ANEJO 7:

CALCULO HIDRAULICO DE LA RED DE RIEGO

INDICE:

1. ANTECEDENTES 2
1. 1. NECESIDADES DE RIEGO 2
1. 2. SUPERFICIE DE RIEGO 2
1. 3. SECTORIZACION 2
1. 4. UNIDADES DE RIEGO 2
2. CONDICIONANTES DE DISEÑO DE LA RED DE RIEGO 3
2. 1. TIPO DE RED DE RIEGO 3
2. 2. TOPOLOGÍA DE LA RED DE RIEGO 3
2. 3. TRAZADO DE LA RED DE RIEGO 3
2. 4. SISTEMA DE RIEGO 4
3. DEFINICIÓN DE LOS HIDRANTES DE RIEGO 5
3. 1. PRESION DE CONSIGNA EN HIDRANTES 5
3. 2. CAUDAL FICTICIO CONTINUO 6
3. 3. JORNADA EFECTIVA DEL RIEGO 6
3. 4. RENDIMIENTO OPERATIVO DE LA RED 8
3. 5. MATRIZ DE CAUDALES 8
3. 6. GRADOS DE LIBERTAD 8
4. CAUDALES DE DISEÑO DE LA RED 9
4. 1. GARANTÍA DE SUMINISTRO 10
4. 2. CAUDALES EN LINEA 10
5. DIMENSIONAMIENTO Y OPTIMIZACION DE LA RED DE RIEGO 11
5. 1. HERRAMIENTA INFORMATICA DE CÁLCULO PARA EL DIMENSIONADO DE LA RED 11
5. 2. CRITERIOS Y RESTRICCIONES DE DISEÑO 13
5.2.1. MATERIALES Y DIAMETROS A EMPLEAR EN TUBERIAS 13
5.2.2. VELOCIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES 13
5.2.3. PERDIDAS DE CARGA CONTINUAS 13
5. 3. PERDIDAS SINGULARES 14
5. 4. INCREMENTO DE LA PRESION ESTATICA PARA TIMBRAJE 14
5. 5. PARAMETROS FINANCIEROS 14
5. 6. ESTACION DE BOMBEO 14
5. 7. TARIFAS ELECTRICAS Y COMPUTO DE GASTOS ENERGETICOS 17
5. 8. OPTIMIZACION DE LA RED DE RIEGO 18
5. 9. RESULTADOS DE CÁLCULO PROVISIONALES 18
5.9.1. MATERIALES Y DIAMETROS DE TUBERIAS 18
5.9.2. CURVA CARACTERISTICA DEL SISTEMA 19
5. 10. EVALUACION Y SIMULACION DE RESULTADOS 20
5.10.1. PROGRAMA INFORMATICO UTILIZADO 20
5.10.2. CONCEPTOS EN EL PROGRAMA 20
5. 11. RESULTADOS DE CÁLCULO AJUSTADOS Y DEFINITIVOS 21
APENDICE 1: CARACTERÍSTICAS DE LOS HIDRANTES DE RIEGO SI CANAL DE SAN JOSÉ 23
APENDICE 2: DIMENSIONAMIENTO DEFINITIVO DE LOS RAMALES RED DE RIEGO DEL SECTOR I DEL CANAL DE SAN JOSE 28
APENDICE 3: SINOPTICO DE LA RED DE RIEGO SI DEL CANAL DE SAN JOSÉ 36
APENDICE 4: SIMULACIÓN DE ESCENARIOS DE DEMANDA DE LA RED DE RIEGO SI DEL CANAL DE SAN JOSÉ 38
APENDICE 5: CÁLCULO DE PERDIDAS DE CARGA EN LA RED TERCIARIA Y PRESIÓN EN EL ASPERSOR EN EL PUNTO MÁS DESFAVORABLE DE LA AGRUPACIÓN DE RIEGO SI CANAL DE SAN JOSÉ 44

1. ANTECEDENTES

En este Anejo se ofrecen los cálculos hidráulicos justificativos realizados para el dimensionamiento de la red de riego proyectada.

Dada la inexistencia de cota en las proximidades para construir una balsa de acumulación desde donde dominar la zona regable para un abastecimiento por gravedad, se ejecutará mediante estación de bombeo de impulsión directa desde el río Duero, ubicando la toma en las proximidades del Azud de Villaralbo.

Se proyecta construir una estación de bombeo en la parcela 579 del polígono 1 de Villaralbo. La obra de toma será directa en el río, tomando el agua de la zona de retención generada por un azud existente. Se llevará mediante marco de hormigón hasta una arqueta donde se instalará un filtro de cadenas. Desde esta arqueta el agua llega a la cántara de aspiración de las bombas situada en la entrada de la estación de bombeo.

Con la relación definitiva de parcelas se pasa al estudio de la red de riego, indicando las dotaciones fijadas en los cálculos, los caudales de dimensionado y el proceso seguido para su optimización a fin de evaluar diferentes presiones de bombeo.

1. 1. NECESIDADES DE RIEGO

Según lo indicado en el Anejo 3 “Estudio Agronómico” para el cálculo de las redes de riego con la demanda punta, se seleccionará el mes donde las necesidades son máximas (que corresponde en nuestro caso al mes de julio), con unas necesidades brutas de riego de 2168,54 m^3/ha.

1. 2. SUPERFICIE DE RIEGO

Tal y como se indica en el *Anejo 6 “Agrupaciones de riego y caudales asignados”,* la transformación en regadío comprende una superficie de 1.144,1 ha con la siguiente distribución de parcelas y superficies por localidades **(ver Plano Nº7)**

Localidad	Superficie Neta de riego (ha)
Villaralbo	730,1
Zamora	414
TOTAL	1144,1

Tabla 7.1.- Superficie de riego del Sector I del Canal de San José por municipios

1. 3. SECTORIZACION

La fisiografía de la zona se caracteriza por un relieve poco accidentado conformando, en su mayor parte, una extensa vega de suave pendiente descendente en la dirección Este-Oeste. Las cotas topográficas en todo el sector tienen ligeras variaciones de 632 msnm en la zona más próxima al Canal de San José a 626 msnm en las proximidades del río Duero en la zona del desagüe final del Canal. Dado el pequeño desnivel existente (6m) se plantea una única red de riego para todo el sector, sin pisos de riego con diferentes presiones.

1. 4. UNIDADES DE RIEGO

La principal problemática de la zona es el gran número de fincas únicas que existen, parcelas con edificaciones y caminos asfaltados. Estas circunstancias limitan las posibilidades de concentración parcelaria que hay en el Sector y hace necesaria la constitución de agrupaciones de pequeño tamaño y en algunas ocasiones es inevitable la realización de tomas de reparto en parcela.

Se diseñará una red de riego a la demanda limitada o restringida con hidrantes que puedan abastecer a grupos de parcelas (agrupaciones de riego) hasta completar la superficie neta de riego de 1.144,1 ha. Los hidrantes se ubicarán en el centro de las agrupaciones de riego.

El SI de la zona regable del Canal de San José engloba 137 agrupaciones con las siguientes características:

DIMENSIÓN	Unidades de riego	Superficie media	SUPERFICIE TOTAL
		(ha)	ha
Agrupación<3Ha	2	2,71	5,42
3Ha<Agrupación<5Ha	17	4,24	72,01
5Ha<Agrupación<10Ha	78	7,22	563,49
10Ha< Agrupación<13Ha	26	11,48	298,37
13Ha< Agrupación<15Ha	11	13,75	151,23
15Ha<Agrupación<16Ha	1	15,01	15,01
15Ha<Agrupación<22Ha	2	19,28	38,56
TOTAL	**137**	**8,48**	**1144,1**

Tabla 7.2.- Agrupaciones de riego definidas en el Sector I del Canal de San José.

En el Apéndice 1 del Anejo 6 se recoge un listado de agrupaciones de parcelas por sectores que configuran la red de riego de cálculo, para las 1144,1 ha. Con estas agrupaciones se calculará la red de riego.

En el **plano Nº7** se representan las agrupaciones de las unidades de riego con las que se realizará el diseño y cálculo de la red de riego y resto de infraestructuras de riego.

2. CONDICIONANTES DE DISEÑO DE LA RED DE RIEGO

2. 1. TIPO DE RED DE RIEGO

Se diseña un sistema de riego colectivo “a la demanda restringida o limitada”, donde se agrupan las parcelas en unidades de riego, a las que se dota de un hidrante completo, que llamaremos hidrante de agrupación. El agricultor no tendrá más limitaciones para el uso del agua que las impuestas por su propio hidrante (umbrales máximos de caudal y presión disponibles y organización por turnos entre las tomas de riego que dependen del mismo hidrante), teniendo libertad para elegir su horario dentro de la jornada teórica de riego cuya limitación es la impuesta por el coste de las tarifas eléctricas durante ciertas horas al día.

2. 2. TOPOLOGÍA DE LA RED DE RIEGO

Se diseña una red estrictamente ramificada, sin tuberías redundantes ni mallas, con un único punto de alimentación con altura piezométrica conocida (en este caso es la estación de bombeo) y con el resto de los nodos asimilados a puntos de consumo conocido. En este tipo de red es posible determinar a priori los caudales de línea que circulan por las tuberías y el sentido de circulación del agua por simple acumulación de los consumos en los nudos o mediante la aplicación de criterios de tipo probabilísticos, tales como el método de Clément.

2. 3. TRAZADO DE LA RED DE RIEGO

El trazado en planta y la ubicación de los puntos de conexión de los elementos que constituyen la red de riego está condicionado por muchísimos factores que deben ser tenidos en cuenta. A la hora de diseñar la red de riego deben tenerse en cuenta criterios no solo económicos (minimizar el coste de ejecución de las redes), sino también funcionales (accesibilidad, facilidad

de mantenimiento…). A continuación, se realiza una enumeración de los factores que han sido tenidos en cuenta para el diseño de la red de riego en este proyecto:

- Red de caminos principales y secundarios proyectados en la reconcentración parcelaria de la zona: Siempre que sea posible la red de tuberías se diseñará paralela a la red de caminos proyectada en la reconcentración parcelaria buscando siempre la accesibilidad para el mantenimiento durante la explotación de las instalaciones, corrigiendo su trazado de manera excepcional para evitar cambios bruscos de dirección. En el caso de que sea inevitable cruzar una parcela no se dejaran elementos visibles de la red dentro de la misma (ventosas, desagües, válvulas…).
- Debido a la proximidad de la zona regable a los núcleos urbanos de Zamora y Villaralbo, el trazado de la red de riego en este sector estará condicionado de forma importante por la existencia de construcciones y otras infraestructuras que deben ser respetadas: chalets, explotaciones ganaderas, otras edificaciones, gaseoducto, líneas eléctricas, autovía A-66, carretera N-630 desagües…
- Características topográficas y orográficas locales: vaciados existentes, pendientes, bancales, desagües naturales, arroyos, núcleos urbanos, etc. Debe tenerse en cuenta el peligro de sobrepresiones (timbrajes) o depresiones (cavitación) originados por la topografía del terreno, colocación de ventosas, desagües, etc.
- Características geotécnicas del terreno: zonas encharcadizas, inestabilidad de taludes, niveles freáticos, suelos agresivos, etc.
- Ubicación de los hidrantes en las agrupaciones de riego. Dicha ubicación tendrá en cuenta las preferencias de los propietarios, la topografía de la agrupación de riego y la accesibilidad por parte de la comunidad de regantes para el manejo y mantenimiento de la instalación.
- Existencia de dos yacimientos arqueológicos en la zona.
- Ambientales: evitar zonas forestales, choperas, espacios protegidos, etc.
- Necesidad de expropiaciones, creación de servidumbres permanentes de paso, ocupaciones temporales, etc: Según el convenio firmado entre el Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (ITACyL), Seiasa y la Comunidad de Regantes del Canal de San José (Valladolid-Zamora) para la ejecución y financiación de las obras de "Modernización del Sector I de la zona regable del Canal de San José. Zamora y Villaralbo", la comunidad de regantes pone a disposición los terrenos necesarios para ejecutar las obras, solicitando si fuere necesario para este fin, a la Consejería de Agricultura y Ganadería de la Junta de Castilla y León, la tramitación del procedimiento de expropiación forzosa, teniendo la Comunidad de Regantes la condición de beneficiario a efectos de lo establecido en la Ley de 16 de diciembre de 1954, de Expropiación Forzosa, y en su Reglamento, aprobado por Decreto de 26 de abril de 1957.

2. 4. SISTEMA DE RIEGO

Dados los cultivos actuales y los futuros previstos en la alternativa, la topografía, el tipo de terreno se considera que a nivel de parcela el sistema de riego que mejor se adapta a la zona será el riego por aspersión en cualquiera de sus modalidades (cobertura total enterrada o móvil, o máquinas de riego tipo pivotes, laterales, …). Si algún regante en particular opta por un sistema de riego por goteo, las características de la red no van a variar y se garantiza con el diseño cubrir las exigencias en cuanto a presión y caudal que el sistema de riego por goteo necesita, ya que son menores a los valores que se adoptan en el riego por aspersión (en este caso convendría rediseñar el tamaño de la válvula del hidrante a los requisitos del caudal).

3. DEFINICIÓN DE LOS HIDRANTES DE RIEGO

Para la definición de cada uno de los hidrantes instalados debemos tener en cuenta los siguientes parámetros:

- S: Superficie de la parcela regada por el hidrante (ha): Se corresponde con la superficie de las agrupaciones de riego (conjunto de parcelas agrupadas y alimentadas por un único hidrante).
- Pc: Presión de consigna en el hidrante (m.c.a): Es la mínima presión que debemos garantizar en el hidrante para que todas las tomas de la agrupación de riego tengan una presión de servicio de 45 m.c.a. Se ha considerado presión de consigna 45 m.c.a en toma.
- qfc: Caudal ficticio continuo (l/s.ha): Caudal necesario suponiendo una aportación ininterrumpida de agua a lo largo de las 24 horas del día para el mes de máximas necesidades.
- JER: Jornada efectiva de riego(h/dia): número de horas al día realmente disponible la red de riego. Está condicionada por las tarifas eléctricas
- r: Rendimiento operativo. Cociente entre las duraciones real y teórica de la campaña de riego.
- D: Dotación de riego(l/s). Asignación de caudal que, como máximo, se extraerá de un hidrante. La dotación se ha fijado en función de la superficie que abastece a la agrupación, el caudal ficticio continuo y el rendimiento operativo de la red, para que el grado de libertad (GL) del hidrante sea siempre mayor que 1,5.

3. 1. PRESION DE CONSIGNA EN HIDRANTES

Los condicionantes más importantes a la hora de establecer la presión que se debe suministrar en los hidrantes han sido: presión de servicio de los emisores de riego, uniformidad del riego, las distintas pérdidas de carga y el desnivel topográfico.

Genéricamente se utilizarán aspersores de 30-35 mca de presión de funcionamiento. El programa estima en 5 m.c.a la pérdida de carga generada por los distintos elementos que componen el conjunto hidrante (piezas especiales, codos, curvas, válvula de corte, contador, filtro y válvula hidráulica). Así mismo en los casos de las agrupaciones en los que existan un desnivel importante dentro de la agrupación, circunstancia excepcional en la zona dada la homogeneidad de la topografía; se tendrá en cuenta también ese desnivel a la hora de fijar la presión mínima en el hidrante, de forma que se garantice en todas las tomas la misma presión de servicio, en estos casos se sumará el máximo desnivel existente entre el hidrante y el punto más desfavorable de la agrupación de riego. De esta forma se fija que la presión de consigna mínima en hidrante para que los aspersores de los puntos críticos de la agrupación tengan una presión mínima entre 30-35 m.c.a., esta será como mínimo 45 m.c.a.

De esta manera, la presión de consiga (P_c) en el hidrante se ha estimado de la siguiente forma:

- Cota hidrante: Z
- Cota en el punto crítico de la agrupación dominada por el hidrante: ($Z_{máx}$)
- Presión de consigna mínima en hidrante: P mínima necesaria para obtener 30m.c.a en el aspersor más desfavorable
- Presión de consigna en hidrante la calcula automáticamente el programa en función de la $Z_{pto\ más\ desfavorable\ de\ la\ agrupación}$: $P_{consigna}$ = 30m.c.a+pdc hidrante(5m.c.a)+pdc parcela (f(distacia)+dH (Zhidrante- $Z_{pto.más\ desfavorable\ de\ la\ agrupación}$)

En la tabla del Apéndice 5 se muestra, para cada hidrante, la cota del punto más desfavorable de la agrupación a la que abastece, la pérdida de carga en la red terciaria y la presión en la toma más desfavorable.

3. 2. CAUDAL FICTICIO CONTINUO

En el Anejo 3 "Estudio Agronómico" se ha calculado el consumo de agua para la alternativa de cultivo considerada, durante el mes de máximas necesidades (julio), que corresponde a unas necesidades brutas de riego de 2168,54 m^3/ha, considerando la duración del mes de julio de 31 días, el caudal ficticio continúo se calcula:

$$Qfc = (2168{,}54 * 1000)/(24 * 36000 * 31) = 0{,}81\ l/(s.ha)$$

3. 3. JORNADA EFECTIVA DEL RIEGO

En el caso de la red de riego diseñada en el Sector I del Canal de San José ya se ha comentado que se trata de una red ramificada con un solo punto de impulsión directa de agua a la red a través de una estación de bombeo con una altura piezométrica conocida y con toma directa en el Azud de Villaralbo, en el río Duero. En esta instalación no se puede considerar que la red de riego va a estar disponible las 24 horas del día ya que debemos considerar las franjas de tarifas eléctricas existentes en la actualidad, si bien debemos considerar también el suministro eléctrico a través de la instalación fotovoltaica que se proyecta realizar junto a la estación de bombeo.

En cuanto a las tarifas eléctricas se tendrá en cuenta lo establecido en la Circular 3/2020 de 15 de enero, de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, por la que se establece la metodología para el cálculo de los peajes de transporte y distribución de electricidad. En dicha instrucción se establece:

Mes de julio: Temporada eléctrica alta

La distribución de tarifas según la citada Circular se realizará en función del tipo de días considerado de la siguiente forma:

(I)Tipo A: de lunes a viernes no festivos de temporada alta:

P1 (9h): de 9h a 14h. y de 18h a 22h

P2 (7h): de 8h a 9h, de 14h a 18h y de 22h a 0h

P6 (8h): de 0h a 8h.

(V) Tipo D: sábados, domingos, festivos y 6 de enero (días festivos de ámbito nacional):

P6 (24h): todas las horas del día

De esta manera y para la tarifa existente actualmente de 6 periodos, podemos establecer la JER, considerando que regamos seis días de siete y descartando el periodo P1 para el mes de julio.

