



Reproducción de originales publicados en la revista

CIMBRA

Sobre temas relacionados con el agua y las conducciones

Escritos por Manuel Mateos de Vicente.

Premio ***“ESCRIBANÍA DE ORO”***



ÍNDICE

- 39- "Válvulas Reductoras de Presión", CIMBRA, N^o 385, Pág 60, Enero-Febrero 2009.
- 38- "Errores, Observaciones y Anécdotas en Instalaciones de conducciones", CIMBRA, N^o 380, Pág. 64. Marzo-Abril 2008.
- 37- "El Plan hidrológico y lo lógico de la conservación del agua y control de la erosión aplicados a la orografía, CIMBRA, N^o 341, Pág. 40-41, Noviembre-Diciembre de 2002.
- 36- "Del coro al caño, del caño al coro, del coro al caño, del caño al cloro", CIMBRA, N^o 338, Pág. 50 a 52, Enero-Febrero 2001.
- 35- "La cavitación . Su efecto en la valvulería de conducciones", CIMBRA, N^o 331, Pág. 28 a 31, Noviembre -Diciembre de 1999.
- 34- "Las presas y el medio ambiente", CIMBRA, N^o. 315, Pág. 28 a 31, Marzo - Abril, 1997.
- 33- "Las válvulas de altitud para llenado de depósitos elevados", N^o 288, Pág. 38-42, Febrero 1993.
- 32- "Las cámaras de rotura de carga y su alternativa las válvulas reductoras de presión", No. 246, P. 19-21, Oct. 1987.
- 31- "Ventosas para sifones puros", No. 237, Pág. 22, Nov. 1986.
- 30- Comentarios a la comunicación de D. Enrique Mendiluce sobre "La seguridad en las instalaciones para transporte y distribución de aguas", No. 234, Pág. 35, Julio 1986.
- 29- "El problema de las incrustaciones aceleradas de caliza en tuberías y su remedio", No. 234, Pág. 27-28, Julio 1986.
- 28- "Optimización de anti-impulsiones", No. 233, Pág. 17-20, Junio 1986.
- 27- "Casos especiales adicionales en válvulas para controlar el llenado de depósitos", No. 227, Pág. 16-19, Nov. 1985.
- 26- "Tecnología del petróleo aplicable a los problemas del agua", No. 226, Pág. 36-38, Octubre 1985.
- 25- ¿Se necesitan ventosas en los tramos ascendentes de impulsiones?", No. 225, Pág. 12-14, Ag.-Sept. 1985.
- 24- "Tres aspectos poco considerados en la seguridad de las presas", No. 222, Pág. 13-16, Mayo 1985.
- 23- "Optimización de impulsiones largas o con altas presiones", No. 220, Pág. 7-14, Marzo 1985.
- 22- "Métodos para programar aperturas diferidas de válvulas para llenado de depósitos de agua", No. 218, Pág. 11-13, Diciembre 1984.
- 21- Comentarios a la comunicación de D. Enrique Mendiluce sobre "Desaireación de tuberías", No. 215, Pág. 27-28, Agosto-Septiembre 1984.

- 20- "El problema del comportamiento de las ventosas y su solución con ventosas trifuncionales", No. 214, Pág. 14-17, Julio 1984.
- 19- "Válvulas especiales para aguas sucias", No. 209, Pág. 19-20, Enero-Febrero, 1984.
- 18- "Fallos e inconvenientes del accionamiento eléctrico en las válvulas para llenado de depósitos", No. 207, Pág. 24-25, Noviembre 1983.
- 17- "Válvulas de retención de disco sobre eje longitudinal centrado", No. 205, Pág. 19-20, Ag-Sept. 1983.
- 16- "Válvulas reductoras de presión con funciones adicionales, No. 204, Pág. 17-19, Julio 1983.
- 15- "Los filtros en redes de abastecimiento de agua", No. 202, Pág. 24-25, Mayo 1983.
- 14- "Las válvulas de retención tipo clapeta", No. 200, Pág. 29-30, Marzo 1983.
- 13- "Efecto de válvula de retención como función adicional en válvulas con otras funciones específicas", No. 199, Pág. 41-44, Enero-Febrero 1983.
- 12- "Válvulas para controlar el llenado de depósitos de agua", No. 198, Pág. 10-15, Diciembre 1982.
- 11- Replica a los comentarios de D. Enrique Mendiluce sobre la comunicación "Adiós golpe de ariete. adiós", Nº 198, Pág. 33-34, Diciembre 1982.
- 10- "Comentarios a la comunicación de D. Manuel Mateos, Titulada Adiós Golpe de Ariete Adiós", Pág 19-20, Agosto 1982
- 9- "Adiós golpe de ariete, adiós", No. 193, Pág. 19-20, Junio 1982.
- 8- "Supresión de inundaciones por roturas en tuberías de abastecimiento de agua", No. 191, Pág. 33-34. Abril 1982.
- 7- "Abajo las válvulas de flotador", No. 186, Pág. 27-29, Octubre 1981.
- 6- "Solución a un problema de falta de presión mediante una válvula mantenedora", No. 182, Pág. 21-22, Mayo 1981.
- 5- "Válvulas reductoras de presión de agua - funcionamiento y aplicaciones prácticas", No. 171, Pág. 11-14, Abril 1980.
- 4- "Bases para una actuación independiente - El topo neumático", No. 92, Pág. 28-29, Enero 1973.
- 3- "Prevención de roturas en conducciones", No. 89, Pág. 23, Octubre 1972.
- 2- "Prevención contra la corrosión en tuberías de hormigón armado", No. 69, Pág. , Dic. 1970.
- 1- "Tubos porosos o no porosos", No. 33, P. 21-23, Sept. 1967.

VÁLVULAS REDUCTORAS DE PRESIÓN

Autor: Manuel Mateos de Vicente.
Edita: BELLISCO

Nos preguntamos ¿por qué todo un libro sobre válvulas reductoras de presión? La razón del autor es que se usan en España por miles al año.

A veces, en la enseñanza se da énfasis a las fórmulas, las matemáticas, la teoría dura, dejando las válvulas a un lado, considerándolas, tal vez, como cosas de fontaneros. Sin embargo, las válvulas son las que hacen, finalmente, que el agua llegue a nuestros grifos, o caños, a la presión debida y en la cantidad deseada. Para seleccionar la válvula adecuada en cada caso, bien sea de control, de acción manual, o de acción a distancia, se necesitan muchos conocimientos sobre estos mecanismos y su gran variedad; estos conocimientos no se adquieren en poco tiempo. Por experiencia estimamos que son necesarios al menos dos años de lidiar con los problemas de selección de la válvula adecuada, para ser un experto.

Para dar a conocer las válvulas reductoras de presión y los otros tipos de válvulas de control no dice el autor que tuvo que realizar una labor de búsqueda en libros que las mencionaran. Como no existía ninguno el autor ha tenido que complementar su propia experiencia y analizar catálogos de fabricantes, visitar fábricas viajando a varios países, como Australia, Noruega, Chile, entre otros, y pasar varios

días en bibliotecas universitarias de Estados Unidos, donde los libros están agrupados por temas, lo que reduce mucho el tiempo de búsqueda. Sobre válvulas reductores no encontró nada escrito, excepto los mencionados catálogos de fabricantes.

Al ser apenas conocidas en España, tuvo que empezar mencionándolas como parte de su labor didáctica, desde 1967 hasta el año 1988 en la Escuela U. de Ingeniería T. de Obras Públicas de Madrid, impartiendo clases sobre servicios urbanos u obras hidráulicas. Ha pronunciado conferencias sobre válvulas en varios países y ha escrito cerca de cien artículos sobre conducciones, varios de ellos en CIMBRA. Empezó la Colección Obras Hidráulicas con el libro de E. Mendiluce titulado "El golpe de ariete en impulsiones". Este libro sobre reductoras hace el número 10 de la Colección y espera que antes de un año lleguen los libros al número 16.

Ha escrito este libro para ayudar en la selección, instalación y mantenimiento de la válvula reductora de presión adecuada y está basado en su experiencia contrastada en centenares de instalaciones donde existían válvulas de muy distintos fabricantes. Lo vende Editorial Bellisco (www.bellisco.com) ■

10

Colección OBRAS HIDRÁULICAS
 dirigida por Manuel Mateos de Vicente

VÁLVULAS REDUCTORAS DE PRESIÓN

2ª
 Edición

CLASIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN,
 ERRORES Y SOLUCIONES

MANUEL MATEOS DE VICENTE



DESCRIPTION OF THE
 ROSS PATENT REGULATING VALVE.

ROSS VALVE COMPANY,
 CHICAGO, ILL. U.S.A.

ERRORES, OBSERVACIONES Y ANÉCDOTAS EN INSTALACIONES DE CONDUCCIONES

Por Manuel Mateos de Vicente, ITOP

Editado: Bellisco, Ediciones Técnicas

Este libro se ha escrito como complemento a los muchos libros que existen sobre los distintos temas de la hidráulica y constituye el número 11 de la Colección Obras Hidráulicas, editado por Bellisco, Ediciones Técnicas.

El autor, Manuel Mateos Vicente, ingeniero técnico de obras públicas, manifiesta que "durante nuestra preparación en las Escuelas de ingeniería nos enseñan cómo hacer las tareas, como diseñar y apenas si tenemos contacto con las obras reales. Hemos observado en nuestros trabajos de asesoramiento que pueden ocurrir muchos errores relacionados con las conducciones y algunos de ellos se repiten cometidos por ingenieros. Recordemos que cuando empezamos a trabajar después de obtener el diploma estábamos inseguros sobre las posibles soluciones. Algunas "meteduras de pata" hacían reír a los obreros y hasta algún capataz con carácter hasta nos echaba una bronca sazónada de palabras propias del momento".

Por lo tanto, con los años de experiencia, el autor se ha dado cuenta de los errores costosos que todos tratan de solucionar, o enmendar cuanto antes, para que nadie se entere.

Errores se cometen por todo el mundo. Debería de existir una asignatura sobre los fallos que se pueden cometer por los graduados de cualquier carrera. Se evitarían muchos gastos inútiles. Como no existe tal asignatura, el autor se decidió a escribir este libro. Para no hacer pesada su lectura se ha limitado a poner solamente uno o dos párrafos por página y a introducir algunas fotografías de fallos.

Resumiendo, en 200 páginas, se conseguido incluir cuestiones relativas a tuberías, válvulas, explosiones, corrosión, arquetas, seguridad, etc. Aunque va dirigido a conducciones de agua hay también algunos párrafos sobre otros fluidos como el gas. ■

Más información:

GRUPO BELLISCO

Teléfono: 91 464 18 02

e-mail: pedidos-bellisco@orange.es

11

Colección OBRAS HIDRÁULICAS
dirigida por Manuel Mateos de Vicente

ERRORES, observaciones y anécdotas en instalaciones de CONDUCCIONES

Analicemos casos reales
para no cometerlos

MANUEL MATEOS DE VICENTE



EL PLAN HIDROLÓGICO Y LO LÓGICO DE LA CONSERVACIÓN DEL AGUA Y CONTROL DE LA EROSIÓN, APLICADOS A LA OROGRAFÍA

Lluvia,
perlas de pena del Universo,
sostén hidrológico de la Tierra,
expresión de tristeza de nuestro mundo,
llora tus penas, las mías,
limpia al hombre,
limpia sus ideas.

Estos desérticos parajes, terriblemente erosionados, abundan en España. Merecen más la atención que el insignificante surco que pueda dejar una moto

MANUEL MATEOS DE VICENTE
DR. ING. DE C.C. Y P.; DR. OF PH.; ITOP
MIEMBRO DE LA "SOIL AND WATER CONSERVATION SOCIETY"; DE LA
"AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION" (AWWA); DE LA "WATER
ENVIRONMENT FEDERATION"; DE LA "ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE
ABASTECIMIENTOS Y SANEAMIENTOS", Y DEL COMITÉ 1º SOBRE
RECURSOS DEL AGUA DE LA AEAS.

Me refiero al Congreso sobre el Plan Hidrológico, del que se informó en el número de CIMBRA de enero - febrero de 2001. Quiero mencionar un complemento absolutamente necesario al Plan, tal vez más importante. Está relacionado con ese 68 por ciento de agua que se pierde, según se dice, por evaporación y transpiración. Veo que en el Congreso solamente hubo una crítica, la de Llamas Madurga; sin embargo Manuel Luna, Catedrático de I. Industriales me ha mandado una relación de varios e importantes técnicos que se oponen desde varios puntos de vista al Plan; también unos ingenieros de Murcia dicen que allí sobra agua y lo demuestran en el artículo que

apareció en La Voz del Colegiado. Todo esto nos hace pensar que parece que el Plan no se ha analizado en profundidad y sistémicamente.

Los que hemos llegado a cierta edad hemos pasado a través de todos los cielos del uso del agua; desde acudir por ella a las fuentes, pozos o agadones, hasta utilizarla, para reproducir en nuestros jardines los campos de césped de Inglaterra; desde poder beber agua limpia en cualquier arroyo, a beber agua que en ocasiones tiene sabor a gasolina o a pesticidas.

Se debe pensar más en el problema del agua como un todo perteneciente a la Tierra

Recuerdo cuando en Castilla estaba el agua a flor de tierra y para sacarla se usaban los llamados cigüeñales, hasta unos 3 m de profundidad, y en otros casos, de agua más profundas, las norias de cangilones accionadas por un borrico o mulo. Ahora está en los mismos lugares a más de 100 metros de profundidad y se necesitan bombas de impulsión eléctricas para subirla a la superficie. Con ello se han secado algunos sotos y muchas fuentes y pozos. Es de suponer que se habrá compactado el terreno al eliminar el agua, quedar sus espacios huecos, y sufrir el peso de la masa de tierra de encima, como sucedió en Méjico Capital, con los edificios ahora hundidos varios metros, por compactación del terreno debajo de ellos al sacar el agua del subsuelo, lo que disminuye su capacidad futura para almacenar agua. En la toma de agua de los acuíferos, hay que pensar en lo que estamos haciendo, lo que ello implica para el futuro, y si es posible rellenarlos.

Propongo desde hace muchos años que hay que conservar el agua lo más posible allá donde cae, tratar de frenarla para evitar algunas inundaciones y reducir la erosión. Para ello hay que construir infinidad de presas pequeñas, que es lo que menos destroza a nuestra Tierra, y llevar a cabo las, en el mundo bien conocidas, prácticas de conservación del suelo y del agua, que resumo a continuación:

- * **Cultivar en zonas llanas solamente**, dejando las menos llanas para pastos y las muy pendientes para bosques.

- * **Arar siguiendo las curvas de nivel.**

- * **Cultivar en franjas** irregulares por seguir las curvas de nivel, alternando los cultivos de cada franja cada cierto número de años.

- * Recurrir a la **formación de setos** para cortar el viento y la escorrentía.

- * **Construir terrazas y bancales** con máquinas especiales en zonas de poca pendiente. En sitios con mucha pendiente se construían antes con muros de albañilería, pero esta práctica está en desuso.

- * **Dejar los terrenos con algo de pendiente para pastos.**

- * **Dejar los terrenos más pendientes para bosques.**

- * **Nivelar algunas zonas.**

- * **Construir** infinidad de pequeñas presas.

- * **Corregir las cárcavas** para evitar en lo posible la erosión.

- * **Sembrar con hierbas especiales** las antiguas cárcavas, así como algunos arroyos, regatos, ramblas o regueras.

- * **Evaluar los abonos a utilizar**, dando prioridad al abono verde.

- * **Realizar un estudio científico de las plantaciones**, agrícolas o de

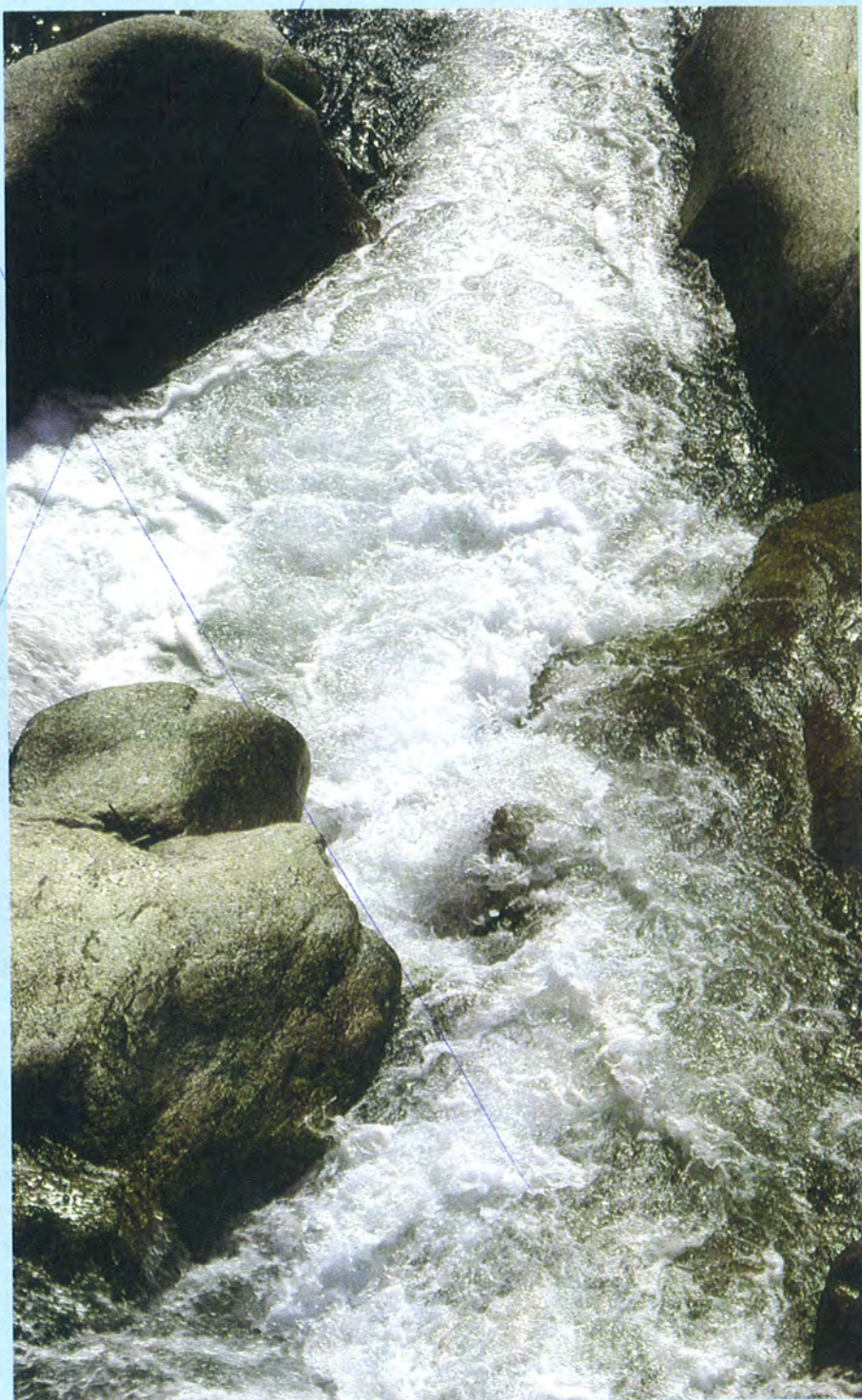
bosques en función de las tierras, y su rotación para evitar esquilmar la tierra.

Los **beneficios** de la conservación del suelo y del agua, aparte de los ya mencionados de reducir la erosión, son:

- * **Tener menor atarquinamiento** en los embalses.

- * **Controlar la escorrentía**, con lo cual se infiltra más agua a los acuíferos.

- * **Aminorar los destrozos de las inundaciones.**



* **Mejorar la calidad del suelo agrícola**, lo que mejora las cosechas.

* **Conservar mejor la fauna** pues se dejan zonas de poca productividad para pastos o bosques.

* **Para poder realizarlo se crea empleo rural**. Hay que tener en cuenta que las obras de conservación del suelo y del agua se necesitan mucho en las zonas donde se estableció el PER (Plan de empleo rural). Si se llevan a cabo se reduce el coste de las subvenciones del PER.

En definitiva se debe **pensar más en el problema del agua como un**

todo perteneciente a la Tierra, y tratar de anticipar los efectos, que yo opino, en general, desastrosos de tanto bombeo de los acuíferos como se está llevando a cabo en todo el mundo, sin complementarlo con las mencionadas prácticas de conservación del agua. Tal vez se hayan realizado tales prácticas en algún lugar de España, pero yo no las he visto en parte alguna. En cambio allá donde tome asignaturas sobre estas materias, a finales de los años 50 en la Universidad del Estado de Iowa, prácticamente la cuarta parte de las fincas de aquel Estado estaban siguiendo

las técnicas, realizado los trabajos necesarios para la conservación del agua.

Ya he sugerido que estas prácticas se incluyan en el Plan Hidrológico Nacional, para que sea completo, según mi opinión, y no hidro - ilógico, como dice Llamas Madurga, pero me temo que al ser necesarios muchos años para llevarlo a cabo, se recurra a lo más fácil y rápido que es construir trasvases, sin antes realizar, o complementar con, los trabajos de conservación del agua de lluvia, al menos en las zonas deficitarias. ●



Una galopante erosión está colmando nuestros pantanos, algunos ya se encuentran inutilizados por atarquinamiento, como el que se muestra en esta panorámica.



EL AUTOR

El compañero Manuel Mateos realizó estudios de postgrado en Edafología, especialidad que incluye las siguientes materias: Física de las tierras, Química de las tierras, Físico-química biológica, Cartografía de las tierras, Productividad, Abonos y Rotación de cosechas, Regadíos y Drenajes, Conservación del agua y Control de la erosión.

El cloro puede ser cancerígeno y dejarnos calvos**"Del coro al caño, del caño al coro,
del coro al caño, del caño al cloro"**

Parece que ya no se bendice el agua, luego está claro
que el cloro no quiere cloro, si el agua no es clara



Recuerdo que de niños íbamos los chicos del barrio, en el día de Sábado Santo, con una botella a recoger agua bendita a la iglesia cercana. Esta costumbre ya no existe. En aquella época no echaban cloro al agua. Tal vez el cloro impida que el agua quede bendecida o bendita. Puede ser que ello tenga relación directa con que el cloro no es un gas limpio, inocuo, pues parece que es cancerígeno, sobre todo cuando se combina con materia orgánica, creando cloraminas. Es posible que al beber agua con cloro, éste actúe con la materia orgánica que es nuestro cuerpo y forme cloraminas internamente, o previos trihalometanos (IMU, abril 1998),

que sean abono para un cáncer, de lo cual todos tenemos células esperando que se las *abone* para *floreecer*.

Conozco a personas a quienes beber agua con cloro les produce ardor de estómago. Hay quien no puede beber agua con cloro con razón, pues le origina una *repetición de cursos o cámaras* (ver "cagalera" en el diccionario de la Real, edición de 1970). Todo lo cual no es muy bendito, que digamos.

A nadie le gusta el agua con sabor a cloro, lo que ha hecho que las aguas minerales hayan subido a una cota de consumo jamás soñada. Hay quien pudiera creer que clorar el agua puede ser consecuencia de las empresas que la comercializan, principalmente los jóvenes, que igual nunca bebieron agua del grifo sin cloro. Hay que aclarar, dejar claro, que el uso del cloro echado por

✍ Manuel Mateos de Vicente

Dr. Ingeniero de Caminos, Canales
y Puertos; PHD; ITOP; Miembro de
la Asociación Española de
Abastecimiento y Saneamientos;
American Water Works Association;
Water Environment Federation;
American Association for the
Advancement of Science



sistema al agua para beber se generalizó a raíz de unas *aguas menores* hechas en el río Jalón por un transeúnte de África del Norte. Fue hace ya muchos años, unos 25. Recuerdo que hubo dos o tres casos supuestamente de cólera en aquella zona, cuyo posible brote epidémico se cortó radicalmente vertiendo grandes cantidades de cloro en dicho río, matando todos los microorganismos, y de paso los peces y, después, legislando que todas las aguas de los abastecimientos de España estuvieran cloradas, con cloro residual. Así, sin recurrir a la Química analítica, a lo bruto.

En España parece que no nos fiamos de nadie y se requiere, hasta en los pueblos con conocidas buenas aguas, un cloro residual en el agua del grifo case-ro. No se aplica nada de lo que me enseñó mi primer profesor de hidráulica, y el mejor que tuve, el Ingeniero Juan Aracil, sobre los bacilos de coli y otras bacterias fáciles de detectar.

Parece extraño que no se hayan enterado en otros países de que el cloro debe aparecer con olor y sabor en los caños de las viviendas y los hoteles. Hace tres años fui a Suecia al Seminario del Agua y me extrañó que un país tan adelantado no suministrara agua con buen cloro residual por los grifos y caños. Me dijeron en el Departamento de Aguas de Estocolmo que ellos echaban el cloro en origen, pues sacaban el agua de un lago y que no tiene por qué haber cloro residual en los caños y grifos de las vivien-



Fotografías: Dpto. de Agua y Saneamiento del Ayto. de Madrid

**Hay que clorar de
manera científica, cuando
haga falta y echando la
cantidad necesaria de
cloro, para que no se
combine con nuestras
células orgánicas y
se produzcan las
cancerígenas cloraminas**

Izq. El río Manzanares a su paso por el Puente de San Isidro. Arr. Tramo de transición del río Manzanares desde encauzamiento natural a urbano. Ab. Puente de la Reina Victoria. Pág. siguiente: Presa de nivel en el río Manzanares.

das. ¡Que no quieren coro, digo cloro en el caño! Tal vez estén preocupados por la naturaleza cancerígena del coro o de sus compuestos. No son como nosotros, los españoles, que no nos importa que el cloro pueda ser cancerígeno o no; somos así de chulos.

He visitado pueblos de España en donde extraen el agua, supongo que vieja de centenares o millares de años (mal llamada fósil, pues no está dura, sino líquida), que procede de profundidades a decenas o centenas de metros bajo tierra, donde el agua ha sido filtrada y bien filtrada por las tierras arcillosas y es de suponer que salga extremadamente pura. Pues bien: tienen la obligación de clorarla. Dice algún alcalde "que no tiene conciencia de que se mire el agua para saber si tiene bichitos". Por lo que pienso que se debería cambiar la ley y no exigir que se clore por sistema, pues ya desapareció en el acto aquella supuesta epidemia de cólera de hace 25 años. Recuerdo lo que nos decía el profesor de hidráulica: que no se clore por clorar. Nuestra salud merece que se analice la necesidad y forma de clorar el agua. Aunque hay alcaldes cautos, que han simulado echar cloro diseminado en botellas vacías en el entorno del depósito o en la captación del agua, para que las vea esa persona que cobra un buen sueldo de Sanidad por hacer algo que





ellos -los alcaldes cautos- consideraban inútil. También suele ocurrir que los vecinos sigan yendo por agua, para beber, a los manantiales y agadones tradicionales.

Si el agua lleva exceso de cloro, parece que el menor mal observable es que empiece uno a quedarse calvo, que nos dijeron que ocurrió en la provincia de Toledo, "de cuyo nombre mejor es no acordarse". Trabajar sin precaución en el manejo del cloro condujo a la muerte, en dos meses, a un tío de mi amigo Fidel; empezó a manifestarsele dejándolo sin guedejas, sin necesidad de tonsurarse ni de que lo motilaran, y no seguimos con los sufrimientos que ello causó. Siempre he pensado que a quien se le tendría que caer el pelo es a quien legisla en plan

prepotente, sin prestar atención a la ciencia esclarecedora. De aquí se infiere que no conviene lavarse la cabeza con agua que contenga cloro, para no quedarse calvo.

Esta propuesta podría ser tomada como objetivo de alguna ONG (Organización No Gubernamental, que están de moda y proliferan como los hongos): por esos farmacéuticos sin fronteras, médicos mundi, médicos del mundo, etc., que se olvidan de que en España también hay centenares de miles de problemas graves de salud. Y que no es oro todo lo que queremos que reluzca en otros países. Yo ya llevo muchos años haciendo ver a varios organismos la necesidad de cambiar la ley de cloración sistemática, a mi modo de ver dictato-

rial, y en lo que no tengo ningún interés económico; sin embargo, necesito ayuda de esas ONGs para que apoyen que se clore de una manera científica, sólo cuando haga falta y echando la cantidad necesaria de cloro para que no lleguen restos a nuestros caños y se combine con las células orgánicas de nuestro cuerpo, por si pudiera formar entonces las cancerígenas cloraminas. Si hace falta limpiar las cañerías, pues que se clore una vez cada cierto número de meses, avisando de antemano a la población.

