamento europeo elaboró una nueva Directiva, la 2012/27/UE del 25 de octubre de 2012 relativa a la eficiencia energética, que obliga a todos los estados miembros a fijar unos objetivos de eficiencia energética con el fin de alcanzar un 20% de ahorro de energía primaria para el año 2020.

El estado Español es consciente de su elevada dependencia energética y de la importancia de la eficiencia energética como parte integrante de los procesos productivos. Todo ello, hace necesaria la elaboración, por parte del Gobierno de España, de un Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética para el periodo 2011-2020, incorporando objetivos acordes con la Directiva europea mencionada.

Los ahorros que pretende conseguir este Plan son coherentes con los objetivos de reducción de gases de efecto invernadero fijados para España en el marco de la estrategia 20-20-20 de la Unión Europea, aunque existen diferencias de enfoque y métodos de cálculo con las proyecciones de emisiones con horizonte 2020 informadas a la Comisión Europea. Además, este Plan asume estrategias y planificaciones en materia de I+D+I, política industrial o

infraestructuras ya aprobadas, como condiciones necesarias para la consecución de los objetivos de ahorro de energía final y primaria propuestos para el año 2020.

Este Plan plantea una serie de medidas de actuación para los sectores de la sociedad. En lo referente al sector agrícola, cabe destacar la medida “Auditorías energéticas y planes de actuación de mejoras en explotaciones agrarias” (Plan de Acción 2011-2020, p.38).

Por otro lado, y a nivel provincial, partiendo de las medidas llevadas a cabo por la Unión Europea y en continua respuesta a las actuaciones a nivel Nacional, Navarra apuesta por un modelo energético de sociedad más sostenible creando el III Plan Energético de Navarra horizonte 2020 (PEN 2020). Este Plan tiene como objetivo general, maximizar la contribución de la producción, transformación y consumo de energía a la sostenibilidad de Navarra.

En concreto, haciendo referencia al sector agrícola, la extensión y modernización del regadío navarro ha supuesto un aumento del consumo energético en los últimos años. En consecuencia, el PEN 2020 plantea una serie de medidas, entre ellas la de fomentar la realización de auditorías energéticas en las explotaciones agrícolas, para detectar posibilidades de aplicación de medidas de eficiencia energética o variaciones en los hábitos de consumo que, por su rentabilidad, puedan ser aplicadas.

1.3 Objetivos

El objetivo principal de este trabajo es la realización de una auditoría energética de una comunidad de regantes, en concreto la Comunidad de Regantes “El Saso” de Aibar. Con el fin de conseguir una reducción del gasto energético mediante la gestión sostenible del agua de riego. Así mismo, se pretende alcanzar una disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) utilizando como indicador la huella de carbono.

A dicho objetivo principal irá asociado un objetivo secundario, que será la realización de una comparativa entre simuladores hidráulicos: Gestar y Epanet, con el fin de evaluar la eficiencia hidráulica de la red. Ambas herramientas están diseñadas para mejorar el conocimiento y evolución de las redes de distribución de agua, pero la gran diferencia es que Epanet es de dominio público y Gestar de dominio privado, por lo que se compararán planteando escenarios simulados y reales de campo.

Ambos objetivos se complementan ya que en la realización de la auditoría energética se llevará a cabo un análisis energético que se completa con un análisis hidráulico llevado a cabo con el apoyo de los simuladores anteriormente mencionados.

Con todo ello, se pretende proponer una serie de medidas con el objetivo económico de abaratar la actual factura eléctrica sin necesidad de realizar ninguna inversión relevante de las instalaciones de la Comunidad de Regantes “El Saso” de Aibar.

2. MATERIAL Y MÉTODO

2.1 Caracterización de la zona de estudio

Se selecciona la Comunidad de Regantes “El Saso” situada en el término municipal de Aibar (Navarra) con una superficie de 523 ha. El proyecto se redactó en 2003, con la finalidad de promover la transformación en regadío de dicho paraje (Fernández, 2003).

La razón por la que esta comunidad ha sido escogida es debido a que se trata de un bombeo directo con más de 10 años de funcionamiento, por lo que es interesante estudiar su situación actual, considerando principalmente los datos obtenidos en la última campaña de riego, concretamente del año 2014.

2.1.1 Antecedentes

La Comunidad de Regantes “El Saso” de Aibar se constituyó en agosto de 2000, con la finalidad de promover la transformación en regadío del citado paraje de “El Saso”.

La Orden Foral de 1 de julio de 2002, del Consejero de Agricultura, Ganadería y Alimentación, inició de oficio la actuación en infraestructuras agrícolas, mediante la concentración parcelaria y la transformación en regadío, en la zona “El Saso” del término municipal de Aibar.

Así mismo, el Gobierno de Navarra, mediante Decreto Foral 65/2003, de 31 de marzo, aprobó la actuación.

Riegos de Navarra, S.A, como empresa pública del Gobierno de Navarra, por encargo de éste y de acuerdo con la comunidad de regantes, tramitó el expediente concesional, recogido en la Sección A TOMO 37 HOJA 79 del Registro de aguas de la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE), con el objetivo de que se otorgara a favor de la Comunidad de Regantes el aprovechamiento de un caudal continuo de 317 litros/segundo de aguas derivadas del río Aragón con destino a riego de una superficie de 523 hectáreas y un volumen anual de 3.022.166 m³ (equivalente a 5.723,79 m³/ha año) (Anexo 1. Expediente concesional de aguas).

2.1.2 Localización y descripción de la zona

La comunidad de regantes “El Saso” de Aibar se encuentra en el margen derecho del río Aragón. A su vez, delimita con los parajes de Peruchis, La Modella y Balsa de la Mueda; el regadío tradicional de Aibar y los términos municipales de Sangüesa y Cáseda. El barranco de Valladana cruza la zona de norte a sur por su parte central. El Plano 1 recoge la situación del regadío.

Los terrenos que configura la zona se han formado a partir de importantes depósitos de terraza del río Aragón, correspondientes al periodo Cuaternario. Se distinguen tres niveles de terraza: el inferior, situado a 8-10 m, corresponde al regadío tradicional que se encuentra al sur de la zona estudiada, en la que están representados los dos niveles restantes, a 18-22 m y 34-38m. El terciario se encuentra poco representado en la zona y principalmente está formado por margas grises y violáceas, con capas centimétricas de areniscas, limos, carbonatados y calizas grises del Oligoceno (Headoniense-Arveniense). Estos materiales se sitúan en el lecho del barranco Valledena, de norte a sur, así como en una franja transversal en la separación de los dos niveles de terraza presentes. Como fuente de esta información geológica se ha utilizado la Hoja del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 nº 174 (Sangüesa).

Los suelos de la zona se clasifican como Calcixerollic Xerochrepts, diferenciándose las familias texturales franca-fina-carbonática y esquelética-franca-carbonática. En el lecho del barranco Valledena también se encuentran suelos correspondientes al intergrado Fluventic y, en el límite sur de la zona, aparecen representados los extragrados Lithic y Paralithic. Estos suelos, con excepción de los últimos extragrados citados, son aptos para el regadío.

2.1.3 Descripción de las infraestructuras

2.1.3.1 Características generales

La zona de estudio se centra en la Comunidad de Regantes “El Saso” de Aibar (Navarra) cuya superficie regable es de 523 ha proyectadas exclusivamente para sistemas de riego a presión. Es preciso señalar que un 9% de esta superficie no ha sido equipada. La red de riego está dotada con 79 tomas (hidrantes) abastecidas mediante un bombeo directo, con variadores de frecuencia. El caudal total máximo es de 555 l/s y una altura manométrica de 115 m.c.a.

2.1.3.2 Obra de toma y estación de bombeo

La obra de toma se sitúa en el margen derecho del río Aragón, y consiste en una compuerta mural de acero, de 1.200x1.200 mm, estanca en sus cuatro lados, accionada mediante volante y reductor, integrada en muro de contención de tierras de hormigón armado (Figura 2.1).

Delante de la compuerta, se proyectó una rejilla metálica galvanizada para impedir la entrada de elementos gruesos y materiales vegetales en suspensión.



Figura 2.1. Toma de agua del río Aragón.

Desde la compuerta hasta el foso de aspiración, el caudal a derivar se conduce por un conductor de tubería de 900 mm de diámetro interior, de hormigón armado.

El caudal máximo a derivar es de 555 l/s, variable en función de la demanda. Con el caudal máximo, el flujo circula por el conducto de toma a una velocidad de 0,87 m/s y para reducir esta velocidad se proyectó una boquilla antes de entrar en el foso para evitar flujo indeseable hacia la aspiración de las bombas.

Están instalados cuatro grupos motobomba de eje vertical, tres para bombear 158 l/s a 115 m de altura manométrica, cada uno, con motores de 250 kW, cuatripolares; y un grupo para bombear 81 l/s a 115 m de altura manométrica, con motor de 132 kW.

Los grupos de 250 kW vierten, antes de la conexión al colector general (Figura 2.2), a una tubería de acero galvanizado de 350 mm de diámetro y 6,35 mm de espesor, en la que se insertan una válvula de retención, un carrete de desmontaje, un caudalímetro y una válvula de compuerta (Figura 2.3). En el caso del grupo de 132 Kw, los equipos son de 250 mm tubería galvanizada, de 6,35 mm de espesor. El colector general es de 700 mm de diámetro y un espesor de 7,92 mm.



Figura 2.2. Colector general de impulsión.



Figura 2.3. Tubería de acero galvanizado con: válvula de retención, carrete de desmontaje, caudalímetro y válvula de compuerta.

Sobre el colector general, con pendiente ascendente de 1% hacia la ventosa final, existen tomas para el transductor de presión, manómetro, toma de agua para limpieza y ventosa trifuncional de 100 mm de diámetro (Figura 2.4).



Figura 2.4. Ventosa trifuncional y manómetro en el colector general.

También existe un desagüe general con una válvula de compuerta de 100 mm de diámetro y una válvula de alivio de sobrepresiones de 250 mm de diámetro nominal para disminuir el golpe de ariete (Figura 2.5). Ambos elementos vierten al foso de aspiración.



Figura 2.5. Válvula de alivio.

La estación de bombeo está situada sobre una plataforma, en la cota 388, cota que es suficiente para obviar las avenidas del río Aragón que se puedan producir.

El foso de aspiración donde irán alojados los grupos de bombeo es de hormigón armado, de 7,5 m de profundidad (Figura 2.6).



Figura 2.6. Foso de aspiración.

La estación de bombeo se proyectó de modo que los grupos de bombeo y equipos hidráulicos permanezcan a la intemperie y los equipos de control y centro de transformación se alojen en edificaciones anejas (Figura 2.7).



Figura 2.7. Equipos hidráulicos y grupos de bombeo de la estación de bombeo.

2.1.3.3 Red de riego

A partir del colector de impulsión comienza la red de riego, ramificada, con una longitud total de 15.000 m, 2.040 m con tubería de fundición dúctil de 600 mm de diámetro, embutida en manga de PE, y el resto con tuberías de PEHD con PN de 1,0 y 0,8 Mpa, en diámetros de 630 a 125 mm. En la tabla 2 del Anexo 2 se recogen las características de las tuberías.

En la red de riego se encuentran ventosas, desagües e hidrantes en los puntos correspondientes. Las ventosas son del tipo trifuncional y su diámetro depende del tramo de tubería donde van instaladas.

Existen desagües en los puntos bajos de la red, protegidos con arqueta cerrada o tapa, o bien con vertido directo al cauce más próximo tras la válvula de compuerta enterrada.

En la red existen válvulas de seccionamiento o de corte. Son válvulas de compuerta completamente enterradas, que se manipulan desde arriba mediante un volante que acciona un vástago telescópico. Para diámetros mayores de 400 mm las válvulas de corte son de mariposa. Todas las válvulas de corte son de PN 1,6 Mpa.

En la red se sitúan 79 hidrantes, 21 de 80 mm, 50 de 100 mm y 8 de 150 mm de diámetro nominal, todos ellos compuestos de válvula hidráulica y contador, y equipados con regulador de presión y limitador de caudal. Cada hidrante va provisto de filtro, válvula de compuerta, válvula de purga y acometidas de entrada y salida (Figura 2.8). En la tabla 1 del Anexo 2 se recogen las características de los hidrantes.

Cada uno de los elementos de la red mencionados se pueden observar en el Plano 3. Red de riego.



Figura 2.8. Elementos de un hidrante.

Todas las arquetas están numeradas e indican el tipo de elemento que protegen mediante una placa metálica impresa y atornillada.

Las parcelas están equipadas, en su mayoría, con cobertura total enterrada para riego por aspersión. Tienen un marco de riego de 18x18 m (dieciocho metros de separación entre los aspersores de un lateral y dieciocho metros de separación entre laterales) con disposición al tresbolillo y una pluviometría de 6,33 l/m² y hora. El caudal emitido por los aspersores circulares es de 2.050 l/h, para la presión de trabajo de 0,35 MPa.

2.1.3.4 Instalaciones eléctricas

El suministro eléctrico es distribuido y comercializado por la empresa suministradora Iberdrola Generación, S.A.U, desde el comienzo de la explotación del regadío, en 2004.

Se proyectaron las instalaciones eléctricas necesarias para el suministro de energía al bombeo. Dichas instalaciones están constituidas por una línea eléctrica aérea de alta tensión en 13,2 kV, un centro de transformación y unas instalaciones de baja tensión (Figura 2.9).

Desde el fin de línea aérea a 13,2 kV, y de forma subterránea, se llega hasta el centro de transformación, utilizándose cable de aluminio aislado tipo DH-Z1 12/20 kV de 3(1x150) mm², con una longitud total de 30 m.



Figura 2.9. Línea eléctrica aérea de AT (derecha). Centro de transformación (izquierda).

La canalización es subterránea con 2 tubos (uno de reserva) de PVC rígido de 160 mm de diámetro en todo su recorrido. Dicha canalización finaliza en un transformador de 1.000 kVA.

La instalación de baja tensión incluye a los armarios donde se alojan los elementos necesarios de control y protección del bombeo, así como toda la instalación de iluminación en baja tensión, automatismos y equipos de medida necesarios (Figura 2.10 y 2.11).



Figura 2.10. Armarios eléctricos.



Figura 2.11. Armario de manejo del bombeo y panel view.

El sistema automático del bombeo consta de un transmisor de presión en la aspiración, un transductor de presión en la impulsión y 4 caudalímetros, uno por bomba en la impulsión.

2.1.4 Datos de la campaña 2014

2.1.4.1 Caracterización climática

En 2003, el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación instaló en el término municipal de Aibar una estación agroclimática, que es gestionada por INTIA S.A y de la cual se ha obtenido la siguiente información meteorológica del año 2014.

El mes más cálido fue agosto, con una temperatura media de 20,5 °C, y el más frío febrero con 5,6 °C y una temperatura media de mínimas diarias de 1,6 °C.

La temperatura media anual fue de 13,2 °C. En los meses de verano se alcanzaron temperaturas máximas absolutas de 32 °C.

La precipitación anual alcanzó los 652 mm, siendo la estación más lluviosa la primavera con 198 mm. No obstante, cabe destacar que curiosamente el mes más lluvioso del año 2014 es julio con 88 mm.

La evapotranspiración de referencia (ET₀) se situó en 1.049 mm anuales, y un 70% (738 mm) se concentró en el periodo de mayo a septiembre, alcanzando el máximo nivel en junio, con 170 mm.

2.1.4.2 Alternativa de cultivos

Esta zona regable se caracteriza por la gran diversidad de cultivos que ha venido presentando desde el comienzo de la explotación del regadío. Mantiene una alternativa de cultivos muy consolidada en el tiempo destacando, en cuanto a superficie cultivada, el cultivo de maíz (grano y dulce), seguido de los cultivos de invierno trigo o guisante. En la siguiente tabla 2.1 se describe la superficie cultivada desde el año 2009 al 2014.

Tabla 2.1. Evolución los cultivos en el regadío de Aibar.
Fuente: Servicio de Oferta Agroindustrial de INTIA.

Cultivo	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Maíz	45%	41%	42%	57%	60%	62%
Guisante	4%	5%	3%	5%	4%	13%
Alubia	1%	-	-	-	11%	10%
Viña	7%	7%	8%	7%	7%	8%
Trigo	17%	13%	28%	13%	4%	6%
Alfalfa	4%	3%	3%	3%	3%	5%
Cebada	8%	9%	8%	9%	8%	3%
Chopo	1%	1%	1%	1%	1%	2%
Girasol	3%	12%	-	-	4%	1%
Brócoli	-	-	-	-	-	1%
Árboles	1%	1%	1%	1%	1%	1%
Pasto	2%	3%	2%	3%	3%	No sig.
Olivo	No sig.	No sig.	No sig.	No sig.	No sig.	No sig.
Puerro	-	-	-	No sig.	1%	-
Espinaca	-	5%	-	-	-	-
Haba	4%	-	-	-	-	-
Sorgo	1%	-	-	-	-	-
Avena	1%	-	-	-	-	-
TOTAL	99%	100%	96%	99%	107%	112%

El porcentaje total es mayor a 100 debido a la presencia de dobles cosechas.

2.1.4.3 Consumo de agua de riego

La comunidad de regantes realiza una vez al año, en el mes de octubre una vez finalizada la campaña de riego, la lectura de los contadores de agua de los hidrantes que queda registrada en el programa de gestión administrativa del regadío. Las diferencias entre las lecturas de octubre de 2013 y de octubre de 2014 constituyen los consumos de agua de riego en los hidrantes, que van a facturar los regantes.

La suma de los consumos en los hidrantes proporciona el gasto total de agua de riego en el año 2014 y computa un volumen de **2.003.414 m³** (equivalente a 3.831 m³/ha año).

2.2 Explotación del regadío

2.2.1 Diagrama del proceso de explotación

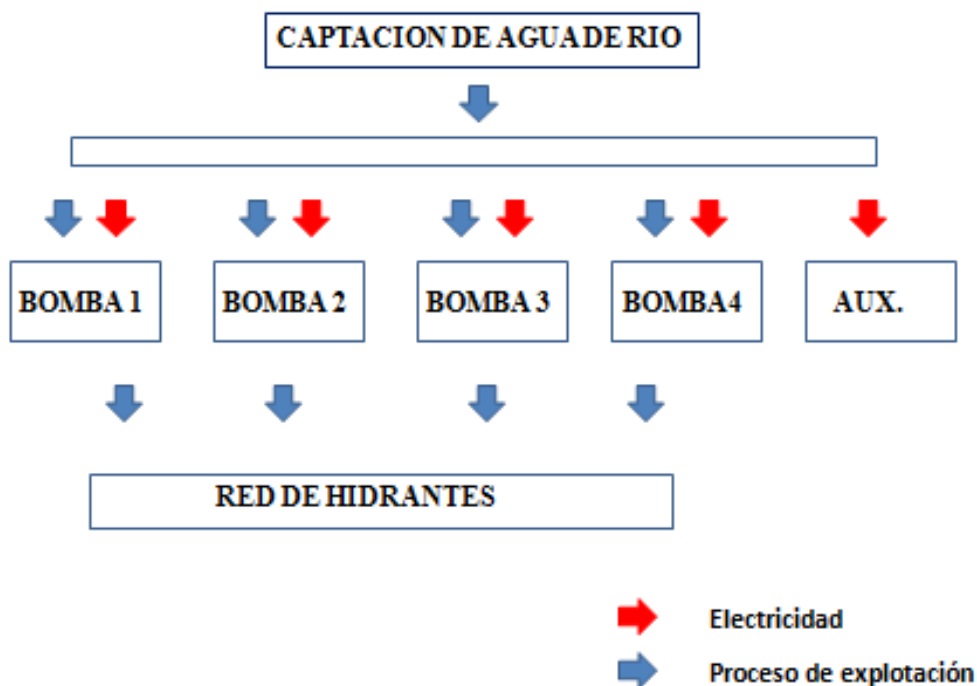


Figura 2.12. Diagrama del proceso de explotación del regadío.

El regadío comprende al conjunto de elementos cuyo objeto es la captación y distribución del agua desde su origen hasta cada una de las tomas de riego o hidrantes, llegando ésta en las debidas condiciones de presión y caudal (Figura 2.12).

2.2.2 Descripción de los equipos consumidores de energía

2.2.2.1 Equipos motobomba

La estación de bombeo, que impulsa el agua directamente a la red de distribución, consta de 4 grupos motobomba de eje vertical (Figura 2.13). Tres de ellos bombean 158 l/s a 115 m.c.a con motores de 250 kW, y el cuarto grupo de 132 kW, para 81 l/s.



Figura 2.13. Grupo motobomba.

- GRUPO MOTO-BOMBA N°1

Bomba CAPRARI TIPO P14CU/8/45/7D
 Q (l/s) 81 H (m.c.a) 115

Motor WEG IP-55 TIPO 315 S /M-4
 400Δ 228 A 132 kW 1485 r.p.m



Figura 2.14. Placas de características de bomba y motor n° 1.

- GRUPO MOTO-BOMBA N° 2, 3 y 4

Bomba CAPRARI TIPO P16CU/10/55/6B

Q (l/s) 158

H (m.c.a) 115

Motor WEG IP-55 TIPO 355 M/L-4

400Δ 428 A 250 kW 1490 r.p.m



Figura 2.15. Placas de características de bomba y motor n° 2, 3 y 4.

Tanto el equipo de 81 l/s como uno de los de 158 l/s, se accionan mediante variadores de frecuencia *Shneider-Altivar 68 Telemecanique*, y los otros dos equipos de 158 l/s con arrancadores estáticos *Shneider Altistart 48 Telemecanique*.

En el Anexo 3 se recogen las curvas características fijas de las bombas (sin variar las r.p.m) y las curvas de comprobación de los variadores cambiando la frecuencia (Hz), que el fabricante ha proporcionado.

2.2.3 Descripción del funcionamiento

2.2.3.1 Funcionamiento y regulación del bombeo

Como se viene mencionando anteriormente, la estación de bombeo se compone de 4 bombas asociadas en paralelo, y combina 2 de velocidad variable (BVV) y 2 de velocidad fija (BVF). Una de las bombas de velocidad variable es de menor tamaño que el resto con objeto de adaptarse mejor a los cambios de demanda.

La programación de la estación de bombeo está implementada en el autómatas que comanda el funcionamiento de los diferentes grupos moto-bomba. El autómatas se encarga de mantener una presión de consigna o de referencia (P_c) que alimenta la red de distribución (en la actualidad un valor fijo de 104 m).

La activación o la desactivación de los grupos responden al consumo demandado. Cuando la demanda aumenta se produce una caída de presión en las tuberías de la red y es necesario aportar más presión activando más bombas (acelerando las BVV o poniendo en marcha las BVF). Cuando la demanda disminuye, la presión va a superar a la de consigna y el autómata mandará desactivar bombas (decelerar las BVV o parar las BVF).

La medición de presión (P_{med}) se realiza en el colector de impulsión a la salida del bombeo. El detector de presión informa al autómata del valor de la variable, éste efectúa una comparación con la consigna programada e intentará anular la diferencia entre el valor medido y el de referencia modificando la velocidad de giro de las bombas de velocidad variable y/o activando las bombas de velocidad fija.

Para variar la velocidad de giro de la bomba se actúa, a través del variador de frecuencia, sobre la frecuencia de alimentación del motor (r.p.m).

A continuación, en la tabla 2.2, se muestra el esquema de activación programado para los grupos moto-bomba de Aibar.

Tabla 2.2. Esquema de activación de los equipos motobomba.
Fuente: Proyecto Transformación en regadío de “El Saso” de Aibar (Navarra)

DEMANDA (l/s)	CONDICIÓN 1	CONDICIÓN 2	cambio	ESTADO
0 81	$P_{med} < P_c - 2 \text{ m}$		activa V1	BVV1
81 158	$P_{med} < P_c - 2 \text{ m}$	BVV1 a rpm máx	BVV1 se desactiva activa BVV2	BVV2
158 239	$P_{med} < P_c - 2 \text{ m}$	BVV2 a rpm máx	BVV1 a rpm máx BVV2 regula	BVV1 + BVV2
239 316	$P_{med} < P_c - 2 \text{ m}$	BVV1 a rpm máx	BVV1 se desactiva se activa una de las BVF BVV2 regula	BVF + BVV2
316 397	$P_{med} < P_c - 2 \text{ m}$	BVV2 a rpm máx	Una de las BVF activada BVV1 a rpm máx BVV2 regula	BVF+ BVV1 + BVV2
397 474	$P_{med} < P_c - 2 \text{ m}$	BVV1 a rpm máx	BVV1 se desactiva se activa la segunda BVF BVV2 regula	BVF + BVF + BVV2
474 555	$P_{med} < P_c - 2 \text{ m}$	BVV2 a rpm máx	Las dos BVF activadas BVV1 a rpm máx BVV2 regula hasta rpm máx	BVF + BVF + BVV12 + BVV2

La desactivación de los grupos se realiza en sentido inverso.

Con el propósito de conseguir el mínimo coste energético, la regulación busca mantener el máximo rendimiento en un amplio rango de caudales de trabajo (desde 0 hasta 555 l/s). En la tabla 3 del Anexo 3 se detalla los rendimientos obtenidos en el bombeo con la regulación expuesta.

A continuación, se muestra, de forma gráfica (Figura 2.16), que la regulación permite mantener altos rendimientos, en el entorno del 77%, para casi todo el rango de caudales de trabajo. La excepción se encuentra en el manejo de pequeños caudales; por debajo de 40 l/s el rendimiento desciende precipitadamente.

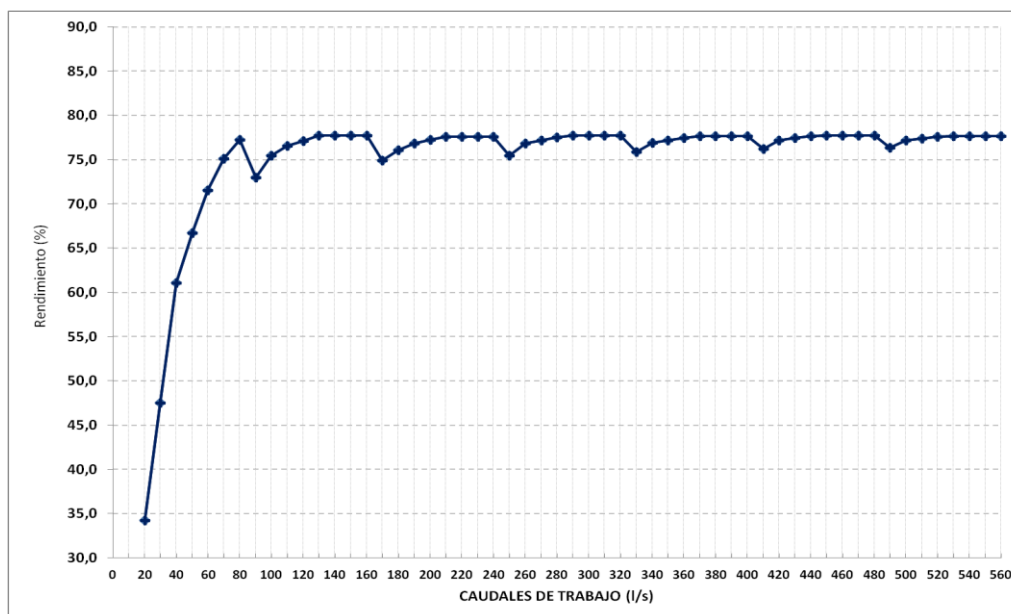


Figura 2.16. Rendimiento en el bombeo para el rango de caudales de trabajo.
Fuente: Fuente: Proyecto Transformación en regadío de “El Saso “de Aibar (Navarra).

2.2.3.2 Funcionamiento de la red de distribución

Se trata de una red de riego diseñada a la demanda para funcionar, en principio, en los periodos tarifarios P6 y P2 de uno de los meses de máximo consumo de la campaña de riego (julio), excluyendo de esta forma el periodo eléctrico más costoso (P1). Este diseño, propuesto en proyecto, supone que los regantes disponen de un horario de riego que suma 128 horas semanales.

Con el objetivo de evitar el colapso de la red, superando el caudal máximo de bombeo, y de abaratar al máximo el precio del agua en el mes de julio, la comunidad de regantes establece turnos de riego que ocupan fundamentalmente el periodo más económico (P6). Esto supone que la mayor parte del consumo se realiza en P6 (88 horas semanales) y una parte reducida en P2 (40 horas semanales).

Los turnos de riego son fijados en función del caudal demandado por todas las parcelas equipadas y provistas con cultivos que necesiten riegos en verano. Estas parcelas suman un caudal total de 1.192,5 l/s.

Sabiendo que el caudal máximo de bombeo asciende a 555 l/s, se hacen necesarios 2 turnos de riego con un caudal próximo al máximo bombeado para aquellas parcelas provistas de cultivos de alto consumo (maíz, alfalfa y girasol), y un turno pequeño con un caudal reducido pero que es necesario para abastecer de riego al resto de cultivos con menor consumo que los mencionados. Los hidrantes seleccionados para cada turno se recogen en el Anexo 4.

Repartiendo las horas del periodo 6 en julio entre los dos turnos grandes, quedan 44 horas semanales de riego para cada turno, lo que equivale a una dosis de 42 l/m² y semana que se valora suficiente para atender las necesidades de agua de la alternativa de cultivos de esta área regable.

Para las parcelas con cultivos con menor consumo se les asigna un turno ajustándose al P2, con 40 horas semanales de riego para el turno, lo que equivale a una dosis de 38 l/s y semana.

Por otra parte, existe cierto número de parcelas que no están equipadas y además parcelas dotadas por cultivos que no necesitan riegos tan frecuentes en verano como para ajustarlas en un turno de riego. Los hidrantes correspondientes a estas parcelas mencionadas se encuentran en la tabla 7 del Anexo 4.

2.3 Auditoría energética en la comunidad de regantes

Para alcanzar el objetivo principal de este trabajo, la realización de una auditoría energética, el documento en el que se basa todo el estudio es el “Protocolo de Auditorías Energéticas en comunidades de regantes” editado por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) como el procedimiento recomendado para implementar la medida “Auditorías energéticas y planes de actuación de mejoras en explotaciones agrarias” incluidas en el 2º Plan de Acción Nacional de Eficiencia Energética en España 2011-2020.

El IDAE, en su documento de auditorías energéticas para comunidades de regantes, propone una serie de fases, que todo auditor energético tiene que implementar (Sánchez de Vera, [s.f]). Las 4 fases propuestas son las siguientes:

- **1ª fase.** Medida de parámetros eléctricos e hidráulicos de los bombeos.
- **2ª fase.** Cálculo de la eficiencia energética de los equipos consumidores de energía.
- **3ª fase.** Análisis del funcionamiento hidráulico de la red de distribución de agua mediante dos simuladores hidráulicos.
- **4ª fase.** Propuesta y valoración económica de medidas correctoras.

El desarrollo de estas fases se realiza en los puntos que se plantean a continuación.

2.3.1 Contratación de energía eléctrica

En la comunidad de regantes “El Saso” de Aibar la energía necesaria para el desarrollo de las actividades y funcionamiento de las instalaciones se aporta en su totalidad en energía eléctrica. Desde el comienzo de la explotación del regadío, en 2004, el suministro eléctrico lo proporciona la misma empresa Iberdrola Generación, S.A.U.

El contrato que la Comunidad de Regantes “El Saso” de Aibar tiene con esta comercializadora es una tarifa 6.1 A, para una tensión de acometida de 13,2 kV, que se va renovando cada año.

La tarifa 6.1 A consiste en dar a la energía distintos precios según el momento en que se consume. Específicamente, esta tarifa establece 6 periodos con precios decrecientes del 1 al 6.

A continuación se van a revisar los componentes que constituyen la factura eléctrica. Todos ellos se agravan con el impuesto eléctrico, además de con el IVA.

2.3.1.1 Término de potencia

Para cada uno de los periodos tarifarios se contratan las siguientes potencias (Tabla 2.3), aplicables para todo el año, en este caso el 2014:

Tabla 2.3. Potencias contratadas por periodos eléctricos.

Potencias contratadas (kW)					
P1	P2	P3	P4	P5	P6
20	40	40	40	40	780

El control de la potencia demandada se realiza mediante la instalación de los correspondientes aparatos de medida (maxímetros) que registran la potencia cuartohoraria, distinguiendo cada periodo tarifario.

Los precios de la potencia están regulados por el gobierno y se publican, cada año, en el BOE. Los precios actualmente en vigor vinieron publicados en el BOE núm. 312 de 26 de diciembre de 2014. En la tabla 2.4 se muestra el término de potencia para cada uno de los periodos tarifarios.

Tabla 2.4. Término de potencia.

Término de potencia (€ kW/año)						
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
6.1 A	39,13943	19,58665	14,33418	14,33418	14,33418	6,54018

2.3.1.2 Excesos de potencia

En el caso de que la potencia demandada sobrepase en cualquier periodo tarifario la potencia contratada, se procederá a la facturación de todos los excesos de potencia que se puedan dar, facturándose éstos mensualmente.

El cálculo de la facturación de los posibles excesos (F_{EP}) registrados en cada periodo se calcula con la siguiente fórmula, según lo establecido por el RD 1164/2001:

$$F_{EP} = \sum_{i=1}^{i=6} K_i \times 1,4064 \times A_{ei}$$

Donde:

K_i = coeficiente dependiente de los valores del periodo tarifario

Periodo ...	1	2	3	4	5	6
Ki	1	0,5	0,37	0,37	0,37	0,17

A_{ei} se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\sqrt{\sum_{j=1}^{j=n} (P_{dj} - P_{ci})}$$

Donde:

P_{dj} = potencia demandada en cada uno de los cuartos de hora del periodo i en que se haya sobre pasado P_{ci}

P_{ci} = potencia contratada en el periodo i.

2.3.1.3 Término de energía

Este término se obtiene considerando la energía consumida y medida por el contador de Iberdrola en cada periodo tarifario por el precio de la energía (€/kWh) correspondiente. El término de facturación de energía activa se facturará mensualmente, incluyendo la energía consumida en el mes correspondiente a cada periodo tarifario. Este valor se puede obtener a partir de las facturas eléctricas y de la curva de carga correspondiente al año analizado.

Al contrario que el término de potencia, éste es un término variable y depende de la energía que se consuma en el tiempo de facturación.

Como en la mayoría de los regadíos el consumo energético, directamente proporcional al consumo de agua de riego, es estacional y se consume la mayor parte en los meses de verano.

En la siguiente figura 2.17 se aprecia la distribución del consumo energético para el año 2014 y en la tabla 2.5 se muestran los consumos energéticos.

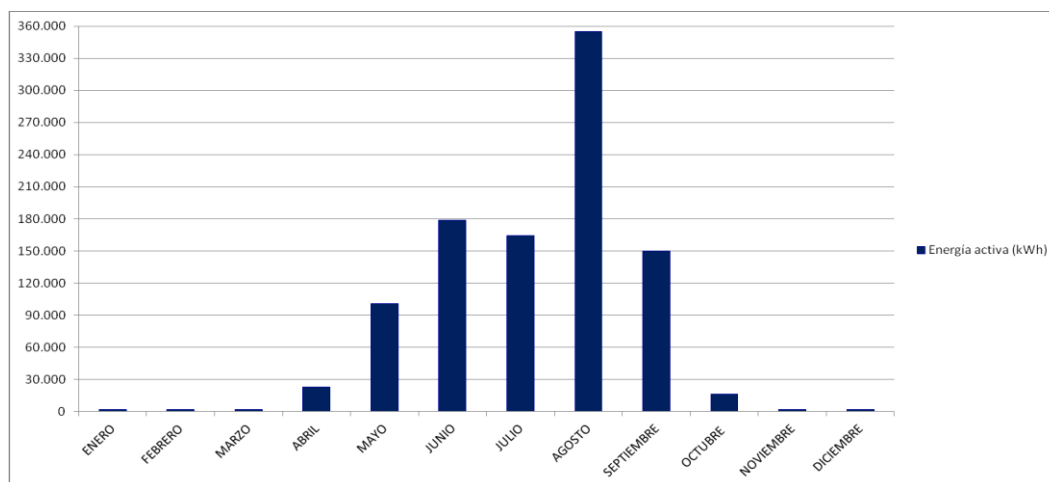


Figura 2.17. Distribución mensual del consumo energético del año 2014.

Tabla 2.5. Consumo energético mensual del año 2014.

ENERGIA (kWh)												
ENERO	FEB.	MARZO	ABRIL	MAYO	JUN.	JUL.	AGOST.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	TOTAL
2.100	1.879	1.880	22.902	101.084	178.490	164.609	354.984	150.216	16.649	2.088	1.817	998.698

Parte del precio de la energía está regulado por el gobierno y se publica, cada año, en el BOE. Los precios actualmente en vigor vinieron publicados en el BOE núm. 312 de 26 de diciembre. A este precio fijado, por kWh, se le suma el precio que la comercializadora contratada haya negociado con el consumidor. El resultado de esta operación da el precio final del kWh en cada uno de los periodos tarifarios (Tabla 2.6).

Tabla 2.6. Término de energía.

TERMINO ENERGIA (€/kWh)						
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
REGULADO	0,02667	0,01992	0,01062	0,00528	0,00341	0,00214
COMERCIALIZADORA	0,08883	0,07743	0,08074	0,07408	0,06524	0,05512
FINAL	0,11550	0,09735	0,09136	0,07936	0,06865	0,05726

2.3.1.3.1 Discriminación horaria y pautas de consumo

La pauta de riego en Aibar responde a la suma de múltiples factores, los de mayor influencia son:

- La alternativa de cultivos
- La meteorología
- La tarifa eléctrica contratada

Como se ha mencionado, el consumo de agua en el regadío de Aibar en el año 2014 ascendió a 2.003.414 m³, que corresponden con un consumo de energía de 998.698 kWh.

El siguiente figura 2.18 muestra el consumo a lo largo de los meses de la campaña de riego 2014.

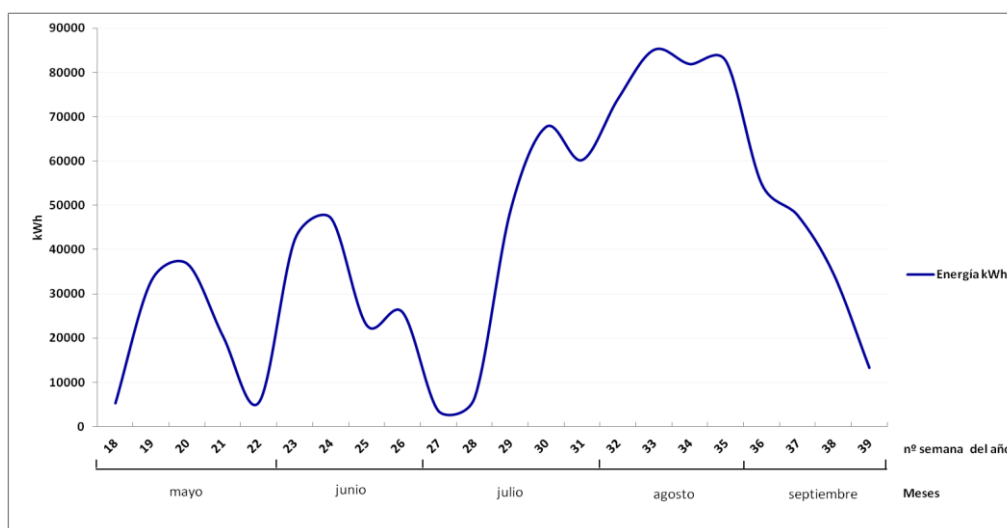


Figura 2.18. Consumo energético por semanas y meses de la campaña de riego 2014.

Se puede observar que la punta de consumo se registra en la segunda quincena del mes de julio y la primera de agosto, causada principalmente por las intensas condiciones meteorológicas y por la fase fenológica de altas necesidades de agua en la que se encuentran los cultivos, propias del periodo estival. No obstante cabe destacar el importante descenso del consumo en la primera quincena de julio a causa de las fuertes lluvias, impropias en este mes.

El calendario energético impuesto por la tarifa eléctrica contratada (Figura 2.19), posiciona al mes de julio como el más castigador debido a la presencia de períodos P1 y P2, los más costosos de la tarifa. En cambio el mes de agosto se caracteriza por tener solamente periodo P6, el más económico.

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO		JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DECIEMBRE
						1ª quincena	2ª quincena						
0 a 1 h													
1 a 2 h													
2 a 3 h													
3 a 4 h	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
4 a 5 h													
5 a 6 h													
6 a 7 h													
7 a 8 h													
8 a 9 h	P2	P2				P4	P2	P2		P4			P2
9 a 10 h													
10 a 11 h	P1	P1				P3	P1	P1		P3			P1
11 a 12 h			P4								P4		
12 a 13 h													
13 a 14 h													
14 a 15 h	P2	P2		P5	P5		P1	P1	P6		P5		P2
15 a 16 h													
16 a 17 h													
17 a 18 h													
18 a 19 h													
19 a 20 h	P1	P1	P3			P4				P4		P3	P1
20 a 21 h													
21 a 22 h	P2	P2					P2	P2					P2
22 a 23 h													
23 a 24 h			P4								P4		

NOTA: El PERIODO 6 incluye, además de las horas señaladas, todas las horas de fines de semana y fiestas nacionales

Figura 2.19. Distribución horaria anual de la tarifa de acceso de alta tensión en 6 periodos.
Fuente: ORDEN ITC/2794/2007

2.3.1.4 Penalización por reactiva

Se factura una penalización por reactiva cuando el factor de potencia (cosφ) es inferior a 0,95 y de forma progresiva; de manera que, si cosφ es menor de 0,95 se penaliza con un precio por kVArh y si el cosφ es menor a 0,80 se penaliza con un segundo precio más gravoso (Figura 2.20).

En caso de penalización los precios para la penalización de la reactiva en vigor vienen contemplados en la orden ITC 3519/2009 de 28 de diciembre (BOE núm. 315 de 31 de diciembre de 2009).



Figura 2.20. Término de reactiva.
Fuente: Gesternova <http://blog.gesternova.com/energia-reactiva/>

El cosφ se calcula como:
$$\frac{Ea}{\sqrt{Ea^2 + Er^2}}$$

Siendo:

Ea = Energía activa en kWh

Er = Energía reactiva en kVArh

En los meses del año 2014 el resultado es el siguiente (tabla 2.7):

Tabla 2.7. Energía activa, energía reactiva y $\cos \Phi$ del año 2014.

	ENERO	FEB.	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
Energía activa (KWh)	2.100	1.879	1.880	22.902	101.084	178.490	164.609	354.984	150.216	16.649	2.088	1.817
Energía reactiva (kVArh)	0	4	15	504	14.690	37.847	38.095	75.435	28.835	1.173	7	0
cos Φ	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	0,98	0,97	0,98	0,98	1,00	1,00	1,00

En el año 2014 la comunidad de regantes de “El Saso” de Aibar no ha pagado ninguna penalización por reactiva. Esto es debido a los condensadores instalados en la estación de bombeo que compensan la energía reactiva que los motores o el transformador producen.

No obstante, habría que vigilar el correcto funcionamiento de los condensadores ya que se observa un $\cos \phi$ en el mes de julio cercano al penalizable.

2.3.2 Análisis de las potencias a contratar

Para la optimización de las potencias a contratar se ha requerido la curva de carga con los registros cuarto-horarios del año de estudio 2014. Estos datos se han obtenido a partir de una plataforma online que la empresa comercializadora (Iberdrola) pone al servicio de los clientes.

El objetivo de esta optimización será minimizar el término de potencia y los excesos de potencia anuales. Para ello, se crea una plantilla de elaboración propia a partir de una hoja de cálculo EXCEL donde se introduce la curva de carga anual y los precios de la potencia en vigor. Con ayuda de la función “solver”, que busca el mínimo a pagar, se obtienen las potencias óptimas a contratar en cada periodo tarifario.

2.3.3 Análisis de la eficiencia energética

Para cumplir con la demanda de la red, tanto energética como hidráulica, se instalan equipos motobomba, los cuales presentan un determinado rendimiento que indica la energía útil aportada frente a la energía absorbida.

Los grupos motobomba bien seleccionados y bien manejados minimizarán el consumo de energía necesario para que las bombas eleven el caudal necesario a la presión requerida, aumentando la eficiencia energética del sistema.

La eficiencia energética depende de una serie de factores que determinan un mayor o menor aprovechamiento de la energía del sistema.

En este estudio se va a calcular la eficiencia energética general de la comunidad de regantes (EG) y la eficiencia energética del bombeo (EB) para establecer si su funcionamiento es el idóneo.

2.3.3.1 Eficiencia energética del bombeo (EB)

El objetivo de este ensayo es medir los siguientes parámetros:

- Na: Potencia absorbida, en kWh
- Q: Caudal, medido, en m³/s
- H: Altura manométrica, en m

Con todos estos datos se calcula la eficiencia energética del bombeo (EB) de cada uno de los equipos motobomba. Para su cálculo se utiliza la siguiente fórmula:

$$EB (\%) = \frac{Q \times H \times 0,736}{Na} \times 100$$

2.3.3.2 Eficiencia energética general (EG)

Para el cálculo de la eficiencia general de la comunidad de regantes (EG) en el año 2014, se tienen en cuenta los siguientes parámetros:

- Eac: Energía anual consumida, en kWh
- V: Volumen de agua suministrado en un año, en m³
- H: Altura manométrica suministrada por el bombeo (altura de aspiración + mas altura de impulsión), en m

Para su cálculo se utiliza la siguiente fórmula:

$$EG (\%) = \frac{\frac{V}{3,6} \times H \times 0,736}{Eac} \times 100$$

2.3.3.3 Calificación energética

En el documento del IDAE “Protocolo de Auditorías Energéticas en comunidades de regantes” se propone una calificación en función de la eficiencia energética obtenida tanto general como de los bombeos.

A continuación se presentan dichas calificaciones:

- **Eficiencia energética de los bombeos (EB)**

Calificación	Descripción	Especificaciones
A	Eficiencia Excelente	EEG > 65%
B	Eficiencia buena	60% ≤ EEG ≤ 65%
C	Eficiencia normal	50% ≤ EEG ≤ 60%
D	Eficiencia aceptable	45% ≤ EEG ≤ 50%
E	Eficiencia no aceptable	EEG < 45%

- **Eficiencia energética general (EG)**

Calificación	Descripción	Especificaciones
A	Eficiencia Excelente	EEG > 50%
B	Eficiencia buena	40% ≤ EEG ≤ 50%
C	Eficiencia normal	30% ≤ EEG ≤ 40%
D	Eficiencia aceptable	25% ≤ EEG ≤ 30%
E	Eficiencia no aceptable	EEG < 25%

2.3.4 Análisis hidráulico

2.3.4.1 Determinación de la presión de consigna en la estación de bombeo (H_c)

Los requisitos de presión a suministrar por la estación de bombeo, en el modo “regulación” convencional, se formulan en términos de curva de consigna, esto es, el par de valores caudal demandado-presión de salida de la estación de bombeo que se ajusta a la expresión cuadrática:

$$H_c = A + B \times Q^2$$

Donde,

A (m): Cota del hidrante más desfavorable + Presión de consigna del hidrante más desfavorable – Cota de la estación de bombeo (388 m).

$B \times Q^2$ (m): Pérdidas de presión en red en función del caudal demandado.

La presión de salida en la estación de bombeo, para caudal demandado se establece como la presión necesaria para suministrar presión suficiente al hidrante más desfavorable, en cualquier escenario de demanda.

Dicho hidrante se detecta con la simulación de una serie de escenarios aleatorios en el simulador hidráulico Gestar (Escuela Universitaria Politécnica de Huesca, 2000) incrementando el nº de hidrantes abiertos, el cual indica el hidrante con mayores limitaciones en cuanto a presión disponible frente a requerida.

En el caso de este estudio, el hidrante más desfavorable, el 53B, tiene una cota de 428 m y presión de consigna de 56 m (Figura 2.21).



Figura 2.21. Hidrate 53B (derecha). Manómetro aguas arriba del hidrante 53B (izquierda).

Por otra parte, se ha utilizado Gstar para generar una batería de 8 escenarios con distintos porcentajes de apertura de la red hasta llegar a la demanda máxima de 555 l/s, con el objetivo de conocer las pérdidas en la red en todas las situaciones de demanda, que se puedan dar. Es preciso señalar que en todos los escenarios se fuerza la apertura del hidrante más desfavorable (53B).

2.3.4.2 Análisis de los turnos de riego de la campaña 2014

El Servicio de Asesoramiento al Regante de INTIA establece, para la campaña 2014, unos turnos de riego ya definidos en el apartado 2.2.3.2. El objetivo de este sistema de turnos es el manejo adecuado del regadío para evitar el colapso de la red de distribución y conseguir un abaratamiento del precio del agua de riego.

El establecimiento de turnos se limita exclusivamente a una temporada crítica dentro de la campaña de riego que va desde la 2^o quincena de junio al final de julio. En este periodo existe una alta demanda de riego y sin embargo se dispone de un horario restringido debido a las limitaciones de la tarifa eléctrica contratada.

Hasta la fecha el único análisis que se hace es comprobar si el sumatorio del caudal de los hidrantes que participan en el turno no excede el caudal máximo de bombeo. Por tanto, se hace necesario analizar también si los hidrantes en cada turno están funcionando a la presión adecuada.

Para ello se introducen los dos turnos en los simuladores para testar si se generan alarmas en los hidrantes cuando no se alcanzan sus presiones de consigna. De esta manera se comprueba la adecuación de los turnos o si es necesaria su reconfiguración. El estado de la apertura/cierre de los hidrantes se muestra en los apartados 1.2 y 2.2 del Anexo 8.

2.4 Comparativa de simuladores hidráulicos

Los simuladores hidráulicos utilizados en este estudio son Epanet 2.0 y Gestar 1.3. Ambos son programas informáticos de análisis hidráulico de redes presurizadas, orientado uno a sistemas de abastecimiento y el otro más específico para sistemas de riego, respectivamente.

Resulta interesante la comparación, ya que, Epanet es un programa de acceso libre, a diferencia de Gestar que solamente se encuentra en los gabinetes técnicos de diseño de redes hidráulicas debido a su privacidad y su coste económico.

2.4.1 Descripción de los simuladores hidráulicos

2.4.1.1 *Epanet*

Epanet es un programa de ordenador que realiza simulaciones en periodo extendido del comportamiento hidráulico y de la calidad del agua en redes de distribución a presión, caracterizado a su vez, por ser un software de dominio público y de código abierto (Rossman, 2003).

En general, una red de Epanet consta de tuberías, nudos (nudos de conexión y nudos de consumo), bombas, válvulas y tanques de almacenamiento y depósitos. Introduciendo los parámetros concretos atribuidos a una determinada red, determina el caudal que circula por cada una de las conducciones, la presión en cada uno de los nudos, el nivel de agua en cada tanque, la concentración de diferentes componentes químicos a través de la red, el tiempo de permanencia del agua en las tuberías y la procedencia del agua en cada punto de la red.

Este programa se desarrolló por la División de Recursos Hídricos y Suministros de Agua del Laboratorio Nacional de Investigación para la Prevención de Riesgos (NRMRL) de la Agencia para la Protección del Medio Ambiente de EEUU (EPA). A partir del cual, el grupo multidisciplinar de Modelación de Fluidos de la Universidad Politécnica de Valencia ha traducido la versión en inglés de Epanet creando sucesivas versiones españolas.

La traducción de la nueva versión 2.0 de Epanet (versión utilizada en este estudio) ha sido todo un reto para el grupo de la Universidad Politécnica de Valencia debido a la enorme cantidad de herramientas informáticas empleadas por el autor y al volumen de código implementado, pero siempre manteniendo una interfaz gráfica potente y amigable para el usuario.

2.4.1.2 *Gestar*

Gestar se crea debido a la ausencia de un software específico para el análisis y gestión de redes presurizadas. Aborda la simulación hidráulica de redes presurizadas en régimen estacionario en el contexto de los sistemas de riego utilizando procedimientos numéricos avanzados que se complementa eficazmente con un “interface” gráfica facilitando el uso de las herramientas establecidas para ello.

Se desarrolla en 1995 a través de un convenio entre el Departamento de Agricultura del Gobierno de Aragón y la Universidad de Zaragoza: “Modelización Hidráulica Avanzada y Evaluación de las redes de Riego en Aragón”. Posteriormente ha recibido el apoyo del Consejo Superior de Investigación y Desarrollo del Gobierno de Aragón y de la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología.