- Nº horas P6 entre semana: 8 h/día
- Nº horas P2 entre semana: 7 h/día
- Nº horas P6 en fines de semana: 24 h/día (tanto sábados como domingos)
- Nº horas riego mediante instalación solar (34% potencia) con la siguiente distribución:

JORNADA DISPONIBLE DE RIEGO EN EL MES DE JULIO

	HORAS DEL DÍA	DÍAS LABORABLES BOMBAS SOLAR/RED (34% POTENCIA INSTALADA:400KW+2*110KW)	FIN DE SEMANA BOMBAS SOLAR/RED (34% POTENCIA INSTALADA:400KW+2*110KW)	DÍAS LABORABLES BOMBAS RED	FIN DE SEMANA BOMBAS RED
P6	0	1	1	1	1
P6	1	1	1	1	1
P6	2	1	1	1	1
P6	3	1	1	1	1
P6	4	1	1	1	1
P6	5	1	1	1	1
P6	6	1	1	1	1
P6	7	1	1	1	1
P2	8	1	1	1	1
P1	9	0.82	1	0	1
P1	10	1	1	0	1
P1	11	1	1	0	1
P1	12	1	1	0	1
P1	13	1	1	0	1
P2	14	1	1	1	1
P2	15	1	1	1	1
P2	16	1	1	1	1
P2	17	1	1	1	1
P1	18	0,82	1	0	1
P1	19	0,65	1	0	1
P1	20	0,35	1	0	1
P1	21	0	1	0	1
P2	22	1	1	1	1
P2	23	1	1	1	1
		BOMBAS SOLAR/RED (laborables)	**BOMBAS SOLAR/RED(Fin de semana)**	BOMBAS RED (laborables)	**BOMBAS RED(fin de semana)**
	TOTAL HORAS DISPONIBLES /DÍA	**21,64**	**24**	**15**	**24**

Tabla 7.3.- Cálculo de horas disponibles de riego en el Sector I del Canal de San José.

$$HORAS\ /\ SEMANA\ (BOMBAS\ SOLAR\ Y\ RED) = (21{,}64 * 5 + 24 * 2) = 156{,}2\ h/semana$$

$$JR\ (BOMBAS\ SOLAR\ Y\ RED) = \frac{156{,}2\ \frac{h}{semana}}{7\ días} = 22{,}3\ hdía$$

$$HORAS/\ SEMANA\ (BOMBAS\ RED) = (15 * 5 + 24 * 2) = 123\ h/semana$$

$$JR\ (BOMBAS\ RED) = \frac{123\ \frac{h}{semana}}{7\ días} = 17{,}6\ h/día$$

Teniendo en cuenta lo explicado, la jornada efectiva de riego en el mes de julio adaptándonos a la franja horaria donde la tarificación energética es más barata y a la disponibilidad de una instalación de placas solares y considerando seis días de riego a la semana quedaría como se indica:

$$JER = ((0{,}34 * 22{,}3 + 0{,}66 * 17{,}6)/7) * 6/7 = 16{,}4\ h/dia$$

3. 4. RENDIMIENTO OPERATIVO DE LA RED

En el cálculo se tiene en cuenta el rendimiento operativo, como cociente entre las duraciones real y teórica de la campaña de riego. En nuestro caso se contempla una jornada efectiva de riego (al tratarse de un bombeo directo, en función de las tarifas eléctricas más económicas), incluyendo un día de descanso a la semana. Se emplea como rendimiento operativo de la red la relación entre la jornada efectiva de riego y la jornada ficticia continua, o sea:

$$r = \frac{JER}{24} = \frac{16{,}4}{24} = 0.68$$

3. 5. MATRIZ DE CAUDALES

Los hidrantes a instalar se han establecido en tres tamaños, en función del caudal nominal asignándoles un caudal de dotación en función de la superficie que abastece a la agrupación, el caudal ficticio continuo y el rendimiento operativo de la red:

Superficie (ha)	DN hidrante (")	NºAgrupaciones	Dotación (l/s)
0<S<3	3	2	15
3 < S<5	3	17	18
5 < S<10	4	78	20
10 ≤ S < 13	4	26	26
13 ≤ S < 15	6	11	30
15 ≤ S < 16	6	1	32
16 ≤ S < 22	6	2	44

Tabla 7.4.-Matriz de caudales del Sector I del Canal de San José.

3. 6. GRADOS DE LIBERTAD

El grado de libertad, GL, del hidrante se define como el inverso de la probabilidad de apertura del hidrante y representa el número de veces que el tiempo realmente disponible (tiempo

de disponibilidad efectiva de la red), Tr, contiene al tiempo necesario para el riego (tiempo necesario de apertura de hidrante), t, y se expresa como:

$$GL = \frac{1}{p} = \frac{T_r}{t} = \frac{10^3 \cdot Q_{dot} \cdot r}{q_{fc} \cdot S_p} \quad ; \quad Q_{dot} = \frac{q_{fc} \cdot S_p \cdot GL}{10^3 \cdot r}$$

En el cómputo de la dotación de un hidrante se precisa conocer los siguientes parámetros:

q_{fc} = Caudal ficticio continuo (l/s·ha) (0,81l/s.ha)

S_p = Superficie de la parcela (ha)

Q_{dot} = Dotación de caudal para la parcela (m^3/s)

r = Rendimiento operativo de la red (0,68)

T_r, = Tiempo de disponibilidad efectiva de la red

t: = *T*iempo de riego de la parcela con el hidrante instalado (tiempo necesario para recibir el volumen de agua que requiere una parcela según las necesidades de los cultivos, dadas por el q_{fc},y la superficie de la parcela).

El GL representa la relación entre el caudal real derivado a la parcela y el que debería derivarse de forma permanente y continua durante la JER, por lo tanto, la libertad para organizar el riego aumenta con el grado de libertad. Ésta es precisamente la razón por la cual suele darse un GL mayor cuanto menor es el tamaño de la parcela.

Para que la fórmula de Clément para el cálculo de caudales en redes a la demanda pueda ser de aplicación, el valor mínimo del grado de libertad debe ser 1,5 (con valores menores, la probabilidad de que la toma de riego esté abierta comienza a ser demasiado alta como para que se pueda aplicar el modelo de Clément) y el máximo GL no debería de exceder de 8.

Superficie hidrante ha	qfc	Qdotación l/s	GL
3	0,81	15	4,20
5	0,81	18	3,02
10	0,81	22	1,68
13	0,81	26	1,68
15	0,81	30	1,68
16	0,81	35	1,68
22	0,81	44	1,68

Tabla 7.5.- Grados de libertad de los hidrantes del Sector I del Canal de San José.

4. CAUDALES DE DISEÑO DE LA RED

Una vez definidas las condiciones de diseño de la red (tipo de red, topología, trazado), y conocidas las condiciones de servicio para cada uno de los hidrantes de riego que abastecen a las diferentes agrupaciones de riego (módulo de riego, presión de consigna y superficie a regar); estamos en condiciones de determinar los caudales de diseño que circularán por cada uno de los tramos o líneas de que consta la red de riego como paso previo al dimensionado de los diámetros de los tramos que componen la red de transporte.

Esta red colectiva de riego se proyecta para su manejo a la demanda, de forma que cada agricultor riegue cuando le sea más conveniente (con la limitación del caudal máximo, módulo o dotación en la toma de riego y del número de tomas que dependen del hidrante), lo que produce una incertidumbre para la determinación de los caudales circulantes por las líneas que componen la red, al no conocerse el momento de la apertura y cierre de cada una de las tomas de riego.

En este tipo de redes, evidentemente, el máximo caudal circulante sería el que corresponde a la máxima demanda, es decir, la correspondiente a todas las tomas de riego abiertas. Esta situación rara vez se va a producir, por lo que el dimensionamiento de la red de riego con estos caudales sobredimensionaría de forma excesiva la red. Para evitar este problema, los caudales circulantes son determinados mediante procedimientos estadísticos basados en el cálculo de probabilidades. De entre las distintas expresiones probabilísticas que se han venido empleando para el cálculo de caudales por línea en redes de distribución a la demanda, la de mayor aceptación es la metodología establecida por Clément (1966).

La metodología establecida por Clément predice por métodos probabilísticos los caudales que circulan por determinados tramos de tuberías fijando una cierta garantía de suministro o calidad de funcionamiento, que indica la probabilidad en que el caudal de diseño que se obtiene no es superado por el caudal circulante por el tramo calculado, con el objetivo final de reducir el diámetro necesario en las líneas que componen la red de riego con respecto al requerido con todas las tomas abiertas.

4. 1. GARANTÍA DE SUMINISTRO

La garantía de suministro es el valor, en porcentaje, de la probabilidad estadística de que los caudales circulantes por la red, durante el período punta de consumo, no superen a los de diseño. Esta garantía de suministro es variable en función del nivel de calidad que quiera darse al dimensionado de la red, evitando el sobredimensionamiento de la misma para que no se encarezca en exceso. Sus valores más frecuentemente adoptados oscilan en torno al 90-99 %.

Lógicamente, los valores de garantía de suministro son decrecientes conforme aumenta el número de tomas derivadas por el tramo (a mayor número de tomas menor es la probabilidad de que todas estén abiertas). Se establecen los siguientes tramos de garantías de suministro para el diseño de la red de riego:

Nº de hidrantes	Garantía de suministro (%)
1 ≤ n ≤ 4	100%
4 ≤ n ≤ 15	99 %
16< n < 49	95 %
50>n	90%

Tabla 7.6.- Garantía de suministro considerada en el diseño de la red de riego del Sector I del Canal de San José.

4. 2. CAUDALES EN LINEA

El cálculo de los caudales de línea aplicando la formulación de Clément debe realizarse en todos los nudos de la red, empleando para ello un programa informático desarrollado al efecto cuyos resultados ya hayan sido comprobados en redes en funcionamiento. En este proyecto se ha empleado el paquete informático SIGOPRAM (Versión 10.1.4). Sigopram trabaja sobre una plataforma ArcGIS con una barra de herramientas que se ejecuta desde Arcmap para el diseño y análisis de redes de riego presurizada a la demanda o por turnos.

Los caudales de diseño así obtenidos se listan al final de este anejo, en Anexo 7.2, donde se presenta una tabla que indica el caudal acumulado, el caudal de Clément (que es el de diseño asociado a cada línea), quedando cargados dentro del programa para la fase del dimensionado de la red.

El caudal total acumulado (Qo), suma de todas las dotaciones de los hidrantes proyectados para la red, es de 3,020 m3/s, y el caudal de diseño en cabecera (Qd), evaluado según la formulación de Clément, es de 1,687m3/s.

El coeficiente o grado de simultaneidad de diseño de la red (CS) se define como el cociente entre el caudal de diseño de la línea de cabecera (Qd) calculado por el método de Clément y el caudal total acumulado (Qo) que se obtendría con todas las tomas abiertas, multiplicado por 100.

$$CS = Qd/Qo = 1.687/3.020 * 100 = 56\%$$

Este parámetro se utilizará en la generación de múltiples escenarios aleatorios a la hora de realizar el análisis hidráulico estacionario de la red.

5. DIMENSIONAMIENTO Y OPTIMIZACION DE LA RED DE RIEGO

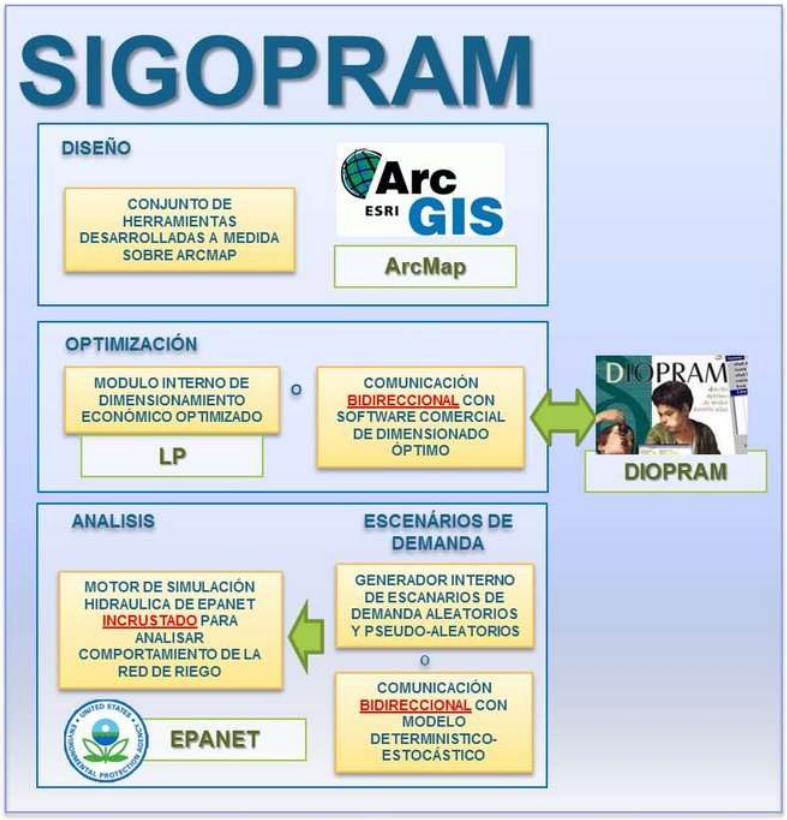
El dimensionado y optimización de la red consiste en determinar la combinación de diámetros, materiales y timbrajes de las conducciones para que cumplan las condiciones hidráulicas de funcionamiento definidas hasta ahora y que, además, supongan el mínimo coste total del sistema. En nuestro caso, donde existe una estación de bombeo que debe aportar energía al sistema, también será necesario determinar la altura de bombeo, de modo que la suma de la amortización de las tuberías y el coste energético sea el mínimo posible.

5. 1. HERRAMIENTA INFORMATICA DE CÁLCULO PARA EL DIMENSIONADO DE LA RED

El diseño de una red de riego se desarrolla en tres fases consecutivas, empezando por la definición de un trazado óptimo, pasando por la fase de dimensionamiento económico de las conducciones y terminando con el análisis de la fiabilidad de la red mediante la simulación de múltiples escenarios de demanda. Existen en el mercado herramientas que permiten realizar el dimensionado y/o el análisis de redes de riego presurizadas, pero ninguna permite realizar todas estas tareas de forma simultánea dentro de un entorno SIG.

El dimensionado y optimización de esta red de riego se realiza con el paquete informático SIGOPRAM (Versión 10.1.4). SIGOPRAM es una aplicación GIS concebida para la ejecución de proyectos y obras de riego colectivas a demanda que permite diseñar, dimensionar y simular redes hidráulicas a presión, con la novedad de que todo el proceso se desarrolla en un entorno GIS, lo que permite aprovechar todas las potencialidades de estos sistemas.

La aplicación está desarrollada en VB.Net con ArcObjects y se compone de 3 módulos básicos: El módulo de diseño e interface con el usuario, el de optimización y el de análisis, tal y como se ilustra en la figura.



El módulo de diseño e interface con el usuario está compuesto por todos los botones, herramientas y ventanas que permiten, de una forma ágil y cómoda, la entrada y salida de datos gráficos y alfanuméricos. La aplicación cuenta con las herramientas de edición que permitan dibujar las redes de riego con todos sus elementos característicos (tuberías, hidrantes, tomas y elementos especiales como estaciones de bombeo, válvulas reductoras de presión o cámaras de rotura de carga) de una forma sencilla y rápida, sobre un mapa con el parcelario y cartografía de contexto.

El módulo de optimización es el responsable de calcular los caudales de diseño y de determinar los diámetros más económicos de las tuberías que satisfagan las presiones y caudales requeridos en todos los nodos de la red. En el caso de redes de riego a demanda, se utiliza el método de Clément (1ª fórmula) para determinar los caudales de diseño.

Un algoritmo propio (denominado LP), basado en programación lineal, permite determinar la combinatoria más económica de los diámetros de las conducciones sin necesidad de salir del entorno SIG.

Alternativamente, el módulo de optimización también permite comunicar, de forma bidireccional con DIOPRAM, un software comercial de optimización externo.

El módulo de análisis de funcionamiento integra el motor de cálculo de EPANET y está dividido en dos sub-módulos, uno para el análisis de la fiabilidad de la red y otro para el análisis energético la misma:

El módulo de análisis de la fiabilidad permite crear escenarios de demanda según diferentes criterios:

- Determinista, donde es el usuario que, interactuando directamente sobre el mapa, decide que tomas abrir o cerrar.
- Estocástico, donde la aplicación genera baterías de escenarios en las que la probabilidad de apertura de las tomas viene determinada por sus grados de libertad.

- Aleatorio, donde se generan baterías de escenarios, con porcentajes determinados de tomas aleatoriamente abiertas.

Los resultados son tratados estadísticamente y presentados en forma de tablas y gráficos, permitiendo analizar de forma sencilla el comportamiento de la red, desde un punto de vista constructivo y/o energético, sin necesidad de abandonar el SIG.

El módulo de análisis energético permite analizar la red y/o sus estaciones de bombeo desde el punto de vista de la eficiencia energética. Sus principales funcionalidades son:

- Determinación de la altura de bombeo óptima en el dimensionamiento de redes de riego bajo inyección directa.
- Aplicación de turnos de riego en redes de riego a demanda con el objetivo de bajar costes energéticos.
- Análisis energético de estaciones de bombeo. Permite simular los costes energéticos y ajustar la programación de las bombas de una estación de bobeo mediante las consignas de arranque/parada y regulación de velocidad

5. 2. CRITERIOS Y RESTRICCIONES DE DISEÑO

El dimensionamiento y optimización de la red se realiza teniendo en cuenta todos los parámetros calculados en los apartados anteriores que definen el tipo de red, el trazado, la topología, los hidrantes de la red (presión de consigna, dotación, superficie regada…) y el caudal de diseño de la red.

Además de todos estos parámetros deben tenerse en cuenta los siguientes condicionantes y restricciones:

5.2.1. MATERIALES Y DIAMETROS A EMPLEAR EN TUBERIAS

En este apartado hay que definir tanto los materiales de tubería que se emplearán en el dimensionado como también el rango de utilización de cada uno de ellos en cuanto a diámetro interno y presión de trabajo.

En este caso y en función de las condiciones de instalación esperadas, contrastando por un lado el factor económico, y por otro las ventajas e inconvenientes, tanto de instalación, resistencia mecánica, vida útil, funcionalidad, etc., se adopta la decisión de emplear los siguientes materiales:

- PVC-O o PEAD (tramos con trazado complicado, pasos de desagüe, pasos bajo infraestructuras…): 160 mm ≥ DN ≤ 630 mm
- HPCC: 700 mm ≥ DN ≤ 1200mm

Cada proyecto debe tener una base de datos de tuberías donde aparece el material, timbraje, DN, diámetro interior, rugosidad y coste por ml. Éste debe incluir el coste de excavación de la zanja, el de la propia tubería, el acopio, la carga y transporte a pie de zanja y la colocación de la tubería y el relleno para los diferentes materiales, diámetros y timbrajes considerados. Este coste por metro lineal es el que se emplea para realizar la mejor optimización de la red.

5.2.2. VELOCIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES

Resulta necesario establecer algún criterio que fije un valor máximo y otro mínimo para la velocidad del agua por razones funcionales. Por este motivo y para evitar el riesgo de sedimentación de materiales en el interior de las tuberías o problemas de erosión, incremento de pérdidas de carga, cavitación y posibles incrementos de sobrepresiones por transitorios hidráulicos en las conducciones, las velocidades admisibles se han limitado entre 0,5 m/s y 2,5 m/s.

5.2.3. PERDIDAS DE CARGA CONTINUAS

Para el cálculo de las pérdidas de carga continuas en las tuberías se utiliza la fórmula de Darcy-Weisbach:

$$h_r = J \cdot L = f \cdot \frac{1}{D} \cdot \frac{V^2}{2g} \cdot L$$

siendo:

h_r: Pérdida de carga (m.c.a), entre dos secciones de una tubería separadas L(m)

J: pérdida de carga unitaria, medida en m.c.a/ m de tubería

L: longitud de la tubería en m

D: diámetro interior de la tubería en mm

V: velocidad media del agua en la sección, medida en m/s

g: aceleración de la gravedad (9,8 m/s^2)

Q: Caudal que circula por la tubería en m^3/s

f: factor de rugosidad absoluta o de fricción según Colebrook y White, en metros. Depende de los materiales empleados:

PVCO: K: 0,007mm

PEAD: K: 0,01mm

HPCC: K 0,3 mm

5. 3. PERDIDAS SINGULARES

Para permitir considerar los efectos de las pérdidas de carga singulares producidas por codos, bifurcaciones, valvulería…, se contempla añadir longitudes equivalentes de manera global y homogénea como un porcentaje del 5% de la longitud definida de las conducciones en cada tramo.

5. 4. INCREMENTO DE LA PRESION ESTATICA PARA TIMBRAJE

El incremento de la presión estática para la determinación del timbraje de las conducciones se establece tomando el máximo valor de la presión estática del tramo más un margen adicional de 10 mca.

5. 5. PARAMETROS FINANCIEROS

Con el fin de realizar un dimensionado económicamente óptimo de la red, se toman como parámetros financieros los siguientes:

- Periodo de amortización (T): 25 años
- Tasa de interés (i): 4 %

El periodo de amortización (T) participa tanto en el factor de amortización(a_t) del coste total de las tuberías, como en el término de incremento anual del coste de la energía($K_{incAnual}$) cuando exista bombeo (como es nuestro caso).

La tasa de interés (i) solamente participa en el factor de amortización((a_t) del coste total de las tuberías durante la vida útil del proyecto con la siguiente expresión:

$$a_t = \frac{(i/100) \cdot (1 + i/100)^T}{(1 + i/100)^T - 1}$$

5. 6. ESTACION DE BOMBEO

Se considera una estación elevadora en la cabecera de la red, donde es necesario aportar el siguiente conjunto de datos que permiten calcular el total anual de facturación eléctrica imputable a la estación de bombeo.