Mientras tanto, es probable que la doble intención florezca repitiendo, con una ligera modificación, unas cuantas veces, aquel estribillo popular en mi tierra hace años: "Los mozos del pueblo de al lado corrieron al toro del caño al coro, del coro al caño, del caño al... cloro, del cloro al caño, del caño al cloro, del cloro al caño..." Aunque no se bendiga ya el agua, sí que podemos en España, al menos, rezar para que *Su San-idad* actúe científicamente. O sea: no hay que echar cloro sólo por NECES(an)IDAD, sino cuando sea NECESA(nita)RIAMENTE. ●

Remedios al Cloro: La vitamina C neutraliza el cloro y las cloraminas. Reacciona en el agua produciendo cloruro y deshidroascorbato, y se recomienda echarlo en los ríos para que no mueran los peces por el cloro (que en USA cuesta a granel a unas 500 ptas. el kilo). Ver UPFLOW, AWWA, Dic. 1998. O sea, echemos unas gotas de limón al vaso de agua.

MANUEL MATEOS DE VICENTE PUBLICA SU ARTÍCULO CIENT

Con la salida a la luz en el número 334 de *Cimbra* del artículo sobre mejoras en la seguridad de los pasos a nivel, nuestro compañero Manuel Mateos, asiduo colaborador de *Cimbra*, ha visto cumplido su anhelo de publicar el artículo número 100 de nuestra revista.

Estas colaboraciones que, como se puede comprobar si ojeamos en la historia de la revista, comenzaron en un lejano *Cimbra* número 3, de mayo-junio de 1964, han tratado diversos y variados temas, como corresponde a la variada y diversa formación técnica y humana de nuestro compañero, que aparte de Ingeniero Técnico de Obras Públicas, cuyo título obtuvo en 1954 en la especialidad de Transporte y Servicios Urbanos (¡por supuesto!), es Doctor Ingeniero de Caminos, Dr. of Philosophy y Master of

Science (Iowa St. University), Profesional Civil and Highway Engineer EEUU., tiene estudios de postgrado en antropología y es un eterno comunicador y comentarista (nos consta) de todo lo que ve publicado, así como autor de diversas publicaciones.

Felicitemos desde estas páginas a este ingeniero salmantino (Pozos de Hinojo), publicando la última colaboración que nos ha remitido sobre la cloración del agua que podríamos calificar de técnico-jocosa, y que pasa a formar el bonito número 101 de sus colaboraciones.

Esperemos, además, que esta actitud de Mateos sirva de ejemplo y acicate a otros compañeros de pluma más tímida para colaborar abiertamente con *Cimbra*.

La cavitación es un fenómeno destructivo, no enteramente conocido, ni previsible en algunos casos, que se origina cuando existe un gran vacío dentro de un fluido. En este artículo, el autor se ciñe al fenómeno de cavitación en conducciones de agua a presión.

► Por Manuel Mateos de Vicente
DR. ING. CCP; PHD, ITOP.

El fenómeno de la cavitación, se suele observar en las siguientes situaciones:

- Despegue de la lámina de agua en vertederos de presa mal disecados.
- Válvulas de compuerta semiabiertas. Deben estar siempre o entre abiertas o completamente cerradas.
- Válvulas de mariposa semiabiertas. El autor ha visto trozos de la lenteja desparecidos por causa de la cavitación. Son también válvulas disecadas para estar siempre abiertas o siempre cerradas. Por ejemplo: no está disecada para hacer de reductora de presión.
- Muy altas velocidades del agua en cualquier tipo de válvula.
- Grandes cambios de presión entre la parte agua arriba y la parte agua abajo de una válvula, plancha perforada, o válvula simple poco abierta. Esto sucede en algunas válvulas reductoras de presión.
- En los rodets de las bombas de impulsión.
- En la turbinas hidráulicas.
- En las hélices de barcos.

La cavitación produce cavidades o porosidades en los materiales, pues puede transformar la naturaleza del metal y destruirlo. Nos ceñiremos en este artículo al fenómeno de cavitación en conducciones de agua a presión.

Bajo la denominación de cavitación se suelen incluir varios fenómenos:

LA CAVITACIÓN

Su efecto en la valvulería de las conducciones



Corona de una válvula que ha sufrido de la cavitación.

• **Implosión** por vacío, que se traduce en burbujas microscópicas, con muy altas presiones negativas que llegan a erosionar hasta las moléculas, y desplazar electrones del material de la tubería o de los mecanismos.

• **Erosión debida a partículas** sólidas transportadas en el agua.

• **Erosión debida a altas velocidades** del agua.

Nos referimos en este análisis a la cavi-

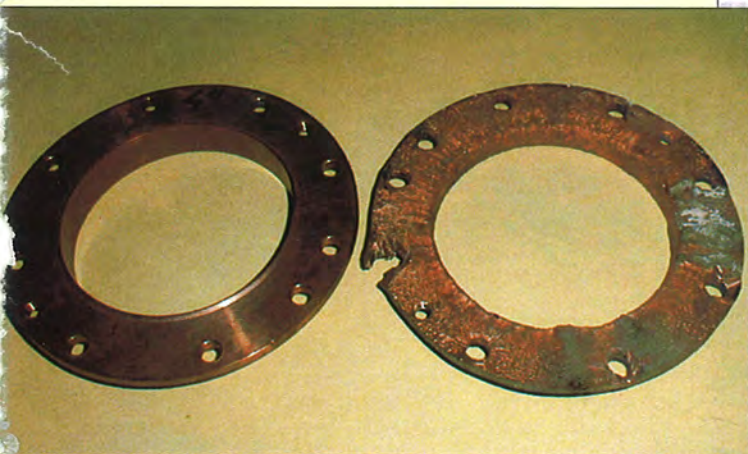
tación solamente como el fenómeno asociado con el vacío que da origen a implosiones de las burbujas microscópicas.

En las conducciones hemos de distinguir dos elementos diferentes:

• **Los tubos.**

• **Las válvulas.**

El Ingeniero Enrique Mendiluce Rosich fue, según creemos, quién más investigó en España el efecto de la cavitación en los tubos, así como en el Golpe de Ariete.



Efectos de la cavitación en el asiento de una válvula.

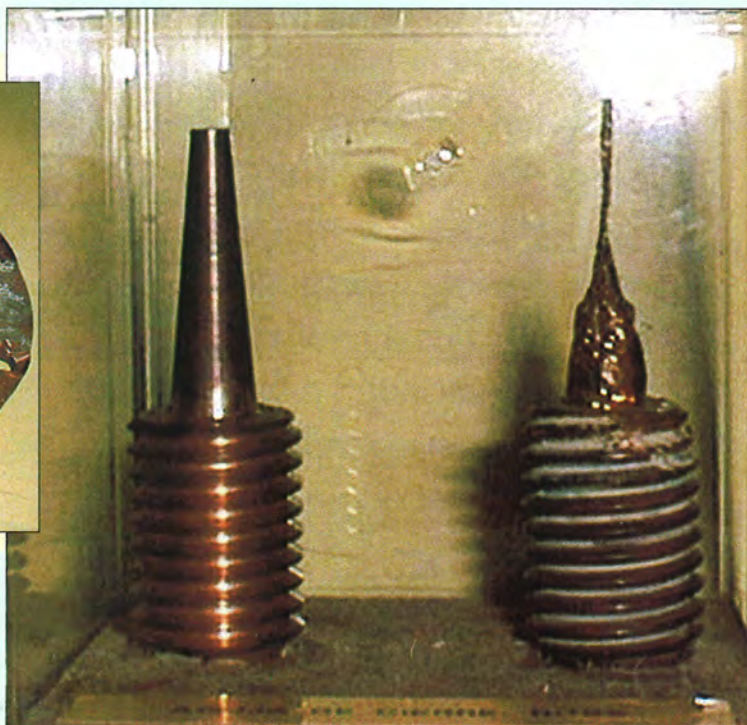
Nos dejó escrito un libro con los factores que el halló para afinar el cálculo del golpe de ariete, cuya teoría sigue siendo válida para impulsiones lineales, con poca diferencia con los métodos que requieren el uso del ordenador. (Véase el libro «El Golpe de Ariete en las Impulsiones», por E. Mendiluce, Editorial Técnica Bellisco, c. Jacometrezo 4, 28014 Madrid, Tel 91 532 55 59.)

Durante el tiempo que Enrique Mendiluce fue nuestro Asesor me refirió que nunca había hallado tubos en tramos rectos que hubieran sufrido de la cavitación. Es decir que **en las tuberías lineales no suele existir cavitación.**

Sin embargo la cavitación suele ocurrir en las válvulas y es de suponer que también en todos los casos en los cuales haya gran turbulencia dentro de las tuberías, como pudiera ser en codos o en conos de reducción. La cavitación en las válvulas depende, a nuestro parecer, de los siguientes factores:

- **Diferencia de presión entre agua arriba y agua abajo** (aplicable sobre todo a las reductoras de presión).
- **Caudal.**
- **Material y diseño de la válvula.**
- **Gases o aire en el agua y grado de disolución.**

No existe una ecuación universal que considere todos estos factores. Lo que sí existe son unas indicaciones de la resistencia de algunos metales o aleaciones a la acción de la cavitación y también la ecuación hallada por el *Bureau of Recla-*



Válvula de aguja nueva a la izquierda y la misma a la derecha mostrando los efectos de la cavitación.

*Un artículo muy
completo y fácil
de comprender sobre
la cavitación es
«La Cavitación», por
Max Aucher, MUNDO
CIENTÍFICO, Octubre 1985*

mation (véase más adelante). Con los medios disponibles para el análisis de los materiales sabemos ahora mucho acerca de la cavitación, pero quedan algunas lagunas.

Un artículo muy completo y fácil de comprender sobre la cavitación es «**La Cavitación**», por Max Aucher, MUNDO CIENTÍFICO, Octubre 1985. De este artículo tomamos los siguientes párrafos:

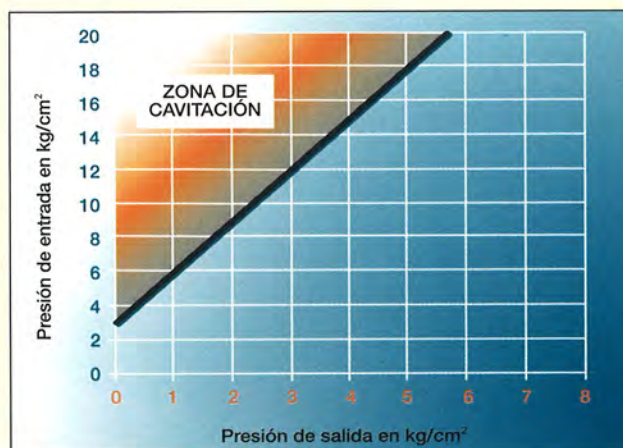
«Fenómeno frecuente y a menudo desconocido, la cavitación se produce en líquidos sometidos a bruscas variaciones de presión. Se manifiesta por la aparición de pequeñas "burbujas" o enormes cavidades que se forman y luego implosionan en al-

gunos microsegundos. La cavitación es causa de graves perjuicios como, por ejemplo, la erosión de los materiales, el ruido y la disminución de rendimiento en las instalaciones hidráulicas o marinas. La mayoría de los estudios básicos sobre la cavitación es experimental, y en ellos se emplea una instrumentación de prestaciones cada vez mejores: cinematografía ultrarrápida (hasta un millón de imágenes por segundo), microcaptadores de presión, holografía láser, etc. Pero el fenómeno en sí mismo, así como sus principales consecuencias (erosión, ruido) distan aún de ser comprendidos del todo».

«Todos estos estudios han demostrado que, a consecuencia de la presencia de gases no condensables, la mayor parte del tiempo la burbuja <rebota>, tomando una forma esférica o toroidal, según las condiciones, para implosionar una segunda e incluso una tercera vez. Además, en las proximidades de una pared sólida, la burbuja implosiona acercándose a la pared conformación de un microchorro líquido de diámetro inferior a 0,1 milímetro, dirigido hacia aquella. Según cual sea la distancia inicial burbuja-pared, el microchorro percute en la pared a la primera o a la segunda implosión. La punta de presión

A consecuencia de la presencia de gases no condensables, la mayor parte del tiempo la burbuja "rebota", tomando una forma esférica o toroidal, según las condiciones, para implosionar una segunda e incluso una tercera vez

Gráfico del "Bureau of Reclamation" para evaluar una posible cavitación.



registrada en el impacto es del orden de 10^3 a 10^6 bares para un líquido en reposo y pueden llegar a 10^6 a 10^8 bares cuando la burbuja tiene, en el momento de partida, una velocidad de acercamiento a la pared de 1 metro por segundo. Esta influencia de la velocidad es debida al "efecto cohete" y hace que el producto de la velocidad por el volumen de la burbuja permanezca constante en el momento de la implosión".

O sea que el impacto de la implosión es de una magnitud inmensa, difícil de comprender, pues está entre 100 kg/cm^2 (100 atmósferas) y $1.000.000 \text{ de kg/cm}^2$ (un millón de atmósferas). Son presiones extremadamente altas. Esto explica los desperfectos que puede causar la cavitación y la erosión que pueden sufrir los alabes de las bombas, las válvulas y otros mecanismos o elementos. A veces la cavitación cambia tanto la estructura del metal que da la impresión de que tiene la misma resistencia que una roca muy blanda, pues he comprobado que el hierro se destruye con la uña.

La cavitación puede destruir elementos fabricados con cualquier metal. En la **Tabla 1** (de la pág. siguiente), se menciona la susceptibilidad de algunos materiales a la cavitación. Como la cavitación se produce en algunos metales más que en otros, es necesario sopesar su susceptibilidad.

Por ejemplo, en la **Tabla 1**, si consideramos el hierro fundido como base, el acero inoxidable 316 SS es ligeramente superior (del orden del 30 por 100). La

Tabla 10-1
Índice de resistencia a la cavitación de varios materiales. Los que menos sufren son los primeros (Estellita, acero forjado, etc.). Los que más sufren son los últimos: Fundición nodular o dúctil, aceros al carbono, latón y aluminio).

Material	Horas ensayo	Índice
Estellita N° 6 sobre Tipo 316	120	20*
Acero Forjado (Latrobe BR- 4 FM)	120	20*
17-4 PH SS Endurecido a 45 RH-C	12	2*
Tipo 316 SS (Inoxidable) Electrolítico	8	1.33
Tipo 316 SS	6	1.00
Hierro Fundido (A 126 Clase C)	4.5	0.75
Acero Cromo-Moli (C5)	4.0	0.67
Hierro Nodular (A395)	2.5	0.42
Acero Carbono (WCB)	2.25	0.38
Acero Carbono (AISI C1213)	1.0	0.17
Latón (ASTM B16)	0.5	0.08
Aluminio (110-F)	(2-min.)	0.006

* Indica que el daño fue menor que el del Tipo 316 inoxidable cuando el ensayo fue interrumpido. (Fuente: Página 209; Libro: ISA Handbook of Control Valves; Parte: Cavitation and Flashing, por G. F. Stiles; Instruments Society of America, 1976).

Por ejemplo, comparando el hierro fundido (la fundición gris tradicional) con la fundición nodular, se ve que el hierro fundido tiene una resistencia a la cavitación del orden del doble que la del hierro nodular (También llamada fundición dúctil).

fundición nodular, o dúctil A 395, es inferior en resistencia (aproximadamente la mitad de resistente que el hierro de fundición gris). El latón más inferior aún (como la décima parte). El aluminio es muy susceptible a la cavitación (más de 200 veces menos resistente que el hierro fundido); también puede haber aleaciones de aluminio más resistentes.

No hay, a nuestro modo de ver, forma exacta de calcular la cavitación. De forma práctica, muy general, se puede

usar el gráfico de la **Figura 1**, que está basado en ensayos hechos por el *Bureau of Reclamation* y es lo más utilizado por los fabricantes de válvulas. Se aclara que «deberá usarse como guía para la selección adecuada de la reducción de presión en una válvula». El uso continuado de una válvula en la zona sombreada puede causar deterioro de las partes internas. Una vez elegido el tamaño de la válvula hay que entrar en el gráfico con las presiones de entrada

y de salida. Si el punto de intersección queda situado en la parte sombreada, puede haber cavitación.

La parte sombreada está basada en un Índice de Cavitación, K, cuyo valor se estima en 0,5 y está derivado de la fórmula siguiente:

$$K = (P_s - P_v) : (P_e - P_s)$$

en donde

P_e = presión de entrada

P_s = presión de salida

P_v = presión de vapor de agua relativa a la atmósfera.

Si la intersección de las presiones de entrada y de salida queda dentro de la zona sombreada habrá que bajar la presión en dos (o más) escalonamientos. Se necesitarán a lo largo de la conducción más válvulas reductoras para escalonar la bajada de presión y estar siempre dentro de la zona que se estima segura.

Ejemplo: ¿Sufrirá cavitación una válvula cuya presión de entrada es bares y la de salida 1 bar? Habrá cavitación si se instala una sola válvula. Sería conveniente instalar dos reductoras. Por ejem-

plo, una que reduzca de 18 a 5 y la otra de 5 a 1.

Aclaración. Los ensayos se hicieron de la siguiente manera:

Primero se sometió una pieza de acero tipo 316 SS a la influencia de la cavitación durante 6 horas. Esto dio como resultado una deterioración de la pieza, que se consideró como estándar. A este estándar se lo dio un Índice de 1. Después se fueron sometiendo otros metales al mismo tipo de ensayo, bajo las mismas condiciones y con la misma forma de la probeta. Cuando estos metales llegaron a tener un deterioro exacto al de la muestra de acero 316 SS se paró el ensayo. Se anotó el tiempo transcurrido y se dividió entre el tiempo empleado para la muestra tipo (6 horas). A este factor se le denominó «Índice de Resistencia a la Cavitación7».

Se puede objetar que la **figura 1**, del Bureau of Reclamation, empresa no comercial, es muy simple, pues se podría introducir otras variables, como velocidad del flujo y duración de una válvula en fun-

ción de las presiones de entrada y de salida. Sin embargo, **cualquier otra forma de definir los rangos de cavitación podría ser una elucubración más o menos acertada.** Antes de utilizar un gráfico con otros datos adicionales conviene cerciorarse de que se ha hecho en un laboratorio de prestigio y con suficientes puntos para tener bases para representarlo. De momento la figura 1 sigue siendo lo más válido para saber como controlar la cavitación.

En resumen: Si existe cavitación, al seleccionar una válvula reductora de presión, hay que considerar las siguientes soluciones:

- Colocar dos o más en serie.
- Construcción especial de algunas partes internas.
- Cambiar el diseño de algunas partes internas.
- Sustituir, en algún caso, válvulas de una dimensión por otra u otra de dimensiones distintas.
- Ser cautos al recomendar fundición dúctil. ◀

COMENTARIOS AL ARTÍCULO ESCRITO POR EL COMPAÑERO ANTONIO GONZÁLEZ PRIETO

Las presas y el Medio Ambiente

► MANUEL MATEOS DE VICENTE

Ingeniero Técnico de Obras Públicas

El artículo escrito por el compañero Antonio González Prieto abordaba un tema tan candente como las presas y su influencia en el entorno. Me gustaría hacer unos comentarios porque, a veces, en las discusiones se aclaran conceptos que nos pueden servir a todos, sin restar importancia a otros aspectos del artículo que no entro a analizar.

Me parece acertada su distinción entre la ecología y el ecologismo. Estamos de acuerdo en que la ecología es una ciencia que debe avanzar en la cuantificación de los efectos ambientales. Define el ecologismo como "un sentimiento, sin ninguna base científica, que no siempre se caracteriza por la transparencia". A este grupo yo los llamo "ecologeros" y a su formación "ecologera" o "ecologerismo"; en algunos casos son más bien grupos ruidosos que hacen fracasar hasta grandes proyectos, por la falta de información al público por parte de los técnicos o de los científicos.

La palabra "impacto ambiental", que el autor usa por ser corriente, debió ser acuñada por los ecologeros, pues en el diccionario de la Real Academia de 1970 se definía como sigue:

Impacto: Choque de un proyectil en el blanco. Choque o señal que en él deja.

La primera vez que oí la palabra "impacto" fue a una persona argentina, y puedo decir que fue como un proyectil para mi oído. Más que impacto ambiental debería ser **influencia o efecto ambiental, o medioambiental, o en el entorno**. U otra palabra, pero no impacto para no hacerles el juego a los ecologeros.

CONTROL DE SEDIMENTOS

Sobre el **Control de sedimentos**, el autor refiere cuatro aspectos que conviene comentar:

- Pérdida de hábitat para fauna acuática.
- Degradación en la ecología acuática.
- Cambio en la fertilidad de los suelos aguas arriba.
- Problemas derivados de la eliminación de los sedimentos.

Aparentemente a más agua más hábitat. Nuestra opinión es que haya mejoría del hábitat, para la fauna acuática, al haber más agua en el embalse que en el río.

Cabe a confusión lo de ecología acuática y su degradación; en primer lugar se ha generalizado emplear la palabra ecología incorrectamente, lo que no es nuestra culpa (según el diccionario: **Ecología: Parte de la biología, que estudia las relaciones existentes entre los organismos y el medio en que viven**). Más que degradación en un embalse se aumenta el número de seres vivos. (La ecología, como ciencia, no se puede degradar.)

Hay que admitir que no tiene **nada que ver la construcción de una presa con lo que ocurra agua arriba**, es decir, con un cambio en la fertilidad de los suelos por encima del embalse, ni con la erosión, pues los sedimentos arrastrados lo eran también antes de la construcción de la presa.

En cuanto a la eliminación de los sedimentos de los embalses, mejor es que haya los menos posibles; hay que tener presente que estos proceden de aguas arriba del cauce, si en éste se produce una erosión excesiva del suelo. Para eliminar la erosión, que atarquina los embalses, hace falta que de una vez nos enfrentemos seriamente, científicamente, a la desertización de España, causa principal de la erosión. Que no solamente se piense en los bosques, como remedio, sino también en el muy importante papel de la agricultura para eliminar o disminuir la erosión de las tierras (Ver bibliografía al final). Existe una técnica o ciencia que es la "Conservación del Suelo y del Agua como Control de la Erosión".

Presa de El Duende, en construcción.



CONSERVACIÓN

A continuación mencionaré los beneficios de la Conservación.

- Tener un menor atarquinamiento de los embalses.
- Controlar la escorrentía, con lo que se filtra más agua a los acuíferos.
- Aminorar las avenidas y los destrozos de las inundaciones.
- Mejorar la calidad del suelo agrícola, lo que mejora las cosechas.
- Solucionar o disminuir el problema del paro en las zonas más deprimidas por ser donde más se necesita la Conservación.

Para ello se necesita llevar a cabo las siguientes labores:

1. Cultivar, a poder ser, en zonas llanas solamente.
2. Arar siguiendo las curvas de nivel.
3. Cultivar en franjas irregulares.
4. Formar setos donde sean necesarios.
5. Construir terrazas y bancales en terrenos en pendiente.
6. Nivelar algunas zonas.
7. Construir miles de pequeñas presas de retención temporal del agua o de embalse.
8. Corregir las cárcavas.
9. Sembrar con hierbas especiales las cárcavas reformadas.
10. Usar abonos de acuerdo con las necesidades de la tierra.
11. Estudiar científicamente las plantaciones, de acuerdo con las tierras.

La "Conservación del suelo y del agua" es una ciencia antigua, pues hay terrazas tanto en España como en otros países que datan de milenios; aunque su estudio serio se inició hace unos 60 años, y el primer libro que, a mi modo de ver, trata del tema ampliamente, data de 1948 (ver referencia 1 en la bibliografía al final).

BOSQUES

En cuanto a los bosques he mencionado con insistencia algunas prácticas, a mi modo de ver, poco lógicas. Por ejemplo el hecho que los cortafuegos tengan unos diez metros de anchura en pinares, cuando un pino quemándose estalla y manda ascuas ardiendo a cincuenta o más metros de distancia; deberían por lo tanto tener una anchura de 50 a 100 metros para ser eficaces. He propuesto siempre que a lo largo de las carreteras se deje la flora local, autóctona, y se empiece a sembrar los pinos, u otros árboles no au-



Presa de Encarroz.



Funcionamiento de la presa de Encarroz durante la avenida de enero

tóctonos, a 25 ó 30 metros de la calzada, para conservar, aparentemente, el paisaje local y evitar que haya tanta animosidad por parte de los "ecologeros".

También está la ahora llamada "agricultura de conservación" que prescinde de casi toda la maquinaria así como de todos o casi todos los insecticidas y herbicidas, y que, además, parece que resulta tan rentable como la agricultura intensiva basada en la mecanización y el uso de productos químicos.

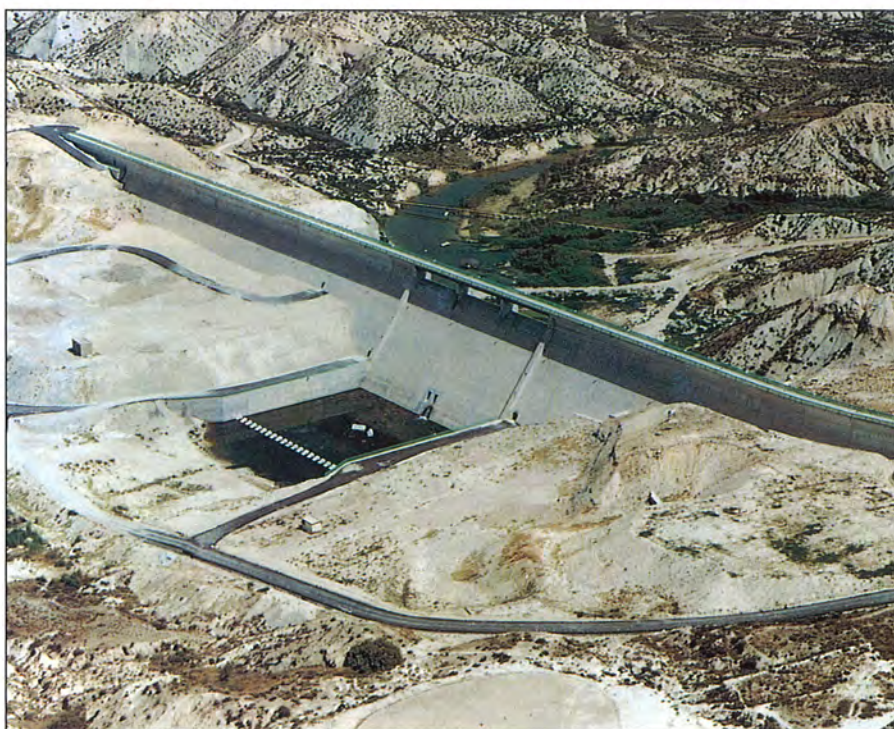
Cabe mencionar aquí que la **conservación del agua y del suelo se puede hacer con el dinero que se emplea en el PER o Plan de Empleo Rural**, al mismo ritmo de gastos. De esta manera, aquellos beneficiarios del PER, que suelen estar en la España desertizada o erosionada, se sentirían más a gusto que

recibiendo lo que hasta se puede considerar como una limosna, y cuyos efectos sociales serán desastrosos a largo plazo, ya que no se han considerado los efectos antropológicos que ello comporta, en la destrucción de la forma tradicional de la familia, y da paso a otros problemas sociales graves para el futuro.

EFFECTOS AGUAS ABAJO

En cuanto a los "Efectos Aguas Abajo", puede haber un cambio en los acuíferos al cambiar el régimen del río. Pero no creemos que cambie mucho, en general, la calidad del agua vertida. En cuanto a posibles cambios en la fertilidad de los suelos agua abajo, no sabemos que se dé ese caso en España. Me parece que el autor se refiere a ríos como el Nilo, que aportaba con sus inundaciones el limo fertilizante, pero esto no ocurre en España.

Sobre los "Efectos sobre la Salud", nos debemos concentrar en los que pudieran ocurrir en los embalses de España. Las enfermedades parasitarias, a las que se pudiera referir el autor, la billarcia, o esquistosomiasis, y su aumento, fue en la zona del río Nilo, causado por la mo-



Presa del Judío.

dificación del regadío de tipo inundación a riego por canales, pero no por el embalse de Asuam (ver referencia 12 al final). La enfermedad es tan poco común en España o en países de habla hispana que no está tal palabra ni en el diccionario de la Real Academia de 1992. Refiere el autor que "epidemias e intoxicaciones son las patologías..."; veamos el diccionario de 1992: **Patología: Parte de la medicina que trata del estudio de las enfermedades.** Me parece que el autor querría haber dicho "enfermedades" en vez de "patologías"; esta última palabra la emplean algunos médicos incorrectamente en vez de enfermedad, mal, alíafe o malestar.

