

# Redes colectivas de riego. Problemática general. Resolución de conflictos

*Jaime Arviza Valverde,  
Iban Balbastre Peralta*

DPTO. INGENIERÍA RURAL Y AGROALIMENTARIA.  
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA



**E**n el presente artículo se exponen las causas más significativas a las que se deben el funcionamiento anómalo de las redes colectivas de riego, haciendo referencia a las consecuencias que éste conlleva, los conflictos generados, y la propuesta de una metodología que, en la medida de lo posible, permita dar una solución viable a los problemas más frecuentes. En cualquier caso las soluciones serán difíciles, costosas y traumáticas, en aquellas ocasiones que las hubiere.

## 1. INTRODUCCIÓN

El regadío español, y en particular el valenciano, ha sufrido una notable transformación como consecuencia de la adopción de tecnologías de distribución del agua a presión, posibilitando el riego en unas condiciones, y hasta localizaciones, antaño impensables.

Las obras colectivas de infraestructura, permiten con un coste moderado, y teniendo en cuenta las líneas de subvenciones existentes, garantizar los requerimientos de caudal y presión en las tomas de cada parcela, lo que hace posible la instalación de sistemas de riego a presión.

La red colectiva tal y como se entiende comprende el conjunto de elementos cuyo objeto es la captación, almacenamiento y regulación, tratamiento y transporte del agua desde su origen hasta cada una de las tomas en parcela, llegando ésta en las debidas condiciones de presión y caudal de tal manera que garanticen el correcto funcionamiento del riego en parcela. Por tanto las obras, actuaciones o elementos se pueden estructurar en:

- Obras de captación
  - Obras de regulación y/o almacenamiento
  - Red de distribución
    - Red de conducciones
    - Estación de elevación
    - Estación de filtración
    - Estación de fertirrigación
    - Tomas o hidrantes
  - Elementos de control, regulación, protección, maniobra y regulación
  - Sistema de riego en parcela. Utilización, manejo, uso y abuso.
- El diseño, cálculo, ejecución o utilización de los elementos u obras antes citados van a ser determinantes en el comportamiento ulterior de la red colectiva. Por ello, trataremos cada uno de ellos, separadamente, incidiendo en aquellos aspectos causantes de los problemas más habituales.

## 2. PROBLEMÁTICA EXISTENTE

### 2.1 OBRAS DE REGULACIÓN Y/O ALMACENAMIENTO

En la mayoría de las redes existentes se ha proyectado y posteriormente ejecutado, depósitos o embalses cuyo objeto es el almace-

namiento y regulación del agua procedente de la captación con dos posibles funciones: minimización de costes energéticos al adecuar el funcionamiento de los equipos electromecánicos en la captación en las franjas horarias de menor coste, y conseguir la mayor energía en forma de altura (localización) para evitar la instalación de estaciones de rebombeo, o sistemas de inyección directa a la red.

Si bien en la mayoría de los casos, su consideración está plenamente justificada, existe cierta confusión en lo que se refiere a los criterios usados en la determinación de la capacidad total y de su ubicación idónea.

En el caso de la definición de la capacidad, se adoptan criterios que suponen volúmenes de regulación muy por exceso, que si bien, no influyen negativamente en el funcionamiento de la red, si que supone un sobre coste inicial, difícilmente amortizable. En el entorno geográfico de la Comunidad Valenciana, en redes colectivas para Comunidades "privadas" de Regantes, la capacidad está totalmente vinculada, a la disponibilidad del re-

curso: caudal disponible y continuidad en el suministro, así como a la superficie regable y los requerimientos hídricos de los cultivos afectados.

A modo de ejemplo: Una Comunidad de Regantes con una superficie regable de 2500 hg ( $\approx 208$  has) requerirá aproximadamente un caudal con una continuidad diaria de 18 horas de 410  $m^3$ /hora (6667 litros/min). La diferencia entre el citado caudal requerido y el disponible permitirá cuantificar la capacidad realmente necesaria. En la práctica, éstas pueden llegar a ser 10 veces superiores a lo estrictamente necesario. Una capacidad excesiva conducirá irremisiblemente a una infrautilización de la citada obra durante el periodo de estiaje.

De hecho, un caudal de, por ejemplo 7000 l/min, permitiría una acumulación diaria de 460  $m^3$ .

Capacidades superiores, pueden aceptarse en base a criterios de seguridad. Es decir, si la hipotética comunidad decide que la capacidad del embalse sea la equivalente a los requerimientos de 1 día (suponiendo unas necesidades por día

de 3,5  $m^3$ /hg), ésta deberá ser de 8750  $m^3$ . Todo este volumen deberá ser acumulado en periodos de menor demanda y solo será utilizable cuando se produzca un fallo en el motor que acciona la bomba o alguna otra circunstancia que impida obtener los recursos desde su captación original. En cualquier caso, si durante el periodo de estiaje se produjera un vaciado del embalse o depósito se requerirían un mínimo de 20 días para alcanzar de nuevo su nivel máximo.