El uso de esta herramienta se considera de utilidad en todas las oficinas técnicas que proyectan sistemas de riego a presión. En este caso, la empresa navarra INTIA S.A (Instituto Navarro de Tecnologías e Infraestructuras Agroalimentarias) ofrece el uso de la versión de Gestar 1.3 para su aplicación en el presente estudio.

2.4.2 Implementación de la red de riego en los simuladores

La introducción de la red de riego en ambos programas se realiza de una forma simplificada incluyendo exclusivamente los elementos necesarios con las características imprescindibles para un correcto análisis hidráulico. En ambos programas se cargan idénticos datos y los cálculos se realizan utilizando la misma fórmula hidráulica concretamente, para el cálculo de las pérdidas de carga en las tuberías, se utiliza la extendida fórmula de Darcy-Weisbach. No obstante, cabe destacar que Gestar dispone de ventanas de definición de las características de los componentes de la red, mucho más complejas y detalladas que las que presenta Epanet.

Las características de los componentes de la red implementada se pueden ver en el Anexo 5.

Epanet y Gestar modelan un sistema de distribución de agua como un conjunto de tuberías conectadas por sus nudos extremos. Los nudos representan puntos de conexión entre tuberías o extremos de la red, y pueden tener o no demanda.

La nomenclatura utilizada difiere de un programa a otro. Las tuberías en Gestar se nombran como “elementos” y en Epanet como “líneas”. Una característica primordial de las tuberías, que se ha debido introducir en ambos casos, es la rugosidad del material utilizado.

En Gestar los puntos de conexión sin demanda se llaman simplemente “Nodos de unión”.

Por otra parte, los puntos de conexión con demanda se han definido en Gestar como “Nodos de consumo conocido” y son los puntos en la red de extracción de caudal equivalentes a los hidrantes. Las características básicas imputadas a éstos son el caudal y la presión de consigna.

Epanet no está tan orientado hacia el diseño de sistemas de riego como lo está Gestar, por lo que resulta más difícil introducir las características básicas de un hidrante. En el apartado “Demanda” del nodo de Epanet se introduce el caudal del hidrante y en el apartado “Cota” se ha sumando la cota más la presión de consigna del hidrante.

La estación de bombeo se ha representado mediante un embalse. Es un tipo de nudo que funciona como una fuente de alimentación de caudal, de capacidad ilimitada, al que se le asigna la cota y la presión de consigna correspondiente.

El detalle del manejo de ambas aplicaciones, se puede encontrar en los manuales de cada programa, ya que no se ha considerado objeto de este estudio.

2.4.3 Generación y análisis de escenarios deterministas

El objeto de este apartado es comparar las posibilidades de cálculo de uno y otro simulador tras la realización de una serie de escenarios supuestos que van a permitir verificar si los programas son similares y si pueden utilizarse indiscriminadamente.

Se parte de escenarios deterministas donde el conjunto de hidrantes que se encuentran abiertos en un momento dado es especificado por el usuario. Se han simulado una batería de 5 escenarios con una demanda asociada correspondiente al caudal máximo de 555 l/s. Se ha procurado que la apertura de hidrantes no estuviera concentrada en solo ramal sino repartida de forma equitativa por toda la red de distribución. El estado de la apertura/cierre de los hidrantes se muestra en el apartado 2 del Anexo 9.

Una vez especificado el patrón de demanda en los simuladores se ha procedido al cálculo hidráulico en cada uno de ellos y se han comparado los resultados que pueden consultarse más adelante.

2.4.4 Prueba de campo

Tras comparar los simuladores entre sí se hace necesario calibrarlos con los datos reales obtenidos en campo.

En primer lugar se ha visitado la zona de estudio para comprobar qué hidrantes eran susceptibles de ser abiertos en la prueba de campo, realizada el 5 de mayo de 2015, ya que en algunas parcelas se estaban realizando labores de preparación y no era conveniente mojar el terreno.

En consecuencia, el caudal total consumido en la prueba de campo ascendió a 310 l/s. Este escenario real se implementa también en los simuladores. El estado de apertura/cierre de los hidrantes se recoge en la figura 7 del Anexo 10.

En cada uno de los hidrantes abiertos de la prueba de campo, se ha medido la presión disponible aguas arriba del hidrante y se ha aforado el caudal en el momento de la medición (Tabla 2.8).

Algunas acometidas de entrada a hidrantes generan importantes pérdidas de carga cuando los caudales que circulan por ellas son mayores a los considerados en proyecto. Para conocer las pérdidas de carga en las acometidas manejando distintos caudales, se han seleccionado hidrantes con ventosas ubicadas muy cerca. La medición de presión en la ventosa corresponde a la presión disponible en ese punto de la red (que es el dato simulado tanto en Gstar como en Epanet), sin descontar las pérdidas que se producen en las acometidas a hidrantes.

En concreto, se han seleccionado dos ventosas una de 4", junto al hidrante 21 (figura 2.22), y otra de 6", junto al hidrante 5B. Su ubicación se puede observar en el Plano 3.Red de riego.

Los valores de pérdida de carga obtenidos en dichas acometidas se encuentran en la tabla 2.9.

Tabla 2.8. Datos obtenidos en el escenario de campo

Nº Hidrante en campo	Identificador en simuladores	Diámetro (mm)	Q aforado (l/s)	Presión medida aguas arriba Hid. (m)
53B	64	100	10,8	61,6
21	20	100	20,7	54,0
22	21	100	10,5	60,4
14B	7	150	28,6	59,7
8	79	100	23,8	56,6
14A	6	150	34,5	55,0
5B	75	150	48,2	54,0
5A	74	150	47,3	56,4
4	47	100	28,3	66,0
3	34	100	31,5	66,8
TOTAL			310	

Tabla 2.9. Datos obtenidos en la medición de la acometida de hidrantes

Nº Hidrante (tamaño)	Q (l/s)	Presión disponible en ventosa (m)	Presión disponible en hidrante (m)	Pérdida de carga en acometida a hidrante (m)
21 (4")	10	66,9	66,9	0
	15	67	66,2	0,8
	20	66,4	63,7	2,7
	30	66,9	61,9	5
	40	64,4	57,7	6,7
5B (6")	30	70	70	0
	40	70,2	69	1,2
	50	70,2	67,1	3,1



Figura 2.22. Acometidas de hidrante 21 y ventosa.



Figura 2.23. Medición de la presión en ventosa próxima al hidrante 21.

La similitud entre los datos observados en campo y los datos obtenidos con los simuladores se verificará con su correspondiente análisis estadístico con el que se analizará el nivel correlación entre series de datos.

3. RESULTADOS

3.1 Auditoría energética en la comunidad de regantes

3.1.1 Discriminación horaria y pautas de consumo

Con este análisis se comprueba si los regantes se adaptan adecuadamente a los periodos eléctricos menos costosos en los meses de máxima demanda (julio y agosto). Por ello tras estudiar el consumo energético de la campaña de riego 2014 se ha seleccionado una semana representativa de ambos meses para poder establecer las pautas de consumo establecidas.

El estudio de la figura 3.1 (semana de julio) permite concluir que los regantes, incluso en condiciones de máximo consumo, se ajustan casi de forma perfecta al período 6 (el más económico de la tarifa). La cantidad de agua que es posible aportar a los cultivos utilizando exclusivamente el horario P6 es de 42 litros /m² y semana, que se valora como suficiente para cubrir las necesidades de la alternativa de cultivos implantada.

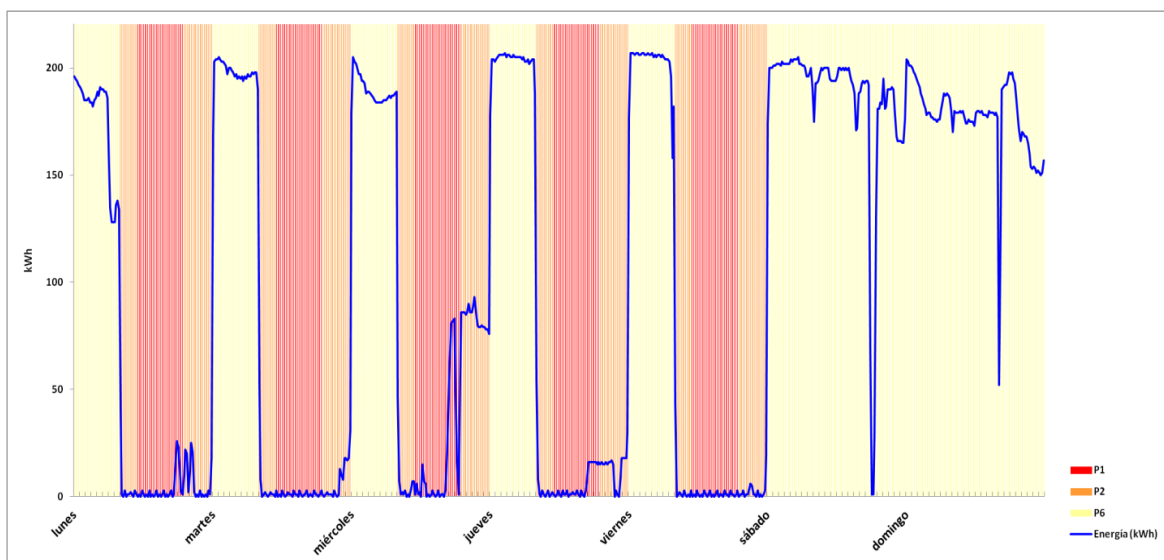


Figura 3.1. Semana de julio de 2014 (del 21 al 27).

En cuanto a la semana de agosto, el patrón de consumo es el siguiente:

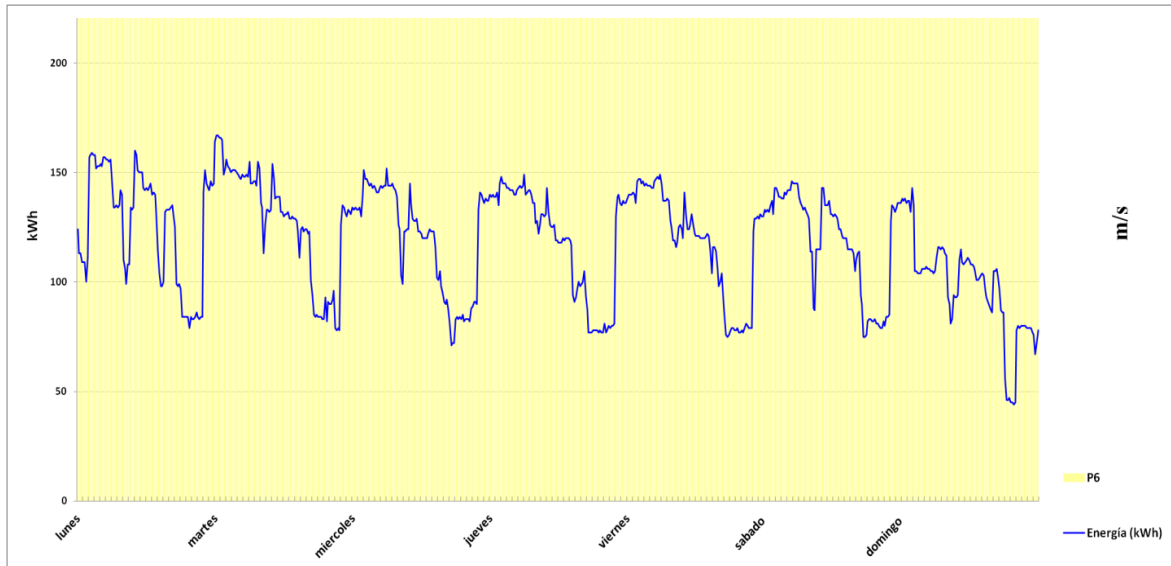


Figura 3.24. Semana de agosto de 2014 (del 25 al 31).

La figura 3.2 permite analizar las pautas de consumo aprovechando la única existencia del periodo eléctrico P6 a lo largo de todo el mes de agosto, es decir, que no existen restricciones horarias en cuanto a la tarifa eléctrica. El consumo mantiene una cierta periodicidad, existiendo horas con demanda más elevada que otras, pero manteniendo un alto consumo semanal debido a la exigencia hídrica de los cultivos en esta época.

En este mes no existe ningún condicionante tarifario, sin embargo, existen factores que pueden condicionar las pautas de consumo. Uno de estos factores es el meteoro viento, el cual afecta a la uniformidad del reparto de agua (Cob et al, 2010). Se han analizado los registros semihorarios de la velocidad del viento para la semana de agosto en estudio.

En la siguiente figura 3.3 se puede observar cómo el perfil de consumo se adapta al perfil de velocidad de viento:

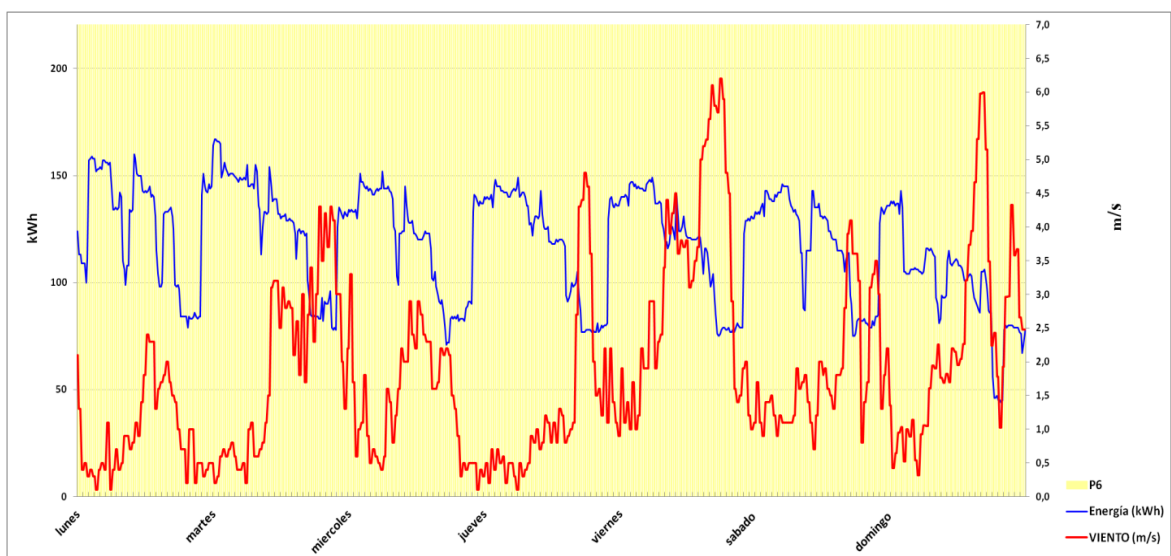


Figura 3.3. Perfil de consumo energético frente a perfil de viento en una semana de agosto de 2014 (del 25 al 31).

El análisis de la figura 3.3 permite establecer un aumento de los valores de velocidad del viento en las primeras horas de la tarde y una disminución progresiva que comienza al anochecer y continúan bajos en el transcurso de la noche y el amanecer, de forma inversa a lo que ocurre con la curva de consumo.

Para vientos moderados, 2.5-5 m/s, y fuertes, superiores a 5 m/s, se produce una disminución del consumo debido a que con estas intensidades de viento no resulta recomendable el riego por aspersión. En cambio, para vientos débiles, 1-2 m/s, el consumo es más elevado (Cob et al, 2010).

3.1.2 Análisis de potencias a contratar

3.1.2.1 Antecedentes

A inicios de 2014 se realizó una optimización de las potencias a contratar para ese año con el conocimiento de la curva de carga de 2013 (Tabla 3.1). Como consecuencia de esa optimización se obtuvo un importante ahorro de costes.

Tabla 3.10. Potencias contratadas en 2013 y potencias contratadas en 2014 según periodos eléctricos.

	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Potencias contratadas en 2013 (kW)	382	382	382	382	382	882
Potencias contratadas en 2014 (kW)	20	40	40	40	40	780

El objetivo de este nuevo análisis de potencias es comprobar si las potencias optimizadas con la curva de carga 2013 son válidas para el año 2014 y sucesivos. Con objeto de contemplar las variaciones interanuales que puedan suceder a futuro se ha procedido al estudio del histórico de curvas de carga anuales que se encuentran disponibles, desde 2009 hasta 2014.

3.1.2.2 Diseño de las curvas de carga del año tipo: curva de carga media y curva de carga de máximos

Para el diseño de un “año tipo” se disponen de las curvas de carga de los años 2009 al 2014. Para cada uno de estos años se obtienen los consumos energéticos de cada uno de los meses de la campaña de riego, desde abril hasta octubre incluidos.

En la siguiente tabla 3.2 se resumen los consumos energéticos mensuales de la campaña de riego (abril-octubre) desde 2009 a 2014.

Tabla 3.2. Consumos energéticos de los meses de la campaña de riego de 2009-2014.

	ENERGÍA (kWh)						
	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE
2009	18.990	118.290	121.191	263.913	288.477	73.017	3.967
2010	21.280	95.659	97.228	184.811	257.159	145.508	27.478
2011	30.240	138.557	86.613	240.767	261.548	117.673	23.056
2012	20.769	79.882	167.423	274.020	317.332	170.328	6.490
2013	6.266	24.090	103.974	274.360	409.985	220.285	-
2014	22.904	101.084	178.490	164.609	354.984	150.216	16.652

Una vez conocidos los datos de consumo energético se analizan dos alternativa “A” y “B”.

En la alternativa “A”, para generar la curva de carga cuartohoraria anual, se selecciona para cada uno de sus meses, el mes que más se parezca al promedio de los 6 años disponibles (Tabla 3.3).

Tabla 3.3. Consumos energéticos de los meses de la campaña de riego de 2009-2014, selección promedios mensuales.

	ENERGÍA (kWh)						
	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE
2009	18.990	118.290	121.191	263.913	288.477	73.017	3.967
2010	21.280	95.659	97.228	184.811	257.159	145.508	27.478
2011	30.240	138.557	86.613	240.767	261.548	117.673	23.056
2012	20.769	79.882	167.423	274.020	317.332	170.328	6.490
2013	6.266	24.090	103.974	274.360	409.985	220.285	-
2014	22.904	101.084	178.490	164.609	354.984	150.216	16.652
MEDIA	20.075	92.927	125.820	233.747	314.914	146.171	15.529

En la alternativa “B” se genera una curva de carga cuartohoraria anual escogiendo para cada uno de sus meses, el mes de mayor computo energético de 6 años disponibles, lo que otorga un grado de seguridad a la hora de calcular las potencias a contratar a través de esta curva de carga de máximos (Tabla 3.4).

Tabla 3.4. Consumos energéticos de los meses de la campaña de riego de 2009-2014, selección máximos mensuales.

	ENERGÍA (kWh)						
	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE
2009	18.990	118.290	121.191	263.913	288.477	73.017	3.967
2010	21.280	95.659	97.228	184.811	257.159	145.508	27.478
2011	30.240	138.557	86.613	240.767	261.548	117.673	23.056
2012	20.769	79.882	167.423	274.020	317.332	170.328	6.490
2013	6.266	24.090	103.974	274.360	409.985	220.285	-
2014	22.904	101.084	178.490	164.609	354.984	150.216	16.652
MAX	30.240	138.557	178.490	274.360	409.985	220.285	27.478

3.1.2.3 Optimizaciones de potencias a contratar

El resultado de las optimizaciones con las dos alternativas “A” y “B” planteadas es el siguiente (Tabla 3.5):

Tabla 3.5. Alternativa “A” y “B” con potencias optimizadas y coste total.

	POTENCIAS OPTIMIZADAS A CONTRATAR (kW)						T.POTENCIA AÑO (€)	EXCESOS AÑO(€)	TOTAL (€)
	P1	P2	P3	P4	P5	P6			
“A” MEDIO	4	23	23	23	23	780	6.745,01	10.837,52	17.582,52
“B” MÁXIMO	4	4	4	21	46	788	6.426,83	17.864,44	24.291,26

Como era previsible, el coste total (suma del término de potencia y los excesos) en la alternativa “B” de máximos es mayor, aproximadamente 6.700 €. Si calculamos, para las dos alternativas, el coste total considerando no las potencias optimizadas, sino las actualmente contratadas resulta lo siguiente (Tabla 3.6):

Tabla 3.6. Alternativa “A” y “B” con potencias actuales y coste total.

	POTENCIAS ACTUALES (kW)						T.POTENCIA AÑO (€)	EXCESOS AÑO(€)	TOTAL (€)
	P1	P2	P3	P4	P5	P6			
“A” MEDIO	20	40	40	40	40	780	8.410,60	9.843,33	18.253,93
“B” MÁXIMO	20	40	40	40	40	780	8.410,60	16.473,46	24.884,06

Se concluye que la diferencia entre los costes totales de las potencias actuales y optimizadas, en ambas alternativas estudiadas, es muy pequeña (Anexo 6). Esta diferencia se puede analizar en la siguiente figura 3.4:

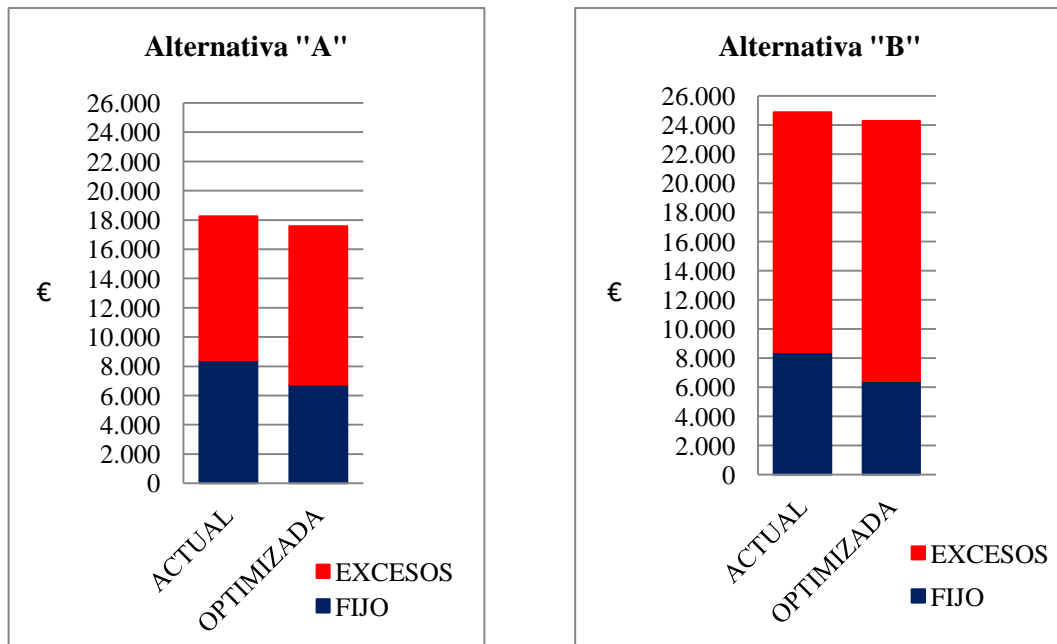


Figura 3.4. Representación del coste fijo frente a excesos de las alternativas "A" y "B".

En consecuencia, se pueden mantener las potencias contratadas actualmente sin cambios, ya que se ajustan de forma adecuada a los supuestos de consumo de futuro, tanto al de máximos como al promedio.

3.1.3 Evaluación y calificación energética

3.1.3.1 Eficiencia energética del bombeo (EB)

El ensayo de eficiencia energética en el bombeo se ha realizado en dos fechas, una el 21 de abril de 2015 y la otra el 5 de mayo de 2015. Esto es debido a que el variador del equipo motobomba nº2 estaba pendiente de reparación en la primera medición.

El objetivo de este ensayo es medir los siguientes parámetros:

- Na: Potencia absorbida (kW), registrada en el analizador de red (modelo *PowerLogic PM500*)
- Q: Caudal, medido en l/s en 4 caudalímetros (modelo *SIEMENS SITRANS F MAGFLO MAG5000*)
- H: Altura manométrica, en m, mediante el transductor de presión de foso y de colector (modelo *Danfoss*)

Con todos estos datos se calcular la eficiencia energética del bombeo (EB) de cada uno de los equipos motobomba de la instalación.

$$EB (\%) = \frac{Q \times H \times 0,736}{75 \times Na} \times 100$$

Para conocer los valores de consumo se procedió al arranque de los equipos motobomba vertiendo el caudal suministrado al foso de la red.

La altura manométrica considerada en este cálculo corresponde a la altura de aspiración, más la altura de impulsión medida en el analizador general de los equipos motobomba. Se disponen de dos valores de altura de aspiración debido a las dos fechas de toma de datos. Para las bombas nº 1, 3 y 4 la altura de aspiración es de 5.3 m y para la bomba 2 es de 5,13 m. No obstante, es necesario añadir a esta altura manométrica las pérdidas de carga ocasionadas en la columna de aspiración y demás elementos, se estima en 1 m:

Tabla 3.7. Altura manométrica de los bombeos.

	Bomba1	Bomba 2	Bomba 3	Bomba 4
Altura de impulsión (m)	95,1	108,3	96,3	88,6
Altura de aspiración (m)	5,3	5,13	5,3	5,3
P.de carga columna de aspiración (m)	1	1	1	1

Los resultados obtenidos en la impulsión directa del bombeo y la calificación energética son los siguientes:

Tabla 3.8. Calificación energética del bombeo (EB).

	nº1	nº2	nº3	nº4
Q (l/s)	81	158	158	158
H(m)	101,4	114,4	102,6	94,9
Na (Kw)	121,3	229,4	232,8	228,2
EEB (%)	66,4%	77,3%	68,3%	64,5%
CALIFICACIÓN	EFICIENCIA EXCELENTE	EFICIENCIA EXCELENTE	EFICIENCIA EXCELENTE	EFICIENCIA BUENA

Aunque las eficiencias son excelentes, se comprueba que la altura manométrica suministrada por las bombas 1, 3 y 4 es insuficiente, especialmente en la bomba 4, la cual difiere del valor nominal en 20,1 m.

El potencial problema puede ser la pérdida de las prestaciones de las bombas o alguna pérdida de carga localizada desconocida, ya que no son capaces de alcanzar los 115 m de altura nominal. Esto puede ser acentuado por la baja calidad del agua ya que ésta procede directamente del río Aragón y puede ir asociada a pequeñas partículas sólidas como pueden ser la arena, y producir desgastes en los álabes de las bombas.

3.1.3.2 Eficiencia energética general (EG)

Para el cálculo de la eficiencia general de la comunidad de regantes en el año 2014, se tienen en cuenta los siguientes parámetros:

- E_{ac} : Energía anual consumida, registrada en el contador de la compañía suministradora = 998.701 kWh
- V: Volumen de agua suministrado en un año, suma del consumo registrado en los contadores de los hidrantes = 2.003.414 m³
- H: Altura manométrica suministrada por el bombeo, en m, mediante el transductor de presión de foso y de colector, (modelo *Danfoss*), (altura de aspiración + mas altura de impulsión) = 7,5 + 104 = 111,5 m.c.a.

El valor considerado de altura de aspiración es 7,5 m. En este se incluyen la profundidad total del foso, 6,5 m, más las pérdidas de carga producidas durante la aspiración, 1 m.

El resultado obtenido tras el cálculo es el siguiente:

$$EG (\%) = 60,97$$

Se puede considerar que la comunidad de regantes “El Saso” de Aibar, en el año 2014, la eficiencia energética general es **Excelente** según la calificación del IDAE.

3.1.3.3 Evolución de la eficiencia general en la comunidad de regantes (2005-2014)

Una vez obtenida la eficiencia general de la comunidad se procede a la comparación de esta eficiencia con eficiencias obtenidas años atrás, desde la puesta en marcha del regadío (2005). De esta forma se conocerá si la eficiencia de la comunidad ha sido constante durante todos estos años o ha sufrido alteraciones. Los resultados obtenidos son los siguientes (tabla 3.9):

Tabla 3.9. Eficiencia energética general (EG) de los años 2005-2014.

	Consumo energético (kWh)	Volumen agua (m ³ /año)	Altura manométrica (m.c.a)	EG (%)
2005	842.972	1.679.562	115	62,5%
2006	852.863	1.750.499	115	64,3%
2007	853.332	1.738.104	115	63,9%
2008	754.211	1.483.534	115	61,7%
2009	906.771	1.743.422	115	60,3%
2010	838.221	1.722.448	115	64,4%
2011	911.340	1.917.779	111,5	64,0%
2012	1.097.353	2.339.184	111,5	64,8%
2013	1.063.891	2.151.123	111,5	61,5%
2014	998.698	2.003.414	111,5	61,0%

Analizando los resultados obtenidos no se puede establecer un patrón claro en la evolución de la eficiencia general. Se podría decir que el valor en el año 2005 fue debido a la inexperiencia debido a la puesta en marcha por primera vez del regadío. En los años sucesivos la eficiencia ronda los valores de 64% salvo en 2008 y 2009. Desde estos últimos años hasta 2013 y 2014 ha bajado la eficiencia 3 puntos.

En la siguiente figura 3.5 se puede observar lo comentado, creándose una línea de tendencia predominante en torno a 64%.

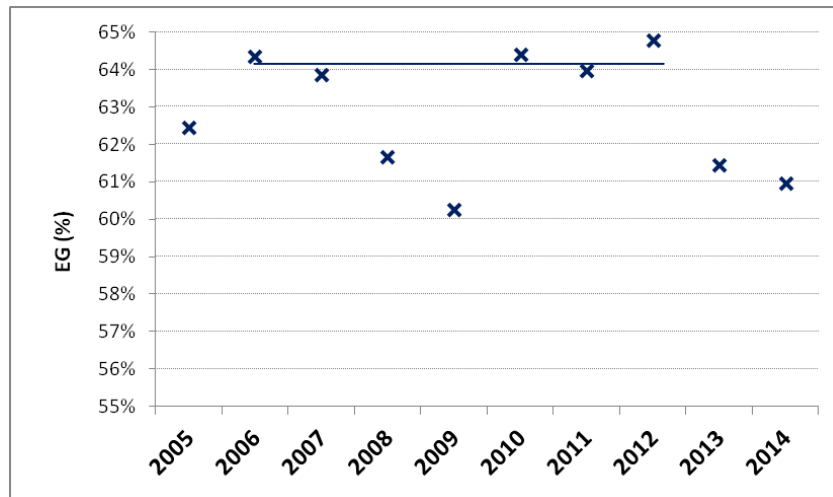


Figura 3.5. Eficiencia energética general (EG) de los años 2005-2014.

3.1.4 Análisis hidráulico

3.1.4.1 Determinación de la presión de consigna en la estación de bombeo (H_c)

La curva de consigna se ajusta a la siguiente expresión cuadrática:

$$H_c = A + B \times Q^2$$

Donde,

A (m): Cota del hidrante más desfavorable + Presión de consigna del hidrante más desfavorable – Cota de la estación de bombeo:

$$A = 428 \text{ m} + 56 \text{ m} - 388 \text{ m} = \mathbf{96 \text{ m}}$$

$B \times Q^2$ (m): Pérdidas de presión en red en función del caudal demandado.

Para el cálculo de las pérdidas de presión en la red se simulan 8 escenarios en Gestar con distintos porcentajes de apertura crecientes de la red hasta llegar a la demanda máxima de 555 l/s. Es preciso señalar que en todos los escenarios simulados se ha forzado la apertura del hidrante más desfavorable, H53B. Los cálculos obtenidos tras las simulaciones se recogen en el Anexo 7.

Los datos obtenidos tras la simulación son los siguientes (tabla 3.10):

Tabla 3.10. Pérdidas de carga en la red en función del caudal.

HID.abiertos (%)	Q (l/s)	Margen Presión H53B (m)	Hc (m)
0	0	0	96
1	16,5	0,2960	96,2960
5	56	0,3822	96,3822
10	143,5	0,7752	96,7752
15	214	1,5926	97,5926
20	356	2,9790	98,9790
25	390,5	4,5120	100,5120
30	458	4,9498	100,9498

Con estos datos, se va a definir el parámetro B de la curva de consigna con la que se regula la estación de bombeo. En una hoja de cálculo EXCEL se halla la línea recta que mejor se ajusta (método de ajuste de mínimos cuadrados) al conjunto de puntos (Hc, Q²) y con intersección forzada en Hc = 96 (parámetro A). La pendiente de la ecuación lineal obtenida proporciona el parámetro B. A continuación se presenta la figura 3.6:

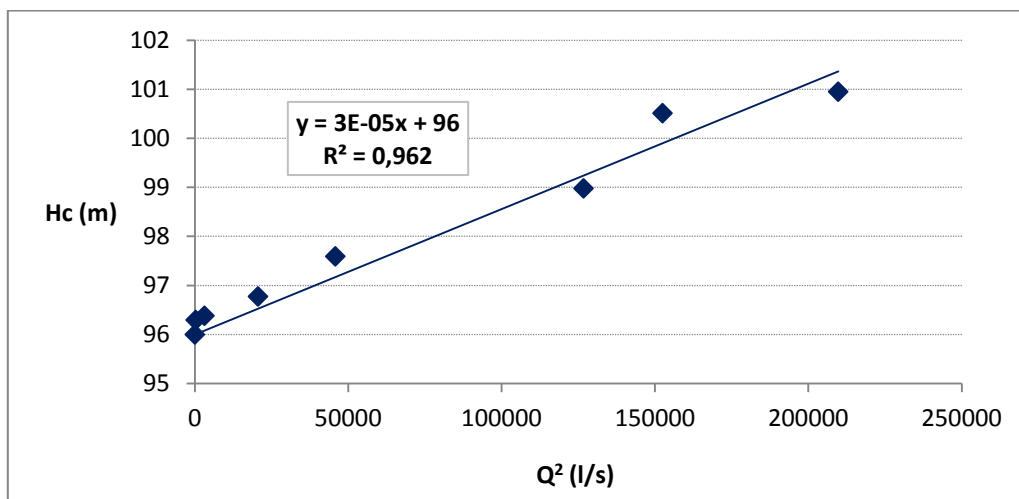


Figura 3.6. Cálculo del parámetro B de la curva de consigna.

Una vez conocida la curva de consigna $H_c = 96 + 0,00003 \times Q^2$ se procede a representarla en la siguiente figura 3.7:

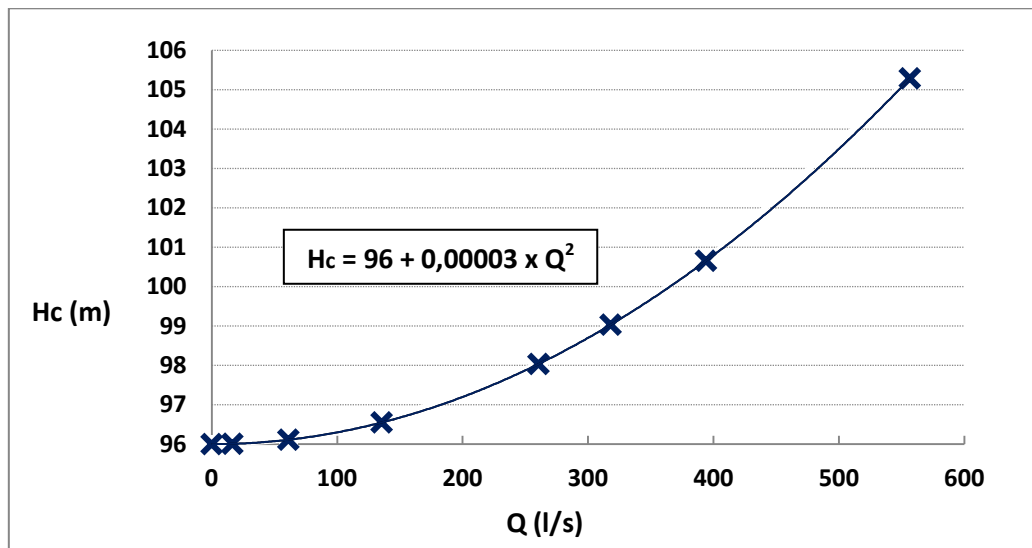


Figura 3.7. Representación de la curva de consigna.

Con la curva de consigna establecida se estudia el posible ahorro energético que supondría cambiar de una presión de consigna fija para cualquier demanda, a una curva de consigna la cual establece la presión necesaria para el caudal demandado.

El ahorro energético es el siguiente (tabla 3.11):

Tabla 3.11. Ahorro energético con la presión de consigna variable

	kWh/año
Consigna fija: 104	998.701
Consigna variable: $96 + 0,00003 \times Q^2$	958.389
AHORRO	40.312

El ahorro económico se valora en 3.422,50 €/año.

A día de hoy, en la estación de bombeo está programada una presión de consigna fija. Para implementar la presión de consigna variable en función del caudal demandado se hace necesaria una reprogramación que tiene un coste de aproximadamente 1.000 €.

No obstante, se propone una alternativa a la curva de consigna que evitaría realizar una programación de esta. Esta alternativa se basa en establecer “presiones de consigna fijas estacionales” con los diferentes patrones de presión fijados a lo largo de todo el año 2014. En estos patrones se ven las diferencias de los consumos en invierno, que son los más bajos, y los de la campaña de riego. En función de esto se fijan las siguientes presiones estacionales (tabla 3.12):

Tabla 3.12. Presiones de consigna fijas estacionales.

	Consigna fija (m)
ENERO - ABRIL / OCTUBRE - DICIEMBRE	96
MAYO	98
JUNIO - JULIO - 20 AGOSTO	102
21 AGOSTO - SEPTIEMBRE	100

Fijando estas presiones de consigna, el ahorro energético que se obtiene es el siguiente:

Tabla 3.13. Ahorro energético con la presiones de consigna fijas estacionales.

	kWh/año
Consigna fija: 104	998.701
Consigna fijas estacionales	972.297
AHORRO	26.404

El ahorro económico se valora en 2.241,7 €/año. Para implementar la presiones de consigna fijas estacionales no es necesaria una reprogramación, solamente una persona tendría como encargo el fijar, al principio de cada uno de los periodos señalados, la presión de consigna indicada.

3.1.4.2 Análisis de los turnos de riego de la campaña 2014

El objetivo de este análisis es introducir los turnos en los simuladores para testar si se generan alarmas en los hidrantes cuando no se alcanza su presión de consigna.

Una vez realizada la simulación se analizan los datos de margen de presión obtenidos en los hidrantes de los dos turnos estudios: par e impar (con caudal próximo al máximo de diseño), recogidos en el Anexo 8.

El turno par no detecta ninguna alarma por lo que a todos sus hidrantes les llega la presión necesaria. En cambio, en el turno impar, Gestar detecta una alarma en el hidrante más limitante de la red, el H53B, con un margen de presión de -0,72 m; a su vez, Epanet detecta un margen de presión positivo de 0,43 m. Estos valores obtenidos no son significativos ya que al no llegar a 1 m de déficit de presión no afecta al riego en parcela.

Por tanto, el diseño de los turnos de riego ha sido el adecuado para cumplir no sólo con las necesidades de riego de los cultivos sino con las presiones requeridas.

3.2 Comparativa de simuladores

3.2.1 Generación y análisis de escenarios deterministas

Se procede a comparar los resultados obtenidos en los 5 escenarios simulados con respecto a las pérdidas de carga en las tuberías de la red recogidos en la tabla 27 del Anexo 9.

Tanto en Gestar como Epanet se ha seleccionado la fórmula Darcy-Weisbach para el cálculo de las pérdidas de carga en las tuberías.

$$hf = f \times \frac{L}{D} \times \frac{V^2}{2g}$$

Sin embargo los simuladores utilizan distintas expresiones para calcular el factor de fricción “f”. “f” es un factor a dimensional que depende de la rugosidad absoluta del material de la tubería, del diámetro interior de ésta (D) y del número de Reynolds (Re) (Tarjuelo, 1995, pp. 223)

Gestar emplea la **ecuación de Colebrook**:

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

Mientras que Epanet utiliza diferentes expresiones dependiendo del régimen de trabajo, (para régimen turbulento $Re > 4.000$) la **aproximación de Swamee y Jain** a la anterior ecuación:

$$f = \frac{0,25}{\left[\ln \left(\frac{\epsilon}{3,7 \times D} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right) \right]^2}$$

En este estudio, se ha comprobado que para el material de alta rugosidad utilizado en la red (Fundición Dúctil $D=0,6$ m con $\epsilon=0,0001$ m), cuando se trabaja con el máximo caudal de aproximadamente 555 l/s, el cálculo de “f” difiere de forma significativa de uno a otro simulador. Estas discrepancias en el cálculo de “f” se traducen en diferentes pérdidas calculadas en esas tuberías según el simulador aplicado, que varían entre un +12 y un +20% a favor de Gestar dependiendo de que la velocidad (V) en las tuberías esté entre 0,7 y 2 m/s respectivamente,

En las tuberías de PEAD, con $\epsilon=0,000007$ m, las discrepancias en el cálculo no resultan tan altas de uno a otro simulador.

A continuación se representa la figura 3.8 las diferencias, obtenidas en los 5 escenarios simulados, en el cálculo de las pérdidas de carga en las tuberías de la red. Se hace distinción en los materiales existentes para explicitar que en las tuberías de Fundición dúctil (rugosidad=0,0001 m) las discrepancias están entre el 12-20%, mientras que en las tuberías de Polietileno, PEAD, (rugosidad=0,000007 m) se encuentran entre el 2-4%.

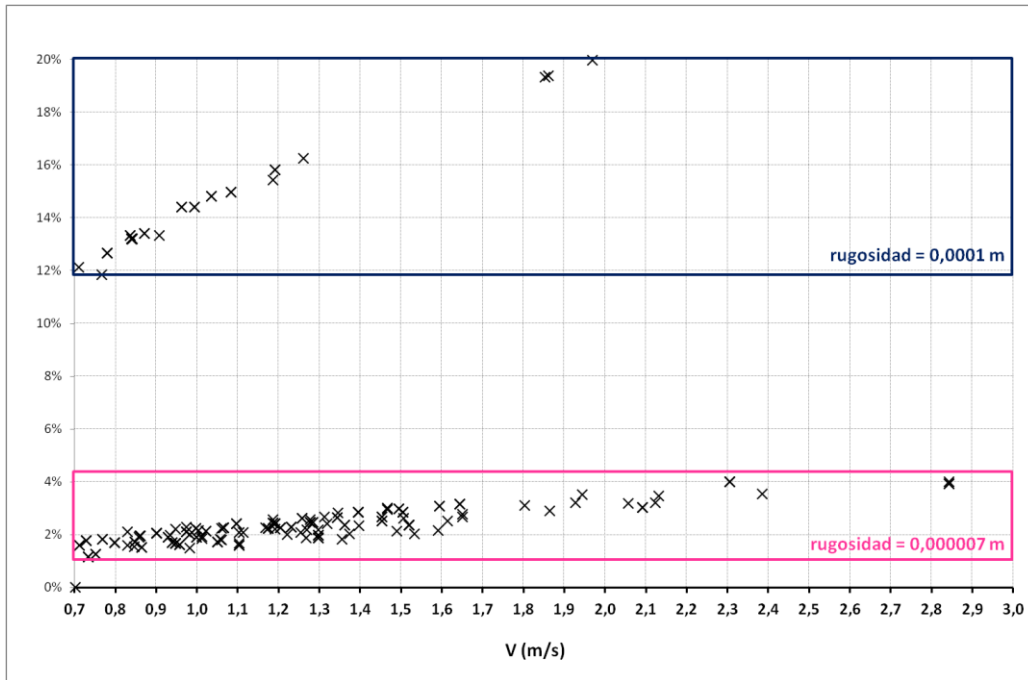


Figura 3.8. Diferencias entre simuladores en el cálculo de las pérdidas de carga en tuberías.

Con objeto de completar el gráfico en el rango de velocidades de 0 a 0,7 m/s y comprobar el comportamiento de la tubería de Fundición dúctil se procedió a calcular las pérdidas de carga, para bajas demandas de caudal y en consecuencia generando bajas velocidades en 1.000 metros de tubería de Fundición dúctil de 600 mm de diámetro.

Los datos obtenidos tras esta última simulación se pueden observar en la tabla 28 del Anexo 9, y su representación gráfica es la que se presenta a continuación (figura 3.9)

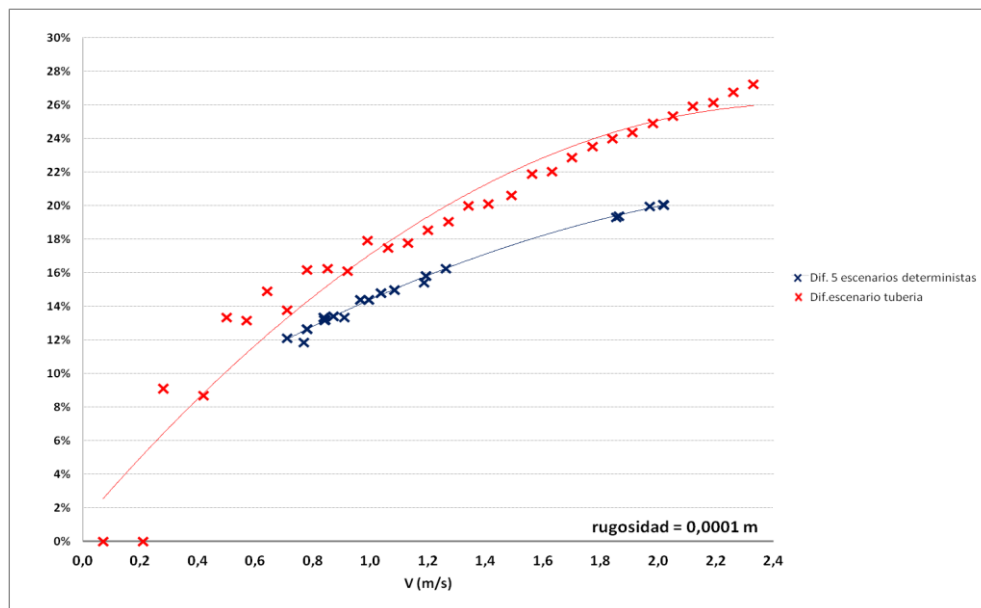


Figura 3.9. Diferencias entre simuladores en el cálculo de las pérdidas de carga en tuberías de fundición dúctil.

Como se puede observar en la figura 3.9, en bajas velocidades partimos de nulas diferencias que van incrementándose conforme lo hace la velocidad. A partir de 0,4 m/s y existen diferencias valoradas en 8%.

3.2.2 Prueba de campo

Para poder comparar las presiones disponibles en los hidrantes con el ensayo real de campo, y las obtenidas con los simuladores hidráulicos (Anexo 10), es necesario considerar las pérdidas de carga en las acometidas de los hidrantes.

Para ello, deducimos las pérdidas de carga medidas en las acometidas para obtener la presión disponible en cada uno de los hidrantes. Con estos datos y los resultados obtenidos con los simuladores; y es cuando se procede a la comparación con el dato real medido en campo (Tabla 3.14).

Tabla 3.14. Comparación de presiones disponibles en hidrantes.

Hidrante	ID.	Q aforado (l/s)	Diámetro (mm)	Presión disponible a.arr. Hid. (m)		
				Observado	GESTAR	EPANET
53B	64	10,8	100	61,9	59,2	59,4
21	20	20,7	100	56,9	56,3	56,6
22	21	10,5	100	60,6	60,8	61,1
14B	7	28,6	150	59,7	60,8	61,1
8	79	23,8	100	60,2	61,3	61,6
14A	6	34,5	150	55,6	59,1	59,5
5B	75	48,2	150	56,9	59,8	60,1
5A	74	47,3	150	59,1	60,6	60,9
4	47	28,3	100	70,8	69,5	69,8
3	34	31,5	100	72,1	69,7	69,9

A continuación se representa gráficamente (figura 3.10) los datos obtenidos de presiones en cada uno de los simuladores hidráulicos frente a lo observado en la simulación real de campo.

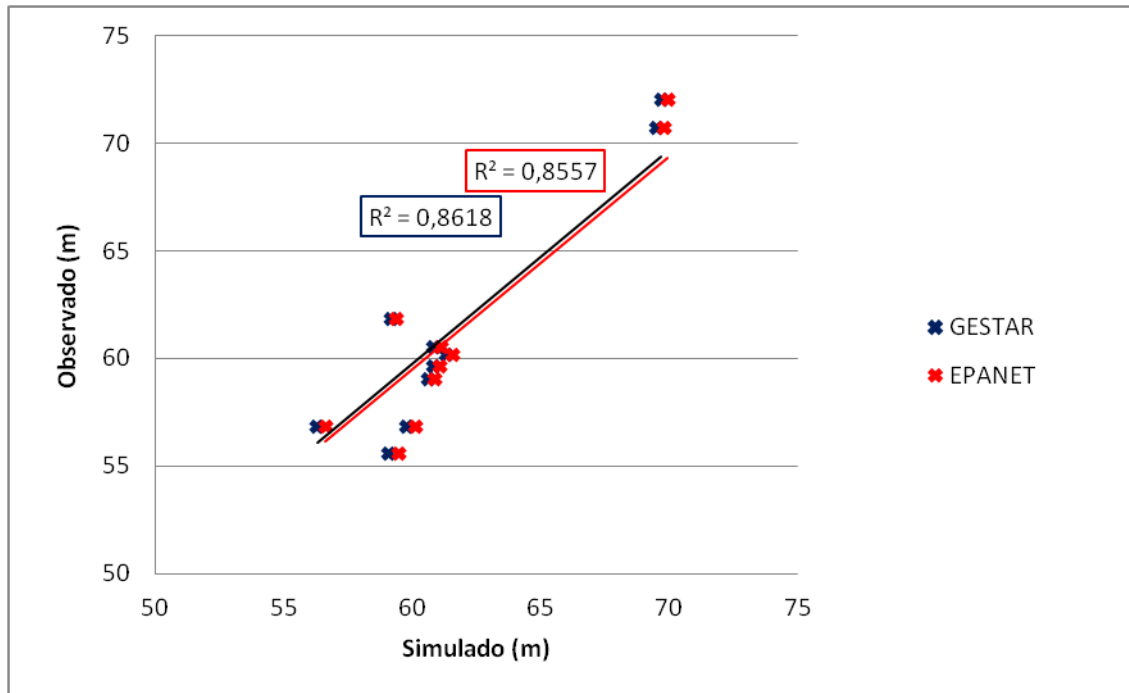


Figura 3.10. Correlación datos observados en campo y simulados.

El nivel de similitud entre los datos calculados en ambos simuladores y lo obtenido en campo se puede considerar bastante aceptable, con un coeficiente de determinación R^2 en el caso de Epanet de 0,8557 y en el caso de Gestar de 0,8618.

4. CONCLUSIÓN

4.1 Auditoría energética en la comunidad de regantes

A la vista de los resultados obtenidos se pueden fijar una serie de conclusiones y propuestas de mejora en lo referente a los apartados de la auditoría energética:

- **Discriminación horaria y pautas de consumo**

La Comunidad de Regantes “El Saso” de Aibar se adapta casi de forma perfecta, en el mes de julio, al periodo 6 (el más económico de la tarifa contratada 6.1 A) aportando, no obstante, la cantidad de agua suficiente para cubrir las necesidades de la alternativa de cultivos implantada. Se trata de uno de los meses de máximo consumo y mayores restricciones horarias debido al calendario eléctrico.

En el mes de agosto los regantes no tienen limitaciones eléctricas pero existen otros factores, como por ejemplo el meteoro viento, que pueden condicionar sus pautas de riego. No obstante, adaptan adecuadamente sus horarios de riego a esas horas del día en las que evitan cualquier alteración que afecte a la uniformidad y eficiencia de riego.

Mientras no cambien las condiciones de explotación del regadío, esta comunidad de regantes se valora como muy eficiente en cuanto que ajusta perfectamente su consumo energético a la discriminación horaria establecida. Restringiendo el uso de energía al periodo idóneo, incluso en los meses de máximo consumo y reduciendo así el coste del término de energía al mínimo.

Sin embargo, las pautas de riego de esta comunidad pueden estar sujetas a cambios debido a distintas causas. Una de ellas puede ser la modificación de la alternativa de cultivos, aunque parece poco probable que puedan ocurrir grandes cambios ya que está muy consolidada desde hace años. Por otro lado, cabe destacar que no toda la superficie del regadío consume agua debido a que existen parcelas sin equipamiento de riego (9%). En un futuro podría completarse al 100% la superficie regada y entonces la comunidad se vería obligada a hacer uso del periodo energético 2 (uno de los más gravosos) en el mes de julio.