Presa de Bellus, en el Júcar.



Hay que entenderse en nuestro español vernáculo, y llamar al pan pan y al vino vino, cuando hablemos con personas que no tienen estudios de nuestra especialidad. Se interpretan mal algunas palabras usadas en ingeniería, como cuan-

do los médicos españoles (que no de otros países que usan el español, según he comprobado) dicen "tensión arterial", quieren decir "presión arterial", pues el corazón es una bomba, o pompa; cuando dicen las "constantes han variado" quieren decir que las "variables, o signos vitales, han variado" —las constantes no varían—. Para ir entendiendo el español vamos a tener que ser hermeneutas.

BIBLIOGRAFÍA

Nuestra preocupación por los temas del título (presas, erosión, desertización) y la necesidad de una actualización, la hemos estado exponiendo desde hace ya varios años y está reflejada y ampliada en la bibliografía siguiente, en la que se encuentran además referencias bibliográficas de varios autores que han trabajado sobre el tema.

(1) William Vogt, "Road to survival", William Sloane Associates, Nueva York, 1948.

(2) M. Mateos, Comentarios al artículo "Los sistemas de previsión de avenidas en España", de Luis Berga Casafont, Revista de Obras Públicas de Abril de 1993.

(3) M. Mateos, "Motociclismo y Erosión", Moto Sport, Federación Motociclista, Junio 1983. M. Mateos "Mototociclisme i erosió", en catalán, Moto-Club,

Real Moto Club de Cataluña, Diciembre 1992.

(4) M. Mateos, "Características Mineralógicas de Suelos de Mesopotamia", Revista de Obras Públicas, Febrero de 1973.

(5) M. Mateos, "Daños y perjuicios por la quema de rastrojos en la provincia abulense", El Diario de Avila, pág. 7, 10 Dic. 1981.

(6) M. Mateos, "¿Es necesaria la quema de rastrojos?", El Adelanto, Salamanca, pág. 12, 8 Mayo 1989.

(7) M. Mateos, "El aumento de la desertización de España", V Jornadas Españolas de Presas, 1996.

(8) M. Mateos, "La conservación de suelos y la rotura de las presas como el caso Tous", La Voz del Colegiado, Colegio de Ingenieros de Caminos, C. y P., Noviembre 1995.

(9) M. Mateos, "La recarga de acuíferos y las prácticas de conservación del agua y del suelo", Reu-

nión anual de la Asociación Española de Abastecimientos y Saneamientos, 1992.

(10) M. Mateos, "El control de la erosión: problema fundamental en España y originador de futuros empleos", Monografía sobre "Medio Ambiente, Ingeniería y Empleo", Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, 1990.

(11) M. Mateos, Comentarios al artículo "Las inundaciones en España. Valoración de daños", de Mariano Palancar, Revista de Obras Públicas de Febrero de 1991.

(12) Peter Theroux, "The imperiled Nile delta", en el "National Geographic" de Enero de 1997, Pág. 2 a 35. ◀



Presa de Pusa.

Las válvulas de altitud para llenado de depósitos elevados



Hay en España más de 20.000 válvulas para llenado de depósitos de agua de poblaciones. Uno de estos tipos es las válvulas de altitud. El artículo da a conocer este tipo de válvula indicando sus aplicaciones y los distintos modelos en relación a sus funcionamiento, sentido del flujo, apertura, mando y funciones; también se mencionan posibles fallos.

Las Válvulas de altitud se deben colocar en los depósitos elevados en lugar de las válvulas de flotador. La ventaja que tienen las de altitud es que van colocadas en la arqueta, a nivel del terreno.

En los depósitos elevados con tuberías de entrada de gran diámetro suele ser un problema costoso el colocar una válvula de flotador de mucho peso. Si se coloca la válvula arriba, en el depósito, cualquier problema que surja implicará tener que trabajar en lo alto del depósito, a veces con ayuda de gruas. Hay vál-

vulas, que funcionan sin flotador y que se colocan abajo, a nivel del terreno, o bajo tierra en la cámara de llaves; a este tipo de válvulas las empezamos a llamar válvulas de altitud.

De los 20.000 depósitos que hay en los 8.000 municipios y en las numerosas urbanizaciones y anejos, una buena parte de ellos deberían llevar

válvulas de altitud en lugar de válvulas de flotador. Son muchos los depósitos que una vez llenos pierden agua, lo que actualmente es intolerable, dada la escasez y carestía de la misma; esta pérdida es, en muchas ocasiones, debida a la carencia de una válvula adecuada. Ya no se puede indicar en el proyecto que hay que colocar una

válvula de flotador de tal diámetro, sino que hay que detallar la variedad y el modelo, así como su diámetro, todo ello en función de una diversidad de factores. La variedad «altitud» en las válvulas para controlar el llenado de depósitos debe ser conocida y evaluada, lo que ha movido al autor a escribir esta comunicación.

Las válvulas de altitud, como las válvulas de flotador, se instalan para que se cierran cuando el nivel del agua en un depósito alcance la altura deseada. Se pueden considerar como una variante de las válvulas de flotador, en donde la boya ha sido sustituida por un piloto captador de la altura del agua.

Este piloto capta las presiones agua abajo y en virtud de su tarado, que es sencillo, permite que la válvula se abra o se cierre. Esto se realiza simplemente por métodos hidráulicos, tomando la energía de la presión del agua que hay dentro de la tubería. También se pueden mandar por electricidad, aunque no es corriente hacerlo. El cierre final de las válvulas debe ser lento, lo que permite disminuir las sobrepresiones que se pudieran crear al cerrarse rápidamente.

APLICACIONES

las válvulas de altitud se deben emplear cuando tengan claras ventajas sobre las más corrientes de flotador. Habrá que sopesar su colocación en los siguientes casos:

- 1- En depósitos elevados.
- 2- En algunos depósitos semienterrados con alta presión en la red.
- 3- Cuando haya oleaje en la superficie del depósito, o embalse, lo que puede hacer oscilar a un flotador (se puede también poner un parapeto al flotador).
- 4- Cuando haya que temer que se forme una capa de hielo en la superficie del depósito, la cual podría dejar aprisionado a un flotador.
- 5- Cuando el agua entre por la parte de abajo de un depósito construido sobre el terreno.
- 6- Cuando la misma tubería sirva para llenar un depósito de cola y también para suministrar a la red en horas de consumo puntual.
- 7- Cuando haya que instalarla a cierta distancia del depósito (a veces

se pueden instalar a decenas de metros de distancia).

8- Cuando haya que regular a distancia varios compartimientos o depósitos.

9- Cuando se quiera disminuir la cavitación, en algunos casos.

10- Cuando se necesite evitar ruidos molestos, en zonas urbanas, producidos por las válvulas de flotador.

CLASIFICACION

Es conveniente clasificar este tipo de válvulas para un mejor entendimiento de sus posibilidades y funciones, y facilitar la selección de la apropiada. Existen tres modelos básicos de válvulas de altitud, dependiendo de su funcionamiento:

— Modulantes. De funcionamiento gradual, es decir, con infinitas posicio-

nes del pistón de cierre. Se recomiendan cuando la presión es elevada.

— Semi modulantes. De funcionamiento gradual solamente al final del llenado del depósito, es decir, cuando vaya a ocurrir el cierre. Eliminan las sobrepresiones.

— No modulantes. De funcionamiento totalmente abiertas o totalmente cerradas. Conviene que estas válvulas no se cierren rápidamente pues pueden dar lugar a hidropulsaciones peligrosas. Para evitarlas se debe efectuar el cierre amortiguado por el llenado de cámaras internas de la válvula.

Dependiendo del sentido del flujo se pueden clasificar en:

— Unidireccionales. Con flujo en un único sentido, es decir, sólo para llenar el depósito.

— Bidireccionales. Con flujo en ambos sentidos, o sea, que pueden



Válvula de altitud (sin flotador) para el llenado y vaciado del depósito, no modulante, bidireccional, de apertura instantánea, de cierre lento, automática.

también dejar pasar agua desde el depósito a la red, por la misma tubería de suministro al depósito. Estas válvulas se suelen colocar en depósitos secundarios de cola.

Por su iniciación de la apertura se pueden clasificar en:

- De apertura instantánea. Cuando se abren nada más bajar el nivel máximo del agua.

- De apertura diferida. Cuando se abren después de haber descendido la lámina de agua a un nivel inferior preestablecido. Generalmente el nivel de apertura se establece entre 0,75 y 1,50 metros por debajo de la lámina máxima del agua. Este caso es conveniente analizarlo cuando se bombea el agua, pues se puede reducir el número de puestas en marcha de la estación de bombeo, lo que alarga la vida de todos los mecanismos.

Dependiendo del control las hay:

- Automáticas. Que realizan la labor de acuerdo con los pilotos. Esta programación se debe poder variar in situ, bien para ajustar mejor lo establecido en el proyecto, o para hacer frente a situaciones cambiantes.

- De mando eléctrico. Poco recomendable por los fallos en el suministro de la energía que ocurren con frecuencia, aunque se puede prever que ante cualquier fallo se cierre la válvula, o recurrir a acumuladores.

- De mando a distancia. Cuando se quiera modificar su funcionamiento automático desde un centro de control.

Las válvulas de altitud pueden realizar la única función de llenado del depósito o realizar varias. Es decir pueden ser:

- Monofuncionales.

- Multifuncionales.

Estas últimas pueden realizar la función adicional de:

- Mantenedora (bifuncional). Para que la válvula de altitud sólo se abra cuando la presión agua arriba sea superior a una cota mínima preestablecida. Así se mantiene una presión mínima agua arriba de la válvula. Suele necesitarse este mecanismo en algunas conducciones de bajada para que no se vacíe la tubería, porque al llenarse de nuevo puede el aire causar sobrepresiones peligrosas. También es útil cuando haya peligro de cavitación, pues puede aminorarla.

- De retención (bifuncional). Para evitar que el agua retroceda, o se

vacíe el depósito si hay una rotura en la red.

- Mantenedora y de retención (trifuncional). Algunos tipos de válvulas de alivio pueden realizar estas dos funciones adicionales (u otras) aprovechando el mismo cuerpo de la válvula de altitud.

FALLOS

Es de suma utilidad para el técnico de obra tener presentes los fallos que hayan ocurrido a otros. La tendencia es a indicar como hay que hacer las operaciones, pero también es útil indicar como no hay que hacerlas. A continuación se exponen algunos problemas surgidos tanto en las válvulas como en su instalación.

El fallo principal es la falta de definición de la válvula adecuada en los proyectos. Como se ve más arriba es necesario sopesar una serie de factores antes de decidir cual fuere la válvula idónea.

A veces se especifica que la válvula debe ser de acero inoxidable, aún no siendo necesaria de este material. Si se acepta dicho material hay que cerciorarse si las partes internas son también de acero inoxidable, pues hemos comprobado que en alguna válvula hay partes internas de acero corriente con lo cual el efecto inoxidable no existe.

Algunas válvulas quedan inservibles después de pocos años por ser atacadas por el cloro. Conviene comprobar la durabilidad de los materiales de las válvulas sobre todo en las de membrana o diafragma, así como de los pilotos y conexiones, aunque sean de plástico, material del que existen miles de variedades.

Algunas válvulas de alivio del tipo no modulante tienen que verter al exterior el contenido de agua de su cámara interna. Esto debe ser previsto para colocar drenes en la arqueta. Los drenes pueden ser también necesarios si se teme se inunden las arquetas cuando haya lluvias.

Un problema importante es que se queden atascadas por objetos que se trasladan por el interior de las tuberías. Esto es perjudicial para el buen funcionamiento de toda clase de válvulas. Se han encontrado desde piedras hasta tabloncillos de obra y tron-

cós de árbol. Se evitan sus efectos instalando en la tubería cestas para su retención, o coladores.

Cuando a la entrada del depósito el agua tenga todavía mucha presión, se debe bajar ésta para evitar la cavitación. En general, la presión residual debe ser a la salida de la válvula menor de 30 metros de columna de agua. En alguna ocasión se ha proyectado la colocación de una válvula reductora de presión inmediatamente antes de la válvula de control de llenado de depósitos; en este caso lo más probable es que la válvula reductora esté siempre abierta cuando esté abierta la de altitud, con lo cual no se rebaja la presión. Si se desea bajar algo la presión se recomienda primero colocar en la válvula de altitud el mecanismo adicional, que la haga bifuncional mantenedora, con lo cual se frena algo la velocidad, es decir, pasa menos caudal. Si la presión es muy alta se puede colocar, además del mecanismo de mantenedora, una válvula reductora de presión; en este caso es posible, con algunos modelos de válvulas, que pueda ir junto a la de altitud, inmediatamente antes de esta. Si se colocara solamente una válvula reductora, sin mecanismo mantenedor en la altitud, entonces la reductora debe colocarse a cierta distancia de la de control, para que pueda realizar la labor de reductora de presión.

Si por alguna causa se teme que haya hidropulsaciones, golpes de ariete, se puede colocar una válvula de alivio. Si la válvula de control es de tipo compensado y además modulante en el cierre no hay, generalmente, que temer se originen sobrepresiones. Se supone que esto varía con el tipo de válvula. En algunos casos se pueden presentar sobrepresiones en conducciones muy largas, por gravedad, en las que el tiempo «t» de cierre de la válvula, de acuerdo con los cálculos, debiera ser de muchos minutos, pero hay válvulas que se cierran en muy poco tiempo.

Alguna estación de bombeo accionada por radio se puede poner a funcionar al azar por interferencias con las comunicaciones de los aviones; al no tener este tipo de instalaciones válvula de control de llenado de depósitos, entonces se puede desperdiciar agua.

Cuando existe comunicación por cable entre el depósito y la estación de bombeo, a veces no hay una respuesta válida de la válvula de control, debido probablemente a inducciones, sobre todo cuando la distancia es larga.

En ocasiones los codos que sujetan los tubos cercanos a la válvula han quedado sin anclar, saliendo despedidos al empezar a llenar la conducción.

En algunas roturas se ha supuesto que eran debidas a la mala actuación de las válvulas, cuando en realidad ello era debido a la carencia de ventosas o a que éstas fueran de funcionamiento cuestionable. Es necesario conocer mejor el efecto del aire en las tuberías y también conocer mejor la gran variedad de ventosas que existe en el mercado, para saber las causas de las roturas y para poder discernir entre un hipotético golpe de ariete o la falta de prestaciones de algún tipo de ventosa. El aire en las tuberías causa a veces unas hidropulsaciones continuas, que pueden llegar a entrar en resonancia y hacer que las válvulas estallen; por ello es necesario colocar las ventosas y pur-

gadores idóneos en los puntos críticos y hasta en tramos horizontales.

En varias ocasiones nos hemos encontrado con arquetas en las cuales no era posible moverse, o no entrar en ellas por ser excesivamente pequeñas. Hay arquetas donde los pates están tan separados que no se puede salir de ellas sin ayuda.

Conviene cerciorarse que la válvula se coloca de acuerdo con la dirección del flujo.

Aunque no se puede considerar un fallo, hay veces que las válvulas están sobredimensionadas, pues se proyectan del mismo tamaño que el diámetro de la tubería. El dimensionamiento se comenta en el siguiente punto.

SELECCION

Una vez establecidas las condiciones básicas se puede seleccionar la válvula adecuada. Para seleccionar el diámetro de la válvula de altitud (o de flotador) habrá que considerar los siguientes datos:

- Presión estática y presión residual.
- Pérdida de carga admisible.

- Caudal máximo admisible en la válvula.

Pocos fabricantes proporcionan esta información. Si se tiene presión aparente en exceso se puede, con ciertas válvulas, colocarlas de un diámetro inferior al de la tubería, con el consiguiente ahorro. Hay válvulas en las cuales el caudal sigue en la misma dirección y otras donde sale a 90 grados; estas últimas suelen tener una pérdida de carga menor para el mismo diámetro.

Un análisis general, y de selección, de las válvulas para llenado de depósitos, tanto de flotador como de altitud, ha sido hecho en los libros «Válvulas para abastecimientos de aguas», por M. Mateos y «Diseño de depósitos de agua», por Luis Yges (Ed. Bellisco). ■

Manuel Mateos de Vicente

Ing. Técnico de Obras Públicas

Dr. Ing. CC. y P.

Miembro de la American Water

Association y de la Asociación

Española de Abastecimientos y

Saneamientos

CARACTERISTICA	VARIEDAD
Funcionamiento	Modulante
	Semimodulante
	No modulante
Sentido del flujo	Unidireccional
	Bidireccional
Apertura	Instantánea
	Diferida
Control	Automático
	Eléctrico
	Telemando
Funciones	Monofuncional
	Multifuncional

Cuadro sinóptico de los diferentes tipos de válvulas de altitud.

AUDITORIA a las Normas ISO 9000

¿Son realmente “de calidad”?

Por Manuel Mateos de Vicente, Itop
www.manuelmateos.info

Puede existir cierta confusión con los grandes cambios que han surgido últimamente en cuanto a materiales, normas, construcción de más y más grandes obras públicas y edificios, y gastos de mantenimiento. Se ha pretendido considerar como de “calidad” aquellos productos que cumplen con las normas ISO 9000, pero conviene que sepamos a qué se refiere como “calidad”. En realidad son normas “de organización” o que sirven para saber que existe la empresa. Por ello publicamos la opinión de nuestro compañero que es especialista en Control de Calidad, según se refleja a continuación.

1954-56. Laboratorio de Control de Obra con la Brown, Raymond & Walls y con la Thompson and Lichtner, Base Aérea de Torrejón.

1956-1963. Laboratorio de la Iowa Engineering Experiment Station – Investigación sobre materiales. Control de la construcción de varios pavimentos experimentales en carreteras del Estado de Iowa, EE.UU.

1959-2002. De los Comités sobre Cal y sobre Tierras en la ASTM (American Society for Testing and Materials).

1962. Diseño del pavimento y Control y Dirección de Obra de las calles de la Central Térmica “W. Stout” de la Empresa IPALCO, Indianápolis, EE.UU.

1962-1963. Asesor sobre pavimentos de aeropuertos para el informe para la Federal Aviation Agency, con la empresa Soil Testing Services de Chicago, EE.UU.

1965. Asesor para el Laboratorio del Transporte, de Madrid, sobre Métodos para la estabilización de las tierras con betunes.

1967-1980. Asesor en aspectos de control de obra para D. Emilio López-Berges, Subdirector, Canal de Y II, Madrid.

1970. Encargado de Ensayos de permeabilidad en el gran canal del Isjaqui. Irac.

1970. Estudio de la protección de la Gran Presa de Rasasa en Kerbala (o Querbela), Irac.

1970-1982. Control de obras para Vías y Obras, Diputación de Madrid.

1969 y 1970. Trabajos en el Laboratorio del Instituto Geotécnico de Noruega, en Oslo, sobre un posible aumento de la resistencia de las arcillas marinas inestables, que consiguió.

Desde 1972. Control de la fabricación de suministradores de válvulas a V. A. Ross, S.A.

Desde 1972. Ayuda al control final de calidad hecho en Madrid a Válvulas A. Ross S.A, por varias empresas nacionales e internacionales, para obras de abastecimiento en España, Libia, y otros países.

Introducción

Hemos visto que la revista AFOROS publica varios escritos sobre temas relacionados con la calidad y a este respecto queremos hacer algunos comentarios. Desde hace unos años se amplían las normas ISO para incluir todas las empresas relacionadas con la construcción. Las introdujeron las Empresas de Control sin un consenso o discusión con los afectados, según nuestros conocimientos.

El ámbito de las Normas ISO 9000

Se establecen en Plan Piramidal. Es decir que si se consigue que un departamento de la Administración las acepte, todo lo que se suministre a ese Departamento debe ser gestionado por tales normas. Por lo tanto, todas las empresas que suministren a ese Departamento de la Administración tienen que exigir las normas ISO a sus proveedores y suministradores. Estos a su vez lo tienen que exigir a los suyos y a sus fabricantes. Estos a su vez tienen que hacer lo mismo. Si todas las empresas lo llevaran a cabo tendríamos, por ser piramidal, un ámbito de actuación que llegaría hasta todos los hogares españoles, según explicamos más adelante.

Las normas ISO son de exigencia piramidal que puede llegar en cascada a todos los españoles.

Las especificaciones y el control de calidad

Conviene tener en cuenta que las homologaciones de un fabricante siguiendo **las normas ISO 9000, no tienen que ver con las prestaciones del producto final y de su calidad, aunque se anuncian como “de calidad”**. Se están dando casos en los que se exigen productos que cumplan con las normas ISO 9000, y que después no cumplen su cometido, se rompen, o no funcionan adecuadamente. Ello perjudica a aquellas empresas de compañeros que sí que tienen productos de calidad. Insistimos en que las normas ISO 9000 son, más bien, de auditoría, de una forma secuencial de trabajar u organizarse, y no analizan la calidad del producto, no analizan si sus prestaciones son buenas, o si sirven para lo que ha sido diseñado, o si las características que presentan los fabricantes son reales. O sea que hay que eliminar la palabra CALIDAD.

Hemos trabajado durante muchos años en laboratorios de ensayo y control de calidad, tanto en España como en otros países; desde 1962 como miembro de la conocida ASTM (American Society for Testing and Materials) y de dos de sus comités de preparación de normas, **labor que hacemos por prestación gratuita**. Una fase del control verdadero de calidad es el análisis de las prestaciones del producto, y si no se hace **no se puede hablar de calidad porque puede confundir**. Las normas ISO 9000 son buenas, en tanto en cuanto ayudan al fabricante a que sus procesos, **buenos o malos**, se sigan al pie de la letra. Muchos fabricantes realizaban su labor de control de calidad aún muchos años antes de que se establecieran las normas ISO actuales.

No estamos contra las ISO 9000 sino contra el falso mote de “calidad”. Y porque pueden afectar a las miles de pequeñas

empresas y a compañeros que quieran establecerse por su cuenta.

Dejemos que sean otros quienes opinen e informen al consumidor de lo que son las normas ISO. El párrafo que sigue está tomado de la Revista *OCU - COMPRA MAESTRA*, N° 219, Noviembre 1998, pág. 44:

“¿Qué significan las certificaciones ISO?”

“Calidad del proceso de fabricación, no del producto”

“La “Calidad” como Argumento Publicitario”

*“Es decir, estas técnicas o sistemas de calidad **no aseguran que el producto final sea de buena calidad**, tal como lo entienden los consumidores: que esté hecho con buenas materias primas;Simplemente **aseguran que el producto será siempre igual**, según unas determinadas especificaciones diseñadas por el propio fabricante. Para un fabricante de piñatas, por ejemplo, querrá decir que sus piñatas se hacen siempre de la misma manera, que contienen siempre el mismo número de caramelos y de serpentinas, que se fabrican siempre con el mismo tipo de papel o cartón..., pero no que los caramelos, las serpentinas o la piñata entera sean de buena calidad.*

*“En resumen, son normas (las ISO 9.000) que **se refieren a la calidad del proceso de fabricación, no a la calidad del producto**. Los consumidores deberíamos tener claros estos conceptos, para no dejarnos engañar por el mal uso que algunos fabricantes suelen hacer de la palabra calidad en la publicidad de sus productos”.*

La calidad de un producto se suele comprobar por organismos acreditados para ello, que los ensayan, bien en fábrica, en almacén o en obra, para comprobar su buen funcionamiento y prestaciones. Algunas de estas compañías son “*Factory Mutual*”, “*SGS*”, “*Lloyds*” y “*Bureau Veritas*”. Suelen analizar los productos ya fabricados, bien todos o una cierta proporción estadística de los mismos, lo que sí que garantiza la calidad del producto y de sus prestaciones en obra.

...las normas ISO 9000, no tienen que ver con las prestaciones del producto final y su calidad, lo que puede hacer que se vendan válvulas,

por ejemplo, de mala calidad en perjuicio de quien las vende de buena calidad. Son más bien auditorías de un proceso, o de una empresa.

Hemos creído necesario este comentario pues hay fabricantes de productos finales de poca calidad para las prestaciones deseadas, pero **que son aceptadas por la Dirección de Obra por tener las Normas ISO** y compradas por los contratistas por haber pasado los requisitos de auditoría de dichas normas que, repetimos, no son normas de calidad aunque se las quiera presentar así. El excesivo coste de tener las mencionadas normas, y la pérdida de tiempo en cumplirlas, puede eliminar, arruinar, a muchas pequeñas empresas que no pueden afrontar los cuantiosos gastos de establecimiento y mantenimiento de las mencionadas normas. Pueden impedir que se creen nuevas empresas por nuestros compañeros, o que se necesite más capital para iniciar una empresa.

Nuestros más de 40 años de trabajo desinteresado para la ASTM, en la preparación de las especificaciones que todos usamos, nos hace pensar que tal vez las normas ISO sean cuestionables legalmente, dada su exigencia piramidal (Las organizaciones con esta exigencia están prohibidas en España a raíz de su proliferación hace unos 60 años). Además con la exigencia piramidal, si se sigue hasta el final, terminaremos por tener que presentar hasta la norma ISO de la esposa que prepara la comida del marido (o al revés) para ser éste aceptado en su empresa. O que el que invite en su casa a un amigo tenga que presentar las normas ISO del tomate, del gas y hasta del constructor de la vivienda. Cuando esto llegue, que tiene que llegar por lo piramidal de las ISO, habremos eliminado gran parte de los bosques de la Tierra por la cantidad de papeleo que está comportando el aceptar las normas ISO 9000 y seguir aplicándolas.

Hemos de mencionar que aunque las normas ISO podrían eliminar papeleo, en la práctica nos dicen quien las tiene que aceptar que hacen que aumente el gasto de papel, producto que procede de la madera o sea esquilmando los bosques, aparte de ocupar gran parte del tiempo, llenando impresos y preparando informes, desde técnicos hasta capataces; es decir que **a más ISO más papeleo y menos bosques**. Tenemos que cuidar nuestra madre TIERRA que es la que nos soporta y tratar de que el ser humano no sea un "geocancer".

... a más ISO 9000 más papeleo y menos bosques.

¿Son anti-ecológicas?

Conclusión

Las normas ISO se establecieron para controlar productos de gran responsabilidad, como pueden ser los aviones de línea. Han pasado a ser requeridas rutinariamente para muchos productos corrientes, sin que haya habido un consenso entre los fabricantes y las empresas; o sea que se han puesto en marcha sin cuestionarlo y analizarlo por todos los afectados, o sea exigiéndolo sin más. Tener las ISO 9000 “de calidad” no implica que se venda un producto de calidad. Su coste puede ser muy elevado para una pequeña empresa y hacer imposible que un compañero inicie una empresa propia.

Válvulas reductoras de presión de agua funcionamiento y aplicaciones prácticas

Manuel Mateos de Vicente

QUE ES UNA VALVULA REDUCTORA

Una válvula reductora de presión de agua es un mecanismo que, como su nombre indica, recibe agua a una determinada presión y la descarga a unos niveles de presión más bajos. Esta reducción es, en algunas válvulas, proporcional; es decir, que la presión de salida es una proporción fija de la de entrada; y en otras, de salida constante, o sea que la presión de salida es fija e independiente de la de entrada. A su vez, la válvula reductora puede ser de acción directa, accionada por muelles y diafragma, o mandada por piloto, que es una pequeña válvula externa que controla a la principal. Las de acción directa se han revelado no aptas para grandes caudales. Nosotros las recomendamos para caudales máximos de hasta 12 litros/seg. Las mandadas por piloto son más confiables y las recomendamos para caudales máximos entre 4 litros/seg. y varios miles de litros/seg.

Gracias a las válvulas reductoras de presión, se pueden utilizar conducciones hidráulicas con niveles de presión bajos y seguros, lo que conduce a un ahorro importante en el coste de una instalación a la hora de diseñar una red de abastecimiento, al poder utilizar tuberías de menor

timbraje. Por otra parte la instalación de una válvula reductora en una conducción ya existente, protegerá las tuberías antiguas y en mal estado, evitando costosas roturas. Con estas válvulas se evita la construcción de cámaras de rotura de presión, suprimiendo el desperdicio de agua que se produce en estas cámaras.

FUNCIONAMIENTO

A continuación se expone el funcionamiento de una válvula automática reductora de presión, con la cual tenemos una experiencia personal de más de 200 instalaciones en España en los últimos diez años, con excelentes resultados. Para explicar su funcionamiento vamos a seguir las figuras 1 a 5.