En lo que se refiere a su ubicación, la tendencia es a localizar puntos con suficiente cota para que la red pueda funcionar por gravedad. Garantizar los requerimientos de presión y caudal exige que la diferencia mínima de cotas entre la solera del depósito y el hidrante o toma más elevada sea de unos 30 m. En muchos casos, esta restricción no se ha respetado siendo fuente de innumerables problemas de funcionamiento, debidos a la falta de presión en las tomas o hidrantes de la red. Por otra parte, si la ubicación del depósito exige grandes alturas manométricas en los grupos de captación: ¿No será más razonable y económico ubicar el depósito a menor altura, pero con la previsión de la instalación de una estación de bombeo que garantice los requerimientos de presión y caudal? Al final, deben ser las partes implicadas: Usuarios, proyectistas bajo el auspicio de la administración quienes adopten la solución más conveniente, pensando en el futuro y durabilidad que debe concedérsele a la obra.

Puede que por otra parte, si se prevé filtración comunitaria, la ubicación de los depósitos condicione el sistema a adoptar, no siendo aconsejable, en estos casos, aquellos sistemas que requieren elevadas presiones en la fase de la limpieza automática de los filtros.

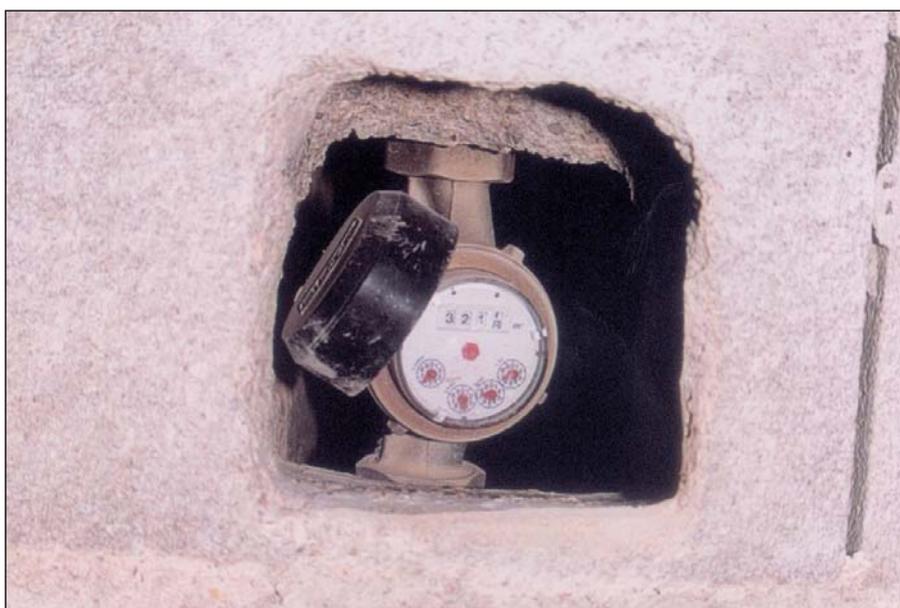


Foto 1. Tronera practicada en caseta cabezal para lectura del contador.

En ocasiones y dependiendo de la procedencia del agua serán necesario proyectar dispositivos de decantación, desarenadores, rejillas de desbaste o filtros rotativos, para evitar que contaminantes de tipo orgánico o inorgánico puedan pasar a la red de riego afectando negativamente al funcionamiento de los dispositivos de elevación, filtrado, control y regulación. En muchos casos la acumulación de lodos o sólidos en suspensión obliga a prever y proyectar sistemas que permitan su extracción de forma mecánica, evitando problemas de colmatación y reducción de la capacidad real de embalsado.

Por otra parte, dado que la toma de agua en los depósitos o embalses suele localizarse en la parte inferior habrá que prever dispositivos de protección de la tubería de salida, situada bajo la solera del depósito y por tanto, inaccesible. Solo grandes obras justifican galerías visitables, por lo que en la mayoría de los casos, se deben prever elementos de retención al inicio y al final de la misma. En la arqueta, aguas abajo del depósito será conveniente contemplar la instalación de un filtro caza piedra, aislado por sus correspondientes válvulas, que proteja el inicio de la red o conducción a estación de bombeo o filtrado. Ya en la fase de proyecto y ejecución habrá que enfatizar en la necesidad de un mantenimiento adecuado a posteriori en evitación de problemas graves de funcionamiento.

## 2.2 RED DE DISTRIBUCIÓN

En este apartado y en todas las partes que definen el global de la obra se concentran la gran mayoría de problemas existentes en las redes actualmente en explotación, debido en algunos casos a un diseño y cálculo inadecuado, en otras

a una utilización abusiva de los recursos que se ponen a disposición de los usuarios finales (regantes).

### 2.2.1 Red de distribución. Fase de proyecto

En más de una ocasión, y con una visión excesivamente simplista, los parámetros que condicionan el diseño, y por tanto el posterior funcionamiento de la red, han sido tratados sin el suficiente estudio, no teniendo, por tanto en consideración las consecuencias que ello conlleva. La adopción de tomas individuales, o hidrantes multiusuario es un factor que no solo determina como va a ser la red, sino la posible automatización, y en la fase de explotación la posibilidad o no de controlar el funcionamiento en cada una de las parcelas.