- **Optimización de potencias a contratar**

Se ratifica la bondad de las potencias contratadas actualmente en base a los análisis realizados para cualquier situación, ya que el ajuste de éstas es el acertado. No obstante, se recomienda realizar un seguimiento por lo menos una vez al año de la facturación eléctrica y de la curva de carga para valorar el posible reajuste de las potencias y así evitar posibles penalizaciones económicas por exceso de potencia.

- **Eficiencia energética de los bombeos (EB)**

Tras una medición puntual del funcionamiento de cada uno de los equipos motobomba, los resultados obtenidos son excelentes. Esto indica una adecuada operatividad de los bombeos. Sin embargo aunque la calificación energética es excelente, según los criterios del IDAE, se ha podido comprobar que la altura manométrica suministrada por las bombas n ° 1, 3 y 4 es insuficiente, ya que no son capaces de alcanzar los 115 m.c.a (altura nominal) trabajando con el caudal nominal, especialmente en la bomba 4, la cual difiere del valor nominal en 20,1 m.c.a

La causa principal puede ser la pérdida de las prestaciones de las bombas o alguna pérdida de carga localizada desconocida. Esto puede ser acentuado por la baja calidad del agua ya que ésta procede directamente del río Aragón y puede ir asociada a pequeñas partículas sólidas como pueden ser la arena, y producir desgastes en los álabes de las bombas.

Se recomienda hacer una inspección de las bombas para comprobar el estado de sus componentes, en especial de sus partes móviles. Esta revisión permitirá detectar cualquier tipo de anomalía y repararla para conseguir recuperar sus prestaciones de origen.

- **Eficiencia energética general (EG)**

En cuanto a la eficiencia energética general (EG) la calificación obtenida es excelente, según los criterios de IDAE, con un valor del 61%. A su vez, se ha realizado un análisis de EG, desde el año de comienzo de la explotación de este regadío, 2005, hasta el 2014, con el objetivo de hacer un seguimiento evolutivo de la EG a lo largo de los años. Analizando los resultados obtenidos no se puede establecer un patrón claro en la evolución pero sí se puede establecer una tendencia, en la mayor parte de los años, hacia un 64%.

Para alcanzar valores más ambiciosos obtenidos años atrás en esta comunidad, se recomienda un mantenimiento adecuado de las instalaciones además de un seguimiento mensual del valor de este indicador. Para ello, se recomienda tomar nota del dato de consumo proporcionado por los caudalímetros de las bombas coincidiendo con el periodo de facturación.

Como se ha visto en los resultados, también se puede mejorar el valor de eficiencia energética incorporando, en la estación de bombeo, una curva de consigna variable con la demanda ya que la programación de ésta proporciona un ahorro energético. Esta incorporación elevaría los valores de eficiencia hasta un 63,5 %.

- **Presión de consigna en la estación de bombeo**

Para la presión de consigna, en proyecto se fijó en un valor máximo de 108 m. Con este tipo de regulación se desaprovecha una gran cantidad de energía puesto que, la mayoría del tiempo, la estación de bombeo está impulsando más altura de la necesaria. Actualmente, el valor de la presión de consigna programada en la estación de bombeo es de 104 m, por decisión de la comunidad de regantes.

Se propone incorporar al programa de funcionamiento de bombeo la curva de consigna variable consiguiendo así adecuar la altura de impulsión en función de la demanda y por consiguiente optimizar el consumo energético. La reprogramación del sistema para implantar esta curva conlleva un coste. En caso de no llevar a cabo esta reprogramación, debido al coste o por problemas de implementación, se propone una alternativa. Esta alternativa consiste en establecer presiones de consigna fijas estacionales tras el análisis de los patrones de presión fijados a lo largo de todo el año 2014.

- **Evaluación de los turnos de riego de la campaña 2014**

Tras la simulación de los turnos en Gestar y Epanet, se ha detectado una ligera alarma en el hidrante más limitante de la red cuyo déficit de margen de presión no supera 1 m, por lo que no se considera significativo para considerar alteraciones en las presiones de parcela.

Cabe concluir que el diseño de los turnos es el adecuado. Se propone para las siguientes campañas la comprobación de los turnos por medio de un simulador hidráulico.

- **Ahorro energético y disminución de la huella de carbono**

De las medidas propuestas anteriormente se deriva un ahorro energético que conlleva, a su vez, la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) emitidos a la atmósfera.

La implementación de la curva de consigna produce un ahorro energético valorado en 40.312 kWh/año lo que supone un ahorro económico de 3.422,50 €/año, considerando el coste de reprogramación del sistema valorado en 1.000 €. A su vez, también las presiones de consigna fijas estacionales suponen un ahorro aunque más reducido, de 26.404 kWh/año, valorados en 2.241,70 €/año, sin la necesidad de reprogramar el sistema, simplemente con establecer la presión fija en el periodo oportuno.

En cuanto a las emisiones de los GEI, el Observatorio de la electricidad de WWF España publica informes mensuales que incluyen los factores que permiten traducir la electricidad consumida (kWh) en kg de CO₂ emitidos a la atmósfera. La media de estos factores en el año 2014 es 0,189 kg de CO₂/kWh.

En consecuencia, los 40.312 kWh ahorrados con la curva de consigna equivalen a 7.625,69 kg de CO₂; y en cuanto a las presiones fijas estacionales los 26.404 kWh suponen 4.990,36 kg de CO₂/kWh.

Tras el análisis de cada uno de los apartados de esta auditoría energética, cabe realzar la adecuada gestión de la comunidad de regantes por parte de la junta y del responsable del funcionamiento de la estación de bombeo y de la red de distribución, obteniendo niveles de excelencia en los estudios de eficiencia energética; y el apropiado ajuste, por parte de los regantes, a los horarios de riego establecidos en los periodos eléctricos menos gravosos.

4.2 Comparativa de simuladores

Los resultados obtenidos tras la comparativa de simuladores hidráulicos son los siguientes:

En primer lugar, se han analizado las posibilidades de cálculo de uno y otro simulador tras la realización de una serie de escenarios deterministas. En ambos se ha seleccionado la fórmula de Darcy-Weisbach para el cálculo de pérdidas de carga. Sin embargo, utilizan distintas expresiones para el cálculo del factor de fricción “f”.

En el estudio se ha podido comprobar que para materiales de alta rugosidad (Fundición dúctil con $\epsilon=0,0001$ m) utilizado en la red, cuando se trabaja a máximo caudal (555 l/s), el cálculo de “f” difiere de forma significativa de uno a otro simulador. Estas discrepancias en el cálculo de “f” se traducen en diferentes pérdidas calculadas en esas tuberías según el simulador aplicado variando a su vez en función de la velocidad. Gestar siempre da mayores valores de pérdida de carga que Epanet. A bajas velocidades las diferencias son nulas pero van incrementándose conforme lo hace ésta, para valores de 0,4 m/s existen diferencias del 8% y entre 0,7-2 m/s las diferencias aumentan entre un 12 y un 20%.

En las tuberías de PEAD, con $\epsilon=0,000007$ m, las discrepancias en el cálculo no resultan tan altas de uno a otro simulador, entre un 2-4%.

Por último, con el objetivo de calibrar los datos obtenidos en los simuladores con los datos medidos en campo, se plantea un escenario real para analizar las presiones disponibles en los hidrantes abiertos. Tras analizar los resultados, se puede concluir que la comparación entre campo y cualquiera de los dos simuladores es aceptable, ya que dan valores de presión similares.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Ederra, I., y Murugarren, N. (2010). *La escalada de precios del agua de riego*. En: *Navarra Agraria*, marzo-abril (pp. 45-50). España: Servicio de Asesoramiento al Regante de Riegos de Navarra de INTIA.
- Abadía, R. (2013). *Ahorro y eficiencia energética en el regadío*. En: *Agrónomos*, nº 43-abril (pp. 22-28). España: Universidad Miguel Hernández.
- Playán, E. (2014). *La innovación en el regadío. Nuevas tecnologías y optimización del binomio agua-energía*. XXIII Congreso Nacional de Comunidades de Regantes de España, Palos de la Frontera, Huelva.
- Cob, A., Zapata, V., y Marcos, I. (2010). *Viento y riego: La variabilidad del viento en Aragón y su influencia en el riego por aspersión*. España: CSIC.
- Sánchez de Vera, A. [s.f]. *Auditorías Energéticas en Comunidades de Regantes*. Madrid: Departamento de Servicios y Agricultura del IDAE.
- España. Gobierno. (2008). *Protocolo de Auditoría Energética en Comunidades de Regantes*. Madrid: IDAE.
- España. Gobierno. (2008). *Ahorro y Eficiencia Energética en las Comunidades de Regantes*. Madrid: IDAE.
- España. Gobierno. (2011). *Plan de ahorro y eficiencia energética 2011-2020*. Madrid: IDAE. Recuperado el 16 de Marzo de 2015 de:
- Navarra. Gobierno. (2011). *III Plan Energético de Navarra horizonte 2020*.
- Unión Europea. Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del consejo, de 25 de octubre de 2012, relativa a la eficiencia energética. *Diario Oficial de la Unión Europea L 315*, de 14 de noviembre de 2012, p.1-56.
- Navarra. Ley Foral 1/2002, de 7 de marzo, de Infraestructuras Agrícolas. *Boletín Oficial de Navarra*, 1 de mayo de 2002, núm 104, pp. 15930-15949.
- Consejo de diputados. (2003). *Decreto Foral 65/2003*, de 31 de marzo de 2003, por el que se aprueba la actuación en infraestructuras agrícolas mediante la concentración parcelaria y la transformación en regadío de la zona de “El Saso” del término municipal de Aibar. *Boletín Oficial del Navarra*, 23 de abril de 2003, núm 50, p. 3874.
- España. Real Decreto 1164/2001, de 26 de octubre, por el que se establecen tarifas de acceso a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica. *Boletín Oficial del Estado*, 8 de noviembre de 2001, núm. 268, pp. 40618-40629.
- España. Orden IET/2444/2014, de 19 de diciembre, por la que se determinan los peajes de acceso de energía eléctrica para 2015. *Boletín Oficial del Estado*, 26 de diciembre de 2014, núm.312, pp. 105486-105498.

- España. Orden ITC/3519/2009, de 28 de diciembre, por la que se revisan los peajes de acceso a partir del 1 de enero de 2010 y tarifas y primas de las instalaciones del régimen especial. *Boletín Oficial del Estado*, 31 de diciembre de 2009, núm.315, pp. 112136-112166.
- España. Orden ITC/2794/2007, de 27 de septiembre, por la que se revisan las tarifas eléctricas a partir del 1 de octubre de 2007. *Boletín Oficial del Estado*, 29 de septiembre de 2007, núm.234, pp. 39690-39698.
- Fernández, J.M., (2003). *Transformación en regadío de “El Saso”, en Aibar (Navarra)* (Proyecto privado). España: Riegos de Navarra S.A.
- Tarjuelo, J.M., (1995). *El riego por aspersión y su tecnología*. Mundi Prensa. Madrid
- Rossmann, L. A. (2003). Epanet 2. Manual de usuario. EPANET 2.0 vE. Página de EPANET en castellano. Recuperado de <http://www.instagua.upv.es/Epanet/descargas/ManualEPANETv2E.pdf>
- Escuela Universitaria Politécnica de Huesca. (2000). Gestar 1.3. Manual de usuario. Recuperado de: <http://gestar1.unizar.es/inicio.htm>
- Meteo Navarra. (2015). Datos de estaciones. Recuperado el 15 de mayo de 2015 de <http://meteo.navarra.es>
- INTIA. (2015). Servicio de oferta agroindustrial SOA. Recuperado el 28 de abril de 2015 de <http://www.riegosdenavarra.com/agroind/Oferta.htm>
- Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE). (2015). *Registro de aguas*. Recuperado el 1 de abril de 2015 de <http://www.chebro.es>
- Iberdrola. (2015). *Servicios de factura*. Recuperado el 5 de abril de 2015 de <http://www.iberdrola.es/clientes/empresas/servicios/factura/factura-electronica>
- WWF España. (2015). *Observatorio de la electricidad 2014*. Recuperado el 2 de junio de 2015 de http://www.wwf.es/que_hacemos/cambio_climático/nuestras_soluciones/energias_renovables/observatorio_de_la_electricidad

6. ANEXOS

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. Expediente concesional de aguas.....	I
Figura 1. Expediente concesional de aguas.....	I
ANEXO 2. Características de la red de riego	II
Tabla 1. Características de los hidrantes	II
Tabla 2. Características de las tuberías	IV
ANEXO 3. Funcionamiento y regulación del bombeo.....	VII
Figura 2. Curvas características fijas bomba nº 1.....	VII
Figura 3. Curvas características fijas bomba nº 2, 3 y 4.....	VIII
Figura 4. Curvas características de comprobación de los variadores cambiando la frecuencia bomba nº1.....	IX
Figura 5. Curvas características de comprobación de los variadores cambiando la frecuencia bomba nº 2,3 y 4.....	X
Tabla 3. Rendimiento de los equipos motobomba	XI
ANEXO 4. Turnos de riego de julio de 2014	XII
Tabla 4. Turno impar del mes de julio de 2014.....	XII
Tabla 5. Turno par del mes de julio de 2014.....	XIII
Tabla 6. Turno pequeño del mes de julio de 2014	XIV
Tabla 7. Hidrantes cerrados.....	XIV
ANEXO 5. Implementación de la red de riego en los simuladores	XV
Tabla 8. Nodos de consumo conocido	XV
Tabla 9. Nodos de unión	XVII
Tabla 10. Conducciones	XVIII
ANEXO 6. Análisis de potencias a contratar.....	XXI
1. Alternativa “A”	XXI
Tabla 11. Análisis potencias actuales.....	XXI
Tabla 12. Análisis potencias optimizadas	XXII
2. Alternativa “B”	XXIII
Tabla 13. Análisis potencias actuales.....	XXIII
ANEXO 7. Escenarios para el cálculo de la curva de consigna en la estación de bombeo	XXV
Tabla 15. Escenario 1: Cálculos hidráulicos de los “nodos” en GESTAR	XXV
Tabla 16. Escenario 2: Cálculos hidráulicos de los “nodos” en GESTAR	XXVIII
Tabla 17. Escenario 3: Cálculos hidráulicos de los “nodos” en GESTAR	XXXI

Tabla 18. Escenario 4: Cálculos hidráulicos de los “nodos” en GESTAR	XXXIV
Tabla 19. Escenario 5: Cálculos hidráulicos de los “nodos” en GESTAR	XXXVII
Tabla 20. Escenario 6: Cálculos hidráulicos de los “nodos” en GESTAR	XL
Tabla 21. Escenario 7: Cálculos hidráulicos de los “nodos” en GESTAR	XLIII
Tabla 22. Escenario 8: Cálculos hidráulicos de los “nodos” en GESTAR	XLVI
ANEXO 8. Simulación de los turnos de riego de la campaña 2014.....	XLIX
1. Turno impar.....	XLIX
1.1 Cálculos hidráulicos de los simuladores	XLIX
Tabla 23. Cálculos hidráulicos de los “nodos” en GESTAR	XLIX
Tabla 24. Cálculos hidráulicos de las “conexiones” en EPANET	LII
1.2 Estado apertura/cierre de hidrantes turno impar	LV
2. Turno par	LVI
2.1 Cálculos hidráulicos de los simuladores	LVI
Tabla 25. Cálculos hidráulicos de los “nodos” en GESTAR	LVI
Tabla 26. Cálculos hidráulicos de las “conexiones” en EPANET	LIX
2.2 Estado apertura/cierre de hidrantes en el turno par	LXII
ANEXO 9. Escenarios deterministas.....	LXIII
Tabla 27. Cálculos hidráulicos en las tuberías de 5 escenarios obtenidos en los simuladores	LXIII
2. Estado de apertura/cierre de los hidrantes en los 5 escenarios	XCII
Tabla 28. Cálculos hidráulicos de la tubería de fundición dúctil obtenidos en los simuladores	XCVII
ANEXO 10. Prueba de campo.....	XCVIII
Tabla 29. Cálculos hidráulicos de los hidrantes obtenidos en Gestar	XCVIII
Tabla 30. Cálculos hidráulicos de los hidrantes obtenidos en Epanet.....	CI
Figura 6. Estado apertura/cierre de los hidrantes en los simuladores.....	CIV

ANEXO1. Expediente concesional de aguas**Figura 1.** Expediente concesional de aguas**Sección A. TOMO: 37 HOJA: 79****Numero** 79**Fecha Resolución** 12/09/2003**Fecha Reversión** 12/09/2078**Expediente/s** 2001-A-307**Corriente o acuífero** RIO ARAGÓN**Clase y afección** RIEGOS**Titular/es** COMUNIDAD DE REGANTES EL SASO DE AIBAR**Lugar, termino y provincia de la toma** Aibar/Oibar (Navarra)
COORDENADAS UTMX: 637.151 UTMY:4711087 (DATUM ED 50) COTA: 380 M.**Caudal (l/s)** 317 PUDIENDO EN LA PRÁCTICA AUMENTARSE DERIVÁNDOLO DE FORMA INTERMITENTE EN JORNADAS RESTRINGIDAS EQUIVALENTES, SIN QUE PUEDA DERIVARSE UN VOLUMEN SUPERIOR A 1.608 M3/HA EN EL MES DE MÁXIMO CONSUMO, NI REBASAR EL VOLUMEN MÁXIMO ANUAL DE 3.022.166 M3.**Volumen maximo anual (m3/ha)** 5.723,79**Superficie regable (ha)** 528 HA**Titulo-Fecha-Autoridad** RESOLUCIÓN DE LA CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO 25 DE FEBRERO DE 2010 POR LA QUE SE APRUEBA EL RECONOCIMIENTO FINAL DE OBRA Y SE AUTORIZA LA PUESTA EN EXPLOTACIÓN DEL APROVECHAMIENTO.**Condiciones Especificas** LA FECHA DE REVERSIÓN QUEDA FIJADA EN EL DÍA 12 DE SEPTIEMBRE DE 2078**Observaciones** - LA REFERENCIA DEL EXPEDIENTE ES: 2001-A-307. - LAS OBRAS SE TERMINARÁN EN EL PLAZO DE 1 AÑO, CONTADO A PARTIR DE LA FECHA DE ESTA RESOLUCIÓN.

ANEXO 2. Características de la red de riego

Tabla 1. Características de los hidrantes

NºHIDRANTE	Dotación (l/s)	Presión de tarado (m.c.a)	Diámetro (mm)
H1A	13	54	80
H1B	12	54	80
H2A	36	56	150
H2B	36	56	150
H3	23	58	100
H4	23	58	100
H5A	46,5	56	150
H5B	46,5	56	150
H6A	13	54	80
H6B	14,5	54	80
H8	22	54	100
H9	21	54	100
H10	15	55	80
H11A	14,5	55	80
H11B	14,5	55	80
H12	16	55	100
H13	20	55	100
H14A	32,5	56	150
H14B	32,5	56	150
H15A	16	55	100
H15B	16	55	100
H16A	11	54	80
H16B	15	55	80
H17A	14	55	80
H17B	14	55	80
H18	11	58	80
H19	16	55	100
H20A	18,5	55	100
H20B	18,5	55	100
H21	24	55	100
H22	21	54	100
H23A	16,5	54	100
H23B	16,5	54	100
H24	21	56	100
H25A	22	54	100
H25B	22	54	100
H26A	20,5	55	100
H26B	20,5	62	100

NºHIDRANTE	Dotación (l/s)	Presión de tarado (m.c.a)	Diámetro (mm)
H27A	14	54	80
H27B	22	54	100
H29	24	55	100
H30A	14	54	80
H30B	14	54	80
H31	26,5	55	100
H33A	26	56	100
H33B	26	55	100
H34	19,5	54	100
H35	18,5	57	100
H36	21	57	100
H37	17,5	55	100
H38A	10	54	80
H38B	17	54	100
H39	18,5	55	100
H40A	14	57	80
H40B	14	58	80
H41	23,5	56	100
H42	26	55	100
H44	25	54	100
H45	22	55	100
H46	19	54	100
H47	22	55	100
H48A	10	55	80
H48B	17	55	100
H49A	22,5	54	100
H49B	10	54	80
H50	19,5	55	100
H51A	17	56	100
H51B	15	56	80
H53A	16,5	57	100
H53B	16,5	56	100
H54	18	55	100
H55A	30	55	150
H55B	30	55	150
H56	24	55	100
H57	16,5	54	100
H58A	19,5	55	100
H58B	19,5	55	100
H59A	21	55	100
H59B	21	55	100
H60	13,5	54	80

Tabla 2. Características de las tuberías

Tramo	Nodo inicial	Nodo final	Longitud	Ø interior	Ø nominal	Material	Timbraje
1	0	89	1170	0,6	0,6	FUNDICION	FUNDICIO
2	89	94	182	0,141	0,16	PEAD_S100	PEAD-10
3	94	17	15	0,1102	0,125	PEAD_S100	PEAD-10
4	94	16	75	0,1102	0,125	PEAD_S100	PEAD-10
5	89	32	240	0,494	0,56	PEAD_S100	PEAD-10
6	32	33	240	0,4408	0,5	PEAD_S100	PEAD-10
7	33	34	195	0,4408	0,5	PEAD_S100	PEAD-10
8	34	47	35	0,4408	0,5	PEAD_S100	PEAD-10
9	113	29	20	0,1102	0,125	PEAD_S100	PEAD-10
10	113	84	245	0,4408	0,5	PEAD_S100	PEAD-10
11	84	74	275	0,3618	0,4	PEAD_S100	PEAD-8
12	74	86	20	0,3618	0,4	PEAD_S100	PEAD-8
13	86	4	15	0,1446	0,16	PEAD_S100	PEAD-8
14	86	87	170	0,3618	0,4	PEAD_S100	PEAD-8
15	87	5	15	0,1446	0,16	PEAD_S100	PEAD-8
16	87	75	180	0,3618	0,4	PEAD_S100	PEAD-8
17	75	88	140	0,285	0,315	PEAD_S100	PEAD-8
18	88	6	15	0,1446	0,16	PEAD_S100	PEAD-8
19	88	77	125	0,285	0,315	PEAD_S100	PEAD-8
20	77	78	140	0,285	0,315	PEAD_S100	PEAD-8
21	78	90	105	0,285	0,315	PEAD_S100	PEAD-8
22	90	8	15	0,1446	0,16	PEAD_S100	PEAD-8
23	90	79	115	0,285	0,315	PEAD_S100	PEAD-8
24	79	91	100	0,285	0,315	PEAD_S100	PEAD-8
25	91	12	15	0,113	0,125	PEAD_S100	PEAD-8
26	91	92	195	0,285	0,315	PEAD_S100	PEAD-8
27	92	13	15	0,113	0,125	PEAD_S100	PEAD-8
28	92	80	35	0,285	0,315	PEAD_S100	PEAD-8
29	80	93	125	0,285	0,315	PEAD_S100	PEAD-8
30	93	1	55	0,113	0,125	PEAD_S100	PEAD-8
31	93	18	160	0,2262	0,25	PEAD_S100	PEAD-8
32	18	19	170	0,2262	0,25	PEAD_S100	PEAD-8
33	19	15	315	0,113	0,125	PEAD_S100	PEAD-8
34	84	95	250	0,3618	0,4	PEAD_S100	PEAD-8
35	95	31	20	0,1446	0,16	PEAD_S100	PEAD-8
36	95	2	100	0,3618	0,4	PEAD_S100	PEAD-8
37	2	96	355	0,3618	0,4	PEAD_S100	PEAD-8
38	96	20	285	0,1808	0,2	PEAD_S100	PEAD-8
39	96	3	60	0,285	0,315	PEAD_S100	PEAD-8
40	3	97	275	0,285	0,315	PEAD_S100	PEAD-8
41	97	21	15	0,1446	0,16	PEAD_S100	PEAD-8

Tramo	Nodo inicial	Nodo final	Longitud	Ø interior	Ø nominal	Material	Timbraje
42	97	7	95	0,285	0,315	PEAD_S100	PEAD-8
43	7	98	225	0,285	0,315	PEAD_S100	PEAD-8
44	98	22	20	0,1446	0,16	PEAD_S100	PEAD-8
45	98	9	80	0,285	0,315	PEAD_S100	PEAD-8
46	9	99	80	0,2262	0,25	PEAD_S100	PEAD-8
47	99	23	70	0,113	0,125	PEAD_S100	PEAD-8
48	99	10	125	0,2262	0,25	PEAD_S100	PEAD-8
49	10	100	175	0,1808	0,2	PEAD_S100	PEAD-8
50	100	14	15	0,113	0,125	PEAD_S100	PEAD-8
51	100	11	15	0,113	0,125	PEAD_S100	PEAD-8
52	89	24	25	0,6	0,6	FUNDICION	FUNDICIO
53	24	101	365	0,6	0,6	FUNDICION	FUNDICIO
54	101	25	145	0,1762	0,2	PEAD_S100	PEAD-10
55	25	26	160	0,1102	0,125	PEAD_S100	PEAD-10
56	101	37	122	0,2204	0,25	PEAD_S100	PEAD-10
57	37	102	186	0,2204	0,25	PEAD_S100	PEAD-10
58	102	103	72	0,2204	0,25	PEAD_S100	PEAD-10
59	103	41	15	0,141	0,16	PEAD_S100	PEAD-10
60	103	38	105	0,1762	0,2	PEAD_S100	PEAD-10
61	38	104	175	0,1762	0,2	PEAD_S100	PEAD-10
62	104	42	15	0,141	0,16	PEAD_S100	PEAD-10
63	104	39	55	0,1762	0,2	PEAD_S100	PEAD-10
64	101	105	138	0,6	0,6	FUNDICION	FUNDICIO
65	105	27	15	0,141	0,16	PEAD_S100	PEAD-10
66	105	28	110	0,6	0,6	FUNDICION	FUNDICIO
67	28	40	150	0,6	0,6	FUNDICION	FUNDICIO
68	106	107	97	0,2204	0,25	PEAD_S100	PEAD-10
69	107	108	172	0,2204	0,25	PEAD_S100	PEAD-10
70	108	48	15	0,2204	0,25	PEAD_S100	PEAD-10
71	108	43	70	0,2204	0,25	PEAD_S100	PEAD-10
72	43	44	240	0,2204	0,25	PEAD_S100	PEAD-10
73	44	109	70	0,2204	0,25	PEAD_S100	PEAD-10
74	109	50	15	0,141	0,16	PEAD_S100	PEAD-10
75	45	46	190	0,2204	0,25	PEAD_S100	PEAD-10
76	106	30	160	0,57	0,63	PEAD_S100	PEAD-8
77	30	49	15	0,113	0,125	PEAD_S100	PEAD-8
78	30	110	365	0,57	0,63	PEAD_S100	PEAD-8
79	110	111	150	0,407	0,45	PEAD_S100	PEAD-8
80	55	51	15	0,1762	0,2	PEAD_S100	PEAD-10
82	55	112	245	0,3618	0,4	PEAD_S100	PEAD-8
85	58	52	200	0,3618	0,4	PEAD_S100	PEAD-8
86	52	59	40	0,3618	0,4	PEAD_S100	PEAD-8
88	59	60	175	0,3618	0,4	PEAD_S100	PEAD-8
89	60	114	65	0,3618	0,4	PEAD_S100	PEAD-8

Tramo	Nodo inicial	Nodo final	Longitud	Ø interior	Ø nominal	Material	Timbraje
91	114	61	140	0,3618	0,4	PEAD_S100	PEAD-8
92	61	54	75	0,3618	0,4	PEAD_S100	PEAD-8
94	54	62	70	0,3618	0,4	PEAD_S100	PEAD-8
95	62	63	200	0,285	0,315	PEAD_S100	PEAD-8
96	63	64	195	0,2262	0,25	PEAD_S100	PEAD-8
97	110	35	53	0,4522	0,5	PEAD_S100	PEAD-8
98	35	115	210	0,4522	0,5	PEAD_S100	PEAD-8
99	115	56	15	0,113	0,125	PEAD_S100	PEAD-8
100	115	36	40	0,4522	0,5	PEAD_S100	PEAD-8
101	36	81	285	0,4522	0,5	PEAD_S100	PEAD-8
102	81	70	15	0,1446	0,16	PEAD_S100	PEAD-8
103	81	57	100	0,4522	0,5	PEAD_S100	PEAD-8
104	57	82	115	0,4522	0,5	PEAD_S100	PEAD-8
105	82	71	15	0,113	0,125	PEAD_S100	PEAD-8
106	82	65	160	0,407	0,45	PEAD_S100	PEAD-8
107	65	83	205	0,407	0,45	PEAD_S100	PEAD-8
108	83	73	15	0,1446	0,16	PEAD_S100	PEAD-8
109	83	66	135	0,407	0,45	PEAD_S100	PEAD-8
110	66	85	360	0,407	0,45	PEAD_S100	PEAD-8
111	85	72	15	0,1446	0,16	PEAD_S100	PEAD-8
112	85	67	70	0,3618	0,4	PEAD_S100	PEAD-8
113	67	68	320	0,3618	0,4	PEAD_S100	PEAD-8
114	68	76	15	0,113	0,125	PEAD_S100	PEAD-8
115	68	69	345	0,2262	0,25	PEAD_S100	PEAD-8
673	40	106	80	0,6	0,6	FUNDICION	FUNDICIO
732	109	45	60	0,2204	0,25	PEAD_S100	PEAD-10
752	46	53	100	0,1762	0,2	PEAD_S100	PEAD-10
792	111	55	61	0,407	0,45	PEAD_S100	PEAD-8
802	47	113	35	0,4408	0,5	PEAD_S100	PEAD-10
822	112	58	110	0,3618	0,4	PEAD_S100	PEAD-8

ANEXO 3. Funcionamiento y regulación del bombeo

Figura 2. Curvas características fijas bomba n° 1

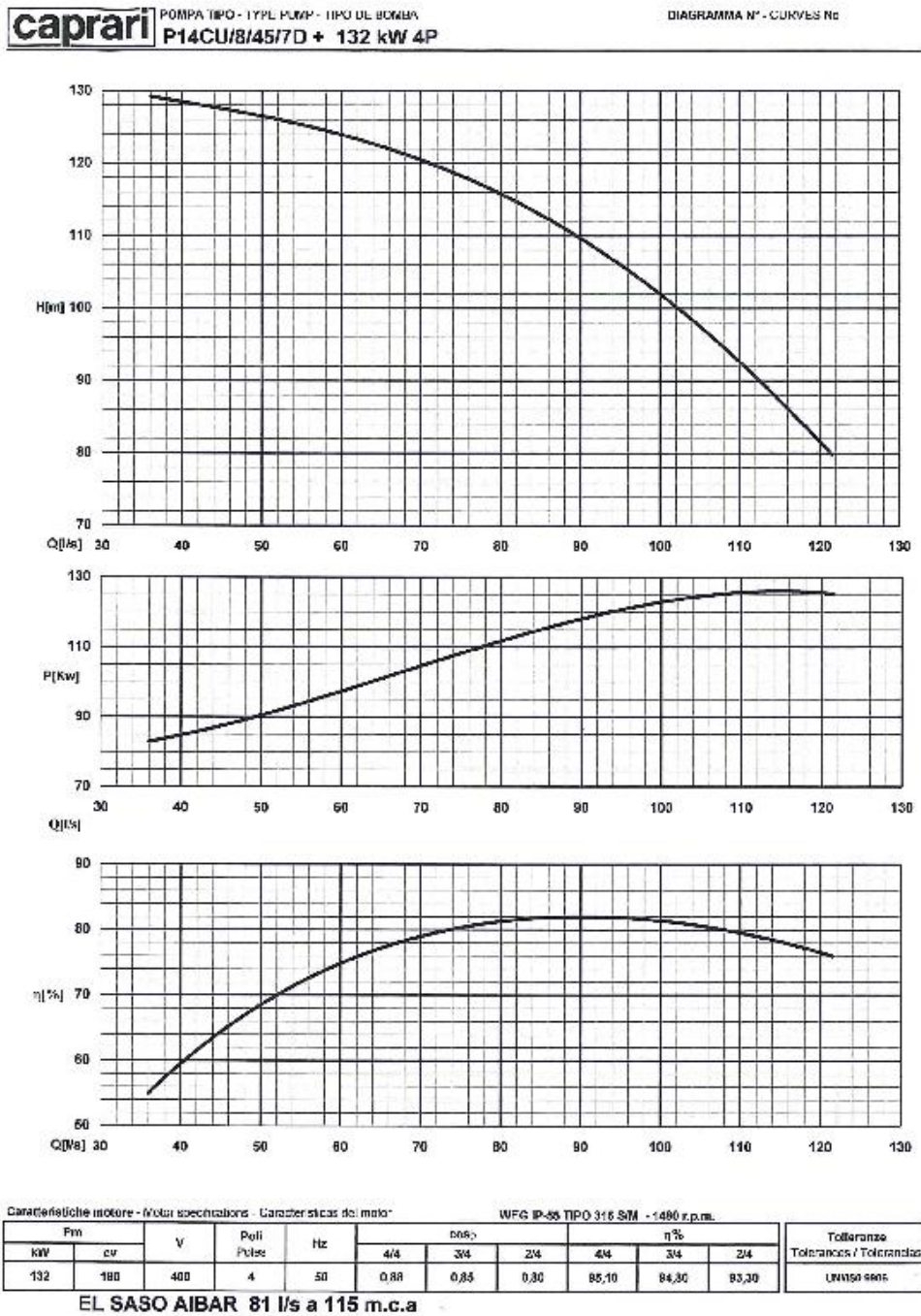
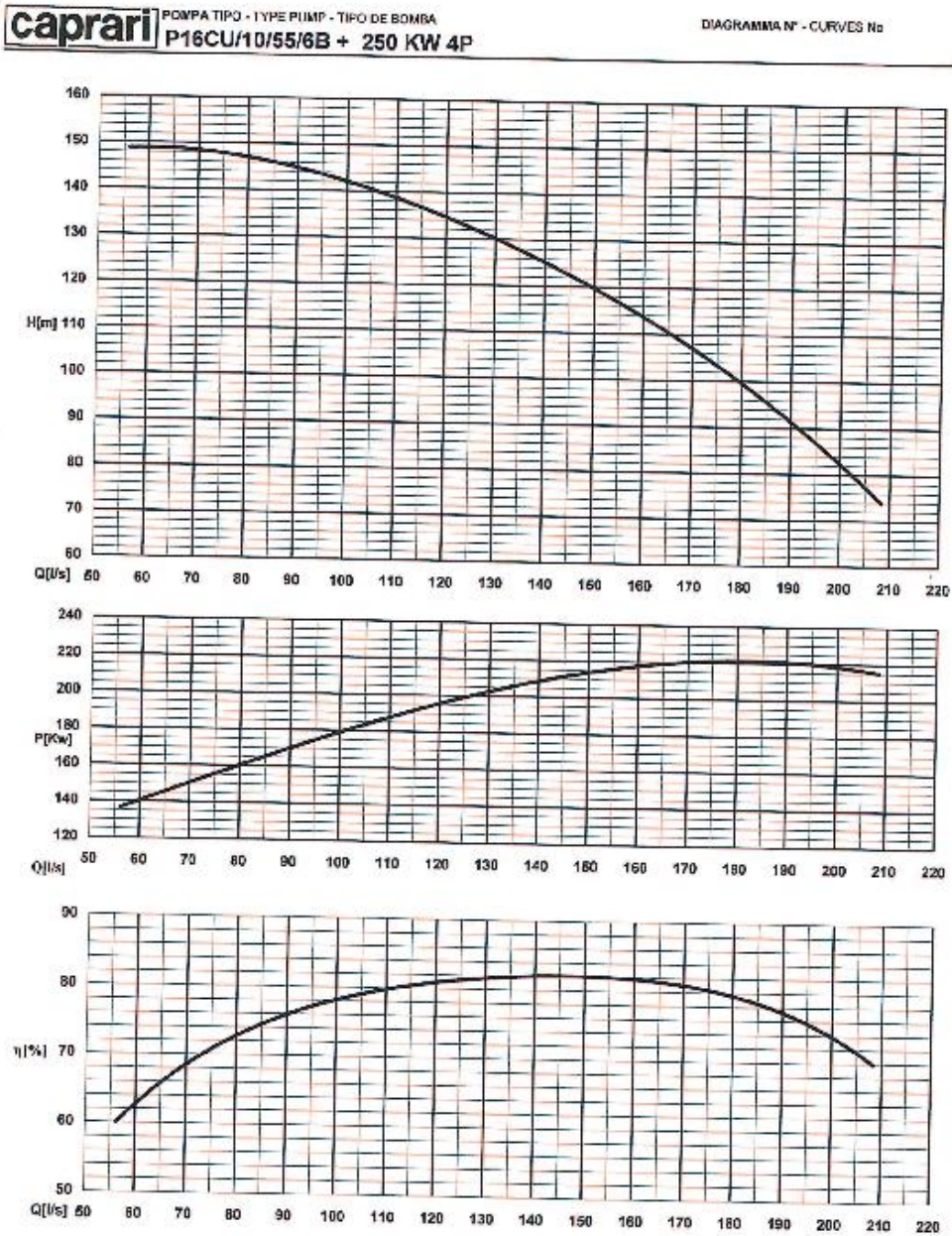


Figura 3. Curvas características fijas bomba n° 2, 3 y 4



Caratteristiche motore - Motor specifications - Características del motor

Pm		V	Poli Poles	Hz	cosφ			η%		Tolleranze Tolerances / Tolerancias	
KW	cv				4/4	3/4	2/4	4/4	3M		2/4
250	340	400	4	50	0,88	0,84	0,76	95,8	95,2	94,3	UNI EN 9908

EL SASO AIBAR 158 l/s a 115 m.c.a

Figura 4. Curvas características de comprobación de los variadores cambiando la frecuencia bomba n°1

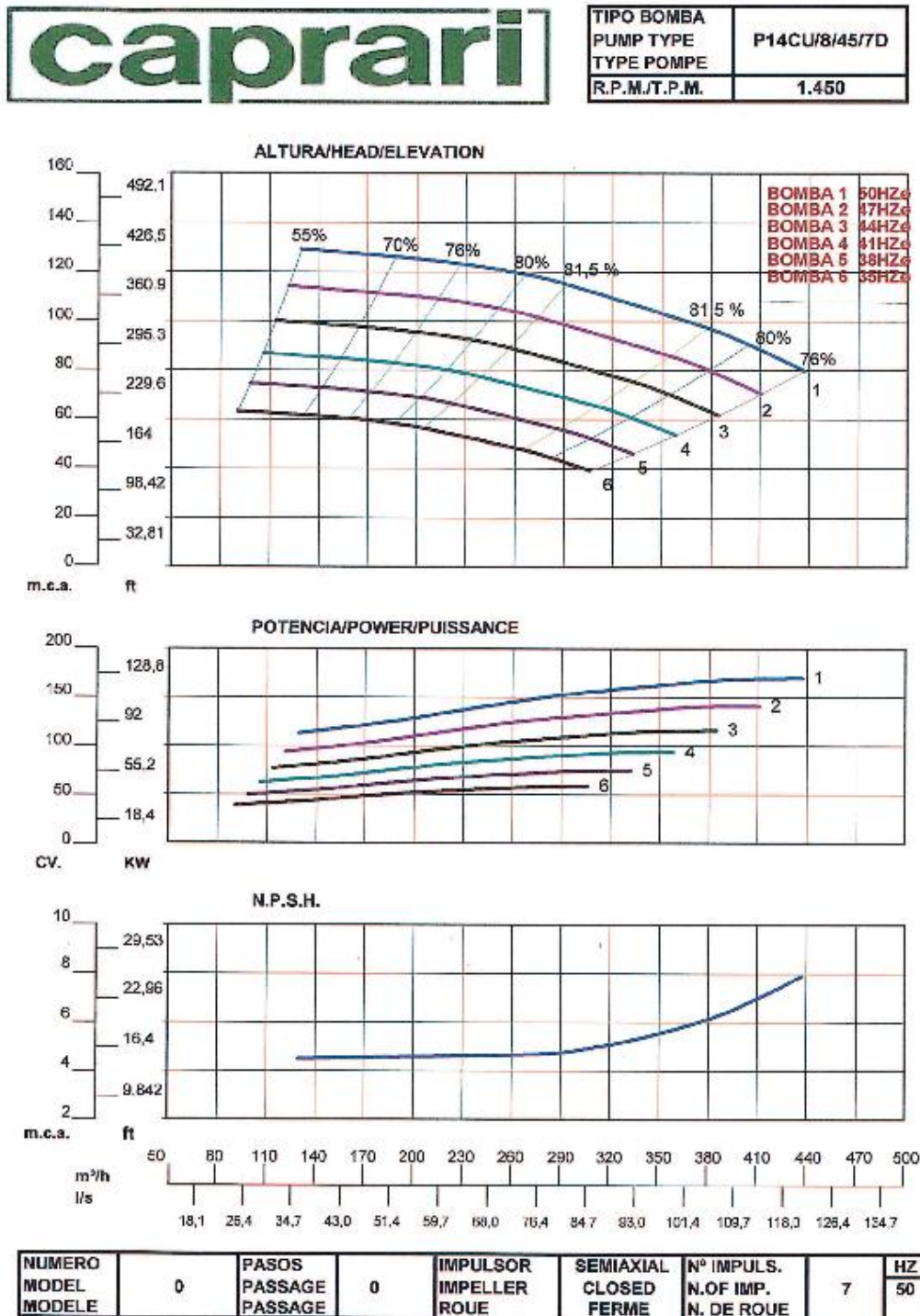


Figura 5. Curvas características de comprobación de los variadores cambiando la frecuencia bomba n° 2,3 y 4

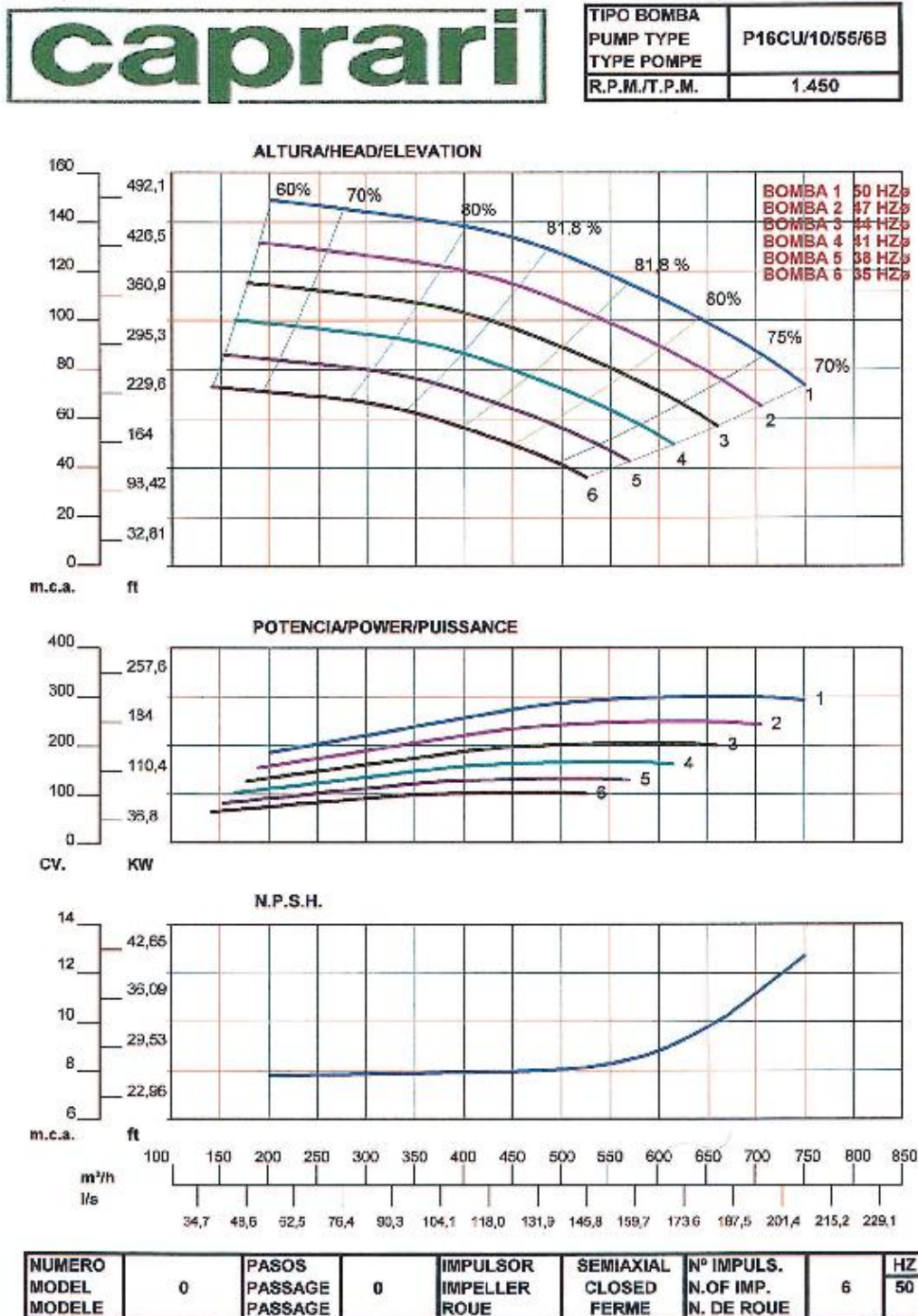


Tabla 3. Rendimiento de los equipos motobomba

Q EB (l/s)	Q BVV1 (l/s)	n BVV1 (Hz)	η BVV1 (%)	Q BVV2 (l/s)	n BVV2 (Hz)	η BVV2 (%)	Q BVF3 (l/s)	η BVF3 (%)	Q BVF4 (l/s)	η BVF4 (%)	η BOMBAS (%)	η MOTORES (%)	η EB (%)
0	0												
10	10												
20	20	47	36								36,0	95,0	34,2
30	30	47,1	50								50,0	95,0	47,5
40	40	47,3	64,3								64,3	95,0	61,1
50	50	47,6	70,2								70,2	95,0	66,7
60	60	48	75,3								75,3	95,0	71,5
70	70	48,8	79,1								79,1	95,0	75,1
80	80	49,7	81,3								81,3	95,0	77,2
90				90	45,1	76,8					76,8	95,0	73,0
100				100	45,5	79,4					79,4	95,0	75,4
110				110	46	80,6					80,6	95,0	76,6
120				120	46,6	81,2					81,2	95,0	77,1
130				130	47,4	81,8					81,8	95,0	77,7
140				140	48,4	81,8					81,8	95,0	77,7
150				150	49,4	81,8					81,8	95,0	77,7
160				160	50,5	81,8					81,8	95,0	77,7
170	81	50	81,5	89	45,2	77,5					78,9	95,0	74,9
180	81	50	81,5	99	45,4	79,3					80,1	95,0	76,1
190	81	50	81,5	109	46	80,5					80,8	95,0	76,8
200	81	50	81,5	119	46,5	81,2					81,3	95,0	77,2
210	81	50	81,5	129	46,5	81,8					81,7	95,0	77,6
220	81	50	81,5	139	47,2	81,8					81,7	95,0	77,6
230	81	50	81,5	149	48,1	81,8					81,7	95,0	77,6
240	81	50	81,5	159	49	81,8					81,7	95,0	77,6
250				92	45,3	77	158	81,8			79,4	95,0	75,4
260				102	45,5	80	158	81,8			80,9	95,0	76,9
270				112	46	80,7	158	81,8			81,3	95,0	77,2
280				122	46,8	81,4	158	81,8			81,6	95,0	77,5
290				132	47,4	81,8	158	81,8			81,8	95,0	77,7
300				142	48,4	81,8	158	81,8			81,8	95,0	77,7
310				152	49,3	81,8	158	81,8			81,8	95,0	77,7
320				162	51	81,8	158	81,8			81,8	95,0	77,7
330	81	50	81,5	91	45,3	77	158	81,8			79,8	95,0	75,8
340	81	50	81,5	101	45,5	79,8	158	81,8			80,9	95,0	76,9
350	81	50	81,5	111	46,1	80,6	158	81,8			81,3	95,0	77,2
360	81	50	81,5	121	46,6	81,3	158	81,8			81,5	95,0	77,5
370	81	50	81,5	131	47,4	81,8	158	81,8			81,7	95,0	77,7
380	81	50	81,5	141	48,3	81,8	158	81,8			81,7	95,0	77,7
390	81	50	81,5	151	49,3	81,8	158	81,8			81,7	95,0	77,7
400	81	50	81,5	161	50,7	81,8	158	81,8			81,7	95,0	77,7
410				94	45,3	77	158	81,8	158	81,8	80,2	95,0	76,2
420				104	45,6	80,2	158	81,8	158	81,8	81,3	95,0	77,2
430				114	46,1	80,9	158	81,8	158	81,8	81,5	95,0	77,4
440				124	46,9	81,6	158	81,8	158	81,8	81,7	95,0	77,6
450				134	47,5	81,8	158	81,8	158	81,8	81,8	95,0	77,7
460				144	48,5	81,8	158	81,8	158	81,8	81,8	95,0	77,7
470				154	49,4	81,8	158	81,8	158	81,8	81,8	95,0	77,7
480				164	51,5	81,8	158	81,8	158	81,8	81,8	95,0	77,7
490	81	50	81,5	93	45,3	77	158	81,8	158	81,8	80,4	95,0	76,4
500	81	50	81,5	103	45,6	80,1	158	81,8	158	81,8	81,3	95,0	77,2
510	81	50	81,5	113	46,1	80,8	158	81,8	158	81,8	81,5	95,0	77,4
520	81	50	81,5	123	46,8	81,5	158	81,8	158	81,8	81,7	95,0	77,6
530	81	50	81,5	133	47,5	81,8	158	81,8	158	81,8	81,8	95,0	77,7
540	81	50	81,5	143	48,5	81,8	158	81,8	158	81,8	81,8	95,0	77,7
550	81	50	81,5	153	49,4	81,8	158	81,8	158	81,8	81,8	95,0	77,7
560	81	50	81,5	163	50	81,8	158	81,8	158	81,8	81,8	95,0	77,7

ANEXO 4. Turnos de riego de julio de 2014

Tabla 4. Turno impar del mes de julio de 2014

Hidrante	Caudal (l/s)	Cultivo verano 2014
H1B	12,0	MAÍZ
H3	23,0	MAÍZ
H5A	46,5	MAÍZ
H5B	46,5	MAÍZ
H13	20,0	MAÍZ
H15A	16,0	MAÍZ
H15B	16,0	MAÍZ
H17A	14,0	MAÍZ
H17B	14,0	MAÍZ
H19	16,0	MAÍZ
H25A	22,0	MAÍZ
H25B	22,0	MAÍZ
H27A	14,0	MAÍZ
H27B	22,0	MAÍZ
H31	26,5	MAÍZ
H33A	26,0	MAÍZ
H35	18,5	MAÍZ
H37	17,5	MAÍZ
H41	23,5	MAÍZ
H47	22,0	MAÍZ
H51A	17,0	MAÍZ
H53B	16,5	MAÍZ
H55A	30,0	MAÍZ
H55B	30,0	MAÍZ
	531,5	

Tabla 5. Turno par del mes de julio de 2014

Hidrante	Caudal (l/s)	Cultivo verano 2014
H2A	36,0	MAÍZ
H2B	36,0	MAÍZ
H4	23,0	MAÍZ
H8	22,0	MAÍZ
H9	21,0	GIRASOL
H14A	32,5	MAÍZ
H14B	32,5	MAÍZ
H16A	13,0	MAÍZ
H16B	13,0	MAÍZ
H20A	18,5	MAÍZ
H20B	18,5	MAÍZ
H22	21,0	ALFALFA
H26A	20,5	MAÍZ
H26B	20,5	MAÍZ
H33B	26,0	ALFALFA
H38A	12,0	MAÍZ
H39	18,5	ALFALFA
H42	26,0	MAÍZ
H44	25,0	MAÍZ
H48B	17,0	MAÍZ
H54	18,0	MAÍZ
H58A	19,5	MAÍZ
	490,0	