Las válvulas reductoras de presión tienen dos partes fundamentales, la válvula principal, a través de la cual pasa el flujo de agua, y un mecanismo de control. Este mecanismo está entubado externamente y puede ser de distintos tipos, de acuerdo con cada caso específico, aunque básicamente se pueden clasificar por su accionamiento: hidráulico o eléctrico; o por su funcionamiento: gradual o no gradual. Llamamos "no gradual" al tipo de válvula

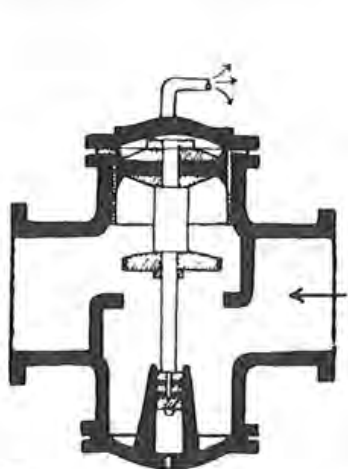


Fig. 1

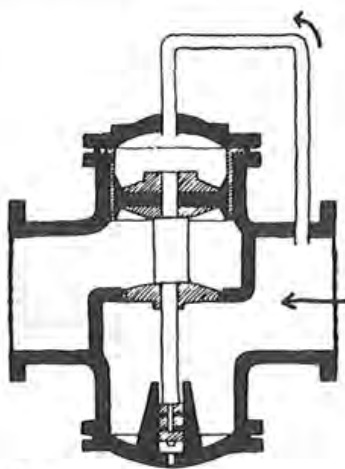


Fig. 2

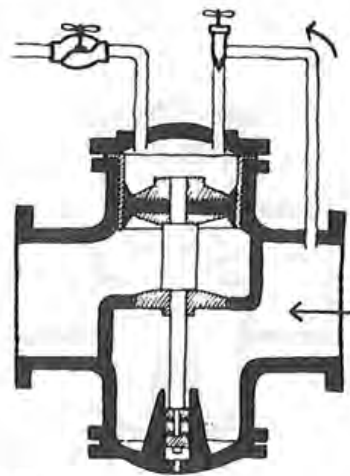


Fig. 3

que sólo puede estar totalmente abierta o totalmente cerrada, y "gradual" al tipo que puede trabajar en posiciones intermedias.

El diseño clásico de la válvula principal consiste en un eje que lleva un disco de asiento entre dos pistones, uno más grande que el otro, que se mueven libremente a lo largo del eje, tal como se ve en los dibujos. Cuando la cámara situada en la parte superior de la válvula se vacía, en las áreas a lo largo del eje expuestas a la presión de la conducción actúa una componente hidráulica hacia arriba. Esta fuerza eleva el conjunto y permite que pase el flujo a través de la válvula, quedando en la posición que indica la figura 1.

Si conectamos por medio de un tubo la cámara superior con la presión de entrada (figura 2), se llenará de agua la cámara situada sobre el pistón mayor, ejerciendo una presión que forzará el pistón a bajar hasta su asiento. Este es el principio utilizado en las válvulas del tipo no gradual.

Supongamos ahora que en vez de conectar solamente la cámara superior con la presión de entrada, colocamos también una llave de estrangulamiento y una llave de paso, disponiéndolas como muestra la figura 3. El agua a alta presión se introduce a través del orificio restrictivo de la llave de estrangulamiento. Si cerramos la llave de paso, la presión subirá y el eje bajará cerrando la válvula.

Para conseguir que se abra la válvula principal, simplemente abrimos la llave de paso (ver figura 4). Si sale más agua de la cámara superior, a través de la llave de paso, que la que entra por la llave de estrangulamiento, la presión sobre el pistón mayor se reduce, lo que obliga a éste a elevarse abriendo la válvula principal.

Si ahora deseamos colocar el eje en una posición intermedia entre totalmente abierta y totalmente cerrada, simplemente equilibraremos el caudal que entra con el que sale de la cámara superior. Esto crea una presión que pone en equilibrio las fuerzas hidráulicas actuantes sobre el pistón. Así tenemos una válvula del tipo gradual. Si la actuación de la llave de paso la automatizamos con un piloto, tendremos una válvula automática.

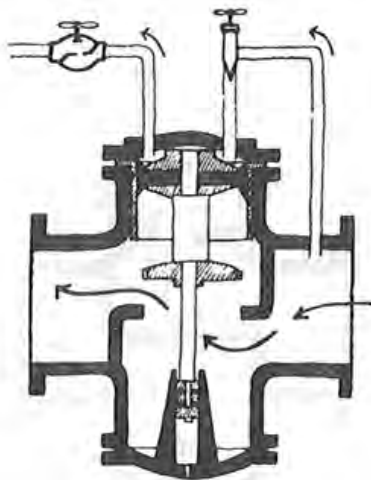


Fig. 4

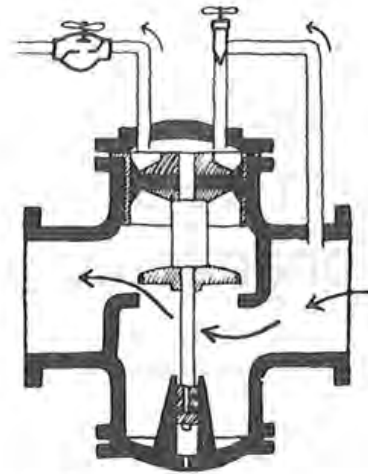


Fig. 5

De esta forma utilizando la energía disponible en el medio, las válvulas reductoras automáticas pueden ser adaptadas a toda una variedad de necesidades en el campo de los problemas hidráulicos.

APLICACIONES PRACTICAS DE LAS VALVULAS REDUCTORAS DE PRESION

A continuación se dan unos ejemplos esquemáticos de las aplicaciones prácticas de las válvulas reductoras. Seguiremos las figuras 6 a 10.

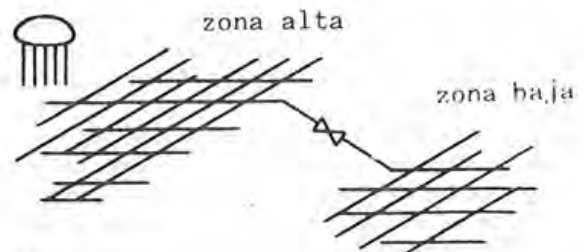


Fig. 6

En la figura 6 vemos el ejemplo de una población con zonas altas y bajas, estando alimentada la red de abastecimiento por una toma en la zona alta. Esto puede provocar una presión excesiva en la zona baja, con los consiguientes peligros de rotura en las tuberías, lo que nos

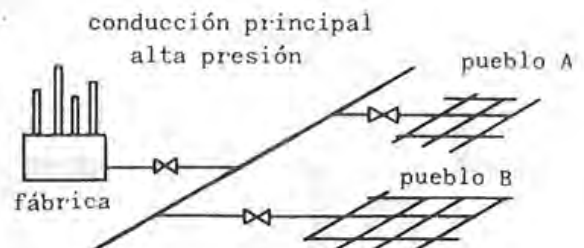


Fig. 7

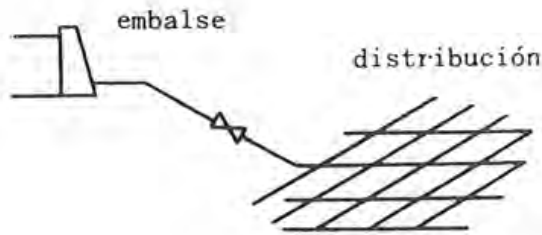


Fig. 8

obligaría a utilizar tuberías de alto timbraje. Si colocamos una válvula reductora en la conducción que une ambas zonas, conseguiremos evitar las sobrepresiones en la zona baja y no será necesario utilizar más que tuberías con timbraje normal, con el consiguiente ahorro en el coste de la instalación.

En la figura 7 vemos una conducción principal de alta presión de la cual salen derivaciones a dos pueblos y a una fábrica. Estos dos pueblos necesitarán recibir el agua a una presión determinada y a su vez la fábrica necesitará también otra presión. Entonces colocando una válvula reductora de presión en cada una de las derivaciones, logramos reducir la alta presión, con que circula el agua en la conducción principal, a los niveles que cada uno de los pueblos y la fábrica exijan.

En la figura 8 tenemos el caso de una población cuya red de distribución es alimentada por un embalse situado a una cota más elevada. En el caso de que la conducción tenga varios kilómetros de longitud y la diferencia de cotas entre el embalse y el pueblo sea muy grande, puede ser

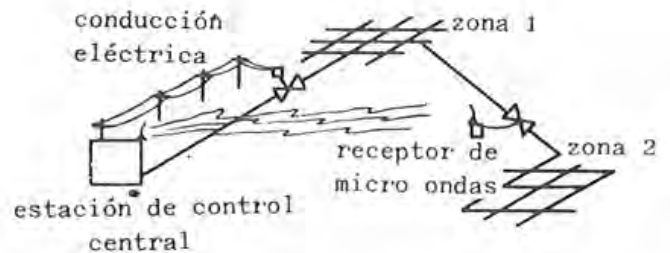


Fig. 9

necesaria la instalación de varias válvulas reductoras a lo largo de la tubería principal. De esta manera logramos que la red de distribución de la población sólo tenga que soportar presiones para timbrajes normales, evitando así costosas roturas.

En la figura 9 vemos el caso de una población con zonas situadas a distintas cotas y en la cual nos interesa controlar, a lo largo del día, la presión en cada una de las zonas. Para ello, se coloca una válvula reductora con mando a distancia, que puede ser controlada por medio de una conducción eléctrica (zona 1) o por microondas (zona 2). De esta manera podemos variar a distancia y a voluntad la presión con que entra el agua a la red.

En la figura 10 se presenta un esquema de toda la gama de situaciones, y el tipo de válvula reductora más adecuada para cada caso.

En el punto 1 existe una conducción que alimenta una red y en la cual queremos controlar en todo momento la presión. Entonces colocamos una válvula reductora con motor, lo que nos permite variar a distancia y a voluntad

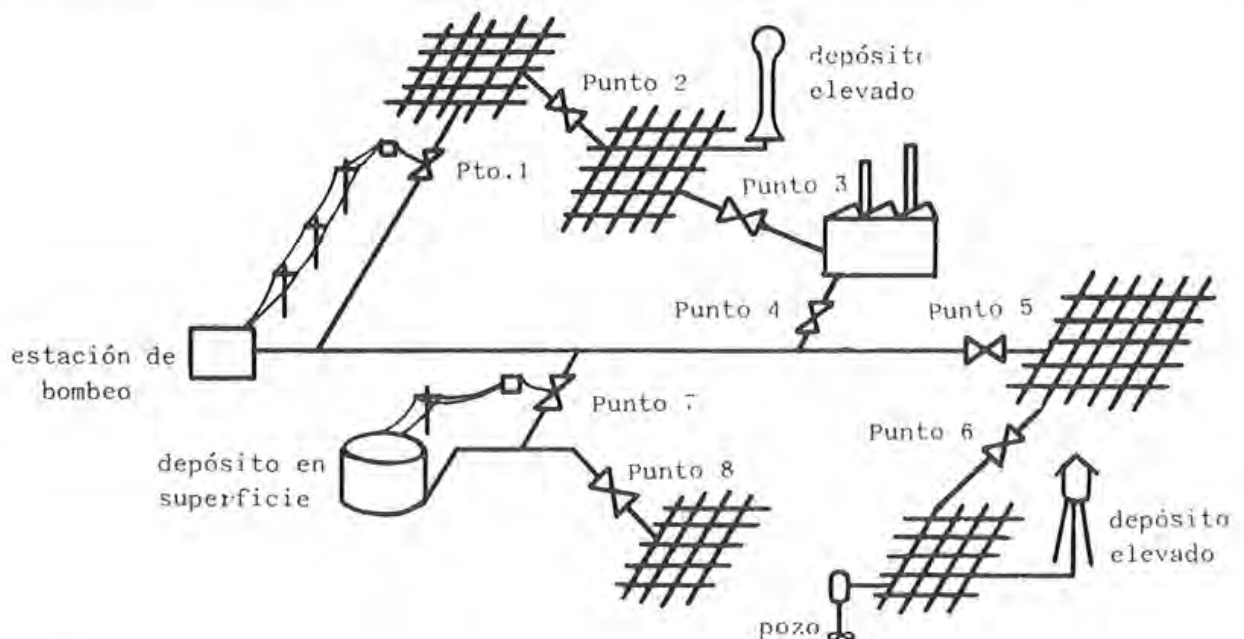


Fig. 10

la presión de salida de la válvula. Este control puede ser realizado por medio de una conducción eléctrica o por microondas.

En el punto 2 se da el caso de dos poblaciones unidas por una conducción donde nos interesa controlar la presión, y que el agua pueda circular en ambos sentidos. Entonces lo más conveniente es una válvula reductora que permita el paso del agua en sentido contrario, cuando la presión agua abajo sea mayor que agua arriba.

El punto 3 nos muestra una conducción que sale de un pueblo para alimentar a una fábrica situada en una zona más baja. Por lo tanto se aplica una reductora con mando por piloto para asegurar un nivel máximo de presión en la fábrica.

El punto 4 es el caso de una conducción que alimenta la fábrica desde una tubería de alta presión. Lo que corresponde es utilizar una reductora que sólo deje pasar agua cuando la presión agua arriba sobrepase un mínimo establecido. Sustituye a la construcción de depósitos mantenedores de carga.

En el punto 5 lo más adecuado es una válvula reductora que actúe como válvula de retención, para evitar el flujo en sentido contrario, y además sólo deje pasar cuando la presión agua arriba sobrepase un límite preestablecido.

En el punto 6 tenemos el caso en que nos interesa colocar una válvula reguladora que además actúa como válvula de retención.

En el punto 7 tenemos un sistema equivalente al caso 5, sólo que ahora nos interesa controlar la apertura de la válvula a distancia. Por lo tanto utilizamos una válvula igual a la del punto 5, sólo que con un piloto solenoide.

Y por último, en el punto 8, tenemos una red que debe ser alimentada con dos condiciones de presión distintas, dependiendo de la hora del día. Entonces colocamos una

reductora con dos pilotos, lo que permite cambiar entre dos condiciones de presión distintas, dependiendo de la hora del día, sin interrumpir el flujo de agua.

CONSIDERACIONES FINALES

Las válvulas reductoras de presión son mecanismos que por lo general, tienen que trabajar de forma continuada las 24 horas del día. Por ello, una válvula reductora de mala calidad puede ser tremendamente peligrosa, puesto que su mal funcionamiento nos dejaría la conducción expuesta a presiones para las que no estaba calculada, con el consiguiente peligro de roturas. Esta es la razón por lo que al solucionar un problema de presiones excesivas, es importante poder elegir una válvula reductora que cumpla perfectamente con las características de cada caso, y que funcione con seguridad durante muchos años. Desgraciadamente nos ha tocado comprobar que válvulas reductoras que en principio funcionaron bien, al cabo de unos meses o unos pocos años, se deterioraron sus partes internas produciendo un funcionamiento deficiente y su posterior inutilización. Esto ha provocado que el uso generalizado de válvulas reductoras, vaya por un camino muy lento.

En los últimos diez años hemos venido realizando una labor informativa sobre las válvulas mano-reductoras y colaborando en unas 200 instalaciones, con resultados excelentes. Con ello, creemos haber contribuido a que los técnicos de nuestro país se vayan convenciendo de las utilidades y ventajas, tanto económicas como técnicas, de las válvulas reductoras de calidad.

Por lo tanto, podemos presumir que el problema planteado por las presiones excesivas, en que tanto tiempo y dinero se ha invertido, puede considerarse resuelto definitivamente.

M.M.V.

Abajo las válvulas de flotador

Manuel Mateos
ICCP., AOP.

En nuestra experiencia en análisis de roturas de tuberías, se nos ha mencionado repetidamente que las válvulas de flotador para depósitos fallan en un porcentaje importante. Un compañero nuestro ha presenciado en dos ocasiones la rotura de válvulas de flotador ya instaladas, sufriendo en ambos casos heridas en las piernas por impactos de trozos de hierro, que por suerte no fueron graves.

La multitud de problemas que hemos encontrado en relación con las válvulas de flotador, nos ha llevado a estudiar soluciones alternativas. La aparición de estos problemas se debe, en la mayoría de los casos, al cierre brusco que provocan algunas válvulas de flotador en las que éste acciona directamente el artilugio de cierre. Ante esto, la

primera solución que aparece es la de mejorar las instalaciones existentes o variar las condiciones de cierre de las válvulas de flotador, tema que trataremos en una comunicación próxima. En segundo término, se puede adoptar una solución más activa: sustituir las válvulas de flotador por otros modelos más complejos y que produzcan un cierre progresivo, tema que vamos a desarrollar en esta comunicación.

Aplicando los conocimientos de las válvulas reductoras de presión, cuyo mecanismo, funcionamiento y aplicaciones desarrollamos en un artículo publicado en CIMBRA (núm. 70, abril de 1980, "Válvulas reductoras de presión de agua, funcionamiento y aplicaciones prácticas"), hemos



Válvula de altitud de gran precisión instalada a la entrada de un depósito.

conseguido una válvula que sustituye a la de flotador. La causa por la que esta válvula consigue un cierre lento y progresivo es la diferente energía que aprovecha para provocarlo. En las convencionales, la energía la proporciona el flotador, que al elevarse por la acción del agua actúa sobre una leva que provoca el cierre. En la que denominaremos *válvula de altitud*, la energía se deriva de las diferentes presiones que se producen antes y después de la válvula; el agua, proveniente de la entrada de la válvula, es conducida a la cámara superior de compresión por medio de una conexión externa en la que se intercala un mecanismo —graduable para cada caso— que provoca la entrada lenta del agua para que actúe sobre un émbolo encargado de conseguir el cierre.

La *válvula de altitud* se abre cuando la presión agua abajo desciende de un límite deseado, correspondiente a unos centímetros (o metros, si se desea) menos que la cota máxima admisible para la lámina de agua. La diferencia entre las válvulas reductoras de presión, antes citadas, y las de altitud, estriba fundamentalmente en el mecanismo de automatización o piloto, que es de mayor precisión y sensibilidad en las segundas. Este piloto es el encargado de transmitir las órdenes de apertura y cierre, en función del nivel de llenado.

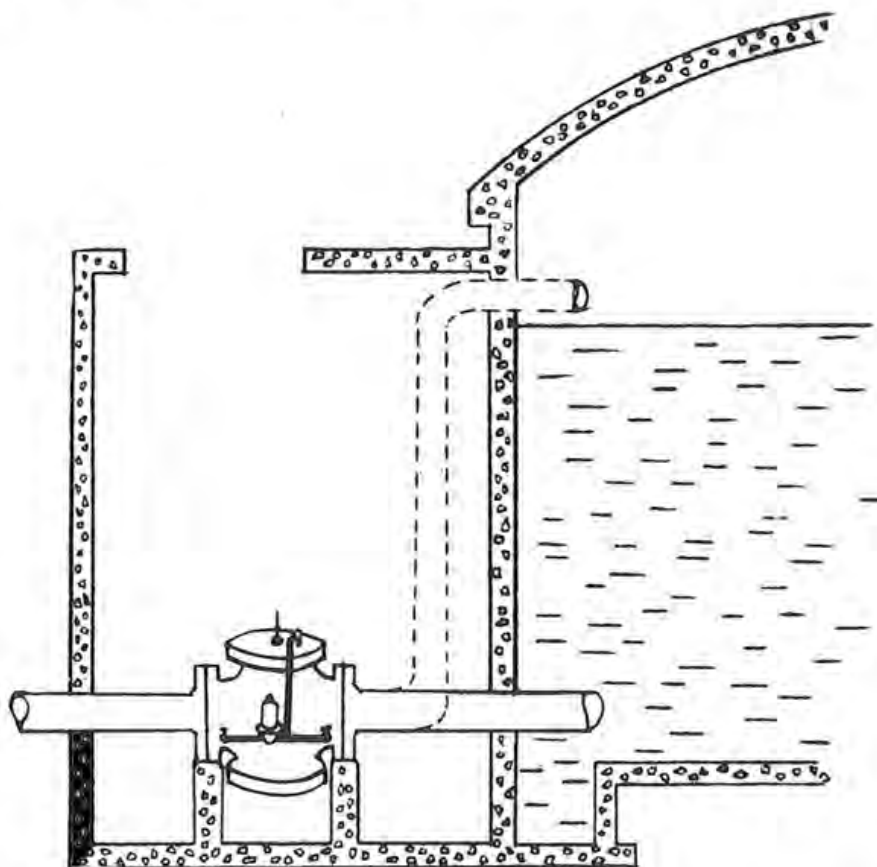
Este tipo de válvula se puede instalar cuando el nivel de llenado del depósito esté como mínimo 3,5 metros por

encima del lugar donde se va a colocar la válvula, normalmente en la cámara de llaves. De esta forma, la válvula irá colocada en la parte baja del depósito (de ahí el título aparentemente satírico de esta comunicación).

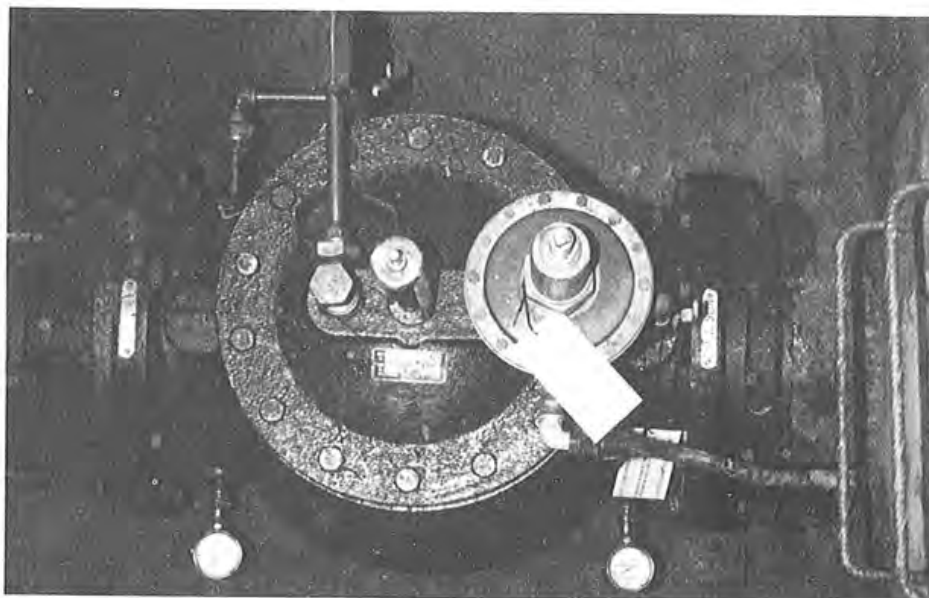
La primera válvula de este tipo se instaló en España hace ya 8 años, en Mercagranada. Las condiciones de funcionamiento exigidas en ese caso eran imposibles de alcanzar con las válvulas de flotador. Esta válvula tenía además la particularidad de incorporar un mecanismo automático que la facultaba para actuar a la vez como reductora de presión.

Posteriormente hemos resuelto diferentes problemas que se presentan en los llenados de depósitos, de acuerdo con las diferentes misiones que se le pueden encomendar a una misma válvula. Las posibilidades de funcionamiento de este tipo de válvulas, aparte de la propia de actuar como *válvula de altitud*, son las siguientes:

- Actuar como reductora de presión en el caso que se desee mantener marginado el depósito y dar agua al consumo directamente.
- Colocar un sensor para que la válvula cierre cuando la presión de entrada sea menor que el nivel del agua dentro del depósito; útil cuando no se puede asegurar una presión suficiente a lo largo del día y no se desee abastecer siempre a través del depósito.



Esquema de la ubicación de una válvula de altitud para llenado de depósitos.



Válvula de altitud normal para llenado de depósitos.

- Mediante la instalación de un controlador, se puede lograr que no se vuelva a llenar el depósito hasta que el nivel del agua no haya descendido hasta una cota determinada.
- Ser programadas para que la válvula se abra completamente, permitiendo así el vaciado del depósito por la misma conducción que provoca el llenado. Esto es útil sobremanera para depósitos de cola de una red de abastecimiento, que se llenan cuando hay exceso de presión (por la noche) y abastecen en las horas de mayor consumo.
- Admitir la incorporación de solenoides que actúen sobre los automatismos de la válvula para poder controlarla a distancia.

Una ventaja final, pero digna de tener en cuenta, es la que se deriva de estar situada la válvula independientemente del propio depósito de agua. Esto supone una seguridad adicional, al poder situar la válvula dentro de la misma cámara de llaves del depósito, ajena a la acción de posibles y desagradables agentes externos. El mantenimiento se ve así facilitado en gran medida por dicha circunstancia.

La ausencia de elementos que actúen en la superficie del depósito elimina, por otro lado, los peligros de los hielos que pueden aprisionar a los flotadores convencionales, o de oleajes que perturben la acción de la válvula.

En suma, las *válvulas de altitud* deben ser conocidas con más amplitud, pues resuelven una gran variedad de problemas en los depósitos, aumentando la flexibilidad del almacenaje y el campo de acción que cubrían las válvulas de flotador. ■



Vista de una válvula de altitud de gran precisión. Obsérvese el tamaño del mecanismo detector de la presión de agua en el depósito.

ADIOS GOLPE DE ARIETE, ADIOS

por Manuel Mateos
ICCP, AOP

En la presente comunicación se informa sobre un método para eliminar el golpe de ariete, sencillo y que no ocupa espacio, a base de una válvula de retención controlada y de una válvula de alivio de diseño especial.

A mi parecer, el problema más general de hidráulica es el golpe de ariete. A pesar de haber sido estudiado en el aspecto teórico y de que existen muchas fórmulas para conocer su magnitud, la realidad en la práctica es muy distinta de la esperada en cálculos teóricos.

Un golpe de ariete mal amortiguado destruye las tuberías y las bombas, o aminora la vida útil de la instalación. Prácticamente todas las impulsiones están protegidas, mejor o peor, contra el golpe de ariete. La protección más corriente consiste en la instalación de una o varias válvulas de retención tipo clapeta. En otros casos, se recurre a la construcción de chimeneas de equilibrio o a la instalación de calderines, vejigas, etc.

Desde hace varios años quería hacer una instalación que eliminara completamente el golpe de ariete, a base de colocar una válvula especial de retención controlada en la tubería y una válvula de alivio estabilizada en un marginador, desvío o by-pass. Esta oportunidad ha surgido este año en una instalación triple para subir agua desde el río Duero, presa de Saucelle, hasta el pueblo del mismo nombre.

Las condiciones del bombeo son: tener que elevar el agua de unos 160 a 180 metros en cada tramo, en una longitud horizontal que variaba entre 850 y 975 metros. Concretándonos en la instalación más cercana al pueblo, la presión de trabajo de la bomba era de 180 metros, para una altura manométrica de 160 y una longitud de 950 metros. En esta instalación el golpe de ariete subió por encima de 350 metros, límite de medición del manómetro que teníamos instalado; el instalador calculó que subió aproximadamente a 400 metros. Una vez instaladas las válvulas de retención controlada y de alivio estabilizada, el golpe de ariete se redujo a una sobrepresión que alcanzó tan sólo los 220 metros.

Por ajuste iterativo de su funcionamiento se podrían haber conseguido valores menores de la sobrepresión, pero al no ser los 220 metros importantes, se dejó la instalación funcionando con la regulación pensada en un principio.



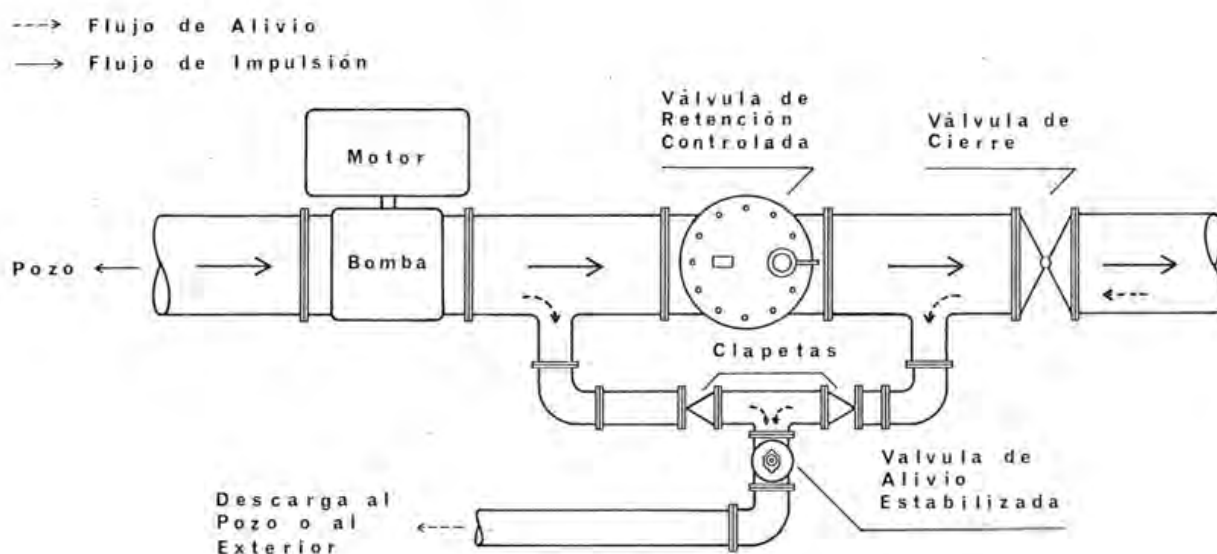
Vista lateral mostrando a la izquierda la válvula de retención controlada y arriba a la derecha la válvula de alivio estabilizada.