- Rendimiento: Se aplica un valor del 75% como rendimiento ponderado de la estación de bombeo, constante para todos los caudales.
- Cos (φ): El valor del factor de potencia reactiva de la estación es de 0,90, que no supone recargo.
- Volumen: Se indica los volúmenes a elevar durante toda la campaña para cada periodo tarifario, en función de las preferencias particulares de los regantes, que optan por regar en horas más baratas (P6). De este modo se imputan horas en todos los periodos tarifarios con prioridad al periodo más económico P6 y después se van sumando las horas necesarias en los siguientes periodos más económicos en cada mes. Según el calendario y la distribución de los distintos periodos tarifarios aplicables a la modalidad de tarifa de acceso de 6 periodos. El volumen a bombear en cada periodo se obtiene de la distribución de las horas de bombeo multiplicadas por el caudal de diseño de la red.

ESTIMACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE LAS HORAS DE RIEGO DEL SECTOR I DEL CANAL DE SAN JOSÉ EN LOS DISTINTO PERIODOS DE TARIFA ELÉCTRICA

Fuente.-Circular 3/2020 de 15 de enero, de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, por la que se establece la metodología para el cálculo de los peajes de transporte y distribución de electricidad.

HORAS (DÍAS LABORABLES)	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
0:00	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
1:00	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
2:00	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
3:00	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
4:00	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
5:00	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
6:00	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
7:00	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
8:00	P2	P2	P3	P5	P5	P4	P2	P4	P4	P5	P3	P2
9:00	P1	P1	P2	P4	P4	P3	P1	P3	P3	P4	P2	P1
10:00	P1	P1	P2	P4	P4	P3	P1	P3	P3	P4	P2	P1
11:00	P1	P1	P2	P4	P4	P3	P1	P3	P3	P4	P2	P1
12:00	P1	P1	P2	P4	P4	P3	P1	P3	P3	P4	P2	P1
13:00	P1	P1	P2	P4	P4	P3	P1	P3	P3	P4	P2	P1
14:00	P2	P2	P3	P5	P5	P4	P2	P4	P4	P5	P3	P2
15:00	P2	P2	P3	P5	P5	P4	P2	P4	P4	P5	P3	P2
16:00	P2	P2	P3	P5	P5	P4	P2	P4	P4	P5	P3	P2
17:00	P2	P2	P3	P5	P5	P4	P2	P4	P4	P5	P3	P2
18:00	P1	P1	P2	P4	P4	P3	P1	P3	P3	P4	P2	P1
19:00	P1	P1	P2	P4	P4	P3	P1	P3	P3	P4	P2	P1
20:00	P1	P1	P2	P4	P4	P3	P1	P3	P3	P4	P2	P1
21:00	P1	P1	P2	P4	P4	P3	P1	P3	P3	P4	P2	P1
22:00	P2	P2	P3	P5	P5	P4	P2	P4	P4	P5	P3	P2
23:00	P2	P2	P3	P5	P5	P4	P2	P4	P4	P5	P3	P2
SABADOS Y DOMINGOS (P6 24H)												

	TEMPORADA ALTA
	TEMPORADA MEDIA- ALTA
	TEMPORADA MEDIA
	TEMPORADA BAJA

	TOTAL ANUAL		ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	
			DISTRIBUCIÓN MENSUAL DE NECESIDADES HÍDRICAS Y HORAS DE BOMBEO						
NECESIDADES HIDRICAS	7.102.861,28		87.020,12	682.321,08	1.535.119,87	2.481.023,04	1.731.700,65	585.676,52	
CAUDAL ESTACIÓN DE BOMBEO m3/h	6073,2								
HORAS DE BOMBEO	1169,54		14,33	112,35	252,77	408,52	285,14	96,44	1169,54
RIEGO 6 DÍAS/SEMANA									

DISPONIBILIDAD MENSUAL DE HORAS POR PERIODOS (6dias riego)/semana

	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
P1				177		
P2				168		
P3			170		177	170
P4	170	177	132		138	132
P5	132	138				
P6	315	322	315	322	322	315
TOTAL	617	638	617	668	638	617

DISTRIBUCIÓN POR PERIODOS /MES

	TOTAL ANUAL	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
P1							
P2	86,52				86,52		
P3							
P4							
P5							
P6	1083,02	14,33	112,35	252,77	322,00	285,14	96,44
TOTAL	1169,54	14,33	112,35	252,77	408,52	285,14	96,44

Tabla 7.7.- Distribución horaria del uso del bombeo considerada en el diseño de la red de riego del Sector I del Canal de San José .

5. 7. TARIFAS ELECTRICAS Y COMPUTO DE GASTOS ENERGETICOS

Para la estimación de los costes energéticos del bombeo se estimarán las fracciones del bombeo que se utilizarán durante la campaña de riego por el coste energético en cada franja horaria.

Para estimar el precio ponderado del Kwh en cada período se tiene en cuenta el coste de la energía consumida, el coste de la potencia contratada, así como el impuesto específico de electricidad, el IVA vigente y un incremento anual del coste de la energía del 4% (que afecta por igual tanto al término de energía como al término de potencia) para obtener los costes unitarios promedio que intervienen en la facturación eléctrica durante el período de vida de la red.

Los costes unitarios del término de energía y del término de potencia dependen del tipo de tarifa escogida (función de la tensión de alimentación y de la potencia total a instalar), que en este caso es tarifa general 6.2, ya que la línea eléctrica de donde se pretende conectar es de 45.000 V y la potencia necesaria es mayor que 450 kW.

Los peajes por el término de energía (€/kw y año) que se aplicará para calcular los costes energéticos son los publicados en el BOE nº 312 de 28 de diciembre de 2019 para el año 2020.

PERIODOS	Período 1	Período 2	Período 3	Período 4	Período 5	Período 6
Te (€/ kW / año)	0,015587	0,011641	0,006204	0,003087	0,001993	0,001247

Tabla 7.8: Peajes por el término de energía (€/kw y año). Orden TEC/1258/2019, de 20 de diciembre.

Teniendo en cuenta la distribución de horas de bombeo en las franjas horarias por meses y el precio €/KW/año en cada uno de los periodos se calcula el precio ponderado medio del término de energía que sería el siguiente:

(86,52 *0,011641)+(1083*0,001247)/ 1169,5= 0,002016 €/kw.año

Precio del peaje €/ Kw/año ponderado: 0,002016€/kwh

Sobre este precio se le aplica el impuesto sobre la electricidad que actualmente corresponde a un 5,11269% resultando un precio ponderado por kwh: **0,002118991**

Los precios del término de energía (Te) son precios medios de 2019 de distintas comunidades de regantes actuales para suministro en alta tensión en tarifa 6.2, teniendo en cuenta los peajes serían:

PERIODOS	Período 1	Período 2	Período 3	Período 4	Período 5	Período 6
Te (€ / kWh)	0,079685	0,078271	0,077768	0,077539	0,072995	0,070286

Tabla 7.9: Precios medios término de energía (€/kwh).Precios medios de Comunidades de regantes próximas.

Teniendo en cuenta la distribución de horas de bombeo en las franjas horarias por meses y el precio €/KWh en cada uno de los periodos se calcula el precio ponderado medio del término de energía que sería el siguiente:

(86,52 *0,078271)+(1083*0,070286)/ 1169,5= 0,07087671

Precio Kwh ponderado: 0,07087671 €/kwh

Sobre este precio se le aplica el impuesto sobre la electricidad que actualmente corresponde a un 5,11269% resultando un precio ponderado por kwh: **0,07450042 €/kwh**.

Por lo tanto, el precio ponderado por kwh incluyendo los peajes: **0,07661941**€/kwh.

Los precios del término de potencia (Tp) que se aplicará para calcular los costes energéticos son los publicados en el BOE nº 312 de 28 de diciembre de 2019 para el año 2020. (Orden TEC/1258/2019).

PERIODOS	Período 1	Período 2	Período 3	Período 4	Período 5	Período 6
Tp (€/ kW / año)	22,158348	11,0887	8,115134	8,115134	8,115134	3,702649

Tabla 7.10: Precios del término de potencia (Tp) (€/kw y año). Orden TEC/1258/2019, de 20 de diciembre

Según la situación actual de contratación de estaciones de bombeo directo similares a la proyectada se calcula el coste medio de la potencia contratada considerando que se contratará el 5% en P1, 50% de la potencia máxima en P2, P3, P4, P5 y el 100% de potencia máxima en P6 . Teniendo en cuenta el máximo de potencia necesaria en el caso de bombeo directo a red desde el Azud de Villaralbo que será 1850 kw por lo tanto el precio ponderado será:

$$\frac{(100*22,158348) +(900*11,0887)+(900*8,115134)+(900*8,115134)+(900*8,115134)+(1850*3,702649)}{5500}$$

Precio €/Kw/año ponderado: 7,379536441. Sobre este precio se le aplica el impuesto sobre la electricidad que actualmente corresponde a un 5,11269% resultando un precio ponderado por €/kw/año: **7,756829263** €/Kw/año

5. 8. OPTIMIZACION DE LA RED DE RIEGO

Una red bien dimensionada, necesita una optimización de la misma, que teniendo en cuenta el conjunto de factores que influyen en el coste real de la red, tales como: coste de la tubería, costes de instalación, costes energéticos, etc., pueda obtenerse la distribución de diámetros más económica.

La optimización de la red de riego, se basa en el Método de la Serie Económica y método de programación con algoritmos de optimización discontinua tipo Labye, que optimiza la distribución de diámetros en una red de geometría conocida para una distribución de caudales determinada y una altura del plano de carga prefijada en cada punto de salida de la red. Consiste, en la elaboración de un sistema de ecuaciones que supone una función potencial continua que describe el coste de las conducciones en función de su diámetro. El cálculo, se fundamenta en una base de datos de precios de tuberías para distintos timbrajes.

El dimensionado y optimización de la red de riego se realiza con el paquete informático SIGOPRAM (Versión 10.1.4). Sigopram trabaja sobre una plataforma ArcGIS con una barra de herramientas que se ejecuta desde Arcmap para el diseño y análisis de redes de riego presurizada a la demanda o por turnos. Para el proceso de dimensionado se tiene en cuenta los siguientes parámetros de diseño de la red:

5. 9. RESULTADOS DE CÁLCULO PROVISIONALES

5.9.1. MATERIALES Y DIAMETROS DE TUBERIAS

El programa de cálculo propone unos resultados provisionales de cálculo, materiales de tuberías y diámetros seleccionados.

Estos primeros resultados, no son definitivos, ya que se debe testar el funcionamiento de la red de riego con programas informáticos de simulación, observando si en la red se detecta algún problema de falta de presión en algún hidrante, velocidades excesivas…de manera que, para resolver el problema, se sustituyan ciertos tramos de tuberías por otras de distinto diámetro y/o material. El proceso es iterativo, y se volverá a evaluar cada vez que se varíen los diámetros de la red de riego. En el anexo nº1 se incluyen los resultados definitivos después de varios ajustes.

5.9.2. CURVA CARACTERISTICA DEL SISTEMA

Se trata de un bombeo directo a la red, por lo que se ha dimensionado para abastecer la zona regable durante el periodo de máxima con una Jornada efectiva de riego calculada (JER) de 17,27 horas/día. Como no todos los hidrantes estarán abiertos a la vez, el programa simula distintos caudales demandados en la red de riego (en %), desde el caudal de un hidrante hasta el caudal máximo de diseño (el caudal de Clement), obteniendo para ello distintas alturas de presión requeridas en cabecera (estación de bombeo).

El caudal máximo de diseño de la red de riego es de 1,687 l/s y la altura de elevación Máxima requerida 69,5mca. Las necesidades de la red de riego se reflejan en la siguiente gráfica:

%	Q (l/s)	Q (m3/h)	H (mca)	%	Q (l/s)	Q (m3/h)	H (mca)
0	0,00	0	50,78	55	927,78	3340	56,44
5	83,33	300	50,83	60	1012,22	3644	57,52
10	166,67	600	50,96	65	1096,39	3947	58,69
15	250,00	900	51,19	70	1180,83	4251	59,95
20	333,33	1200	51,51	75	1265,28	4555	61,31
25	416,67	1500	51,92	80	1349,72	4859	62,76
30	500,00	1800	52,42	85	1433,89	5162	64,30
35	590,45	2125,62	53,07	90	1518,33	5466	65,94
40	666,67	2400	53,70	95	1602,78	5770	67,68
45	759,17	2733	54,57	100	1686,94	6073	69,50
50	847,22	3050	55,50				

Tabla 7.11: Datos para la representación de la curva resistente de la red de riego

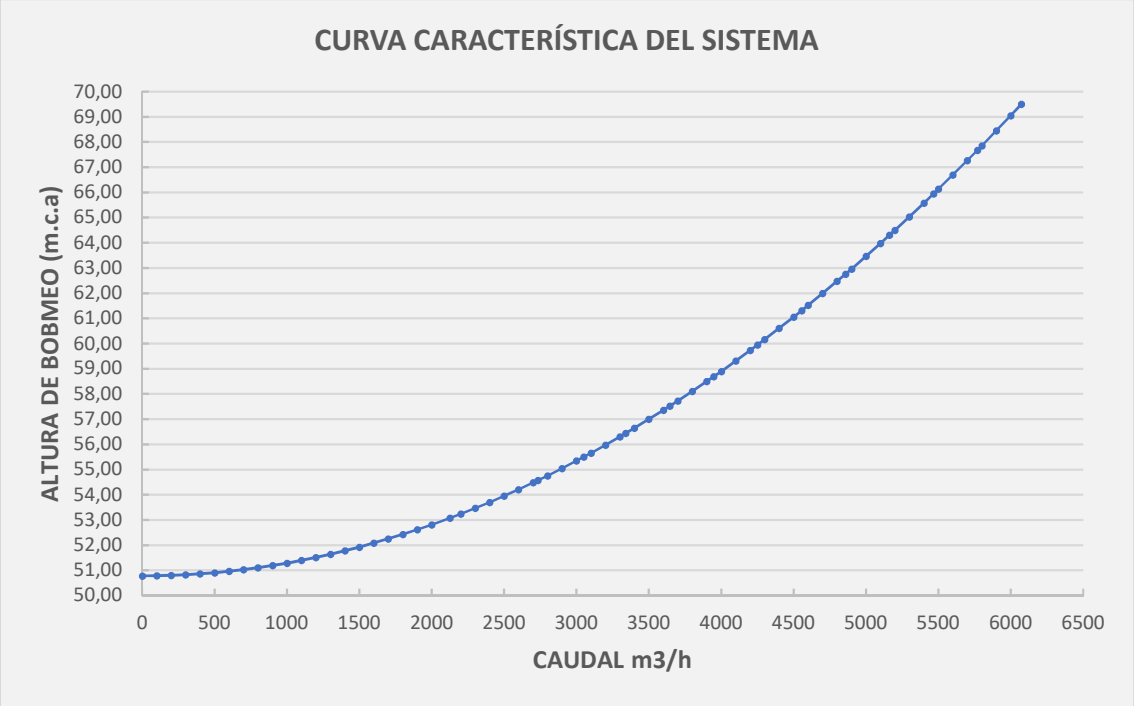


Gráfico 1: Curva resistente de la red de riego

5. 10. EVALUACION Y SIMULACION DE RESULTADOS

Una vez calculada y optimizada las redes de riego, se someten a un proceso de evaluación mediante simulación hidráulica.

5.10.1. PROGRAMA INFORMATICO UTILIZADO

Se utiliza el mismo paquete informático SIGOPRAM (Versión 10.1.4) utilizado para el diseño, simulación y gestión hidráulica y energética de sistemas de riegos a presión en régimen permanente. Dispone de un módulo simulación de sistemas presurizados de distribución de fluidos orientado al diseño, análisis y gestión de sistemas de riego presurizadas adaptadas a los propósitos de diseño y gestión de regadíos. Posibilita prevenir o resolver fácilmente multitud de problemas operativos, puesto que permite anticipar inmediatamente la respuesta de la red ante múltiples estados de demanda, supuestos o verificados, y detectar las causas que originan las disfunciones.

5.10.2. CONCEPTOS EN EL PROGRAMA

A.) ESCENARIOS.

Una vez introducidos todos los datos de la red, se evalúa mediante la simulación de la apertura de hidrantes de forma aleatoria (como si de un día real de riego se tratase), obteniendo los resultados de presiones y caudales en los hidrantes y conducción de la red. Es lo que se denomina Escenario. Se puede efectuar una evaluación de varios escenarios distintos obteniendo las envolventes de máximos y mínimos resultados de presión y caudal. En nuestro caso, hemos evaluado cada hipótesis siempre con 100 escenarios distintos, obteniendo porcentajes de fallos de la red de manera sencilla.

B.) HIPOTESIS DE FUNCIONAMIENTO.

Se ha evaluado con distintas hipótesis en función del caudal mínimo y máximo a suministrar, que lleva asociada una presión mínima y máxima en cabecera: así según los cálculos de proyecto el sistema debe aportar una presión variable entre:

- 54,25 mca para un caudal de 83 l/s.
- 64 mca para el caudal máximo de 1687 l/s (caudal de Clement que supone que el 56% de los hidrantes estén abiertos). Se evalúan distintas hipótesis y sus 100 escenarios asociados a cada hipótesis con caudales y presiones intermedias (según la curva de demanda de la red) en escalones de100 l/s de demanda.

C.) SIMULTANEIDAD.

Supone el porcentaje de hidrantes abiertos a la vez para la evaluación de la red de riego y el programa efectúe los sorteos de hidrantes abiertos en distintos escenarios. Así en:

- El caudal de Clement (1687 l/s) supone una simultaneidad del 56%, es decir, que para este porcentaje de hidrantes regando a la vez (75 de un total de 137), el sistema debe ser capaz de no presentar problemas ni de presión mínima, ni excesiva ni de falta de caudal por la estación de bombeo.

D.) PRESION MINIMA Y MAXIMA GARANTIZADA EN HIDRANTES.

La presión mínima garantizada en el hidrante es superior a la presión de consigna (45 m.c.a) y la calcula automáticamente el programa, según se explicó en el apartado 3.1.

La presión máxima se ha fijado en 90 mca, para detectar tramos de tubería que pudiesen presentar presiones elevadas. Aunque la presión nominal de las tuberías plásticas instaladas es PN16.