La organización prevista del funcionamiento; a la demanda o turnos, condiciona de manera determinante el cálculo de caudales que deberán circular por cada uno de los tramos de la red. En cualquier caso, el caudal a asignar en toma es función de la superficie afectada, cultivo, necesidades hídricas reales y solución técnica prevista en cada parcela, es decir: número de emisores por planta y caudal por emisor para un cultivo, variedad y marco de plantación dado. Muchos proyectos adolecen de un tratamiento preciso de los parámetros que van a afectar posteriormente al funcionamiento de la red, y que como se verá posteriormente, será fuente de numerosos conflictos. De nada sirve utilizar programas muy sofisticados para el trazado de planos y cálculo de los diámetros que debe tener la red, si previamente no se han fijado las bases de funcionamiento de la misma.

Por otra parte, es necesario con-

cienciar a los potenciales usuarios de los sistemas colectivos de la necesidad de uniformar las soluciones a adoptar para el riego en cada parcela. El objetivo final debe ser el cubrir las necesidades hídricas con una máxima eficiencia y uniformidad, lo que exige una adecuación de los sistemas instalados en parcela a los previstos en proyecto. Lógicamente, en la fase previa, tanto técnicos como usuarios deben alcanzar un consenso en lo que a la solución más adecuada se refiere. Es por ello que no debe negarse ningún tipo de información, al contrario, la introducción de una nueva tecnología exige la transferencia de la misma de forma rigurosa a los usuarios finales: los regantes.

La organización del riego, ya sea a la demanda, ya sea por turnos, será función de las características particulares de la zona regable y de los requerimientos de los usuarios. En cualquier caso, el proyecto como idea de futuro, exige que los planteamientos que se lleven a cabo no queden obsoletos a las primeras de cambio.

El cada vez mayor grado de automatización con el que se proyectan las redes, condiciona en cierta medida el tipo de distribución. La posibilidad de abrir y cerrar válvulas en la localización de las parcelas o en sus alledaños permite una organización flexible de los turnos de riego y adecuarlos a las necesidades de cada momento. La previsión de fertirrigación colectiva debe ir asociada a una organización del riego a turnos y la posibilidad del mayor grado posible de automatización. En caso de prever una organización a la demanda, el grado de automatización, por lógica, debería ser menor, no admitiendo en ningún caso la fertirrigación colectiva si se quiere garantizar resultados positivos.

### 2.2.1.1. Tomas o Hidrantes. Fase de proyecto

Una decisión adecuada en lo que se refiere a este aspecto durante el proyecto de la red evitará no pocos problemas, que a posteriori, serán fuente de conflictos. La adopción de tomas individuales o hidrantes multiusuario ha causado cierta controversia entre proyectistas y los propios usuarios. La red de distribución, como obra comunitaria, debe tener una gestión común y la posibilidad de que quién se encargue de ello tenga el máximo control. Esto sólo se consigue previendo la instalación de elementos de control y regulación, propiedad de toda la Comunidad o asociación de regantes, que permitan garantizar un buen uso de los recursos disponibles. La adopción de tomas individuales, lleva asociado la instalación del contador o caudalímetro dentro de los límites de las parcelas, lo que dificulta en gran medida la lectura de los mismos, y casi totalmente las labores de mantenimiento, reparación y sustitución. Si las tomas se localizan en un hidrante multiusuario permite albergar en el interior de la

arqueta o caseta toda la valvulería y equipamiento necesario para que los sistemas de riego en parcela funcionen adecuadamente. Estos equipos deben ser propiedad comunitaria, que permita realizar un mantenimiento acorde a las necesidades de cada red.

La estructura minifundista de la propiedad, en el entorno geográfico de la Comunidad Valenciana en particular, y en otras zonas del territorio español en general, supone unas asignaciones de caudal en toma muy discretas, que no justifican el coste que supondrían los mínimos elementos de control, regulación, protección, maniobra y automatización.

Es un hecho constatable que en la Comunidad Valenciana, un porcentaje alto de obras colectivas carecen de algunos elementos de regulación y control que son prácticamente imprescindibles si se quiere garantizar el adecuado uso de los recursos disponibles. En particular, son pocas aquellas obras colectivas que prevén la instalación de válvulas limitadoras de caudal en toma, o en hidrante multiusuario, justificándose en muchos casos, por el alto coste de di-

chos equipos. Al final, en la fase de explotación, el coste económico y social asociado a la carencia de estas válvulas es mucho mayor. No obstante, siendo posible solución a multitud de conflictos planteados por un mal uso o abuso, o simplemente deficiencia en el diseño, tanto técnicos como usuarios finales son muy renuentes a su instalación, quizá debido a falta de información, o debido a un desconocimiento de su verdadera función y utilidad.