Tabla 6. Turno pequeño del mes de julio de 2014

Hidrante	Caudal (l/s)	Cultivo verano 2014
H11A	14,5	GUISANTE / ALUBIA
H11B	14,5	GUISANTE / ALUBIA
H24	21,0	CHOPO
H34	19,5	GUISANTE / ALUBIA
H40A	14,0	GUISANTE / ALUBIA
H40B	14,0	GUISANTE / ALUBIA
H51B	15,0	GUISANTE / ALUBIA
H53A	16,5	GUISANTE / ALUBIA
H59A	21,0	GUISANTE / ALUBIA
H59B	21,0	GUISANTE / ALUBIA
	171,0	

Tabla 7. Hidrantes cerrados

Hidrante	Caudal (l/s)	Cultivo verano 2014
H1A	13,0	TRIGO
H6A	13,0	VIÑA
H12	16,0	BRÓCULI
H21	24,0	
H23A	16,5	
H23B	16,5	VIÑA
H29	24,0	TRIGO
H30A	14,0	TRIGO
H30B	14,0	TRIGO
H36	21,0	BRÓCULI
H45	22,0	VIÑA
H46	19,0	
H48A	10,0	
H50	19,5	
H57	16,5	VIÑA
H58B	19,5	
H60	13,5	VIÑA
	292,0	

ANEXO 5. Implementación de la red de riego en los simuladores

Tabla 8. Nodos de consumo conocido

Identificador	Comentario	X	Y	Cota	Dotación (m ³ /s)	Presión Consigna (m.c.a)
1	H10	441	2086	418	0,015	55
10	H16A	880	2526	421	0,011	54
11	H16B	695	2514	420	0,015	55
12	H17A	839	2072	420	0,014	55
13	H17B	645	2084	419	0,014	55
14	H18	706	2533	420	0,011	58
15	H19	560	2707	411	0,016	55
16	H1A	2158	1080	401	0,013	54
17	H1B	2214	1130	401	0,012	54
18	H20A	502	2240	419	0,0185	55
19	H20B	548	2397	419	0,0185	55
2	H11A	1982	2460	422	0,0145	55
20	H21	1606	2928	426	0,024	55
21	H22	1447	2587	422	0,021	54
22	H23A	1147	2521	420	0,0165	54
23	H23B	946	2544	420	0,0165	54
24	H24	2389	1235	400	0,021	56
25	H25A	2749	1276	403	0,022	54
26	H25B	2800	1128	403	0,022	54
27	H26A	2670	1542	405	0,0205	55
28	H26B	2623	1640	408	0,0205	62
29	H27A	2246	1947	413	0,014	54
3	H11B	1694	2687	423	0,0145	55
30	H27B	2500	2000	417	0,022	54
31	H29	2049	2390	420	0,024	55
32	H2A	2337	1459	403	0,036	56
33	H2B	2274	1686	412	0,036	56
34	H3	2256,66	1851,162	415	0,023	58
35	H30A	2412	2400	424	0,014	54
36	H30B	2373	2639	424	0,014	54
37	H31	2810	1464	403	0,0265	55
38	H33A	3127	1634	405	0,026	56
39	H33B	3307	1768	405	0,026	55
4	H12	1880	2104	422	0,016	55
40	H34	2572,113	1777,106	412	0,0195	54
41	H35	3036	1588	405	0,0185	57
42	H36	3259	1745	406	0,021	57

Identificador	Comentario	X	Y	Cota	Dotación (m ³ /s)	Presión Consigna (m.c.a)
43	H37	2834	2022	416	0,0175	55
44	H38A	3041	2139	418	0,01	54
45	H38B	3163	2182	419	0,017	54
46	H39	3337	2244	419	0,0185	55
47	H4	2245,026	1891,931	415	0,023	58
48	H40A	2771	1998	415	0,014	57
49	H40B	2510	2003	417	0,014	58
5	H13	1717	2068	422	0,02	55
50	H41	3105	2173	418	0,0235	56
51	H42	2623	2395	425	0,026	55
52	H44	3148,367	2539,778	427	0,025	54
53	H45	3393,602	2266,119	419	0,022	55
54	H46	3617	2563	427	0,019	54
55	H47	2619	2407	425	0,022	55
56	H48A	2389	2605	424	0,01	55
57	H48B	2614	2854	426	0,017	55
58	H49A	2955	2502	426	0,0225	54
59	H49B	3179	2565	427	0,01	54
6	H14A	1409	2036	422	0,0325	56
60	H50	3350	2572	427	0,0195	55
61	H51A	3547	2574	426	0,017	56
62	H51B	3686	2575	427	0,015	56
63	H53A	3873	2609	425	0,0165	57
64	H53B	4035	2706	428	0,0165	56
65	H54	2864	2935	427	0,018	55
66	H55A	3184	3037	426	0,03	55
67	H55B	3586	3167	428	0,03	55
68	H56	3887	3197	429	0,024	55
69	H57	4211	3095	430	0,0165	54
7	H14B	1360	2546	422	0,0325	56
70	H58A	2520	2837	425	0,0195	55
71	H58B	2713	2900	426	0,0195	55
72	H59A	3522	3156	428	0,021	55
73	H59B	3054	3005	427	0,021	55
74	H5A	1901	2097	422	0,0465	56
75	H5B	1546	2024	422	0,0465	56
76	H60	3896	3207	429	0,0135	54
77	H6A	1263,375	2025,239	422	0,013	54
78	H6B	1152	2042	421	0,0145	54
79	H8	938	2056	420	0,022	54
8	H15A	1051	2059	421	0,016	55
80	H9	614	2076	418	0,021	54
9	H15B	1071	2499	421	0,016	55

Tabla 9. Nodos de unión

Id	Comentario	X	Y	Cota
81	102	2524	2825	425
82	105	2717	2887	426
83	108	3056	2997	427
84	11	2164	2170	418
85	111	3525	3147	428
86	13	1884	2092	422
87	15	1719	2056	422
88	18	1409	2025	422
89	2	2370	1222	400
90	21	1050	2048	421
91	24	839	2062	420
92	26	644	2074	419
93	29	492	2083	417
94	3	2220	1121	401
95	34	2034	2379	420
96	37	1747	2711	423
97	40	1451	2573	422
98	43	1148	2502	421
99	46	993	2496	420
100	49	706	2519	420
101	53	2703	1410	402
102	57	2976	1545	404
103	58	3042	1578	404
104	61	3265	1737	405
105	64	2658	1538	405
106	67	2550	1853	417
107	68	2631	1903	418
108	69	2777	1988	415
109	74	3108	2163	419
110	79	2421	2351	424
111	80	2560	2391	425
112	83	2852	2473	426
113	9	2229	1939	415
114	90	3409	2572	427
115	99	2379	2603	424

Tabla 10. Conducciones

Id	Nodo inicial	Nodo final	Longitud	Ø interior (m)	Ø nom. (m)	Material	Timbraje	Rugosidad
1	0	89	1170	0,6	0,6	FUNDICION	FUNDICIO	0,0001
2	89	94	182	0,141	0,16	PEAD_S100	PEAD-10	0,000007
3	94	17	15	0,1102	0,125	PEAD_S100	PEAD-10	0,000007
4	94	16	75	0,1102	0,125	PEAD_S100	PEAD-10	0,000007
5	89	32	240	0,494	0,56	PEAD_S100	PEAD-10	0,000007
6	32	33	240	0,4408	0,5	PEAD_S100	PEAD-10	0,000007
9	113	29	20	0,1102	0,125	PEAD_S100	PEAD-10	0,000007
10	113	84	245	0,4408	0,5	PEAD_S100	PEAD-10	0,000007
11	84	74	275	0,3618	0,4	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
12	74	86	20	0,3618	0,4	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
13	86	4	15	0,1446	0,16	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
14	86	87	170	0,3618	0,4	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
15	87	5	15	0,1446	0,16	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
16	87	75	180	0,3618	0,4	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
17	75	88	140	0,285	0,315	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
18	88	6	15	0,1446	0,16	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
19	88	77	125	0,285	0,315	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
20	77	78	140	0,285	0,315	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
21	78	90	105	0,285	0,315	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
22	90	8	15	0,1446	0,16	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
23	90	79	115	0,285	0,315	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
24	79	91	100	0,285	0,315	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
25	91	12	15	0,113	0,125	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
26	91	92	195	0,285	0,315	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
27	92	13	15	0,113	0,125	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
28	92	80	35	0,285	0,315	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
29	80	93	125	0,285	0,315	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
30	93	1	55	0,113	0,125	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
31	93	18	160	0,2262	0,25	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
32	18	19	170	0,2262	0,25	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
33	19	15	315	0,113	0,125	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
34	84	95	250	0,3618	0,4	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
35	95	31	20	0,1446	0,16	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
36	95	2	100	0,3618	0,4	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
37	2	96	355	0,3618	0,4	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
38	96	20	285	0,1808	0,2	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
39	96	3	60	0,285	0,315	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
40	3	97	275	0,285	0,315	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
41	97	21	15	0,1446	0,16	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
42	97	7	95	0,285	0,315	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
43	7	98	225	0,285	0,315	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007

Id	Nodo inicial	Nodo final	Longitud	Ø interior (m)	Ø nom. (m)	Material	Timbraje	Rugosidad
44	98	22	20	0,1446	0,16	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
45	98	9	80	0,285	0,315	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
46	9	99	80	0,2262	0,25	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
47	99	23	70	0,113	0,125	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
48	99	10	125	0,2262	0,25	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
49	10	100	175	0,1808	0,2	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
50	100	14	15	0,113	0,125	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
51	100	11	15	0,113	0,125	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
52	89	24	25	0,6	0,6	FUNDICION	FUNDICIO	0,0001
53	24	101	365	0,6	0,6	FUNDICION	FUNDICIO	0,0001
54	101	25	145	0,1762	0,2	PEAD_S100	PEAD-10	0,000007
55	25	26	160	0,1102	0,125	PEAD_S100	PEAD-10	0,000007
56	101	37	122	0,2204	0,25	PEAD_S100	PEAD-10	0,000007
57	37	102	186	0,2204	0,25	PEAD_S100	PEAD-10	0,000007
58	102	103	72	0,2204	0,25	PEAD_S100	PEAD-10	0,000007
59	103	41	15	0,141	0,16	PEAD_S100	PEAD-10	0,000007
60	103	38	105	0,1762	0,2	PEAD_S100	PEAD-10	0,000007
61	38	104	175	0,1762	0,2	PEAD_S100	PEAD-10	0,000007
62	104	42	15	0,141	0,16	PEAD_S100	PEAD-10	0,000007
63	104	39	55	0,1762	0,2	PEAD_S100	PEAD-10	0,000007
64	101	105	138	0,6	0,6	FUNDICION	FUNDICIO	0,0001
65	105	27	15	0,141	0,16	PEAD_S100	PEAD-10	0,000007
66	105	28	110	0,6	0,6	FUNDICION	FUNDICIO	0,0001
68	106	107	97	0,2204	0,25	PEAD_S100	PEAD-10	0,000007
69	107	108	172	0,2204	0,25	PEAD_S100	PEAD-10	0,000007
70	108	48	15	0,2204	0,25	PEAD_S100	PEAD-10	0,000007
71	108	43	70	0,2204	0,25	PEAD_S100	PEAD-10	0,000007
72	43	44	240	0,2204	0,25	PEAD_S100	PEAD-10	0,000007
73	44	109	70	0,2204	0,25	PEAD_S100	PEAD-10	0,000007
74	109	50	15	0,141	0,16	PEAD_S100	PEAD-10	0,000007
732	109	45	60	0,2204	0,25	PEAD_S100	PEAD-10	0,000007
75	45	46	190	0,2204	0,25	PEAD_S100	PEAD-10	0,000007
76	106	30	160	0,57	0,63	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
77	30	49	15	0,113	0,125	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
78	30	110	365	0,57	0,63	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
79	110	111	150	0,407	0,45	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
792	111	55	61	0,407	0,45	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
82	55	112	245	0,3618	0,4	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
822	112	58	110	0,3618	0,4	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
88	59	60	175	0,3618	0,4	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
89	60	114	65	0,3618	0,4	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
91	114	61	140	0,3618	0,4	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
95	62	63	200	0,285	0,315	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
96	63	64	195	0,2262	0,25	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007

Id	Nodo inicial	Nodo final	Longitud	Ø interior (m)	Ø nom. (m)	Material	Timbraje	Rugosidad
97	110	35	53	0,4522	0,5	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
98	35	115	210	0,4522	0,5	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
99	115	56	15	0,113	0,125	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
100	115	36	40	0,4522	0,5	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
101	36	81	285	0,4522	0,5	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
102	81	70	15	0,1446	0,16	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
103	81	57	100	0,4522	0,5	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
104	57	82	115	0,4522	0,5	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
105	82	71	15	0,113	0,125	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
106	82	65	160	0,407	0,45	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
107	65	83	205	0,407	0,45	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
108	83	73	15	0,1446	0,16	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
109	83	66	135	0,407	0,45	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
110	66	85	360	0,407	0,45	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
111	85	72	15	0,1446	0,16	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
112	85	67	70	0,3618	0,4	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
113	67	68	320	0,3618	0,4	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
114	68	76	15	0,113	0,125	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
115	68	69	345	0,2262	0,25	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
7	33	34	195	0,4408	0,5	PEAD_S100	PEAD-10	0,000007
8	34	47	35	0,4408	0,5	PEAD_S100	PEAD-10	0,000007
802	47	113	35	0,4408	0,5	PEAD_S100	PEAD-10	0,000007
752	46	53	100	0,1762	0,2	PEAD_S100	PEAD-10	0,000007
80	55	51	15	0,1762	0,2	PEAD_S100	PEAD-10	0,000007
85	58	52	200	0,3618	0,4	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
86	52	59	40	0,3618	0,4	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
673	40	106	80	0,6	0,6	FUNDICION	FUNDICIO	0,0001
67	28	40	150	0,6	0,6	FUNDICION	FUNDICIO	0,0001
92	61	54	75	0,3618	0,4	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007
94	54	62	70	0,3618	0,4	PEAD_S100	PEAD-8	0,000007

ANEXO 6. Análisis de potencias a contratar

1. Alternativa “A”

Tabla 11. Análisis potencias actuales.

Potencia contratada y precios de termino potencia

	P1	P2	P3	P4	P5	P6
POTENCIA CONTRATADA (KW)	20	40	40	40	40	780
PRECIO TERMINO POTENCIA (€/KW) DIA	0,1072	0,0537	0,0393	0,0393	0,0393	0,0179

Término potencia													
MESES	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	AÑO
P1	66,48	62,19	66,48	64,34	66,48	64,34	66,48	66,48	64,34	66,48	64,34	66,48	784,93
P2	66,54	62,25	66,54	64,39	66,54	64,39	66,54	66,54	64,39	66,54	64,39	66,54	785,61
P3	48,70	45,56	48,70	47,13	48,70	47,13	48,70	48,70	47,13	48,70	47,13	48,70	574,94
P4	48,70	45,56	48,70	47,13	48,70	47,13	48,70	48,70	47,13	48,70	47,13	48,70	574,94
P5	48,70	45,56	48,70	47,13	48,70	47,13	48,70	48,70	47,13	48,70	47,13	48,70	574,94
P6	433,26	405,31	433,26	419,28	433,26	419,28	433,26	433,26	419,28	433,26	419,28	433,26	5.115,23
TOTAL €	712,37	666,41	712,37	689,39	712,37	689,39	712,37	712,37	689,39	712,37	689,39	712,37	8.410,60

Excesos de potencia													
MESES	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	AÑO
P1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	883,31	1.852,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2.735,78
P2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.554,66	1.224,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2.778,99
P3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	312,19	0,00	0,00	196,14	0,00	30,38	0,00	538,71
P4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	830,61	0,00	0,00	494,16	0,00	117,69	0,00	1.442,46
P5	0,00	0,00	0,00	177,79	1.792,96	0,00	0,00	0,00	0,00	169,38	0,00	0,00	2.140,13
P6	0,00	0,00	0,00	0,00	1,91	0,00	165,81	8,45	31,08	0,00	0,00	0,00	207,25
TOTAL €	0,00	0,00	0,00	177,79	1.794,88	3.580,77	3.242,61	8,45	721,38	169,38	148,07	0,00	9.843,33

Termino potencia + excesos de potencia													
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	AÑO
TOTAL €	712,37	666,41	712,37	867,19	2.507,25	4.270,17	3.954,99	720,82	1.410,78	881,75	837,46	712,37	18.253,93

Total sin impuestos: 18.253,93 €
 Impuesto eléctrico: 933,27 €
 Total con impuesto eléctrico: 19.187,20 €
TOTAL FACTURA + IVA: 23.216,51 €

Tabla 12. Análisis potencias optimizadas

Potencia contratada y precios de termino potencia

	P1	P2	P3	P4	P5	P6
POTENCIA CONTRATADA (KW)	4	23	23	23	23	780
PRECIO TERMINO POTENCIA (€/KW) DIA	0,1072	0,0537	0,0393	0,0393	0,0393	0,0179

Término potencia contratada

MESES	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	AÑO
P1	13,30	12,44	13,30	12,87	13,30	12,87	13,30	13,30	12,87	13,30	12,87	13,30	156,99
P2	39,05	36,53	39,05	37,79	39,05	37,79	39,05	39,05	37,79	39,05	37,79	39,05	461,06
P3	28,58	26,74	28,58	27,66	28,58	27,66	28,58	28,58	27,66	28,58	27,66	28,58	337,42
P4	28,58	26,74	28,58	27,66	28,58	27,66	28,58	28,58	27,66	28,58	27,66	28,58	337,42
P5	28,58	26,74	28,58	27,66	28,58	27,66	28,58	28,58	27,66	28,58	27,66	28,58	337,42
P6	433,21	405,26	433,21	419,24	433,21	419,24	433,21	433,21	419,24	433,21	419,24	433,21	5.114,70
TOTAL €	571,30	534,44	571,30	552,87	571,30	552,87	571,30	571,30	552,87	571,30	552,87	571,30	6.745,01

Excesos de potencia

MESES	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	AÑO
P1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	967,65	2.068,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3.035,84
P2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1664,11	1.351,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3.015,12
P3	0,00	0,00	0,27	0,00	0,00	356,50	0,00	0,00	221,75	0,00	45,22	0,00	623,74
P4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	907,87	0,00	0,00	565,04	0,00	137,71	0,00	1.610,63
P5	0,00	0,00	0,00	227,14	1.922,28	0,00	0,00	0,00	0,00	195,00	0,00	0,00	2.344,42
P6	0,00	0,00	0,00	0,00	1,93	0,00	166,18	8,50	31,16	0,00	0,00	0,00	207,77
TOTAL €	0,00	0,00	0,27	277,14	1.924,21	3.896,13	3.242,61	8,50	817,94	195,00	182,93	0,00	10.837,52

Termino potencia + excesos de potencia

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	AÑO
TOTAL €	571,30	534,44	571,57	780,01	2.495,51	4.449,00	4.156,68	579,80	1.370,81	766,29	735,80	571,30	17.582,52

Total sin impuestos: 17.582,52 €
 Impuesto eléctrico: 898,94 €
 Total con impuesto eléctrico: 18.481,47 €
TOTAL FACTURA + IVA: 22.362,57 €

2. Alternativa "B"

Tabla 13. Análisis potencias actuales

Potencia contratada y precios de termino potencia

	P1	P2	P3	P4	P5	P6							
POTENCIA CONTRATADA (KW)	20	40	40	40	40	780							
PRECIO TERMINO POTENCIA (€/KW) DIA	0,1072	0,0537	0,0393	0,0393	0,0393	0,0179							
Término de potencia													
MESES	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	AÑO
P1	66,48	62,19	66,48	64,34	66,48	64,34	66,48	66,48	64,34	66,48	64,34	66,48	784,93
P2	66,54	62,25	66,54	64,39	66,54	64,39	66,54	66,54	64,39	66,54	64,39	66,54	785,61
P3	48,70	45,56	48,70	47,13	48,70	47,13	48,70	48,70	47,13	48,70	47,13	48,70	574,94
P4	48,70	45,56	48,70	47,13	48,70	47,13	48,70	48,70	47,13	48,70	47,13	48,70	574,94
P5	48,70	45,56	48,70	47,13	48,70	47,13	48,70	48,70	47,13	48,70	47,13	48,70	574,94
P6	433,26	405,31	433,26	419,28	433,26	419,28	433,26	433,26	419,28	433,26	419,28	433,26	5.115,23
TOTAL €	712,37	666,41	712,37	689,39	712,37	689,39	712,37	712,37	689,39	712,37	689,39	712,37	8.410,60
Excesos de potencia													
MESES	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	AÑO
P1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	369,97	4.867,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2.735,78
P2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	402,69	3.251,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2.778,99
P3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16,39	0,00	0,00	809,20	0,00	30,38	0,00	538,71
P4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	288,84	0,00	0,00	1664,69	0,00	117,69	0,00	1.442,46
P5	0,00	0,00	0,00	370,60	3.844,01	0,00	0,00	0,00	0,00	187,25	0,00	0,00	2.140,13
P6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	93,68	54,85	18,89	85,96	0,00	0,00	0,00	207,25
TOTAL €	0,00	0,00	0,00	370,60	3844,01	1171,56	8.173,22	18,89	2.559,86	187,25	148,07	0,00	16.473,46
Termino potencia + excesos de potencia													
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	AÑO
TOTAL €	712,37	666,41	712,37	1.059,99	4.556,38	1.860,96	8.885,60	731,26	3.249,25	899,62	837,46	712,37	24.884,06

Total sin impuestos: 24.884,06 €
 Impuesto eléctrico: 1.272,25 €
 Total con impuesto eléctrico: 26.156,30 €
TOTAL FACTURA + IVA: 31.649,13 €

Tabla 14. Análisis potencias optimizadas

Potencia contratada y precios de termino potencia

	P1	P2	P3	P4	P5	P6
POTENCIA CONTRATADA (KW)	4	4	4	21	46	788
PRECIO TERMINO POTENCIA (€/KW) DIA	0,1072	0,0537	0,0393	0,0393	0,0393	0,0179

Término potencia contratada

MESES	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	AÑO
P1	13,30	12,44	13,30	12,87	13,30	12,87	13,30	13,30	12,87	13,30	12,87	13,30	156,99
P2	6,65	6,22	6,65	6,44	6,65	6,44	6,65	6,65	6,44	6,65	6,44	6,65	78,56
P3	4,87	4,56	4,87	4,71	4,87	4,71	4,87	4,87	4,71	4,87	4,71	4,87	57,49
P4	25,67	24,02	25,67	24,84	25,67	24,84	25,67	25,67	24,84	28,67	24,84	25,67	303,09
P5	56,20	52,57	56,20	54,38	56,20	54,38	56,20	56,20	54,38	56,20	54,38	56,20	663,47
P6	437,66	409,43	437,66	423,54	437,66	423,54	437,66	437,66	423,54	437,66	423,54	437,66	5.167,23
TOTAL €	544,35	509,23	544,35	526,79	571,30	526,79	544,35	544,35	526,79	544,35	526,79	544,35	6.426,83

Excesos de potencia

MESES	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	AÑO
P1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	487,55	5.253,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5.740,60
P2	0,00	11,25	0,00	0,00	0,00	564,66	3.756,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4.332,27
P3	0,00	0,00	10,41	0,00	0,00	82,19	0,00	0,00	897,03	0,00	64,05	0,00	1.053,67
P4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	371,13	0,00	0,00	1778,48	0,00	140,85	0,00	2.290,46
P5	0,00	0,00	0,00	333,91	3.763,36	0,00	0,00	0,00	0,00	164,73	0,00	0,00	4.262,00
P6	0,00	0,00	0,00	0,00	1,93	71,19	38,06	10,84	65,34	0,00	0,00	0,00	185,43
TOTAL €	0,00	11,25	10,41	333,91	3.763,36	1.576,72	9.047,47	10,84	2.740,85	164,73	204,90	0,00	17.864,44

Tabla 5. Termino potencia + excesos

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	AÑO
TOTAL €	544,35	520,48	554,76	860,70	4.307,71	2.103,50	9.591,82	555,19	3.267,64	709,08	731,69	544,35	24.291,26

Total sin impuestos: 24.291,26 €
 Impuesto eléctrico: 1.241,94 €
 Total con impuesto eléctrico: 25.533,20 €
TOTAL FACTURA + IVA: 30.895,18 €

ANEXO 7. Escenarios para el cálculo de la curva de consigna en la estación de bombeo

Tabla 15. Escenario 1: Cálculos hidráulicos de los “nodos” en GESTAR

Nodo	Alt. Piez. (m.c.a)	Presión (m.c.a)	Consumo (m3/s)	Cota (m)	P.Consigna (m.c.a)	P.Margen (m.c.a)
0	484,00	96,00	-0,0165	388,0000	0,00	0,0000
1	483,99	65,99	0	418,0000	55,00	10,9918
2	483,99	61,99	0	422,0000	55,00	6,9918
3	483,99	60,99	0	423,0000	55,00	5,9918
4	483,99	61,99	0	422,0000	55,00	6,9918
5	483,99	61,99	0	422,0000	55,00	6,9918
6	483,99	61,99	0	422,0000	56,00	5,9918
7	483,99	61,99	0	422,0000	56,00	5,9918
8	483,99	62,99	0	421,0000	55,00	7,9918
9	483,99	62,99	0	421,0000	55,00	7,9918
10	483,99	62,99	0	421,0000	54,00	8,9918
11	483,99	63,99	0	420,0000	55,00	8,9918
12	483,99	63,99	0	420,0000	55,00	8,9918
13	483,99	64,99	0	419,0000	55,00	9,9918
14	483,99	63,99	0	420,0000	58,00	5,9918
15	483,99	72,99	0	411,0000	55,00	17,9918
16	483,99	82,99	0	401,0000	54,00	28,9918
17	483,99	82,99	0	401,0000	54,00	28,9918
18	483,99	64,99	0	419,0000	55,00	9,9918
19	483,99	64,99	0	419,0000	55,00	9,9918
20	483,99	57,99	0	426,0000	55,00	2,9918
21	483,99	61,99	0	422,0000	54,00	7,9918
22	483,99	63,99	0	420,0000	54,00	9,9918
23	483,99	63,99	0	420,0000	54,00	9,9918
24	483,99	83,99	0	400,0000	56,00	27,9916
25	483,99	80,99	0	403,0000	54,00	26,9890
26	483,99	80,99	0	403,0000	54,00	26,9890
27	483,99	78,99	0	405,0000	55,00	23,9881
28	483,99	75,99	0	408,0000	62,00	13,9873
29	483,99	70,99	0	413,0000	54,00	16,9918
30	483,98	66,98	0	417,0000	54,00	12,9843
31	483,99	63,99	0	420,0000	55,00	8,9918
32	483,99	80,99	0	403,0000	56,00	24,9918
33	483,99	71,99	0	412,0000	56,00	15,9918
34	483,99	68,99	0	415,0000	58,00	10,9918
35	483,98	59,98	0	424,0000	54,00	5,9811
36	483,98	59,98	0	424,0000	54,00	5,9811

Nodo	Alt. Piez. (m.c.a)	Presión (m.c.a)	Consumo (m3/s)	Cota (m)	P.Consigna (m.c.a)	P.Margen (m.c.a)
37	483,99	80,99	0	403,0000	55,00	25,9890
38	483,99	78,99	0	405,0000	56,00	22,9890
39	483,99	78,99	0	405,0000	55,00	23,9890
40	483,99	71,99	0	412,0000	54,00	17,9863
41	483,99	78,99	0	405,0000	57,00	21,9890
42	483,99	77,99	0	406,0000	57,00	20,9890
43	483,99	67,99	0	416,0000	55,00	12,9857
44	483,99	65,99	0	418,0000	54,00	11,9857
45	483,99	64,99	0	419,0000	54,00	10,9857
46	483,99	64,99	0	419,0000	55,00	9,9857
47	483,99	68,99	0	415,0000	58,00	10,9918
48	483,99	68,99	0	415,0000	57,00	11,9857
49	483,98	66,98	0	417,0000	58,00	8,9843
50	483,99	65,99	0	418,0000	56,00	9,9857
51	483,97	58,97	0	425,0000	55,00	3,9720
52	483,93	56,93	0	427,0000	54,00	2,9302
53	483,99	64,99	0	419,0000	55,00	9,9857
54	483,89	56,89	0	427,0000	54,00	2,8928
55	483,97	58,97	0	425,0000	55,00	3,9720
56	483,98	59,98	0	424,0000	55,00	4,9811
57	483,98	57,98	0	426,0000	55,00	2,9811
58	483,95	57,95	0	426,0000	54,00	3,9453
59	483,93	56,93	0	427,0000	54,00	2,9272
60	483,91	56,91	0	427,0000	55,00	1,9139
61	483,90	57,90	0	426,0000	56,00	1,8985
62	483,89	56,89	0	427,0000	56,00	0,8875
63	483,84	58,84	0	425,0000	57,00	1,8405
64	483,70	55,70	0,0165	428,0000	56,00	-0,2960
65	483,98	56,98	0	427,0000	55,00	1,9811
66	483,98	57,98	0	426,0000	55,00	2,9811
67	483,98	55,98	0	428,0000	55,00	0,9811
68	483,98	54,98	0	429,0000	55,00	-0,0189
69	483,98	53,98	0	430,0000	54,00	-0,0189
70	483,98	58,98	0	425,0000	55,00	3,9811
71	483,98	57,98	0	426,0000	55,00	2,9811
72	483,98	55,98	0	428,0000	55,00	0,9811
73	483,98	56,98	0	427,0000	55,00	1,9811
74	483,99	61,99	0	422,0000	56,00	5,9918
75	483,99	61,99	0	422,0000	56,00	5,9918
76	483,98	54,98	0	429,0000	54,00	0,9811
77	483,99	61,99	0	422,0000	54,00	7,9918
78	483,99	62,99	0	421,0000	54,00	8,9918
79	483,99	63,99	0	420,0000	54,00	9,9918
80	483,99	65,99	0	418,0000	54,00	11,9918

Nodo	Alt. Piez. (m.c.a)	Presión (m.c.a)	Consumo (m3/s)	Cota (m)	P.Consigna (m.c.a)	P.Margen (m.c.a)
81	483,98	58,98	0	425,0000	0,00	0,0000
82	483,98	57,98	0	426,0000	0,00	0,0000
83	483,98	56,98	0	427,0000	0,00	0,0000
84	483,99	65,99	0	418,0000	0,00	0,0000
85	483,98	55,98	0	428,0000	0,00	0,0000
86	483,99	61,99	0	422,0000	0,00	0,0000
87	483,99	61,99	0	422,0000	0,00	0,0000
88	483,99	61,99	0	422,0000	0,00	0,0000
89	483,99	83,99	0	400,0000	0,00	0,0000
90	483,99	62,99	0	421,0000	0,00	0,0000
91	483,99	63,99	0	420,0000	0,00	0,0000
92	483,99	64,99	0	419,0000	0,00	0,0000
93	483,99	66,99	0	417,0000	0,00	0,0000
94	483,99	82,99	0	401,0000	0,00	0,0000
95	483,99	63,99	0	420,0000	0,00	0,0000
96	483,99	60,99	0	423,0000	0,00	0,0000
97	483,99	61,99	0	422,0000	0,00	0,0000
98	483,99	62,99	0	421,0000	0,00	0,0000
99	483,99	63,99	0	420,0000	0,00	0,0000
100	483,99	63,99	0	420,0000	0,00	0,0000
101	483,99	81,99	0	402,0000	0,00	0,0000
102	483,99	79,99	0	404,0000	0,00	0,0000
103	483,99	79,99	0	404,0000	0,00	0,0000
104	483,99	78,99	0	405,0000	0,00	0,0000
105	483,99	78,99	0	405,0000	0,00	0,0000
106	483,99	66,99	0	417,0000	0,00	0,0000
107	483,99	65,99	0	418,0000	0,00	0,0000
108	483,99	68,99	0	415,0000	0,00	0,0000
109	483,99	64,99	0	419,0000	0,00	0,0000
110	483,98	59,98	0	424,0000	0,00	0,0000
111	483,97	58,97	0	425,0000	0,00	0,0000
112	483,95	57,95	0	426,0000	0,00	0,0000
113	483,99	68,99	0	415,0000	0,00	0,0000
114	483,91	56,91	0	427,0000	0,00	0,0000
115	483,98	59,98	0	424,0000	0,00	0,0000

Tabla 16. Escenario 2: Cálculos hidráulicos de los “nodos” en GESTAR

Nodo	Alt. Piez. (m.c.a)	Presión (m.c.a)	Consumo (m3/s)	Cota (m)	P.Consigna (m.c.a)	P.Margen (m.c.a)
0	484,00	96,00	-0,056	388,0000	0,00	0,0000
1	483,76	65,76	0	418,0000	55,00	10,7556
2	483,86	61,86	0	422,0000	55,00	6,8571
3	483,84	60,84	0	423,0000	55,00	5,8371
4	483,85	61,85	0	422,0000	55,00	6,8523
5	483,84	61,84	0	422,0000	55,00	6,8420
6	483,81	61,81	0	422,0000	56,00	5,8051
7	483,80	61,80	0	422,0000	56,00	5,7954
8	483,76	62,76	0	421,0000	55,00	7,7556
9	483,76	62,76	0	421,0000	55,00	7,7605
10	483,69	62,69	0,011	421,0000	54,00	8,6906
11	483,69	63,69	0	420,0000	55,00	8,6906
12	483,76	63,76	0	420,0000	55,00	8,7556
13	483,76	64,76	0	419,0000	55,00	9,7556
14	483,69	63,69	0	420,0000	58,00	5,6906
15	483,76	72,76	0	411,0000	55,00	17,7556
16	483,93	82,93	0	401,0000	54,00	28,9267
17	483,93	82,93	0	401,0000	54,00	28,9267
18	483,76	64,76	0	419,0000	55,00	9,7556
19	483,76	64,76	0	419,0000	55,00	9,7556
20	483,84	57,84	0	426,0000	55,00	2,8440
21	483,81	61,81	0	422,0000	54,00	7,8063
22	483,77	63,77	0	420,0000	54,00	9,7697
23	483,73	63,73	0	420,0000	54,00	9,7329
24	483,93	83,93	0	400,0000	56,00	27,9262
25	483,92	80,92	0	403,0000	54,00	26,9185
26	483,92	80,92	0	403,0000	54,00	26,9185
27	483,92	78,92	0	405,0000	55,00	23,9156
28	483,91	75,91	0	408,0000	62,00	13,9133
29	483,89	70,89	0	413,0000	54,00	16,8856
30	483,90	66,90	0	417,0000	54,00	12,9044
31	483,86	63,86	0	420,0000	55,00	8,8607
32	483,92	80,92	0	403,0000	56,00	24,9178
33	483,90	71,90	0	412,0000	56,00	15,9025
34	483,89	68,89	0	415,0000	58,00	10,8901
35	483,89	59,89	0	424,0000	54,00	5,8939
36	483,89	59,89	0,014	424,0000	54,00	5,8890
37	483,92	80,92	0	403,0000	55,00	25,9185
38	483,92	78,92	0	405,0000	56,00	22,9185
39	483,92	78,92	0	405,0000	55,00	23,9185
40	483,91	71,91	0	412,0000	54,00	17,9102

Nodo	Alt. Piez. (m.c.a)	Presión (m.c.a)	Consumo (m3/s)	Cota (m)	P.Consigna (m.c.a)	P.Margen (m.c.a)
41	483,92	78,92	0	405,0000	57,00	21,9185
42	483,92	77,92	0	406,0000	57,00	20,9185
43	483,91	67,91	0	416,0000	55,00	12,9085
44	483,91	65,91	0	418,0000	54,00	11,9085
45	483,91	64,91	0	419,0000	54,00	10,9085
46	483,91	64,91	0	419,0000	55,00	9,9085
47	483,89	68,89	0	415,0000	58,00	10,8878
48	483,91	68,91	0	415,0000	57,00	11,9085
49	483,90	66,90	0	417,0000	58,00	8,9044
50	483,91	65,91	0	418,0000	56,00	9,9085
51	483,89	58,89	0	425,0000	55,00	3,8859
52	483,84	56,84	0	427,0000	54,00	2,8440
53	483,91	64,91	0	419,0000	55,00	9,9085
54	483,81	56,81	0	427,0000	54,00	2,8067
55	483,89	58,89	0	425,0000	55,00	3,8859
56	483,89	59,89	0	424,0000	55,00	4,8898
57	483,89	57,89	0	426,0000	55,00	2,8890
58	483,86	57,86	0	426,0000	54,00	3,8591
59	483,84	56,84	0	427,0000	54,00	2,8410
60	483,83	56,83	0	427,0000	55,00	1,8278
61	483,81	57,81	0	426,0000	56,00	1,8123
62	483,80	56,80	0	427,0000	56,00	0,8014
63	483,75	58,75	0	425,0000	57,00	1,7544
64	483,62	55,62	0,0165	428,0000	56,00	-0,3822
65	483,89	56,89	0	427,0000	55,00	1,8890
66	483,89	57,89	0	426,0000	55,00	2,8890
67	483,89	55,89	0	428,0000	55,00	0,8890
68	483,89	54,89	0	429,0000	55,00	-0,1110
69	483,89	53,89	0	430,0000	54,00	-0,1110
70	483,89	58,89	0	425,0000	55,00	3,8890
71	483,89	57,89	0	426,0000	55,00	2,8890
72	483,89	55,89	0	428,0000	55,00	0,8890
73	483,89	56,89	0	427,0000	55,00	1,8890
74	483,85	61,85	0	422,0000	56,00	5,8535
75	483,83	61,83	0	422,0000	56,00	5,8312
76	483,89	54,89	0	429,0000	54,00	0,8890
77	483,78	61,78	0	422,0000	54,00	7,7817
78	483,76	62,76	0,0145	421,0000	54,00	8,7556
79	483,76	63,76	0	420,0000	54,00	9,7556
80	483,76	65,76	0	418,0000	54,00	11,7556
81	483,89	58,89	0	425,0000	0,00	0,0000
82	483,89	57,89	0	426,0000	0,00	0,0000
83	483,89	56,89	0	427,0000	0,00	0,0000
84	483,87	65,87	0	418,0000	0,00	0,0000

Nodo	Alt. Piez. (m.c.a)	Presión (m.c.a)	Consumo (m3/s)	Cota (m)	P.Consigna (m.c.a)	P.Margen (m.c.a)
85	483,89	55,89	0	428,0000	0,00	0,0000
86	483,85	61,85	0	422,0000	0,00	0,0000
87	483,84	61,84	0	422,0000	0,00	0,0000
88	483,81	61,81	0	422,0000	0,00	0,0000
89	483,93	83,93	0	400,0000	0,00	0,0000
90	483,76	62,76	0	421,0000	0,00	0,0000
91	483,76	63,76	0	420,0000	0,00	0,0000
92	483,76	64,76	0	419,0000	0,00	0,0000
93	483,76	66,76	0	417,0000	0,00	0,0000
94	483,93	82,93	0	401,0000	0,00	0,0000
95	483,86	63,86	0	420,0000	0,00	0,0000
96	483,84	60,84	0	423,0000	0,00	0,0000
97	483,81	61,81	0	422,0000	0,00	0,0000
98	483,77	62,77	0	421,0000	0,00	0,0000
99	483,73	63,73	0	420,0000	0,00	0,0000
100	483,69	63,69	0	420,0000	0,00	0,0000
101	483,92	81,92	0	402,0000	0,00	0,0000
102	483,92	79,92	0	404,0000	0,00	0,0000
103	483,92	79,92	0	404,0000	0,00	0,0000
104	483,92	78,92	0	405,0000	0,00	0,0000
105	483,92	78,92	0	405,0000	0,00	0,0000
106	483,91	66,91	0	417,0000	0,00	0,0000
107	483,91	65,91	0	418,0000	0,00	0,0000
108	483,91	68,91	0	415,0000	0,00	0,0000
109	483,91	64,91	0	419,0000	0,00	0,0000
110	483,90	59,90	0	424,0000	0,00	0,0000
111	483,89	58,89	0	425,0000	0,00	0,0000
112	483,87	57,87	0	426,0000	0,00	0,0000
113	483,89	68,89	0	415,0000	0,00	0,0000
114	483,82	56,82	0	427,0000	0,00	0,0000
115	483,89	59,89	0	424,0000	0,00	0,0000

Tabla 17. Escenario 3: Cálculos hidráulicos de los “nodos” en GESTAR

Nodo	Alt. Piez. (m.c.a)	Presión (m.c.a)	Consumo (m3/s)	Cota (m)	P.Consigna (m.c.a)	P.Margen (m.c.a)
0	484,00	96,00	-0,1435	388,0000	0,00	0,0000
1	482,72	64,72	0	418,0000	55,00	9,7187
2	483,18	61,18	0	422,0000	55,00	6,1753
3	483,08	60,08	0	423,0000	55,00	5,0844
4	483,10	61,10	0	422,0000	55,00	6,0991
5	483,02	61,02	0	422,0000	55,00	6,0215
6	482,43	60,43	0,0325	422,0000	56,00	4,4269
7	482,89	60,89	0	422,0000	56,00	4,8909
8	482,72	61,72	0	421,0000	55,00	6,7187
9	482,73	61,73	0	421,0000	55,00	6,7307
10	482,40	61,40	0,011	421,0000	54,00	7,4047
11	481,85	61,85	0,015	420,0000	55,00	6,8502
12	482,72	62,72	0	420,0000	55,00	7,7187
13	482,72	63,72	0	419,0000	55,00	8,7187
14	482,10	62,10	0	420,0000	58,00	4,1016
15	482,72	71,72	0	411,0000	55,00	16,7187
16	483,59	82,59	0	401,0000	54,00	28,5891
17	483,59	82,59	0	401,0000	54,00	28,5891
18	482,72	63,72	0	419,0000	55,00	8,7187
19	482,72	63,72	0	419,0000	55,00	8,7187
20	483,12	57,12	0	426,0000	55,00	2,1159
21	482,94	60,94	0	422,0000	54,00	6,9408
22	482,77	62,77	0	420,0000	54,00	8,7727
23	482,60	62,60	0	420,0000	54,00	8,6033
24	483,59	83,59	0	400,0000	56,00	27,5866
25	483,55	80,55	0	403,0000	54,00	26,5509
26	483,55	80,55	0	403,0000	54,00	26,5509
27	483,39	78,39	0,0205	405,0000	55,00	23,3857
28	483,53	75,53	0	408,0000	62,00	13,5316
29	483,33	70,33	0	413,0000	54,00	16,3318
30	483,51	66,51	0	417,0000	54,00	12,5136
31	483,19	63,19	0	420,0000	55,00	8,1920
32	483,53	80,53	0	403,0000	56,00	24,5336
33	483,44	71,44	0	412,0000	56,00	15,4377
34	483,36	68,36	0	415,0000	58,00	10,3598
35	483,50	59,50	0	424,0000	54,00	5,4981
36	483,49	59,49	0	424,0000	54,00	5,4883
37	483,55	80,55	0	403,0000	55,00	25,5509
38	483,55	78,55	0	405,0000	56,00	22,5509
39	483,55	78,55	0	405,0000	55,00	23,5509
40	483,52	71,52	0	412,0000	54,00	17,5237

Nodo	Alt. Piez. (m.c.a)	Presión (m.c.a)	Consumo (m3/s)	Cota (m)	P.Consigna (m.c.a)	P.Margen (m.c.a)
41	483,55	78,55	0	405,0000	57,00	21,5509
42	483,55	77,55	0	406,0000	57,00	20,5509
43	483,36	67,36	0	416,0000	55,00	12,3602
44	483,36	65,36	0	418,0000	54,00	11,3602
45	483,36	64,36	0	419,0000	54,00	10,3602
46	483,36	64,36	0	419,0000	55,00	9,3602
47	483,35	68,35	0	415,0000	58,00	10,3458
48	483,35	68,35	0,014	415,0000	57,00	11,3513
49	483,51	66,51	0	417,0000	58,00	8,5136
50	483,36	65,36	0	418,0000	56,00	9,3602
51	483,49	58,49	0	425,0000	55,00	3,4912
52	483,45	56,45	0	427,0000	54,00	2,4499
53	483,36	64,36	0	419,0000	55,00	9,3602
54	483,41	56,41	0	427,0000	54,00	2,4131
55	483,49	58,49	0	425,0000	55,00	3,4912
56	483,49	59,49	0	424,0000	55,00	4,4898
57	483,47	57,47	0	426,0000	55,00	2,4731
58	483,46	57,46	0	426,0000	54,00	3,4648
59	483,45	56,45	0	427,0000	54,00	2,4470
60	483,43	56,43	0	427,0000	55,00	1,4339
61	483,42	57,42	0	426,0000	56,00	1,4187
62	483,41	56,41	0	427,0000	56,00	0,4079
63	483,36	58,36	0	425,0000	57,00	1,3614
64	483,22	55,22	0,0165	428,0000	56,00	-0,7752
65	483,46	56,46	0	427,0000	55,00	1,4581
66	483,44	57,44	0	426,0000	55,00	2,4360
67	483,41	55,41	0	428,0000	55,00	0,4125
68	483,41	54,41	0	429,0000	55,00	-0,5875
69	483,41	53,41	0	430,0000	54,00	-0,5875
70	483,48	58,48	0	425,0000	55,00	3,4770
71	483,47	57,47	0	426,0000	55,00	2,4686
72	483,27	55,27	0,021	428,0000	55,00	0,2722
73	483,44	56,44	0	427,0000	55,00	1,4448
74	483,11	61,11	0	422,0000	56,00	5,1082
75	482,94	60,94	0	422,0000	56,00	4,9392
76	483,41	54,41	0	429,0000	54,00	0,4125
77	482,72	60,72	0,013	422,0000	54,00	6,7187
78	482,72	61,72	0	421,0000	54,00	7,7187
79	482,72	62,72	0	420,0000	54,00	8,7187
80	482,72	64,72	0	418,0000	54,00	10,7187
81	483,48	58,48	0	425,0000	0,00	0,0000
82	483,47	57,47	0	426,0000	0,00	0,0000
83	483,44	56,44	0	427,0000	0,00	0,0000
84	483,23	65,23	0	418,0000	0,00	0,0000

Nodo	Alt. Piez. (m.c.a)	Presión (m.c.a)	Consumo (m3/s)	Cota (m)	P.Consigna (m.c.a)	P.Margen (m.c.a)
85	483,41	55,41	0	428,0000	0,00	0,0000
86	483,10	61,10	0	422,0000	0,00	0,0000
87	483,02	61,02	0	422,0000	0,00	0,0000
88	482,74	60,74	0	422,0000	0,00	0,0000
89	483,59	83,59	0	400,0000	0,00	0,0000
90	482,72	61,72	0	421,0000	0,00	0,0000
91	482,72	62,72	0	420,0000	0,00	0,0000
92	482,72	63,72	0	419,0000	0,00	0,0000
93	482,72	65,72	0	417,0000	0,00	0,0000
94	483,59	82,59	0	401,0000	0,00	0,0000
95	483,19	63,19	0	420,0000	0,00	0,0000
96	483,12	60,12	0	423,0000	0,00	0,0000
97	482,94	60,94	0	422,0000	0,00	0,0000
98	482,77	61,77	0	421,0000	0,00	0,0000
99	482,60	62,60	0	420,0000	0,00	0,0000
100	482,10	62,10	0	420,0000	0,00	0,0000
101	483,55	81,55	0	402,0000	0,00	0,0000
102	483,55	79,55	0	404,0000	0,00	0,0000
103	483,55	79,55	0	404,0000	0,00	0,0000
104	483,55	78,55	0	405,0000	0,00	0,0000
105	483,54	78,54	0	405,0000	0,00	0,0000
106	483,52	66,52	0	417,0000	0,00	0,0000
107	483,46	65,46	0	418,0000	0,00	0,0000
108	483,36	68,36	0	415,0000	0,00	0,0000
109	483,36	64,36	0	419,0000	0,00	0,0000
110	483,50	59,50	0	424,0000	0,00	0,0000
111	483,49	58,49	0	425,0000	0,00	0,0000
112	483,47	57,47	0	426,0000	0,00	0,0000
113	483,33	68,33	0	415,0000	0,00	0,0000
114	483,43	56,43	0	427,0000	0,00	0,0000
115	483,49	59,49	0	424,0000	0,00	0,0000

Tabla 18. Escenario 4: Cálculos hidráulicos de los “nodos” en GESTAR

Nodo	Alt. Piez. (m.c.a)	Presión (m.c.a)	Consumo (m3/s)	Cota (m)	P.Consigna (m.c.a)	P.Margen (m.c.a)
0	484,00	96,00	-0,214	388,0000	0,00	0,0000
1	482,80	64,80	0	418,0000	55,00	9,8048
2	482,94	60,94	0	422,0000	55,00	5,9407
3	482,91	59,91	0	423,0000	55,00	4,9066
4	482,94	60,94	0	422,0000	55,00	5,9419
5	482,93	60,93	0	422,0000	55,00	5,9299
6	482,89	60,89	0	422,0000	56,00	4,8864
7	482,83	60,83	0	422,0000	56,00	4,8344
8	482,72	61,72	0,016	421,0000	55,00	6,7191
9	482,77	61,77	0	421,0000	55,00	6,7745
10	482,65	61,65	0	421,0000	54,00	7,6534
11	482,10	62,10	0,015	420,0000	55,00	7,0989
12	482,80	62,80	0	420,0000	55,00	7,8048
13	482,80	63,80	0	419,0000	55,00	8,8048
14	482,35	62,35	0	420,0000	58,00	4,3503
15	482,80	71,80	0	411,0000	55,00	16,8048
16	481,23	80,23	0,013	401,0000	54,00	26,2282
17	482,32	81,32	0	401,0000	54,00	27,3222
18	482,80	63,80	0	419,0000	55,00	8,8048
19	482,80	63,80	0	419,0000	55,00	8,8048
20	482,92	56,92	0	426,0000	55,00	1,9184
21	482,85	60,85	0	422,0000	54,00	6,8531
22	482,79	62,79	0	420,0000	54,00	8,7902
23	482,73	62,73	0	420,0000	54,00	8,7271
24	483,12	83,12	0	400,0000	56,00	27,1198
25	482,99	79,99	0	403,0000	54,00	25,9857
26	482,99	79,99	0	403,0000	54,00	25,9857
27	482,94	77,94	0	405,0000	55,00	22,9350
28	482,89	74,89	0	408,0000	62,00	12,8946
29	482,98	69,98	0	413,0000	54,00	15,9845
30	482,77	65,77	0	417,0000	54,00	11,7713
31	482,95	62,95	0	420,0000	55,00	7,9469
32	483,10	80,10	0	403,0000	56,00	24,0955
33	483,04	71,04	0	412,0000	56,00	15,0377
34	482,99	67,99	0,023	415,0000	58,00	9,9907
35	482,65	58,65	0	424,0000	54,00	4,6537
36	482,52	58,52	0	424,0000	54,00	4,5213
37	482,99	79,99	0	403,0000	55,00	24,9857
38	482,99	77,99	0	405,0000	56,00	21,9857
39	482,99	77,99	0	405,0000	55,00	22,9857
40	482,84	70,84	0	412,0000	54,00	16,8395