5. 11. RESULTADOS DE CÁLCULO AJUSTADOS Y DEFINITIVOS

Los resultados finales una vez evaluadas la red de riego se muestran en el Apéndice 2. El resumen de los diámetros y longitudes por sector de riego son los siguientes:

La altura manométrica requerida al inicio de la red es de 64 mca para un caudal de diseño de 1687 l/s. La longitud total de tubería en la red de riego principal es de 28.735,01 m según el siguiente desglose:

RAMAL	DIAMETRO_MATERIAL	Longitud (m)
R-I	1200_(HPCC-10)	401,03
R-I	1100_(HPCC-10)	205,53
R-I	700_(HPCC-10)	53,80
R-I-1	700_(HPCC-10)	484,82
R-I-1	500_(PVCO-16)	1289,24
R-I-1	400_(PEAD-10)	304,54
R-I-1	315_(PVCO-16)	689,98
R-I-1	200_(PVCO-16)	111,42
R-I-1-1	500_(PVCO-16)	1003,80
R-I-1-1	400_(PVCO-16)	330,55
R-I-1-1	315_(PVCO-16)	729,52
R-I-1-1	250_(PVCO-16)	86,93
R-I-1-1	200_(PVCO-16)	11,86
R-I-1-1-1	315_(PVCO-16)	282,26
R-I-1-1-1	200_(PVCO-16)	258,17
R-I-1-1-1-2	250_(PVCO-16)	537,27
R-I-2	900_(HPCC-10)	1397,22
R-I-2	500_(PVCO-16)	470,83
R-I-2	400_(PVCO-16)	362,64
R-I-2	315_(PVCO-16)	970,47
R-I-2	200_(PVCO-16)	11,53
R-I-2-1	315_(PVCO-16)	795,84
R-I-2-1	250_(PVCO-16)	131,74
R-I-2-2	250_(PVCO-16)	131,72
R-I-2-2	200_(PVCO-16)	585,32
R-I-2-4	800_(HPCC-10)	515,11
R-I-2-4	700_(HPCC-10)	384,69
R-I-2-4	630_(PVCO-16)	714,65
R-I-2-4	500_(PVCO-16)	487,61
R-I-2-4	500_(PEAD-10)	240,00
R-I-2-4	500_(PVCO-16)	235,23
R-I-2-4	315_(PVCO-16)	595,25
R-I-2-4	200_(PVCO-16)	231,35

RAMAL	DIAMETRO_MATERIAL	Longitud (m)
R-I-2-4-1	630_(PVCO-16)	340,84
R-I-2-4-1	500_(PVCO-16)	1254,23
R-I-2-4-1	500_(PEAD-10)	127,03
R-I-2-4-1	400_(PVCO-16)	119,91
R-I-2-4-1	315_(PVCO-16)	280,23
R-I-2-4-1	250_(PVCO-16)	357,14
R-I-2-4-1	200_(PVCO-16)	239,83
R-I-2-4-1	180_(PEAD-10)	160,65
R-I-2-4-1-1	400_(PVCO-16)	1041,67
R-I-2-4-1-1	400_(PEAD-10)	15,00
R-I-2-4-1-1	315_(PVCO-16)	344,84
R-I-2-4-1-1-2	250_(PVCO-16)	238,29
R-I-2-4-1-1-2	200_(PVCO-16)	563,26
R-I-2-4-2	200_(PVCO-16)	74,10
R-I-2-4-4	200_(PVCO-16)	280,00
R-I-2-4-6	250_(PVCO-16)	626,25
R-I-2-4-6	200_(PVCO-16)	139,90
R-I-2-4-8	400_(PVCO-16)	393,03
R-I-2-4-8	315_(PEAD-10)	35,76
R-I-2-4-8	315_(PVCO-16)	500,00
R-I-2-4-8	200_(PVCO-16)	57,64
R-I-3	700_(HPCC-10)	403,84
R-I-3	630_(PVCO-16)	1073,52
R-I-3	500_(PVCO-16)	360,51
R-I-3	500_(PEAD-10)	120,00
R-I-3	400_(PVCO-16)	417,61
R-I-3	315_(PVCO-16)	648,94
R-I-3	200_(PVCO-16)	315,58
R-I-3-1	200_(PVCO-16)	233,76
R-I-3-2	500_(PEAD-10)	40,00
R-I-3-2	500_(PVCO-16)	1007,94
R-I-3-2	400_(PVCO-16)	873,10
R-I-3-2	315_(PVCO-16)	285,39
R-I-3-2-1	250_(PVCO-16)	182,94
R-I-3-2-1	200_(PVCO-16)	310,14
R-I-3-2-3	200_(PVCO-16)	230,44
TOTAL		**28735,01**

Tabla 7.12: Resumen de la longitud de tubería por ramales principales

APENDICE 1: CARACTERÍSTICAS DE LOS HIDRANTES DE RIEGO SI CANAL DE SAN JOSÉ

RED SECTOR I CANAL DE SAN JOSÉ_HIDRANTES

CARACTERÍSTICAS DEL HIDRANTE										
HIDRANTE	IDNodo	X	Y	Z	Caudal l/s	tamaño hidrante	Presión Dinamica m.c.a	Presión Estática m.c.a	AGRUPACIÓN	SUPERFICIE (m2)
H-1	517	276078	4597940	628,25	20	4"	61,05	62,25	AGR0001	52188,49
H-2	84	276073	4597911	628,09	20	4"	61,19	62,41	AGR0002	96956,70
H-3	87	276789	4597829	628,89	20	4"	58,76	61,61	AGR0003	98086,86
H-4	90	276858	4597810	629,16	26	4"	58,27	61,34	AGR0004	113130,49
H-5	196	277070	4597860	628,68	20	4"	57,90	61,82	AGR0005	96442,07
H-6	93	277182	4598115	628,17	20	4"	57,95	62,28	AGR0006	93833,56
H-7	96	277218	4598313	629,40	30	6"	56,00	61,10	AGR0007	138579,90
H-8	98	277246	4598334	629,27	26	4"	56,35	61,23	AGR0008	102489,07
H-9	101	277523	4598401	628,10	26	4"	57,40	62,40	AGR0009	116115,49
H-10	103	277514	4598427	629,51	20	4"	55,95	60,99	AGR0010	79603,06
H-11	106	277811	4598513	629,15	20	4"	55,48	61,35	AGR0011	88059,75
H-12	108	277802	4598533	629,64	20	4"	54,84	60,86	AGR0012	64855,62
H-13	111	277922	4598560	629,45	20	4"	54,76	61,05	AGR0013	57137,54
H-14	114	278412	4598462	630,03	20	4"	53,04	60,47	AGR0014	99834,37
H-15	116	278400	4598491	630,30	20	4"	52,57	60,20	AGR0015	67238,09
H-16	118	278483	4598568	629,03	20	4"	53,71	61,47	AGR0016	81375,30
H-17	127	276500	4598107	628,99	20	4"	58,51	61,51	AGR0017	74939,92
H-18	129	276522	4598110	629,51	20	4"	57,90	60,99	AGR0018	85177,75
H-19	131	276712	4598629	628,99	44	6"	55,96	61,51	AGR0019	200120,00
H-20	134	276996	4598805	629,09	26	4"	55,04	61,41	AGR0020	129755,32
H-21	137	277380	4599004	629,58	20	4"	51,69	60,92	AGR0021	78408,46
H-22	139	277394	4598973	629,65	30	6"	51,25	60,85	AGR0022	131166,13
H-23	142	277730	4599156	629,91	26	4"	50,33	60,59	AGR0023	101677,25
H-24	145	277637	4599144	629,85	20	4"	50,70	60,65	AGR0024	56402,53
H-25	147	277748	4599164	629,57	20	4"	50,65	60,93	AGR0025	54759,14
H-26	157	276607	4598811	628,61	20	4"	55,51	61,89	AGR0026	64545,24
H-27	150	276890	4599102	628,86	20	4"	52,58	61,64	AGR0027	59827,31
H-28	152	277038	4599182	629,15	20	4"	51,80	61,35	AGR0028	60719,06
H-29	154	277001	4599219	629,32	20	4"	51,19	61,18	AGR0029	61071,31
H-30	160	276455	4599009	628,39	20	4"	53,65	62,11	AGR0030	57807,50
H-31	162	276463	4599149	628,89	20	4"	52,83	61,61	AGR0031	55689,75
H-32	173	276040	4597834	628,63	18	3"	60,47	61,87	AGR0032	43933,38
H-33	176	276056	4597605	628,77	30	6"	60,19	61,73	AGR0033	131089,75
H-34	178	276030	4597602	628,66	20	4"	60,24	61,84	AGR0034	63882,64
H-35	181	276326	4597235	629,26	26	6"	58,67	61,24	AGR0035	120425,40
H-36	184	276822	4597189	629,29	30	6"	57,37	61,21	AGR0036	135486,89
H-37	188	277128	4597300	629,47	20	4"	56,31	61,03	AGR0037	82659,68
H-38	187	277115	4597327	629,57	26	4"	56,31	60,93	AGR0038	119596,21
H-39	191	277424	4597573	628,18	20	4"	56,83	62,32	AGR0039	76020,45

CARACTERÍSTICAS DEL HIDRANTE										
HIDRANTE	IDNodo	X	Y	Z	Caudal l/s	tamaño hidrante	Presión Dinamica m.c.a	Presión Estática m.c.a	AGRUPACIÓN	SUPERFICIE (m2)
H-40	193	277436	4597558	627,77	30	6"	57,34	62,73	AGR0040	146530,92
H-41	199	277719	4597629	629,83	30	6"	54,41	60,67	AGR0041	137547,46
H-42	202	278009	4597690	629,31	26	4"	53,94	61,19	AGR0042	119755,86
H-43	205	278102	4597784	629,69	26	4"	53,17	60,81	AGR0043	119781,59
H-44	211	278309	4598005	630,06	26	4"	51,20	60,44	AGR0044	109491,55
H-45	209	278186	4598236	629,72	30	6"	49,93	60,78	AGR0045	132649,00
H-46	493	278534	4598255	630,25	30	6"	50,40	60,03	AGR0046	142394,70
H-47	216	278794	4598177	630,09	18	3"	50,04	60,41	AGR0047	31500,35
H-48	219	277423	4597341	629,48	30	6"	55,14	61,02	AGR0048	147436,31
H-49	222	277716	4597187	629,77	32	6"	54,73	60,73	AGR0049	150070,35
H-50	228	278356	4597246	629,57	26	4"	53,39	60,93	AGR0050	121785,12
H-51	230	278292	4597178	631,00	26	4"	52,40	59,50	AGR0051	105442,32
H-52	237	278668	4597551	629,92	20	4"	51,24	60,58	AGR0052	73725,87
H-53	232	278633	4597643	628,58	20	4"	51,18	61,92	AGR0053	74374,28
H-54	234	278639	4597676	628,98	20	4"	51,09	61,52	AGR0054	61254,59
H-55	240	278839	4597368	629,42	18	3"	52,53	61,08	AGR0055	43796,63
H-56	242	279053	4597698	630,58	20	4"	49,24	59,92	AGR0056	55973,21
H-57	244	279024	4597688	630,09	20	4"	49,55	60,41	AGR0057	68961,62
H-58	246	279367	4597538	630,91	18	3"	50,71	59,59	AGR0058	43243,98
H-59	248	279366	4597549	630,86	20	4"	50,73	59,64	AGR0059	74563,43
H-60	273	275814	4597494	628,53	20	4"	58,90	61,97	AGR0060	86546,86
H-61	277	275498	4597873	628,52	26	4"	52,32	61,98	AGR0061	100525,61
H-62	275	275502	4597889	628,51	20	4"	52,30	61,99	AGR0062	60739,62
H-63	280	275751	4597207	630,28	20	4"	57,64	60,22	AGR0063	66084,70
H-64	283	275459	4597211	628,60	20	4"	58,83	61,90	AGR0064	55044,79
H-65	285	275448	4597217	628,97	20	4"	58,37	61,53	AGR0065	76705,17
H-66	288	275166	4597323	628,48	20	4"	58,24	62,02	AGR0066	51764,20
H-67	290	275159	4597294	628,90	26	4"	57,92	61,60	AGR0067	100334,07
H-68	293	274842	4597418	628,44	20	4"	57,82	62,06	AGR0068	92105,25
H-69	299	274741	4597388	628,66	26	4"	57,31	61,84	AGR0069	127317,79
H-70	503	274742	4597421	628,39	26	4"	57,30	62,11	AGR0070	100486,24
H-71	302	274372	4597405	627,84	26	4"	57,01	62,66	AGR0071	102993,32
H-72	306	274372	4597383	627,80	26	4"	57,35	62,70	AGR0072	125924,39
H-73	498	274198	4597395	627,82	26	4"	56,46	62,68	AGR0073	127202,33
H-74	304	274003	4597427	627,01	18	3"	56,38	63,49	AGR0074	48815,42
H-75	540	274004	4597408	627,34	26	4"	56,18	63,16	AGR0075	128476,13
H-76	314	273444	4597337	626,84	44	6"	53,62	63,66	AGR0076	185496,36
H-77	316	273430	4597329	627,05	26	4"	53,16	63,45	AGR0077	122937,24
H-78	319	273590	4596704	629,50	20	4"	51,86	61,00	AGR0078	90719,32
H-79	321	273522	4596674	630,64	26	4"	50,73	59,86	AGR0079	105639,12
H-80	324	274947	4597921	627,95	20	4"	56,95	62,55	AGR0080	72567,15
H-81	326	274936	4597951	627,69	20	4"	56,93	62,81	AGR0081	65418,53
H-82	412	274891	4598308	627,79	20	4"	57,07	62,71	AGR0082	83460,86

CARACTERÍSTICAS DEL HIDRANTE										
HIDRANTE	IDNodo	X	Y	Z	Caudal l/s	tamaño hidrante	Presión Dinamica m.c.a	Presión Estática m.c.a	AGRUPACIÓN	SUPERFICIE (m2)
H-83	331	274640	4597899	627,80	20	4"	57,34	62,70	AGR0083	61764,89
H-84	334	274540	4597869	627,68	20	4"	57,31	62,82	AGR0084	86356,22
H-85	337	274142	4597846	627,65	20	4"	55,89	62,85	AGR0085	63367,81
H-86	340	274039	4597846	627,63	26	4"	55,49	62,87	AGR0086	112016,20
H-87	523	274041	4597861	627,76	20	4"	55,63	62,74	AGR0087	98010,57
H-88	580	273509	4597807	627,35	20	4"	54,62	63,15	AGR0088	86620,24
H-89	577	273506	4597825	627,52	20	4"	54,47	62,98	AGR0089	85590,00
H-90	352	273321	4597795	627,59	18	3"	53,96	62,91	AGR0090	49548,96
H-91	355	273077	4597772	627,06	20	4"	53,84	63,44	AGR0091	69212,62
H-92	357	273071	4597794	627,55	20	4"	53,25	62,95	AGR0092	76050,58
H-93	367	272802	4597772	626,68	20	4"	53,09	63,82	AGR0093	96945,00
H-94	363	272672	4597742	626,61	20	4"	52,45	63,89	AGR0094	56762,30
H-95	369	272794	4597768	626,91	18	3"	52,03	63,78	AGR0095	48680,11
H-96	372	272444	4597749	626,57	20	4"	51,88	63,93	AGR0096	62912,24
H-97	374	272144	4597801	625,86	20	4"	51,33	64,64	AGR0097	64221,74
H-98	377	273107	4597361	626,25	18	3"	53,58	64,26	AGR0098	45164,77
H-99	513	273040	4597255	627,28	18	3"	52,30	63,22	AGR0099	33428,45
H-100	383	272859	4597373	626,09	20	4"	52,43	64,41	AGR0100	67230,97
H-101	388	272580	4597441	626,00	15	3"	50,53	64,50	AGR0101	27966,04
H-102	395	272481	4597025	627,41	20	4"	50,96	63,09	AGR0102	86421,79
H-103	393	272368	4597563	625,91	20	4"	49,93	64,59	AGR0103	95230,56
H-104	398	272963	4597129	627,65	20	4"	51,69	62,85	AGR0104	71139,08
H-105	401	272777	4596873	628,20	20	4"	50,74	62,30	AGR0105	51059,08
H-106	404	272694	4596910	627,91	20	4"	50,62	62,59	AGR0106	80698,25
H-107	407	272631	4596914	628,42	15	3"	50,17	62,08	AGR0107	26278,62
H-108	409	272501	4597019	627,81	20	4"	50,55	62,69	AGR0108	74548,71
H-109	415	274780	4598325	628,37	20	4"	56,48	62,13	AGR0109	61739,08
H-110	418	274489	4598428	627,59	20	4"	56,50	62,91	AGR0110	65734,15
H-111	420	274486	4598388	628,25	30	6"	55,78	62,25	AGR0111	139204,10
H-112	423	274198	4598472	627,99	20	4"	55,72	62,51	AGR0112	68172,01
H-113	425	274204	4598444	628,38	26	4"	55,42	62,12	AGR0113	113137,60
H-114	433	273895	4598436	627,96	30	6"	54,73	62,54	AGR0114	130270,82
H-115	436	273709	4598409	627,91	26	4"	54,22	62,59	AGR0115	108598,61
H-116	439	273362	4598377	627,42	18	3"	53,62	63,08	AGR0116	48304,23
H-117	442	273175	4598367	627,68	20	4"	52,78	62,82	AGR0117	65271,16
H-118	445	272942	4598366	626,86	18	3"	52,80	63,64	AGR0118	36289,01
H-119	447	272943	4598352	627,27	18	3"	52,45	63,23	AGR0119	34787,79
H-120	450	272641	4598313	627,04	20	4”	52,29	63,46	AGR0120	96632,75
H-121	452	272465	4598166	626,86	26	4"	51,46	63,52	AGR0121	128624,54
H-122	430	273838	4598454	627,82	18	3"	54,54	62,68	AGR0122	44738,87
H-123	427	273901	4598715	627,81	20	4"	53,72	62,69	AGR0123	96561,49
H-124	454	273464	4598418	627,56	20	4"	53,70	62,94	AGR0124	80610,82
H-125	457	273715	4598700	627,71	18	3"	51,41	62,79	AGR0125	49713,88

CARACTERÍSTICAS DEL HIDRANTE										
HIDRANTE	IDNodo	X	Y	Z	Caudal l/s	tamaño hidrante	Presión Dinamica m.c.a	Presión Estática m.c.a	AGRUPACIÓN	SUPERFICIE (m2)
H-126	460	273785	4598896	628,29	20	4"	50,04	62,21	AGR0126	63052,70
H-127	462	273705	4599008	628,21	20	4"	49,87	62,29	AGR0127	61422,07
H-128	466	273233	4598392	627,26	20	4"	53,57	63,24	AGR0128	61797,45
H-129	468	273226	4598392	627,26	18	3"	53,53	63,24	AGR0129	39109,08
H-130	471	273089	4598691	627,07	20	4"	53,00	63,43	AGR0130	55028,04
H-131	519	273078	4598737	627,67	18	3"	52,26	62,83	AGR0131	41976,80
H-132	484	273056	4598793	627,38	20	4"	52,26	63,12	AGR0132	54618,47
H-133	487	273215	4598888	627,37	20	4"	51,59	63,14	AGR0133	63662,70
H-134	478	273232	4598896	627,54	20	4"	51,33	62,95	AGR0134	60683,19
H-135	481	273337	4599073	627,47	18	3"	50,88	63,03	AGR0135	37118,47
H-136	491	273408	4599046	628,10	20	4"	49,68	62,40	AGR0136	62718,54
H-137	489	273389	4599143	627,58	20	4"	49,93	62,56	AGR0137	65510,51

APENDICE 2: DIMENSIONAMIENTO DEFINITIVO DE LOS RAMALES RED DE RIEGO DEL SECTOR I DEL CANAL DE SAN JOSE

R-I

IDArc	NINI	NFIN	Material	Presión Estática (m.c.a)	Presión Dinamica (m.c.a)	Velocidad(m/s)	Perdidas Totales (m.c.a)	Q_Acumulado(l/s)	Q_Clement (l/s)	Longitud (m)
93	77	79	1200_(HPCC-10)	62,7	61,15	1,49	0,0513	3024	1686,933	34,58
95	79	80	1200_(HPCC-10)	62,26	61,05	1,49	0,0383	3024	1686,933	25,84
100	80	83	1200_(HPCC-10)	62,45	61,27	1,15	0,0287	2350	1304,828	32,07
195	83	172	1200_(HPCC-10)	62,45	61,01	1,14	0,0709	2330	1293,599	80,58
204	172	175	1200_(HPCC-10)	62,26	60,23	1,14	0,1986	2312	1286,9	227,96
207	175	164	1100_(HPCC-10)	61,67	59,5	1,32	0,2679	2262	1259,054	205,33
197	164	587	700_(HPCC-10)	61,21	59,09	1,14	0,0905	612	438,615	53,79

R-I-1

IDArc	NINI	NFIN	Material	Presión Estática (m.c.a)	Presión Dinamica (m.c.a)	Velocidad(m/s)	Perdidas Totales (m.c.a)	Q_Acumulado(l/s)	Q_Clement (l/s)	Longitud (m)
96	80	120	700_(HPCC-10)	62,2	59,57	1,17	0,8579	654	450,055	484,82
143	120	86	500_(PVCO-16)	61,61	58,82	1,52	0,7903	308	267,558	238,47
104	86	89	500_(PVCO-16)	61,61	58,33	1,44	0,2081	288	252,348	69,95
107	89	195	500_(PVCO-16)	61,34	57,77	1,31	0,4330	262	230,769	171,6
230	195	569	500_(PVCO-16)	62,36	58,71	1,23	0,2086	242	215,735	93,56
655	569	92	500_(PVCO-16)	62,36	58,09	1,23	0,4981	242	215,735	223,41
110	92	95	500_(PVCO-16)	62,26	57,71	1,14	0,4020	222	200,11	207,05
113	95	100	500_(PVCO-16)	62,39	57,5	0,88	0,3442	166	154,376	285,2
119	100	105	400_(PEAD-10)	62,39	55,22	1,2	0,9286	120	116,734	304,54
125	105	110	315_(PVCO-16)	61,04	54,8	1,15	0,4021	80	80	118,44
131	110	113	315_(PVCO-16)	61,02	53,08	0,86	1,1475	60	60	571,54
134	113	76	200_(PVCO-16)	61,47	53,79	0,71	0,3042	20	20	124,04