### 2.2.2 Red de distribución. Fase de ejecución

Si bien muchas pueden ser las causas de problemas posteriores en la explotación de la red, el factor determinante en la fase de ejecución está íntimamente ligado a cuestiones de índole económico. En el medio rural hay un dicho popular que dice: “las tuberías acaban rompiéndose, tarde o temprano”. Este aserto predice, en muchas ocasiones la realidad de las redes, pero no explica las verdaderas razones o causas que conducen a ello. Una tubería podrá colapsar bien por un problema de sobrepresiones, por fatiga del material, calidad del mismo, o una mala ejecución de la obra realizada. Es esta última causa, unida en algunos casos a la primera, la más habitual, y paradójicamente la que en su momento hubiera tenido más fácil solución en la fase de ejecución.

Si bien existen normas y prescripciones que indican de que forma, dependiendo de las condiciones deben enterrarse las tuberías, éstas en la mayoría de los casos no son respetadas. Profundidades insuficientes o excesivas, inexistencia de lecho de material granular y refinado de la solera de la zanja, volteo de material pedre-



Foto 2. Toma individual con contador y venturi para la inyección de fertilizantes.

goso sin seleccionar directamente sobre la tubería, y falta de anclaje adecuado de la tubería al terreno son las principales causas de rotura. El coste asociado a estas circunstancias supera con mucho el que hubiera resultado de una correcta ejecución. Al final “lo barato, resulta caro”, y no por popular es menos sabio el Refranero Español.

Toda la valvulería debería ir en arquetas de fábrica de hormigón, prefabricadas o de hormigón, con suficiente ventilación, dimensiones y facilidad de acceso para permitir las labores de mantenimiento, reparación y sustitución si fuera el caso. En muchas ocasiones, este tipo de obra civil es escatimado con consecuencias de cierta gravedad. En muchas obras de distribución, la localización de dispositivos de protección: ventosas, válvulas queda totalmente escamoteado por la vegetación, o por el acúmulo de materiales sobre su localización. No es necesario incidir en los costes adicionales que su localización y mantenimiento suponen.

### **2.3. ELEMENTOS DE REGULACIÓN, CONTROL, PROTECCIÓN Y AUTOMATIZACIÓN.**

Si la red de conducciones supone la infraestructura que posibilita el transporte del agua desde la captación hasta las tomas de riego o hidrantes en unas debidas condiciones de caudal y presión, los elementos de regulación, protección y control resultan imprescindibles para garantizar el correcto funcionamiento del sistema bajo cualquier circunstancia.

La regulación y protección se consigue en gran medida mediante la instalación de válvulas hidráulicas multifuncionales. Estas, equi-



**Foto 3.** Unión por encolado en PVC. Instalación indebida en superficie y calentamiento indeseable de la unión en la instalación. ¿Duración posible? Escasa.

padas de los medios de pilotaje adecuado, permiten de forma automática y remota controlar y regular los dos parámetros fundamentales que definen el funcionamiento de cualquier red: caudal y presión.

La selección, ubicación y dimensionado de los elementos de regulación exige, por parte del técnico un sólido conocimiento sobre las prestaciones, condiciones de funcionamiento y limitaciones de estos dispositivos. Un error frecuente en fase de proyecto, y durante la ejecución, es la no definición de las características técnicas de estos dispositivos. Ni todas las válvulas hidráulicas son iguales, ni tienen las mismas prestaciones, ni el mismo precio. Una descripción pormenorizada de las pautas a seguir en la selección y dimensionado de la valvulería de regulación y protección ocuparía, sin lugar a dudas, una extensión que excede con mucho la de este artículo. Por lo tanto, si conviene enfatizar en la importancia que estos elementos tienen en el conjunto de la red hidráulica, y por tanto que todo estu-

dio técnico queda plenamente justificado.

En lo que se refiere a la automatización, ésta debe dar solución a las necesidades reales de la superficie regable donde se instale y no a la inversa. A estos equipos se les debe exigir robustez, fiabilidad, adaptabilidad y la posibilidad de integrar equipos y programas de uso estándar. En muchas ocasiones, los equipos de automatización están, en el mejor de los casos, infrautilizados. Hay que tener en consideración el alto coste de equipos, y la adaptación a estos sistemas de los usuarios.

### **2.4. ESTACIÓN DE FILTRACIÓN Y/O FERTIRRIGACIÓN COLECTIVA**

La filtración tiene como función principal eliminar los contaminantes de tipo inorgánico y orgánico que pueda llevar el agua de riego, susceptibles de obturar los emisores de riego en parcela y provocar anomalías en el funcio-

namiento de válvulas, bombas y otros dispositivos previstos a lo largo de la red de riego. Un proyecto adecuado, teniendo en consideración la calidad físico química del afluente, el grado de filtración, caudales máximos, mínimos y medios y condiciones de presión, evitará en gran medida que esta parte de la obra pueda presentar una problemática especial. Un diseño, selección y dimensionado adecuado permitirá prever los requerimientos de superficie para ubicar los elementos de filtración y auxiliares, permitiendo las labores de mantenimiento y reparación con facilidad y sin crear barreras físicas de cierta importancia. Al igual que en el caso de la válvulería, el estudio de los dispositivos de filtración adecuados a cada situación, requeriría capítulo a parte. No obstante, en fase de proyecto se debe, y se puede, disponer de la suficiente información, tanto técnica, como de las características de la instalación, para que el filtrado no plantee más problemas que los derivados del obligado mantenimiento y limpieza de equipos.