Nodo	Alt. Piez. (m.c.a)	Presión (m.c.a)	Consumo (m3/s)	Cota (m)	P.Consigna (m.c.a)	P.Margen (m.c.a)
41	482,99	77,99	0	405,0000	57,00	20,9857
42	482,99	76,99	0	406,0000	57,00	19,9857
43	481,51	65,51	0,0175	416,0000	55,00	10,5062
44	481,19	63,19	0	418,0000	54,00	9,1866
45	481,01	62,01	0	419,0000	54,00	8,0129
46	480,76	61,76	0	419,0000	55,00	6,7599
47	482,99	67,99	0	415,0000	58,00	9,9876
48	481,78	66,78	0	415,0000	57,00	9,7754
49	482,77	65,77	0	417,0000	58,00	7,7713
50	481,09	63,09	0	418,0000	56,00	7,0930
51	482,67	57,67	0	425,0000	55,00	2,6738
52	482,63	55,63	0	427,0000	54,00	1,6325
53	480,37	61,37	0,022	419,0000	55,00	6,3680
54	482,60	55,60	0	427,0000	54,00	1,5956
55	482,67	57,67	0	425,0000	55,00	2,6738
56	482,42	58,42	0,01	424,0000	55,00	3,4185
57	482,35	56,35	0	426,0000	55,00	1,3508
58	482,65	56,65	0	426,0000	54,00	2,6474
59	482,63	55,63	0	427,0000	54,00	1,6295
60	482,62	55,62	0	427,0000	55,00	0,6165
61	482,60	56,60	0	426,0000	56,00	0,6012
62	482,59	55,59	0	427,0000	56,00	-0,4096
63	482,54	57,54	0	425,0000	57,00	0,5439
64	482,41	54,41	0,0165	428,0000	56,00	-1,5926
65	482,23	55,23	0,018	427,0000	55,00	0,2284
66	482,15	56,15	0	426,0000	55,00	1,1470
67	482,03	54,03	0,03	428,0000	55,00	-0,9688
68	482,01	53,01	0	429,0000	55,00	-1,9854
69	482,01	52,01	0	430,0000	54,00	-1,9854
70	482,40	57,40	0	425,0000	55,00	2,3951
71	481,89	55,89	0,0195	426,0000	55,00	0,8940
72	482,06	54,06	0	428,0000	55,00	-0,9392
73	482,18	55,18	0	427,0000	55,00	0,1793
74	482,94	60,94	0	422,0000	56,00	4,9433
75	482,92	60,92	0	422,0000	56,00	4,9172
76	481,81	52,81	0,0135	429,0000	54,00	-1,1930
77	482,86	60,86	0	422,0000	54,00	6,8588
78	482,83	61,83	0	421,0000	54,00	7,8280
79	482,80	62,80	0	420,0000	54,00	8,8048
80	482,80	64,80	0	418,0000	54,00	10,8048
81	482,40	57,40	0	425,0000	0,00	0,0000
82	482,30	56,30	0	426,0000	0,00	0,0000
83	482,18	55,18	0	427,0000	0,00	0,0000
84	482,96	64,96	0	418,0000	0,00	0,0000

Nodo	Alt. Piez. (m.c.a)	Presión (m.c.a)	Consumo (m3/s)	Cota (m)	P.Consigna (m.c.a)	P.Margen (m.c.a)
85	482,06	54,06	0	428,0000	0,00	0,0000
86	482,94	60,94	0	422,0000	0,00	0,0000
87	482,93	60,93	0	422,0000	0,00	0,0000
88	482,89	60,89	0	422,0000	0,00	0,0000
89	483,13	83,13	0	400,0000	0,00	0,0000
90	482,80	61,80	0	421,0000	0,00	0,0000
91	482,80	62,80	0	420,0000	0,00	0,0000
92	482,80	63,80	0	419,0000	0,00	0,0000
93	482,80	65,80	0	417,0000	0,00	0,0000
94	482,32	81,32	0	401,0000	0,00	0,0000
95	482,95	62,95	0	420,0000	0,00	0,0000
96	482,92	59,92	0	423,0000	0,00	0,0000
97	482,85	60,85	0	422,0000	0,00	0,0000
98	482,79	61,79	0	421,0000	0,00	0,0000
99	482,73	62,73	0	420,0000	0,00	0,0000
100	482,35	62,35	0	420,0000	0,00	0,0000
101	482,99	80,99	0	402,0000	0,00	0,0000
102	482,99	78,99	0	404,0000	0,00	0,0000
103	482,99	78,99	0	404,0000	0,00	0,0000
104	482,99	77,99	0	405,0000	0,00	0,0000
105	482,94	77,94	0	405,0000	0,00	0,0000
106	482,81	65,81	0	417,0000	0,00	0,0000
107	482,44	64,44	0	418,0000	0,00	0,0000
108	481,78	66,78	0	415,0000	0,00	0,0000
109	481,09	62,09	0	419,0000	0,00	0,0000
110	482,68	58,68	0	424,0000	0,00	0,0000
111	482,68	57,68	0	425,0000	0,00	0,0000
112	482,66	56,66	0	426,0000	0,00	0,0000
113	482,98	67,98	0	415,0000	0,00	0,0000
114	482,61	55,61	0	427,0000	0,00	0,0000
115	482,54	58,54	0	424,0000	0,00	0,0000

Tabla 19. Escenario 5: Cálculos hidráulicos de los “nodos” en GESTAR

Nodo	Alt. Piez. (m.c.a)	Presión (m.c.a)	Consumo (m3/s)	Cota (m)	P.Consigna (m.c.a)	P.Margen (m.c.a)
0	484,00	96,00	-0,356	388,0000	0,00	0,0000
1	478,00	60,00	0	418,0000	55,00	4,9958
2	479,10	57,10	0	422,0000	55,00	2,0952
3	478,82	55,82	0	423,0000	55,00	0,8237
4	478,87	56,87	0,016	422,0000	55,00	1,8677
5	478,74	56,74	0	422,0000	55,00	1,7404
6	478,40	56,40	0	422,0000	56,00	0,4021
7	478,56	56,56	0	422,0000	56,00	0,5581
8	478,16	57,16	0	421,0000	55,00	2,1585
9	478,34	57,34	0,016	421,0000	55,00	2,3385
10	478,22	57,22	0	421,0000	54,00	3,2174
11	477,66	57,66	0,015	420,0000	55,00	2,6629
12	478,10	58,10	0	420,0000	55,00	3,0972
13	478,04	59,04	0	419,0000	55,00	4,0415
14	477,91	57,91	0	420,0000	58,00	-0,0858
15	477,86	66,86	0	411,0000	55,00	11,8583
16	481,71	80,71	0	401,0000	54,00	26,7068
17	481,71	80,71	0	401,0000	54,00	26,7068
18	477,86	58,86	0,0185	419,0000	55,00	3,8583
19	477,86	58,86	0	419,0000	55,00	3,8583
20	477,71	51,71	0,024	426,0000	55,00	-3,2878
21	478,63	56,63	0	422,0000	54,00	2,6265
22	478,40	58,40	0	420,0000	54,00	4,3961
23	478,29	58,29	0	420,0000	54,00	4,2911
24	481,70	81,70	0	400,0000	56,00	25,7015
25	481,62	78,62	0	403,0000	54,00	24,6240
26	481,62	78,62	0	403,0000	54,00	24,6240
27	481,60	76,60	0	405,0000	55,00	21,6032
28	481,59	73,59	0	408,0000	62,00	11,5867
29	479,96	66,96	0	413,0000	54,00	12,9638
30	481,54	64,54	0	417,0000	54,00	10,5353
31	478,92	58,92	0,024	420,0000	55,00	3,9211
32	481,18	78,18	0,036	403,0000	56,00	22,1817
33	480,50	68,50	0,036	412,0000	56,00	12,4988
34	480,11	65,11	0	415,0000	58,00	7,1051
35	481,49	57,49	0	424,0000	54,00	3,4926
36	481,47	57,47	0	424,0000	54,00	3,4724
37	481,51	78,51	0	403,0000	55,00	23,5051
38	481,25	76,25	0	405,0000	56,00	20,2534
39	481,25	76,25	0	405,0000	55,00	21,2534
40	481,56	69,56	0	412,0000	54,00	15,5641

Nodo	Alt. Piez. (m.c.a)	Presión (m.c.a)	Consumo (m3/s)	Cota (m)	P.Consigna (m.c.a)	P.Margen (m.c.a)
41	481,13	76,13	0,0185	405,0000	57,00	19,1275
42	481,25	75,25	0	406,0000	57,00	18,2534
43	481,04	65,04	0	416,0000	55,00	10,0428
44	480,68	62,68	0	418,0000	54,00	8,6828
45	480,58	61,58	0	419,0000	54,00	7,5775
46	480,58	61,58	0	419,0000	55,00	6,5775
47	480,03	65,03	0	415,0000	58,00	7,0344
48	481,15	66,15	0	415,0000	57,00	9,1481
49	481,54	64,54	0	417,0000	58,00	6,5352
50	480,38	62,38	0,0235	418,0000	56,00	6,3831
51	481,46	56,46	0	425,0000	55,00	1,4610
52	481,29	54,29	0	427,0000	54,00	0,2946
53	480,58	61,58	0	419,0000	55,00	6,5775
54	481,21	54,21	0	427,0000	54,00	0,2092
55	481,46	56,46	0	425,0000	55,00	1,4610
56	481,48	57,48	0	424,0000	55,00	2,4756
57	481,44	55,44	0	426,0000	55,00	0,4412
58	481,35	55,35	0	426,0000	54,00	1,3545
59	481,28	54,28	0	427,0000	54,00	0,2826
60	481,23	54,23	0,0195	427,0000	55,00	-0,7699
61	481,21	55,21	0	426,0000	56,00	-0,7852
62	481,20	54,20	0	427,0000	56,00	-1,7960
63	481,16	56,16	0	425,0000	57,00	-0,8425
64	481,02	53,02	0,0165	428,0000	56,00	-2,9790
65	481,41	54,41	0,018	427,0000	55,00	-0,5897
66	481,40	55,40	0	426,0000	55,00	0,4002
67	481,39	53,39	0	428,0000	55,00	-1,6141
68	481,37	52,37	0	429,0000	55,00	-2,6308
69	481,37	51,37	0	430,0000	54,00	-2,6308
70	481,45	56,45	0	425,0000	55,00	1,4492
71	481,43	55,43	0	426,0000	55,00	0,4318
72	481,39	53,39	0	428,0000	55,00	-1,6105
73	481,40	54,40	0	427,0000	55,00	-0,5958
74	478,99	56,99	0	422,0000	56,00	0,9884
75	478,52	56,52	0,0465	422,0000	56,00	0,5150
76	481,16	52,16	0,0135	429,0000	54,00	-1,8383
77	478,30	56,30	0	422,0000	54,00	2,3014
78	478,19	57,19	0,0145	421,0000	54,00	3,1885
79	478,13	58,13	0	420,0000	54,00	4,1257
80	478,03	60,03	0	418,0000	54,00	6,0315
81	481,45	56,45	0	425,0000	0,00	0,0000
82	481,43	55,43	0	426,0000	0,00	0,0000
83	481,40	54,40	0	427,0000	0,00	0,0000
84	479,47	61,47	0	418,0000	0,00	0,0000

Nodo	Alt. Piez. (m.c.a)	Presión (m.c.a)	Consumo (m3/s)	Cota (m)	P.Consigna (m.c.a)	P.Margen (m.c.a)
85	481,39	53,39	0	428,0000	0,00	0,0000
86	478,95	56,95	0	422,0000	0,00	0,0000
87	478,74	56,74	0	422,0000	0,00	0,0000
88	478,40	56,40	0	422,0000	0,00	0,0000
89	481,71	81,71	0	400,0000	0,00	0,0000
90	478,16	57,16	0	421,0000	0,00	0,0000
91	478,10	58,10	0	420,0000	0,00	0,0000
92	478,04	59,04	0	419,0000	0,00	0,0000
93	478,00	61,00	0	417,0000	0,00	0,0000
94	481,71	80,71	0	401,0000	0,00	0,0000
95	479,16	59,16	0	420,0000	0,00	0,0000
96	478,87	55,87	0	423,0000	0,00	0,0000
97	478,63	56,63	0	422,0000	0,00	0,0000
98	478,40	57,40	0	421,0000	0,00	0,0000
99	478,29	58,29	0	420,0000	0,00	0,0000
100	477,91	57,91	0	420,0000	0,00	0,0000
101	481,62	79,62	0	402,0000	0,00	0,0000
102	481,32	77,32	0	404,0000	0,00	0,0000
103	481,25	77,25	0	404,0000	0,00	0,0000
104	481,25	76,25	0	405,0000	0,00	0,0000
105	481,60	76,60	0	405,0000	0,00	0,0000
106	481,55	64,55	0	417,0000	0,00	0,0000
107	481,41	63,41	0	418,0000	0,00	0,0000
108	481,15	66,15	0	415,0000	0,00	0,0000
109	480,58	61,58	0	419,0000	0,00	0,0000
110	481,50	57,50	0	424,0000	0,00	0,0000
111	481,47	56,47	0	425,0000	0,00	0,0000
112	481,39	55,39	0	426,0000	0,00	0,0000
113	479,96	64,96	0	415,0000	0,00	0,0000
114	481,23	54,23	0	427,0000	0,00	0,0000
115	481,48	57,48	0	424,0000	0,00	0,0000

Tabla 20. Escenario 6: Cálculos hidráulicos de los “nodos” en GESTAR

Nodo	Alt. Piez. (m.c.a)	Presión (m.c.a)	Consumo (m3/s)	Cota (m)	P.Consigna (m.c.a)	P.Margen (m.c.a)
0	484,00	96,00	-0,3905	388,0000	0,00	0,0000
1	478,73	60,73	0	418,0000	55,00	5,7309
2	479,57	57,57	0	422,0000	55,00	2,5702
3	478,81	55,81	0,0145	423,0000	55,00	0,8076
4	479,96	57,96	0	422,0000	55,00	2,9555
5	479,90	57,90	0	422,0000	55,00	2,8952
6	479,68	57,68	0	422,0000	56,00	1,6754
7	477,79	55,79	0,0325	422,0000	56,00	-0,2140
8	479,26	58,26	0	421,0000	55,00	3,2628
9	477,73	56,73	0	421,0000	55,00	1,7337
10	477,73	56,73	0	421,0000	54,00	2,7337
11	477,73	57,73	0	420,0000	55,00	2,7337
12	479,02	59,02	0	420,0000	55,00	4,0231
13	478,81	59,81	0	419,0000	55,00	4,8057
14	477,73	57,73	0	420,0000	58,00	-0,2663
15	478,45	67,45	0	411,0000	55,00	12,4471
16	479,36	78,36	0,013	401,0000	54,00	24,3613
17	480,46	79,46	0	401,0000	54,00	25,4553
18	478,59	59,59	0	419,0000	55,00	4,5932
19	478,45	59,45	0,0185	419,0000	55,00	4,4471
20	479,07	53,07	0	426,0000	55,00	-1,9266
21	477,80	55,80	0,021	422,0000	54,00	1,8021
22	477,61	57,61	0,0165	420,0000	54,00	3,6128
23	477,73	57,73	0	420,0000	54,00	3,7337
24	481,24	81,24	0	400,0000	56,00	25,2406
25	480,36	77,36	0	403,0000	54,00	23,3597
26	474,26	71,26	0,022	403,0000	54,00	17,2563
27	480,70	75,70	0,0205	405,0000	55,00	20,7005
28	480,80	72,80	0	408,0000	62,00	10,8040
29	480,33	67,33	0	413,0000	54,00	13,3255
30	480,64	63,64	0	417,0000	54,00	9,6382
31	479,71	59,71	0	420,0000	55,00	4,7102
32	481,06	78,06	0	403,0000	56,00	22,0576
33	480,70	68,70	0	412,0000	56,00	12,7031
34	480,42	65,42	0	415,0000	58,00	7,4151
35	480,48	56,48	0,014	424,0000	54,00	2,4777
36	480,44	56,44	0	424,0000	54,00	2,4438
37	480,70	77,70	0,0265	403,0000	55,00	22,7005
38	480,70	75,70	0	405,0000	56,00	19,7005
39	480,70	75,70	0	405,0000	55,00	20,7005
40	480,74	68,74	0	412,0000	54,00	14,7383

Nodo	Alt. Piez. (m.c.a)	Presión (m.c.a)	Consumo (m3/s)	Cota (m)	P.Consigna (m.c.a)	P.Margen (m.c.a)
41	480,70	75,70	0	405,0000	57,00	18,7005
42	480,70	74,70	0	406,0000	57,00	17,7005
43	480,37	64,37	0	416,0000	55,00	9,3722
44	480,14	62,14	0	418,0000	54,00	8,1383
45	480,01	61,01	0	419,0000	54,00	7,0111
46	479,83	60,83	0,0185	419,0000	55,00	5,8260
47	480,36	65,36	0,023	415,0000	58,00	7,3634
48	480,44	65,44	0	415,0000	57,00	8,4407
49	480,64	63,64	0	417,0000	58,00	5,6382
50	480,07	62,07	0	418,0000	56,00	6,0699
51	480,23	55,23	0,026	425,0000	55,00	0,2337
52	479,88	52,88	0	427,0000	54,00	-1,1171
53	479,83	60,83	0	419,0000	55,00	5,8260
54	479,69	52,69	0	427,0000	54,00	-1,3124
55	480,31	55,31	0	425,0000	55,00	0,3132
56	480,45	56,45	0	424,0000	55,00	1,4492
57	480,39	54,39	0	426,0000	55,00	-0,6085
58	480,04	54,04	0	426,0000	54,00	0,0380
59	479,85	52,85	0,01	427,0000	54,00	-1,1481
60	479,75	52,75	0,0195	427,0000	55,00	-2,2463
61	479,71	53,71	0	426,0000	56,00	-2,2947
62	479,67	52,67	0,015	427,0000	56,00	-3,3289
63	479,62	54,62	0	425,0000	57,00	-2,3755
64	479,49	51,49	0,0165	428,0000	56,00	-4,5120
65	480,34	53,34	0,018	427,0000	55,00	-1,6601
66	480,31	54,31	0	426,0000	55,00	-0,6882
67	480,27	52,27	0	428,0000	55,00	-2,7281
68	480,23	51,23	0,024	429,0000	55,00	-3,7745
69	480,23	50,23	0	430,0000	54,00	-3,7745
70	480,41	55,41	0	425,0000	55,00	0,4051
71	480,38	54,38	0	426,0000	55,00	-0,6241
72	480,28	52,28	0	428,0000	55,00	-2,7179
73	480,32	53,32	0	427,0000	55,00	-1,6770
74	479,96	57,96	0	422,0000	56,00	1,9626
75	479,83	57,83	0	422,0000	56,00	1,8315
76	480,23	51,23	0	429,0000	54,00	-2,7745
77	479,54	57,54	0	422,0000	54,00	3,5360
78	479,38	58,38	0	421,0000	54,00	4,3799
79	479,13	59,13	0	420,0000	54,00	5,1346
80	478,77	60,77	0,021	418,0000	54,00	6,7666
81	480,41	55,41	0	425,0000	0,00	0,0000
82	480,38	54,38	0	426,0000	0,00	0,0000
83	480,32	53,32	0	427,0000	0,00	0,0000
84	480,06	62,06	0	418,0000	0,00	0,0000

Nodo	Alt. Piez. (m.c.a)	Presión (m.c.a)	Consumo (m3/s)	Cota (m)	P.Consigna (m.c.a)	P.Margen (m.c.a)
85	480,28	52,28	0	428,0000	0,00	0,0000
86	479,96	57,96	0	422,0000	0,00	0,0000
87	479,90	57,90	0	422,0000	0,00	0,0000
88	479,68	57,68	0	422,0000	0,00	0,0000
89	481,26	81,26	0	400,0000	0,00	0,0000
90	479,26	58,26	0	421,0000	0,00	0,0000
91	479,02	59,02	0	420,0000	0,00	0,0000
92	478,81	59,81	0	419,0000	0,00	0,0000
93	478,73	61,73	0	417,0000	0,00	0,0000
94	480,46	79,46	0	401,0000	0,00	0,0000
95	479,71	59,71	0	420,0000	0,00	0,0000
96	479,07	56,07	0	423,0000	0,00	0,0000
97	477,94	55,94	0	422,0000	0,00	0,0000
98	477,73	56,73	0	421,0000	0,00	0,0000
99	477,73	57,73	0	420,0000	0,00	0,0000
100	477,73	57,73	0	420,0000	0,00	0,0000
101	480,93	78,93	0	402,0000	0,00	0,0000
102	480,70	76,70	0	404,0000	0,00	0,0000
103	480,70	76,70	0	404,0000	0,00	0,0000
104	480,70	75,70	0	405,0000	0,00	0,0000
105	480,85	75,85	0	405,0000	0,00	0,0000
106	480,70	63,70	0	417,0000	0,00	0,0000
107	480,61	62,61	0	418,0000	0,00	0,0000
108	480,44	65,44	0	415,0000	0,00	0,0000
109	480,07	61,07	0	419,0000	0,00	0,0000
110	480,49	56,49	0	424,0000	0,00	0,0000
111	480,36	55,36	0	425,0000	0,00	0,0000
112	480,12	54,12	0	426,0000	0,00	0,0000
113	480,33	65,33	0	415,0000	0,00	0,0000
114	479,74	52,74	0	427,0000	0,00	0,0000
115	480,45	56,45	0	424,0000	0,00	0,0000

Tabla 21. Escenario 7: Cálculos hidráulicos de los “nodos” en GESTAR

Nodo	Alt. Piez. (m.c.a)	Presión (m.c.a)	Consumo (m3/s)	Cota (m)	P.Consigna (m.c.a)	P.Margen (m.c.a)
0	484,00	96,00	-0,458	388,0000	0,00	0,0000
1	471,47	53,47	0,015	418,0000	55,00	-1,5270
2	477,48	55,48	0	422,0000	55,00	0,4840
3	477,04	54,04	0,0145	423,0000	55,00	-0,9630
4	476,87	54,87	0	422,0000	55,00	-0,1345
5	476,34	54,34	0	422,0000	55,00	-0,6563
6	475,18	53,18	0	422,0000	56,00	-2,8165
7	476,54	54,54	0	422,0000	56,00	-1,4614
8	473,58	52,58	0	421,0000	55,00	-2,4226
9	476,40	55,40	0	421,0000	55,00	0,3994
10	476,33	55,33	0,011	421,0000	54,00	1,3300
11	476,33	56,33	0	420,0000	55,00	1,3300
12	472,61	52,61	0,014	420,0000	55,00	-2,3919
13	472,31	53,31	0,014	419,0000	55,00	-1,6948
14	476,33	56,33	0	420,0000	58,00	-1,6700
15	472,26	61,26	0	411,0000	55,00	6,2572
16	479,57	78,57	0	401,0000	54,00	24,5699
17	479,38	78,38	0,012	401,0000	54,00	24,3807
18	472,26	53,26	0,0185	419,0000	55,00	-1,7428
19	472,26	53,26	0	419,0000	55,00	-1,7428
20	477,19	51,19	0	426,0000	55,00	-3,8072
21	476,45	54,45	0,021	422,0000	54,00	0,4531
22	476,29	56,29	0,0165	420,0000	54,00	2,2875
23	476,37	56,37	0	420,0000	54,00	2,3723
24	480,25	80,25	0	400,0000	56,00	24,2490
25	479,40	76,40	0,022	403,0000	54,00	22,4023
26	479,40	76,40	0	403,0000	54,00	22,4023
27	479,92	74,92	0	405,0000	55,00	19,9180
28	479,88	71,88	0	408,0000	62,00	9,8762
29	478,37	65,37	0	413,0000	54,00	11,3664
30	479,74	62,74	0,022	417,0000	54,00	8,7405
31	477,57	57,57	0	420,0000	55,00	2,5660
32	479,81	76,81	0	403,0000	56,00	20,8088
33	479,01	67,01	0,036	412,0000	56,00	11,0104
34	478,54	63,54	0	415,0000	58,00	5,5365
35	479,65	55,65	0	424,0000	54,00	1,6475
36	479,57	55,57	0	424,0000	54,00	1,5703
37	479,38	76,38	0,0265	403,0000	55,00	21,3753
38	479,12	74,12	0	405,0000	56,00	18,1238
39	479,12	74,12	0	405,0000	55,00	19,1238
40	479,82	67,82	0	412,0000	54,00	13,8192

Nodo	Alt. Piez. (m.c.a)	Presión (m.c.a)	Consumo (m3/s)	Cota (m)	P.Consigna (m.c.a)	P.Margen (m.c.a)
41	479,00	74,00	0,0185	405,0000	57,00	16,9978
42	479,12	73,12	0	406,0000	57,00	16,1238
43	479,07	63,07	0	416,0000	55,00	8,0678
44	478,56	60,56	0,01	418,0000	54,00	6,5575
45	478,43	59,43	0	419,0000	54,00	5,4307
46	478,25	59,25	0,0185	419,0000	55,00	4,2455
47	478,45	63,45	0	415,0000	58,00	5,4515
48	479,22	64,22	0	415,0000	57,00	7,2167
49	479,74	62,74	0	417,0000	58,00	4,7405
50	478,49	60,49	0	418,0000	56,00	4,4892
51	479,63	54,63	0	425,0000	55,00	-0,3667
52	479,49	52,49	0	427,0000	54,00	-1,5084
53	478,25	59,25	0	419,0000	55,00	4,2455
54	479,37	52,37	0	427,0000	54,00	-1,6347
55	479,63	54,63	0	425,0000	55,00	-0,3667
56	479,58	55,58	0	424,0000	55,00	0,5826
57	479,45	53,45	0,017	426,0000	55,00	-1,5486
58	479,54	53,54	0	426,0000	54,00	-0,4573
59	479,48	52,48	0	427,0000	54,00	-1,5186
60	479,44	52,44	0	427,0000	55,00	-2,5632
61	479,38	53,38	0	426,0000	56,00	-2,6155
62	479,35	52,35	0	427,0000	56,00	-3,6526
63	479,19	54,19	0,0165	425,0000	57,00	-2,8133
64	479,05	51,05	0,0165	428,0000	56,00	-4,9498
65	479,41	52,41	0	427,0000	55,00	-2,5890
66	479,37	53,37	0	426,0000	55,00	-1,6306
67	479,31	51,31	0	428,0000	55,00	-3,6897
68	479,24	50,24	0	429,0000	55,00	-4,7585
69	479,00	49,00	0,0165	430,0000	54,00	-5,0000
70	479,48	54,48	0	425,0000	55,00	-0,5177
71	479,02	53,02	0,0195	426,0000	55,00	-1,9754
72	479,33	51,33	0	428,0000	55,00	-3,6746
73	479,39	52,39	0	427,0000	55,00	-2,6141
74	476,93	54,93	0	422,0000	56,00	-1,0731
75	475,79	53,79	0,0465	422,0000	56,00	-2,2088
76	479,03	50,03	0,0135	429,0000	54,00	-3,9660
77	474,64	52,64	0	422,0000	54,00	-1,3591
78	474,03	53,03	0	421,0000	54,00	-0,9668
79	473,08	53,08	0,022	420,0000	54,00	-0,9218
80	472,50	54,50	0	418,0000	54,00	0,4980
81	479,48	54,48	0	425,0000	0,00	0,0000
82	479,43	53,43	0	426,0000	0,00	0,0000
83	479,39	52,39	0	427,0000	0,00	0,0000
84	477,77	59,77	0	418,0000	0,00	0,0000

Nodo	Alt. Piez. (m.c.a)	Presión (m.c.a)	Consumo (m3/s)	Cota (m)	P.Consigna (m.c.a)	P.Margen (m.c.a)
85	479,33	51,33	0	428,0000	0,00	0,0000
86	476,87	54,87	0	422,0000	0,00	0,0000
87	476,34	54,34	0	422,0000	0,00	0,0000
88	475,18	53,18	0	422,0000	0,00	0,0000
89	480,27	80,27	0	400,0000	0,00	0,0000
90	473,58	52,58	0	421,0000	0,00	0,0000
91	472,83	52,83	0	420,0000	0,00	0,0000
92	472,53	53,53	0	419,0000	0,00	0,0000
93	472,39	55,39	0	417,0000	0,00	0,0000
94	479,57	78,57	0	401,0000	0,00	0,0000
95	477,57	57,57	0	420,0000	0,00	0,0000
96	477,19	54,19	0	423,0000	0,00	0,0000
97	476,59	54,59	0	422,0000	0,00	0,0000
98	476,41	55,41	0	421,0000	0,00	0,0000
99	476,37	56,37	0	420,0000	0,00	0,0000
100	476,33	56,33	0	420,0000	0,00	0,0000
101	479,97	77,97	0	402,0000	0,00	0,0000
102	479,19	75,19	0	404,0000	0,00	0,0000
103	479,12	75,12	0	404,0000	0,00	0,0000
104	479,12	74,12	0	405,0000	0,00	0,0000
105	479,92	74,92	0	405,0000	0,00	0,0000
106	479,79	62,79	0	417,0000	0,00	0,0000
107	479,58	61,58	0	418,0000	0,00	0,0000
108	479,22	64,22	0	415,0000	0,00	0,0000
109	478,49	59,49	0	419,0000	0,00	0,0000
110	479,66	55,66	0	424,0000	0,00	0,0000
111	479,64	54,64	0	425,0000	0,00	0,0000
112	479,57	53,57	0	426,0000	0,00	0,0000
113	478,37	63,37	0	415,0000	0,00	0,0000
114	479,42	52,42	0	427,0000	0,00	0,0000
115	479,58	55,58	0	424,0000	0,00	0,0000

Tabla 22. Escenario 8: Cálculos hidráulicos de los “nodos” en GESTAR

Nodo	Alt. Piez. (m.c.a)	Presión (m.c.a)	Consumo (m³/s)	Cota (m)	P.Consigna (m.c.a)	P.Margen (m.c.a)
0	484,00	96,00	-0,595	388,0000	0,00	0,0000
1	466,70	48,70	0	418,0000	55,00	-6,3029
2	472,82	50,82	0,0145	422,0000	55,00	-4,1769
3	472,73	49,73	0	423,0000	55,00	-5,2673
4	471,17	49,17	0,016	422,0000	55,00	-5,8252
5	470,61	48,61	0,02	422,0000	55,00	-6,3900
6	469,01	47,01	0,0325	422,0000	56,00	-8,9884
7	472,54	50,54	0	422,0000	56,00	-5,4606
8	467,92	46,92	0	421,0000	55,00	-8,0783
9	472,38	51,38	0	421,0000	55,00	-3,6200
10	472,05	51,05	0,011	421,0000	54,00	-2,9458
11	471,50	51,50	0,015	420,0000	55,00	-3,5002
12	467,28	47,28	0	420,0000	55,00	-7,7201
13	466,88	47,88	0	419,0000	55,00	-7,1220
14	471,75	51,75	0	420,0000	58,00	-6,2488
15	459,88	48,88	0,016	411,0000	55,00	-6,1167
16	477,10	76,10	0	401,0000	54,00	22,0966
17	476,91	75,91	0,012	401,0000	54,00	21,9074
18	466,27	47,27	0	419,0000	55,00	-7,7274
19	465,82	46,82	0,0185	419,0000	55,00	-8,1783
20	472,76	46,76	0	426,0000	55,00	-8,2359
21	472,59	50,59	0	422,0000	54,00	-3,4109
22	472,42	52,42	0	420,0000	54,00	-1,5782
23	472,25	52,25	0	420,0000	54,00	-1,7471
24	477,77	77,77	0,021	400,0000	56,00	21,7734
25	476,94	73,94	0,022	403,0000	54,00	19,9436
26	476,94	73,94	0	403,0000	54,00	19,9436
27	477,43	72,43	0	405,0000	55,00	17,4316
28	477,37	69,37	0,0205	408,0000	62,00	7,3676
29	474,08	61,08	0	413,0000	54,00	7,0822
30	477,19	60,19	0	417,0000	54,00	6,1903
31	472,62	52,62	0,024	420,0000	55,00	-2,3790
32	476,78	73,78	0,036	403,0000	56,00	17,7814
33	475,33	63,33	0,036	412,0000	56,00	7,3349
34	474,40	59,40	0	415,0000	58,00	1,3950
35	477,04	53,04	0	424,0000	54,00	-0,9597
36	476,96	52,96	0	424,0000	54,00	-1,0389
37	477,51	74,51	0	403,0000	55,00	19,5118
38	477,51	72,51	0	405,0000	56,00	16,5118
39	477,51	72,51	0	405,0000	55,00	17,5118
40	477,30	65,30	0	412,0000	54,00	11,2976

Nodo	Alt. Piez. (m.c.a)	Presión (m.c.a)	Consumo (m3/s)	Cota (m)	P.Consigna (m.c.a)	P.Margen (m.c.a)
41	477,51	72,51	0	405,0000	57,00	15,5118
42	477,51	71,51	0	406,0000	57,00	14,5118
43	476,93	60,93	0	416,0000	55,00	5,9298
44	476,70	58,70	0	418,0000	54,00	4,6960
45	476,57	57,57	0	419,0000	54,00	3,5693
46	476,38	57,38	0,0185	419,0000	55,00	2,3842
47	474,23	59,23	0,023	415,0000	58,00	1,2262
48	477,00	62,00	0	415,0000	57,00	4,9980
49	476,97	59,97	0,014	417,0000	58,00	1,9686
50	476,63	58,63	0	418,0000	56,00	2,6278
51	476,95	51,95	0	425,0000	55,00	-3,0540
52	476,43	49,43	0	427,0000	54,00	-4,5696
53	476,38	57,38	0	419,0000	55,00	2,3842
54	476,00	49,00	0,019	427,0000	54,00	-5,0010
55	476,95	51,95	0	425,0000	55,00	-3,0540
56	476,97	52,97	0	424,0000	55,00	-2,0263
57	476,84	50,84	0	426,0000	55,00	-4,1610
58	476,62	50,62	0	426,0000	54,00	-3,3838
59	476,39	49,39	0	427,0000	54,00	-4,6068
60	476,23	49,23	0	427,0000	55,00	-5,7694
61	476,04	50,04	0,017	426,0000	56,00	-5,9599
62	475,98	48,98	0,015	427,0000	56,00	-7,0175
63	475,94	50,94	0	425,0000	57,00	-6,0637
64	475,80	47,80	0,0165	428,0000	56,00	-8,2002
65	476,76	49,76	0,018	427,0000	55,00	-5,2429
66	476,72	50,72	0	426,0000	55,00	-4,2844
67	476,66	48,66	0,03	428,0000	55,00	-6,3434
68	476,66	47,66	0	429,0000	55,00	-7,3434
69	476,66	46,66	0	430,0000	54,00	-7,3434
70	476,87	51,87	0	425,0000	55,00	-3,1293
71	476,40	50,40	0,0195	426,0000	55,00	-4,6034
72	476,67	48,67	0	428,0000	55,00	-6,3284
73	476,73	49,73	0	427,0000	55,00	-5,2679
74	471,34	49,34	0,0465	422,0000	56,00	-6,6635
75	470,33	48,33	0	422,0000	56,00	-7,6685
76	476,66	47,66	0	429,0000	54,00	-6,3434
77	468,85	46,85	0	422,0000	54,00	-7,1501
78	468,32	47,32	0	421,0000	54,00	-6,6805
79	467,49	47,49	0,022	420,0000	54,00	-6,5140
80	466,81	48,81	0,021	418,0000	54,00	-5,1941
81	476,87	51,87	0	425,0000	0,00	0,0000
82	476,80	50,80	0	426,0000	0,00	0,0000
83	476,73	49,73	0	427,0000	0,00	0,0000
84	473,07	55,07	0	418,0000	0,00	0,0000

Nodo	Alt. Piez. (m.c.a)	Presión (m.c.a)	Consumo (m3/s)	Cota (m)	P.Consigna (m.c.a)	P.Margen (m.c.a)
85	476,67	48,67	0	428,0000	0,00	0,0000
86	471,26	49,26	0	422,0000	0,00	0,0000
87	470,74	48,74	0	422,0000	0,00	0,0000
88	469,32	47,32	0	422,0000	0,00	0,0000
89	477,79	77,79	0	400,0000	0,00	0,0000
90	467,92	46,92	0	421,0000	0,00	0,0000
91	467,28	47,28	0	420,0000	0,00	0,0000
92	466,88	47,88	0	419,0000	0,00	0,0000
93	466,70	49,70	0	417,0000	0,00	0,0000
94	477,10	76,10	0	401,0000	0,00	0,0000
95	472,86	52,86	0	420,0000	0,00	0,0000
96	472,76	49,76	0	423,0000	0,00	0,0000
97	472,59	50,59	0	422,0000	0,00	0,0000
98	472,42	51,42	0	421,0000	0,00	0,0000
99	472,25	52,25	0	420,0000	0,00	0,0000
100	471,75	51,75	0	420,0000	0,00	0,0000
101	477,51	75,51	0	402,0000	0,00	0,0000
102	477,51	73,51	0	404,0000	0,00	0,0000
103	477,51	73,51	0	404,0000	0,00	0,0000
104	477,51	72,51	0	405,0000	0,00	0,0000
105	477,43	72,43	0	405,0000	0,00	0,0000
106	477,26	60,26	0	417,0000	0,00	0,0000
107	477,17	59,17	0	418,0000	0,00	0,0000
108	477,00	62,00	0	415,0000	0,00	0,0000
109	476,63	57,63	0	419,0000	0,00	0,0000
110	477,06	53,06	0	424,0000	0,00	0,0000
111	476,98	51,98	0	425,0000	0,00	0,0000
112	476,72	50,72	0	426,0000	0,00	0,0000
113	474,08	59,08	0	415,0000	0,00	0,0000
114	476,17	49,17	0	427,0000	0,00	0,0000
115	476,97	52,97	0	424,0000	0,00	0,0000

ANEXO 8. Simulación de los turnos de riego de la campaña 2014

1. Turno impar

1.1 Cálculos hidráulicos de los simuladores

Tabla 23. Cálculos hidráulicos de los “nodos” en GESTAR

Nodo	Alt. Piez. (m.c.a)	Presión (m.c.a)	Consumo (m3/s)	Cota (m)	P.Consigna (m.c.a)	P.Margen (m.c.a)
0	490,00	102,00	-0,546	388,0000	0,00	0,00
1	477,76	59,76	0	418,0000	55,00	4,76
2	481,72	59,72	0,0145	422,0000	55,00	4,72
3	481,68	58,68	0	423,0000	55,00	3,68
4	480,31	58,31	0	422,0000	55,00	3,31
5	479,69	57,69	0,02	422,0000	55,00	2,69
6	479,10	57,10	0	422,0000	56,00	1,10
7	481,60	59,60	0	422,0000	56,00	3,60
8	478,13	57,13	0,016	421,0000	55,00	2,13
9	481,53	60,53	0,016	421,0000	55,00	5,53
10	481,53	60,53	0	421,0000	54,00	6,53
11	481,53	61,53	0	420,0000	55,00	6,53
12	477,71	57,71	0,014	420,0000	55,00	2,71
13	477,57	58,57	0,014	419,0000	55,00	3,57
14	481,53	61,53	0	420,0000	58,00	3,53
15	471,60	60,60	0,016	411,0000	55,00	5,60
16	484,05	83,05	0	401,0000	54,00	29,05
17	483,86	82,86	0,012	401,0000	54,00	28,86
18	477,66	58,66	0	419,0000	55,00	3,66
19	477,54	58,54	0	419,0000	55,00	3,54
20	481,69	55,69	0	426,0000	55,00	0,69
21	481,62	59,62	0	422,0000	54,00	5,62
22	481,55	61,55	0	420,0000	54,00	7,55
23	481,53	61,53	0	420,0000	54,00	7,53
24	484,72	84,72	0	400,0000	56,00	28,72
25	482,21	79,21	0,022	403,0000	54,00	25,21
26	476,11	73,11	0,022	403,0000	54,00	19,11
27	484,15	79,15	0	405,0000	55,00	24,15
28	484,09	76,09	0	408,0000	62,00	14,09
29	482,12	69,12	0,014	413,0000	54,00	15,12
30	483,91	66,91	0,022	417,0000	54,00	12,91
31	481,74	61,74	0	420,0000	55,00	6,74

Nodo	Alt. Piez. (m.c.a)	Presión (m.c.a)	Consumo (m3/s)	Cota (m)	P.Consigna (m.c.a)	P.Margen (m.c.a)
32	484,25	81,25	0	403,0000	56,00	25,25
33	483,37	71,37	0	412,0000	56,00	15,37
34	482,66	67,66	0,023	415,0000	58,00	9,66
35	483,80	59,80	0	424,0000	54,00	5,80
36	483,73	59,73	0	424,0000	54,00	5,73
37	482,85	79,85	0,0265	403,0000	55,00	24,85
38	481,06	76,06	0,026	405,0000	56,00	20,06
39	481,06	76,06	0	405,0000	55,00	21,06
40	484,01	72,01	0	412,0000	54,00	18,01
41	481,49	76,49	0,0185	405,0000	57,00	19,49
42	481,06	75,06	0	406,0000	57,00	18,06
43	482,57	66,57	0,0175	416,0000	55,00	11,57
44	482,21	64,21	0	418,0000	54,00	10,21
45	482,11	63,11	0	419,0000	54,00	9,11
46	482,11	63,11	0	419,0000	55,00	8,11
47	482,56	67,56	0	415,0000	58,00	9,56
48	482,86	67,86	0	415,0000	57,00	10,86
49	483,91	66,91	0	417,0000	58,00	8,91
50	481,91	63,91	0,0235	418,0000	56,00	7,91
51	483,73	58,73	0	425,0000	55,00	3,73
52	483,59	56,59	0	427,0000	54,00	2,59
53	482,11	63,11	0	419,0000	55,00	8,11
54	483,47	56,47	0	427,0000	54,00	2,47
55	483,73	58,73	0,022	425,0000	55,00	3,73
56	483,74	59,74	0	424,0000	55,00	4,74
57	483,63	57,63	0	426,0000	55,00	2,63
58	483,64	57,64	0	426,0000	54,00	3,64
59	483,58	56,58	0	427,0000	54,00	2,58
60	483,53	56,53	0	427,0000	55,00	1,53
61	483,48	57,48	0,017	426,0000	56,00	1,48
62	483,46	56,46	0	427,0000	56,00	0,46
63	483,42	58,42	0	425,0000	57,00	1,42
64	483,28	55,28	0,0165	428,0000	56,00	-0,72
65	483,54	56,54	0	427,0000	55,00	1,54
66	483,39	57,39	0,03	426,0000	55,00	2,39
67	483,33	55,33	0,03	428,0000	55,00	0,33
68	483,33	54,33	0	429,0000	55,00	-0,67
69	483,33	53,33	0	430,0000	54,00	-0,67
70	483,66	58,66	0	425,0000	55,00	3,66
71	483,60	57,60	0	426,0000	55,00	2,60
72	483,35	55,35	0	428,0000	55,00	0,35
73	483,45	56,45	0	427,0000	55,00	1,45
74	480,37	58,37	0,0465	422,0000	56,00	2,37
75	479,43	57,43	0,0465	422,0000	56,00	1,43

Nodo	Alt. Piez. (m.c.a)	Presión (m.c.a)	Consumo (m3/s)	Cota (m)	P.Consigna (m.c.a)	P.Margen (m.c.a)
76	483,33	54,33	0	429,0000	54,00	0,33
77	478,80	56,80	0	422,0000	54,00	2,80
78	478,47	57,47	0	421,0000	54,00	3,47
79	478,06	58,06	0	420,0000	54,00	4,06
80	477,79	59,79	0	418,0000	54,00	5,79
81	483,66	58,66	0	425,0000	0,00	0,00
82	483,60	57,60	0	426,0000	0,00	0,00
83	483,45	56,45	0	427,0000	0,00	0,00
84	481,80	63,80	0	418,0000	0,00	0,00
85	483,35	55,35	0	428,0000	0,00	0,00
86	480,31	58,31	0	422,0000	0,00	0,00
87	479,81	57,81	0	422,0000	0,00	0,00
88	479,10	57,10	0	422,0000	0,00	0,00
89	484,75	84,75	0	400,0000	0,00	0,00
90	478,22	57,22	0	421,0000	0,00	0,00
91	477,93	57,93	0	420,0000	0,00	0,00
92	477,80	58,80	0	419,0000	0,00	0,00
93	477,76	60,76	0	417,0000	0,00	0,00
94	484,05	83,05	0	401,0000	0,00	0,00
95	481,74	61,74	0	420,0000	0,00	0,00
96	481,69	58,69	0	423,0000	0,00	0,00
97	481,62	59,62	0	422,0000	0,00	0,00
98	481,55	60,55	0	421,0000	0,00	0,00
99	481,53	61,53	0	420,0000	0,00	0,00
100	481,53	61,53	0	420,0000	0,00	0,00
101	484,22	82,22	0	402,0000	0,00	0,00
102	481,96	77,96	0	404,0000	0,00	0,00
103	481,62	77,62	0	404,0000	0,00	0,00
104	481,06	76,06	0	405,0000	0,00	0,00
105	484,15	79,15	0	405,0000	0,00	0,00
106	483,97	66,97	0	417,0000	0,00	0,00
107	483,57	65,57	0	418,0000	0,00	0,00
108	482,86	67,86	0	415,0000	0,00	0,00
109	482,11	63,11	0	419,0000	0,00	0,00
110	483,81	59,81	0	424,0000	0,00	0,00
111	483,75	58,75	0	425,0000	0,00	0,00
112	483,67	57,67	0	426,0000	0,00	0,00
113	482,45	67,45	0	415,0000	0,00	0,00
114	483,51	56,51	0	427,0000	0,00	0,00
115	483,74	59,74	0	424,0000	0,00	0,00

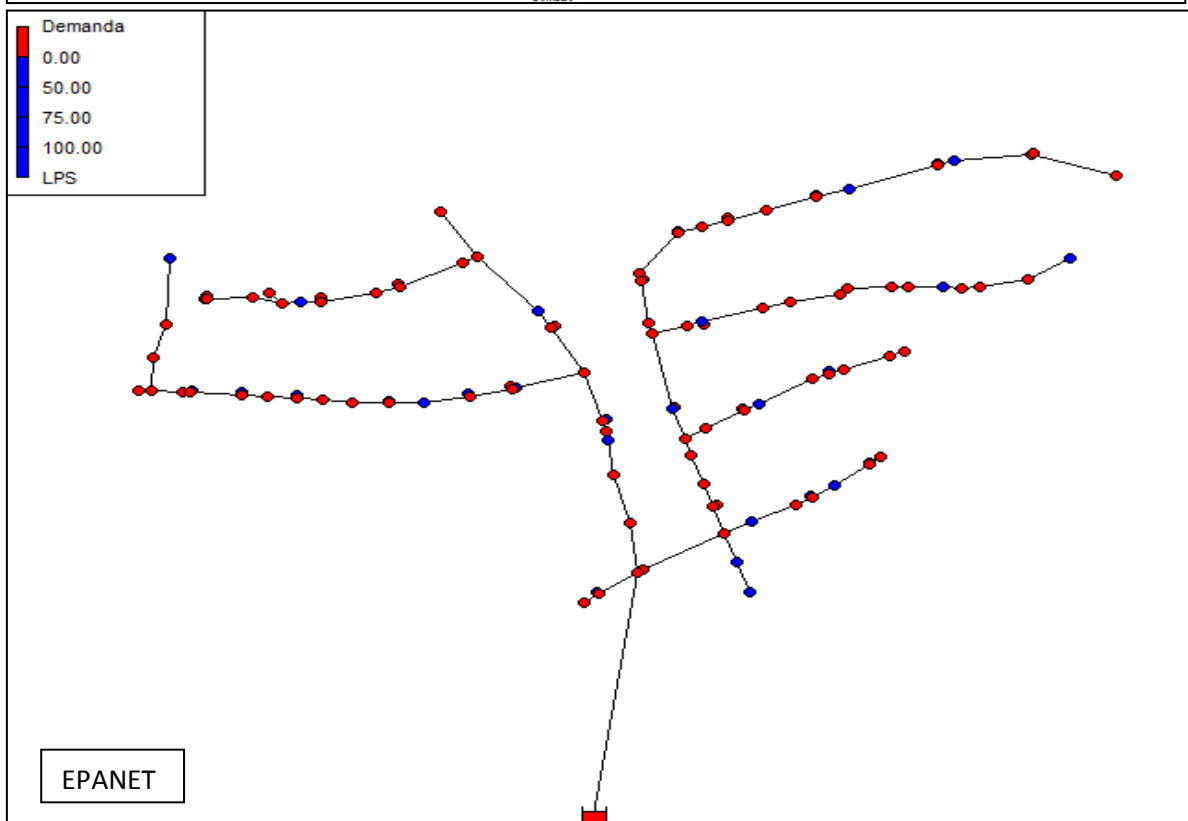
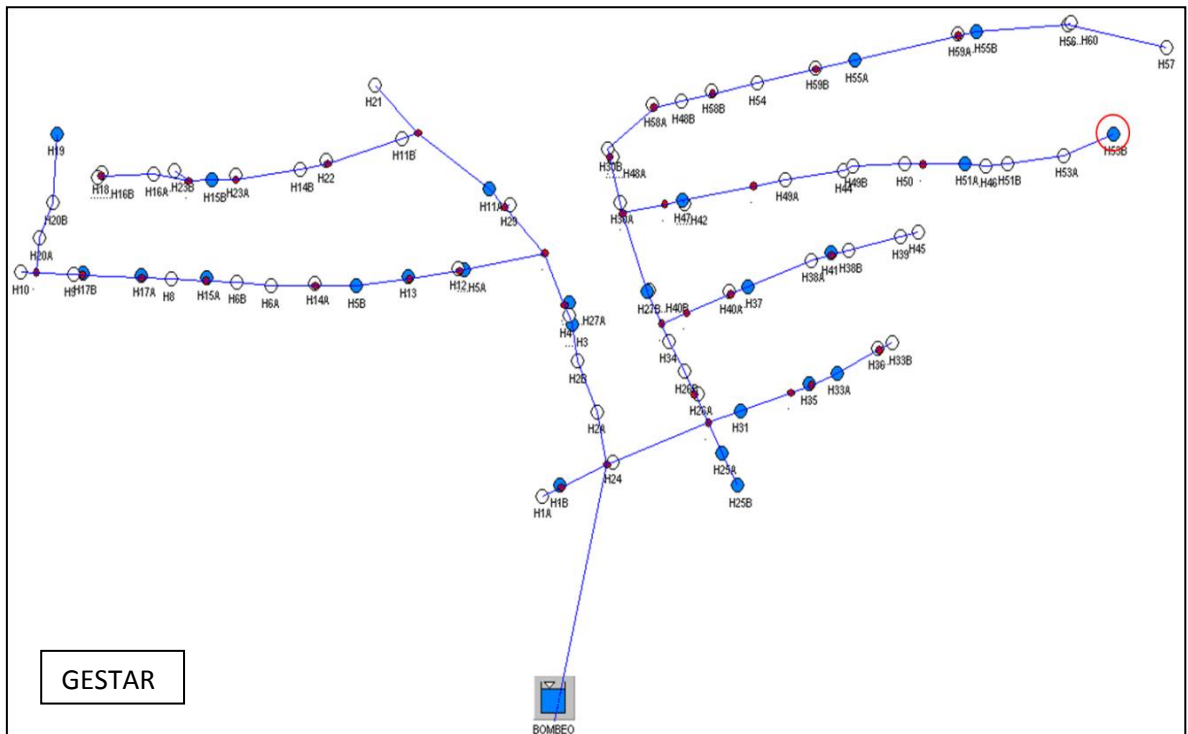
Tabla 24. Cálculos hidráulicos de las “conexiones” en EPANET

ID Nudo	Demanda (l/s)	Altura (m)	Presión (m)
Conexión 1	0.00	478.95	5.95
Conexión 10	0.00	482.64	7.64
Conexión 100	0.00	482.64	62.64
Conexión 101	0.00	485.34	83.34
Conexión 102	0.00	483.14	79.14
Conexión 103	0.00	482.80	78.80
Conexión 104	0.00	482.26	77.26
Conexión 105	0.00	485.27	80.27
Conexión 106	0.00	485.11	68.11
Conexión 107	0.00	484.72	66.72
Conexión 108	0.00	484.03	69.03
Conexión 109	0.00	483.29	64.29
Conexión 11	0.00	482.64	7.64
Conexión 110	0.00	484.95	60.95
Conexión 111	0.00	484.90	59.90
Conexión 112	0.00	484.81	58.81
Conexión 113	0.00	483.54	68.54
Conexión 114	0.00	484.66	57.66
Conexión 115	0.00	484.89	60.89
Conexión 12	14.00	478.89	3.89
Conexión 13	14.00	478.76	4.76
Conexión 14	0.00	482.64	4.64
Conexión 15	16.00	472.97	6.97
Conexión 16	0.00	485.10	30.10
Conexión 17	12.00	484.92	29.92
Conexión 18	0.00	478.84	4.84
Conexión 19	0.00	478.73	4.73
Conexión 2	14.50	482.82	5.82
Conexión 20	0.00	482.80	1.80
Conexión 21	0.00	482.72	6.72
Conexión 22	0.00	482.65	8.65
Conexión 23	0.00	482.64	8.64
Conexión 24	0.00	485.76	29.76
Conexión 25	22.00	483.39	26.39
Conexión 26	22.00	477.53	20.53
Conexión 27	0.00	485.27	25.27
Conexión 28	0.00	485.22	15.22
Conexión 29	14.00	483.22	16.22
Conexión 3	0.00	482.78	4.78
Conexión 30	22.00	485.05	14.05