R-I-1-1

IDArc	NINI	NFIN	Material	Presión Estática (m.c.a)	Presión Dinamica (m.c.a)	Velocidad(m/s)	Perdidas Totales (m.c.a)	Q_Acumulado(l/s)	Q_Clement (l/s)	Longitud (m)
144	120	126	500_(PVCO-16)	61,58	58,48	1,61	0,9304	346	282,739	253,56
149	126	557	500_(PVCO-16)	61,9	57,84	1,46	1,1135	306	255,557	365,67
643	557	556	500_(PVCO-16)	61,96	57,72	1,46	0,1958	306	255,557	64,29
642	556	122	500_(PVCO-16)	61,96	56,51	1,46	0,9753	306	255,557	320,28
145	122	133	400_(PVCO-16)	61,73	55,28	1,26	1,0081	142	142	330,55
158	133	136	315_(PVCO-16)	61,51	51,74	1,66	2,9392	116	116	437,71
161	136	144	315_(PVCO-16)	60,91	50,75	0,95	0,6970	66	66	291,81
170	144	595	250_(PVCO-16)	60,62	50,05	1,05	0,2451	46	46	64,6
683	595	594	250_(PVCO-16)	60,43	50,29	1,05	0,0309	46	46	8,15
682	594	141	250_(PVCO-16)	60,43	49,98	1,05	0,0757	46	46	19,95
167	141	121	200_(PVCO-16)	60,89	50,64	0,71	0,0285	20	20	11,63

R-I-1-1-1

IDArc	NINI	NFIN	Material	Presión Estática (m.c.a)	Presión Dinamica (m.c.a)	Velocidad(m/s)	Perdidas Totales (m.c.a)	Q_Acumulado(l/s)	Q_Clement (l/s)	Longitud (m)
146	122	156	315_(PVCO-16)	61,95	55,69	1,53	1,0424	120	106,449	181,82
185	156	124	315_(PVCO-16)	62,64	55,95	1,3	0,4270	100	90,454	100,44
147	124	159	200_(PVCO-16)	62,64	54,25	1,42	1,1172	40	40	129,08
188	159	123	160_(PVCO-16)	62,06	52,87	1,11	0,9293	20	20	129,08

R-I-1-1-1-2

IDArc	NINI	NFIN	Material	Presión Estática (m.c.a)	Presión Dinamica (m.c.a)	Velocidad(m/s)	Perdidas Totales (m.c.a)	Q_Acumulado(l/s)	Q_Clement (l/s)	Longitud (m)
148	124	149	250_(PVCO-16)	62,64	52,56	1,37	2,3239	60	60	376,83
176	149	125	250_(PVCO-16)	61,58	51,85	0,91	0,4719	40	40	160,44

R-I-2

IDArc	NINI	NFIN	Material	Presión Estática (m.c.a)	Presión Dinamica (m.c.a)	Velocidad(m/s)	Perdidas Totales (m.c.a)	Q_Acumulado(l/s)	Q_Clement (l/s)	Longitud (m)
298	164	251	900_(HPCC-10)	61,21	58,43	1,41	0,3512	1650	897,093	186,69
302	251	552	900_(HPCC-10)	60,5	57,92	1,35	0,2609	1584	861,701	150,12
638	552	501	900_(HPCC-10)	60,25	57,67	1,35	0,1557	1584	861,701	89,6
582	501	279	900_(HPCC-10)	60,23	57,71	1,35	0,0373	1584	861,701	21,45
332	279	500	900_(HPCC-10)	61,66	58,91	1,34	0,2310	1564	851,437	136,09
581	500	282	900_(HPCC-10)	61,66	58,36	1,34	0,2792	1564	851,437	164,45
335	282	287	900_(HPCC-10)	61,57	58,02	1,31	0,5165	1524	832,968	317,59
341	287	553	900_(HPCC-10)	61,57	57,49	1,27	0,2718	1478	810,777	176,24
639	553	257	900_(HPCC-10)	61,43	57,38	1,27	0,2390	1478	810,777	155
307	257	298	500_(PVCO-16)	61,76	57,37	1,53	0,3350	290	268,297	100,58
353	298	496	500_(PVCO-16)	62,3	57,5	1,31	0,4115	238	229,453	164,79
577	496	550	500_(PVCO-16)	62,48	57,25	1,31	0,4180	238	229,453	167,41
636	550	301	500_(PVCO-16)	62,63	57,31	1,31	0,0950	238	229,453	38,05
356	301	558	400_(PVCO-16)	62,86	57,03	1,65	0,5095	186	186	101,68
644	558	497	400_(PVCO-16)	62,86	56,5	1,65	0,3555	186	186	70,94
578	497	538	400_(PVCO-16)	63,13	56,26	1,42	0,6854	160	160	180,48
623	538	254	400_(PVCO-12)	63,15	56,25	1,41	0,0356	160	160	9,54
303	254	539	315_(PVCO-16)	63,15	55,26	1,66	0,9109	116	116	135,65
624	539	311	315_(PVCO-16)	63,12	55,09	1	0,2092	70	70	78,67
368	311	555	315_(PVCO-16)	63,12	54,66	1	0,2660	70	70	100,02
641	555	582	315_(PVCO-16)	63,17	54,49	1	0,3857	70	70	145,03
669	582	586	315_(PVCO-16)	63,79	54,09	1	1,0262	70	70	385,85
674	586	253	315_(PVCO-16)	63,79	53,6	1	0,3331	70	70	125,24
375	253	583	160_(PEAD-10)	63,63	53,45	1,67	0,1312	26	26	7,9

R-I-2-1

IDArc	NINI	NFIN	Material	Presión Estática (m.c.a)	Presión Dinamica (m.c.a)	Velocidad(m/s)	Perdidas Totales (m.c.a)	Q_Acumulado(l/s)	Q_Clement (l/s)	Longitud (m)
673	539	585	315_(PVCO-16)	63,5	55,68	0,66	0,0055	46	46	4,45
672	585	561	315_(PVCO-16)	63,5	52,53	0,66	0,5382	46	46	434,58
647	561	560	315_(PVCO-16)	61,95	53,2	0,66	0,3850	46	46	310,89
646	560	559	315_(PVCO-16)	61,95	52,16	0,66	0,0569	46	46	45,92
645	559	318	250_(PVCO-16)	60,96	51,48	1,05	0,2261	46	46	59,6
377	318	255	250_(PVCO-16)	60,51	50,63	0,59	0,0974	26	26	72,34

R-I-2-2

IDArc	NINI	NFIN	Material	Presión Estática (m.c.a)	Presión Dinamica (m.c.a)	Velocidad(m/s)	Perdidas Totales (m.c.a)	Q_Acumulado(l/s)	Q_Clement (l/s)	Longitud (m)
300	251	272	250_(PVCO-16)	61,6	58,57	1,5	0,9674	66	66	131,72
323	272	551	200_(PVCO-16)	62,25	55,48	1,64	3,7375	46	46	334,28
637	551	252	200_(PVCO-16)	62,25	52,32	1,64	2,8068	46	46	251,05

R-I-2-4

IDArc	NINI	NFIN	Material	Presión Estática (m.c.a)	Presión Dinamica (m.c.a)	Velocidad(m/s)	Perdidas Totales (m.c.a)	Q_Acumulado(l/s)	Q_Clement (l/s)	Longitud (m)
308	257	295	800_(HPCC-10)	61,96	57,86	1,25	0,0413	1188	629,592	24,02
350	295	292	800_(HPCC-10)	62,08	57,96	1,25	0,0259	1188	629,592	15,08
347	292	502	800_(HPCC-10)	62,52	57,9	1,23	0,4933	1168	616,406	298,91
583	502	265	800_(HPCC-10)	62,72	57,81	1,23	0,2923	1168	616,406	177,1
315	265	411	700_(HPCC-10)	62,72	56,8	0,96	0,4661	622	370,891	384,69
481	411	414	630_(PVCO-16)	62,18	56,48	1,29	0,2094	602	358,298	113,59
484	414	584	630_(PVCO-16)	62,3	56,39	1,26	0,3190	582	350,317	180,36
671	584	509	630_(PVCO-16)	62,33	56,25	1,26	0,1714	582	350,317	96,9
591	509	417	630_(PVCO-16)	62,33	55,84	1,26	0,0639	582	350,317	36,12
487	417	422	630_(PVCO-16)	62,18	55,62	1,14	0,4251	532	317,731	287,68
493	422	508	500_(PVCO-16)	62,52	54,94	1,65	1,0149	486	289,412	264,94
590	508	432	500_(PVCO-16)	62,52	54,69	1,65	0,1456	486	289,412	38,01
505	432	259	500_(PVCO-16)	62,52	54,61	1,53	0,1861	456	267,881	56,04
309	259	435	500_(PVCO-16)	62,52	54,14	1,4	0,3632	418	246,333	127,65
508	435	505	500_(PEAD-10)	62,45	53,7	1,51	0,4762	392	229,598	133,94
587	505	263	500_(PEAD-10)	62,5	53,37	1,51	0,3806	392	229,598	107,03
313	263	438	500_(PVCO-16)	62,63	53,26	1,17	0,2349	314	188,856	114,78
511	438	506	500_(PVCO-16)	62,63	53,03	1,17	0,1822	296	205,901	89,03
588	506	261	500_(PVCO-16)	62,58	52,86	1,17	0,0643	296	205,901	31,42
311	261	507	315_(PVCO-16)	62,64	52,82	1,42	0,2049	102	99,294	40,61
589	507	441	315_(PVCO-16)	62,64	52,5	1,42	0,1388	102	99,294	27,51
514	441	444	315_(PVCO-16)	63,23	52,47	1,18	0,8042	82	82	226,41
517	444	546	315_(PVCO-16)	63,23	52,02	0,66	0,3228	46	46	260,7
632	546	449	315_(PVCO-16)	63,26	52,12	0,66	0,0496	46	46	40,02
523	449	258	200_(PVCO-16)	63,52	51,48	0,92	0,9115	26	26	231,02

R-I-2-4-1

IDArc	NINI	NFIN	Material	Presión Estática (m.c.a)	Presión Dinamica (m.c.a)	Velocidad(m/s)	Perdidas Totales (m.c.a)	Q_Acumulado(l/s)	Q_Clement (l/s)	Longitud (m)
318	265	588	630_(PVCO-16)	63,15	58,08	1,08	0,1584	506	299,765	119,28
676	588	589	630_(PVCO-16)	63,15	57,6	1,08	0,0178	506	299,765	13,44
677	589	330	630_(PVCO-16)	62,68	57,33	1,08	0,1501	506	299,765	113,03
392	330	544	630_(PVCO-16)	62,78	57,47	1,04	0,0813	486	289,79	65,15
630	544	333	630_(PVCO-16)	62,78	57,3	1,04	0,0374	486	289,79	29,95
395	333	522	500_(PVCO-16)	63,04	56,66	1,58	1,0262	466	276,654	291,15
606	522	336	500_(PVCO-16)	63,08	56,33	1,58	0,3669	466	276,654	104,1
398	336	521	500_(PVCO-16)	63,08	55,64	1,52	0,2574	446	266,426	78,28
605	521	342	500_(PVCO-16)	62,76	55,71	1,52	0,0391	446	266,426	11,91
404	342	339	500_(PVCO-16)	62,76	55,65	1,52	0,0392	446	266,426	11,91
401	339	568	500_(PVCO-16)	62,89	55,4	1,33	0,4018	400	233,832	155,4
654	568	545	500_(PVCO-16)	62,89	54,88	1,33	0,3962	400	233,832	153,23
631	545	345	500_(PVCO-16)	62,77	54,29	1,33	0,5958	400	233,832	230,47
407	345	579	500_(PVCO-16)	63,15	54,64	1,26	0,0321	380	220,61	13,82
666	579	348	500_(PVCO-16)	63,15	54,57	1,18	0,0409	360	207,425	19,74
410	348	525	500_(PVCO-16)	63,12	54,4	1,18	0,0712	360	207,425	34,34
610	525	351	500_(PVCO-16)	63,03	53,98	1,18	0,3109	360	207,425	149,89
413	351	268	500_(PEAD-10)	63,13	53,85	1,31	0,3478	342	199,322	127,03
319	268	354	400_(PVCO-16)	63,13	53,52	1,04	0,2554	136	116,745	119,91
416	354	532	315_(PVCO-16)	63,06	53,3	1,27	0,2044	96	88,371	50,17
617	532	531	315_(PVCO-16)	63,66	53,72	1,27	0,1960	96	88,371	48,11
616	531	533	315_(PVCO-16)	63,72	53,35	1,27	0,4312	96	88,371	105,85
618	533	359	315_(PVCO-16)	63,72	52,95	1,27	0,1456	96	88,371	35,73
422	359	365	315_(PVCO-16)	63,58	52,9	1,27	0,1645	96	88,371	40,37
428	365	534	250_(PVCO-16)	63,75	52,88	1,32	0,1920	58	58	33,13
619	534	526	250_(PVCO-16)	63,8	52,63	1,32	0,2984	58	58	51,5
611	526	362	250_(PVCO-16)	63,8	52,32	1,32	0,2423	58	58	41,81
425	362	527	250_(PVCO-16)	64,02	52,23	0,87	0,3846	38	38	143,53
612	527	528	250_(PVCO-16)	64,02	52,16	0,87	0,0364	38	38	13,57
613	528	371	250_(PVCO-16)	64	51,9	0,87	0,1972	38	38	73,6
436	371	529	200_(PVCO-16)	64,19	51,92	0,64	0,2483	18	18	122,5
614	529	530	200_(PVCO-16)	64,19	51,5	0,64	0,2323	18	18	114,61
615	530	542	180_(PEAD-10)	64,01	50,84	0,91	0,4353	18	18	90,95
628	542	267	180_(PEAD-10)	64,07	50,86	0,91	0,2660	18	18	55,58

R-I-2-4-1-1

IDArc	NINI	NFIN	Material	Presión Estática (m.c.a)	Presión Dinamica (m.c.a)	Velocidad(m/s)	Perdidas Totales (m.c.a)	Q_Acumulado(l/s)	Q_Clement (l/s)	Longitud (m)
320	268	600	400_(PVCO-16)	63,6	53,54	1,29	0,7815	206	144,92	246,86
688	600	601	400_(PEAD-10)	63,6	53,37	1,49	0,0715	206	144,92	15,74
689	601	376	400_(PVCO-16)	64,27	53,6	1,29	0,5303	206	144,92	167,5
442	376	270	400_(PVCO-16)	64,27	53,45	1,21	0,0288	188	135,946	10,24
321	270	512	400_(PVCO-16)	64,14	52,36	0,94	0,2083	133	105,723	117,27
594	512	535	400_(PVCO-16)	63,26	51,74	0,87	0,1256	115	97,41	82,14
620	535	511	400_(PVCO-16)	62,82	51,77	0,87	0,0221	115	97,41	14,44

R-I-2-4-1-1

IDArc	NINI	NFIN	Material	Presión Estática (m.c.a)	Presión Dinamica (m.c.a)	Velocidad(m/s)	Perdidas Totales (m.c.a)	Q_Acumulado(l/s)	Q_Clement (l/s)	Longitud (m)
593	511	397	400_(PVCO-16)	62,85	51,71	0,87	0,0953	115	97,41	62,29
465	397	536	400_(PVCO-16)	63,12	51,91	0,73	0,0731	95	82,529	64,65
621	536	510	400_(PVCO-16)	63,12	51,79	0,73	0,0573	95	82,529	50,69
592	510	400	400_(PVCO-16)	63,07	50,78	0,73	0,2539	95	82,529	224,6
468	400	403	315_(PVCO-16)	62,31	50,45	1,08	0,2751	75	75	91,19
471	403	406	315_(PVCO-16)	62,26	50,17	0,79	0,0986	55	55	57,56
475	406	515	315_(PVCO-16)	62,08	49,75	0,57	0,1453	40	40	151,14
597	515	269	315_(PVCO-16)	62,63	50,54	0,57	0,0432	40	40	44,96

R-I-2-4-1-1-2

IDArc	NINI	NFIN	Material	Presión Estática (m.c.a)	Presión Dinamica (m.c.a)	Velocidad(m/s)	Perdidas Totales (m.c.a)	Q_Acumulado(l/s)	Q_Clement (l/s)	Longitud (m)
322	270	379	250_(PVCO-16)	64,29	53,14	1,25	0,4565	55	55	86,81
445	379	382	250_(PVCO-16)	64,41	52,45	1,25	0,8025	55	55	152,6
448	382	385	200_(PVCO-16)	64,44	51,08	1,24	1,4137	35	35	208,51
451	385	387	200_(PVCO-16)	64,59	50,64	1,24	0,5871	35	35	86,6
453	387	597	200_(PVCO-16)	64,59	50,14	0,71	0,2455	20	20	100,12
685	597	596	200_(PVCO-16)	64,5	50,25	0,71	0,0461	20	20	18,78
684	596	390	200_(PVCO-16)	64,61	50,2	0,71	0,1698	20	20	69,25
456	390	386	200_(PVCO-16)	64,82	50,28	0,71	0,1152	20	20	46,97
452	386	271	200_(PVCO-16)	64,82	49,91	0,71	0,0810	20	20	33,02

R-I-2-4-2

IDArc	NINI	NFIN	Material	Presión Estática (m.c.a)	Presión Dinamica (m.c.a)	Velocidad(m/s)	Perdidas Totales (m.c.a)	Q_Acumulado(l/s)	Q_Clement (l/s)	Longitud (m)
316	265	323	200_(PVCO-16)	62,72	56,99	1,42	0,6413	40	40	74,1

R-I-2-4-4

IDArc	NINI	NFIN	Material	Presión Estática (m.c.a)	Presión Dinamica (m.c.a)	Velocidad(m/s)	Perdidas Totales (m.c.a)	Q_Acumulado(l/s)	Q_Clement (l/s)	Longitud (m)
310	259	429	200_(PVCO-16)	62,83	54,73	1,35	0,1891	38	38	24,00
502	429	260	200_(PVCO-16)	62,83	53,82	0,71	0,6122	20	20	249,66

R-I-2-4-6

IDArc	NINI	NFIN	Material	Presión Estática (m.c.a)	Presión Dinamica (m.c.a)	Velocidad(m/s)	Perdidas Totales (m.c.a)	Q_Acumulado(l/s)	Q_Clement (l/s)	Longitud (m)
314	263	549	250_(PVCO-16)	62,50	51,79	1,32	1,5445	58	58	266,50
635	549	456	250_(PVCO-16)	62,47	51,11	1,32	0,6717	58	58	115,90
532	456	548	250_(PVCO-16)	62,56	50,72	0,91	0,4873	40	40	165,68
634	548	459	250_(PVCO-16)	62,56	50,30	0,91	0,2299	40	40	78,17
535	459	264	200_(PVCO-16)	62,37	49,94	0,71	0,3431	20	20	139,91

R-I-2-4-8

IDArc	NINI	NFIN	Material	Presión Estática (m.c.a)	Presión Dinamica (m.c.a)	Velocidad(m/s)	Perdidas Totales (m.c.a)	Q_Acumulado(l/s)	Q_Clement (l/s)	Longitud (m)
312	261	465	400_(PVCO-16)	63,24	53,59	1,25	0,0374	194	140,692	12,46
542	465	464	400_(PVCO-16)	63,39	53,4	1,07	0,3375	156	120,166	150,3
541	464	470	400_(PVCO-16)	63,39	52,84	1,07	0,4134	156	120,166	184,1
548	470	473	400_(PVCO-16)	63,25	52,57	0,96	0,0858	136	108,335	46,17

R-I-2-4-8

IDArc	NINI	NFIN	Material	Presión Estática (m.c.a)	Presión Dinamica (m.c.a)	Velocidad(m/s)	Perdidas Totales (m.c.a)	Q_Acumulado(l/s)	Q_Clement (l/s)	Longitud (m)
551	473	547	315_(PVCO-16)	63,15	52,45	1,43	0,2133	118	99,409	42,19
633	547	483	315_(PVCO-16)	63,15	52,31	1,43	0,1081	118	99,409	21,39
561	483	486	315_(PVCO-16)	63,13	51,6	1,25	0,7188	98	87,396	180,08
564	486	477	315_(PVCO-16)	63,13	51,36	1,12	0,0671	78	78	20,71
555	477	590	315_(PVCO-16)	63,04	51,41	0,83	0,0399	58	58	21,16
678	590	591	315_(PVCO-16)	63,04	51,33	0,83	0,0559	58	58	29,62
679	591	592	315_(PVCO-16)	63,02	51,25	0,83	0,0578	58	58	30,6
680	592	593	315_(PVCO-16)	63	50,56	0,83	0,1463	58	58	77,53
681	593	480	315_(PVCO-16)	62,93	50,83	0,83	0,2116	58	58	112,13
558	480	262	200_(PVCO-16)	62,93	49,93	1,42	0,5080	40	40	58,69

R-I-2-6 (H-74)

IDArc	NINI	NFIN	Material	Presión Estática (m.c.a)	Presión Dinamica (m.c.a)	Velocidad(m/s)	Perdidas Totales (m.c.a)	Q_Acumulado(l/s)	Q_Clement (l/s)	Longitud (m)
306	254	256	160_(PEAD-10)	63,53	56,48	1,15	0,1514	18	18	17,88

