

FILTRO ESTÁTICO INSTALADO EN EL INTERIOR DE UN EMBALSE DE AGUA.

de los Santos Alfonso. Ramón

Ingeniero Agrónomo. Profesor en el Center en Jornadas de balsas. Tragsa.
rdelossa@tragsa.es

RESUMEN.

Los filtros para agua de riego protegen al sistema de elementos no deseados y se caracterizan por conducir el fluido a través de ellos, provocando pérdidas de carga y necesitando de un aporte de presión para su correcto funcionamiento. De esta forma, se comportan como elementos de paso dinámico o forzado, donde sus carencias por separado se subsanan realizando combinaciones de los distintos tipos de filtros que existen en el mercado. Igualmente, para mantener su eficacia, se realizan tareas de mantenimiento, que en estos filtros, supone el vertido del volumen de agua utilizado para la limpieza. Otro apartado es el diseño de los filtros y la complejidad alcanzada últimamente (válvulas, automatismos) donde, a más elementos que intervienen, las probabilidades de fallos o roturas aumentan, con el consiguiente deterioro de los elementos que, aguas abajo, han de estar protegidos (electroválvulas, emisores, etc.).

El sistema de filtrado propuesto es de tecnología sencilla y se caracteriza por el aprovechamiento en el vaso del embalse para condicionar la toma de salida y formar una red de tubos envueltos con manta de filtro tratado contra el deterioro. De esta forma, se crea un filtro estático, ya que el paso de agua es lento, resolviendo los inconvenientes que se presentan con los filtros convencionales (aporte de presión, consumo de energía, derroche de agua) y una menor demanda en tratamientos químicos en el agua embalsada, asegurando la ausencia de problemas en el cabezal de riego y por tanto, la paralización de los riegos.

ABSTRAC.

The filters for irrigation water protect to the system of wished elements and are not characterized to lead the fluid through them, causing pressure drops and needing a contribution of pressure for their correct operation. Of this form, they behave like elements of dynamic or forced crossing, where their deficiencies separately are corrected making combinations of the different types from filters that exist in the market, increasing in price to a great extent. Also, to maintain their effectiveness, maintenance tasks are made, that in these filters, suppose the waste of the volume of water used for the cleaning. Another section is the design of the filters and the reached complexity lately (valves, automatism) where, to more elements than take part, the probabilities of failures or breakage increases, with the consequent deterioration of the elements that, waters down, have to be prote'ge's (emitters, accountants).

The proposed filtrate system is of "soft" technology and it is characterized, by counterpart to the exposed thing previously, by his simplicity, where the glass takes advantage of the dam to condition the exit taking and to form a network of tubes surrounded with blanket of filter treated against the

deterioration. Of this form, a static filter is created, since the water passage is very slow, solving the disadvantages that appear with the conventional filters (contribution of pressure, consumption of energy, water waste) and minor demands in chemical treatments in the dammed water, assuring the absence problems in the irrigation mall pillow and therefore, the paralyzation of the irrigations.

Palabras claves: Filtro estático, embalse.

1) Generalidad.

Los actuales dispositivos de riego localizado necesitan de una filtración previa para que los emisores que presentan minúsculos conductos, (a veces con forma de laberinto) no se obstruyan.

Al mismo tiempo en los cabezales de riegos, existen micro-tubos que condicionan la funcionalidad de válvulas hidráulicas, pilotos, automatismos, etc., necesitando igualmente de filtración.

Nos referimos al filtrado como el proceso físico de separación de sólidos presentes en el agua, mediante una barrera que impide el paso de estos sólidos, que podrían originar precipitados (origen químico) y presencia biológica (algas, bacterias, animales). Los cuales influirían negativamente en la funcionalidad y eficacia de los equipos y el riego localizado.

Hasta el momento, la forma de resolver estos inconvenientes en el proceso de filtración ha sido mediante la combinación de uno o varios sistemas de filtros distintos para responder, de una forma más amplia, a la distinta procedencia y calidad del agua.

Para justificar la selección del equipo de filtrado se necesita saber:

- Composición de los sólidos (arena-limos-arcillas) y proporción, granulometría de las partículas.
- Elementos químicos y biológicos y su evolución posterior (huevos, larvas, descomposiciones, etc).
- Caudales a filtrar.
- Presiones existentes.