ID Nudo	Demanda (l/s)	Altura (m)	Presión (m)
Conexión 31	0.00	482.84	7.84
Conexión 32	0.00	485.30	26.30
Conexión 33	0.00	484.44	16.44
Conexión 34	23.00	483.75	10.75
Conexión 35	0.00	484.94	6.94
Conexión 36	0.00	484.88	6.88
Conexión 37	26.50	484.01	26.01
Conexión 38	26.00	482.26	21.26
Conexión 39	0.00	482.26	22.26
Conexión 4	0.00	481.45	4.45
Conexión 40	0.00	485.15	19.15
Conexión 41	18.50	482.68	20.68
Conexión 42	0.00	482.26	19.26
Conexión 43	17.50	483.75	12.75
Conexión 44	0.00	483.39	11.39
Conexión 45	0.00	483.29	10.29
Conexión 46	0.00	483.29	9.29
Conexión 47	0.00	483.64	10.64
Conexión 48	0.00	484.03	12.03
Conexión 49	0.00	485.05	10.05
Conexión 5	20.00	480.84	3.84
Conexión 50	23.50	483.10	9.10
Conexión 51	0.00	484.88	4.88
Conexión 52	0.00	484.73	3.73
Conexión 53	0.00	483.29	9.29
Conexión 54	0.00	484.62	3.62
Conexión 55	22.00	484.88	4.88
Conexión 56	0.00	484.89	5.89
Conexión 57	0.00	484.78	3.78
Conexión 58	0.00	484.79	4.79
Conexión 59	0.00	484.72	3.72
Conexión 6	0.00	480.26	2.26
Conexión 60	0.00	484.68	2.68
Conexión 61	17.00	484.62	2.62
Conexión 62	0.00	484.61	1.61
Conexión 63	0.00	484.57	2.57
Conexión 64	16.50	484.43	0.43
Conexión 65	0.00	484.68	2.68
Conexión 66	30.00	484.54	3.54
Conexión 67	30.00	484.48	1.48
Conexión 68	0.00	484.48	0.48
Conexión 69	0.00	484.48	0.48
Conexión 7	0.00	482.70	4.70
Conexión 70	0.00	484.81	4.81

ID Nudo	Demanda (l/s)	Altura (m)	Presión (m)
Conexión 71	0.00	484.75	3.75
Conexión 72	0.00	484.50	1.50
Conexión 73	0.00	484.60	2.60
Conexión 74	46.50	481.51	3.51
Conexión 75	46.50	480.59	2.59
Conexión 76	0.00	484.48	1.48
Conexión 77	0.00	479.97	3.97
Conexión 78	0.00	479.64	4.64
Conexión 79	0.00	479.24	5.24
Conexión 8	16.00	479.31	3.31
Conexión 80	0.00	478.97	6.97
Conexión 81	0.00	484.81	59.81
Conexión 82	0.00	484.75	58.75
Conexión 83	0.00	484.60	57.60
Conexión 84	0.00	482.90	64.90
Conexión 85	0.00	484.50	56.50
Conexión 86	0.00	481.45	59.45
Conexión 87	0.00	480.96	58.96
Conexión 88	0.00	480.26	58.26
Conexión 89	0.00	485.79	85.79
Conexión 9	16.00	482.64	6.64
Conexión 90	0.00	479.40	58.40
Conexión 91	0.00	479.11	59.11
Conexión 92	0.00	478.98	59.98
Conexión 93	0.00	478.95	61.95
Conexión 94	0.00	485.10	84.10
Conexión 95	0.00	482.84	62.84
Conexión 96	0.00	482.80	59.80
Conexión 97	0.00	482.72	60.72
Conexión 98	0.00	482.65	61.65
Conexión 99	0.00	482.64	62.64
Embalse 0	546.00	490.00	0.00

1.2 Estado apertura/cierre de hidrantes turno impar



2. Turno par

2.1 Cálculos hidráulicos de los simuladores

Tabla 25. Cálculos hidráulicos de los “nodos” en GESTAR

Nodo	Alt. Piez. (m.c.a)	Presión (m.c.a)	Consumo (m3/s)	Cota (m)	P.Consigna (m.c.a)	P.Margen (m.c.a)
0	490,00	102,00	-0,5375	388,0000	0,00	0,00
1	476,19	58,19	0	418,0000	55,00	3,19
2	480,97	58,97	0	422,0000	55,00	3,97
3	480,04	57,04	0,0145	423,0000	55,00	2,04
4	480,87	58,87	0	422,0000	55,00	3,87
5	480,47	58,47	0	422,0000	55,00	3,47
6	478,68	56,68	0,0325	422,0000	56,00	0,68
7	478,74	56,74	0,0325	422,0000	56,00	0,74
8	477,51	56,51	0	421,0000	55,00	1,51
9	478,58	57,58	0	421,0000	55,00	2,58
10	478,25	57,25	0,011	421,0000	54,00	3,25
11	477,70	57,70	0,015	420,0000	55,00	2,70
12	476,82	56,82	0	420,0000	55,00	1,82
13	476,39	57,39	0	419,0000	55,00	2,39
14	477,95	57,95	0	420,0000	58,00	-0,05
15	475,56	64,56	0	411,0000	55,00	9,56
16	484,91	83,91	0	401,0000	54,00	29,91
17	484,91	83,91	0	401,0000	54,00	29,91
18	475,70	56,70	0,0185	419,0000	55,00	1,70
19	475,56	56,56	0,0185	419,0000	55,00	1,56
20	480,37	54,37	0	426,0000	55,00	-0,63
21	478,81	56,81	0,021	422,0000	54,00	2,81
22	478,62	58,62	0	420,0000	54,00	4,62
23	478,45	58,45	0	420,0000	54,00	4,45
24	484,89	84,89	0,021	400,0000	56,00	28,89
25	484,61	81,61	0	403,0000	54,00	27,61
26	484,61	81,61	0	403,0000	54,00	27,61
27	484,38	79,38	0,0205	405,0000	55,00	24,38
28	484,48	76,48	0,0205	408,0000	62,00	14,48
29	482,24	69,24	0	413,0000	54,00	15,24
30	484,36	67,36	0	417,0000	54,00	13,36
31	481,14	61,14	0	420,0000	55,00	6,14
32	484,15	81,15	0,036	403,0000	56,00	25,15
33	483,10	71,10	0,036	412,0000	56,00	15,10
34	482,45	67,45	0	415,0000	58,00	9,45

Nodo	Alt. Piez. (m.c.a)	Presión (m.c.a)	Consumo (m3/s)	Cota (m)	P.Consigna (m.c.a)	P.Margen (m.c.a)
35	484,26	60,26	0	424,0000	54,00	6,26
36	484,21	60,21	0	424,0000	54,00	6,21
37	484,40	81,40	0	403,0000	55,00	26,40
38	483,37	78,37	0	405,0000	56,00	22,37
39	482,15	77,15	0,026	405,0000	55,00	22,15
40	484,43	72,43	0	412,0000	54,00	18,43
41	483,93	78,93	0	405,0000	57,00	21,93
42	482,44	76,44	0	406,0000	57,00	19,44
43	483,07	67,07	0	416,0000	55,00	12,07
44	482,56	64,56	0,01	418,0000	54,00	10,56
45	482,43	63,43	0	419,0000	54,00	9,43
46	482,24	63,24	0,0185	419,0000	55,00	8,24
47	482,33	67,33	0,023	415,0000	58,00	9,33
48	483,21	68,21	0,014	415,0000	57,00	11,21
49	484,36	67,36	0	417,0000	58,00	9,36
50	482,49	64,49	0	418,0000	56,00	8,49
51	484,13	59,13	0,026	425,0000	55,00	4,13
52	484,12	57,12	0,025	427,0000	54,00	3,12
53	482,24	63,24	0	419,0000	55,00	8,24
54	484,12	57,12	0	427,0000	54,00	3,12
55	484,21	59,21	0	425,0000	55,00	4,21
56	484,22	60,22	0	424,0000	55,00	5,22
57	484,14	58,14	0,017	426,0000	55,00	3,14
58	484,15	58,15	0	426,0000	54,00	4,15
59	484,12	57,12	0	427,0000	54,00	3,12
60	484,12	57,12	0	427,0000	55,00	2,12
61	484,12	58,12	0	426,0000	56,00	2,12
62	484,12	57,12	0	427,0000	56,00	1,12
63	484,12	59,12	0	425,0000	57,00	2,12
64	484,12	56,12	0	428,0000	56,00	0,12
65	484,13	57,13	0,018	427,0000	55,00	2,13
66	484,13	58,13	0	426,0000	55,00	3,13
67	484,13	56,13	0	428,0000	55,00	1,13
68	484,13	55,13	0	429,0000	55,00	0,13
69	484,13	54,13	0	430,0000	54,00	0,13
70	484,02	59,02	0,0195	425,0000	55,00	4,02
71	484,13	58,13	0	426,0000	55,00	3,13
72	484,13	56,13	0	428,0000	55,00	1,13
73	484,13	57,13	0	427,0000	55,00	2,13
74	480,91	58,91	0	422,0000	56,00	2,91
75	480,04	58,04	0	422,0000	56,00	2,04
76	484,13	55,13	0	429,0000	54,00	1,13
77	478,49	56,49	0	422,0000	54,00	2,49
78	477,93	56,93	0	421,0000	54,00	2,93

Nodo	Alt. Piez. (m.c.a)	Presión (m.c.a)	Consumo (m3/s)	Cota (m)	P.Consigna (m.c.a)	P.Margen (m.c.a)
79	477,05	57,05	0,022	420,0000	54,00	3,05
80	476,31	58,31	0,021	418,0000	54,00	4,31
81	484,15	59,15	0	425,0000	0,00	0,00
82	484,13	58,13	0	426,0000	0,00	0,00
83	484,13	57,13	0	427,0000	0,00	0,00
84	481,56	63,56	0	418,0000	0,00	0,00
85	484,13	56,13	0	428,0000	0,00	0,00
86	480,87	58,87	0	422,0000	0,00	0,00
87	480,47	58,47	0	422,0000	0,00	0,00
88	478,99	56,99	0	422,0000	0,00	0,00
89	484,91	84,91	0	400,0000	0,00	0,00
90	477,51	56,51	0	421,0000	0,00	0,00
91	476,82	56,82	0	420,0000	0,00	0,00
92	476,39	57,39	0	419,0000	0,00	0,00
93	476,19	59,19	0	417,0000	0,00	0,00
94	484,91	83,91	0	401,0000	0,00	0,00
95	481,14	61,14	0	420,0000	0,00	0,00
96	480,37	57,37	0	423,0000	0,00	0,00
97	478,95	56,95	0	422,0000	0,00	0,00
98	478,62	57,62	0	421,0000	0,00	0,00
99	478,45	58,45	0	420,0000	0,00	0,00
100	477,95	57,95	0	420,0000	0,00	0,00
101	484,61	82,61	0	402,0000	0,00	0,00
102	484,06	80,06	0	404,0000	0,00	0,00
103	483,93	79,93	0	404,0000	0,00	0,00
104	482,44	77,44	0	405,0000	0,00	0,00
105	484,53	79,53	0	405,0000	0,00	0,00
106	484,40	67,40	0	417,0000	0,00	0,00
107	483,97	65,97	0	418,0000	0,00	0,00
108	483,21	68,21	0	415,0000	0,00	0,00
109	482,49	63,49	0	419,0000	0,00	0,00
110	484,27	60,27	0	424,0000	0,00	0,00
111	484,23	59,23	0	425,0000	0,00	0,00
112	484,17	58,17	0	426,0000	0,00	0,00
113	482,24	67,24	0	415,0000	0,00	0,00
114	484,12	57,12	0	427,0000	0,00	0,00
115	484,22	60,22	0	424,0000	0,00	0,00

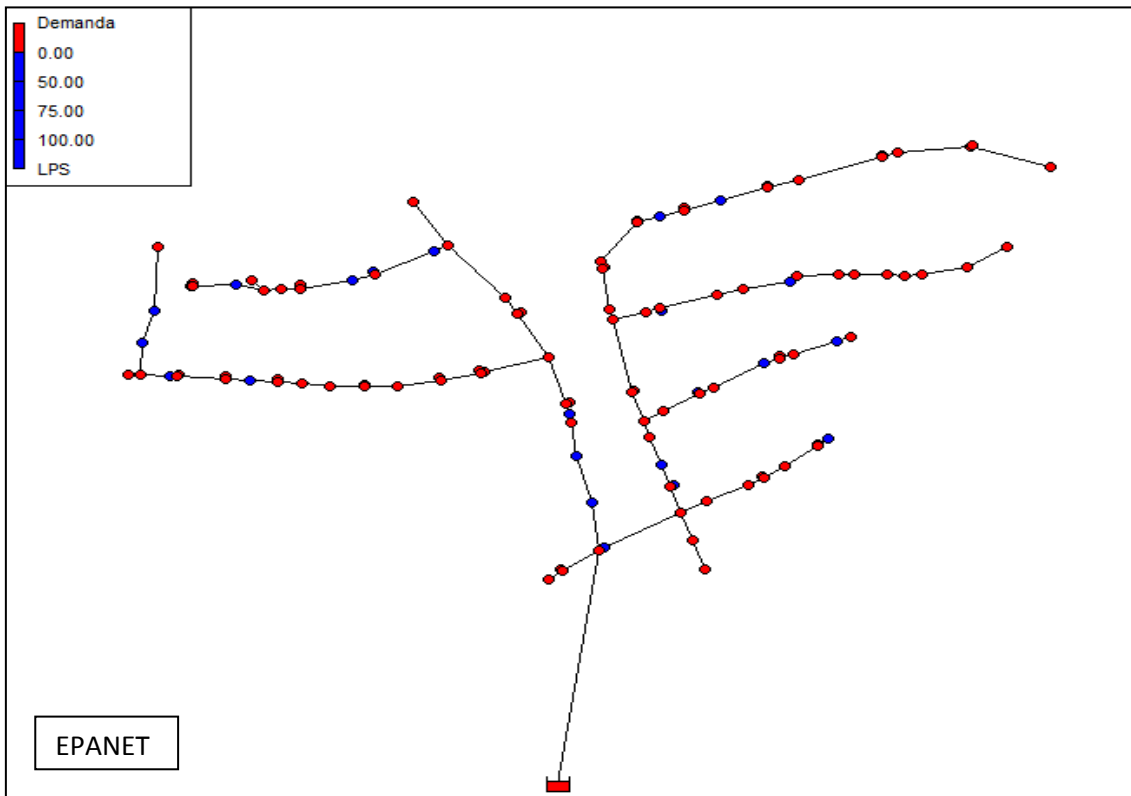
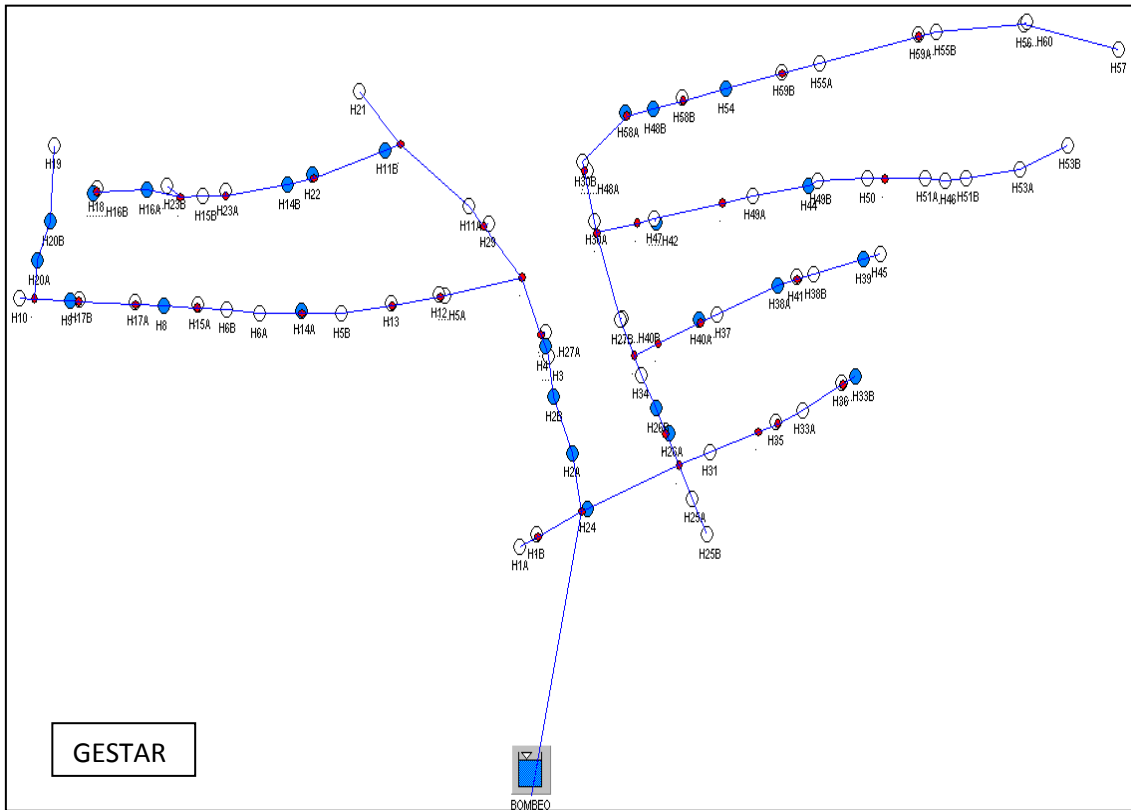
Tabla 26. Cálculos hidráulicos de las “conexiones” en EPANET

	Demanda (l/s)	Altura (m)	Presión (m)
Conexión 1	0.00	477.37	4.37
Conexión 10	11.00	479.38	4.38
Conexión 100	0.00	479.09	59.09
Conexión 101	0.00	485.65	83.65
Conexión 102	0.00	485.10	81.10
Conexión 103	0.00	484.98	80.98
Conexión 104	0.00	483.52	78.52
Conexión 105	0.00	485.58	80.58
Conexión 106	0.00	485.45	68.45
Conexión 107	0.00	485.04	67.04
Conexión 108	0.00	484.30	69.30
Conexión 109	0.00	483.58	64.58
Conexión 11	15.00	478.84	3.84
Conexión 110	0.00	485.33	61.33
Conexión 111	0.00	485.29	60.29
Conexión 112	0.00	485.23	59.23
Conexión 113	0.00	483.29	68.29
Conexión 114	0.00	485.18	58.18
Conexión 115	0.00	485.28	61.28
Conexión 12	0.00	478.00	3.00
Conexión 13	0.00	477.57	3.57
Conexión 14	0.00	479.09	1.09
Conexión 15	0.00	476.75	10.75
Conexión 16	0.00	485.91	30.91
Conexión 17	0.00	485.91	30.91
Conexión 18	18.50	476.90	2.90
Conexión 19	18.50	476.75	2.75
Conexión 2	0.00	482.05	5.05
Conexión 20	0.00	481.46	0.46
Conexión 21	21.00	479.94	3.94
Conexión 22	0.00	479.75	5.75
Conexión 23	0.00	479.58	5.58
Conexión 24	21.00	485.89	29.89
Conexión 25	0.00	485.65	28.65
Conexión 26	0.00	485.65	28.65
Conexión 27	20.50	485.43	25.43
Conexión 28	20.50	485.53	15.53
Conexión 29	0.00	483.29	16.29
Conexión 3	14.50	481.14	3.14
Conexión 30	0.00	485.42	14.42

	Demanda (l/s)	Altura (m)	Presión (m)
Conexión 31	0.00	482.22	7.22
Conexión 32	36.00	485.16	26.16
Conexión 33	36.00	484.14	16.14
Conexión 34	0.00	483.50	10.50
Conexión 35	0.00	485.32	7.32
Conexión 36	0.00	485.27	7.27
Conexión 37	0.00	485.43	27.43
Conexión 38	0.00	484.43	23.43
Conexión 39	26.00	483.24	23.24
Conexión 4	0.00	481.95	4.95
Conexión 40	0.00	485.48	19.48
Conexión 41	0.00	484.98	22.98
Conexión 42	0.00	483.52	20.52
Conexión 43	0.00	484.15	13.15
Conexión 44	10.00	483.65	11.65
Conexión 45	0.00	483.52	10.52
Conexión 46	18.50	483.34	9.34
Conexión 47	23.00	483.39	10.39
Conexión 48	14.00	484.29	12.29
Conexión 49	0.00	485.42	10.42
Conexión 5	0.00	481.56	4.56
Conexión 50	0.00	483.58	9.58
Conexión 51	26.00	485.19	5.19
Conexión 52	25.00	485.18	4.18
Conexión 53	0.00	483.34	9.34
Conexión 54	0.00	485.18	4.18
Conexión 55	0.00	485.27	5.27
Conexión 56	0.00	485.28	6.28
Conexión 57	17.00	485.20	4.20
Conexión 58	0.00	485.21	5.21
Conexión 59	0.00	485.18	4.18
Conexión 6	32.50	479.82	1.82
Conexión 60	0.00	485.18	3.18
Conexión 61	0.00	485.18	3.18
Conexión 62	0.00	485.18	2.18
Conexión 63	0.00	485.18	3.18
Conexión 64	0.00	485.18	1.18
Conexión 65	18.00	485.19	3.19
Conexión 66	0.00	485.19	4.19
Conexión 67	0.00	485.19	2.19
Conexión 68	0.00	485.19	1.19
Conexión 69	0.00	485.19	1.19
Conexión 7	32.50	479.86	1.86
Conexión 70	19.50	485.09	5.09

	Demanda (l/s)	Altura (m)	Presión (m)
Conexión 71	0.00	485.19	4.19
Conexión 72	0.00	485.19	2.19
Conexión 73	0.00	485.19	3.19
Conexión 74	0.00	482.00	4.00
Conexión 75	0.00	481.14	3.14
Conexión 76	0.00	485.19	2.19
Conexión 77	0.00	479.63	3.63
Conexión 78	0.00	479.08	4.08
Conexión 79	22.00	478.22	4.22
Conexión 8	0.00	478.67	2.67
Conexión 80	21.00	477.49	5.49
Conexión 81	0.00	485.21	60.21
Conexión 82	0.00	485.19	59.19
Conexión 83	0.00	485.19	58.19
Conexión 84	0.00	482.63	64.63
Conexión 85	0.00	485.19	57.19
Conexión 86	0.00	481.95	59.95
Conexión 87	0.00	481.56	59.56
Conexión 88	0.00	480.12	58.12
Conexión 89	0.00	485.91	85.91
Conexión 9	0.00	479.70	3.70
Conexión 90	0.00	478.67	57.67
Conexión 91	0.00	478.00	58.00
Conexión 92	0.00	477.57	58.57
Conexión 93	0.00	477.37	60.37
Conexión 94	0.00	485.91	84.91
Conexión 95	0.00	482.22	62.22
Conexión 96	0.00	481.46	58.46
Conexión 97	0.00	480.07	58.07
Conexión 98	0.00	479.75	58.75
Conexión 99	0.00	479.58	59.58
Embalse 0	-537.50	490.00	0.00

2.2 Estado apertura/cierre de hidrantes en el turno par



ANEXO 9. Escenarios deterministas

Tabla 27. Cálculos hidráulicos en las tuberías de 5 escenarios obtenidos en los simuladores

	Elemento	D (m)	Q (m ³ /s)	GESTAR				EPANET				DIFERENCIA f	DIFERENCIA CÁLCULO P. Carga UNITARIA (m/km)	Dif. 5 escenarios deterministas
				f	V (m/s)	Re	P. Carga UNITARIA (m/km)	f	V (m/s)	P. Carga UNITARIA (m/km)				
ESCENARIO 1	1	0,600	0,571	0,014	2,0195	1.211.700	4,89	0,011	2,02	3,91	0,003	0,9800	20%	
	2	0,141												
	3	0,110												
	4	0,110												
	5	0,494	0,234	0,013	1,2209	603.125	1,99	0,013	1,22	1,95	0,000	0,0400	2%	
	6	0,441	0,234	0,013	1,5334	675.923	3,46	0,012	1,53	3,39	0,001	0,0700	2%	
	7	0,441	0,198	0,013	1,2975	571.938	2,55	0,013	1,3	2,5	0,000	0,0500	2%	
	8	0,441	0,198	0,013	1,2975	571.938	2,55	0,013	1,3	2,5	0,000	0,0500	2%	
	9	0,110	0,014	0,017	1,4677	161.741	16,69	0,016	1,47	16,2	0,001	0,4900	3%	
	10	0,441	0,184	0,013	1,2057	531.473	2,23	0,013	1,21	2,18	0,000	0,0500	2%	
	11	0,362	0,109	0,014	1,0602	383.580	2,22	0,014	1,06	2,18	0,000	0,0400	2%	
	12	0,362	0,063	0,016	0,6079	219.938	0,81	0,015	0,61	0,8	0,001	0,0100	1%	
	13	0,145												
	14	0,362	0,063	0,016	0,6079	219.938	0,81	0,015	0,61	0,8	0,001	0,0100	1%	
	15	0,145												

Elemento	D (m)	Q (m3/s)	GESTAR					EPANET			DIFERENCIA f	DIFERENCIA CÁLCULO P. Carga UNITARIA (m/km)	Dif. 5 escenarios determinados
			f	V (m/s)	Re	P. Carga UNITARIA (m/km)	f	V (m/s)	P. Carga UNITARIA (m/km)				
16	0,362	0,063	0,016	0,6079	219.938	0,81	0,015	0,61	0,8	0,001	0,0100	1%	
17	0,285	0,016	0,019	0,2508	71.478	0,22	0,019	0,25	0,22	0,000	0,0000	0%	
18	0,145												
19	0,285	0,016	0,019	0,2508	71.478	0,22	0,019	0,25	0,22	0,000	0,0000	0%	
20	0,285	0,016	0,019	0,2508	71.478	0,22	0,019	0,25	0,22	0,000	0,0000	0%	
21	0,285	0,016	0,019	0,2508	71.478	0,22	0,019	0,25	0,22	0,000	0,0000	0%	
22	0,145	0,016	0,017	0,9743	140.884	5,71	0,017	0,97	5,59	0,000	0,1200	2%	
23	0,285												
24	0,285												
25	0,113												
26	0,285												
27	0,113												
28	0,285												
29	0,285												
30	0,113												
31	0,226												
32	0,226												
33	0,113												
34	0,362	0,075	0,015	0,7295	263.933	1,13	0,015	0,73	1,11	0,000	0,0200	2%	
35	0,145												
36	0,362	0,075	0,015	0,7295	263.933	1,13	0,015	0,73	1,11	0,000	0,0200	2%	

Elemento	D (m)	Q (m3/s)	GESTAR					EPANET				DIFERENCIA CÁLCULO P. Carga UNITARIA (m/km)	Dif. 5 escenarios determinados
			f	V (m/s)	Re	P. Carga UNITARIA (m/km)	f	V (m/s)	P. Carga UNITARIA (m/km)	DIFERENCIA f			
37	0,362	0,075	0,015	0,7295	263.933	1,13	0,015	0,73	1,11	0,000	0,0200	2%	
38	0,181												
39	0,285	0,075	0,014	1,1757	335.075	3,57	0,014	1,18	3,49	0,000	0,0800	2%	
40	0,285	0,075	0,014	1,1758	335.103	3,57	0,014	1,18	3,49	0,000	0,0800	2%	
41	0,145												
42	0,285	0,075	0,014	1,1757	335.075	3,57	0,014	1,18	3,49	0,000	0,0800	2%	
43	0,285	0,043	0,016	0,6662	189.867	1,27	0,016	0,67	1,25	0,000	0,0200	2%	
44	0,145	0,017	0,017	1,0047	145.280	6,04	0,017	1	5,91	0,000	0,1300	2%	
45	0,285	0,026	0,018	0,4076	116.166	0,52	0,017	0,41	0,52	0,001	0,0000	0%	
46	0,226	0,026	0,017	0,6470	146.351	1,59	0,017	0,65	1,56	0,000	0,0300	2%	
47	0,113												
48	0,226	0,026	0,017	0,6472	146.397	1,59	0,017	0,65	1,56	0,000	0,0300	2%	
49	0,181	0,015	0,018	0,5844	105.660	1,73	0,018	0,58	1,71	0,000	0,0200	1%	
50	0,113												
51	0,113	0,015	0,017	1,4958	169.025	16,76	0,016	1,5	16,26	0,001	0,5000	3%	
52	0,600	0,337	0,015	1,1919	715.140	1,77	0,012	1,19	1,49	0,003	0,2800	16%	
53	0,600	0,337	0,015	1,1919	715.140	1,77	0,012	1,19	1,49	0,003	0,2800	16%	
54	0,176	0,044	0,015	1,8044	317.935	13,87	0,014	1,8	13,44	0,001	0,4300	3%	
55	0,110	0,022	0,016	2,3066	254.187	38,15	0,015	2,31	36,63	0,001	1,5200	4%	
56	0,220												
57	0,220												

Elemento	D (m)	Q (m3/s)	GESTAR				EPANET				DIFERENCIA f	DIFERENCIA CÁLCULO P. Carga UNITARIA (m/km)	Dif. 5 escenarios determinados
			f	V (m/s)	Re	P. Carga UNITARIA (m/km)	f	V (m/s)	P. Carga UNITARIA (m/km)				
58	0,220												
59	0,141												
60	0,176												
61	0,176												
62	0,141												
63	0,176												
64	0,600	0,293	0,015	1,0363	621.780	1,35	0,013	1,04	1,15	0,002	0,2000	15%	
65	0,141												
66	0,600	0,293	0,015	1,0363	621.780	1,35	0,013	1,04	1,15	0,002	0,2000	15%	
67	0,600	0,273	0,015	0,9638	578.280	1,18	0,013	0,96	1,01	0,002	0,1700	14%	
68	0,220	0,109	0,013	2,8438	626.774	24,56	0,013	2,84	23,6	0,000	0,9600	4%	
69	0,220	0,109	0,013	2,8437	626.751	24,58	0,013	2,84	23,6	0,000	0,9800	4%	
70	0,220												
71	0,220	0,109	0,013	2,8438	626.774	24,56	0,013	2,84	23,6	0,000	0,9600	4%	
72	0,220	0,091	0,013	2,3850	525.654	17,76	0,013	2,39	17,13	0,000	0,6300	4%	
73	0,220	0,081	0,014	2,1230	467.909	14,32	0,013	2,12	13,86	0,001	0,4600	3%	
74	0,141	0,024	0,016	1,5050	212.205	12,99	0,015	1,51	12,62	0,001	0,3700	3%	
75	0,220	0,041	0,015	1,0614	233.933	4,03	0,015	1,06	3,94	0,000	0,0900	2%	
76	0,570	0,164	0,014	0,6427	366.339	0,52	0,014	0,64	0,51	0,000	0,0100	2%	
77	0,113												
78	0,570	0,164	0,014	0,6427	366.339	0,52	0,014	0,64	0,51	0,000	0,0100	2%	

Elemento	D (m)	Q (m3/s)	GESTAR					EPANET				DIFERENCIA f	DIFERENCIA CÁLCULO P. Carga UNITARIA (m/km)	Dif. 5 escenarios determinados
			f	V (m/s)	Re	P. Carga UNITARIA (m/km)	f	V (m/s)	P. Carga UNITARIA (m/km)					
79	0,407	0,113	0,014	0,8647	351.933	1,33	0,014	0,86	1,31	0,000	0,0200	2%		
80	0,176	0,026	0,016	1,0663	187.882	5,31	0,016	1,07	5,19	0,000	0,1200	2%		
82	0,362	0,065	0,015	0,6274	226.993	0,86	0,015	0,63	0,84	0,000	0,0200	2%		
85	0,362	0,042	0,017	0,4085	147.795	0,39	0,017	0,41	0,39	0,000	0,0000	0%		
86	0,362	0,042	0,017	0,4085	147.795	0,39	0,017	0,41	0,39	0,000	0,0000	0%		
88	0,362	0,032	0,018	0,3113	112.628	0,24	0,018	0,31	0,24	0,000	0,0000	0%		
89	0,362	0,032	0,018	0,3113	112.628	0,24	0,017	0,31	0,24	0,001	0,0000	0%		
91	0,362	0,032	0,018	0,3113	112.628	0,24	0,018	0,31	0,24	0,000	0,0000	0%		
92	0,362	0,015	0,021	0,1459	52.787	0,06	0,021	0,15	0,06	0,000	0,0000	0%		
94	0,362	0,015	0,020	0,1459	52.787	0,06	0,021	0,15	0,06	-0,001	0,0000	0%		
95	0,285													
96	0,226													
97	0,452	0,052	0,017	0,3207	145.021	0,19	0,017	0,32	0,19	0,000	0,0000	0%		
98	0,452	0,038	0,018	0,2335	105.589	0,11	0,018	0,23	0,11	0,000	0,0000	0%		
99	0,113	0,010	0,018	0,9972	112.684	8,03	0,018	1	7,85	0,000	0,1800	2%		

Elemento	D (m)	Q (m3/s)	GESTAR					EPANET			DIFERENCIA f	DIFERENCIA CÁLCULO P. Carga UNITARIA (m/km)	Dif. 5 escenarios determinados
			f	V (m/s)	Re	P. Carga UNITARIA (m/km)	f	V (m/s)	P. Carga UNITARIA (m/km)				
100	0,452	0,028	0,019	0,1712	77.417	0,06	0,019	0,17	0,06	0,000	0,0000	0%	
101	0,452	0,014	0,022	0,0841	38.030	0,02	0,022	0,08	0,02	0,000	0,0000	0%	
102	0,145												
103	0,452	0,014	0,023	0,0841	38.030	0,02	0,022	0,08	0,02	0,001	0,0000	0%	
104	0,452	0,014	0,022	0,0841	38.030	0,02	0,022	0,08	0,02	0,000	0,0000	0%	
105	0,113												
106	0,407	0,014	0,022	0,1038	42.247	0,03	0,022	0,1	0,03	0,000	0,0000	0%	
107	0,407	0,014	0,022	0,1038	42.247	0,03	0,022	0,1	0,03	0,000	0,0000	0%	
108	0,145												
109	0,407	0,014	0,022	0,1038	42.247	0,03	0,022	0,1	0,03	0,000	0,0000	0%	
110	0,407	0,014	0,022	0,1038	42.247	0,03	0,022	0,1	0,03	0,000	0,0000	0%	
111	0,145												
112	0,362	0,014	0,021	0,1313	47.504	0,05	0,021	0,13	0,05	0,000	0,0000	0%	
113	0,362	0,014	0,021	0,1313	47.504	0,05	0,021	0,13	0,05	0,000	0,0000	0%	
114	0,113	0,014	0,017	1,3463	152.132	13,84	0,016	1,35	13,45	0,001	0,3900	3%	
115	0,226												
673	0,600	0,273	0,015	0,9638	578.280	1,18	0,013	0,96	1,01	0,002	0,1700	14%	
732	0,220	0,058	0,015	1,5071	332.165	7,63	0,014	1,51	7,43	0,001	0,2000	3%	
752	0,176	0,022	0,017	0,9022	158.968	3,92	0,016	0,9	3,84	0,001	0,0800	2%	
792	0,407	0,113	0,014	0,8647	351.933	1,33	0,014	0,86	1,31	0,000	0,0200	2%	
802	0,441	0,198	0,013	1,2975	571.938	2,55	0,013	1,3	2,5	0,000	0,0500	2%	

	Elemento	D (m)	Q (m3/s)	GESTAR				EPANET				DIFERENCIA f	DIFERENCIA CÁLCULO P. Carga UNITARIA (m/km)	Dif. 5 escenarios determinados
				f	V (m/s)	Re	P. Carga UNITARIA (m/km)	f	V (m/s)	P. Carga UNITARIA (m/km)				
	822	0,362	0,065	0,015	0,6274	226.993	0,86	0,015	0,63	0,84	0,000	0,0200	2%	
ESCENARIO 2	1	0,600	0,524	0,014	1,8532	1.111.920	4,14	0,011	1,8500	3,34	0,003	0,8000	19%	
	2	0,141												
	3	0,110												
	4	0,110												
	5	0,494	0,243	0,013	1,2678	626.293	2,13	0,013	1,27	2,09	0,000	0,0400	2%	
	6	0,441	0,243	0,013	1,5923	701.886	3,71	0,012	1,59	3,63	0,001	0,0800	2%	
	7	0,441	0,207	0,013	1,3564	597.901	2,76	0,013	1,36	2,71	0,000	0,0500	2%	
	8	0,441	0,184	0,013	1,2057	531.473	2,23	0,013	1,21	2,18	0,000	0,0500	2%	
	9	0,110	0,014	0,017	1,4679	161.763	16,70	0,016	1,47	16,2	0,001	0,5000	3%	
	10	0,441	0,170	0,013	1,1139	491.007	1,93	0,013	1,11	1,89	0,000	0,0400	2%	
	11	0,362	0,114	0,014	1,1040	399.427	2,39	0,014	1,1	2,35	0,000	0,0400	2%	
	12	0,362	0,114	0,014	1,1040	399.427	2,40	0,014	1,1	2,35	0,000	0,0500	2%	
	13	0,145	0,016	0,017	0,9743	140.884	5,72	0,017	0,97	5,59	0,000	0,1300	2%	
	14	0,362	0,098	0,014	0,9483	343.095	1,81	0,014	0,95	1,78	0,000	0,0300	2%	
	15	0,145												
	16	0,362	0,098	0,014	0,9483	343.095	1,81	0,014	0,95	1,78	0,000	0,0300	2%	
	17	0,285	0,051	0,015	0,7994	227.829	1,77	0,015	0,8	1,74	0,000	0,0300	2%	
	18	0,145												
	19	0,285	0,051	0,015	0,7994	227.829	1,77	0,015	0,8	1,74	0,000	0,0300	2%	
20	0,285	0,038	0,016	0,5956	169.746	1,04	0,016	0,6	1,02	0,000	0,0200	2%		

Elemento	D (m)	Q (m3/s)	GESTAR					EPANET				DIFERENCIA CÁLCULO P. Carga UNITARIA (m/km)	Dif. 5 escenarios determinados
			f	V (m/s)	Re	P. Carga UNITARIA (m/km)	f	V (m/s)	P. Carga UNITARIA (m/km)	DIFERENCIA f			
21	0,285	0,038	0,016	0,5956	169.746	1,04	0,016	0,6	1,02	0,000	0,0200	2%	
22	0,145												
23	0,285	0,038	0,016	0,5956	169.746	1,04	0,016	0,6	1,02	0,000	0,0200	2%	
24	0,285	0,016	0,019	0,2507	71.450	0,22	0,019	0,25	0,22	0,000	0,0000	0%	
25	0,113												
26	0,285	0,016	0,019	0,2507	71.450	0,22	0,019	0,25	0,22	0,000	0,0000	0%	
27	0,113												
28	0,285	0,016	0,020	0,2507	71.450	0,22	0,019	0,25	0,22	0,001	0,0000	0%	
29	0,285	0,016	0,019	0,2507	71.450	0,22	0,019	0,25	0,22	0,000	0,0000	0%	
30	0,113												
31	0,226	0,016	0,019	0,3978	89.982	0,66	0,018	0,4	0,66	0,001	0,0000	0%	
32	0,226	0,016	0,019	0,3981	90.050	0,66	0,018	0,4	0,65	0,001	0,0100	2%	
33	0,113	0,016	0,016	1,5954	180.280	18,85	0,016	1,6	18,27	0,000	0,5800	3%	
34	0,362	0,057	0,016	0,5495	198.809	0,67	0,016	0,55	0,66	0,000	0,0100	1%	
35	0,145												
36	0,362	0,057	0,016	0,5495	198.809	0,67	0,016	0,55	0,66	0,000	0,0100	1%	
37	0,362	0,042	0,017	0,4085	147.795	0,39	0,017	0,41	0,39	0,000	0,0000	0%	
38	0,181												
39	0,285	0,042	0,016	0,6583	187.616	1,24	0,016	0,66	1,22	0,000	0,0200	2%	
40	0,285	0,028	0,017	0,4311	122.864	0,58	0,017	0,43	0,57	0,000	0,0100	2%	
41	0,145												

Elemento	D (m)	Q (m3/s)	GESTAR					EPANET			DIFERENCIA f	DIFERENCIA CÁLCULO P. Carga UNITARIA (m/km)	Dif. 5 escenarios determinados
			f	V (m/s)	Re	P. Carga UNITARIA (m/km)	f	V (m/s)	P. Carga UNITARIA (m/km)				
42	0,285	0,028	0,017	0,4310	122.835	0,58	0,017	0,43	0,57	0,000	0,0100	2%	
43	0,285	0,028	0,017	0,4310	122.835	0,58	0,017	0,43	0,57	0,000	0,0100	2%	
44	0,145												
45	0,285	0,028	0,017	0,4310	122.835	0,58	0,017	0,43	0,57	0,000	0,0100	2%	
46	0,226	0,028	0,017	0,6843	154.789	1,76	0,016	0,68	1,73	0,001	0,0300	2%	
47	0,113	0,017	0,016	1,6453	185.919	19,94	0,016	1,65	19,31	0,000	0,6300	3%	
48	0,226	0,011	0,020	0,2738	61.934	0,34	0,020	0,27	0,34	0,000	0,0000	0%	
49	0,181	0,011	0,019	0,4280	77.382	0,99	0,019	0,43	0,98	0,000	0,0100	1%	
50	0,113	0,011	0,018	1,0968	123.938	9,54	0,017	1,1	9,31	0,001	0,2300	2%	
51	0,113												
52	0,600	0,281	0,015	0,9938	596.280	1,25	0,013	0,99	1,07	0,002	0,1800	14%	
53	0,600	0,281	0,015	0,9938	596.280	1,25	0,013	0,99	1,07	0,002	0,1800	14%	
54	0,176	0,022	0,017	0,9022	158.968	3,92	0,016	0,9	3,84	0,001	0,0800	2%	
55	0,110	0,022	0,016	2,3066	254.187	38,15	0,015	2,31	36,63	0,001	1,5200	4%	
56	0,220	0,021	0,018	0,5499	121.198	1,22	0,017	0,55	1,21	0,001	0,0100	1%	
57	0,220	0,021	0,017	0,5502	121.264	1,22	0,017	0,55	1,21	0,000	0,0100	1%	
58	0,220	0,021	0,017	0,5503	121.286	1,23	0,017	0,55	1,21	0,000	0,0200	2%	
59	0,141												
60	0,176	0,021	0,017	0,8610	151.708	3,60	0,016	0,86	3,53	0,001	0,0700	2%	
61	0,176	0,021	0,017	0,8612	151.743	3,60	0,016	0,86	3,53	0,001	0,0700	2%	
62	0,141	0,021	0,016	1,3449	189.631	10,58	0,016	1,34	10,3	0,000	0,2800	3%	

Elemento	D (m)	Q (m3/s)	GESTAR					EPANET			DIFERENCIA f	DIFERENCIA CÁLCULO P. Carga UNITARIA (m/km)	Dif. 5 escenarios determinados
			f	V (m/s)	Re	P. Carga UNITARIA (m/km)	f	V (m/s)	P. Carga UNITARIA (m/km)				
63	0,176												
64	0,600	0,238	0,015	0,8418	505.080	0,91	0,013	0,84	0,79	0,002	0,1200	13%	
65	0,141												
66	0,600	0,238	0,015	0,8418	505.080	0,91	0,013	0,84	0,79	0,002	0,1200	13%	
67	0,600	0,238	0,015	0,8418	505.080	0,91	0,013	0,84	0,79	0,002	0,1200	13%	
68	0,220	0,063	0,014	1,6513	363.947	9,02	0,014	1,65	8,78	0,000	0,2400	3%	
69	0,220	0,063	0,014	1,6513	363.947	9,03	0,014	1,65	8,78	0,000	0,2500	3%	
70	0,220	0,014	0,019	0,3670	80.887	0,59	0,019	0,37	0,58	0,000	0,0100	2%	
71	0,220	0,049	0,015	1,2843	283.060	5,70	0,015	1,28	5,56	0,000	0,1400	2%	
72	0,220	0,049	0,015	1,2844	283.082	5,70	0,015	1,28	5,56	0,000	0,1400	2%	
73	0,220	0,039	0,016	1,0222	225.293	3,76	0,015	1,02	3,68	0,001	0,0800	2%	
74	0,141												
75	0,220	0,022	0,017	0,5766	127.083	1,33	0,017	0,58	1,31	0,000	0,0200	2%	
76	0,570	0,175	0,014	0,6858	390.906	0,59	0,014	0,69	0,58	0,000	0,0100	2%	
77	0,113												
78	0,570	0,175	0,014	0,6858	390.906	0,59	0,014	0,69	0,58	0,000	0,0100	2%	
79	0,407	0,064	0,016	0,4919	200.203	0,48	0,016	0,49	0,47	0,000	0,0100	2%	
80	0,176												
82	0,362	0,064	0,015	0,6225	225.221	0,84	0,015	0,62	0,83	0,000	0,0100	1%	

Elemento	D (m)	Q (m3/s)	GESTAR					EPANET				DIFERENCIA f	DIFERENCIA CÁLCULO P. Carga UNITARIA (m/km)	Dif. 5 escenarios determinados
			f	V (m/s)	Re	P. Carga UNITARIA (m/km)	f	V (m/s)	P. Carga UNITARIA (m/km)					
85	0,362	0,042	0,017	0,4037	146.059	0,39	0,017	0,4	0,38	0,000	0,0100	3%		
86	0,362	0,042	0,017	0,4037	146.059	0,39	0,017	0,4	0,38	0,000	0,0100	3%		
88	0,362	0,032	0,018	0,3064	110.856	0,23	0,018	0,31	0,23	0,000	0,0000	0%		
89	0,362	0,032	0,018	0,3064	110.856	0,24	0,018	0,31	0,23	0,000	0,0100	4%		
91	0,362	0,032	0,018	0,3064	110.856	0,24	0,018	0,31	0,23	0,000	0,0100	4%		
92	0,362	0,032	0,018	0,3064	110.856	0,23	0,018	0,31	0,23	0,000	0,0000	0%		
94	0,362	0,032	0,018	0,3064	110.856	0,23	0,018	0,31	0,23	0,000	0,0000	0%		
95	0,285	0,017	0,019	0,2586	73.701	0,23	0,019	0,26	0,23	0,000	0,0000	0%		
96	0,226	0,017	0,018	0,4105	92.855	0,70	0,018	0,41	0,69	0,000	0,0100	1%		
97	0,452	0,111	0,015	0,6911	312.515	0,78	0,014	0,69	0,77	0,001	0,0100	1%		
98	0,452	0,111	0,015	0,6911	312.515	0,78	0,014	0,69	0,77	0,001	0,0100	1%		
99	0,113	0,010	0,018	0,9973	112.695	8,03	0,018	1	7,85	0,000	0,1800	2%		
100	0,452	0,101	0,015	0,6289	284.389	0,66	0,015	0,63	0,65	0,000	0,0100	2%		
101	0,452	0,087	0,015	0,5417	244.957	0,50	0,015	0,54	0,5	0,000	0,0000	0%		
102	0,145	0,020	0,016	1,1874	171.698	8,18	0,016	1,19	7,98	0,000	0,2000	2%		
103	0,452	0,068	0,016	0,4203	190.060	0,32	0,016	0,42	0,31	0,000	0,0100	3%		
104	0,452	0,068	0,016	0,4203	190.060	0,32	0,016	0,42	0,31	0,000	0,0100	3%		
105	0,113													

	Elemento	D (m)	Q (m3/s)	GESTAR				EPANET				DIFERENCIA f	DIFERENCIA CÁLCULO P. Carga UNITARIA (m/km)	Dif. 5 escenarios determinados
				f	V (m/s)	Re	P. Carga UNITARIA (m/km)	f	V (m/s)	P. Carga UNITARIA (m/km)				
	106	0,407	0,068	0,016	0,5188	211.152	0,53	0,015	0,52	0,52	0,001	0,0100	2%	
	107	0,407	0,068	0,016	0,5188	211.152	0,53	0,015	0,52	0,52	0,001	0,0100	2%	
	108	0,145												
	109	0,407	0,068	0,016	0,5188	211.152	0,53	0,015	0,52	0,52	0,001	0,0100	2%	
	110	0,407	0,038	0,018	0,2882	117.297	0,18	0,017	0,29	0,18	0,001	0,0000	0%	
	111	0,145	0,021	0,016	1,2788	184.914	9,36	0,016	1,28	9,13	0,000	0,2300	2%	
	112	0,362	0,017	0,020	0,1605	58.069	0,07	0,020	0,16	0,07	0,000	0,0000	0%	
	113	0,362	0,017	0,020	0,1605	58.069	0,07	0,020	0,16	0,07	0,000	0,0000	0%	
	114	0,113												
	115	0,226	0,017	0,018	0,4106	92.878	0,70	0,018	0,41	0,69	0,000	0,0100	1%	
	673	0,600	0,238	0,015	0,8418	505.080	0,91	0,013	0,84	0,79	0,002	0,1200	13%	
	732	0,220	0,039	0,016	1,0222	225.293	3,76	0,015	1,02	3,68	0,001	0,0800	2%	
	752	0,176	0,022	0,017	0,9022	158.968	3,92	0,016	0,9	3,84	0,001	0,0800	2%	
	792	0,407	0,064	0,016	0,4919	200.203	0,48	0,016	0,49	0,47	0,000	0,0100	2%	
	802	0,441	0,184	0,013	1,2057	531.473	2,23	0,013	1,21	2,18	0,000	0,0500	2%	
822	0,362	0,064	0,015	0,6225	225.221	0,84	0,015	0,62	0,83	0,000	0,0100	1%		
ESCENARI 03	1	0,600	0,557	0,014	1,9700	1.182.000	4,66	0,011	1,9700	3,73	0,003	0,93	20%	
	2	0,141	0,012	0,018	0,7687	108.387	3,84	0,018	0,77	3,77	0,000	0,07	2%	
	3	0,110	0,012	0,017	1,2581	138.643	12,61	0,017	1,26	12,28	0,000	0,33	3%	
	4	0,110												
	5	0,494	0,189	0,013	0,9835	485.849	1,34	0,013	0,98	1,32	0,000	0,02	1%	

	Elemento	D (m)	Q (m ³ /s)	GESTAR				EPANET				DIFERENCIA f	DIFERENCIA CÁLCULO P. Carga UNITARIA (m/km)	Dif. 5 escenarios determinados
				f	V (m/s)	Re	P. Carga UNITARIA (m/km)	f	V (m/s)	P. Carga UNITARIA (m/km)				
	6	0,441	0,153	0,014	0,9993	440.491	1,58	0,013	1	1,55	0,001	0,03	2%	
	7	0,441	0,153	0,014	0,9993	440.491	1,58	0,013	1	1,55	0,001	0,03	2%	
	8	0,441	0,130	0,014	0,8486	374.063	1,17	0,014	0,85	1,15	0,000	0,02	2%	
	9	0,110												
	10	0,441	0,130	0,014	0,8486	374.063	1,17	0,014	0,85	1,15	0,000	0,02	2%	
	11	0,362	0,067	0,015	0,6517	235.785	0,92	0,015	0,65	0,9	0,000	0,02	2%	
	12	0,362	0,067	0,015	0,6517	235.785	0,92	0,015	0,65	0,9	0,000	0,02	2%	
	13	0,145												
	14	0,362	0,067	0,015	0,6517	235.785	0,92	0,015	0,65	0,9	0,000	0,02	2%	
	15	0,145												
	16	0,362	0,067	0,015	0,6517	235.785	0,92	0,015	0,65	0,9	0,000	0,02	2%	
	17	0,285	0,067	0,015	1,0503	299.336	2,90	0,014	1,05	2,85	0,001	0,05	2%	
	18	0,145												
	19	0,285	0,067	0,015	1,0503	299.336	2,90	0,014	1,05	2,85	0,001	0,05	2%	
	20	0,285	0,054	0,015	0,8465	241.253	1,96	0,015	0,85	1,93	0,000	0,03	2%	
	21	0,285	0,040	0,016	0,6192	176.472	1,11	0,016	0,62	1,1	0,000	0,01	1%	
	22	0,145												
	23	0,285	0,040	0,016	0,6192	176.472	1,11	0,016	0,62	1,1	0,000	0,01	1%	
	24	0,285	0,040	0,016	0,6192	176.472	1,11	0,016	0,62	1,1	0,000	0,01	1%	
	25	0,113												
	26	0,285	0,040	0,016	0,6192	176.472	1,11	0,016	0,62	1,1	0,000	0,01	1%	