Explicaremos el funcionamiento del sistema. Primero, las dos válvulas están cerradas cuando la instalación de bombeo no está en funcionamiento. Al poner en marcha la bomba, se empieza a abrir lentamente la válvula de retención controlada. Si la bomba manda presión por encima de los 180 metros, se abre la válvula de alivio estabilizada para evitar sobrepresiones y el que la bomba trabaje fuera de su campo óptimo. Una vez que el sistema está trabajando normalmente, la válvula de retención controlada está completamente abierta y la de alivio estabilizada, cerrada.

Al pararse el bombeo, el interruptor manda su señal a la válvula de retención controlada que se empieza a cerrar lentamente. La bomba sigue impulsando normalmente, lo que produciría un aumento de la presión en el tramo de tubería entre la bomba y la válvula de retención. Sin embargo, no ocurre así, pues la válvula de alivio se abre y mantiene la presión de trabajo en los 180 metros para que no sufra la bomba. Una vez que la válvula de retención se ha cerrado en el 90 por 100 de su recorrido, hace actuar un interruptor que para la bomba.

Al haber una parada descontrolada por pérdida de energía eléctrica, la válvula de retención controlada tiene un mecanismo que actúa sobre una válvula de solenoide que hace entrar en funcionamiento un cierre de emergencia para evitar el golpe de ariete.

Al actuar como se ha indicado anteriormente, se elimina el golpe de ariete. Sin embargo, queda una sobrepresión residual que siempre es anulada por la válvula de alivio estabilizada.



Esquema de la instalación para eliminar el golpe de ariete prescindiendo de cálculos teóricos.



Obsérvese el reducido espacio de la instalación para eliminar el golpe de ariete.

De esta manera, sencilla y regulable, se elimina el problema del golpe de ariete y sus cálculos empíricos, casi nunca reales, sin tener que hacer obras civiles adicionales. El coste es competitivo con el de otros sistemas. En las fotografías que se acompañan se aprecia su sencillez y reducido tamaño.

Quiero expresar mi agradecimiento a don Mariano San Román, empresario e instalador eléctrico, pues gracias a su intuición en captar nuestros deseos, hemos podido tener por fin en nuestro país una instalación triple de este sistema.

El éxito obtenido en esta instalación me lleva al título optimista de esta comunicación, en el que digo adiós a uno de los más engorrosos problemas que aparecen en todo tipo de conducciones.

M.M.

REPLICA A LOS COMENTARIOS DE DON ENRIQUE MENDILUCE SOBRE LA COMUNICACION “ADIOS GOLPE DE ARIETE, ADIOS”

Por: Manuel MATEOS

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

Ayudante de Obras Públicas

Master of Science

Doctor of Philosophy

Professional Civil Engineer

Professional Highway Engineer

Profesor de Servicios Urbanos, Escuela de

Ingeniería T. de Obras Públicas de Madrid.

Agradezco a Enrique Mendiluce su interés por mis experimentos para eliminar el golpe de ariete y sus comentarios hechos a CIMBRA, número de septiembre de 1982. Mendiluce trabajó durante años en este problema y desarrolló una fórmula que he podido comprobar es ampliamente usada por los proyectistas de impulsiones. El trabajo de Mendiluce supone la existencia del problema, lo analiza, lo evalúa y desarrolla la fórmula que contribuye a tener una solución para paliarlo.

Yo dejo de lado todas las fórmulas matemáticas por seguir un método que elimina de raíz el golpe de ariete, sea éste importante o no.

Ciñéndome al caso de la comunicación que titulé “Adiós golpe de ariete, adiós” (CIMBRA, Junio 1982), el contratista de la obra, Sr. San Román me dijo que el golpe de ariete llegó a pasar de 400 m en una ocasión en que pusieron las bombas en marcha sin ninguna protección.

Cuando yo estuve en la impulsión ya habían instalado las dos válvulas que recomendé; es decir, una válvu-

la de alivio estabilizada y una válvula de retención controlada. Estaban bombeando a 180 m. Al parar las

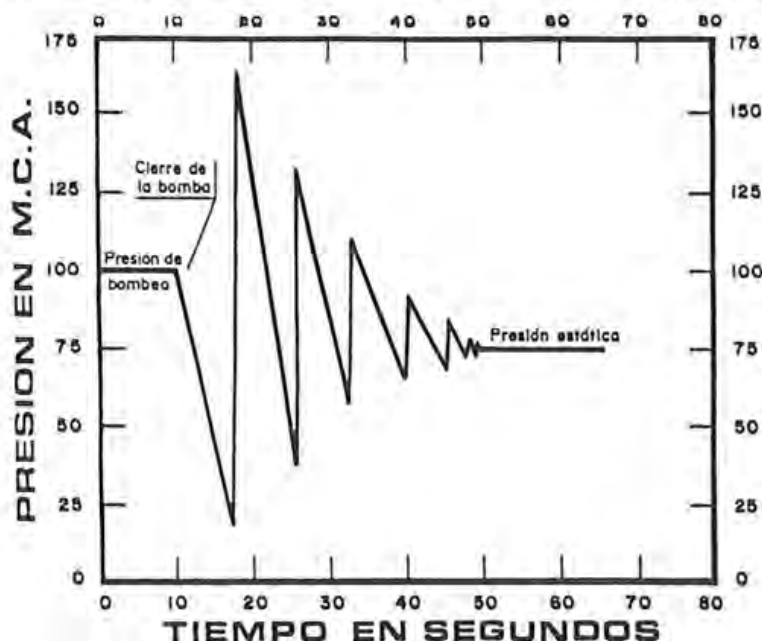


Figura 1. Gráfico de presiones típicas de un golpe de ariete.



Figura 2. Gráfico característico del golpe de ariete en una instalación con válvula de retención controlada más válvula de alivio estabilizada.

bombas, la presión subió a unos 220 m, es decir un 22 por 100 más. Ofrecí al contratista, Sr. San Román, llevar a cabo un ajuste de las válvulas para reducir esos 220 m,

pero lo rechazó porque esa presión se podía soportar bien por la tubería y porque no existía ya ningún problema.

Debo indicar que las instalacio-

nes de bombeo no eran nuevas, pues estaban en funcionamiento desde hacía varios años, bombeando unos 3 ó 4 l/seg. El problema de tener un importante golpe de ariete surgió al querer bombear 9 l/seg aprovechando la instalación existente, con las mismas tuberías, torre de toma, etc.

He de mencionar que las tres instalaciones gemelas (es un bombeo en serie triple) funcionan perfectamente y que no existe golpe de ariete alguno. Solamente ligeras sobrepresiones y depresiones, pero sin el golpeteo característico del golpe de ariete. Poniéndolo gráficamente, pasamos de una condición de presiones similar a la de la Figura 1, a otra condición similar a la de la Figura 2.

Aparte del método expuesto en la comunicación mencionada, debo indicar que hemos puesto en práctica otros para eliminar solamente las sobrepresiones, y cuyos resultados venimos analizando desde hace varios años. Serán presentados en una próxima comunicación, ya que los consideramos de gran interés por su reducido coste.

M.M.

Supresión de inundaciones por roturas en tuberías de abastecimiento de agua

Manuel Mateos de Vicente
Ingeniero de Caminos
Ayudante de Obras Públicas
Profesor - Escuela de ITOP. de Madrid

Nota de la Redacción:

Nuestro compañero y asiduo colaborador de CIMBRA, Manuel Mateos, nos remite un trabajo, que publicamos en este número, sobre un importante tema: la supresión de inundaciones por roturas en tuberías de abastecimiento de agua, mediante la instalación de una válvula automática que evita el vaciado del depósito.

Ningún abastecimiento de agua está libre de roturas. Estas se ocasionan por sobrecargas debidas a rellenos en exceso, asentamientos debidos a las vibraciones producidas por el tráfico, fallos en el terreno de asiento, corrosión de las tuberías, bridas y tornillos de hierro o acero por formación de pares galvánicos, desintegración de los tubos de hormigón por aguas ácidas o sulfurosas, por sobrepresiones o golpes de ariete ocasionados al cerrarse rápidamente una válvula, por deterioro de las armaduras de tuberías de hormigón armado por efecto de corrientes parásitas, etc.

Las roturas pueden causar inundaciones, algunas de las cuales pueden originar grandes pérdidas materiales al inundar pisos bajos o sótanos, impedir el tránsito, anegar campos de cultivo, etc. También pueden ocasionar pérdidas económicas al desperdiciarse cantidades importantes de agua en lugares donde ésta escasea.

Para eliminar las inundaciones se puede recurrir a la instalación de válvulas que se cierran al producirse una rotura de importancia en la conducción. De esta manera los depósitos de agua no se vacían y se reduce el caudal vertido al exterior en el lugar de la rotura. Tales válvulas deben, naturalmente, ser completamente automáticas. Es decir que trabajan por sí mismas sin depender de ninguna fuente de energía exterior, tomando la energía del agua que pasa por la tubería. Podemos distinguir dos tipos de válvulas, o mejor dicho dos formas distintas de actuar:

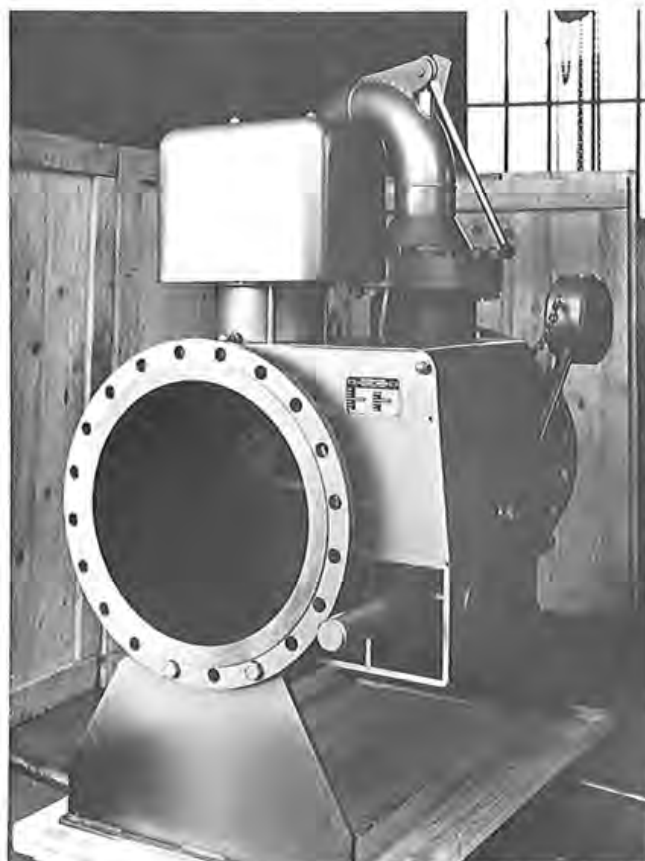
1. Por un aumento en la velocidad del agua.
2. Por una disminución en la presión del agua.

Ambas particularidades se dan al haber una rotura importante. Al aumentar el caudal que pasa por la tubería, para compensar el que sale por la rotura, aumenta la velocidad del agua y disminuye la presión.

Las válvulas que actúan al aumentar la velocidad del agua llevan una paleta dentro de la tubería, que se desplaza al aumentar la velocidad del fluido. Este desplazamiento actúa sobre un mecanismo que deja libre un sistema hidráulico de contrapesos

que hacen que se cierre la válvula. Para pequeños diámetros de la tubería suele bastar con sólo un ritmo de cierre, pero para grandes diámetros se aconseja que existan dos ritmos, uno rápido para cortar lo antes posible la mayor parte del caudal, y finalmente uno lento para evitar los desastrosos golpes de ariete. Pueden actuar en un solo sentido, que es lo normal, o en los dos sentidos.

Las válvulas que actúan al disminuir la presión, llevan un sensor de presiones agua abajo, y cuando



Válvula de seguridad contra inundaciones que actúa al aumentar la velocidad del agua. Se puede ver la paleta sensora.

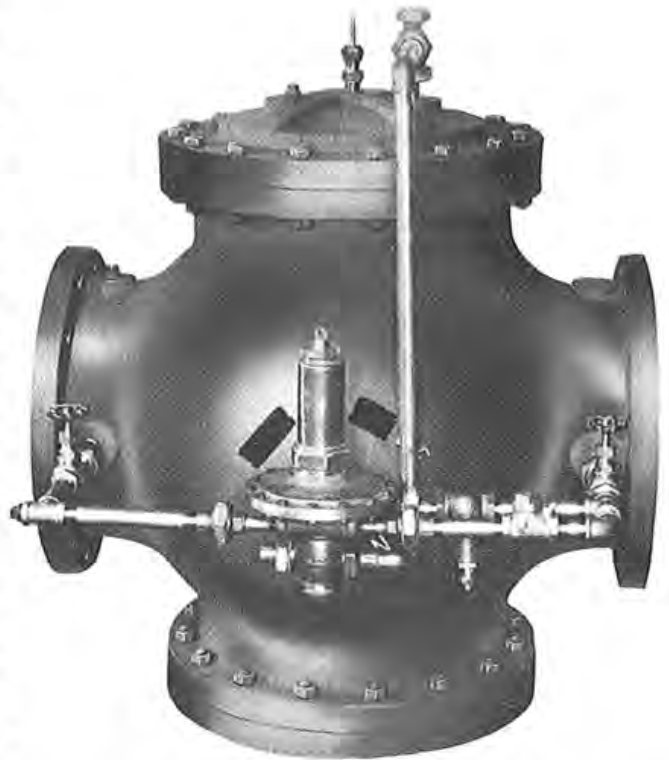
éstas son menores que las establecidas en el tarado previo, se cierra la válvula.

Ambos tipos de válvulas se pueden operar a distancia para cerrarlas a voluntad si se les incorpora un sistema de telemando o una pequeña válvula de solenoide.

Estos tipos de válvulas contra inundaciones necesitan un tarado, una vez colocadas, para adaptarlas a las condiciones normales de funcionamiento. Si cambian las necesidades de consumo pueden necesitar nuevos tarados para que no se disparen sin necesidad, pero el tarado se realiza fácilmente.

Tuve la suerte de comprobar "in situ" la eficacia de este tipo de válvulas, en una de las ciudades españolas que las tiene instaladas, un día que se produjo una rotura. La válvula correspondiente de seguridad contra inundaciones se cerró sola, dejando salir tan sólo unos insignificantes metros cúbicos de agua que no causaron trastornos ni pérdidas materiales a pesar de que la rotura se produjo en zona urbana.

Este tipo de válvulas no es lo debidamente conocido en nuestro país. Las instaladas en abastecimientos de agua no creo pasen de una docena. Sin embargo su existencia debe ser conocida para una mejor evaluación de las soluciones a los problemas de roturas en tuberías. Como ilustración de estos tipos de válvulas presentamos sus detalles en las fotografías que se acompañan.



Válvula de seguridad contra inundaciones que actúa por caída de presión.

VALVULAS PARA CONTROLAR EL LLENADO DE DEPOSITOS DE AGUA

Estudio de casos especiales

Por Manuel MATEOS
ICCP, AOP, MS, PhD.
Profesor, Servicios Urbanos.
Escuela de Ing. T. de Obras Públicas,
Madrid.

Se presentan 24 casos prácticos de soluciones
a diversos problemas que se han presentado en
la utilización de depósitos de agua.

Existen algunos problemas en hidráulica cuya solución parece una utopía. A veces no nos atrevemos a formularlos, porque nunca hemos sabido de una solución para ellos. Con el aumento de población en las ciudades y la consiguiente ampliación de las redes existentes de distribución de agua, quedan depósitos que son difíciles de ser aprovechados. A veces las grandes presiones originan golpes de ariete que destrozan las tuberías o las válvulas de flotador. Estos y otros problemas nos han llevado a buscar soluciones especiales, algunas de las cuales exponemos a continuación.

Caso A. Llenado de un depósito con excedentes de una red, sin deprimir la presión de la misma.

Este caso se nos presentó en Málaga donde existía un depósito que, en los nuevos ajustes de la red, quedó relegado a un plan secundario. Se intentaba utilizarlo de forma que no influyera en una depresión en la red que pudiera causar problemas de falta de agua a algunos usuarios. Se nos pidió, si era factible, instalar algún mecanismo que permitiera lo siguiente:

- 1º) Llenar el depósito hasta una altura máxima.
- 2º) Que el depósito se llenara solamente cuando hubiera excedentes en la red, manifestados en un aumento en la presión por encima de un límite mínimo.

La primera condición no ofrece ninguna dificultad, pues se ha solucionado siempre con una sencilla válvula de flotador. Sin embargo, la condición segunda imponía unas restricciones severas, pues sólo se podía llenar el depósito en horas de bajo consumo. Esto se ha venido haciendo manualmente, pero a un coste elevado. En nuestro caso, lo solucionamos haciéndole una pequeña modificación a la válvula que cerraría la entrada de agua que se solucionó el problema con una sola válvula a un coste prácticamente despreciable.

Las características de la red junto al depósito existente eran:

- Tubería; 800 mm de diámetro.
- Presión mínima necesaria en ese punto: 40 metros de columna de agua.
- Capacidad del depósito: 15.000 m³.
- Altura máxima de la lámina de agua en el depósito: 13 metros.

En este caso no se necesitaba una válvula del mismo diámetro que la tubería, puesto que sólo se tomaría una parte del caudal; la válvula indicada para regular el llenado del depósito bastaba que fuera de 300 mm de diámetro.

Optamos por no recomendar una válvula de flotador, sino una tipo "altitud" porque esta última puede estar colocada en una arqueta al lado de la arteria y no encima del depósito, como es el caso

de las válvulas de flotador corrientes. Para ello se adaptó a una válvula tipo globo un mecanismo tipo reductor regulador de presión de alta sensibilidad, con el fin de no permitir la entrada de agua al llegar a la altura máxima de 13 m.c.a. en el depósito. También se le incorporó a la válvula otro piloto o mecanismo, para que permitiera la descarga de agua a través de la válvula sólo cuando la presión en la arteria subiera por encima de los 40 m.c.a.

Ambos mecanismos fueron diseñados para que no se anularan el uno al otro. Es decir, que si la presión agua arriba sube por encima de los 40 m. la válvula se deberá abrir, pero solamente si el agua en el depósito está a una altura menor de los 13 m. Igualmente si el agua en el depósito queda por debajo de los 13 m., sólo se abrirá si la presión agua arriba excede de los 40 m. De esta forma hemos resuelto de una manera sencilla y muy económica uno de los problemas de utilización de depósitos.

Caso B. Utilización de un depósito de cola mediante una válvula que controla automáticamente el llenado y el vaciado.

Otro de los problemas de abastecimiento que se nos ha presentado algunas veces es el llenado de un depósito secundario cuándo hay exceso de agua, en horas de bajo consumo, y que aporte agua a la red en horas punta de consumo.

Este problema se puede resolver utilizando la misma tubería para llenar y vaciar el depósito. Intentamos solucionarlo con válvulas de flotador pero no fué posible. Sin embargo, sustituyéndolo la función del flotador por un mecanismo sensor de presiones, tenemos una válvula tipo altitud con la que se soluciona el problema de llenado. Añadiéndole a esta válvula un piloto secundario para que la válvula se abra solamente cuando las presiones en la red sean menores que las de la altura de agua en el depósito, tenemos también resuelto el problema de vaciado del depósito.

Para utilizar el agua depositada tenía que haber una depresión en la red que dejara la presión por debajo de la altura del depósito. Esto se consiguió con un mecanismo adicional en la válvula que hace que se abra cuando la presión en la red es menor que la presión del lado del depósito. Es decir que la válvula cumple las dos funciones de llenar el depósito hasta una altura máxima y vaciarlo cuando la presión en la red baja excesivamente.

Caso C. Eliminación del golpe de ariete producido al cerrar una válvula de llenado de depósitos mediante una válvula de alivio estabilizada.

El problema más común que hemos encontrado

en el llenado de depósitos es el golpe de ariete producido al cerrarse rápidamente la válvula que regula el llenado. En ocasiones las sobrepresiones creadas han producido la rotura de la válvula. Este problema se resuelve sencillamente mediante la instalación de una válvula de alivio estabilizada. Esta válvula se coloca antes de la de flotador y se calibra para que se abra ampliamente cuando la presión suba un 10 por 100 de la estática. La cantidad de agua que se descarga para aliviar la presión puede recuperarse llevándola hasta el depósito. De esta forma se elimina el golpe de ariete sin gastos excesivos y sin recurrir a soluciones voluminosas como son los calderines o chimeneas de equilibrio. También se puede eliminar el problema colocando una válvula que se cierre hidráulicamente despacio, no de golpe, tal como se explica en el caso H.

Caso D. Solución al problema de llenado prioritario de un depósito y que una vez lleno la estación de bombeo derive su suministro hacia otros depósitos o arterias.

Al quedar lleno el depósito principal y cerrarse su entrada mediante una válvula de flotador o de altitud, la presión en la red subirá. Si se han colocado unas válvulas mantenedoras de presión o válvulas-vertedero, que se abran sólo cuando la presión suba por encima de la máxima altura del depósito principal, tendremos que la estación de bombeo empieza a suministrar a otros depósitos u otras arterias.

Caso E. Solución al problema de tratar de mantener una altura máxima de agua en el depósito y dentro de una variabilidad de 3 a 6 cm.

Este caso se suele presentar en instalaciones industriales o agrícolas; lo hemos resuelto mediante una adaptación en una válvula especial de flotador, tal como se indica en la Fig. 1.

Caso F. Llenado de un depósito elevado mediante una válvula situada a nivel del suelo o en la toma de la arteria.

Este caso se puede resolver fácilmente mediante una válvula de altitud. Debemos mencionar, sin embargo, que también se puede resolver mediante una válvula de flotador colocada como indica la Fig. 2.

Hay depósitos elevados que pueden tener 20 ó 30 metros de altura. El colocar arriba una válvula de flotador puede ser más caro que el coste de la válvula. Por ello puede ser mucho más económico solucionar el problema con una válvula tipo altitud (con presiómetros en vez de flotador) o con una de flotador adaptada como muestra la Fig. 2.

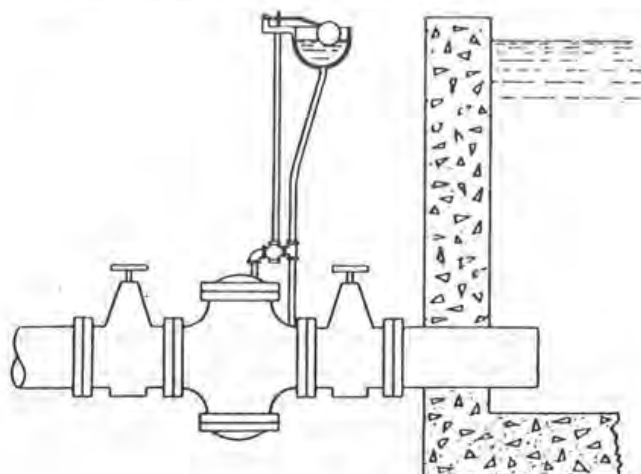


Figura 1. Caso especial de válvula de flotador para mantener constante la altura de la lámina de agua en un depósito.

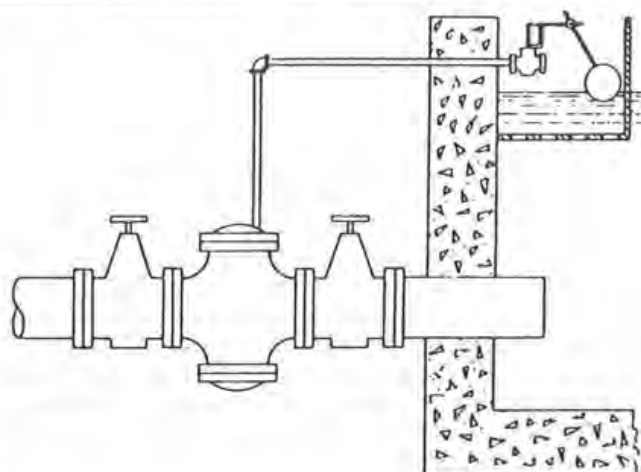


Figura 2. Artilugio para colocar una válvula de flotador fuera de un depósito. De gran utilidad en depósitos elevados pues la válvula puede colocarse en una arqueta bajo tierra.

En ambas soluciones la válvula para el llenado del depósito está en el suelo o en una arqueta.

Caso G. Optimización del llenado de un depósito con agua a gran presión.

Si la presión del agua a la entrada del depósito es del orden de 40 metros o más, las válvulas corrientes de flotador no responden debidamente, se cierran de golpe, causan golpe de ariete, o no producen un cierre hermético haciendo que se desperdicie agua.

Parte de este problema lo hemos solucionado colocando previamente una válvula reductora de presión y aprovechando la válvula de flotador, que trabaja así más optimamente por estar sometida a presiones de entrada de agua más bajas.

Para resolver el problema totalmente hemos substituido además la válvula de flotador de cierre brusco por una de cierre hidráulico.

Caso H. Llenado de depósitos con válvulas de cierre hidráulico que no producen golpe de ariete.

La forma de no provocar golpes de ariete en una conducción es efectuando todas las maniobras de cierre de la forma más lenta posible.

Cuando el funcionamiento de la válvula es automático, la posibilidad de obtener un cierre lento se basa en separar las funciones: a) Orden de provocar el cierre, b) Cierre de la válvula. La orden de cierre en válvulas de llenado de depósitos se puede conseguir mediante diferentes flotadores o medidores de presión de alta sensibilidad. La operación de cierre se consigue mediante un sistema hi-

dráulico que acumule agua o presión en una cámara situada en la válvula. Al poderse controlar el caudal que entra en la cámara podemos crear así un sistema automático hidráulico de apertura y cierre de la válvula. De esta manera la válvula se cerrará lentamente no produciendo golpe de ariete.

Caso I. La problemática de las válvulas eléctricas en el llenado de depósitos.

La utilización de las válvulas eléctricas para regular el cierre y la apertura de los depósitos, supedita su funcionamiento adecuado al suministro de energía eléctrica, lo que es un primer inconveniente.

Otro inconveniente que se me ha mencionado por compañeros que las tienen instaladas es que las válvulas eléctricas pueden entrar en funcionamiento cuando no es necesario. Por ejemplo, en un caso se me indicó que una válvula automática (no de flotador) de accionamiento eléctrico, funcionaba indebidamente cuando el agua de lluvia mojaba los cables del sistema de accionamiento. En otro caso se me mencionó que una válvula automática se cerraba cuando se ponía en funcionamiento la estación de bombeo.

También en muchas ocasiones es antieconómico acudir a estas fuentes de energía y no son pocas las veces que falla el suministro cuando es necesario. El poder actuar con válvulas que sólo dependen de la propia energía del agua es un motivo más de seguridad.

estrangulamiento controlado entre 30 y 60 cm (dependiendo de la válvula) antes de llegar a la lámina máxima de agua y producirse el cierre final.

Caso V. Tener válvulas de flotador que cierren perfectamente.

Un cierre hermético es fácil de conseguir recurriendo a juntas de cuero de ganado vacuno curtido y tratado, una vez dada la forma, por inmersión en simple aceite de oliva. De momento los cueros nos han dado mejor resultado que otros materiales, plásticos, etc., que hemos probado.

Caso X. Eliminación de las incrustaciones calcáreas.

Cuando el agua aporta dureza calcárea, se puede depositar el carbonato cálcico en partes sensibles de las válvulas haciéndolas inoperantes. Esto se evita dejando pasar la poca cantidad de agua que se necesita para mover los sistemas hidráulicos de las válvulas automáticas, a través de un sencillo y barato magnetizador.

Caso Y. Eliminación de la arcilla en suspensión.

Esto lo hemos solucionado haciendo pasar el agua para accionar el automatismo de las válvulas a través de unos filtros análogos a los filtros del aire y del aceite de los coches.