Dependiendo de los parámetros anteriores y de los análisis se resuelven con los siguientes tipos de filtros:

- Elementos gruesos: Desbastadores, norias, filtros atrapapiedras, etc.
- Elementos finos de arena:
 1. Balsa decantación, desarenador.
 2. Hidrociclones.
- Elementos finos inferiores a la arena.
 1. Mallas.
 2. Discos.
 3. Arena.

Algunos de estos dispositivos necesitan de espacios físicos para su instalación. A veces no solamente espacial, sino que requieren la construcción de nave o simples obras de fábrica con añadidos de piezas especiales, como son válvulas manuales, hidráulicas, piezómetros, electroválvulas, ventosas, etc., según figura nº 1.



Fig. nº 1. Conjunto de hidrociclones.

En algunos casos, el filtrado se realiza de manera forzada en una superficie de filtrado reducida por donde pasa un volumen de agua apreciable, relativamente grande para dicha superficie, lo que se traduce en una pérdida de carga y una disminución de caudal, necesitando de un bombeo complementario y por consiguiente, de mayores consumos energéticos para aumentar la presión dinámica del paso de agua a través de ellos.

Los filtros como hidrociclones, mallas, discos, arena, para seguir siendo eficaces, necesitan de **“lavados” continuos**, para que el arrastre de la suciedad evite la colmatación del paso. Este volumen de agua, utilizada para el lavado de filtros, se vierte, en la mayoría de los casos, a un pequeño depósito para almacenarse y que después se aprovecha para otra aplicación de riego por inundación o re-bombeo de nuevo a la balsa, aplicación nada recomendable.

2. Problemas del agua almacenada en los embalses.

Según la procedencia del agua, ésta puede ser de origen superficial, como río, arroyos, etc., o subterránea, mediante extracción de pozos o sondeos y lo que viene a ser más común, de EDAR y desaladoras. Generalmente, el agua se suele almacenar durante un tiempo en embalses de riego, ya sean naturales o artificiales, antes de ser aplicados en los riegos y donde dependiendo del tiempo de almacén, volumen del embalse, temperatura, se producirán cambios importantes (sedimentaciones, proliferación de alga) que pueden originar un medio biológico donde pueden llegar a desarrollarse otros seres vivos, tales como insectos, peces, etc.

Por norma general, mientras el agua está embalsada se desarrollan colonias de algas que crecen dependiendo de la calidad de la misma, según contenidos en N y P, fundamentalmente si son superficiales y donde dichas algas proliferan conforme aumenta la luz y temperatura. Para su control se realizan tratamientos químicos en el agua, compatibilizándola con las poblaciones de peces, fundamentalmente de carpas, peces herbívoros que disminuyen la concentración de algas al alimentarse de las mismas, pudiendo considerarse también otras especies con fines comerciales (tencas, tilalpas, carpas, etc.), o bien mediante tapado.

En la actualidad existen, además, otras aplicaciones técnicas para disminuir las colonias de algas basadas en la utilización de ultrasonidos aplicados al agua, donde éstas algas son destruidas.

Otro problema común es la proliferación de elementos vivos que se adhieren a los conductos internos, tales como crustáceos y lo que suele ser más normal, colonias de bacterias que proliferan en las paredes de los filtros, necesitando de tratamientos químicos (Fig. nº 2).



Fig. nº 2. Incrustaciones persistentes

3. Inconvenientes de los desarrollos de seres vivos en los embalses.

Los riegos de alta frecuencia están íntimamente relacionados con la calidad del agua. Un factor éste, la calidad del agua, que se presume será cada vez peor en el futuro. En el agua embalsada, como se ha comentado anteriormente, se producen una serie de cambios debido al aumento de temperatura, donde pasado un tiempo es el cultivo inicial de procesos biológicos que en nada benefician estos sistemas de riegos. Ya no son sólo los elementos sólidos presente en el agua, sino la composición de procesos evolutivos de seres vivos en su seno y que vienen a dificultar la eficiencia del riego.