En el caso de los equipos de fertirrigación, es determinante que en la fase de proyecto se definan los requerimientos de abonado de la superficie regable, fraccionamiento a lo largo de la temporada de riego, disponibilidad de abonos, solubilidad, equipos disponibles, etc. Toda esta información permitirá con precisión determinar la capacidad real de los equipos, y a su vez el tipo más adecuado para cada instalación.

Tanto el filtrado como la fertirrigación adolecen, en ocasiones, de una falta de diseño y dimensionado adecuado en la fase de proyecto. Esto será fuente de numerosos problemas, como se verá, en la explotación de la instalación.

### 3. FASE DE EXPLOTACIÓN

#### 3.1. ESTACIÓN DE ELEVACIÓN

En aquellas situaciones que la localización del depósito o embalse de regulación no tiene suficiente cota para garantizar los requerimientos de presión y caudal se hace necesario la instalación de los grupos de bombeo adecuados que cubran las necesidades expuestas. En general, el principal problema que se plantea en estas situaciones es el sobre dimensionado de los grupos y la no adecuada regulación de los sistemas que controlan el arranque y parada de los mismos. El primero exige un adecuado diseño en la fase de proyecto. En explotación implicará unos sobre costes energéticos y un funcionamiento inadecuado, que se traduce habitualmente en desequilibrios mecánicos de los grupos y una reducción sensible de su vida útil. La única solución en explotación es la sustitución, si bien un análisis cuantitativo del funcionamiento hidráulico permitirá paliar estos problemas, aunque sea sólo parcialmente.

En redes con organización del riego a la demanda, el caudal demandado por la red es variable a lo largo de la jornada de riego, lo que obliga a adecuar el funcionamiento de los grupos a la demanda real. Esto no debe considerarse en rigor como un problema, sino como un condicionante técnico que proyectistas y/o directores de obra o explotación deben solucionar sin mayores complicaciones.

Con lo expuesto no quiere decirse que las estaciones de bombeo no tengan una problemática especial, sino que su solución suele ser estrictamente técnica, y desgraciadamente con costes, muchas veces, nada desdeñables.

#### 3.2. RED DE DISTRIBUCIÓN

Los problemas principales surgen cuando los usuarios detectan anomalías en el funcionamiento del riego en parcela. Ello es causado, en la mayoría de los casos, por presiones insuficientes en toma o hidrante para los caudales realmente demandados.

En la actualidad son pocas las obras colectivas que trabajan a pleno rendimiento, es decir, que se riegue prácticamente la totalidad de la superficie. Si bien, en las primeras etapas de la explotación los problemas no suelen ser importantes, conforme se incrementa el número de regantes los problemas se multiplican hasta situaciones límite, en las que no solo se riega anómalamente, sino que es casi imposible regar, sin hablar de la posibilidad de aportar fertilizantes a través del agua de riego.

En la mayoría de los casos estos problemas surgen como consecuencia de un diseño inadecuado, o por una demanda abusiva por unidad de superficie muy superior a la prevista en proyecto, y por tanto en los cálculos de los diámetros de la red y resto de equipos.

En caso de una demanda superior a la prevista, la solución inmediata, y más económica sería la instalación de válvulas limitadoras de caudal en toma o hidrante. De esta forma el caudal disponible a cada usuario nunca sería superior al establecido por la Comunidad en función de las necesidades reales, función como ya se apuntó del cultivo, variedad, marco de plantación y condiciones climáticas. No obstante, esta solución no siempre es posible pues exige una mínima disponibilidad de presión, que debe perderse en este tipo de válvulas, y que no siempre es posible. Por otra parte, no suele existir concienciación sobre el control del agua a



**Foto 4.** Tubería de PVC de 200 mm de diámetro nominal. Insuficientemente enterrada. Se aprecian piedras de cierto tamaño sobre la generatriz superior del tubo. En menos de un año hubo de ser sustituida por rotura al no soportar el tránsito de vehículos.

aplicar, lo que hace esta solución poco popular independientemente de su contrastada eficacia en la solución de conflictos de esta índole.

Si bien se aleja de los objetivos propuestos en este artículo, sería bueno replantear seriamente las bases del diseño, teniendo en consideración que el incremento de diámetros en la red de distribución, en fase de proyecto no supone un sobre coste significativo, permitiendo a medio y largo plazo que la red en si sea flexible en lo que a modificaciones o ampliaciones de la superficie regable se refiere.

En cualquier caso, el diagnóstico de la red y la formulación de las posibles soluciones a la problemática planteada, exige la modelización hidráulica de la misma, determinando con la máxima precisión todos los elementos que componen el sistema objeto de estudio. A saber: tuberías, longitudes, diámetros y timbrajes; válvu-

las, localización, diámetro y función, equipos de bombeo, capacidad, potencia y configuración; equipos de filtrado, capacidad, pérdidas introducidas, configuración, secuencia de limpieza, etc.