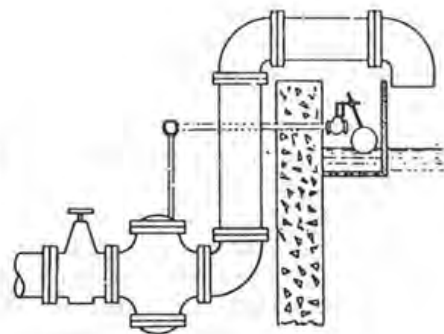
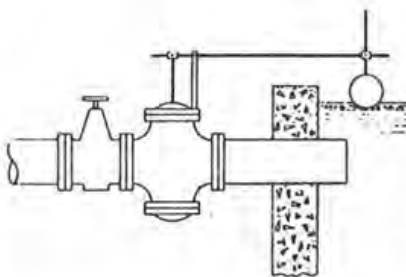
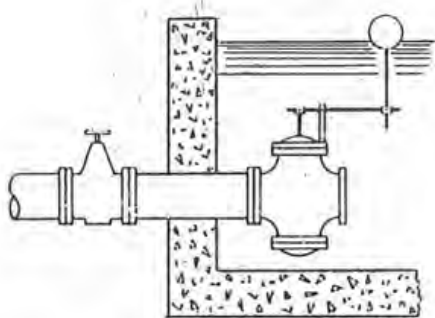
Caso Z. Los peligros de las aguas agresivas.

Las aguas selenitosas pueden destruir parte de las válvulas por electrolisis. En el momento de escribir esta comunicación estamos estudiando un problema insólito: un muelle dentro de una válvula ha desaparecido en parte, en tan sólo un año desde su colocación, por corrosión electrolítica. Este tipo de corrosión puede destruir hasta partes hechas de acero inoxidable, según hemos visto recientemente en una conducción en cuya solución estamos trabajando.

En aguas marinas o en productos industriales agresivos hay que recurrir a válvulas de bronce, plástico, fundición dúctil, o titanio, dependiendo del líquido existente.

Conclusión

Hemos presentado la solución de 24 casos distintos en problemas de llenado de depósitos. Se han mejorado así algunas instalaciones o re-utilizado depósitos para mejorar las prestaciones de la red. Debemos mencionar que, en algunos casos, estas soluciones han permitido grandes ahorros, en mano de obra o en la utilización óptima de instalaciones costosas.



Otros procedimientos no corrientes para colocar válvulas de flotador.

M.M.



Caso Q. Llenado de un depósito de gran altura, abriéndose la válvula de llenado solamente cuando la lámina de agua haya descendido del orden de un metro.

Se nos ha presentado recientemente este caso que se ha podido resolver sin necesidad de energía eléctrica, cuyo suministro podría fallar y producir un desbordamiento o un vaciado del depósito.

El depósito estaba a 20 m. sobre el suelo y la lámina de agua oscilaba tan sólo 3 m. Se diseñó una válvula de altitud pequeña, pues el caudal era de 20 l/s. El presiómetro de la válvula era de una precisión de 30 cm. para el control de la máxima lámina de agua.

Se nos pedía que la válvula se abriera tan sólo cuando el nivel hubiera descendido del orden de un metro. Para eso se aplicó un piloto secundario a la misma válvula para realizar las dos misiones requeridas. Este segundo piloto consigue la regulación de apertura de la válvula a partir de un descenso en la lámina de agua de tan sólo 50 cm. Es decir, que se puede regular in situ para que se abra la válvula con un descenso entre los 50 cm y los 3 m de altura de agua almacenada.

Caso R. Cerrar la salida de agua de un depósito cuando se produzca una rotura en la conducción.

El problema tiene una solución corriente pero muy cara: colocar una válvula de mariposa con un mecanismo que actúa cerrándola al aumentar la velocidad del agua (ver CIMBRA "Supresión de inundaciones por roturas en tuberías de abastecimiento de agua", Abril 1982). Esta solución resultaba excesivamente cara porque el caudal era pequeño, del orden de 100 l/s. y el mecanismo de cierre es prácticamente el mismo para pequeños o grandes caudales.

Se nos pedía que la válvula estuviera junto al depósito, donde había poca presión estática. Se recomendó una válvula especial con un piloto de gran sensibilidad, que estuviera situada de manera que aún a depósito con poca agua, casi vacío, tuviera una presión estática agua arriba de al menos 4 metros. Este piloto comanda la válvula de tal manera que hace que se cierre al originarse una depresión como consecuencia de una rotura en las tuberías. El piloto es un mecanismo de precisión de gran fiabilidad; a pesar de ello presenta un coste reducido.

De esta manera se redujo el coste de la tercera parte con respecto a la solución mencionada al principio, de la válvula que actúa por aumento en la velocidad del agua.

En ningún caso se consideró el uso de energía eléctrica, tanto porque puede fallar el suministro de energía, como por fallos debidos a interferen-

cias, derivaciones o malas conexiones; fallos referidos por compañeros que los han sufrido.

Caso S. Llenado de un depósito situado después de una tubería de gran pendiente.

Se nos pidió diseñar un sistema, válvula o válvulas que pudieran evitar la rotura de las válvulas de flotador. El agua bajaba unos 90 m casi en vertical hasta el depósito. Las altas velocidades alcanzadas por el agua hacían imposible la regulación del llenado del depósito por una válvula de flotador. Se recomendó un sistema de tres válvulas: una reductora de presión para colocarla a la mitad de la tubería; una mantenedora de presión colocada en el depósito y seguida de una válvula de flotador. Para que el sistema trabajara óptimamente, las válvulas tenían que estar mandadas por piloto externo, pues de lo contrario habría descompensación de presiones.

Caso T. Válvula para llenado de depósitos con altas presiones de entrada y tubería ascendentes.

Nos referimos a un problema presentado al llenar un depósito con una presión en su entrada de 80 metros de columna de agua. El caudal era de 22 l/seg. Tan altas presiones de entrada daban lugar a roturas de la válvula de flotador. El depósito era semienterrado y estaba situado en un montículo; es decir la tubería ascendía, enterrada, hasta el depósito.

Se optó por recomendar una válvula de tipo altitud, colocada en un punto de la tubería ascendente que quedara al menos 4 metros por debajo del nivel de la máxima lámina de agua. Para que esta válvula trabajara se le incorporó un piloto adicional para hacer que la válvula fuera mantenedora. Este mecanismo se taró para que la válvula mantuviera una presión agua arriba de 5 atm.

De esta manera la válvula para el llenado de depósito estaría trabajando con la presión diferencial entre las 8 atm de presión de entrada y las 5 atm de la mantenedora; es decir con tan sólo unos 30 m.c.a. en vez de 80.

Caso U. Disminución del posible golpe de ariete haciendo que la válvula empiece a cerrarse mucho antes de llegar a la máxima lámina de agua.

Existe, como hemos indicado anteriormente, el peligro de cierre brusco en algunas válvulas de flotador, habiendo apuntado en el caso "C" una solución.

Para que desaparezca el cierre brusco, podemos hacer que el pistón de cierre no sea plano, sino construido en forma de corona real invertida. De esta manera la válvula empieza a cerrarse en un

Caso J. Llenado de un depósito sin vaciar la tubería de suministro. Casos de anti-impulsión.

La misma válvula que actúa como elemento de cierre y apertura de depósito, puede impedir el vaciado de la conducción cuando desaparece la fuente original de suministro. Esto se consigue con una válvula automática introduciendo un segundo mecanismo o piloto que pueda mantener una presión mínima agua arriba. Es decir, que haga que la válvula se cierre cuando la presión agua arriba queda por debajo de una presión límite establecida. Se evita con esta única válvula el tener que llenar frecuentemente la conducción, con sus problemas de vaciado de aire por ventosas que tienen que trabajar eficazmente.

Caso K. Control simultáneo del llenado de un depósito y de mantener una presión máxima en la red.

Este caso implicaba el llenar un depósito que al mismo tiempo representaba la presión máxima admisible en la red. El depósito era por lo tanto, elevado. Se colocó una válvula de tipo altitud.

Esta válvula mantiene la presión agua abajo por debajo de un límite (el máximo de altura de agua en el depósito). La válvula tenía, agua abajo, dos salidas: una hacia el depósito elevado y la otra hacia la red. De esta manera si el consumo era de pequeña magnitud, se llenaba el depósito. Si aumentaba el consumo, no se llenaba, pues el agua se consumía en la red. Si el consumo era puntual, de gran magnitud, el agua que pasaba por la válvula iba a la red y el depósito aportaba el caudal restante.

De esta manera sencilla se resolvieron dos problemas con una sola válvula.

Caso L. Llenado de un depósito consiguiendo que las bombas de impulsión minimicen sus puestas en marcha.

Se nos consultó sobre la necesidad de que la estación de bombeo se pusiera en marcha cuando el depósito estuviera bastante vacío. De esta forma se aminoraban las puestas en marcha. Las válvulas de flotador no eran adaptables para este problema. Las válvulas de altitud no tenían los mínimos metros de columna de agua (agua abajo) para que pudieran entrar en operación. Se trataba de un depósito semienterrado.

Se recurrió a recomendar la instalación de una válvula de altitud distante unos 100 metros del depósito. Así se podía colocar en un punto, varios metros más abajo que la cota de la tubería, a la entrada del depósito. A pesar de estar situada la vál-

vula de llenado de depósito a 100 metros lineales de distancia puede trabajar perfectamente. La válvula actúa de la siguiente manera: se cierra al llegar el agua en el depósito a la altura máxima y se abre tan sólo cuando el agua está a un metro por debajo de la altura máxima. De esta forma las bombas de impulsión reducen considerablemente sus puestas en marcha.

Caso M. Válvula de flotador contra inundaciones.

Se puede dar el caso de que una rotura de tuberías inunde un almacén donde existan instalaciones costosas. Para evitar desperfectos se necesita cerrar lo antes posible una válvula principal que corte el suministro de agua. Este problema se puede resolver fácilmente mediante una válvula del tipo de la Fig. 2, es decir que la válvula que cierra la entrada de agua este independizada del sistema flotador de cierre. En esta válvula, el flotador actúa sobre un piloto, el cual a su vez, y por control remoto hidráulico (no eléctrico), hace que la válvula se cierre. Se puede instalar el flotador bien en una arqueta bajo el suelo o bien a ras del suelo. El flotador hace cerrar la válvula principal en cuanto es movido hacia arriba por el agua aunque sólo sea unos 3 cm. La válvula de cierre actuada por el flotador puede estar situada a varios cientos de metros del lugar donde el flotador capta la inundación.

Caso N. Eliminación de ruido intenso producido por una válvula de flotador.

Se nos ha pedido una solución para eliminar el ruido producido al cerrarse una válvula de flotador situada en un depósito dentro de un casco urbano. El ruido era de tal intensidad que despertaba varias veces a los vecinos por la noche, por lo que pidieron a la empresa de aguas diera una solución al problema. Hemos recomendado una válvula de flotador especialmente diseñada. Es de mando hidráulico para no causar golpes de ariete al cerrar; se emplean cueros para obtener un cierre absolutamente hermético; se minimiza su actuación haciendo que se abra solamente después de que el agua haya bajado unos 45 cm por debajo de la altura máxima de la lámina de agua.

Caso P. Llenado de un depósito doble eliminando una de las válvulas de flotador.

Muchos de los depósitos semienterrados están divididos en dos compartimentos iguales, cada uno con su válvula de flotador. Para eliminar una de las válvulas de flotador se puede colocar una válvula de tipo altitud con una salida que se bifurca para cada uno de los compartimentos. De esta manera se elimina una de las válvulas de flotador.

EFFECTO DE VALVULA DE RETENCION COMO FUNCION ADICIONAL EN VALVULAS CON OTRAS FUNCIONES ESPECIFICAS

Por: Manuel MATEOS

Ing. C.C. y P. - Ay. de O. P. - Master of Sc

En mi trabajo profesional he visto colocadas válvulas de retención casi exclusivamente del tipo de clapeta. Sin embargo, existen otros tipos que conviene tener en cuenta. Creemos que es de gran interés el saber la existencia y prestaciones de las válvulas de otros tipos a las que se le pueda incorporar un dispositivo para hacerlas al mismo tiempo válvulas de retención por un gasto extra mínimo.

Antes de centrarnos en el objeto de esta comunicación, es decir, las válvulas de retención como función adicional, mencionaremos otros tipos más comunes.

En válvulas de clapeta, la usada corrientemente tiene una bisagra en la parte superior de un disco que se desplaza unos 90 grados. Las hay con clapeta escamoteable y con clapeta que tiene un recorrido menor que puede llegar hasta de tan sólo unos 35 grados. La sujeción por bisagra se puede sustituir por pivotes ligeramente descentrados. La clapeta puede llevar un contrapeso exterior, un sistema amortiguador o ambos. Se puede partir la clapeta en dos, teniendo entonces las de disco partido.

Otro tipo de válvulas de retención son las de disco entero guiado por su centro y ayudado por muelles. Existen las Williams-Hager y las Flomatic. También hay válvulas de retención de bola o semiesfera más o menos deformada.

En esta comunicación informaremos sobre válvulas de alta tecnología con funciones específicas que pueden, al mismo tiempo, actuar como válvulas de retención. Este tipo de válvulas son poco conoci-

das, por lo que hemos creído de interés presentarlas en esta comunicación. Pueden realizar la función de retención de una manera controlada y silenciosa, sin originar sobrepresiones y, en algunos casos, eliminándolas. Para una mayor comprensión de sus posibilidades, vamos a presentar diferentes casos prácticos que hemos solucionado.

Caso A. Reducir la presión en un punto impidiendo que retroceda el agua.

Este caso puede ocurrir en una red cuando los suministros de agua son realizados por empresas diferentes, o cuando unas aguas están contaminadas y se tiene que impedir su total acceso a la red de distribución. Para reducir la presión se coloca una válvula reductora. Por medio de un mecanismo simple se puede hacer que esta reductora se cierre herméticamente cuando la presión "agua arriba" sea menor que la de "agua abajo". Una de las circunstancias en que se puede invertir el sentido del caudal es si hay una rotura de importancia en la zona de altas presiones; en este caso, esta válvula actúa como una de seguridad contra roturas en la parte que normalmente está a alta presión.

Caso B. Reducir la presión en un punto, pero dejando pasar agua solamente cuando la presión esté por encima de un mínimo y, al mismo tiempo, impedir su retroceso.

Este caso es una ampliación del anterior. A la



válvula reductora de presión con mecanismo anti-retorno, se le añade un mecanismo que haga que la válvula se cierre cuando la presión baje de un mínimo preestablecido. Se tienen así tres funciones en un solo cuerpo de válvula, con el consiguiente ahorro económico. Una de estas válvulas está representada en la Figura 1.



Figura 1. Válvula de función triple: reductora, mantenedora y de retención. Tamaño: 400 mm.

Caso C. Llenar un depósito solamente cuando haya exceso de presión en la red e impidiendo el retroceso del agua al depósito.

Este es un caso análogo al anterior (caso R), pero donde la función de reductora de presión se sustituye por la de llenado de un depósito. Tenemos otro caso de función triple dentro de un único cuerpo de válvula: válvula de altitud, válvula mantenedora y válvula de retención. La función mantenedora en el llenado de un depósito se nos ha consultado cuando se quiere llenarlo solamente en horas de bajo consumo, principalmente por la noche. La función de retención se puede necesitar porque el depósito suministre a una zona distinta de donde procede el agua para su llenado.

Caso D. Llenar un depósito con una válvula tipo altitud impidiendo que el agua retroceda.

Claramente se ve que éste es un caso más sencillo que el anterior. El depósito tiene que estar más elevado que el lugar donde se coloca la válvula y tiene que suministrar a una zona distinta de aquella de donde procede el agua. Cualquier válvula de

flotador cumple con este cometido, pero, a veces, es muy costoso instalar una válvula de flotador de grandes dimensiones en depósitos elevados.

Caso E. Válvula de retención controlada.

En ocasiones, se necesitan válvulas de retención en las que el tiempo de apertura y cierre estén estrictamente controlados de acuerdo con las condiciones in-situ. Por ejemplo, una de las condiciones puede ser que en una impulsión no se empiece a abrir la válvula hasta que la bomba haya conseguido una presión mínima. Recientemente se nos consultó sobre el diseño de una válvula de retención que mantuviera la bomba trabajando siempre a una presión constante de 70 metros de columna de agua para una impulsión de tan sólo 30 m.c.a. en las tuberías. Si la bomba mandara el agua directamente a 30 m.c.a., sufriría excesivamente y se rompería. Estas limitaciones se pueden marginar instalando una válvula de retención controlada con mecanismos automáticos adecuados. Como curiosidad, en la Figura 2 reproducimos una de estas válvulas.

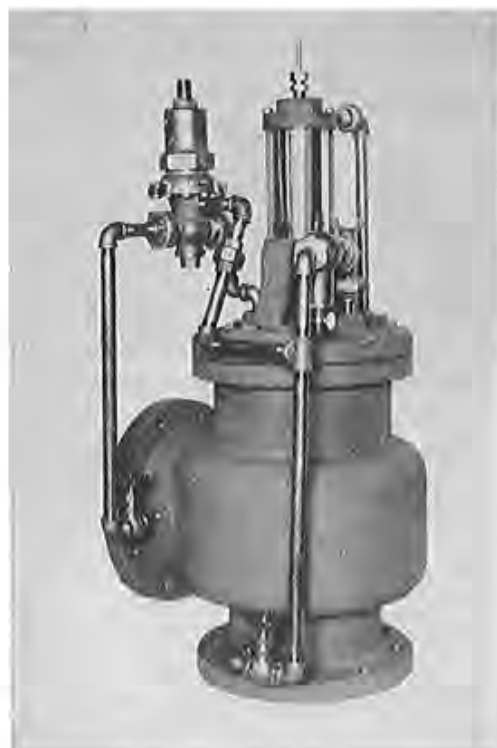


Figura 2. Válvula de retención controlada.

Caso F. Mantener el agua en una zona aislada a una presión mínima, impidiendo que el agua retroceda hacia dicha zona.

Este es un caso simplificado de los casos B y C. En ocasiones, se deseaba mantener una presión mínima en una zona, lo que se consigue mediante una válvula mantenedora de presión. Si, a la vez, se desea evitar que el flujo vaya en sentido contrario aun en el caso de una baja brusca de la presión en la zona a alta presión, se necesita incorporar a la válvula los mecanismos necesarios para que trabaje también como válvula de retención. Tenemos un caso de dos funciones en un mismo cuerpo de válvula.

Caso G. Optimizar una impulsión con una válvula de retención accionada eléctricamente.

A veces, se nos ha pedido un estudio sobre la optimización de una impulsión de características especiales, como pueden ser un golpe de ariete desmesurado o una falta de espacio para la instalación de sistemas anti-ariete voluminosos. Información detallada sobre tres de estas instalaciones se puede hallar en la comunicación "Adiós Golpe de Ariete", publicada en *CIMBRA*, número de Junio de 1982.

La optimización requiere en este único caso, de los aquí presentados, energía eléctrica. Sin embargo, esto no representa problema, pues las estaciones de bombeo suelen disponer de electricidad. Esta válvula actúa de la siguiente manera:

1. La válvula de retención está cerrada y se mantiene cerrada al poner en marcha la bomba, hasta que ésta desarrolle una cierta presión de trabajo.
2. Se empieza entonces a abrir la válvula, pero lentamente.
3. Cuando la bomba adquiere su régimen, la válvula está enteramente abierta.
4. Durante la parada de la impulsión, la válvula se empieza a cerrar lentamente, y cuando está cerrada en un 95 % acciona un interruptor que desconecta el motor de la bomba. Los ritmos de apertura y cierre se pueden modificar in-situ.
5. En caso de corte en el suministro de energía eléctrica, la válvula de retención controlada eléc-

tricamente se cierra rápidamente para minimizar el golpe de ariete.

6. Mediante la colocación de un relé especial se puede retrasar la apertura de la válvula durante un periodo de tiempo fijo, una vez puesta la bomba en marcha. Esto puede ser útil para reducir la carga de arranque del motor de la bomba.

Caso H. Válvula contra inundaciones en doble sentido.

Este es un caso que he solucionado pero que todavía no he podido aplicar. Consiste en disponer de dos funciones en una válvula especial, una de retención, como en los casos anteriores, y otra función que hace que se cierre la válvula al haber una rotura de importancia, lo que conlleva una gran bajada de presión. De esta manera tenemos una válvula de seguridad contra roturas que funciona en ambos sentidos.

Resumen.

Como se ha indicado, hay válvulas de retención de muy distintos tipos y de funcionamiento muy variado. Esta gran variedad nos permite resolver los distintos problemas que implican diferentes velocidades del flujo, presiones de trabajo, longitud de la conducción, pérdida de carga admisible, espacio disponible, naturaleza de las aguas (o de los líquidos), sumergida o no, enterrada o no, operación silenciosa o no, control de su apertura o cierre, existencia de golpes de ariete, mando eléctrico o automático, control remoto o no, instalación vertical, inclinada u horizontal, sentido de la corriente en las verticales o inclinadas (hacia arriba o hacia abajo), y caudales.

A veces, el oficio de retención se puede incorporar en válvulas con otras funciones específicas distintas. Para dar a conocer este tipo de válvulas de función múltiple y de alta tecnología, hemos presentado ocho casos distintos que hemos tenido que resolver. Considerando los distintos factores en la adquisición de una válvula de retención y eligiendo la más idónea se evitarían fracasos que, según hemos comprobado, son más corrientes de lo que nos imaginamos.

M.M.

Los filtros en redes de abastecimientos de aguas

Por: Manuel MATEOS
Ing. CCP, AOP

El agua para beber es limpia, o debería serlo. En su origen, río o captaciones, puede llevar ramas u otros materiales en suspensión; sin embargo, éstos se depositan en los embalses, depósitos de regulación, areneros o depuradoras. Aunque el agua que llega a las redes de abastecimientos esté desprovista de partículas, en la práctica, hemos encontrado materiales variados en aquellos lugares de las conducciones donde pueden quedar atrapados, como válvulas, codos o estrechamientos de las tuberías.

Algunos de los objetos que hemos encontrado son piedras, plásticos, herramientas, animales muertos y un largo tablón de obra. Estos objetos pueden impedir el funcionamiento normal de las instalaciones. Por ejemplo, pueden dar lugar a roturas si se acumulan en una válvula automática al impedir que cumpla su misión. También pueden reducir la sección de la tubería causando una pérdida de presión que puede dar lugar a que falte el suministro en algunas zonas.

Durante la construcción de las redes de abastecimiento, quedan dentro de las tuberías toda clase de materiales de obra y otros objetos. Esto no debería tener importancia porque está previsto y es obligatorio que se laven las tuberías antes de empezar a dar agua a la población. Desgraciadamente, esto no se cumple bien en un 20 % aproximado de los casos. Indicamos esta cifra por el número de válvulas automáticas que se quedan atascadas, generalmente llenas de pedruscos, en las nuevas redes de abastecimiento.

Estos cuerpos extraños también se introducen al realizar los trabajos (o son introducidos por chiquillos jugando o adultos) en las tuberías que ha habido que seccionar, bien para colocar una nueva válvula, hacer un entronque o reparar una rotura.

Estos trabajos deben ser inspeccionados por los técnicos para cerciorarse de que no hay cuerpos extraños dentro de las tuberías, pues al estar la red en carga no se podrán eliminar lavándolas.

No es práctica corriente el colocar filtros en las redes de abastecimiento, pero ya se hace en numerosas ocasiones. Al haber intervenido en varias instalaciones donde se recomendaron filtros, podemos hacer algunas indicaciones que pueden ser de utilidad para aquellos técnicos que tengan que proyectarlos.

La forma del filtro puede ser variada. Como muestra de las distintas formas que pueden adoptar reproducimos cuatro tipos diferentes en las figuras que se acompañan.

El cuerpo del filtro, o carcasa, puede ser de fundición gris, chapa de acero (normal o inoxidable) o bronce. Para presiones normales, de hasta 15 ó 20 atmósferas, los de bronce suelen fabricarse hasta diámetros de 150 mm, los de fundición corriente desde 50 hasta 750 mm y los de chapa de acero desde 100 para arriba. Si las presiones son altas, se debe descartar la fundición gris y hacerlos de fundición dúctil o de acero. Los de fundición dúctil se pueden también utilizar para las presiones que hemos llamado normales.

La malla suele tener forma de cesta, cilíndrica, como en los filtros de las figuras que se acompañan. Este es el tipo más corriente, aunque también se pueden hacer planas, siempre que las presiones sean bajas. Pueden ser de "monel" o de acero inoxidable. No las recomendamos de malla de alambre para grandes caudales, pues las vibraciones que causaría el paso del agua las podría deshacer. Los agujeros se hacen taladrando la chapa. Las dimensiones de estos taladros dependen del objetivo del

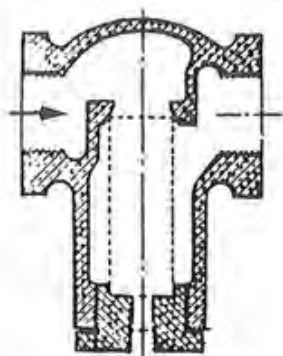


Figura 1. Modelo de filtro hasta 50 mm.

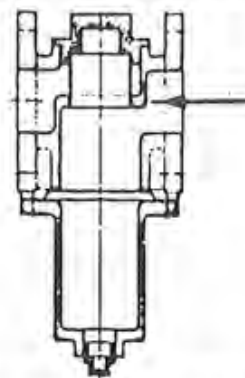


Figura 2. Modelo de filtro de 50 a 80 mm.

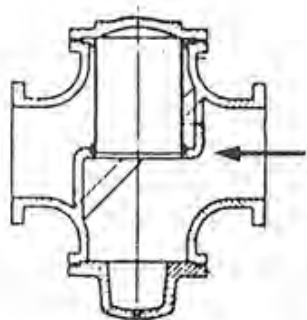


Figura 3. Modelo de filtro de 100 a 800 mm.

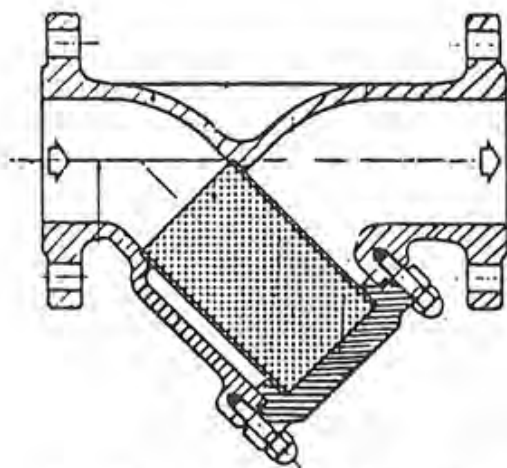


Figura 4. Modelo de filtro de 40 a 400 mm.

filtro. En redes de abastecimiento suelen ser de 10 ó 20 mm, redondos o cuadrados. En regadíos, la apertura depende del tamaño de la salida de los aspersores. La apertura de la malla influye en la pérdida de carga.

Hemos visto instalados filtros con una malla tan tupida que daban lugar a pérdidas de carga del orden de varias decenas de metros. Aún los filtros de malla ancha pueden tener una pérdida de carga importante, si la velocidad es elevada. En ocasiones, hemos recomendado filtros para velocidades de hasta 5 m/seg, salvo casos excepcionales, no se deben sobrepasar los 2 m/seg. El filtro debe ser un cuerpo aislado. No se debe incorporar dentro de una válvula porque puede originar cavitaciones. Tampoco se debe considerar como filtro el soldar una malla dentro de la tubería, como vimos en una ocasión.

El cuerpo del filtro debe diseñarse de modo que permita retirar los objetos acumulados en él sin necesidad de desmontarlo de la tubería. Para ello llevan portalesones o tapas que deben permitir hasta la retirada de la malla para su inspección o sustitución. Para efectuar la limpieza, se deben colocar las correspondientes válvulas de cierre.

En resumen, se debe considerar la instalación de filtros en abastecimientos de agua para interceptar piedras, materiales de construcción y otros objetos que suelen quedar dentro de las tuberías y que pueden dar lugar a roturas o a bajadas en la presión. En la elección de los filtros hay que analizar las presiones de trabajo, la velocidad del agua y, consecuentemente, su tamaño, forma, material de la carcasa y de la malla, facilidad en su limpieza y pérdida de carga tolerable.

M.M.

LAS VALVULAS DE RETENCION TIPO CLAPETA

Por Manuel MATEOS
Profesor, Esc. Ing. T. de Obras Públicas, Madrid

En la mayoría de los proyectos de abastecimiento de agua, cuando se necesita una válvula de retención no se reseñan sus especificaciones. De esta manera resulta que se suelen colocar las de tipo clapeta de disco simple que se mueven por un sistema de bisagra colocado en su parte superior. La razón es que este tipo de válvulas de retención son las más baratas, y el contratista, como es natural, será las que adquiera.