De todos es sabido que para disminuir los caudales en el final de estos goteros son necesarios elementos de pasos estrechos con canales de tamaños inferiores a un milímetro, pues bien, en estos minúsculos pasos se pueden albergar colonias de huevos favorecidos en un medio acuoso, como he constatado con huevos de nematodos, de 25 micrones (milésima parte de un milímetro) de tamaño y donde obstruían el paso de agua del gotero y anulaban su servicio.

La actual proliferación del mejillón cebra, proveniente de Oriente próximo y presente en las cuencas de los ríos Mediterráneo, donde mejor se desarrollan, son los embalses. Su inconveniente es la de incrustarse en el paso de agua e incluso taponar los conductos de salida.

Para evitar estos inconvenientes se aplican tratamientos químicos y se exigen mayores condiciones en el filtrado donde sólo pasan partículas inferiores a 100 / 130 micrones.

4. Necesidad de lavados.

Sin embargo, la deficiencia más importante que poseen los actuales filtros, es su elevado costo medioambiental en la necesidad de los lavados. De cien litros destinados a riegos, en el mejor de los casos, se tira uno en el lavado.

5. Filtro estático.

El filtro propuesto pertenece a una tecnología sencilla de bajo coste en el proceso constructivo y de mantenimiento. Consiste en un aprovechamiento del vaso del embalse acondicionando la toma de salida e instalando una red de tuberías flexibles con capacidad de filtración de agua al estar envuelta en una manta que impide el paso de partículas sólidas, vegetales, etc., a través de los poros del tejido con función de filtro, pasando el agua de manera lenta, se puede decir, que de manera “estática”.

Para realizar dicho filtrado se debe de exigir:

- Caudal de filtración suficiente.
- Velocidad de paso mínimo.
- Perdida de carga nula.
- Superficie de filtración amplia.
- Grado de filtración.
- Economía.
- Eficacia.
- Mantenimientos mínimos.

Las ventajas que se pueden derivar de este sistema son:

- o Mayor eficacia medioambiental al no necesitar de lavados.
- o Gestión de residuos de manera controlada.
- o Ahorro energético al no ser necesaria aplicación alguna.

Las experiencias de cierta semejanza con el sistema descrito, son las que se aplican con geotextiles para filtrar aguas en el drenaje del suelo, donde la manta de geotextil que permanece en contacto con el suelo, embarrado a veces y en condiciones extremas, filtra el agua del terreno para conducir las al interior del dren (grava y tubo dren), desalojando el agua “filtrada” según las condiciones de Darcy y Tergarzy, sin embargo, no existe ninguna experiencia llevada a cabo en el interior de la balsa al objeto de filtrar el agua del embalse y depositarla en la toma de salida.

6. Condiciones requeridas en el filtro estático.

Las condiciones exigidas en los anteriores puntos (perdida de carga, filtración, grado de filtración...) son respondidas en el filtro propuesto.

Para llevar a cabo el proyecto, se consideraron las siguientes necesidades:

- Estructura resistente al vacío.
- Diseño general.
- Protección a la radiación de U.V..
- Flotabilidad inicial.
- Tratamientos químicos.

Estructura resistente al vacío.

Para realizar la estructura se pueden recurrir a distintos procedimientos:

A) Construcción con rodajas de tubos del diámetro deseable y alojar en su interior otros tubos de menor dimensión y función dren o georedes resistivas y de dimensión suficiente como la figura nº 3.



Fig nº 3. Formación de filtro con rodajas de tubos PVC y geored.

La estructura se envuelve con manta filtrante en una o dos envueltas y se deposita en el fondo de la balsa, lastrándolo para evitar su flotabilidad.

B) Mediante tubos colectores ranurados con función drenante de los comerciales habituales, rodeados de manta igual al anterior conforme la figura nº 4.



Fig nº 4. Salida al exterior para el manejo del filtro.

Diseño general.

La toma de salida se diseña de acuerdo con la estructura de red proyectada (Fig. nº 5)



Fig. nº 5. Acondicionar toma de fondo.

La forma de la red de tubos puede ser depositado en el fondo de la solera del embalse y sobre las paredes del talud, siendo el más común, como el de la figura nº 3 o bien con flotador (fig nº 6.A).