En lo que se refiere a las demandas reales deberá tenerse en consideración, para cada parcela: cultivo, variedad, marco de plantación y distribución relativa de emisores respecto a la planta, lo que al final permitirá establecer con cierto rigor, el caudal requerido por unidad de superficie. Este parámetro, si bien puede aceptar ciertas tolerancias,  $\pm 20\%$  en el caso más extremo, no debe suponer una rémora que condicione negativamente el funcionamiento de una red. En la mayoría de los casos, para cultivos leñosos, un caudal unitario de 1000 litros/hg y hora, es más que suficiente. No obstante, no son pocas las Comunidades con sistemas a presión en los que los

usuarios requieren caudales muy superiores, que en algunos casos duplican el citado. Esto, innecesariamente, es y será una fuente continua de conflictos, al ir asociado a unos requerimientos globales de caudal que exceden en mucho, los previstos a nivel de proyecto.

En la actualidad, los cultivos regados mediante sistemas de riego a presión adolecen en la mayoría de los casos, de exceso de agua aplicada y no al contrario. Estudios realizados con la suficiente seriedad recomiendan reducir las dosis, sin efectos negativos para la planta ni para la producción.

A modo ilustrativo, al final del artículo se describen las actuaciones proyectadas para solucionar los problemas de funcionamiento en una red colectiva de riego que cubre una superficie de aproximadamente 2000 hg organizado en 6 sectores, en el que los problemas de funcionamiento (deficiencias de presión en toma) llegaban a impedir el riego en determinadas zonas del mismo.

### 3.3. ELEMENTOS DE REGULACIÓN, CONTROL Y PROTECCIÓN

Varias son las causas de los problemas generados por este tipo de elementos. En primer lugar, una selección y dimensionado inadecuado de los equipos. En el caso de válvulas reductoras de presión, no solo la definición de los caudales circulantes, y presiones de regulación son determinantes a la hora de selección de la válvula. En muchas ocasiones, pretendiendo reducir costes, se instalan válvulas hidráulicas, que si bien son adecuadas para funciones de maniobra (apertura y cierre), no son adecuadas para funciones de regulación: reducción o manteni-

miento de presión, limitación de caudal, etc. Esto supone, que válvulas que a priori debieran reducir la presión por debajo de unos valores preestablecidos, tanto en régimen de máxima demanda como cuando ésta es mínima, no lo hagan afectando al comportamiento de tuberías y todos los elementos situados aguas abajo.

Otro de los problemas detectados y que anulan en muchas ocasiones la funcionalidad de estos dispositivos es la falta de mantenimiento y calibración de los mismos. Usualmente las válvulas de regulación se encuentran localizadas en puntos intermedios de la red, ubicadas en arquetas semienterradas. La dificultad de acceso, identificación de la localización y falta de sensibilidad por parte de técnicos y usuarios, hace que no sean revisadas periódicamente. Esto conduce a que los pilotos que activan el funcionamiento de las mismas se vayan descalibrando hasta extremos que anulan la función de la válvula. Por otra parte, las válvulas tienen elementos móviles que periódicamente deben ser verificados, y reparados si fuera necesario. En la realidad, pocas son las ocasiones en las que esto se lleva a buen término. Asociado a esta falta de mantenimiento, ventosas dejan de evacuar aire, válvulas reductoras no reducen, válvulas de alivio rápido no abren cuando la presión en la tubería supera la de tarado, etc. Al final, todo esto se traduce en roturas de tubería en las localizaciones más dispares. Algo que hubiera tenido fácil solución.

### 3.4. ESTACIÓN DE FILTRADO Y FERTIRRIGACIÓN

Algunos de los problemas más frecuentes derivan de un diseño y

dimensionado inadecuado en la fase de proyecto. En el caso de estaciones de filtrado, los problemas más frecuentes son: colmatación excesivamente rápida de filtros, retención inadecuada de contaminantes, necesidad de realizar ciclos de lavado excesivamente frecuentes, etc. Las soluciones a estos problemas en la fase de explotación suelen ser costosas y en ocasiones poco eficaces, unidas al hecho de la falta de espacio para ubicar nuevos equipos cuando éstos se requieren.

En el caso de la fertirrigación colectiva, el problema principal deriva de la inadecuada capacidad de inyección de los equipos proyectados e instalados y los sistemas de control y automatización de los parámetros que definen la misma. Es habitual, en instalaciones en explotación ir incorporando nuevos equipos debido a la insuficiencia demostrada por los existentes, sistemas de regulación del caudal inoperativos por la dificultad de control de parámetros, etc. Esto supone una fuente continua de problemas, creando en el usuario una inseguridad en la utilización de los mismos, por la dificultad de su control y regulación.

En ambos casos, la falta de un mantenimiento adecuado, es origen de numerosas anomalías en el funcionamiento con solución más o menos costosa dependiendo de las ocasiones.

#### 4. ACTUACIONES PARA LA MEJORA DE UNA RED DE RIEGO. METODOLOGÍA PROPUESTA Y APLICADA A UN CASO CONCRETO

El caso estudiado se abastece de un depósito cubierto situado a una cota, a priori, suficiente para garantizar los requerimientos de caudal y presión. A una cota 40

metros inferior se localiza el cabezal de filtrado, compuesto por una batería de filtros de arena y malla.