	Elemento	D (m)	Q (m3/s)	GESTAR				EPANET				DIFERENCIA f	DIFERENCIA CÁLCULO P. Carga UNITARIA (m/km)	Dif. 5 escenarios determinados
				f	V (m/s)	Re	P. Carga UNITARIA (m/km)	f	V (m/s)	P. Carga UNITARIA (m/km)				
	27	0,113												
	28	0,285	0,040	0,016	0,6192	176.472	1,11	0,016	0,62	1,1	0,000	0,01	1%	
	29	0,285	0,019	0,019	0,2900	82.650	0,28	0,019	0,29	0,28	0,000	0	0%	
	30	0,113												
	31	0,226	0,019	0,018	0,4605	104.165	0,86	0,018	0,46	0,85	0,000	0,01	1%	
	32	0,226	0,019	0,018	0,4603	104.120	0,86	0,018	0,46	0,85	0,000	0,01	1%	
	33	0,113												
	34	0,362	0,063	0,016	0,6079	219.938	0,81	0,015	0,61	0,8	0,001	0,01	1%	
	35	0,145												
	36	0,362	0,063	0,016	0,6079	219.938	0,81	0,015	0,61	0,8	0,001	0,01	1%	
	37	0,362	0,048	0,016	0,4669	168.924	0,50	0,016	0,47	0,49	0,000	0,01	2%	
	38	0,181												
	39	0,285	0,048	0,016	0,7524	214.434	1,58	0,015	0,75	1,56	0,001	0,02	1%	
	40	0,285	0,048	0,016	0,7524	214.434	1,58	0,015	0,75	1,56	0,001	0,02	1%	
	41	0,145	0,021	0,016	1,2788	184.914	9,36	0,016	1,28	9,13	0,000	0,23	2%	
	42	0,285	0,027	0,017	0,4232	120.612	0,56	0,017	0,42	0,55	0,000	0,01	2%	
	43	0,285	0,027	0,017	0,4232	120.612	0,56	0,017	0,42	0,55	0,000	0,01	2%	
	44	0,145												
	45	0,285	0,027	0,017	0,4232	120.612	0,56	0,017	0,42	0,55	0,000	0,01	2%	
	46	0,226	0,011	0,020	0,2737	61.911	0,34	0,02	0,27	0,34	0,000	0	0%	
	47	0,113												

	Elemento	D (m)	Q (m ³ /s)	GESTAR				EPANET				DIFERENCIA f	DIFERENCIA CÁLCULO P. Carga UNITARIA (m/km)	Dif. 5 escenarios determinados
				f	V (m/s)	Re	P. Carga UNITARIA (m/km)	f	V (m/s)	P. Carga UNITARIA (m/km)				
	48	0,226	0,011	0,020	0,2739	61.956	0,34	0,02	0,27	0,34	0,000	0	0%	
	49	0,181	0,011	0,019	0,4281	77.400	0,99	0,019	0,43	0,98	0,000	0,01	1%	
	50	0,113	0,011	0,018	1,0970	123.961	9,54	0,017	1,1	9,31	0,001	0,23	2%	
	51	0,113												
	52	0,600	0,357	0,015	1,2609	756.540	1,97	0,012	1,26	1,65	0,003	0,32	16%	
	53	0,600	0,336	0,015	1,1866	711.960	1,75	0,012	1,19	1,48	0,003	0,27	15%	
	54	0,176												
	55	0,110												
	56	0,220	0,079	0,014	2,0577	453.517	13,52	0,013	2,06	13,09	0,001	0,43	3%	
	57	0,220	0,052	0,015	1,3631	300.427	6,35	0,014	1,36	6,2	0,001	0,15	2%	
	58	0,220	0,052	0,015	1,3631	300.427	6,35	0,014	1,36	6,2	0,001	0,15	2%	
	59	0,141												
	60	0,176	0,052	0,014	2,1328	375.799	18,85	0,014	2,1300	18,2	0,000	0,65	3%	
	61	0,176	0,026	0,016	1,0665	187.917	5,31	0,016	1,07	5,19	0,000	0,12	2%	
	62	0,141												
	63	0,176	0,026	0,016	1,0663	187.882	5,31	0,016	1,07	5,19	0,000	0,12	2%	
	64	0,600	0,257	0,015	0,9090	545.400	1,05	0,013	0,91	0,91	0,002	0,14	13%	
	65	0,141	0,021	0,016	1,3129	185.119	10,13	0,016	1,31	9,86	0,000	0,27	3%	
	66	0,600	0,237	0,015	0,8364	501.840	0,90	0,013	0,84	0,78	0,002	0,12	13%	
	67	0,600	0,237	0,015	0,8364	501.840	0,90	0,013	0,84	0,78	0,002	0,12	13%	
	68	0,220	0,038	0,016	0,9829	216.631	3,50	0,015	0,98	3,43	0,001	0,07	2%	

	Elemento	D (m)	Q (m3/s)	GESTAR				EPANET				DIFERENCIA f	DIFERENCIA CÁLCULO P. Carga UNITARIA (m/km)	Dif. 5 escenarios determinados
				f	V (m/s)	Re	P. Carga UNITARIA (m/km)	f	V (m/s)	P. Carga UNITARIA (m/km)				
	69	0,220	0,038	0,016	0,9830	216.653	3,50	0,015	0,98	3,43	0,001	0,07	2%	
	70	0,220	0,014	0,019	0,3670	80.887	0,59	0,019	0,37	0,59	0,000	0	0%	
	71	0,220	0,024	0,017	0,6160	135.766	1,50	0,017	0,62	1,48	0,000	0,02	1%	
	72	0,220	0,024	0,017	0,6160	135.766	1,50	0,017	0,62	1,48	0,000	0,02	1%	
	73	0,220	0,024	0,017	0,6160	135.766	1,50	0,017	0,62	1,48	0,000	0,02	1%	
	74	0,141	0,024	0,016	1,5050	212.205	12,99	0,015	1,51	12,62	0,001	0,37	3%	
	75	0,220												
	76	0,570	0,180	0,014	0,7034	400.938	0,61	0,014	0,7	0,61	0,000	0	0%	
	77	0,113	0,014	0,017	1,3962	157.771	14,78	0,016	1,4	14,36	0,001	0,42	3%	
	78	0,570	0,166	0,014	0,6486	369.702	0,53	0,014	0,65	0,52	0,000	0,01	2%	
	79	0,407	0,064	0,016	0,4881	198.657	0,47	0,016	0,49	0,47	0,000	0	0%	
	80	0,176												
	82	0,362	0,042	0,017	0,4037	146.059	0,39	0,017	0,4	0,38	0,000	0,01	3%	
	85	0,362	0,042	0,017	0,4037	146.059	0,39	0,017	0,4	0,38	0,000	0,01	3%	
	86	0,362	0,017	0,020	0,1605	58.069	0,07	0,02	0,16	0,07	0,000	0	0%	
	88	0,362	0,017	0,020	0,1605	58.069	0,07	0,02	0,16	0,07	0,000	0	0%	
	89	0,362	0,017	0,020	0,1605	58.069	0,07	0,02	0,16	0,07	0,000	0	0%	

Elemento	D (m)	Q (m3/s)	GESTAR					EPANET				DIFERENCIA Cálculo P. Carga UNITARIA (m/km)	Dif. 5 escenarios determinados
			f	V (m/s)	Re	P. Carga UNITARIA (m/km)	f	V (m/s)	P. Carga UNITARIA (m/km)	DIFERENCIA f			
91	0,362	0,017	0,020	0,1605	58.069	0,07	0,02	0,16	0,07	0,000	0	0%	
92	0,362	0,017	0,020	0,1605	58.069	0,07	0,02	0,16	0,07	0,000	0	0%	
94	0,362	0,017	0,020	0,1605	58.069	0,07	0,02	0,16	0,07	0,000	0	0%	
95	0,285	0,017	0,019	0,2586	73.701	0,23	0,019	0,26	0,23	0,000	0	0%	
96	0,226												
97	0,452	0,102	0,015	0,6351	287.192	0,67	0,015	0,64	0,66	0,000	0,01	1%	
98	0,452	0,102	0,015	0,6351	287.192	0,67	0,015	0,64	0,66	0,000	0,01	1%	
99	0,113												
100	0,452	0,102	0,015	0,6351	287.192	0,67	0,015	0,64	0,66	0,000	0,01	1%	
101	0,452	0,102	0,015	0,6351	287.192	0,67	0,015	0,64	0,66	0,000	0,01	1%	
102	0,145	0,020	0,016	1,1874	171.698	8,19	0,016	1,19	7,98	0,000	0,21	3%	
103	0,452	0,083	0,015	0,5137	232.295	0,46	0,015	0,51	0,45	0,000	0,01	2%	
104	0,452	0,083	0,015	0,5137	232.295	0,46	0,015	0,51	0,45	0,000	0,01	2%	
105	0,113	0,020	0,016	1,9443	219.706	27,06	0,015	1,94	26,11	0,001	0,95	4%	
106	0,407	0,063	0,016	0,4842	197.069	0,47	0,016	0,48	0,46	0,000	0,01	2%	
107	0,407	0,045	0,017	0,3459	140.781	0,25	0,017	0,35	0,25	0,000	0	0%	
108	0,145	0,021	0,016	1,2788	184.914	9,36	0,016	1,28	9,13	0,000	0,23	2%	
109	0,407	0,024	0,019	0,1845	75.092	0,08	0,019	0,18	0,08	0,000	0	0%	
110	0,407	0,024	0,019	0,1845	75.092	0,08	0,019	0,18	0,08	0,000	0	0%	
111	0,145												

	Elemento	D (m)	Q (m3/s)	GESTAR				EPANET				DIFERENCIA f	DIFERENCIA CÁLCULO P. Carga UNITARIA (m/km)	Dif. 5 escenarios determinados
				f	V (m/s)	Re	P. Carga UNITARIA (m/km)	f	V (m/s)	P. Carga UNITARIA (m/km)				
	112	0,362	0,024	0,019	0,2334	84.444	0,14	0,019	0,23	0,14	0,000	0	0%	
	113	0,362	0,024	0,019	0,2334	84.444	0,14	0,019	0,23	0,14	0,000	0	0%	
	114	0,113												
	115	0,226												
	673	0,600	0,217	0,015	0,7675	460.500	0,76	0,013	0,77	0,67	0,002	0,09	11,8%	
	732	0,220				0								
	752	0,176				0								
	792	0,407	0,064	0,016	0,4881	198.657	0,47	0,016	0,49	0,47	0,000	0	0%	
	802	0,441	0,130	0,014	0,8486	374.063	1,17	0,014	0,85	1,15	0,000	0,02	2%	
	822	0,362	0,042	0,017	0,4037	146.059	0,39	0,017	0,4	0,38	0,000	0,01	3%	
ESCENARIO 4	1	0,600	0,527	0,014	1,8621	1.117.260	4,18	0,011	1,86	3,37	0,003	0,81	19%	
	2	0,141	0,012	0,018	0,7685	108.359	3,84	0,018	0,77	3,77	0,000	0,07	2%	
	3	0,110	0,012	0,017	1,2582	138.654	12,61	0,017	1,26	12,28	0,000	0,33	3%	
	4	0,110				0								
	5	0,494	0,268	0,013	1,3983	690.760	2,56	0,012	1,4	2,5	0,001	0,06	2%	
	6	0,441	0,232	0,013	1,5203	670.148	3,41	0,012	1,52	3,33	0,001	0,08	2%	
	7	0,441	0,232	0,013	1,5203	670.148	3,41	0,012	1,52	3,33	0,001	0,08	2%	
	8	0,441	0,232	0,013	1,5203	670.148	3,41	0,012	1,52	3,33	0,001	0,08	2%	
	9	0,110				0								
	10	0,441	0,232	0,013	1,5203	670.148	3,41	0,012	1,52	3,33	0,001	0,08	2%	
	11	0,362	0,134	0,014	1,2985	469.797	3,22	0,013	1,3	3,16	0,001	0,06	2%	

Elemento	D (m)	Q (m ³ /s)	GESTAR					EPANET			DIFERENCIA f	DIFERENCIA CÁLCULO P. Carga UNITARIA (m/km)	Dif. 5 escenarios determinados
			f	V (m/s)	Re	P. Carga UNITARIA (m/km)	f	V (m/s)	P. Carga UNITARIA (m/km)				
12	0,362	0,134	0,014	1,2985	469.797	3,23	0,013	1,3	3,16	0,001	0,07	2%	
13	0,145					0							
14	0,362	0,134	0,014	1,2985	469.797	3,22	0,013	1,3	3,16	0,001	0,06	2%	
15	0,145					0							
16	0,362	0,134	0,014	1,2985	469.797	3,22	0,013	1,3	3,16	0,001	0,06	2%	
17	0,285	0,134	0,013	2,0927	596.420	10,28	0,013	2,09	9,97	0,000	0,31	3%	
18	0,145					0							
19	0,285	0,134	0,013	2,0927	596.420	10,28	0,013	2,09	9,97	0,000	0,31	3%	
20	0,285	0,134	0,013	2,0927	596.420	10,28	0,013	2,09	9,97	0,000	0,31	3%	
21	0,285	0,119	0,013	1,8654	531.639	8,32	0,013	1,87	8,08	0,000	0,24	3%	
22	0,145	0,016	0,017	0,9743	140.884	5,71	0,017	0,97	5,59	0,000	0,12	2%	
23	0,285	0,103	0,014	1,6146	460.161	6,38	0,013	1,61	6,22	0,001	0,16	3%	
24	0,285	0,081	0,014	1,2697	361.865	4,11	0,014	1,27	4,02	0,000	0,09	2%	
25	0,113	0,014	0,017	1,3962	157.771	14,78	0,016	1,4	14,36	0,001	0,42	3%	
26	0,285	0,067	0,015	1,0503	299.336	2,90	0,014	1,05	2,85	0,001	0,05	2%	
27	0,113	0,014	0,017	1,396	157.748	14,78	0,016	1,4	14,36	0,001	0,42	3%	
28	0,285	0,053	0,015	0,8308	236.778	1,89	0,015	0,83	1,86	0,000	0,03	2%	
29	0,285	0,053	0,015	0,8308	236.778	1,90	0,015	0,83	1,86	0,000	0,04	2%	
30	0,113					0							
31	0,226	0,053	0,015	1,3189	298.335	5,80	0,014	1,32	5,66	0,001	0,14	2%	
32	0,226	0,035	0,016	0,8586	194.215	2,65	0,016	0,86	2,6	0,000	0,05	2%	

	Elemento	D (m)	Q (m3/s)	GESTAR				EPANET			DIFERENCIA f	DIFERENCIA CÁLCULO P. Carga UNITARIA (m/km)	Dif. 5 escenarios determinados
				f	V (m/s)	Re	P. Carga UNITARIA (m/km)	f	V (m/s)	P. Carga UNITARIA (m/km)			
	33	0,113	0,016	0,016	1,5954	180.280	18,85	0,016	1,6	18,27	0,000	0,58	3%
	34	0,362	0,099	0,014	0,9581	346.641	1,85	0,014	0,96	1,82	0,000	0,03	2%
	35	0,145				0							
	36	0,362	0,099	0,014	0,9581	346.641	1,85	0,014	0,96	1,82	0,000	0,03	2%
	37	0,362	0,099	0,014	0,9581	346.641	1,85	0,014	0,96	1,82	0,000	0,03	2%
	38	0,181	0,024	0,016	0,9348	169.012	4,05	0,016	0,93	3,97	0,000	0,08	2%
	39	0,285	0,075	0,014	1,1679	332.852	3,53	0,014	1,17	3,45	0,000	0,08	2%
	40	0,285	0,060	0,015	0,9405	268.043	2,37	0,015	0,94	2,33	0,000	0,04	2%
	41	0,145				0							
	42	0,285	0,060	0,015	0,9406	268.071	2,37	0,015	0,94	2,33	0,000	0,04	2%
	43	0,285	0,028	0,017	0,4311	122.864	0,58	0,017	0,43	0,57	0,000	0,01	2%
	44	0,145				0							
	45	0,285	0,028	0,017	0,4311	122.864	0,58	0,017	0,43	0,57	0,000	0,01	2%
	46	0,226	0,028	0,017	0,6844	154.811	1,76	0,016	0,68	1,73	0,001	0,03	2%
	47	0,113	0,017	0,016	1,6453	185.919	19,94	0,016	1,65	19,31	0,000	0,63	3%
	48	0,226	0,011	0,020	0,2738	61.934	0,34	0,02	0,27	0,34	0,000	0	0%
	49	0,181				0							
	50	0,113				0							
	51	0,113				0							
	52	0,600	0,247	0,015	0,8718	523.080	0,97	0,013	0,87	0,84	0,002	0,13	13%
	53	0,600	0,247	0,015	0,8718	523.080	0,97	0,013	0,87	0,84	0,002	0,13	13%

Elemento	D (m)	Q (m ³ /s)	GESTAR					EPANET				DIFERENCIA f	DIFERENCIA CÁLCULO P. Carga UNITARIA (m/km)	Dif. 5 escenarios determinados
			f	V (m/s)	Re	P. Carga UNITARIA (m/km)	f	V (m/s)	P. Carga UNITARIA (m/km)					
54	0,176				0									
55	0,110				0									
56	0,220	0,026	0,017	0,6815	150.203	1,80	0,017	0,68	1,77	0,000	0,03	2%		
57	0,220	0,026	0,017	0,6814	150.181	1,80	0,017	0,68	1,77	0,000	0,03	2%		
58	0,220	0,026	0,017	0,6815	150.203	1,80	0,017	0,68	1,77	0,000	0,03	2%		
59	0,141				0									
60	0,176	0,026	0,016	1,0662	187.864	5,31	0,016	1,07	5,19	0,000	0,12	2%		
61	0,176				0									
62	0,141				0									
63	0,176				0									
64	0,600	0,221	0,015	0,7799	467.940	0,79	0,013	0,78	0,69	0,002	0,1	13%		
65	0,141				0									
66	0,600	0,221	0,015	0,7799	467.940	0,79	0,013	0,78	0,69	0,002	0,1	13%		
67	0,600	0,221	0,015	0,7799	467.940	0,79	0,013	0,78	0,69	0,002	0,1	13%		
68	0,220	0,046	0,015	1,1926	262.849	4,98	0,015	1,19	4,86	0,000	0,12	2%		
69	0,220	0,046	0,015	1,1926	262.849	4,98	0,015	1,19	4,86	0,000	0,12	2%		
70	0,220				0									
71	0,220	0,046	0,015	1,1926	262.849	4,98	0,015	1,19	4,87	0,000	0,11	2%		
72	0,220	0,046	0,015	1,1925	262.827	4,98	0,015	1,19	4,86	0,000	0,12	2%		
73	0,220	0,036	0,016	0,9305	205.082	3,17	0,016	0,93	3,11	0,000	0,06	2%		
74	0,141				0									

	Elemento	D (m)	Q (m3/s)	GESTAR				EPANET				DIFERENCIA f	DIFERENCIA CÁLCULO P. Carga UNITARIA (m/km)	Dif. 5 escenarios determinados
				f	V (m/s)	Re	P. Carga UNITARIA (m/km)	f	V (m/s)	P. Carga UNITARIA (m/km)				
	75	0,220	0,019	0,018	0,4849	106.872	0,97	0,018	0,48	0,96	0,000	0,01	1%	
	76	0,570	0,156	0,014	0,6094	347.358	0,47	0,014	0,61	0,47	0,000	0	0%	
	77	0,113	0,014	0,017	1,396	157.748	14,78	0,016	1,4	14,36	0,001	0,42	3%	
	78	0,570	0,142	0,014	0,5545	316.065	0,40	0,014	0,55	0,39	0,000	0,01	3%	
	79	0,407	0,081	0,015	0,6188	251.852	0,72	0,015	0,62	0,71	0,000	0,01	1%	
	80	0,176				0								
						0								
	82	0,362	81,130	0,016	0,569	205.864	0,72	0,016	0,57	0,71	0,000	0,01	1%	
						0								
						0								
	85	0,362	84,130	0,017	0,3502	126.702	0,30	0,017	0,35	0,3	0,000	0	0%	
	86	0,362	85,130	0,017	0,3502	126.702	0,30	0,017	0,35	0,29	0,000	0,01	3%	
						0								
	88	0,362	87,130	0,017	0,3502	126.702	0,30	0,017	0,35	0,3	0,000	0	0%	
	89	0,362	88,130	0,017	0,3502	126.702	0,30	0,017	0,35	0,29	0,000	0,01	3%	
						0								
	91	0,362	90,130	0,017	0,3502	126.702	0,30	0,017	0,35	0,29	0,000	0,01	3%	
	92	0,362	91,130	0,020	0,1848	66.861	0,09	0,02	0,18	0,09	0,000	0	0%	
	94	0,362				0								
	95	0,285				0								
	96	0,226				0								

Elemento	D (m)	Q (m3/s)	GESTAR					EPANET				DIFERENCIA f	DIFERENCIA CÁLCULO P. Carga UNITARIA (m/km)	Dif. 5 escenarios determinados
			f	V (m/s)	Re	P. Carga UNITARIA (m/km)	f	V (m/s)	P. Carga UNITARIA (m/km)					
97	0,452	95,130	0,016	0,3798	171.746	0,26	0,016	0,38	0,26	0,000	0	0%		
98	0,452	96,130	0,016	0,3798	171.746	0,26	0,016	0,38	0,26	0,000	0	0%		
99	0,113				0									
100	0,452	98,130	0,016	0,3798	171.746	0,27	0,016	0,38	0,26	0,000	0,01	4%		
101	0,452	99,130	0,017	0,2926	132.314	0,16	0,017	0,29	0,16	0,000	0	0%		
102	0,145				0									
103	0,452	101,130	0,017	0,2926	132.314	0,17	0,017	0,29	0,16	0,000	0,01	6%		
104	0,452	102,130	0,019	0,1868	84.471	0,07	0,019	0,19	0,07	0,000	0	0%		
105	0,113				0									
106	0,407	104,130	0,018	0,2306	93.854	0,12	0,018	0,23	0,12	0,000	0	0%		
107	0,407	105,130	0,018	0,2306	93.854	0,12	0,018	0,23	0,12	0,000	0	0%		
108	0,145				0									
109	0,407	107,130	0,018	0,2306	93.854	0,12	0,018	0,23	0,12	0,000	0	0%		
110	0,407	108,130	0,018	0,2306	93.854	0,12	0,018	0,23	0,12	0,000	0	0%		
111	0,145				0									
112	0,362	110,130	0,018	0,2918	105.573	0,21	0,018	0,29	0,21	0,000	0	0%		
113	0,362				0									
114	0,113				0									
115	0,226				0									
673	0,600	114,130	0,015	0,7109	426.540	0,66	0,014	0,71	0,58	0,001	0,08	12,1%		
732	0,220	115,130	0,016	0,9305	205.082	3,17	0,016	0,93	3,11	0,000	0,06	2%		

	Elemento	D (m)	Q (m3/s)	GESTAR				EPANET				DIFERENCIA f	DIFERENCIA CÁLCULO P. Carga UNITARIA (m/km)	Dif. 5 escenarios determinados
				f	V (m/s)	Re	P. Carga UNITARIA (m/km)	f	V (m/s)	P. Carga UNITARIA (m/km)				
	752	0,176				0								
	792	0,407	117,130	0,015	0,6188	251.852	0,72	0,015	0,62	0,71	0,000	0,01	1%	
	802	0,441	118,130	0,013	1,5203	670.148	3,41	0,012	1,52	3,33	0,001	0,08	2%	
	822	0,362	119,130	0,016	0,569	205864,2	0,72	0,016	0,57	0,71	0,000	0,01	1%	
ESCENARIO 5	1	0,600	0,570	0,014	2,0159	1.209.540	4,88	0,011	2,02	3,9	0,003	0,98	20%	
	2	0,141				0								
	3	0,110				0								
	4	0,110				0								
	5	0,494	0,264	0,013	1,3747	679.102	2,48	0,012	1,37	2,43	0,001	0,05	2%	
	6	0,441	0,228	0,013	1,4907	657.101	3,29	0,013	1,49	3,22	0,000	0,07	2%	
	7	0,441	0,192	0,013	1,2548	553.116	2,40	0,013	1,25	2,35	0,000	0,05	2%	
	8	0,441	0,169	0,013	1,1041	486.687	1,89	0,013	1,1	1,86	0,000	0,03	2%	
	9	0,110	0,014	0,017	1,4679	161.763	16,70	0,016	1,47	16,2	0,001	0,5	3%	
	10	0,441	0,155	0,014	1,0123	446.222	1,62	0,013	1,01	1,59	0,001	0,03	2%	
	11	0,362	0,098	0,014	0,9484	343.131	1,81	0,014	0,95	1,78	0,000	0,03	2%	
	12	0,362	0,098	0,014	0,9484	343.131	1,82	0,014	0,95	1,78	0,000	0,04	2%	
	13	0,145				0								
	14	0,362	0,098	0,014	0,9484	343.131	1,81	0,014	0,95	1,78	0,000	0,03	2%	
	15	0,145				0								
	16	0,362	0,098	0,014	0,9484	343.131	1,81	0,014	0,95	1,78	0,000	0,03	2%	
	17	0,285	0,051	0,015	0,7994	227.829	1,77	0,015	0,8	1,74	0,000	0,03	2%	

Elemento	D (m)	Q (m ³ /s)	GESTAR					EPANET			DIFERENCIA f	DIFERENCIA CÁLCULO P. Carga UNITARIA (m/km)	Dif. 5 escenarios determinados
			f	V (m/s)	Re	P. Carga UNITARIA (m/km)	f	V (m/s)	P. Carga UNITARIA (m/km)				
18	0,145				0								
19	0,285	0,051	0,015	0,7994	227.829	1,77	0,015	0,8	1,74	0,000	0,03	2%	
20	0,285	0,038	0,016	0,5957	169.775	1,04	0,016	0,6	1,02	0,000	0,02	2%	
21	0,285	0,038	0,016	0,5957	169.775	1,04	0,016	0,6	1,02	0,000	0,02	2%	
22	0,145	0,016	0,017	0,9743	140.884	5,71	0,017	0,97	5,59	0,000	0,12	2%	
23	0,285	0,022	0,018	0,3449	98.297	0,39	0,018	0,34	0,38	0,000	0,01	3%	
24	0,285				0								
25	0,113				0								
26	0,285				0								
27	0,113				0								
28	0,285				0								
29	0,285				0								
30	0,113				0								
31	0,226				0								
32	0,226				0								
33	0,113				0								
34	0,362	0,057	0,016	0,5543	200.546	0,68	0,016	0,55	0,67	0,000	0,01	1%	
35	0,145				0								
36	0,362	0,057	0,016	0,5543	200.546	0,68	0,016	0,55	0,67	0,000	0,01	1%	
37	0,362	0,043	0,017	0,4133	149.532	0,40	0,017	0,41	0,4	0,000	0	0%	
38	0,181				0								

	Elemento	D (m)	Q (m3/s)	GESTAR				EPANET				DIFERENCIA f	DIFERENCIA CÁLCULO P. Carga UNITARIA (m/km)	Dif. 5 escenarios determinados
				f	V (m/s)	Re	P. Carga UNITARIA (m/km)	f	V (m/s)	P. Carga UNITARIA (m/km)				
	39	0,285	0,043	0,016	0,6661	189.839	1,27	0,016	0,67	1,25	0,000	0,02	2%	
	40	0,285	0,043	0,016	0,666	189.810	1,27	0,016	0,67	1,25	0,000	0,02	2%	
	41	0,145				0								
	42	0,285	0,043	0,016	0,6661	189.839	1,27	0,016	0,67	1,25	0,000	0,02	2%	
	43	0,285	0,043	0,016	0,6661	189.839	1,27	0,016	0,67	1,25	0,000	0,02	2%	
	44	0,145				0								
	45	0,285	0,043	0,016	0,6661	189.839	1,27	0,016	0,67	1,25	0,000	0,02	2%	
	46	0,226	0,043	0,015	1,0574	239.184	3,87	0,015	1,06	3,8	0,000	0,07	2%	
	47	0,113	0,017	0,016	1,6453	185.919	19,94	0,016	1,65	19,31	0,000	0,63	3%	
	48	0,226	0,026	0,017	0,6467	146.284	1,59	0,017	0,65	1,56	0,000	0,03	2%	
	49	0,181	0,026	0,016	1,0125	183.060	4,68	0,016	1,01	4,59	0,000	0,09	2%	
	50	0,113	0,011	0,018	1,0967	123.927	9,54	0,017	1,1	9,31	0,001	0,23	2%	
	51	0,113	0,015	0,017	1,4958	169.025	16,76	0,016	1,5	16,26	0,001	0,5	3%	
	52	0,600	0,307	0,015	1,084	650.400	1,47	0,013	1,08	1,25	0,002	0,22	15%	
	53	0,600	0,307	0,015	1,084	650.400	1,47	0,013	1,08	1,25	0,002	0,22	15%	
	54	0,176	0,022	0,017	0,9022	158.968	3,92	0,016	0,9	3,84	0,001	0,08	2%	
	55	0,110	0,022	0,016	2,3066	254.187	38,15	0,015	2,31	36,63	0,001	1,52	4%	
	56	0,220	0,047	0,015	1,2321	271.555	5,28	0,015	1,23	5,16	0,000	0,12	2%	
	57	0,220	0,047	0,015	1,232	271.533	5,28	0,015	1,23	5,16	0,000	0,12	2%	
	58	0,220	0,047	0,015	1,232	271.533	5,28	0,015	1,23	5,16	0,000	0,12	2%	
	59	0,141												

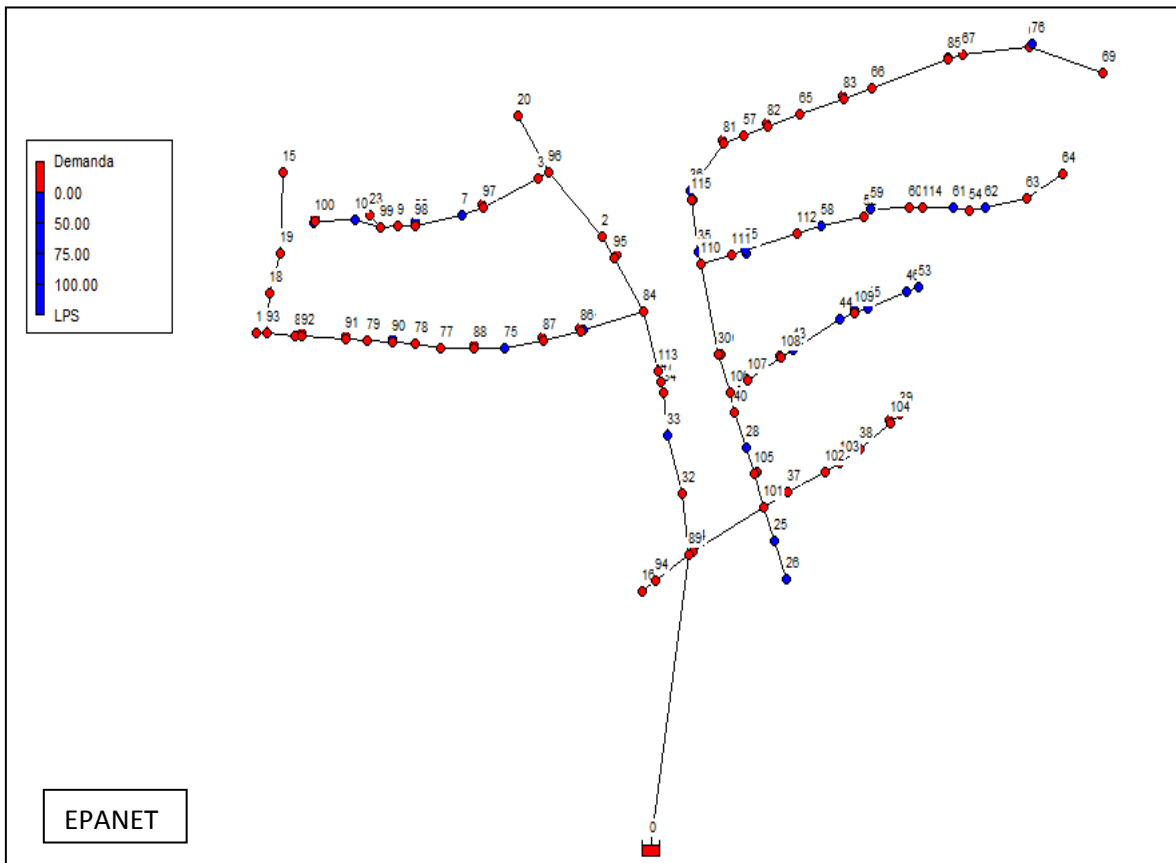
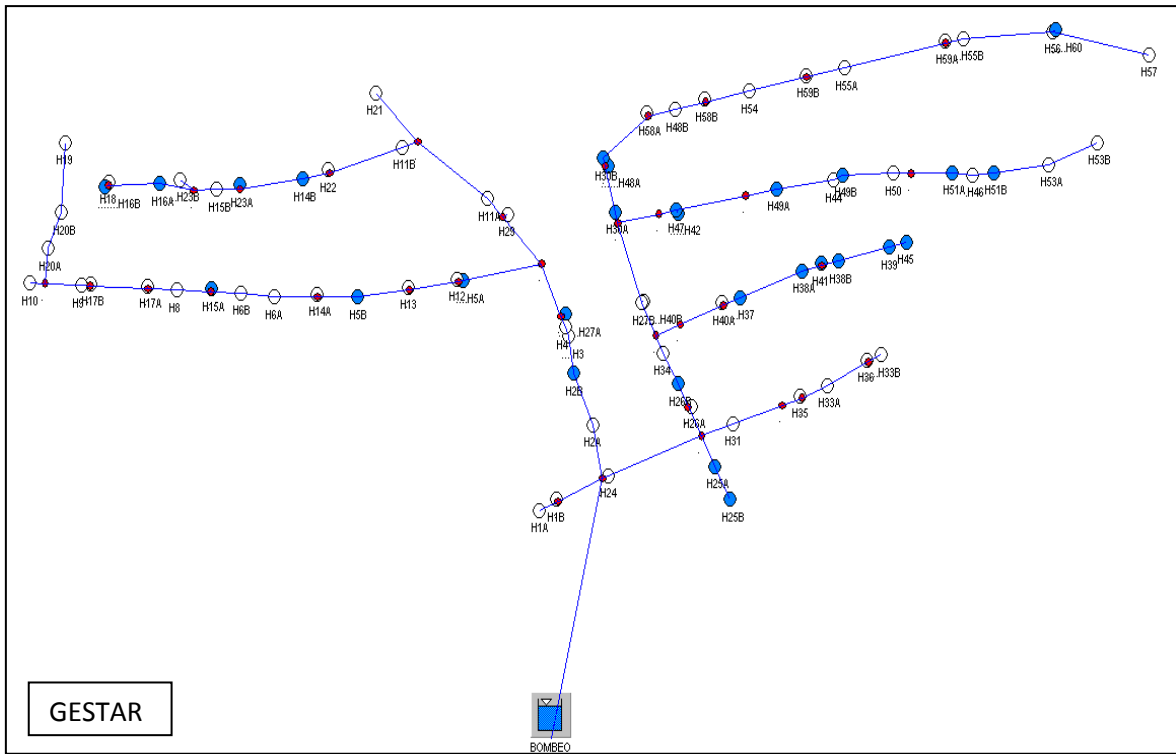
	Elemento	D (m)	Q (m3/s)	GESTAR				EPANET				DIFERENCIA f	DIFERENCIA CÁLCULO P. Carga UNITARIA (m/km)	Dif. 5 escenarios determinados
				f	V (m/s)	Re	P. Carga UNITARIA (m/km)	f	V (m/s)	P. Carga UNITARIA (m/km)				
	60	0,176	0,047	0,015	1,9276	339.643	15,65	0,014	1,93	15,15	0,001	0,5	3%	
	61	0,176	0,021	0,017	0,8612	151.743	3,60	0,016	0,86	3,53	0,001	0,07	2%	
	62	0,141	0,021	0,016	1,3449	189.631	10,58	0,016	1,34	10,3	0,000	0,28	3%	
	63	0,176												
	64	0,600	0,238	0,015	0,84	504.000	0,91	0,013	0,84	0,79	0,002	0,12	13%	
	65	0,141												
	66	0,600	0,238	0,015	0,84	504.000	0,91	0,013	0,84	0,79	0,002	0,12	13%	
	67	0,600	0,238	0,015	0,84	504.000	0,91	0,013	0,84	0,79	0,002	0,12	13%	
	68	0,220	0,056	0,015	1,4546	320.594	7,15	0,014	1,45	6,97	0,001	0,18	3%	
	69	0,220	0,056	0,015	1,4546	320.594	7,16	0,014	1,45	6,97	0,001	0,19	3%	
	70	0,220												
	71	0,220	0,056	0,015	1,4546	320.594	7,15	0,014	1,45	6,97	0,001	0,18	3%	
	72	0,220	0,056	0,015	1,4545	320.572	7,16	0,014	1,45	6,97	0,001	0,19	3%	
	73	0,220	0,046	0,015	1,1925	262.827	4,98	0,015	1,19	4,86	0,000	0,12	2%	
	74	0,141	0,024	0,016	1,505	212.205	12,99	0,015	1,51	12,62	0,001	0,37	3%	
	75	0,220	0,022	0,017	0,5766	127.083	1,33	0,017	0,58	1,31	0,000	0,02	2%	
	76	0,570	0,182	0,014	0,7132	406.524	0,63	0,014	0,71	0,62	0,000	0,01	2%	
	77	0,113												
	78	0,570	0,182	0,014	0,7132	406.524	0,63	0,014	0,71	0,62	0,000	0,01	2%	
	79	0,407	0,064	0,016	0,4919	200.203	0,48	0,016	0,49	0,47	0,000	0,01	2%	
	80	0,176												

Elemento	D (m)	Q (m ³ /s)	GESTAR					EPANET				DIFERENCIA f	DIFERENCIA CÁLCULO P. Carga UNITARIA (m/km)	Dif. 5 escenarios determinados
			f	V (m/s)	Re	P. Carga UNITARIA (m/km)	f	V (m/s)	P. Carga UNITARIA (m/km)					
82	0,362	0,064	0,015	0,6225	225.221	0,84	0,015	0,62	0,83	0,000	0,01	1%		
85	0,362	0,042	0,017	0,4037	146.059	0,39	0,017	0,4	0,38	0,000	0,01	3%		
86	0,362	0,042	0,017	0,4037	146.059	0,39	0,017	0,4	0,38	0,000	0,01	3%		
88	0,362	0,032	0,018	0,3064	110.856	0,23	0,018	0,31	0,23	0,000	0	0%		
89	0,362	0,032	0,018	0,3064	110.856	0,24	0,018	0,31	0,23	0,000	0,01	4%		
91	0,362	0,032	0,018	0,3064	110.856	0,23	0,018	0,31	0,23	0,000	0	0%		
92	0,362	0,032	0,018	0,3064	110.856	0,23	0,018	0,31	0,23	0,000	0	0%		
94	0,362	0,032	0,018	0,3064	110.856	0,23	0,018	0,31	0,23	0,000	0	0%		
95	0,285	0,017	0,019	0,2586	73.701	0,23	0,019	0,26	0,23	0,000	0	0%		
96	0,226													
97	0,452	0,118	0,014	0,7347	332.231	0,87	0,014	0,73	0,86	0,000	0,01	1%		
98	0,452	0,118	0,014	0,7347	332.231	0,87	0,014	0,73	0,86	0,000	0,01	1%		
99	0,113													
100	0,452	0,118	0,014	0,7347	332.231	0,87	0,014	0,73	0,86	0,000	0,01	1%		
101	0,452	0,104	0,015	0,6476	292.845	0,69	0,014	0,65	0,69	0,001	0	0%		
102	0,145	0,020	0,016	1,1874	171.698	8,18	0,016	1,19	7,98	0,000	0,2	2%		

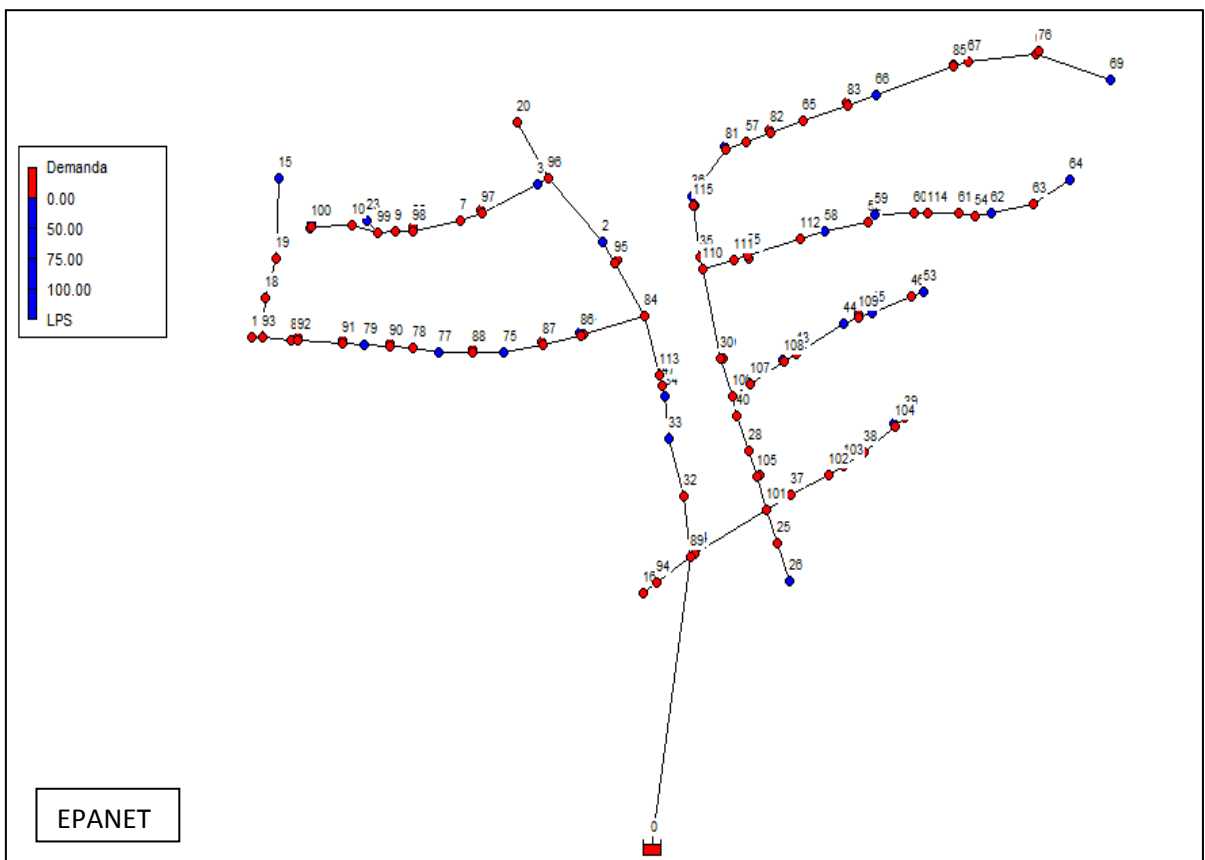
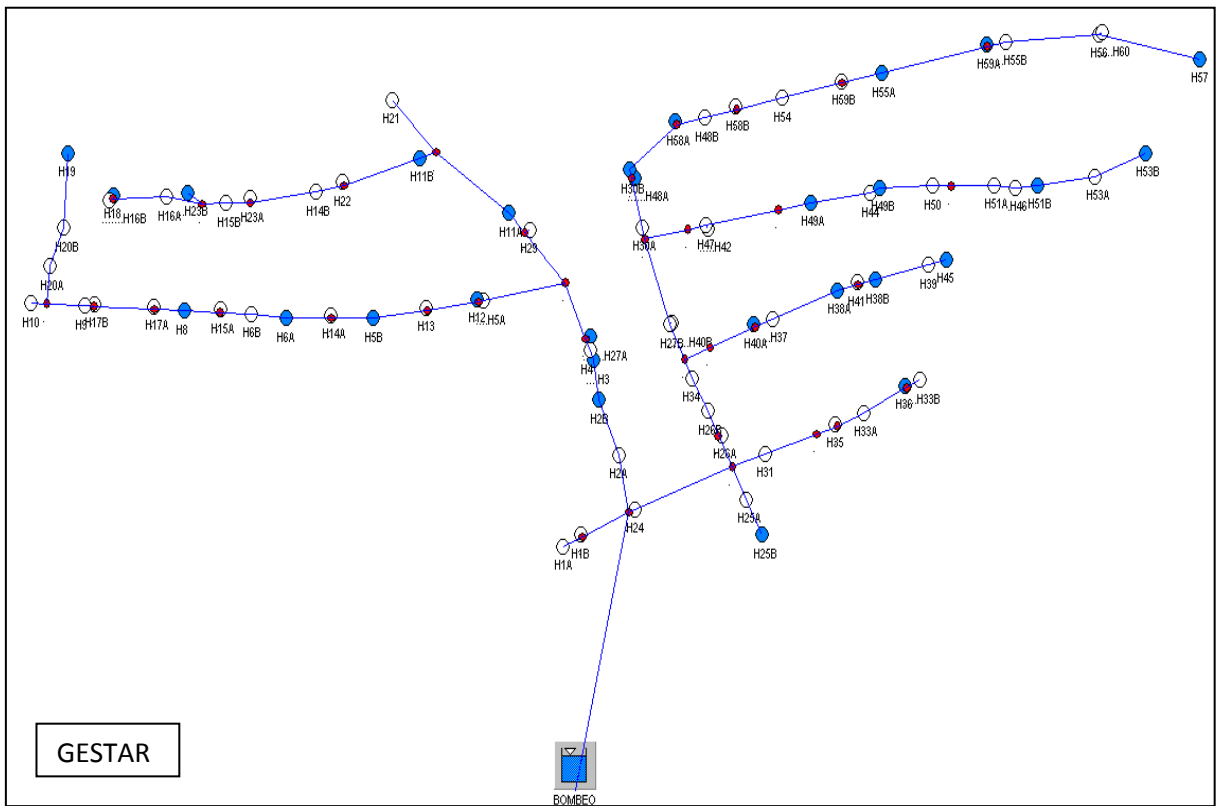
Elemento	D (m)	Q (m3/s)	GESTAR					EPANET				DIFERENCIA CÁLCULO P. Carga UNITARIA (m/km)	Dif. 5 escenarios determinados
			f	V (m/s)	Re	P. Carga UNITARIA (m/km)	f	V (m/s)	P. Carga UNITARIA (m/km)	DIFERENCIA f			
103	0,452	0,085	0,015	0,5261	237.902	0,48	0,015	0,53	0,47	0,000	0,01	2%	
104	0,452	0,068	0,016	0,4203	190.060	0,32	0,016	0,42	0,31	0,000	0,01	3%	
105	0,113												
106	0,407	0,068	0,016	0,5188	211.152	0,53	0,015	0,52	0,52	0,001	0,01	2%	
107	0,407	0,068	0,016	0,5188	211.152	0,53	0,015	0,52	0,52	0,001	0,01	2%	
108	0,145												
109	0,407	0,068	0,016	0,5188	211.152	0,53	0,015	0,52	0,52	0,001	0,01	2%	
110	0,407	0,068	0,016	0,5188	211.152	0,53	0,015	0,52	0,52	0,001	0,01	2%	
111	0,145	0,021	0,016	1,2788	184.914	9,37	0,016	1,28	9,13	0,000	0,24	3%	
112	0,362	0,047	0,016	0,4523	163.642	0,47	0,016	0,45	0,47	0,000	0	0%	
113	0,362	0,017	0,020	0,1605	58.069	0,07	0,02	0,16	0,07	0,000	0	0%	
114	0,113												
115	0,226	0,017	0,018	0,4105	92.855	0,70	0,018	0,41	0,69	0,000	0,01	1%	
673	0,600	0,238	0,015	0,84	504.000	0,91	0,013	0,84	0,79	0,002	0,12	13%	
732	0,220	0,022	0,017	0,5765	127.061	1,33	0,017	0,58	1,31	0,000	0,02	2%	
752	0,176	0,022	0,017	0,9022	158.968	3,92	0,016	0,9	3,84	0,001	0,08	2%	
792	0,407	0,064	0,016	0,4919	200.203	0,48	0,016	0,49	0,47	0,000	0,01	2%	
802	0,441	0,169	0,013	1,1041	486.687	1,89	0,013	1,1	1,86	0,000	0,03	2%	
822	0,362	0,064	0,015	0,6225	225.221	0,84	0,015	0,62	0,83	0,000	0,01	1%	

2. Estado de apertura/cierre de los hidrantes en los 5 escenarios

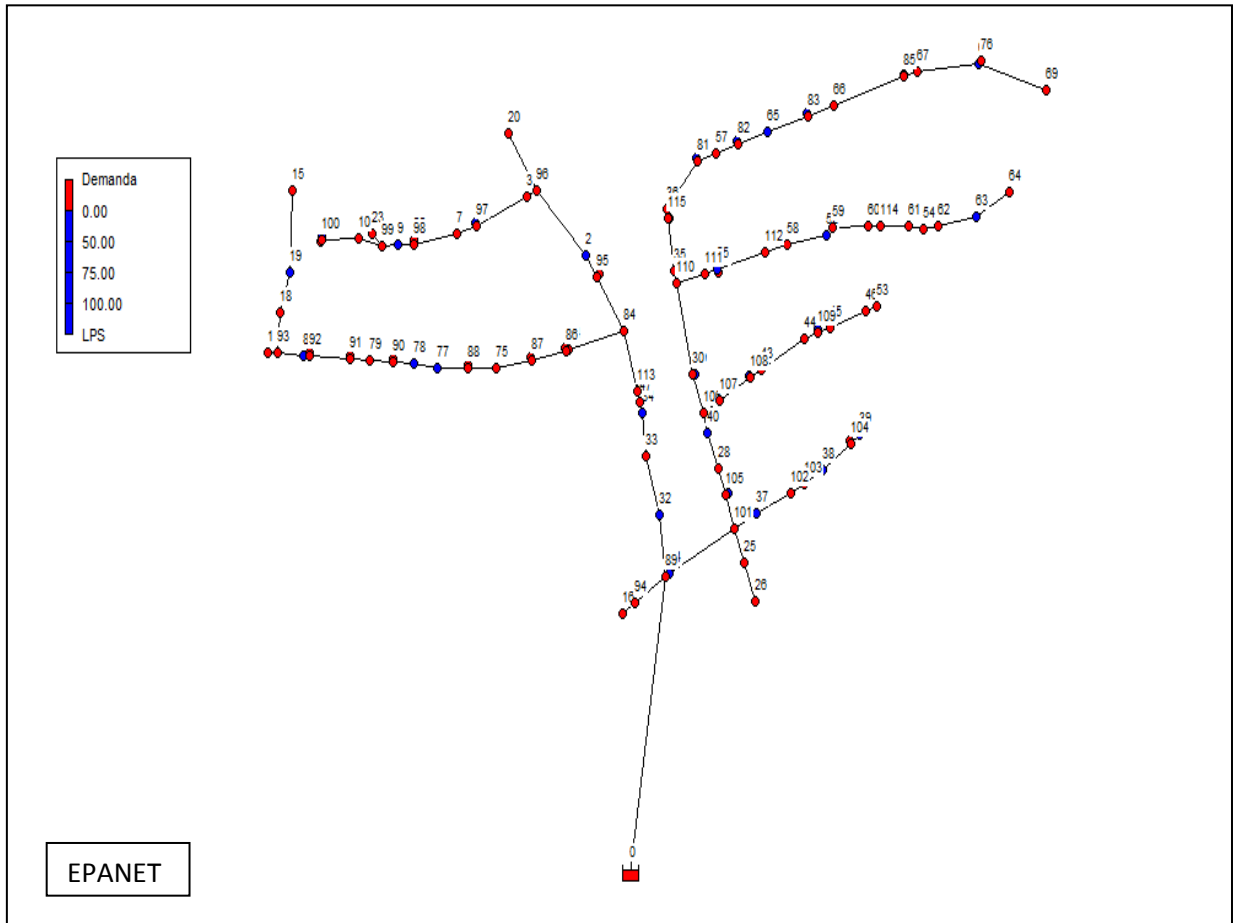
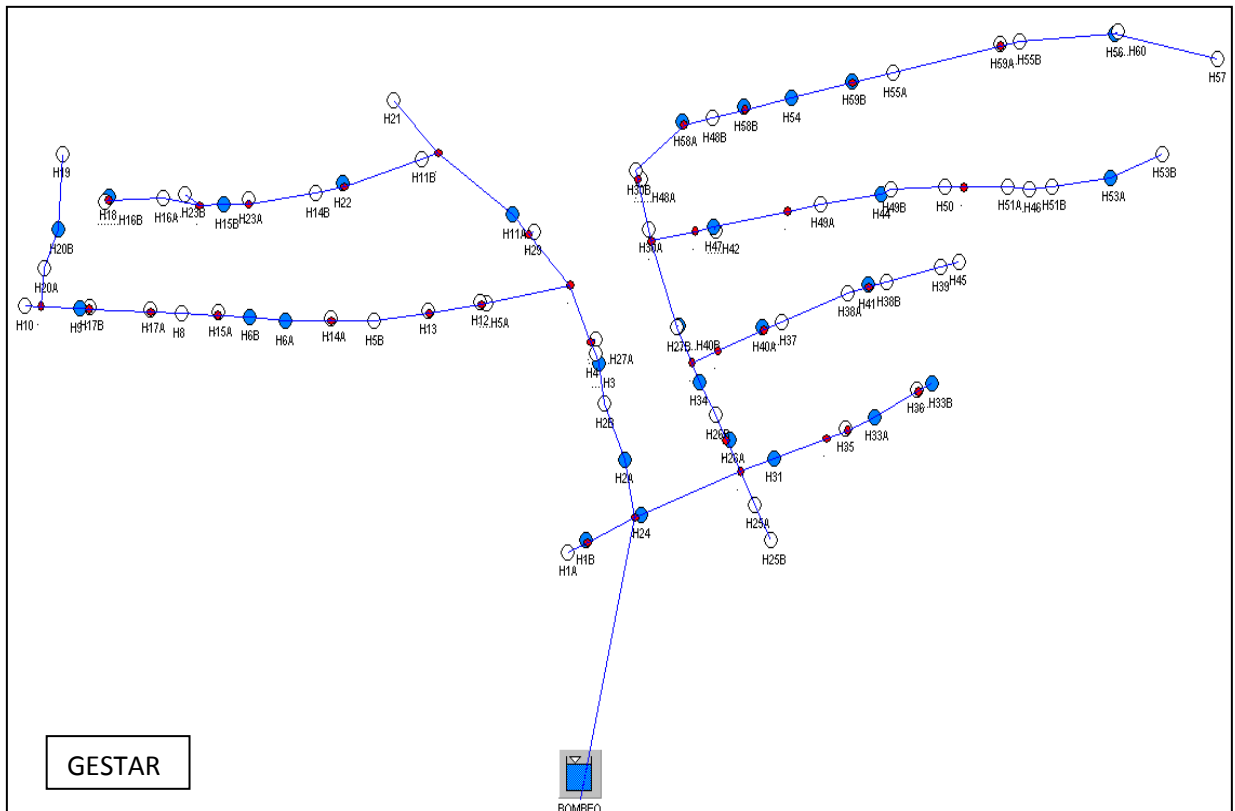
ESCENARIO 1