Tanto en uno como en otro es conveniente poder tener acceso a los extremos para poder efectuar tratamientos.

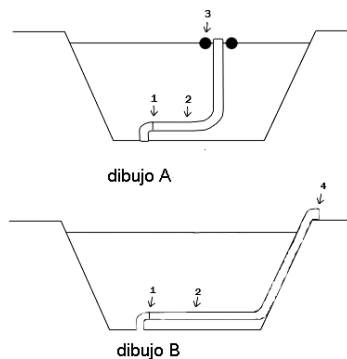


Fig. nº 6. A) Flotante. B) Depositada.

El extremo de los tubos se cierran para evitar problemas (Fig. nº 7).

Protección a la radiación U.V.:

La manta filtrante se protege con tratamiento de negro de carbono en la fabricación, o bien sin tratamiento pero envuelto en una rafia que lo proteja de la radiación.. La experiencia se llevó a cabo con manta de filtro tratada.

El filtro posee una porosidad de paso inferior a 90 micrones con una permeabilidad de 3×10^{-1} cm/s.

Flotabilidad inicial.

A pesar del lastrado, es conveniente vigilar en extremo el inicio del llenado de la balsa para impedir su flotabilidad.

Tratamientos químicos.

Para dar tratamientos químicos internos en el filtro, éste debe organizarse para permitir una distribución proporcional en el interior con hipoclorito potásico, después de su utilización.

7. Funcionalidad.

El filtro se encuentra en permanente estado de contacto con el agua en toda su superficie. Se debe obtener un lento y progresivo paso hidráulico, estático, del agua al interior del filtro, siendo esta situación de trabajo ideal, como más adelante observaremos, al objeto de que no aumente la velocidad del paso de agua al interior y colapse los pasos del tejido con el arrastre de sólidos.

La permeabilidad de paso del agua se verá influida por las diferentes alturas de calado del embalse, siendo mayor el agua permeada con la máxima altura de agua y a la inversa.

Es lógico pensar que las distintas superficies del círculo del tubo con función de filtro, realice la función de filtrado en diferentes condiciones, donde la parte cenital del tubo presenta condiciones de soporte de la suciedad y esto dará lugar a una menor capacidad de filtrado, mientras que los flancos del tubo estarán en mejores condiciones de filtrado. La parte inferior del tubo, si se deposita en la solera, por su contacto con el suelo, disminuirá superficie de

filtrado, de ahí que interese realizar la separación del suelo con una base donde depositaremos el tubo.

La envuelta de la manta de filtro deberá realizarse con holgura, para asegurar mayor superficie de contacto.

En general, la manta diseñada como filtro sobrepasa con creces la permeabilidad exigida.

8. Ventajas del sistema:

Las ventajas que contemplan este sistema son:

- Mayor economía de costos de los ofrecidos en el mercado.
- No necesita instalación especial, ni obra de fábrica.
- No necesita energía extra.
- No necesita gasto de agua, al no ser necesario los lavados.
- Es sencillo y práctico.

Al igual que otros filtros, necesita de mantenimientos, debiendo sustituirse el filtro, según calidad del agua y servicio, pasado unos cinco años. El costo es la adquisición de la manta filtro y la aportación de mano de obra para eliminar la anterior manta y colocar la nueva.

9. Experiencias llevadas a cabo.

Varias, siendo la más significativa la siguiente: Año 2.006/2.007.

Balsa de 475.000 m³. Altura 11 m (Fig nº.4 y 7).

Salida de fondo con tubería de 600 mm

Posee una estación de filtrado constituida por:

2 bombas de 50 CV pre-filtros.

6 filtros de malla de 10".

6 bombas de 50 CV.

Se colocaron 800 m de tubería filtrante en el interior de la balsa, constituido por 4 unidades de tubos drenantes de Ø 500 mm, de 200 metros, acoplando una parte de los extremos a la pieza diseñada para la toma de salida (Fig. nº 5) y el otro extremo libre (Fig. nº 4). Los tubos dren se unieron con junta elástica y se envolvió con manta soldada mediante termofusión en solapes. Se lastraron cada 6 metros y se diferenciaron del suelo 40 cms.