Se procedió al levantamiento topográfico de todas las conducciones que conformaban la red de riego, identificando sobre plano, tanto la superficie y cultivo abastecido por cada toma, como los diámetros y timbrajes de los tuberías. Estas en su totalidad eran de PVC con presión de trabajo de 0,6 Mpa (6 gk/cm<sup>2</sup>).

A continuación se construyó un modelo hidráulico de la red utilizando la aplicación informática EPANET ver 2.0e. Seguidamente se procedió a realizar un rediseño de los parámetros agronómicos, fijando para el mono cultivo existente en el área de influencia de la red, el caudal a asignar por unidad de superficie. El caudal adoptado fue de:

$QU = 1200$  litros/hora y hanegada

Bajo esta supuesto se procedió al cálculo de los caudales máximos requeridos por cada uno de los sectores, siendo estos: (Cuadro 1).

A continuación se procedió a evaluar la respuesta de la red bajo distintas condiciones de funcionamiento, detectando las deficiencias e introduciendo modificaciones en el sistema que paliaran en la medida de lo posible la problemática existente. Las hipótesis planteadas fueron las siguientes:

1. Hipótesis I: Red de tuberías existente Detección de problemas.
2. Hipótesis II: Red de tuberías existente con instalación de rebombado en la localización del cabezal de filtrado.
3. Hipótesis III: Sobre los resultados anteriores, se plantean trazados alternativos de ciertos tramos en el sector 2.
4. Hipótesis IV: Sobre la base anterior se estudia el número idó-

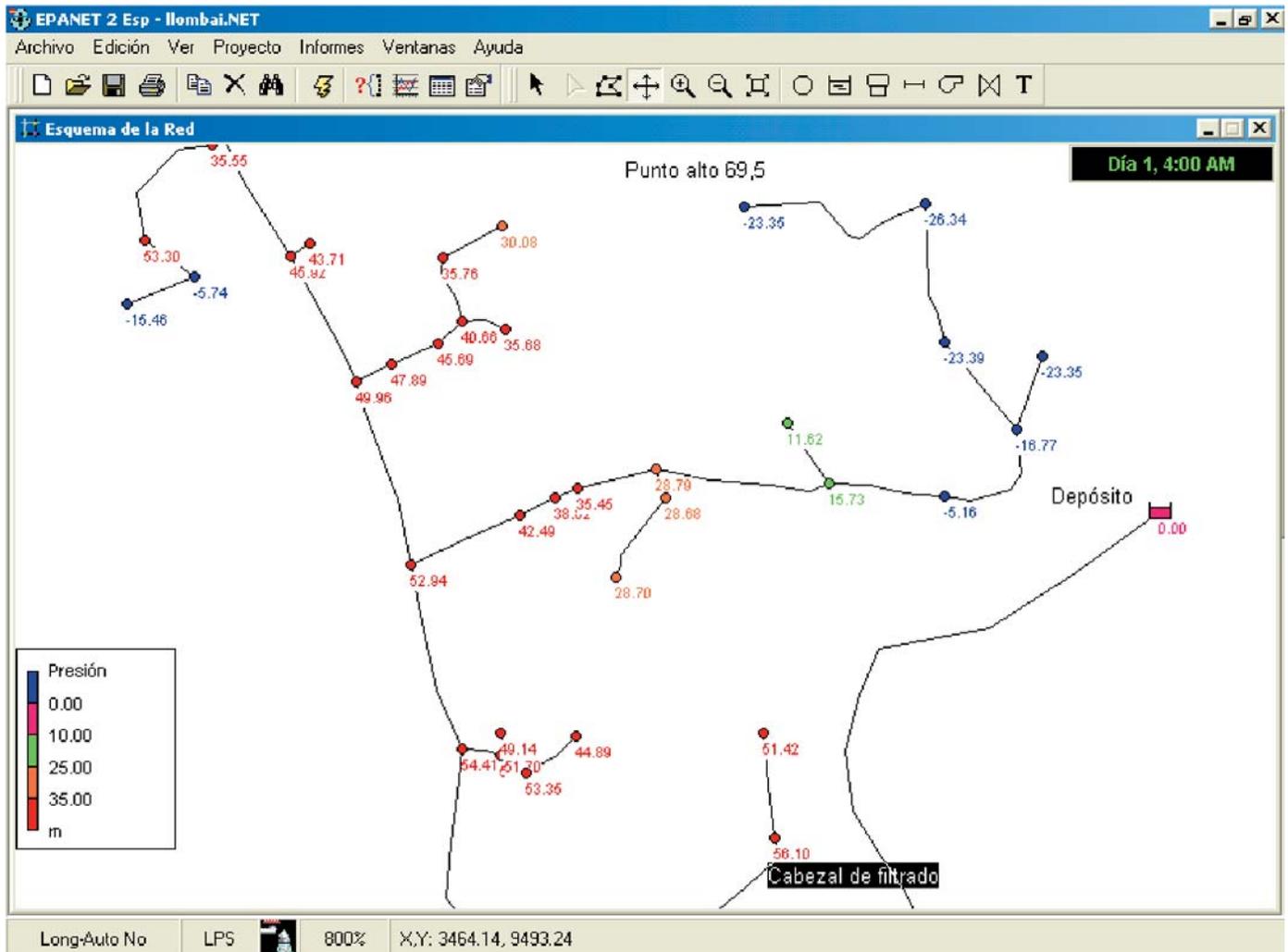


Ilustración 1: Esquema del sector 2. Problemas de funcionamiento en zonas en azul.