Estas válvulas de clapeta tienen sus limitaciones. Por ejemplo, no se pueden instalar verticalmente cuando la corriente va hacia abajo. Tampoco admiten grandes velocidades del agua ni sobrepresiones elevadas.

Aparte de las válvulas tipo clapeta y sus variantes, que reseñaremos en esta comunicación, existen otros tipos de válvulas de retención, como las de bolas, de alta tecnología, de funciones múltiples y de semiesfera. Limitándonos a las válvulas de clapeta, existen básicamente las siguientes variedades:

A) SIMPLE. Representada en la Figura 1. Es de fácil construcción. El disco se levanta por la acción del agua hasta unos 90 grados. Su cierre suele ser muy brusco y

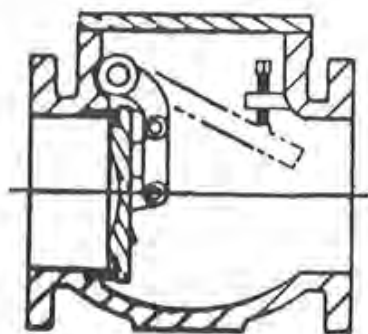


Figura 1. Válvula de clapeta simple.

entonces produce un golpetazo que repercute en las tuberías y en otros elementos adyacentes y puede originar un golpe de ariete fuerte. Personalmente, no las recomiendo para velocidades de agua superiores a 1 m/seg. ni para presiones superiores a 2 ó 3 atmósferas.

B) SIMPLE CON CONTRAPESO. Es parecida a la de la Figura 3, pero sin el amortiguador. Aminora algo la brusquedad en el cierre.

C) SIMPLE CON CORTO RECORRIDO DE LA CLAPETA. Representada en la Figura 2. Supone una mejora extraordinaria de la válvula simple (Caso A), pues al tener la clapeta un menor recorrido no produce apenas golpetazo y puede admitir velocidades y presiones mayores. Esta válvula se puede usar también con aguas sucias.

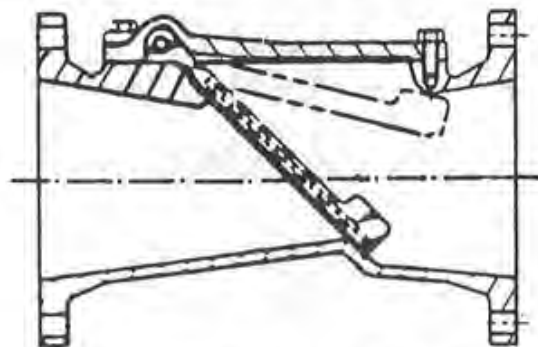


Figura 2. Válvula de retención con corto recorrido de la clapeta.

D) SIMPLE CON SISTEMA AMORTIGUADOR Y CONTRAPESO. Representada en la Figura 3. Como se puede ver, supone una mejora sobre las anteriores. El contrapeso permite regular in-situ la cadencia del cierre hasta optimizarla. El amortiguador deja que la válvula se cierre en un

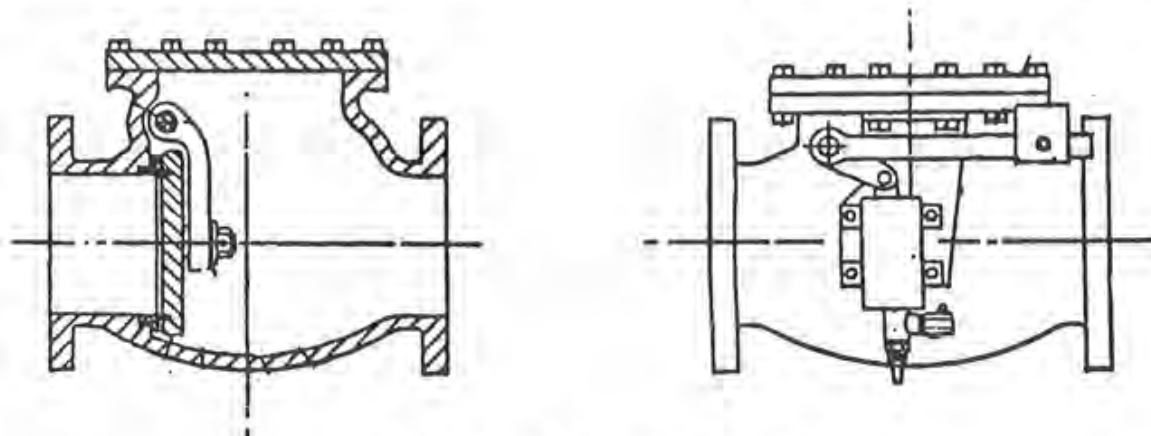


Figura 3. Válvula de clapeta simple con sistema amortiguador y contrapeso.

90 % antes de empezar a actuar; de esta manera, el 10 % final del recorrido de la clapeta está controlado. Esta es una de las pocas válvulas de retención que se puede emplear con aguas negras. La máxima velocidad admisible es del orden de 2 m/seg. y puede permitir presiones de hasta 10 ó 20 atmósferas, dependiendo de sus materiales de construcción.

E) CON CLAPETA DE EJE SEMICENTRADO. Representada en la Figura 4. Es la válvula de clapeta que se puede considerar más fiable. En las anteriores, la clapeta gira por medio de una bisagra colocada en su extremo. En esta válvula la clapeta gira en dos semiejes descentrados, que hacen que no se produzca golpetazo. Es la que produce menos pérdida de carga. Su coste es más bien elevado. Conviene subrayar que no se debe usar con aguas negras.

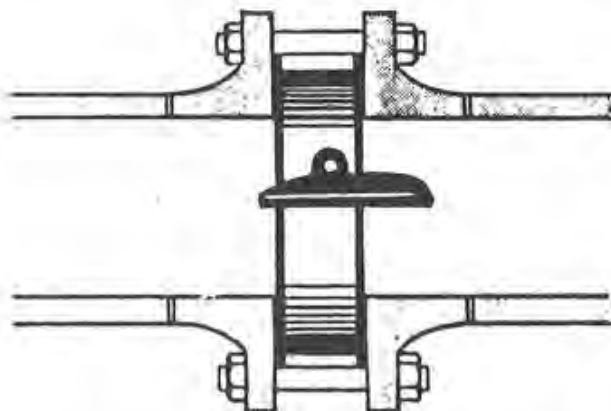


Figura 4. Válvula con clapeta en eje semicentrado.

F) DE SEMICLAPETA DOBLE O DE DISCO PARTIDO Representada en la Figura 5. Es una mejora de la válvula de retención simple (Caso A). La clapeta (o disco) se ha partido en dos y las bisagras se colocan en un eje centrado. Los semidiscos van ayudados en el cierre por unos muelles. A pesar de tener muelles, no se deben colocar para flujos verticales hacia abajo, pues creemos que no cumpliría su misión de válvula de retención. No suele dar golpetazo si está debidamente diseñada y construida con los materiales adecuados. Admite velocidades de hasta 5 m/seg. y puede construirse para grandes presiones. Suele venderse para ser encajada entre dos bridas, es decir, que no lleva bridas propias.

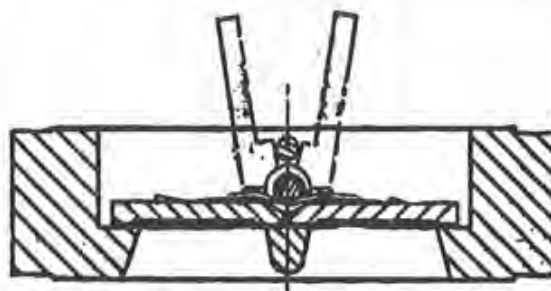


Figura 5. Válvula de retención de disco partido.

RESUMEN. Hemos presentado información sobre un grupo de válvulas de retención que parten de la más utilizada de clapeta simple. Como se ve, existe una gran variedad en este tipo de válvulas de retención. En otros artículos, presentaremos válvulas de retención de concepción muy distinta a las presentadas en esta comunicación. Es posible que hayamos introducido incertidumbres, pero cada válvula de retención tiene su propósito y es necesario conocer todas las variedades que ofrece el mercado para poder elegir la más idónea para cada caso y evitar los posibles fracasos.

VALVULAS DE RETENCION DE DISCO SOBRE EJE LONGITUDINAL CENTRADO

Por: Manuel Mateos
ICCP, AOP

Es muy corriente que las especificaciones, referentes a válvulas de retención, de los proyectos de instalaciones hidráulicas no indiquen más que el diámetro de la válvula que se precisa, sin entrar en detalles sobre su diseño y características. Esta circunstancia favorece que se instalen válvulas de retención del tipo de clapeta simple ya que son las de más bajo precio. No obstante conviene tener presente que las válvulas de clapeta simple no pueden resolver satisfactoriamente muchas de las dificultades propias del funcionamiento de una instalación hidráulica, por lo que habrá que recurrir a otro tipo de válvulas de diseño más eficaz. A continuación, se mencionan algunas de las situaciones en las que las válvulas de clapeta simple no son eficaces y se explica el funcionamiento y las aplicaciones ofrecidas por las válvulas de retención de disco sobre eje longitudinal centrado.

Casos en los que no es recomendable instalar válvulas de retención de clapeta simple.

Las válvulas de retención de clapeta simple, debido a su diseño elemental, no funcionan correctamente en los siguientes casos:

- 1) Cuando la velocidad del agua sobrepasa 1,5 m/seg.
- 2) Cuando las presiones estáticas empiezan a ser elevadas. Si se trabaja con más de tres atmósferas de presión, conviene cerciorarse de la fiabilidad de la válvula de clapeta simple que se trate de elegir.
- 3) Cuando las sobrepresiones del golpe de ariete empiezan a ser importantes. En ocasiones, la

presión estática puede ser baja pero una gran longitud de la tubería, puede dar lugar a golpes de ariete excesivos para ciertas válvulas de retención.

- 4) Cuando los caudales son importantes.
- 5) Cuando cierran bruscamente, produciendo vibraciones que pueden dañar las tuberías y otras válvulas.

Válvulas de retención de disco sobre eje longitudinal centrado: características y aplicaciones.

Aunque existen diversos tipos de válvulas de retención de disco sobre eje longitudinal centrado, nos referiremos, exclusivamente, a las denominadas "Williams-Hager". Las válvulas de retención Williams-Hager llevan instalándose cerca de 50 años y su comportamiento ha sido excelente, por lo que creemos de interés explicar, brevemente, sus características y aplicaciones.

Constan, estas válvulas, de cuatro elementos: el cuerpo, el muelle, el disco desplazable y el asiento del disco. El cuerpo de la válvula, de hierro fundido, acero o bronce, puede ser compacto (ver figuras 2 y 3) o de globo (figura 1). El primer caso es recomendable cuando el espacio disponible para la instalación de la válvula es escaso o cuando ésta se coloque dentro de un pozo; según las condiciones de la impulsión, se elegirá el cuerpo de la figura 2 que da una pequeña pérdida de carga, o el de la fig. 3, cuando el factor pérdida de carga no afecte al correcto funcionamiento de la instalación. El cuerpo de globo, permite aumentar considerablemente la sección de paso del flujo de

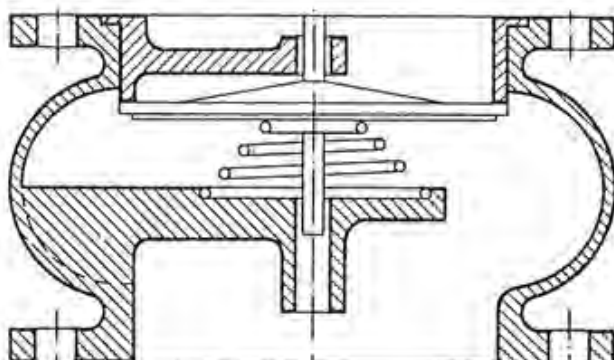


FIGURA 1

Válvula de retención tipo Williams-Hager de poca pérdida de carga. Estas válvulas están compuestas de tan sólo cuatro piezas: cuerpo, muelle, disco y base del disco, lo que minimiza las posibles roturas o fallos.

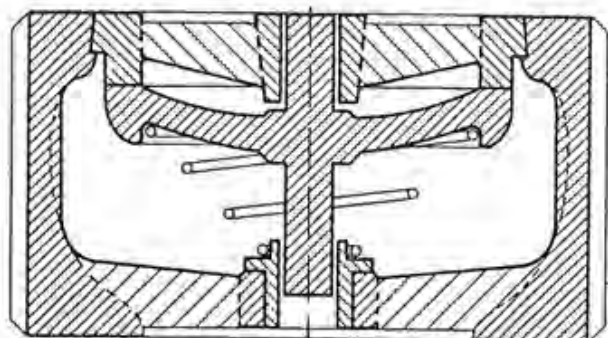


FIGURA 2

Válvula de retención compacta tipo Williams-Hager. Modelo Wafer, sin bridas, con tornillos exteriores.

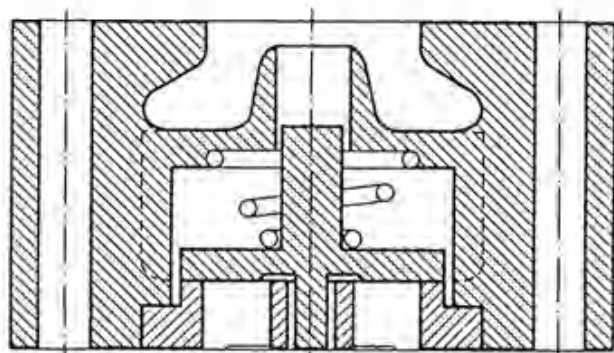


FIGURA 3

Válvula de retención compacta tipo Williams-Hager. Modelo Wafer, sin bridas, con tornillos interiores.



FIGURA 4

Válvula de retención Flomatic, de características muy similares a la de la Figura 1.

agua, hasta el punto de ser mayor que la de una tubería del mismo diámetro que la válvula; esta forma del cuerpo hace que las pérdidas de carga en la válvula sean prácticamente despreciables.

El muelle es el elemento que acciona la apertura y el cierre de la válvula. Suele ser cónico (como en las figuras 1, 2 y 3) aunque hay, también, válvulas equipadas con muelles cilíndricos como la válvula Flomatic de globo que se representa en la figura 4. El cierre se efectúa por la acción de un muelle que generalmente permanece comprimido hasta el instante en que se inicia el retroceso del agua; en este momento, el muelle empuja el disco que, al desplazarse paralelamente al eje de la tubería, impide el paso del agua. Tanto la apertura como el cierre son silenciosos, evitándose vibraciones y otros efectos perjudiciales tanto para la propia válvula como para el resto de la instalación.

Las características de las válvulas de retención Williams-Hager permiten las siguientes aplicaciones:

- Son recomendables cuando se esperen presiones de trabajo elevadas o cuando se puedan producir fuertes sobrepresiones por golpes de ariete.
- Admiten velocidades del flujo de agua de hasta 3 metros por segundo.
- Se pueden colocar en cualquier posición, incluso, verticalmente, cuando se quiera que reten gan flujos de agua dirigidos hacia abajo.
- Se deben colocar, exclusivamente, en instalaciones de aguas limpias; nunca en aguas negras.

Las interesantes aplicaciones de las válvulas de retención de disco centrado sobre eje longitudinal Williams-Hager, junto con su diseño fiable y eficaz, convierten a estas válvulas en elementos indispensables para la resolución de ciertos problemas que, a menudo, se presentan en las impulsiones hidráulicas.

Válvulas reductoras de presión con funciones adicionales

Por: Manuel Mateos
Ing. C.C. y P. - Ing. T. de O.P.
Master of Science

Profesor, Servicios Urbanos, Esc. Ing. T. de Obras
Públicas de Madrid

Se presentan unos casos curiosos de utilización múltiple de un tipo de válvulas automáticas. Se menciona también un nuevo tipo de válvula diseñado por el autor.

La necesidad de reducir la presión del agua se plantea, a menudo, en la explotación de las redes de abastecimiento. Es muy corriente que con objeto de satisfacer la demanda exigida por la población, se hayan de incorporar a las redes de distribución aportaciones de agua a presiones de 10, 15 ó más atmósferas. Para optimizar la explotación del servicio de aguas, es preciso disminuir estas presiones elevadas por varios motivos; entre ellos citaremos que la presión idónea para el consumo doméstico es del orden de 3 a 5 atmósferas y que a mayor presión manométrica se requieren tuberías de mayor timbraje, lo que encarecería considerablemente las instalaciones.

Hasta hace algunos años, se reducía la presión por medio de cámaras de rotura de carga, que se construían a nivel del terreno o elevadas. Actualmente, por un coste semejante al de la válvula de flotador necesaria para el funcionamiento de la cámara, se puede reducir la presión instalando en el punto preciso una válvula reductora de presión.

Conviene resaltar que existen dos tipos de válvulas reductoras: las que la presión de salida varía proporcionalmente a la presión del agua en la entrada, y aquellas otras en las que la presión de salida es siempre constante, independientemente de las fluctuaciones de presión que se produzcan agua arriba del punto de instalación de la válvula. Se

comprende que el interés de estas últimas es mucho mayor que el de las válvulas de salida proporcional a la presión de entrada y por ello siempre que nos refiramos, en lo sucesivo, a válvulas reductoras se entenderá que son válvulas de presión de salida constante, también denominadas reductoras-reguladoras.

Es corriente atribuir a las válvulas los fallos que se producen en el funcionamiento de las instalaciones hidráulicas. En muchos casos, estos fallos son debidos a un error de diseño y no a la propia válvula; aunque hay válvulas reductoras de diferentes grados de fiabilidad. La eficacia de las válvulas reductoras fiables está ampliamente confirmada por la experiencia. Sin embargo los fracasos habidos pueden hacer desconfiar al proyectista al analizar las válvulas reductoras de presión; baste decir que en los 14 años que llevo analizando este tipo de válvula he encontrado más de treinta fallos de todo género, y cuyo informe está a disposición de aquellos compañeros interesados en el tema. Como ejemplo de la utilidad de las válvulas reductoras baste mencionar que en Nueva York hay instaladas unas 600 (en esta ciudad había una válvula con fecha de fabricación de 1905, lo que hacía presumir que llevaba casi 80 años en servicio). Un análisis detallado del funcionamiento y de la fiabilidad de las válvulas reductoras puede encontrarse en



los artículos "Válvulas Reductoras de Presión de Agua; Funcionamiento y Aplicaciones Prácticas" (por M. Mateos, CIMBRA, Abril 1980) y en "Seguridad en las Válvulas Reductoras de Presión" (por M. Mateos, TECNOLOGIA DEL AGUA, Oct-Dic. 1982).

Un aspecto tan interesante como poco conocido de las válvulas reductoras de presión es que algunos tipos o marcas pueden realizar otras funciones adicionales aprovechando el mismo cuerpo, sin tener que cambiar la instalación, lo que supone un importante ahorro. A continuación se presentan algunos casos que nos han surgido, en los que se utilizaron válvulas reductoras multifuncionales.

CASO A: Válvula reductora que cambie la presión de salida entre el día y la noche

En ocasiones, y debido a grandes variaciones en el consumo, es necesario poder cambiar fácil y rápidamente la presión de salida. Esto se puede conseguir colocando dos pilotos en paralelo en la válvula reductora y haciendo que funcione uno u otro, bien actuando manualmente o bien a distancia por medio de una válvula de solenoide. Esta función se realiza diariamente en Nueva York debido a la demanda especial de la ciudad, donde acuden a trabajar diariamente unos cuatro millones de personas, incrementándose notablemente el consumo de agua diurno lo que requiere una mayor presión de salida en las válvulas reductoras.

CASO B: Válvula reductora de presión con tres o más presiones reguladas y constantes a la salida

Este caso, que resulta una ampliación del anterior, se puede resolver colocando tres o más pilotos en paralelo y haciendo funcionar el adecuado manualmente (in situ) o mediante válvula de solenoide (a distancia). También se puede resolver colocando un solo piloto regulador al que un pequeño motor hace cambiar su calibración hasta conseguir la presión constante de salida adecuada. Esta operación se puede automatizar totalmente.

CASO C: Válvula reductora de presión que funcione como válvula de apertura y cierre

Mediante una pequeña llave de paso de media pulgada se puede conseguir que una válvula reductora pueda funcionar como válvula de apertura y cierre. El cierre (o apertura) se efectúa por sí solo, sin electricidad y sin producir sobrepresiones peligrosas en aquellas válvulas donde hemos instalado este sistema. Esta operación se puede realizar a distancia a través de un piloto de solenoide, es decir con un gasto de corriente del orden de los miliamperios.

CASO D: Válvula reductora que solo deje pasar agua cuando la presión de salida agua arriba sea superior a una mínima determinada

Esta situación se presenta con frecuencia cuando se desea suministrar agua a una zona, un regadío, o un depósito, con los excedentes de otra zona. También se presenta cuando se quiere dar prioridad absoluta de suministro a cierta zona. Estos casos se han resuelto fácilmente añadiendo a la válvula reductora un piloto especial extra, que mantenga una presión mínima agua arriba. Este piloto especial hace que se cierre la válvula reductora cuando la presión agua arriba esté por debajo de la mínima establecida. Al subir la presión agua arriba permite que se vuelva a abrir la válvula pero siempre manteniendo una presión constante a la salida.

CASO E: Válvula reductora que sea al mismo tiempo válvula de retención

Este caso se ha presentado cuando los suministros de agua son realizados por empresas diferentes o cuando las aguas, por debajo de la reductora, puedan estar contaminadas y se ha de evitar su acceso a la red de distribución. Otro caso en el que se debe evitar la inversión del flujo es cuando se produzca una rotura de importancia agua arriba de la válvula reductora. En este caso la válvula actúa como de seguridad contra roturas en la parte que normalmente está a más alta presión.

CASO F: Válvula reductora que permita el paso del flujo en sentido contrario

Este es el caso opuesto al anterior. Bajo ciertas circunstancias algunas válvulas reductoras de presión tienen que permitir el flujo en sentido contrario. Este caso se venía solucionando con una válvula reductora más una válvula de retención colocada invertida. Sin embargo se le puede acoplar un sencillo mecanismo a una válvula reductora para eliminar el uso de tal válvula de retención.

CASO G: Válvula reductora que limite el caudal a un máximo determinado

Este caso puede tener tres soluciones. Una de ellas sería añadir a la válvula un sistema piloto especial con tubos Pitot. La segunda consistiría en añadir a la válvula un simple limitador de la carrera del émbolo o pistón que controla la apertura de la válvula, con posibilidad de regularlo in situ. Una tercera solución, ya independiente de la válvula reductora, consistiría en instalar agua bajo de la válvula un simple y barato limitador físico de caudal de orificio deformable.

CASO H: Válvula reductora que limite a un máximo la presión de salida

Se puede incorporar, en algunos casos, directamente un sistema de seguridad en la válvula reductora consistente en una válvula de alivio o descarga. Generalmente, y cuando los caudales son importantes, la válvula de alivio se instala independientemente de la reductora y agua abajo de esta.

CASO I: Válvula reductora que se cierra al haber una rotura

Este caso de función doble, del que no teníamos noticia de que se hubiera solucionado, lo hemos resuelto fácilmente mediante un piloto especial y sus correspondientes conexiones. Creemos que esta solución es de suma importancia porque una válvula contra inundaciones cuesta del orden de varios millones de pesetas y nuestro sistema adicional a la reductora tan solo cuesta unas cien mil pesetas. Lo hemos diseñado aprovechando un tipo

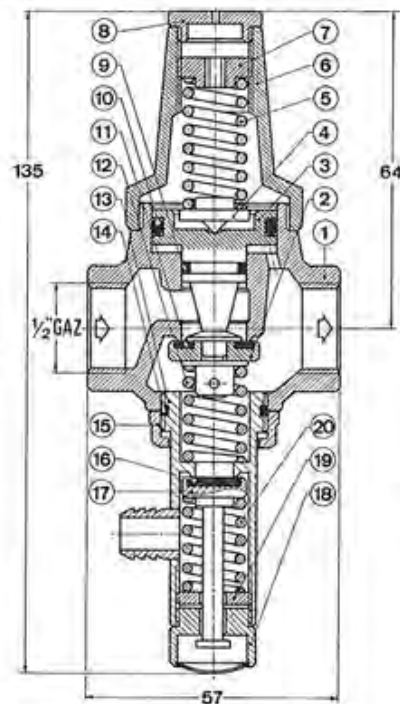
de válvula existente, en la solución que se puede denominar válvula Ross-Mateos.

OTROS CASOS: Funciones triples, cuádruples, etc.

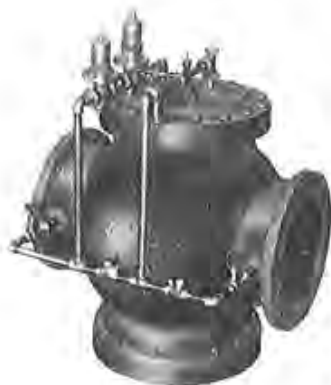
En los 14 años que llevamos analizando el comportamiento y posibilidades de las válvulas reductoras, hemos comprobado su fiabilidad y experimentado su posibilidad de realizar funciones múltiples. Se han mencionado nueve casos de funciones dobles. No mencionamos detalladamente otras funciones más complicadas por no alargar esta exposición. Cabe, sin embargo, mencionar que cualquier válvula reductora se puede adaptar para mando a distancia o para actuar de apertura y cierre cualquiera que sea su función adicional. Entre las funciones múltiples se pueden tener válvulas reductoras-mantenedoras-caudal máximo; reductoras-mantenedoras-seguridad y hacer que en los primeros casos (A al H) se pueda instalar el mecanismo Ross-Mateos.



Válvula Ross-Mateos, reductora y contra inundaciones. Se cierra al haber una rotura agua abajo.



Válvula reductora de presión Ramus equipada adicionalmente con sistema de seguridad.



Válvula reductora con triple función, funciones adicionales de mantenedora de presión agua arriba y de retención.

Fallos e inconvenientes del accionamiento eléctrico en las válvulas para llenado de depósitos

Por: Manuel Mateos
ICCP, AOP, Master of Science

Desde hace unos quince años, he estado en contacto con numerosos problemas surgidos en el llenado de depósitos. Parte de esta experiencia está plasmada en las publicaciones "Válvulas para Controlar el Llenado de Depósitos de Agua: Estudio de 24 Casos Especiales" (CIMBRA — Diciembre de 1982), y "Abajo las Válvulas de Flotador" (CIMBRA — Octubre 1981). Creemos de interés ahora el mencionar los varios posibles fallos que pueden sufrir las válvulas para el llenado de depósitos de agua de accionamiento eléctrico.

Las válvulas de accionamiento eléctrico pueden ser del tipo compuerta. Este tipo no es recomendable por existir problemas de cavitaciones en posiciones intermedias al no ser válvulas equilibradas hidráulicamente.

Otro tipo de válvula que se usa corrientemente es el de mariposa, que también puede tener pro-

blemas de cavitación en posiciones intermedias, así como sufrir grandes torsiones al no ser válvulas equilibradas hidráulicamente. Dado que estas válvulas instaladas para el llenado de depósitos están funcionando continuamente, deben ser de construcción robusta, especial, con usillos del grosor adecuado. Como curiosidad debe mencionar que recientemente entré en contacto con un problema de anulación de una válvula de mariposa electrificada que estaba usándose para controlar el llenado de un depósito de agua. El caudal era del orden de los dos mil litros por segundo y colocaron a continuación una válvula de flotador por creerla de mayor fiabilidad. La válvula de mariposa motorizada eléctricamente pasó a ser una simple válvula de apertura y cierre de emergencia.

Creemos que las válvulas de llenado de depósitos, motorizadas o no, deben estar equilibradas hidráulicamente, es decir que no sufran tensiones, por ejemplo como las del cuerpo tipo globo. Deben tener mecanismos o tapones de cierre en los que el flujo vaya disminuyendo gradualmente para evitar sobrepresiones que puedan causar golpe de ariete o tensiones excesivas en las tuberías.

En cuanto al uso de la electricidad para mando de válvulas de llenado de depósitos, exponemos a continuación los posibles fallos que pueden ocurrir.

- Para el accionamiento de la válvula se requiere una fuente externa de energía eléctrica. Hay que tener en cuenta que las interrupciones en su suministro, debidas a temporales u otras causas, dejarían la válvula fuera de servicio, pudiendo dar lugar a que el agua rebose del depósito.
- El circuito eléctrico que acciona el cierre de la válvula puede realimentarse al poner en marcha



Figura 1.— Modelo de válvula de mariposa accionada por motor eléctrico.