Se terminó con media cubrición a modo de "capote" con puntazos de soldaduras en sus bordes.

10. Resultados.

Se realizaron comprobaciones en su inicio dejando el sistema de filtrado anterior de mallas para realizar estudios de ahorros económicos, elaborados conforme a un plan de seguimiento.

La finca posee diferentes necesidades de riegos (tabla nº 1).

	Nº bombas	m ³ /h / l/s
S.I. A	5	844 / 235
S.I. B	2	473,58 / 115
S.II	6	1.143 / 318
S. I A y B.	6	1.245 / 345

Tabla nº 1

La diferencia del agua en el interior del filtro en sus máximas necesidades y con un calado de 9 metros, fueron de 0,3 metros de vacío con respecto a la altura de agua del embalse.

La situación anterior en necesidades de filtrado era de obstrucción de los filtros de mallas con paradas en el riego y donde el ciclo de lavados de los filtros duraban una media de 10 minutos.

Para comparar la situación anterior se dejaron de apoyo los anteriores filtros de malla con una programación en filtrado cada 60 minutos.

Las limpiezas efectuadas en su puesta de servicio fueron la siguiente:

450 m³/h.- Limpieza c/60 minutos.

850 m³/h.- Limpieza c/55 minutos.

1.150 m³/h.- Limpieza c/ 36 minutos.

1.250 m³/h.- Limpieza c/ 22 minutos

La velocidad de paso en los filtros cercanos a la toma de salida fueron:

450 m³/h.- 0,16 m/s.

850 m³/h.- 0,3 m/s.

1.150 m³/h.- 0,4 m/s.

1.250 m³/h.- 0,44 m/s.

Los tiempos de lavado en los filtros de mallas fueron de 20 segundos, como son 6 unidades, tardaron en cada ciclo 2 minutos en la limpieza.

La cantidad de agua vertida en cada lavado fueron de 6.900 litros frente a 34.500 litros. Este agua se bombeaba de nuevo a la balsa, con una altura de 20 metros, mediante una bomba de achique sumergible con un caudal aproximado de 30 l/s y un consumo medio de 10 Kw/h.

El costo energético varía de acuerdo con la contratación y el momento del consumo, pero podríamos cifrar una media de 0,09 €/Kw/h. El consumo de cada bomba previo al filtrado es de unos 37 Kw/h, con una intensidad media de 70 A.

Suponiendo que una de las dos bombas de inicio ante de los filtros, se aplican en limpiar durante 2 minutos el ciclo del lavado, tendríamos 0,11 €, frente a los 10 minutos que venían aplicándose antes de montar los actuales filtros estáticos, con un costo de 0,56 €.

Lavados.	Litros empleados	Costo energía
Antes	34.500	0,56
Después	6.900	0,11
Diferencia	27.600	0,45

Tabla nº 2.

Además, hay que añadir la diferencia del costo del bombeo de achique: 27.600 l / 30 l/s.- 920 s; 15,33 minutos; 0,26 h; 0,26 h · 10 Kw/h · 0,09 €/Kw/h = 0,23 €.

El ahorro de cada lavado supone 0,45 + 0,23 = 0,68 €.

En el riego más desfavorable que dure 12 horas, representa un ahorro de 27,2 €.

En cuanto a las exigencias de control de algas, la balsa de referencia necesitaba de 10 tratamientos anuales, siendo rebajado a 3 tratamientos anuales, lo que significa dejar de aplicar 8.000 kg de Sulfato de cobre,

suponiendo un ahorro de 24.000 €/año. En el caso de prohibición de dar tratamientos, esto supone ya una ventaja de por sí.

11. Conclusiones.

El filtro descrito responde a las expectativas esperadas.

Hay que asegurar en el diseño, que la malla del filtro no supere la velocidad de paso de agua de 0,3 m/s.



Fig nº 7.

En el diseño de la figura anterior, se pudo comprobar que no es recomendable juntar los tubos, en paralelo, al tener la posibilidad de quedar atrapadas las aves acuáticas que acuden a esta zona.

Por el tiempo transcurrido, no existen datos de necesidades de mantenimiento.