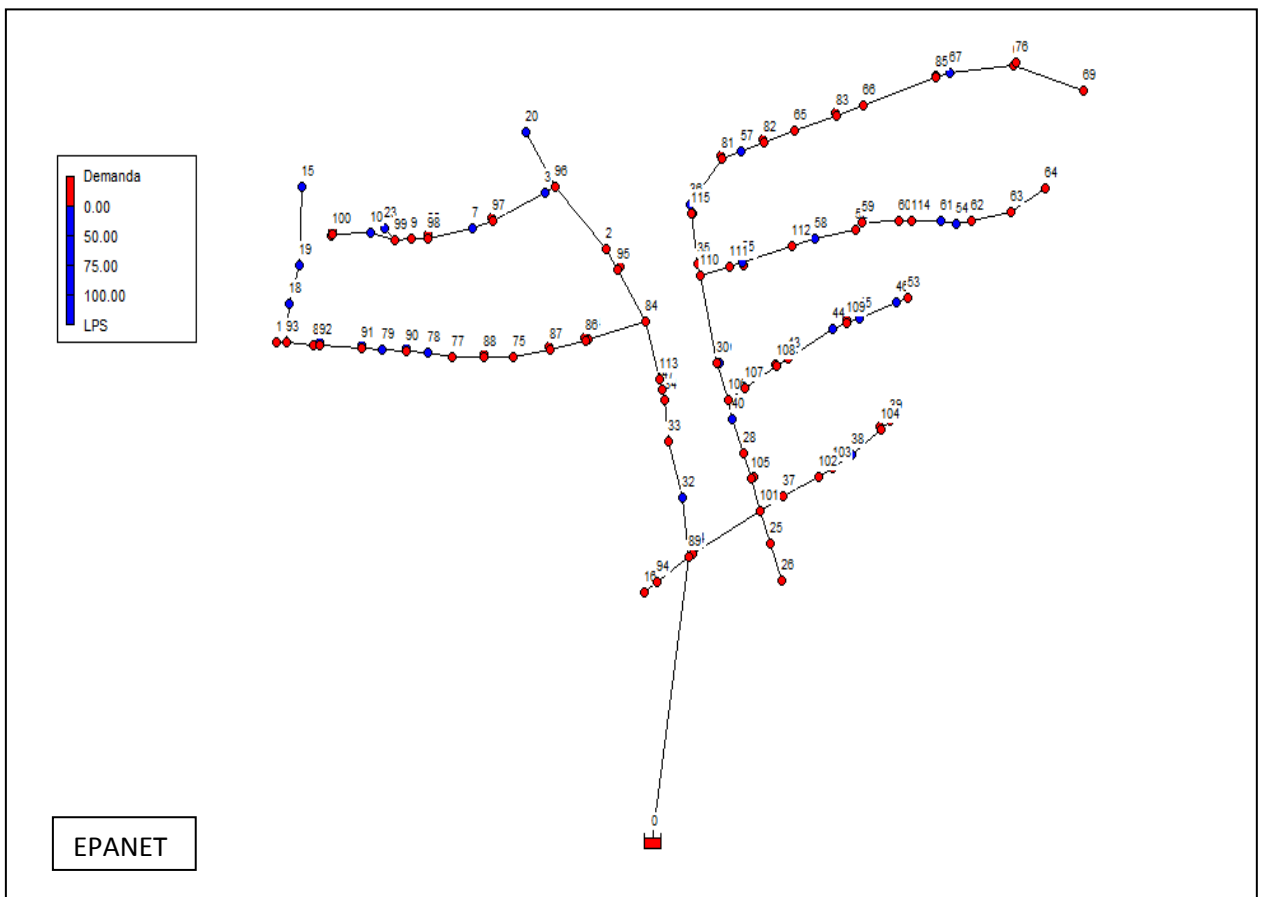
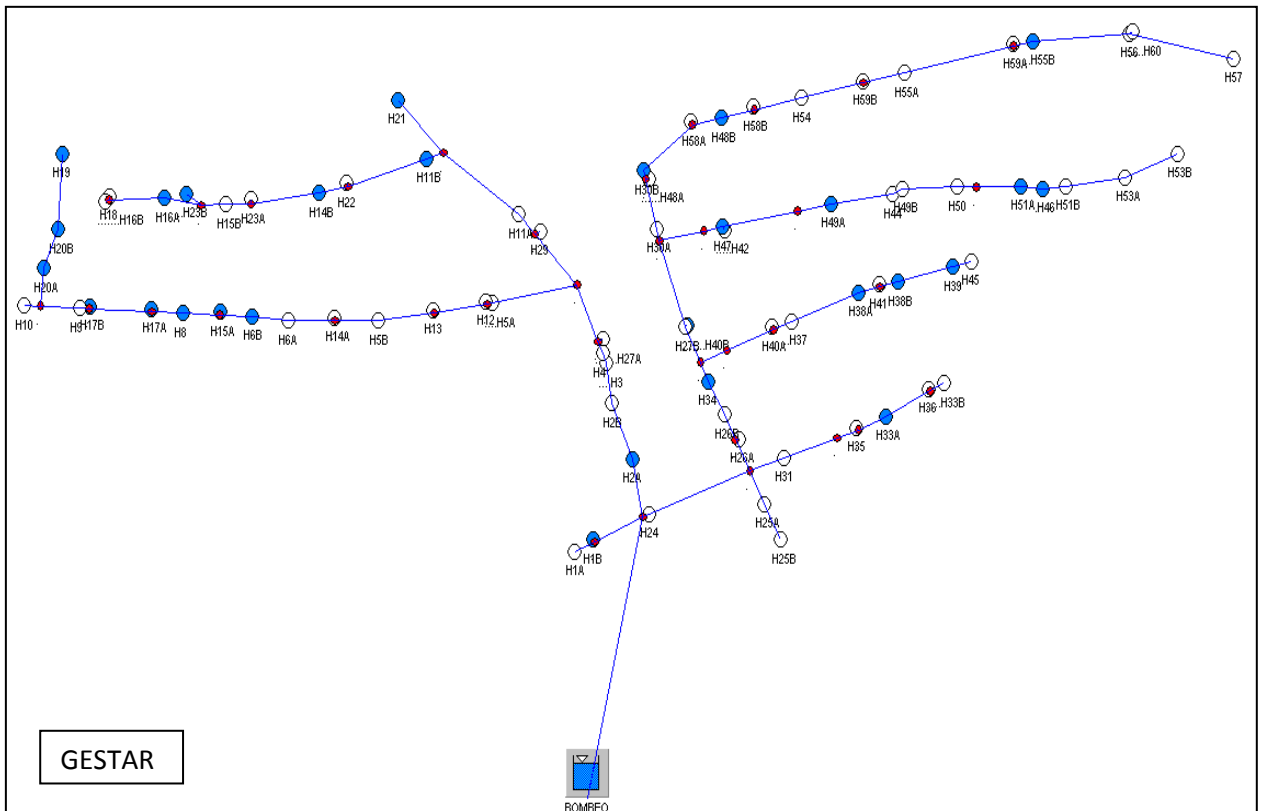
ESCENARIO 2



ESCENARIO 3



ESCENARIO 4



ESCENARIO 5

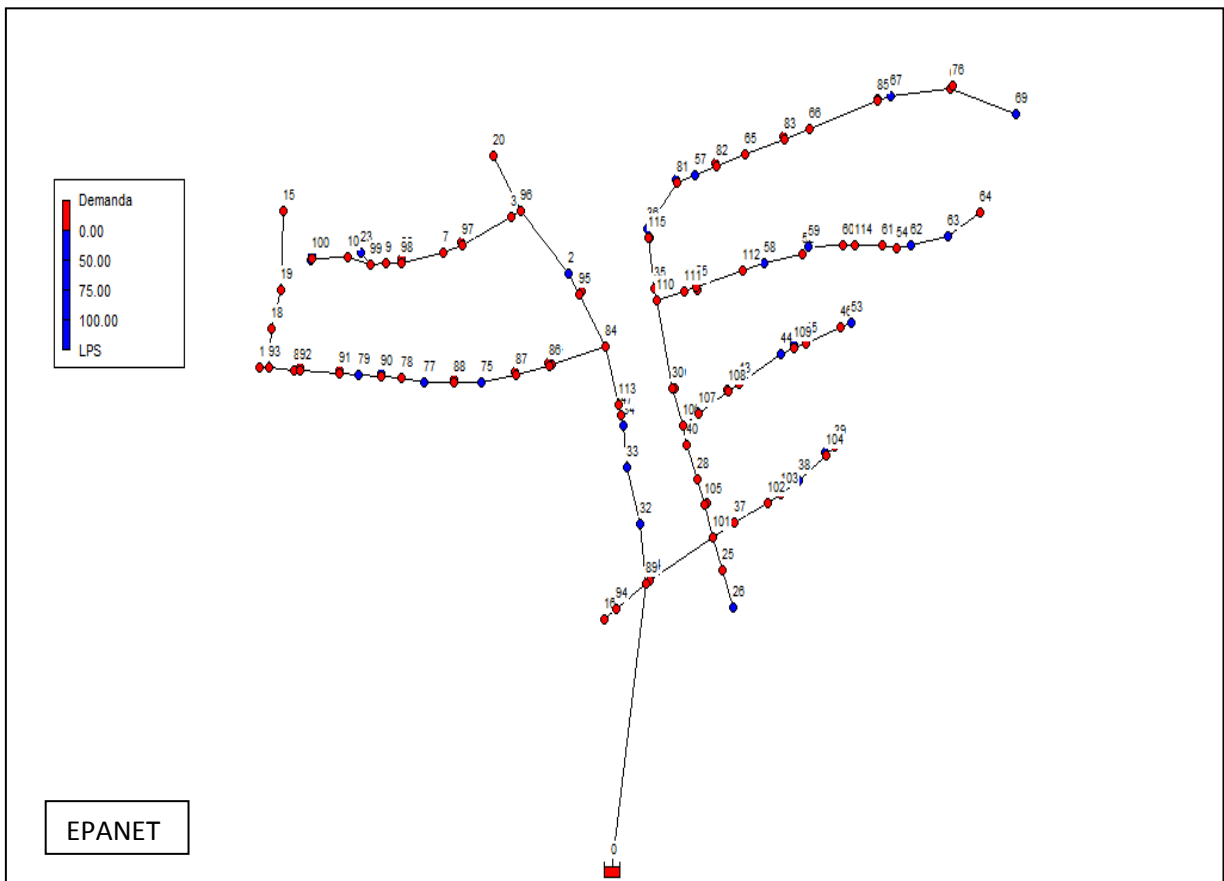
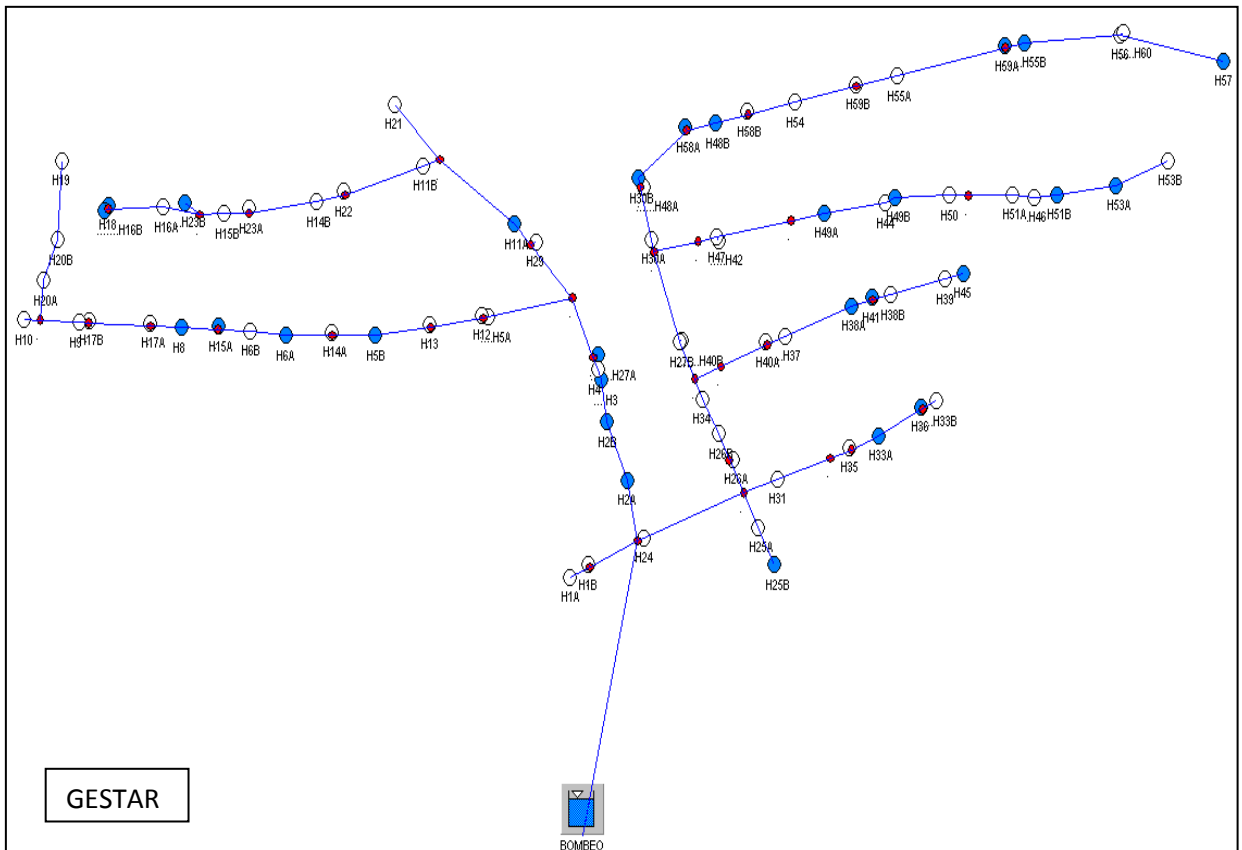


Tabla 28. Cálculos hidráulicos de la tubería de fundición dúctil obtenidos en los simuladores

Q (l/s)	v (m/s)	Re	H Gestar (m)	H Epanet (m)	Dif. Gestar - Epanet (m)	Dif.escenario tubería
20	0,07	42.000	0,01	0,01	0	0%
40	0,14	84.000	0,04	0,03	0,01	
60	0,21	126.000	0,07	0,07	0	0%
80	0,28	168.000	0,12	0,11	0,01	9%
100	0,35	210.000	0,19	0,16	0,03	
120	0,42	252.000	0,25	0,23	0,02	9%
140	0,5	300.000	0,34	0,3	0,04	13%
160	0,57	342.000	0,43	0,38	0,05	13%
180	0,64	384.000	0,54	0,47	0,07	15%
200	0,71	426.000	0,66	0,58	0,08	14%
220	0,78	468.000	0,79	0,68	0,11	16%
240	0,85	510.000	0,93	0,8	0,13	16%
260	0,92	552.000	1,08	0,93	0,15	16%
280	0,99	594.000	1,25	1,06	0,19	18%
300	1,06	636.000	1,41	1,2	0,21	18%
320	1,13	678.000	1,59	1,35	0,24	18%
340	1,2	720.000	1,79	1,51	0,28	19%
360	1,27	762.000	2	1,68	0,32	19%
380	1,34	804.000	2,22	1,85	0,37	20%
400	1,41	846.000	2,45	2,04	0,41	20%
420	1,49	894.000	2,69	2,23	0,46	21%
440	1,56	936.000	2,95	2,42	0,53	22%
460	1,63	978.000	3,21	2,63	0,58	22%
480	1,7	1.020.000	3,49	2,84	0,65	23%
500	1,77	1.062.000	3,78	3,06	0,72	24%
520	1,84	1.104.000	4,08	3,29	0,79	24%
540	1,91	1.146.000	4,39	3,53	0,86	24%
560	1,98	1.188.000	4,71	3,77	0,94	25%
580	2,05	1.230.000	5,04	4,02	1,02	25%
600	2,12	1.272.000	5,39	4,28	1,11	26%
620	2,19	1.314.000	5,74	4,55	1,19	26%
640	2,26	1.356.000	6,11	4,82	1,29	27%
660	2,33	1.398.000	6,49	5,1	1,39	27%

ANEXO 10. Prueba de campo

Tabla 29. Cálculos hidráulicos de los hidrantes obtenidos en Gestar

Nodo	Alt. Piez. (m.c.a)	Presión (m.c.a)	Consumo (m3/s)	Cota (m)	P.Consigna (m.c.a)	P.Margen (m.c.a)
0	488,80	102,80	-0,2834	386,0000	0,00	0,00
1	481,26	63,26	0	418,0000	55,00	8,26
2	483,47	61,47	0	422,0000	55,00	6,47
3	483,14	60,14	0	423,0000	55,00	5,14
4	482,54	60,54	0	422,0000	55,00	5,54
5	482,18	60,18	0	422,0000	55,00	5,18
6	481,13	59,13	0,0345	422,0000	56,00	3,13
7	482,78	60,78	0,0286	422,0000	56,00	4,78
8	481,31	60,31	0	421,0000	55,00	5,31
9	482,78	61,78	0	421,0000	55,00	6,78
10	482,78	61,78	0	421,0000	54,00	7,78
11	482,78	62,78	0	420,0000	55,00	7,78
12	481,26	61,26	0	420,0000	55,00	6,26
13	481,26	62,26	0	419,0000	55,00	7,26
14	482,78	62,78	0	420,0000	58,00	4,78
15	481,26	70,26	0	411,0000	55,00	15,26
16	487,32	86,32	0	401,0000	54,00	32,32
17	487,32	86,32	0	401,0000	54,00	32,32
18	481,26	62,26	0	419,0000	55,00	7,26
19	481,26	62,26	0	419,0000	55,00	7,26
20	482,32	56,32	0,0207	426,0000	55,00	1,32
21	482,80	60,80	0,0105	422,0000	54,00	6,80
22	482,78	62,78	0	420,0000	54,00	8,78
23	482,78	62,78	0	420,0000	54,00	8,78
24	487,32	87,32	0	400,0000	56,00	31,32
25	487,32	84,32	0	403,0000	54,00	30,32
26	487,32	84,32	0	403,0000	54,00	30,32
27	487,31	82,31	0	405,0000	55,00	27,31
28	487,31	79,31	0	408,0000	62,00	17,31
29	484,45	71,45	0	413,0000	54,00	17,45
30	487,31	70,31	0	417,0000	54,00	16,31
31	483,54	63,54	0	420,0000	55,00	8,54
32	486,68	83,68	0	403,0000	56,00	27,68
33	485,58	73,58	0	412,0000	56,00	17,58
34	484,68	69,68	0,0315	415,0000	58,00	11,68
35	487,31	63,31	0	424,0000	54,00	9,31
36	487,31	63,31	0	424,0000	54,00	9,31

Nodo	Alt. Piez. (m.c.a)	Presión (m.c.a)	Consumo (m3/s)	Cota (m)	P.Consigna (m.c.a)	P.Margen (m.c.a)
37	487,32	84,32	0	403,0000	55,00	29,32
38	487,32	82,32	0	405,0000	56,00	26,32
39	487,32	82,32	0	405,0000	55,00	27,32
40	487,31	75,31	0	412,0000	54,00	21,31
41	487,32	82,32	0	405,0000	57,00	25,32
42	487,32	81,32	0	406,0000	57,00	24,32
43	487,31	71,31	0	416,0000	55,00	16,31
44	487,31	69,31	0	418,0000	54,00	15,31
45	487,31	68,31	0	419,0000	54,00	14,31
46	487,31	68,31	0	419,0000	55,00	13,31
47	484,55	69,55	0,0283	415,0000	58,00	11,55
48	487,31	72,31	0	415,0000	57,00	15,31
49	487,31	70,31	0	417,0000	58,00	12,31
50	487,31	69,31	0	418,0000	56,00	13,31
51	487,31	62,31	0	425,0000	55,00	7,31
52	487,29	60,29	0	427,0000	54,00	6,29
53	487,31	68,31	0	419,0000	55,00	13,31
54	487,28	60,28	0	427,0000	54,00	6,28
55	487,31	62,31	0	425,0000	55,00	7,31
56	487,31	63,31	0	424,0000	55,00	8,31
57	487,31	61,31	0	426,0000	55,00	6,31
58	487,30	61,30	0	426,0000	54,00	7,30
59	487,29	60,29	0	427,0000	54,00	6,29
60	487,28	60,28	0	427,0000	55,00	5,28
61	487,28	61,28	0	426,0000	56,00	5,28
62	487,27	60,27	0	427,0000	56,00	4,27
63	487,26	62,26	0	425,0000	57,00	5,26
64	487,20	59,20	0,01	428,0000	56,00	3,20
65	487,31	60,31	0	427,0000	55,00	5,31
66	487,31	61,31	0	426,0000	55,00	6,31
67	487,31	59,31	0	428,0000	55,00	4,31
68	487,31	58,31	0	429,0000	55,00	3,31
69	487,31	57,31	0	430,0000	54,00	3,31
70	487,31	62,31	0	425,0000	55,00	7,31
71	487,31	61,31	0	426,0000	55,00	6,31
72	487,31	59,31	0	428,0000	55,00	4,31
73	487,31	60,31	0	427,0000	55,00	5,31
74	482,58	60,58	0,0473	422,0000	56,00	4,58
75	481,79	59,79	0,0482	422,0000	56,00	3,79
76	487,31	58,31	0	429,0000	54,00	4,31
77	481,42	59,42	0	422,0000	54,00	5,42
78	481,36	60,36	0	421,0000	54,00	6,36
79	481,26	61,26	0,0238	420,0000	54,00	7,26
80	481,26	63,26	0	418,0000	54,00	9,26

Nodo	Alt. Piez. (m.c.a)	Presión (m.c.a)	Consumo (m3/s)	Cota (m)	P.Consigna (m.c.a)	P.Margen (m.c.a)
81	487,31	62,31	0	425,0000	0,00	0,00
82	487,31	61,31	0	426,0000	0,00	0,00
83	487,31	60,31	0	427,0000	0,00	0,00
84	483,73	65,73	0	418,0000	0,00	0,00
85	487,31	59,31	0	428,0000	0,00	0,00
86	482,54	60,54	0	422,0000	0,00	0,00
87	482,18	60,18	0	422,0000	0,00	0,00
88	481,48	59,48	0	422,0000	0,00	0,00
89	487,32	87,32	0	400,0000	0,00	0,00
90	481,31	60,31	0	421,0000	0,00	0,00
91	481,26	61,26	0	420,0000	0,00	0,00
92	481,26	62,26	0	419,0000	0,00	0,00
93	481,26	64,26	0	417,0000	0,00	0,00
94	487,32	86,32	0	401,0000	0,00	0,00
95	483,54	63,54	0	420,0000	0,00	0,00
96	483,20	60,20	0	423,0000	0,00	0,00
97	482,84	60,84	0	422,0000	0,00	0,00
98	482,78	61,78	0	421,0000	0,00	0,00
99	482,78	62,78	0	420,0000	0,00	0,00
100	482,78	62,78	0	420,0000	0,00	0,00
101	487,32	85,32	0	402,0000	0,00	0,00
102	487,32	83,32	0	404,0000	0,00	0,00
103	487,32	83,32	0	404,0000	0,00	0,00
104	487,32	82,32	0	405,0000	0,00	0,00
105	487,31	82,31	0	405,0000	0,00	0,00
106	487,31	70,31	0	417,0000	0,00	0,00
107	487,31	69,31	0	418,0000	0,00	0,00
108	487,31	72,31	0	415,0000	0,00	0,00
109	487,31	68,31	0	419,0000	0,00	0,00
110	487,31	63,31	0	424,0000	0,00	0,00
111	487,31	62,31	0	425,0000	0,00	0,00
112	487,30	61,30	0	426,0000	0,00	0,00
113	484,45	69,45	0	415,0000	0,00	0,00
114	487,28	60,28	0	427,0000	0,00	0,00
115	487,31	63,31	0	424,0000	0,00	0,00

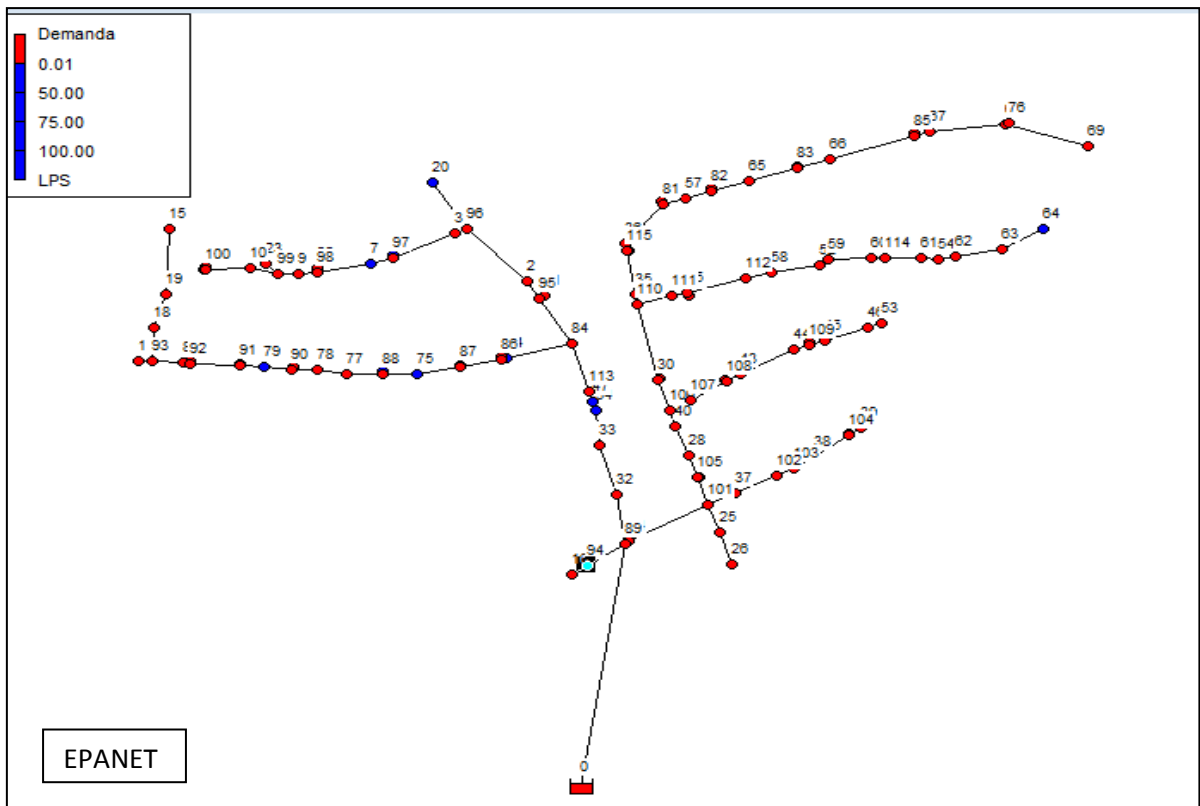
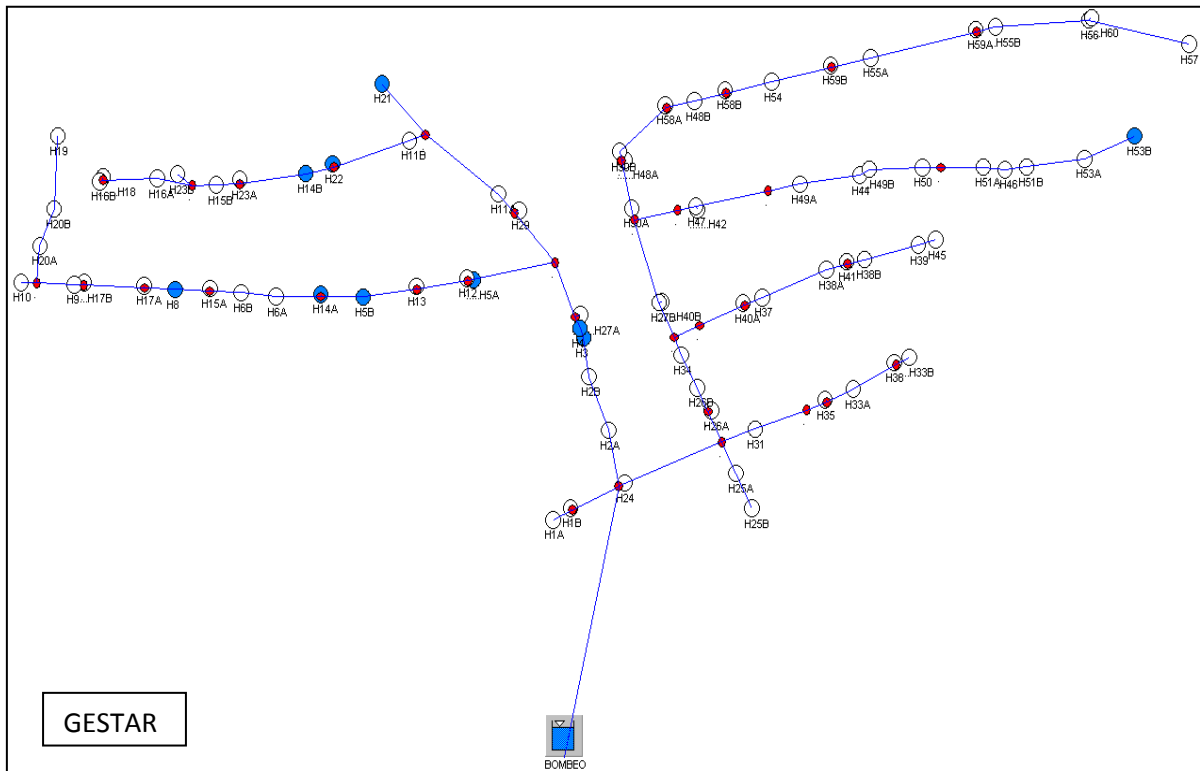
Tabla 30. Cálculos hidráulicos de los hidrantes obtenidos en Epanet

ID Nudo	Demanda (l/s)	Altura (m)	Presión (m)
Conexión 1	0.00	481.59	8.59
Conexión 10	0.00	483.08	8.08
Conexión 100	0.00	483.08	63.08
Conexión 101	0.00	487.52	85.52
Conexión 102	0.00	487.52	83.52
Conexión 103	0.00	487.52	83.52
Conexión 104	0.00	487.52	82.52
Conexión 105	0.00	487.52	82.52
Conexión 106	0.00	487.52	70.52
Conexión 107	0.00	487.52	69.52
Conexión 108	0.00	487.52	72.52
Conexión 109	0.00	487.52	68.52
Conexión 11	0.00	483.08	8.08
Conexión 110	0.00	487.52	63.52
Conexión 111	0.00	487.52	62.52
Conexión 112	0.00	487.51	61.51
Conexión 113	0.00	484.72	69.72
Conexión 114	0.00	487.49	60.49
Conexión 115	0.00	487.52	63.52
Conexión 12	0.00	481.59	6.59
Conexión 13	0.00	481.59	7.59
Conexión 14	0.00	483.08	5.08
Conexión 15	0.00	481.59	15.59
Conexión 16	0.00	487.52	32.52
Conexión 17	0.00	487.52	32.52
Conexión 18	0.00	481.59	7.59
Conexión 19	0.00	481.59	7.59
Conexión 2	0.00	483.76	6.76
Conexión 20	20.70	482.63	1.63
Conexión 21	10.50	483.10	7.10
Conexión 22	0.00	483.08	9.08
Conexión 23	0.00	483.08	9.08
Conexión 24	0.00	487.52	31.52
Conexión 25	0.00	487.52	30.52
Conexión 26	0.00	487.52	30.52
Conexión 27	0.00	487.52	27.52
Conexión 28	0.00	487.52	17.52
Conexión 29	0.00	484.72	17.72
Conexión 3	0.00	483.43	5.43
Conexión 30	0.00	487.52	16.52
Conexión 31	0.00	483.83	8.83

ID Nudo	Demanda (l/s)	Altura (m)	Presión (m)
Conexión 32	0.00	486.90	27.90
Conexión 33	0.00	485.82	17.82
Conexión 34	31.50	484.94	11.94
Conexión 35	0.00	487.52	9.52
Conexión 36	0.00	487.52	9.52
Conexión 37	0.00	487.52	29.52
Conexión 38	0.00	487.52	26.52
Conexión 39	0.00	487.52	27.52
Conexión 4	0.00	482.85	5.85
Conexión 40	0.00	487.52	21.52
Conexión 41	0.00	487.52	25.52
Conexión 42	0.00	487.52	24.52
Conexión 43	0.00	487.52	16.52
Conexión 44	0.00	487.52	15.52
Conexión 45	0.00	487.52	14.52
Conexión 46	0.00	487.52	13.52
Conexión 47	28.30	484.82	11.82
Conexión 48	0.00	487.52	15.52
Conexión 49	0.00	487.52	12.52
Conexión 5	0.00	482.50	5.50
Conexión 50	0.00	487.52	13.52
Conexión 51	0.00	487.52	7.52
Conexión 52	0.00	487.50	6.50
Conexión 53	0.00	487.52	13.52
Conexión 54	0.00	487.48	6.48
Conexión 55	0.00	487.52	7.52
Conexión 56	0.00	487.52	8.52
Conexión 57	0.00	487.52	6.52
Conexión 58	0.00	487.50	7.50
Conexión 59	0.00	487.49	6.49
Conexión 6	34.50	481.47	3.47
Conexión 60	0.00	487.49	5.49
Conexión 61	0.00	487.48	5.48
Conexión 62	0.00	487.48	4.48
Conexión 63	0.00	487.45	5.45
Conexión 64	10.80	487.39	3.39
Conexión 65	0.00	487.52	5.52
Conexión 66	0.00	487.52	6.52
Conexión 67	0.00	487.52	4.52
Conexión 68	0.00	487.52	3.52
Conexión 69	0.00	487.52	3.52
Conexión 7	28.60	483.08	5.08
Conexión 70	0.00	487.52	7.52
Conexión 71	0.00	487.52	6.52

ID Nudo	Demanda (l/s)	Altura (m)	Presión (m)
Conexión 72	0.00	487.52	4.52
Conexión 73	0.00	487.52	5.52
Conexión 74	47.30	482.89	4.89
Conexión 75	48.20	482.12	4.12
Conexión 76	0.00	487.52	4.52
Conexión 77	0.00	481.75	5.75
Conexión 78	0.00	481.69	6.69
Conexión 79	23.80	481.59	7.59
Conexión 8	0.00	481.65	5.65
Conexión 80	0.00	481.59	9.59
Conexión 81	0.00	487.52	62.52
Conexión 82	0.00	487.52	61.52
Conexión 83	0.00	487.52	60.52
Conexión 84	0.00	484.02	66.02
Conexión 85	0.00	487.52	59.52
Conexión 86	0.00	482.85	60.85
Conexión 87	0.00	482.50	60.50
Conexión 88	0.00	481.81	59.81
Conexión 89	0.00	487.52	87.52
Conexión 9	0.00	483.08	7.08
Conexión 90	0.00	481.65	60.65
Conexión 91	0.00	481.59	61.59
Conexión 92	0.00	481.59	62.59
Conexión 93	0.00	481.59	64.59
Conexión 94	0.00	487.52	86.52
Conexión 95	0.00	483.83	63.83
Conexión 96	0.00	483.50	60.50
Conexión 97	0.00	483.14	61.14
Conexión 98	0.00	483.08	62.08
Conexión 99	0.00	483.08	63.08
Embalse 0	-284.20	488.80	0.00

Figura 6. Estado apertura/cierre de los hidrantes en los simuladores



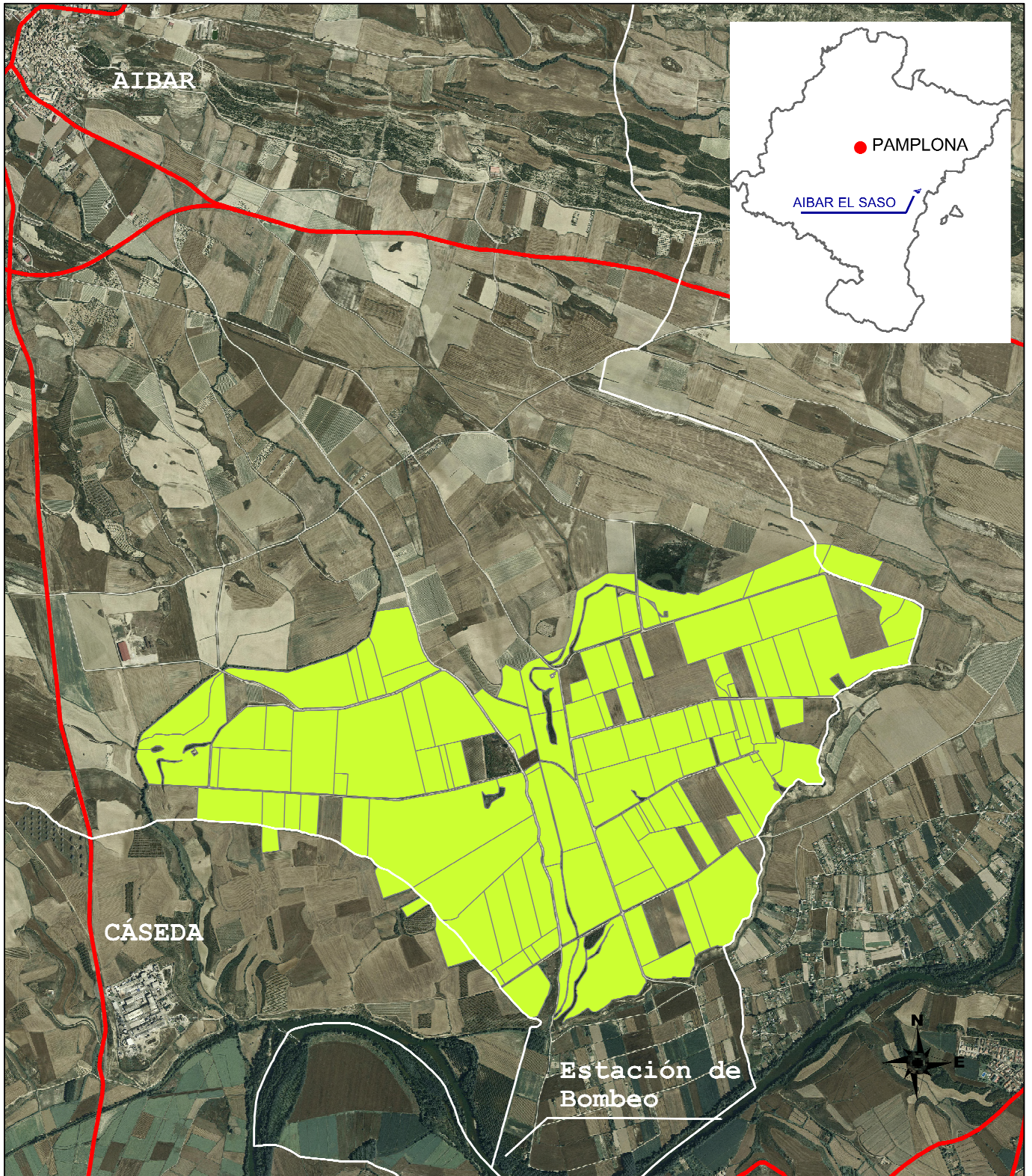
7. PLANOS

ÍNDICE DE PLANOS

Plano 1. Situación

Plano 2. Unidades de riego

Plano 3. Red de riego: planta general



upna

UNIVERSIDAD PÚBLICA DE NAVARRA
NAFARROAKO UNIBERSITATE PUBLIKOA

E.T.S.I.A

TÍTULO DEL PROYECTO

AUDITORÍA ENERGÉTICA EN LA COMUNIDAD DE REGANTES
"EL SASO" DE AIBAR CON APOYO DE SIMULADORES HIDRÁULICOS

REALIZADO POR

Marta Martínez Esandi

FIRMA

PLANO
SITUACIÓN

Nº PLANO

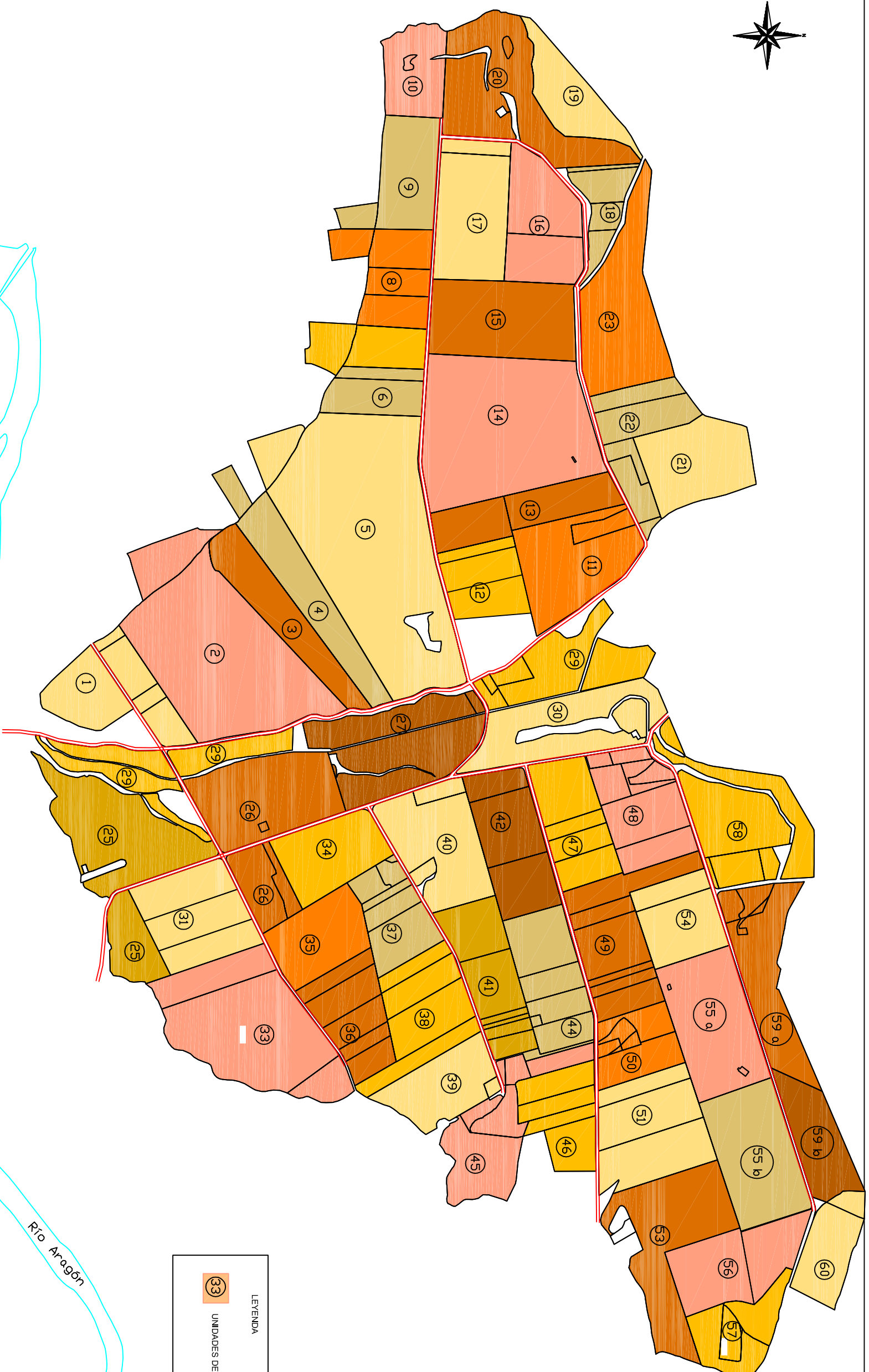
1

ESCALA

1:30000

FECHA

2015



LEYENDA
33 UNIDADES DE RIEGO

upna UNIVERSIDAD PÚBLICA DE NAVARRA
NAFARROAKO UNIBERSITATE PUBLIKOA

E.T.S.I.A

TÍTULO DEL PROYECTO
AUDITORIA ENERGÉTICA EN LA COMUNIDAD DE REGANTES
"EL SASO" DE AIBAR CON APOYO DE SIMULADORES HIDRÁULICOS

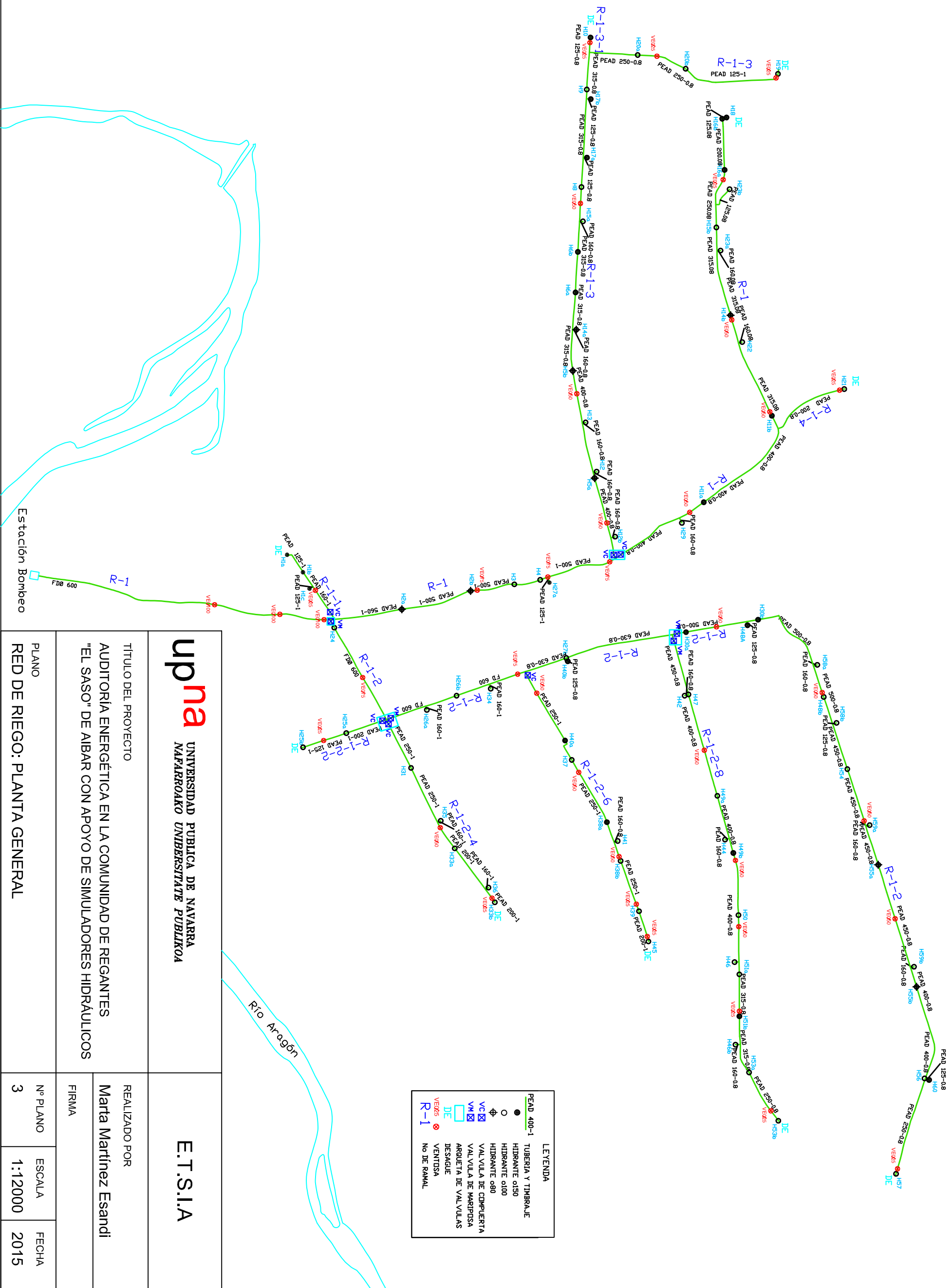
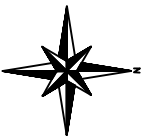
REALIZADO POR
Marta Martínez Esandi

PLANO
UNIDADES DE RIEGO

Nº PLANO
2

ESCALA
1:12000

FECHA
2015



LEYENDA

PEAD 400-1	TUBERIA Y TIMBRAJE
●	HIDRANTE 0150
○	HIDRANTE 0100
⊕	HIDRANTE 080
VC	VALVULA DE COMPUERTA
VM	VALVULA DE MARIPIESA
DE	ARQUETA DE VALVULAS
VEWS	DESAGUE
R-1	VENTOSA
	NO DE RAMAL

 UNIVERSIDAD PUBLICA DE NAVARRA NAFARROAKO UNIBERSITATE PUBLIKOA		E.T.S.I.A	
TÍTULO DEL PROYECTO AUDITORIA ENERGÉTICA EN LA COMUNIDAD DE REGANTES "EL SASO" DE AIBAR CON APOYO DE SIMULADORES HIDRÁULICOS			
REALIZADO POR Marta Martínez Esandi		FIRMA	
PLANO RED DE RIEGO: PLANTA GENERAL	N° PLANO 3	ESCALA 1:12000	FECHA 2015