R-I-3

IDArc	NINI	NFIN	Material	Presión Estática (m.c.a)	Presión Dinamica (m.c.a)	Velocidad(m/s)	Perdidas Totales (m.c.a)	Q_Acumulado(l/s)	Q_Clement (l/s)	Longitud (m)
675	587	562	700_(HPCC-10)	60,9	58,52	1,14	0,1808	612	438,615	107,45
648	562	570	700_(HPCC-10)	60,5	57,51	1,14	0,2016	612	438,615	119,84
656	570	576	700_(HPCC-10)	60,07	57,76	1,14	0,1209	612	438,615	71,83
662	576	180	700_(HPCC-10)	61,16	58,67	1,14	0,1860	612	438,615	110,57
213	180	563	630_(PVCO-16)	61,51	58,64	1,5	0,3701	582	418,144	150,99
649	563	564	630_(PVCO-16)	61,51	57,56	1,5	0,2170	582	418,144	88,5
650	564	571	630_(PVCO-16)	61,12	57,92	1,5	0,1140	582	418,144	46,5
657	571	572	630_(PVCO-16)	61,12	57,36	1,5	0,3585	582	418,144	146,25
658	572	183	630_(PVCO-16)	61,35	57,6	1,5	0,2032	582	418,144	82,89
216	183	186	630_(PVCO-16)	61,35	56,42	1,43	0,7324	552	397,757	327,63
219	186	166	630_(PVCO-16)	60,91	55,91	1,32	0,4445	506	366,899	230,76
198	166	190	500_(PVCO-16)	62,72	57,37	1,3	0,4216	236	228,292	170,41
224	190	573	500_(PEAD-10)	62,72	57,03	1,22	0,1389	186	186	57,61
659	573	543	500_(PEAD-10)	62,53	55,82	1,22	0,1448	186	186	60,08
629	543	198	500_(PVCO-16)	61,49	55,52	1,06	0,3267	186	186	192,41
233	198	201	400_(PVCO-16)	61,49	54,2	1,39	1,0376	156	156	286,25
236	201	204	400_(PVCO-16)	61,2	53,37	1,16	0,3407	130	130	131,36
239	204	207	315_(PVCO-16)	60,72	51,38	1,49	1,7285	104	104	314,67
242	207	213	315_(PVCO-16)	60,45	50,73	0,69	0,4479	48	48	334,76
250	213	565	200_(PVCO-16)	60,32	50,54	0,64	0,2553	18	18	125,96
651	565	566	200_(PVCO-16)	60,5	50,64	0,64	0,0860	18	18	42,44
652	566	165	200_(PVCO-16)	60,5	50,16	0,64	0,2825	18	18	139,36

R-I-3-1

IDArc	NINI	NFIN	Material	Presión Estática (m.c.a)	Presión Dinamica (m.c.a)	Velocidad(m/s)	Perdidas Totales (m.c.a)	Q_Acumulado(l/s)	Q_Clement (l/s)	Longitud (m)
243	207	208	200_(PVCO-16)	60,87	50,6	1,07	1,1965	30	30	233,76

R-I-3-2

IDArc	NINI	NFIN	Material	Presión Estática (m.c.a)	Presión Dinamica (m.c.a)	Velocidad(m/s)	Perdidas Totales (m.c.a)	Q_Acumulado(l/s)	Q_Clement (l/s)	Longitud (m)
199	166	598	500_(PVCO-16)	60,88	55,74	1,3	0,2094	270	228,681	84,4
686	598	218	500_(PEAD-10)	61	55,71	1,5	0,1442	270	228,681	40,85
256	218	221	500_(PVCO-16)	61	54,82	1,15	0,6700	240	202,777	336,77
259	221	516	500_(PVCO-16)	60,78	53,26	0,99	0,5723	208	174,689	378,19
598	516	224	500_(PVCO-16)	59,79	52,59	0,99	0,3144	208	174,689	207,73
262	224	227	400_(PVCO-16)	60,06	52,89	1,37	0,3186	182	154,485	89,49
265	227	574	400_(PVCO-16)	60,06	51,78	1,17	0,9485	156	131,949	355,9
660	574	168	400_(PVCO-16)	60,19	52,02	1,17	0,0596	156	131,949	22,35
200	168	239	400_(PVCO-16)	60,19	51,73	0,78	0,1643	96	88,133	128,98
280	239	575	400_(PVCO-16)	60,07	51,57	0,69	0,1142	78	78	111,92
661	575	170	400_(PVCO-16)	60,02	51,29	0,69	0,1677	78	78	164,46
202	170	167	315_(PVCO-16)	59,91	50,75	0,54	0,2483	38	38	283,44

R-I-3-2-1

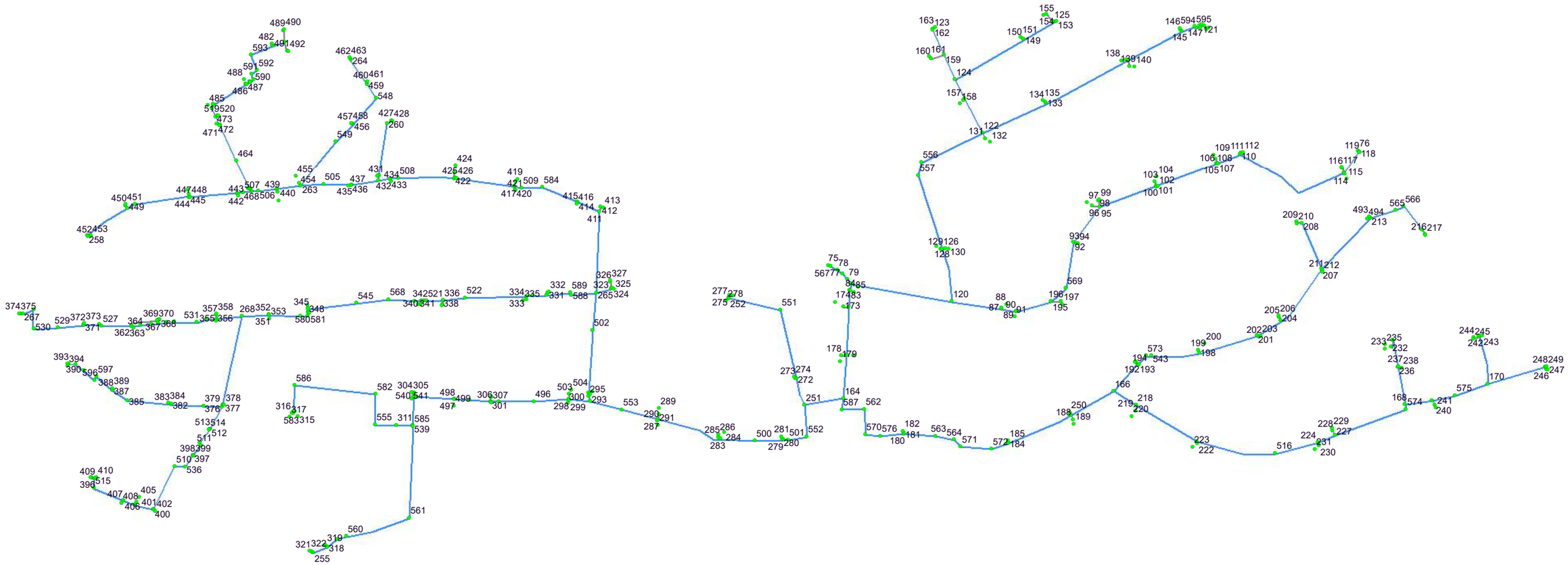
IDArc	NINI	NFIN	Material	Presión Estática (m.c.a)	Presión Dinamica (m.c.a)	Velocidad(m/s)	Perdidas Totales (m.c.a)	Q_Acumulado(l/s)	Q_Clement (l/s)	Longitud (m)
201	168	236	250_(PVCO-16)	61,08	51,78	1,37	1,1281	60	60	182,94
277	236	169	200_(PVCO-16)	61,49	51,09	1,42	1,1009	40	40	127,2

R-I-3-2-3

IDArc	NINI	NFIN	Material	Presión Estática (m.c.a)	Presión Dinamica (m.c.a)	Velocidad(m/s)	Perdidas Totales (m.c.a)	Q_Acumulado(l/s)	Q_Clement (l/s)	Longitud (m)
203	170	171	200_(PVCO-16)	59,91	49,25	1,42	1,9943	40	40	230,44

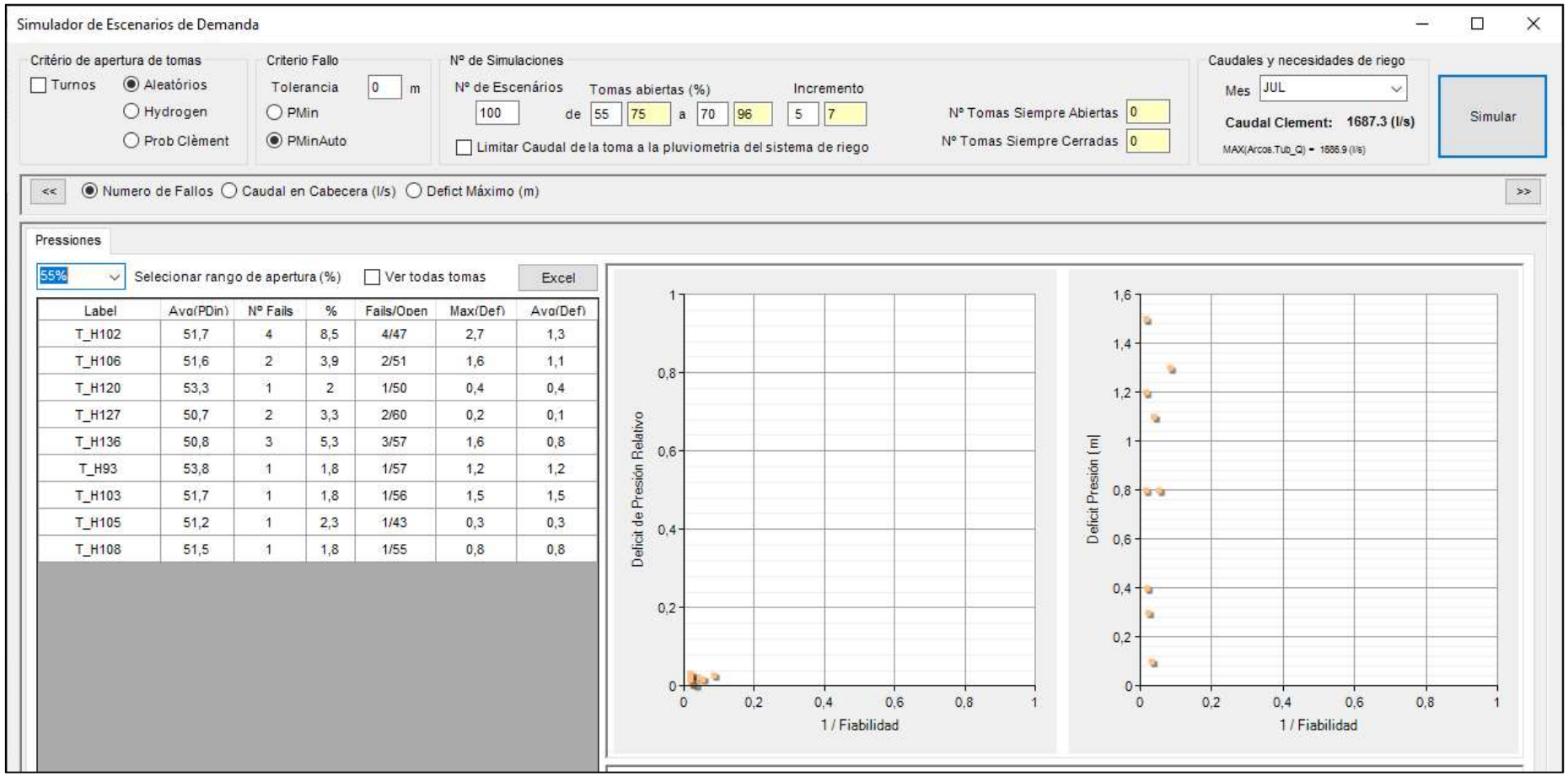
APENDICE 3: SINOPTICO DE LA RED DE RIEGO SI DEL CANAL DE SAN JOSÉ

SINÓPTICO DE LA RED DE RIEGO DEL SI DEL CANAL DE SAN JOSÉ



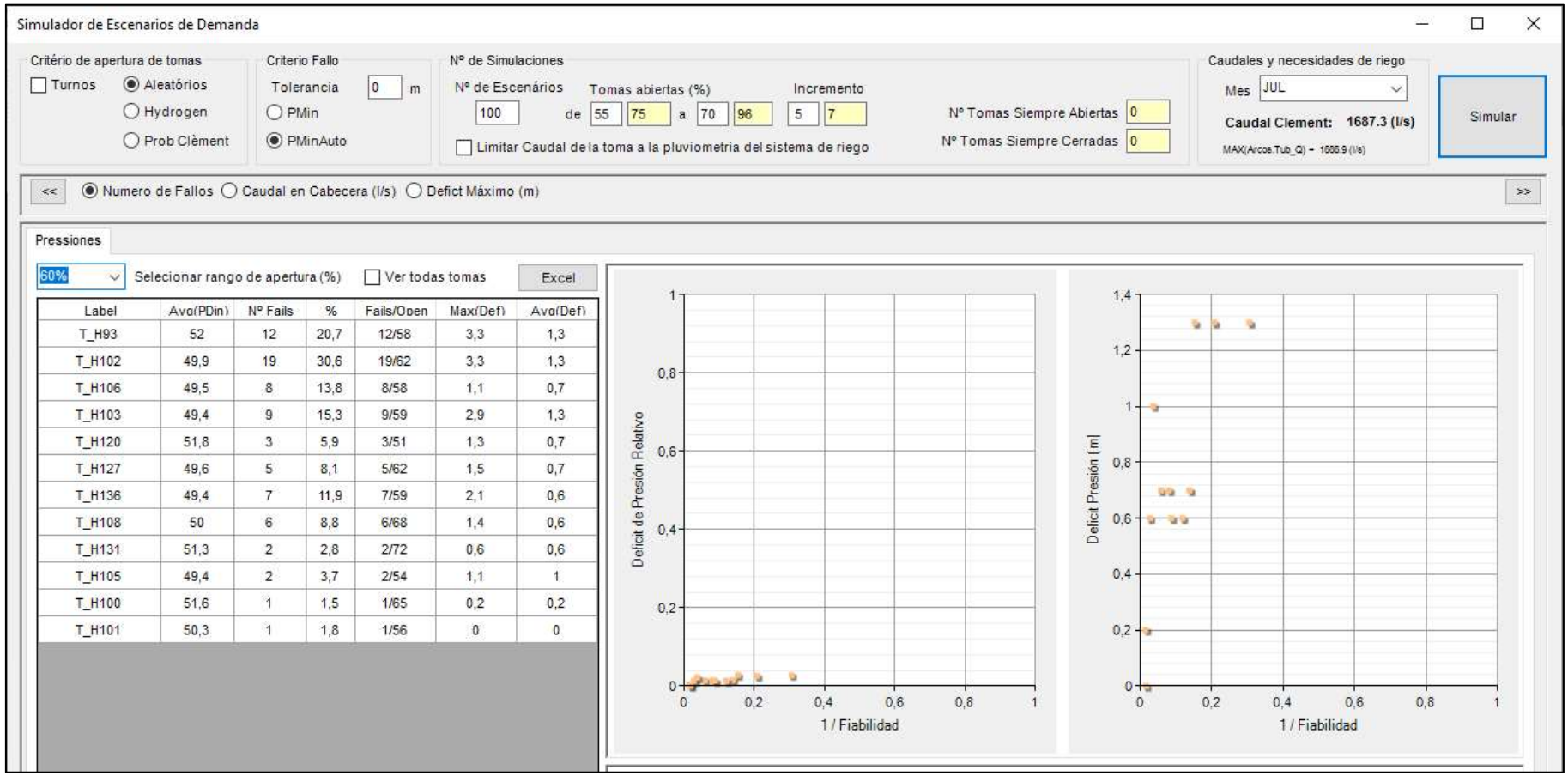
APENDICE 4: SIMULACIÓN DE ESCENARIOS DE DEMANDA DE LA RED DE RIEGO SI DEL CANAL DE SAN JOSÉ

SIMULACIONES: PRESIÓN EN TOMAS MÁS DESFAVORABLES CON 55% DE HIDRANTES ABIERTOS

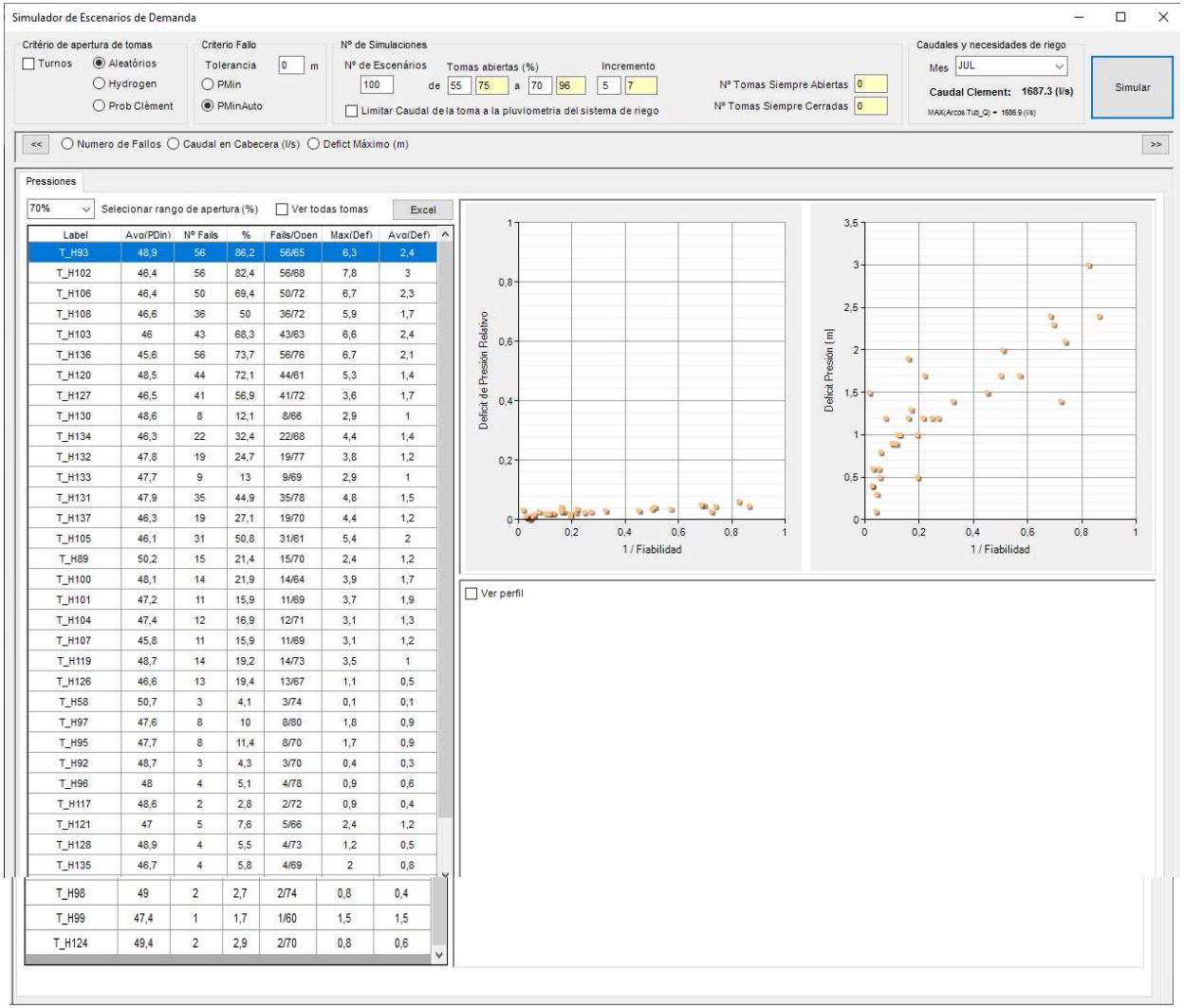


Label	Avg(PDin)	Nº Fails	%	Fails/Open	Max(Def)	Avg(Def)
T_H102	51,7	4	8,5	4/47	2,7	1,3
T_H106	51,6	2	3,9	2/51	1,6	1,1
T_H120	53,3	1	2	1/50	0,4	0,4
T_H127	50,7	2	3,3	2/60	0,2	0,1
T_H136	50,8	3	5,3	3/57	1,6	0,8
T_H93	53,8	1	1,8	1/57	1,2	1,2
T_H103	51,7	1	1,8	1/56	1,5	1,5
T_H105	51,2	1	2,3	1/43	0,3	0,3
T_H108	51,5	1	1,8	1/55	0,8	0,8