Cuadro 1

Sector	Caudal máximo (m <sup>3</sup> /hora)
1	158,4
2	205,4
3	108,0
4	172,8
5	131,9
6	159,6

neo y potencia de los grupos de bombeo a instalar.

5. Hipótesis V: Validada la solución anterior, se procedió a modificar tramos terminales y analizar la respuesta de la red a los cambios.

En la selección y dimensionado de los grupos de bombeo se debió establecer una restricción de altura manométrica máxima, pues no se

debía superar la máxima presión de trabajo de las tuberías existentes. Esto supuso una limitación importante, razón por la que se debieron adoptar las propuestas finales estudiadas en la hipótesis V.

En el caso expuesto, es llamativo, comprobar que, en parcelas abastecidas por ramales terminales, los problemas de abastecimiento eran debido simple y llana-

mente a un planteamiento simplista y equivocado en el diseño y dimensionado de la red. En estos la tubería que abastecía a estas parcelas había sido elegida teniendo en consideración exclusivamente la superficie a regar, adoptado un criterio de velocidad de circulación del agua más que discutible, y no habiendo considerado la influencia que la localización del punto de abastecimiento y el resto de la red iban a tener sobre las mismas.

Al final la solución adoptada cubría todos los requerimientos de presión y caudal, con un coste de ejecución de las mejoras asumible por la Comunidad. Las mejoras fueron: ejecutadas, y la red en la actualidad funciona a plena satisfacción de los usuarios, habiendo

desaparecido todos los problemas que exigieron su modificación y mejora.

## 5. CONCLUSIONES

Tal y como y se apuntó al inicio del artículo, el origen de los problemas existentes en redes en explotación se encuentra en focalizado en la fase de proyección y ejecución. Un diseño inadecuado unido a una deficiente ejecución condiciona determinadamente el funcionamiento de la red.

Como se ha ilustrado, en el ejemplo descrito, las soluciones son difíciles, y muy costosas en la mayoría de los casos y en su extremo, inabordables. Es por ello que se debe realizar un estudio detallado de las condiciones de funcionamiento exigibles y sobre las mismas basar el diseño de la red en cuestión.

En la actualidad existen aplicaciones informáticas que permiten,

una vez definidas todas las características de la red de distribución, analizar la respuesta de la misma a distintas condiciones de funcionamiento. Se manifiestan como una herramienta imprescindible en el estudio de soluciones y la valoración de la adaptabilidad de las mismas a la red objeto de estudio. En cualquier caso, exigen del técnico mucha dedicación, estudio y no poco imaginación para encontrar aquellas soluciones que sean viables técnicamente y económicamente asumibles.

*Algunos de los problemas más frecuentes derivan de un diseño y dimensionado inadecuado en la fase de proyecto.*



## BIBLIOGRAFÍA

- ARVIZA, J, et Al. 1991. II Curso de Riego Localizado. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia
- ARVIZA, J. 1996. Riego Localizado. Servicio Publicaciones UPV. Valencia
- ARVIZA, J. 2001. "Dispositivos para fertirrigación en sistemas de riego localizado". Revista Vida Rural.nº 123. pags 34-40. EUMEDIA. S.A. Madrid.
- ARVIZA,J. 2001."Sistemas automáticos de control de pH y conductividad". Revista Levante Agrícola.nº 357. 3º trimestre.. pags 276-281. Ediciones y Promociones LAV SL. Valencia
- ARVIZA, J; BALBASTRE,I. 2002. "Redes de Riego a presión. Consideraciones sobre la fertirrigación colectiva". Revista Levante Agrícola nº 359. 1º trimestre. Pags. 70-81. Ediciones y promociones LAV SL. Valencia
- ARVIZA, J; BALBASTRE,I. 2002. "Redes de Riego a presión. Consideraciones sobre la fertirrigación colectiva. Parte II". Revista Levante Agrícola nº 360. 2º trimestre. Pags. 133-139. Ediciones y promociones LAV SL. Valencia
- MARTINEZ ALZAMORA,F, 2001. EPANET 2.08. Versión Española. Manual del Usuario. Servicio de Publicaciones de la UPV. Valencia.
- MONTALVO, T. 2001. "Riego Localizado. Diseño de instalaciones". Ed. Librería Politécnica. Valencia.
- PIZARRO, F. 1998. "Riego localizado de Alta Frecuencia". Ed. Mundi\_Prensa. Madrid
- VARIOS AUTORES. 2000. "Tecnología para cultivos de Alto Rendimiento". Ed. Novedades Agrícolas. S.A. Murcia