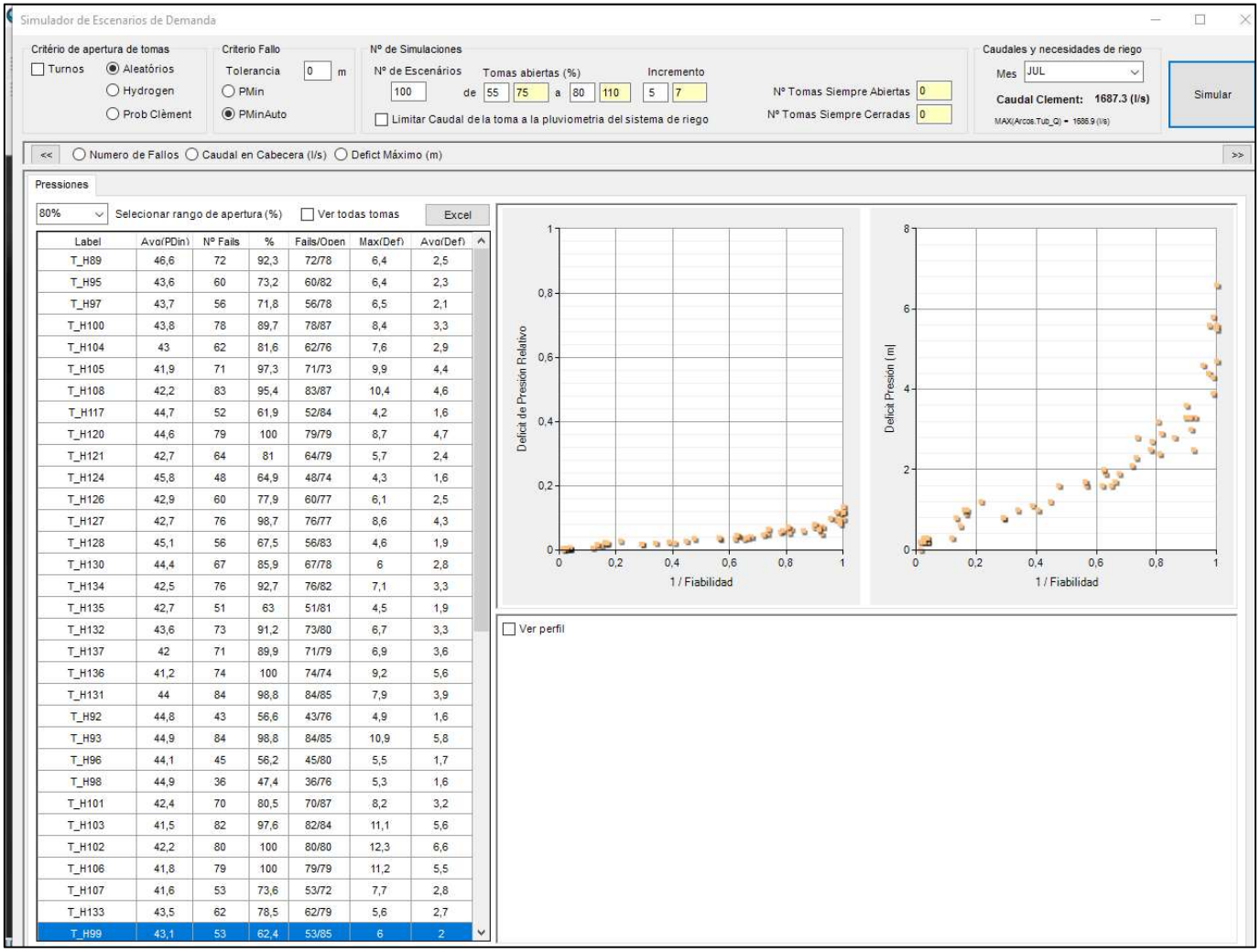
SIMULACIÓN : PRESIÓN EN TOMAS MÁS DESFAVORABLES 60% DE HIDRANTES ABIERTOS



SIMULACIÓN : PRESIÓN EN TOMAS MÁS DESFAVORABLES CON 70% DE HIDRANTES ABIERTOS

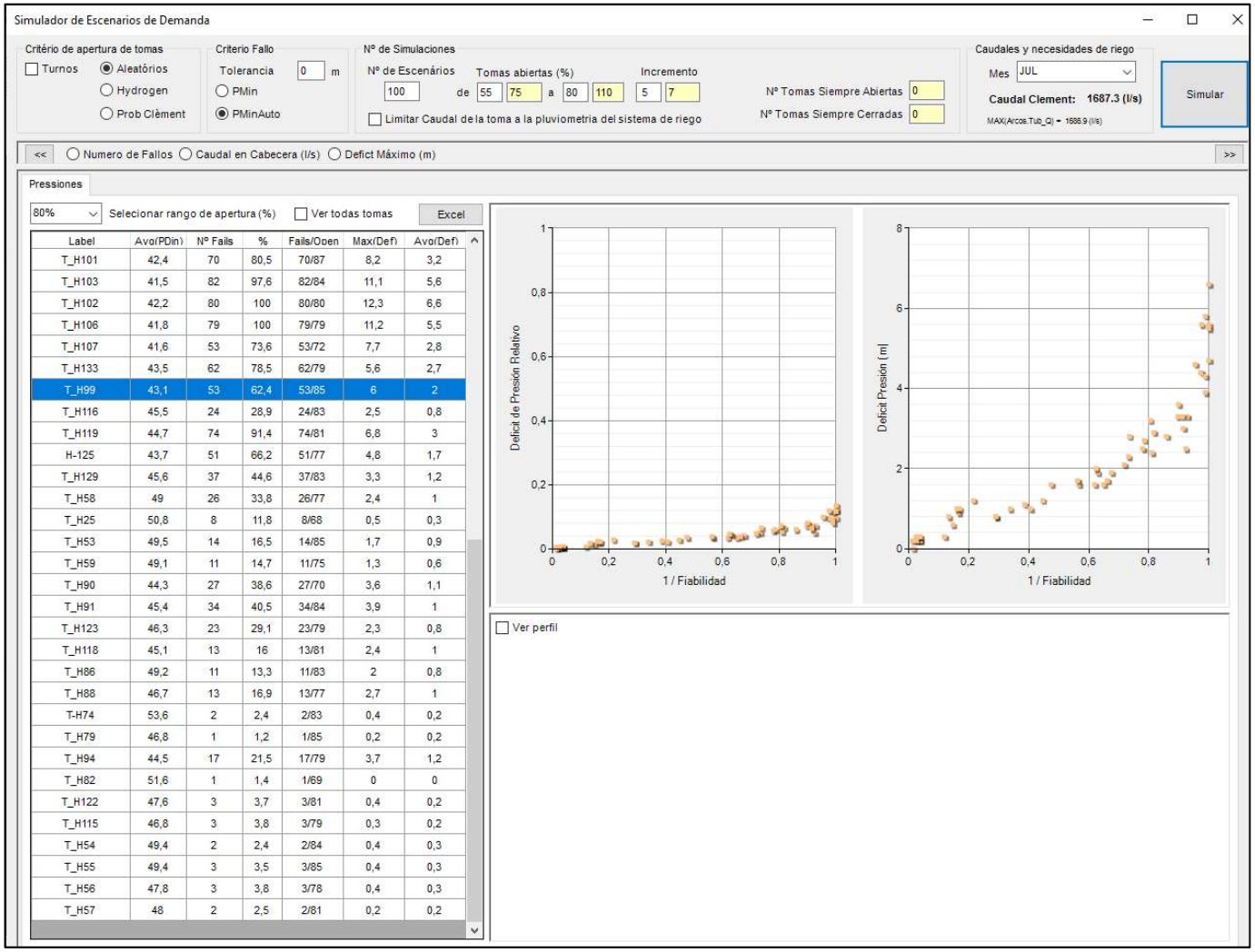


SIMULACIÓN: PRESIÓN EN TOMAS MÁS DESFAVORABLES CON 80% DE HIDRANTES ABIERTOS (HOJA 1)



Label	Avg(PDin)	Nº Fails	%	Fails/Open	Max(Def)	Avg(Def)
T_H89	46,6	72	92,3	72/78	6,4	2,5
T_H95	43,6	60	73,2	60/82	6,4	2,3
T_H97	43,7	56	71,8	56/78	6,5	2,1
T_H100	43,8	78	89,7	78/87	8,4	3,3
T_H104	43	62	81,6	62/76	7,6	2,9
T_H105	41,9	71	97,3	71/73	9,9	4,4
T_H108	42,2	83	95,4	83/87	10,4	4,6
T_H117	44,7	52	61,9	52/84	4,2	1,6
T_H120	44,6	79	100	79/79	8,7	4,7
T_H121	42,7	64	81	64/79	5,7	2,4
T_H124	45,8	48	64,9	48/74	4,3	1,6
T_H126	42,9	60	77,9	60/77	6,1	2,5
T_H127	42,7	76	98,7	76/77	8,6	4,3
T_H128	45,1	56	67,5	56/83	4,6	1,9
T_H130	44,4	67	85,9	67/78	6	2,8
T_H134	42,5	76	92,7	76/82	7,1	3,3
T_H135	42,7	51	63	51/81	4,5	1,9
T_H132	43,6	73	91,2	73/80	6,7	3,3
T_H137	42	71	89,9	71/79	6,9	3,6
T_H136	41,2	74	100	74/74	9,2	5,6
T_H131	44	84	98,8	84/85	7,9	3,9
T_H92	44,8	43	56,6	43/76	4,9	1,6
T_H93	44,9	84	98,8	84/85	10,9	5,8
T_H96	44,1	45	56,2	45/80	5,5	1,7
T_H98	44,9	36	47,4	36/76	5,3	1,6
T_H101	42,4	70	80,5	70/87	8,2	3,2
T_H103	41,5	82	97,6	82/84	11,1	5,6
T_H102	42,2	80	100	80/80	12,3	6,6
T_H106	41,8	79	100	79/79	11,2	5,5
T_H107	41,6	53	73,6	53/72	7,7	2,8
T_H133	43,5	62	78,5	62/79	5,6	2,7
T_H99	43,1	53	62,4	53/85	6	2

SIMULACIÓN: PRESIÓN EN TOMAS MÁS DESFAVORABLES CON 80% DE HIDRANTES ABIERTOS (HOJA 2)



APENDICE 5: CÁLCULO DE PERDIDAS DE CARGA EN LA RED TERCIARIA Y PRESIÓN EN EL ASPERSOR EN EL PUNTO MÁS DESFAVORABLE DE LA AGRUPACIÓN DE RIEGO SI CANAL DE SAN JOSÉ

RED SECTOR I CANAL DE SAN JOSÉ_CÁLCULO DE PÉRDIDA DE CARGA EN RED TERCIARIA_PRESIÓN REAL EN EL ASPERSOR DEL PUNTO MÁS DESFAVORABLE DE LA AGRUPACIÓN

HIDRANTE	AGRUPACIÓN	HA	Caudal l/s	tamaño hidrante	TERMINO MUNICIPAL	TOMAS	M TUBERIA REPARTO	Q (m3/h)	Velocidad reparto (m/s) DN 160 PN16 (Di:151,2mm) (CATÁLOGO DE MOLECOR)	P.D.C m/km según Q Hazen-Willians DN 160 PN16 (151,2mm) (CATALOGO MOLECOR)	J.L: m.c.a pdc total en tubería reparto	Z hidrante	Cota pto.más desf. en agrupación	Presión Dinamica m.c.a en hidrante	pdc hidrante (m.c.a)	P aspersor= Pdinam.hidr-pdc hidrante-J.l-dz	Reserva para pdc en parcela (m.c.a) (Paspersor:35m.c.a)
H-1	AGR0001	5,22	20	4"	VILLARALBO	2	220	72	1,10	6,86	**1,51**	628,25	628,96	61,05	5,00	**53,84**	18,84
H-2	AGR0002	9,70	20	4"	VILLARALBO	2	240	72	1,10	6,86	**1,65**	628,09	629,00	61,19	5,00	**53,63**	18,63
H-3	AGR0003	9,81	20	4"	VILLARALBO	0		72	1,10	6,86	**0,00**	628,89	629,69	58,76	5,00	**52,96**	17,96
H-4	AGR0004	11,31	26	4"	VILLARALBO	2	134	93,6	1,50	11,77	**1,58**	629,16	629,71	58,27	5,00	**51,15**	16,15
H-5	AGR0005	9,64	20	4"	VILLARALBO	2	287	72	1,10	11,77	**3,38**	628,68	629,45	57,90	5,00	**48,75**	13,75
H-6	AGR0006	9,38	20	4"	VILLARALBO	0		72	1,10	6,86	**0,00**	628,17	628,17	57,95	5,00	**52,95**	17,95
H-7	AGR0007	13,86	30	6"	VILLARALBO	0		108	1,7 (PVCO-DN200)	15,11	**0,00**	629,40	629,58	56,00	5,00	**50,82**	15,82
H-8	AGR0008	10,25	26	4"	VILLARALBO	2	141	93,6	1,50	11,77	**1,66**	629,27	630,07	56,35	5,00	**48,89**	13,89
H-9	AGR0009	11,61	26	4"	VILLARALBO	2	10	93,6	1,50	11,77	**0,12**	628,10	628,10	57,40	5,00	**52,28**	17,28
H-10	AGR0010	7,96	20	4"	VILLARALBO	0		72	1,10	6,86	**0,00**	629,51	630,10	55,95	5,00	**50,36**	15,36
H-11	AGR0011	8,81	20	4"	VILLARALBO	0		72	1,10	6,86	**0,00**	629,15	629,15	55,48	5,00	**50,48**	15,48
H-12	AGR0012	6,49	20	4"	VILLARALBO	0		72	1,10	6,86	**0,00**	629,64	630,09	54,84	5,00	**49,39**	14,39
H-13	AGR0013	5,71	20	4"	VILLARALBO	0		72	1,10	6,86	**0,00**	629,45	629,45	54,76	5,00	**49,76**	14,76
H-14	AGR0014	9,98	20	4"	VILLARALBO	0		72	1,10	6,86	**0,00**	630,03	630,35	53,04	5,00	**47,72**	12,72
H-15	AGR0015	6,72	20	4"	VILLARALBO	0		72	1,10	6,86	**0,00**	630,30	630,30	52,57	5,00	**47,57**	12,57
H-16	AGR0016	8,14	20	4"	VILLARALBO	0		72	1,10	6,86	**0,00**	629,03	629,45	53,71	5,00	**48,29**	13,29
H-17	AGR0017	7,49	20	4"	VILLARALBO	0		72	1,10	6,86	**0,00**	628,99	628,99	58,51	5,00	**53,51**	18,51
H-18	AGR0018	8,52	20	4"	VILLARALBO	0		72	1,10	6,86	**0,00**	629,51	629,51	57,90	5,00	**52,90**	17,90
H-19	AGR0019	20,01	44	6"	VILLARALBO	0		158,4	1,6 (PVCO-DN200)	10,38	**0,00**	628,99	629,99	55,96	5,00	**49,96**	14,96
H-20	AGR0020	12,98	26	4"	VILLARALBO	2	26	93,6	1,50	11,77	**0,31**	629,09	629,09	55,04	5,00	**49,73**	14,73
H-21	AGR0021	7,84	20	4"	VILLARALBO	0		72	1,10	6,86	**0,00**	629,58	629,58	51,69	5,00	**46,69**	11,69
H-22	AGR0022	13,12	30	6"	VILLARALBO	2	17	108	1,70	15,11	**0,26**	629,65	629,65	51,25	5,00	**45,99**	10,99
H-23	AGR0023	10,17	26	4"	VILLARALBO	0		93,6	1,50	11,77	**0,00**	629,91	629,91	50,33	5,00	**45,33**	10,33
H-24	AGR0024	5,64	20	4"	VILLARALBO	0		72	1,10	6,86	**0,00**	629,85	629,85	50,70	5,00	**45,70**	10,70
H-25	AGR0025	5,48	20	4"	VILLARALBO	3	488	72	1,10	6,86	**3,35**	629,57	629,57	50,65	5,00	**42,31**	7,31
H-26	AGR0026	6,45	20	4"	VILLARALBO	0		72	1,10	6,86	**0,00**	628,61	628,66	55,51	5,00	**50,45**	15,45
H-27	AGR0027	5,98	20	4"	VILLARALBO	0		72	1,10	6,86	**0,00**	628,86	628,86	52,58	5,00	**47,58**	12,58
H-28	AGR0028	6,07	20	4"	VILLARALBO	0		72	1,10	6,86	**0,00**	629,15	629,40	51,80	5,00	**46,55**	11,55
H-29	AGR0029	6,11	20	4"	VILLARALBO	0		72	1,10	6,86	**0,00**	629,32	629,32	51,19	5,00	**46,19**	11,19
H-30	AGR0030	5,78	20	4"	VILLARALBO	2	189	72	1,10	6,86	**1,30**	628,39	628,43	53,65	5,00	**47,31**	12,31

RED SECTOR I CANAL DE SAN JOSÉ_CÁLCULO DE PÉRDIDA DE CARGA EN RED TERCIARIA_PRESIÓN REAL EN EL ASPERSOR DEL PUNTO MÁS DESFAVORABLE DE LA AGRUPACIÓN

HIDRANTE	AGRUPACIÓN	HA	Caudal l/s	tamaño hidrante	TERMINO MUNICIPAL	TOMAS	M TUBERIA REPARTO	Q (m3/h)	Velocidad reparto (m/s) DN 160 PN16 (Di:151,2mm) (CATÁLOGO DE MOLECOR)	P.D.C m/km según Q Hazen-Willians DN 160 PN16 (151,2mm) (CATALOGO MOLECOR)	J.L: m.c.a pdc total en tubería reparto	Z hidrante	Cota pto.más desf. en agrupación	Presión Dinamica m.c.a en hidrante	pdc hidrante (m.c.a)	P aspersor= Pdinam.hidr-pdc hidrante-J.l-dz	Reserva para pdc en parcela (m.c.a) (Paspersor:35m.c.a)
H-31	AGR0031	5,57	20	4"	VILLARALBO	0		72	1,10	6,86	**0,00**	628,89	629,01	52,83	5,00	**47,71**	12,71
H-32	AGR0032	4,39	18	3"	VILLARALBO	2	26	64,8	1,00	5,76	**0,15**	628,63	628,63	60,47	5,00	**55,32**	20,32
H-33	AGR0033	13,11	30	6"	VILLARALBO	2	342	108	1,70	15,11	**5,17**	628,77	628,83	60,19	5,00	**49,96**	14,96
H-34	AGR0034	6,39	20	4"	VILLARALBO	8	429	72	1,10	6,86	**2,94**	628,66	630,02	60,24	5,00	**50,93**	15,93
H-35	AGR0035	12,04	26	4"	VILLARALBO	7	423	93,6	1,50	11,77	**4,98**	629,26	629,35	58,67	5,00	**48,60**	13,60
H-36	AGR0036	13,55	30	6"	VILLARALBO	2	20	108	1,70	15,11	**0,30**	629,29	629,53	57,37	5,00	**51,83**	16,83
H-37	AGR0037	8,27	20	4"	VILLARALBO	5	245,6	72	1,10	6,86	**1,68**	629,47	631,58	56,31	5,00	**47,51**	12,51
H-38	AGR0038	11,96	26	4"	VILLARALBO	0		93,6	1,50	11,77	**0,00**	629,57	629,66	56,31	5,00	**51,22**	16,22
H-39	AGR0039	7,60	20	4"	VILLARALBO	2	31	72	1,10	6,86	**0,21**	628,18	630,01	56,83	5,00	**49,79**	14,79
H-40	AGR0040	14,65	30	6"	VILLARALBO	2	479	108	1,70	15,11	**7,24**	627,77	628,82	57,34	5,00	**44,06**	9,06
H-41	AGR0041	13,75	30	6"	VILLARALBO	2	25	108	1,70	15,11	**0,38**	629,83	630,02	54,41	5,00	**48,84**	13,84
H-42	AGR0042	11,98	26	4"	VILLARALBO	0		93,6	1,50	11,77	**0,00**	629,31	629,33	53,94	5,00	**48,92**	13,92
H-43	AGR0043	11,98	26	4"	VILLARALBO	0		93,6	1,50	11,77	**0,00**	629,69	629,63	53,17	5,00	**48,23**	13,23
H-44	AGR0044	10,95	26	4"	VILLARALBO	0		93,6	1,50	11,77	**0,00**	630,06	631,79	51,20	5,00	**44,47**	9,47
H-45	AGR0045	13,26	30	6"	VILLARALBO	0		108	1,70	15,11	**0,00**	629,72	630,28	49,93	5,00	**44,37**	9,37
H-46	AGR0046	14,24	30	6"	VILLARALBO	2	82	108	1,70	15,11	**1,24**	630,25	630,51	50,40	5,00	**43,90**	8,90
H-47	AGR0047	3,15	18	3"	VILLARALBO	0		64,8	1,00	5,76	**0,00**	630,09	630,09	50,04	5,00	**45,04**	10,04
H-48	AGR0048	14,74	30	6"	VILLARALBO	0		108	1,70	15,11	**0,00**	629,48	631,12	55,14	5,00	**48,50**	13,50
H-49	AGR0049	15,01	32	6"	VILLARALBO	2	38	115,2	1,80	17,26	**0,66**	629,77	632,08	54,73	5,00	**46,76**	11,76
H-50	AGR0050	12,18	26	4"	VILLARALBO	2	56	93,6	1,50	11,77	**0,66**	629,57	629,57	53,39	5,00	**47,73**	12,73
H-51	AGR0051	10,54	26	4"	VILLARALBO	2	25	93,6	1,50	11,77	**0,29**	631,00	632,29	52,40	5,00	**45,82**	10,82
H-52	AGR0052	7,37	20	4"	VILLARALBO	0		72	1,10	6,86	**0,00**	629,92	630,38	51,24	5,00	**45,78**	10,78
H-53	AGR0053	7,44	20	4"	VILLARALBO	0		72	1,10	6,86	**0,00**	628,58	629,69	51,18	5,00	**45,06**	10,06
H-54	AGR0054	6,13	20	4"	VILLARALBO	0		72	1,10	6,86	**0,00**	628,98	629,94	51,09	5,00	**45,13**	10,13
H-55	AGR0055	4,38	18	3"	VILLARALBO	2	20	64,8	1,00	5,76	**0,12**	629,42	632,98	52,53	5,00	**43,86**	8,86
H-56	AGR0056	5,60	20	4"	VILLARALBO	0		72	1,10	6,86	**0,00**	630,58	630,76	49,24	5,00	**44,07**	9,07
H-57	AGR0057	6,90	20	4"	VILLARALBO	0		72	1,10	6,86	**0,00**	630,09	630,43	49,55	5,00	**44,21**	9,21
H-58	AGR0058	4,32	18	3"	VILLARALBO	3	268	64,8	1,00	5,76	**1,54**	630,91	632,40	50,71	5,00	**42,68**	7,68
H-59	AGR0059	7,46	20	4"	VILLARALBO	2	16	72	1,10	6,86	**0,11**	630,86	631,01	50,73	5,00	**45,47**	10,47
H-60	AGR0060	8,65	20	4"	VILLARALBO	0		72	1,10	6,86	**0,00**	628,53	628,38	58,90	5,00	**54,05**	19,05

RED SECTOR I CANAL DE SAN JOSÉ_CÁLCULO DE PÉRDIDA DE CARGA EN RED TERCIARIA_PRESIÓN REAL EN EL ASPERSOR DEL PUNTO MÁS DESFAVORABLE DE LA AGRUPACIÓN

HIDRANTE	AGRUPACIÓN	HA	Caudal l/s	tamaño hidrante	TERMINO MUNICIPAL	TOMAS	M TUBERIA REPARTO	Q (m3/h)	Velocidad reparto (m/s) DN 160 PN16 (Di:151,2mm) (CATÁLOGO DE MOLECOR)	P.D.C m/km según Q Hazen-Willians DN 160 PN16 (151,2mm) (CATALOGO MOLECOR)	J.L: m.c.a pdc total en tubería reparto	Z hidrante	Cota pto.más desf. en agrupación	Presión Dinamica m.c.a en hidrante	pdc hidrante (m.c.a)	P aspersor= Pdinam.hidr-pdc hidrante-J.l-dz	Reserva para pdc en parcela (m.c.a) (Paspersor:35m.c.a)
H-61	AGR0061	10,05	26	4"	VILLARALBO	0		93,6	1,50	11,77	**0,00**	628,52	628,58	52,32	5,00	**47,26**	**12,26**
H-62	AGR0062	6,07	20	4"	VILLARALBO	2	25	72	1,10	6,86	**0,17**	628,51	628,66	52,30	5,00	**46,98**	**11,98**
H-63	AGR0063	6,61	20	4"	VILLARALBO	2	25	72	1,10	6,86	**0,17**	630,28	630,28	57,64	5,00	**52,46**	**17,46**
H-64	AGR0064	5,50	20	4"	VILLARALBO	0		72	1,10	6,86	**0,00**	628,60	628,60	58,83	5,00	**53,83**	**18,83**
H-65	AGR0065	7,67	20	4"	VILLARALBO	0		72	1,10	6,86	**0,00**	628,97	628,97	58,37	5,00	**53,37**	**18,37**
H-66	AGR0066	5,18	20	4"	VILLARALBO	0		72	1,10	6,86	**0,00**	628,48	628,48	58,24	5,00	**53,24**	**18,24**
H-67	AGR0067	10,03	26	4"	VILLARALBO	2	33	93,6	1,50	11,77	**0,39**	628,90	630,41	57,92	5,00	**51,02**	**16,02**
H-68	AGR0068	9,21	20	4"	VILLARALBO	0		72	1,10	6,86	**0,00**	628,44	628,45	57,82	5,00	**52,81**	**17,81**
H-69	AGR0069	12,73	26	4"	VILLARALBO	4	334	93,6	1,50	11,77	**3,93**	628,66	630,29	57,31	5,00	**46,75**	**11,75**
H-70	AGR0070	10,05	26	4"	VILLARALBO	2	20	93,6	1,50	11,77	**0,24**	628,39	628,39	57,30	5,00	**52,07**	**17,07**
H-71	AGR0071	10,30	26	4"	VILLARALBO	2	10	93,6	1,50	11,77	**0,12**	627,84	627,84	57,01	5,00	**51,89**	**16,89**
H-72	AGR0072	12,59	26	4"	VILLARALBO	0		93,6	1,50	11,77	**0,00**	627,80	627,80	57,35	5,00	**52,35**	**17,35**
H-73	AGR0073	12,72	26	4"	ZAMORA_VILLARALBO	0		93,6	1,50	11,77	**0,00**	627,82	630,77	56,46	5,00	**48,51**	**13,51**
H-74	AGR0074	4,88	18	3"	ZAMORA	2	269	64,8	1,00	5,76	**1,55**	627,01	627,44	56,38	5,00	**49,39**	**14,39**
H-75	AGR0075	12,85	26	4"	ZAMORA	6	619	93,6	1,50	11,77	**7,29**	627,34	627,37	56,18	5,00	**43,86**	**8,86**
H-76	AGR0076	18,55	44	6"	ZAMORA	4	317	158,4	1,6(PVCO-DN200)	10,38	**3,29**	626,84	628,73	53,62	5,00	**43,43**	**8,43**
H-77	AGR0077	12,29	26	4"	ZAMORA	2	115	93,6	1,50	11,77	**1,35**	627,05	627,84	53,16	5,00	**46,02**	**11,02**
H-78	AGR0078	9,07	20	4"	ZAMORA	2	79	72	1,10	6,86	**0,54**	629,50	630,67	51,86	5,00	**45,14**	**10,14**
H-79	AGR0079	10,56	26	4"	ZAMORA	2	154	93,6	1,50	11,77	**1,81**	630,64	630,64	50,73	5,00	**43,91**	**8,91**
H-80	AGR0080	7,26	20	4"	VILLARALBO	0		72	1,10	6,86	**0,00**	627,95	628,10	56,95	5,00	**51,79**	**16,79**
H-81	AGR0081	6,54	20	4"	VILLARALBO	0		72	1,10	6,86	**0,00**	627,69	628,38	56,93	5,00	**51,24**	**16,24**
H-82	AGR0082	8,35	20	4"	VILLARALBO	2	226	72	1,10	6,86	**1,55**	627,79	627,89	57,07	5,00	**50,42**	**15,42**
H-83	AGR0083	6,18	20	4"	VILLARALBO	0		72	1,10	6,86	**0,00**	627,80	628,00	57,34	5,00	**52,14**	**17,14**
H-84	AGR0084	8,64	20	4"	VILLARALBO	2	20	72	1,10	6,86	**0,14**	627,68	627,68	57,31	5,00	**52,17**	**17,17**
H-85	AGR0085	6,34	20	4"	VILLARALBO	0		72	1,10	6,86	**0,00**	627,65	627,65	55,89	5,00	**50,89**	**15,89**
H-86	AGR0086	11,20	26	4"	ZAMORA	0		93,6	1,50	11,77	**0,00**	627,63	627,65	55,49	5,00	**50,47**	**15,47**
H-87	AGR0087	9,80	20	4"	ZAMORA	2	169	72	1,10	6,86	**1,16**	627,76	627,45	55,63	5,00	**49,78**	**14,78**
H-88	AGR0088	8,66	20	4"	ZAMORA	2	20	72	1,10	6,86	**0,14**	627,35	627,25	54,62	5,00	**49,58**	**14,58**
H-89	AGR0089	8,56	20	4"	ZAMORA	3	50	72	1,10	6,86	**0,34**	627,52	627,52	54,47	5,00	**49,13**	**14,13**
H-90	AGR0090	4,95	18	3"	ZAMORA	2	33	64,8	1,00	5,76	**0,19**	627,59	627,60	53,96	5,00	**48,76**	**13,76**

RED SECTOR I CANAL DE SAN JOSÉ_CÁLCULO DE PÉRDIDA DE CARGA EN RED TERCIARIA_PRESIÓN REAL EN EL ASPERSOR DEL PUNTO MÁS DESFAVORABLE DE LA AGRUPACIÓN

HIDRANTE	AGRUPACIÓN	HA	Caudal l/s	tamaño hidrante	TERMINO MUNICIPAL	TOMAS	M TUBERIA REPARTO	Q (m3/h)	Velocidad reparto (m/s) DN 160 PN16 (Di:151,2mm) (CATÁLOGO DE MOLECOR)	P.D.C m/km según Q Hazen-Willians DN 160 PN16 (151,2mm) (CATALOGO MOLECOR)	J.L: m.c.a pdc total en tubería reparto	Z hidrante	Cota pto.más desf. en agrupación	Presión Dinamica m.c.a en hidrante	pdc hidrante (m.c.a)	P aspersor= Pdinam.hidr-pdc hidrante-J.l-dz	Reserva para pdc en parcela (m.c.a) (Paspersor:35m.c.a)
H-91	AGR0091	6,92	20	4"	ZAMORA	2	143	72	1,10	6,86	**0,98**	627,06	627,06	53,84	5,00	**47,86**	12,86
H-92	AGR0092	7,61	20	4"	ZAMORA	2	53	72	1,10	6,86	**0,36**	627,55	627,56	53,25	5,00	**47,87**	12,87
H-93	AGR0093	9,69	20	4"	ZAMORA	0		72	1,10	6,86	**0,00**	626,68	627,46	53,09	5,00	**47,31**	12,31
H-94	AGR0094	5,68	20	4"	ZAMORA	2	200	72	1,10	6,86	**1,37**	626,61	626,84	52,45	5,00	**45,85**	10,85
H-95	AGR0095	4,87	18	3"	ZAMORA	3	144	64,8	1,00	5,76	**0,83**	626,91	626,91	52,03	5,00	**46,20**	11,20
H-96	AGR0096	6,29	20	4"	ZAMORA	2	120	72	1,10	6,86	**0,82**	626,57	626,86	51,88	5,00	**45,77**	10,77
H-97	AGR0097	6,42	20	4"	ZAMORA	9	531	72	1,10	6,86	**3,64**	625,86	626,03	51,33	5,00	**42,52**	7,52
H-98	AGR0098	4,52	18	3"	ZAMORA	0		64,8	1,00	5,76	**0,00**	626,25	626,25	53,58	5,00	**48,58**	13,58
H-99	AGR0099	3,34	18	3"	ZAMORA	0		64,8	1,00	5,76	**0,00**	627,28	627,56	52,30	5,00	**47,02**	12,02
H-100	AGR0100	6,72	20	4"	ZAMORA	0		72	1,10	6,86	**0,00**	626,09	626,11	52,43	5,00	**47,42**	12,42
H-101	AGR0101	2,80	15	3"	ZAMORA	4	200	54	0,90	4,39	**0,88**	626,00	625,98	50,53	5,00	**44,68**	9,68
H-102	AGR0102	8,64	20	4"	ZAMORA	2	265	72	1,10	6,86	**1,82**	627,41	627,51	50,96	5,00	**44,04**	9,04
H-103	AGR0103	9,52	20	4"	ZAMORA	2	20	72	1,10	6,86	**0,14**	625,91	626,84	49,93	5,00	**43,86**	8,86
H-104	AGR0104	7,11	20	4"	ZAMORA	0		72	1,10	6,86	**0,00**	627,65	627,65	51,69	5,00	**46,69**	11,69
H-105	AGR0105	5,11	20	4"	ZAMORA	2	20	72	1,10	6,86	**0,14**	628,20	630,19	50,74	5,00	**43,61**	8,61
H-106	AGR0106	8,07	20	4"	ZAMORA	5	366	72	1,10	6,86	**2,51**	627,91	627,92	50,62	5,00	**43,10**	8,10
H-107	AGR0107	2,63	15	3"	ZAMORA	0		54	0,90	4,39	**0,00**	628,42	630,74	50,17	5,00	**42,85**	7,85
H-108	AGR0108	7,45	20	4"	ZAMORA	2	245	72	1,10	6,86	**1,68**	627,81	627,80	50,55	5,00	**43,88**	8,88
H-109	AGR0109	6,17	20	4"	VILLARALBO	0		72	1,10	6,86	**0,00**	628,37	628,38	56,48	5,00	**51,47**	16,47
H-110	AGR0110	6,57	20	4"	VILLARALBO_ZAMORA	2	20	72	1,10	6,86	**0,14**	627,59	627,59	56,50	5,00	**51,36**	16,36
H-111	AGR0111	13,92	30	6"	VILLARALBO	2	20	108	1,70	15,11	**0,30**	628,25	628,25	55,78	5,00	**50,48**	15,48
H-112	AGR0112	6,82	20	4"	ZAMORA	0		72	1,10	6,86	**0,00**	627,99	628,00	55,72	5,00	**50,71**	15,71
H-113	AGR0113	11,31	26	4"	ZAMORA	0		93,6	1,50	11,77	**0,00**	628,38	628,38	55,42	5,00	**50,42**	15,42
H-114	AGR0114	13,03	30	6"	ZAMORA	0		108	1,70	15,11	**0,00**	627,96	627,96	54,73	5,00	**49,73**	14,73
H-115	AGR0115	10,86	26	4"	ZAMORA	0		93,6	1,50	11,77	**0,00**	627,91	627,94	54,22	5,00	**49,19**	14,19
H-116	AGR0116	4,83	18	3"	ZAMORA	3	98	64,8	1,00	5,76	**0,56**	627,42	627,45	53,62	5,00	**48,02**	13,02
H-117	AGR0117	6,53	20	4"	ZAMORA	0		72	1,10	6,86	**0,00**	627,68	627,70	52,78	5,00	**47,76**	12,76
H-118	AGR0118	3,63	18	3"	ZAMORA	0		64,8	1,00	5,76	**0,00**	626,86	627,05	52,80	5,00	**47,61**	12,61
H-119	AGR0119	3,48	18	3"	ZAMORA	0		64,8	1,00	5,76	**0,00**	627,27	627,75	52,45	5,00	**46,96**	11,96
H-120	AGR0120	9,66	20	4"	ZAMORA	2	149	72	1,10	6,86	**1,02**	627,04	627,04	52,29	5,00	**46,26**	11,26

RED SECTOR I CANAL DE SAN JOSÉ_CÁLCULO DE PÉRDIDA DE CARGA EN RED TERCIARIA_PRESIÓN REAL EN EL ASPERSOR DEL PUNTO MÁS DESFAVORABLE DE LA AGRUPACIÓN

HIDRANTE	AGRUPACIÓN	HA	Caudal l/s	tamaño hidrante	TERMINO MUNICIPAL	TOMAS	M TUBERIA REPARTO	Q (m3/h)	Velocidad reparto (m/s) DN 160 PN16 (Di:151,2mm) (CATÁLOGO DE MOLECOR)	P.D.C m/km según Q Hazen-Willians DN 160 PN16 (151,2mm) (CATALOGO MOLECOR)	J.L: m.c.a pdc total en tubería reparto	Z hidrante	Cota pto.más desf. en agrupación	Presión Dinamica m.c.a en hidrante	pdc hidrante (m.c.a)	P aspersor= Pdinam.hidr-pdc hidrante-J.l-dz	Reserva para pdc en parcela (m.c.a) (Paspersor:35m.c.a)
H-121	AGR0121	12,86	26	4"	ZAMORA	2	20	93,6	1,50	11,77	**0,24**	626,86	627,24	51,46	5,00	**45,84**	10,84
H-122	AGR0122	4,47	18	3"	ZAMORA	2	142	64,8	1,00	5,76	**0,82**	627,82	627,82	54,54	5,00	**48,72**	13,72
H-123	AGR0123	9,66	20	4"	ZAMORA	0		72	1,10	6,86	**0,00**	627,81	627,83	53,72	5,00	**48,70**	13,70
H-124	AGR0124	8,06	20	4"	ZAMORA	2	117	72	1,10	6,86	**0,80**	627,56	627,56	53,70	5,00	**47,90**	12,90
H-125	AGR0125	4,97	18	3"	ZAMORA	0		64,8	1,00	5,76	**0,00**	627,71	627,71	51,41	5,00	**46,41**	11,41
H-126	AGR0126	6,31	20	4"	ZAMORA	2	128	72	1,10	6,86	**0,88**	628,29	628,29	50,04	5,00	**44,16**	9,16
H-127	AGR0127	6,14	20	4"	ZAMORA	2	171	72	1,10	6,86	**1,17**	628,21	628,21	49,87	5,00	**43,70**	8,70
H-128	AGR0128	6,18	20	4"	ZAMORA	0		72	1,10	6,86	**0,00**	627,26	627,26	53,57	5,00	**48,57**	13,57
H-129	AGR0129	3,91	18	3"	ZAMORA	0		64,8	1,00	5,76	**0,00**	627,26	627,26	53,53	5,00	**48,53**	13,53
H-130	AGR0130	5,50	20	4"	ZAMORA	0		72	1,10	6,86	**0,00**	627,07	627,53	53,00	5,00	**47,54**	12,54
H-131	AGR0131	4,20	18	3"	ZAMORA	2		64,8	1,00	5,76	**0,00**	627,67	627,67	52,26	5,00	**47,26**	12,26
H-132	AGR0132	5,46	20	4"	ZAMORA	0		72	1,10	6,86	**0,00**	627,38	627,38	52,26	5,00	**47,26**	12,26
H-133	AGR0133	6,37	20	4"	ZAMORA	0		72	1,10	6,86	**0,00**	627,37	627,37	51,59	5,00	**46,59**	11,59
H-134	AGR0134	6,07	20	4"	ZAMORA	3	74	72	1,10	6,86	**0,51**	627,54	627,54	51,33	5,00	**45,82**	10,82
H-135	AGR0135	3,71	18	3"	ZAMORA	0		64,8	1,00	5,76	**0,00**	627,47	627,53	50,88	5,00	**45,83**	10,83
H-136	AGR0136	6,27	20	4"	ZAMORA	0		72	1,10	6,86	**0,00**	628,10	628,34	49,68	5,00	**44,45**	9,45
H-137	AGR0137	6,55	20	4"	ZAMORA	0		72	1,10	6,86	**0,00**	627,58	628,09	49,93	5,00	**44,42**	9,42