Figura 2.— Válvula de mariposa de accionamiento hidráulico, no eléctrico. Tiene la ventaja de no necesitar energía externa para su funcionamiento y las desventajas de no ser una válvula equilibrada hidráulicamente.



Figura 3.— Válvula de alta seguridad (tipo globo) para llenado de depósitos de agua. No necesita energía eléctrica, está equilibrada hidráulicamente para no producir tensiones internas, y se cierra lentamente sin producir sobrepresiones.

una estación de bombeo u otro motor cualquiera. En tal caso la válvula de llenado de depósitos se cerraría a destiempo, con los consiguientes trastornos.

- El relé térmico del contactor, regulado para la intensidad del motor, puede saltar por falta de conservación electromecánica, dejando sin energía al sistema de accionamiento de la válvula.
- Pueden también establecerse corrientes de defecto a tierra. En este caso se pueden neutralizar con un cortocircuito diferencial, pero ello dejaría sin corriente a la instalación e inutilizaría el sistema.

Además de los fallos citados, conviene tener en cuenta que el accionamiento eléctrico, requiere voltajes medios (220 ó 380 V), que en un medio húmedo, como son los lugares donde están instaladas las válvulas para el llenado de depósitos, en-

traña graves riesgos de electrocución para los operarios encargados de su manejo.

Creemos que la mejor solución es prescindir de la energía eléctrica y utilizar válvulas equilibradas hidráulicamente que tomen la energía necesaria para su funcionamiento de las presiones del agua de la conducción o del depósito. Estas válvulas deben cerrar paulatinamente para evitar sobrepresiones o golpes de ariete. Se pueden utilizar flotadores para su funcionamiento o, en casos especiales, pilotos captadores de las presiones en la red o en el depósito. Al tomar la energía del propio sistema de las conducciones de agua no se necesita ninguna aportación de energía externa, que siempre puede quedar interrumpida en alguna ocasión, dando entonces lugar a un posible desperdicio de agua.

M.M.

VALVULAS ESPECIALES PARA AGUAS SUCIAS

Por: Manuel Mateos de Vicente
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Ayudante de Obras Públicas

Las recientes preocupaciones sociales por mantener el equilibrio ecológico de nuestro planeta se han plasmado ya en nuestro país con algunas leyes y disposiciones para evitar una contaminación excesiva y preservar nuestros ríos y playas de una degradación peligrosa. Las prohibiciones de vertidos de aguas fécales a los mares y nuevos planes para el saneamiento de aguas requieren una actuación en el campo hidráulico que exige una mayor dedicación del ingeniero en estudios de nuevas soluciones técnicas.

En este artículo vamos a estudiar solamente algunos tipos de válvulas especialmente diseñadas para conducciones de aguas sucias que, en algunos casos, son similares a las válvulas especiales empleadas para aguas normales. En los diseños de estas válvulas especiales se han tenido en cuenta, principalmente, dos factores: en primer lugar, las aguas sucias tienen mayor densidad que las limpias; en segundo lugar, las especiales características físicas y químicas de las aguas fecales obligan a realizar diseños de válvulas que puedan trabajar con mayor seguridad y con mecanismos y cuerpos adecuados.

Hemos visto que existen fallos en impulsiones de aguas sucias originados por la utilización de válvulas de retención no adecuadas y por la falta de disponibilidad de ventosas fiables. Igualmente hemos observado que las válvulas de seguridad que suelen colocar necesitan mejorarse.

VALVULAS DE RETENCION

Cuando exista la posibilidad de que se produzca un retroceso del agua que pueda dañar una instalación de bombeo, hay que tratar de controlarlo o eliminarlo. El procedimiento más corriente es limitarlo en un punto mediante la instalación de válvulas de retención. Sin embargo, hemos de tener presente que no todas las válvulas de retención son válidas para emplearlas con aguas sucias. También hemos de considerar que una válvula de retención que cierre con brusquedad puede producir un golpe cuyos efectos nocivos se transmiten a la tubería adyacente, válvulas de cierre, bombas, etc., disminuyendo su vida útil. Hemos observado que es corriente colocar una válvula tipo clapeta con bisagra, inmediatamente después de las bombas, que consideramos poco adecuada.

Existen válvulas de retención que prácticamente no se atascan con aguas sucias. Entre ellas, la que consideramos más idónea es la de clapeta con contrapeso amortiguada (Fig. 1). Esta válvula cierra rápidamente en el 90 por 100

del recorrido y el 10 por 100 restante es regulado por el amortiguador para que el cierre sea silencioso y sin golpetazos. La velocidad de cierre del primer 90 por 100 del recorrido, se puede regular por medio del contrapeso incorporado a la válvula. Aunque el precio de este tipo de válvula pueda resultar caro, su grado de fiabilidad es muy alto.

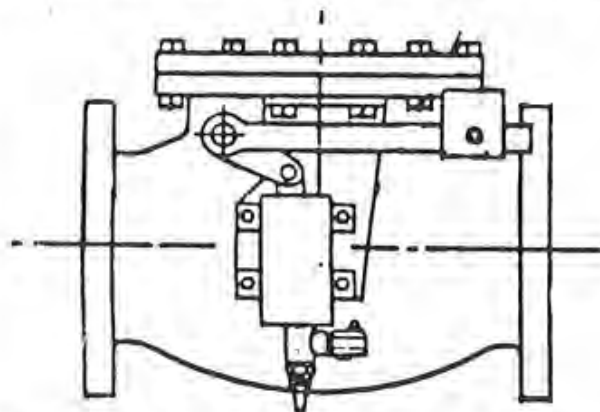


Fig. 1 - Válvula de retención de clapeta amortiguada.

Otro tipo de válvula de retención aconsejable para aguas sucias es la de bola (Fig. 2). En este modelo, la obstrucción al paso del agua es mínima, lo que produce muy poca pérdida de carga. La bola debe ser resistente, no deformable, de acero inoxidable y asentar sobre un anillo de goma especial. Este modelo de válvula se puede colocar tanto en posición horizontal como en vertical, con el flujo del agua hacia arriba. Dado que su cierre no es amortiguado puede causar golpe de ariete al cerrar. No la recomendamos para grandes presiones ni para diámetros superiores a 200 mm.

VALVULAS DE ALIVIO, O DE SEGURIDAD

Una vez que se ha frenado el retroceso del agua con la válvula de retención adecuada, conviene eliminar en lo posible las sobrepresiones que puedan producirse. Existen válvulas de alivio de alta tecnología y altos precios que,

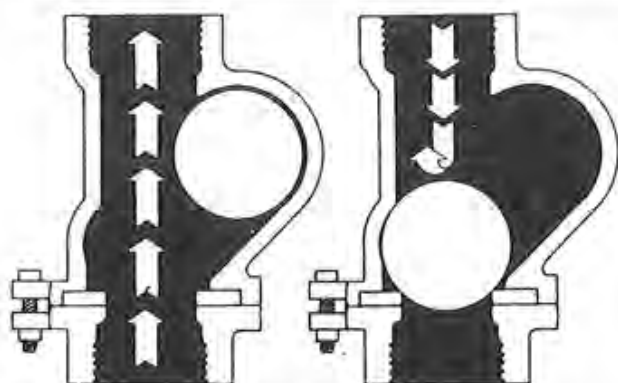


Fig. 2 - Válvula de retención de bola.

por lo general, no se puede justificar su instalación en una impulsión de aguas sucias; de cualquier forma, dada nuestra escasa experiencia en este tipo de válvulas evitaremos mencionarlas. Las válvulas de alivio que se instalan normalmente son las del tipo "de seguridad". Consisten básicamente en un muelle con posibilidad de calibrado que oprime un tapón. Si la presión del agua en la tubería aumenta por encima de la presión a la que se calibró la válvula, ésta se abre dando lugar al alivio de sobrepresiones y a la disminución de los efectos del golpe de ariete. Se ha mejorado esta válvula al incorporarle varios muelles (Fig. 3).

VENTOSAS

Cuando empezamos a analizar los problemas de las impulsiones de aguas residuales, muchísimos técnicos nos indicaron que no existían ventosas fiables. Las ventosas son necesarias en impulsiones con puntos altos, para evacuar el aire que se acumula en la tubería después de su vaciado o también al llenarla. Si este aire no se evacúa, se pueden originar sobrepresiones que rompan las tuberías o formarse bolsas de aire que impidan el paso del agua o reduzcan su caudal. Para eliminar el aire durante el llenado y permitir

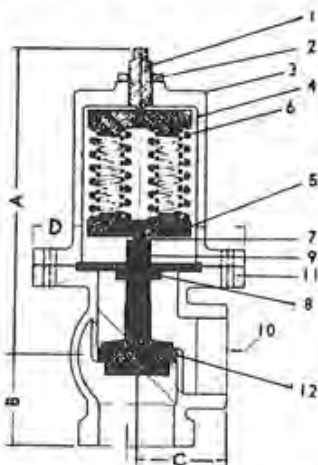


Fig. 3 - Válvula de alivio especial para aguas sucias, con 8 muelles.

su entrada en el vaciado de las tuberías, hemos recomendado ventosas como las representadas en la Fig. 4. Si la impulsión, debido a las características de trabajo de las bombas introduce aire que se acumula a presión en la tubería, recomendamos la instalación de ventosas del tipo representado en la Fig. 5. En ambos modelos los sólidos se acumulan en la parte baja y deben ser limpiados con cierta frecuencia. Para ello se utiliza una manguera como la representada en la Fig. 5, conectada a la ventosa para poder realizar esa labor sin desmontarla de la tubería.

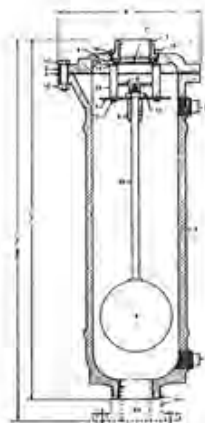


Fig. 4 - Ventosa para llenado y vaciado de tuberías con agua sucia.

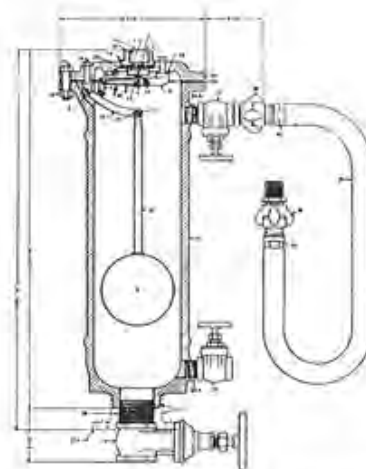


Fig. 5 - Ventosa para eliminar aire en las tuberías de agua sucia en presión, con manguera para limpiado de la misma.

RESUMEN

Presentamos algunos tipos de válvulas especialmente diseñadas para trabajar con aguas sucias, con el fin de mejorar las redes de saneamiento. El perfecto conocimiento de las válvulas más adecuadas a cada caso particular, permitirá adoptar mejores soluciones y más duradera que empleando cualquier tipo de válvula existente en el mercado.

M.M.V.

EL PROBLEMA DEL COMPORTAMIENTO DE LAS VENTOSAS Y SU SOLUCION CON VENTOSAS TRIFUNCIONALES

Por: Manuel MATEOS,
I.C.C.P. - A.O.P.
Master of Sc.

Se presentan en esta comunicación tres tipos de ventosas que pueden hacer la triple función de admisión de aire, expulsión del mismo, y purgar el aire acumulado en tuberías bajo presión. Se analizan también las causas del mal funcionamiento de algunos tipos de ventosas.

Dadas nuestras actividades en hidráulica estamos en contacto continuo con Departamentos de Aguas de ciudades y con Confederaciones Hidráulicas en todo el ámbito nacional. Nos ha extrañado siempre la poca fiabilidad que se da a las ventosas. Esta falta de fiabilidad resulta en que los cálculos teóricos del golpe de ariete no coinciden en muchos casos con la realidad, lo que nos ha llevado a divulgar otro método para eliminar el golpe de ariete basándonos no en cálculos teóricos, sino en lo que ocurre en la práctica, información sobre el cual está presentada en la Bibliografía que se incluye al final, Referencias 1, 2, 3, 4, y 5.

Las ventosas que funcionan inadecuadamente pueden dar lugar a que aumente la presión 22 veces. Esto está explicado en el Manual de Uralita, páginas 698 a 701. Ello da lugar a que en el mismo Manual no recomienden usar ventosas, sino grifos. Lo mismo hacen los técnicos de algunos Organismos y el mismo criterio mantienen algunos profesores de hidráulica.

Desde 1970 estamos analizando el comportamiento de válvulas automáticas, incluso ventosas. En cuanto a las ventosas, sería necesario hacer una evaluación estadística de las que no funcionan para darnos cuenta del problema y tratar de formular especificaciones que definan las ventos-

sas, pues aunque estas fueran más caras en algunos casos, se eliminarían muchas roturas de tuberías.

Las causas del mal funcionamiento de algunas ventosas son varias y se pueden clasificar como sigue:

Diseño:

Inadecuado a veces. Bola mal dimensionada. No se protegen contra golpes de ariete.

Materiales:

A veces no son los idóneos. Hay que tener en cuenta que el óxido puede bloquear los mecanismos. Se pueden originar corrientes eléctricas cuando el agua contiene sales y hace de electrolito, lo que puede oxidar o destruir el acero inoxidable cuando existen partes de bronce.

Bola:

De material inadecuado. De flotabilidad excesiva. Deformables al sufrir golpes de ariete. Se hienden bajo presión. Deformables a altas temperaturas ambientales, alcanzando en algunos casos la forma de un ocho.

Frecuencia:

No suficiente en muchos casos. Tramos horizontales o de poca pendiente sin ventosas o purgadores.

Presiones:

A veces se colocan ventosas en altas presiones cuando solo funcionan bien para bajas presiones.

Dimensionamiento:

Creemos que a veces es excesivo; tal vez debido a dudas en su fiabilidad.

Existe una variedad de modelos de ventosas y purgadores, algunos de los cuales presentamos en la Referencia 6. En esta comunicación nos referiremos exclusivamente a ventosas trifuncionales de un solo cuerpo, sobre las que tenemos amplia experiencia.

Llamamos ventosas trifuncionales a aquellas que sirven para inyectar aire en la tubería durante su vaciado, expulsarlo durante el llenado y también expulsar el aire disuelto en el agua cuando ésta está a presión dentro de la tubería.

VENTOSA TRIFUNCIONAL PARA PRESIONES BAJAS Y DIAMETROS PEQUEÑOS DE LA TUBERÍA

Hemos encontrado en el mercado la que se presenta en la Figura 1. Esta ventosa se fabrica enteramente en bronce, lo que elimina corrosiones y efectos electrolíticos. La bola es de una densidad muy cercana a la del agua, maciza por lo que es indeformable; se favorece así la expulsión del aire que se acumula cuando la tubería trabaja bajo presión. Su diámetro exterior, teórico, es de 3/4 de pulgada (19 mm.), con un agujero de entrada de 12 mm.

Se han colocado con éxito en conducciones de hasta 150 mm. de diámetro. Para diámetros mayores se pueden colocar dos o más en racimo, o paralelo. Hay que tener en cuenta que este tipo de ventosa solo es fiable para presiones de hasta 8 atmósferas de trabajo.



Figura 1. Ventosa trifuncional Ramus, tipo Vanoise. Patentada. De 3/4 de pulgada. Para presiones hasta de 8 atmósferas. Inoxidable (en bronce).

VENTOSA TRIFUNCIONAL PARA PRESIONES MEDIAS Y DIAMETROS MEDIOS DE LA TUBERÍA

Otra ventosa que hemos probado es la presentada en la Figura 2. Su diseño y materiales son análogos a los de la ventosa anterior. Se fabrica en dos dimensiones: de 1 pulgada (25,4 mm.) con agujero de entrada de 22 mm., y de 1 y 1/4 de pulgada (31,75 mm.) con agujero de entrada de 28 mm. Se puede colocar la primera (de una pulgada), según experiencias, en tuberías hasta de 200 mm. de diámetro, y la segunda (de 1 y 1/4 de pulgada) hasta 250 mm de diámetro, dependiendo de las presiones de agua dentro de la tubería. También se pueden colocar varias en racimo o paralelo para tuberías de mayores dimensiones.



Figura 2. Ventosa trifuncional Ramus, tipo Thorens. Patentada. De 1 y de 1,25 pulgadas. Para presiones hasta de 12 atmósferas. Inoxidable (en bronce).

VENTOSA TRIFUNCIONAL "UNIVERSAL" DE ALTA TECNOLOGÍA

Una válvula de comportamiento muy fiable, y relativamente económica, es la "Universal" de la Figura 3. Variedades de esta válvula pueden soportar presiones hasta 10, 20, 50 ó 100 atmósferas. Se fabrican, en general, para dimensiones entre 1 y 8 pulgadas (25,4 a 203 mm.). Dado que es una ventosa poco usada en nuestro país, explicaremos a continuación su funcionamiento.

En la Figura 3 se puede ver la ventosa completamente abierta, posición que adopta cuando la tubería está vacía. Cuando se está llenando la tubería de agua, el aire puede salir libremente al exterior a través de un gran orificio. Cuando el aire ha sido eliminado y el agua penetra en el cuerpo de la ventosa, se eleva la esfera flotador hasta su

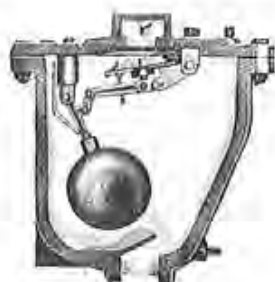


Figura 3. Ventosa trifuncional "Universal". Patentada. De altas prestaciones. Para presiones entre 0 y 10; 0 y 20; 0 y 50 ó 0 y 100 atmósferas, dependiendo de los materiales de su construcción. En posición completamente abierta.



Figura 5. Ventosa trifuncional "Universal" en posición intermedia para evacuar aire que se acumula en las tuberías cuando están bajo presión. Es decir haciendo las veces de purgador.

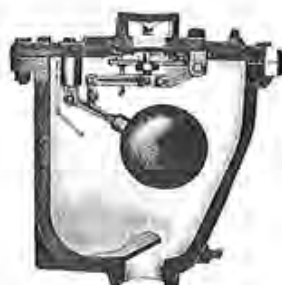


Figura 4. Ventosa trifuncional "Universal", en posición completamente cerrada.

nivel máximo (Figura 4), cerrando las dos salidas del aire de la ventosa. Estas dos salidas son una de gran diámetro y otra un pequeño orificio. Cada salida tiene un mecanismo de apertura y cierre independiente. Una vez que la tubería está llena de agua bajo presión, el aire que siempre está suspendido en el agua y que tiende a acumularse en ciertos lugares de la tubería, penetra en el cuerpo de la ventosa, donde se acumula y desplaza al agua que se encontraba en la ventosa. La esfera-flotador desciende por efecto del aire y de las bielas que hacen de palancas y baja el émbolo que cierra el orificio de pequeño diámetro (Figura 5), con lo que se permite la salida del aire a presión; es decir hace de purgador sónico, o sonoro. Una vez expulsado el aire a presión, el flotador asciende y cierra de nuevo el orificio de salida del aire, volviendo a la posición de la Figura 4.

Al vaciarse la tubería, el flotador desciende completamente y la ventosa vuelve a la posición de la Figura 3, dejando el orificio grande completamente abierto para que penetre aire en el interior de la tubería. El proceso trifuncional se repite de forma automática.

Como complemento necesario para el dimensionamiento de una ventosa están las curvas características de las

mismas. Dada la poca proliferación de estas curvas en lo que se refiere a ventosas, incluimos las Figuras 6 y 7 que se refieren a la ventosa tipo Universal, pues pueden tener utilidad en la comparación con el dimensionamiento de otros tipos de ventosas o purgadores.

Expulsión de aire en llenado o admisión en vaciado.

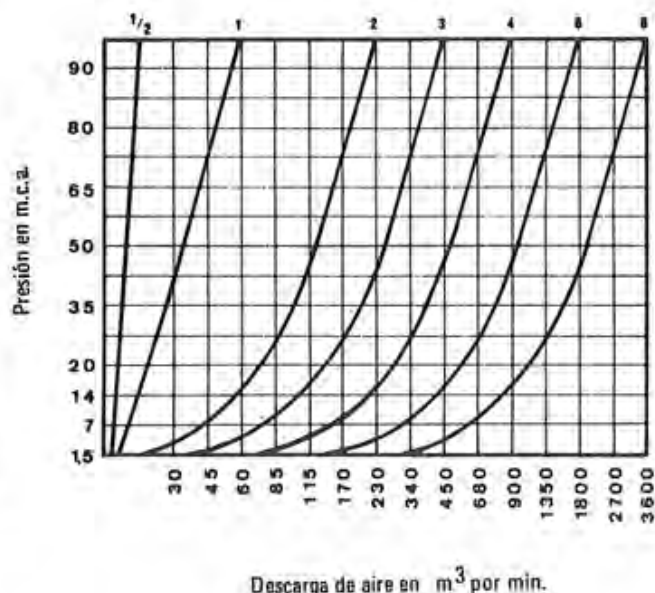


Figura 6. Curvas características de la ventosa tipo "Universal" en sus funciones de llenado y vaciado de las tuberías. Dimensiones de las curvas en pulgadas para el diámetro de salida del aire.

Expulsión de aire en presión

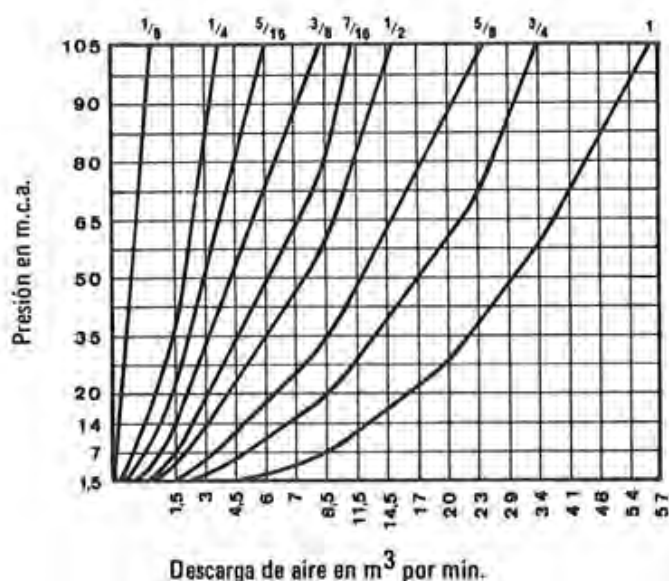


Figura 7. Curvas características de la ventosa "Universal" en su función de purgador sónico para la evacuación del aire bajo presión. Las curvas dan las dimensiones del pequeño orificio de salida de aire.

RESUMEN

Hemos presentado tres tipos de ventosas probadas y que realizan la triple función de ventosa normal y purgador en un solo cuerpo de una manera fiable, según nuestras experiencias. Otros datos están presentados en las Referencias 6 a 9. Información sobre ventosas para aguas sucias se refleja en la Referencia 10.

BIBLIOGRAFIA RESEÑADA

— Referencia 1. "Cálculo para la eliminación del golpe

de ariete", **Informe**. Pedidos: M. Mateos, Apartado 31.031, Madrid.

- Referencia 2. "Comentarios al artículo "De la conversión de energía de ondas en energía de masas en las impulsiones", por M. Mateos. **Revista de Obras Públicas**, Pág. 55, Enero 1980.
 - Referencia 3. Comentarios al artículo "Chimeneas de Equilibrio en Instalaciones de Bombeo", por M. Mateos, **Revista de Obras Públicas**, Pág. 33, Enero 1983.
 - Referencia 4. "Adiós golpe de ariete, adiós", por M. Mateos, **Cimbra**, Pág. 19 y 20, Junio 1982.
 - Referencia 5. Réplica a los comentarios de Don Enrique Mendiluce sobre la comunicación "Adiós golpe de ariete, adiós", por M. Mateos, **Cimbra**, Pág. 33 y 34. Diciembre 1982.
 - Referencia 6. "Ventosas - Análisis práctico de su comportamiento y presentación de 17 tipos", por M. Mateos. Comunicación.
 - Referencia 7. "Comentarios" a la comunicación de Don Enrique Mendiluce "Peligrosidad del aire en el interior de las tuberías", por M. Mateos, presentada a la **Revista de Obras Públicas**, en Mayo de 1984.
 - Referencia 8. "Ubicación de las Ventosas", Informe.
 - Referencia 9. "Dimensionamiento de Ventosas", Informe.
 - Referencia 10. "Válvulas especiales para aguas sucias", por M. Mateos, **Cimbra**, Pág. 19 y 20, Febrero 1984.
- Nota: Los informes y comunicaciones anteriores se pueden solicitar al autor (M.M. - Apartado 31.031 - Madrid).

Comentarios a la comunicacion "DESAIREACION DE TUBERIAS"

de DON ENRIQUE MENDILUCE,
PUBLICADO EN EL NUMERO 214
DE ESTA REVISTA

Por Manuel MATEOS,
ICCP. AOP

La comunicación de Mendiluce sobre el problema del aire en el interior de las tuberías es de sumo interés dada su larga experiencia en el diseño de impulsiones y en la determinación del golpe de ariete y sus causas.

Necesitamos más comunicaciones de este tipo pues es muy probable que las ventosas que no funcionan adecuadamente en nuestro país sean del orden de decenas de miles. Basándonos en nuestra propia experiencia hacemos unos comentarios poco extensos a la comunicación de Mendiluce.

MAGNITUD DEL PROBLEMA.— Habría que hacer un estudio estadístico, pues es fácil que las que no funcionan en nuestro país sumen varios cientos de miles. Al menos hay muchos compañeros que ya no confían en las ventosas, lo que no es tolerable pues hay que conocer los distintos tipos de ventosas, sus limitaciones y prestaciones.

EFFECTOS EN EL GOLPE DE ARIETE.— La acumulación de aire en las tuberías puede potenciar los efectos del golpe de ariete, haciendo inútiles sus cálculos y aún hacer perder la fe en algunas fórmulas.

MODELOS.— Hay que tener en cuenta que hay una gran variedad de modelos de ventosas pa-

ra todas las presiones, diámetros y pendientes con las que tengamos que trabajar. En las referencias 1 y 2 analizamos una gran variedad de ventosas.

COSTES.— Se pueden obtener ventosas de muy alta calidad a precios razonables, para cada situación de presiones, etc. a que han de trabajar.

PRESIONES DE TRABAJO.— Mendiluce refiere que las ventosas de bola no se deben colocar para presiones superiores a 5 atmósferas. Estamos básicamente de acuerdo con él, aunque hemos de mencionar que hemos colocado ventosas de bola de gran diámetro con presiones de más de 10 atmósferas, pero naturalmente hechas con materiales de calidad, y que están funcionando perfectamente.

UBICACION.— Se suelen colocar exclusivamente en los puntos altos, lo que es un gran error. Ya menciona Mendiluce que también hay que colocarlas en las subidas y en las bajadas de las conducciones. Nosotros las recomendamos también en los tramos horizontales, aunque del tipo purgador o trifuncional. Nunca debe haber tramos superiores a un km. sin ventosas o purgadores, aunque sean de pequeñas dimensiones con respecto al diámetro de la tubería.



PRESTACIONES.— Es preferible tener colocadas ventosas subdimensionadas antes que unas bien dimensionadas pero que no funcionen.

DIMENSIONAMIENTO.— Creemos que generalmente se sobredimensionan. Hay que tener en cuenta los ritmos de llenado y vaciado, así como la presión del agua cuando la conducción está en carga. En las Referencias 1 y 2 presentamos curvas para dimensionamiento de algunos tipos de ventosas y purgadores.

PURGADORES.— Los que hemos visto más corrientemente usados creemos que adolecen de defectos. Personalmente favorecemos las ventosas trifuncionales o los purgadores de biela.

VENTOSAS PARA AGUAS SUCIAS.— Hay que tener presente que no se pueden utilizar las ventosas corrientes en aguas sucias. Estas requieren ser construidas con diseños especiales, ya probados (Ver Referencia 3).

VENTOSAS PARA ALTAS PRESIONES.— Existen ventosas para presiones del agua en las tuberías hasta 100 atmósferas.

RESUMEN.— El problema de las ventosas es realmente grave. Nuestros primeros contactos con estos problemas datan de hace 30 años; actualmente estamos probando numerosos tipos de ventosas o analizándolos según la experiencia de otros países. La comunicación de Mendiluce nos da luz para que todos podamos ver mejor el problema.

REFERENCIAS:

- 1.— "El problema del comportamiento de las ventosas y su solución con ventosas trifuncionales", por M. Mateos, CIMBRA, Julio 1984.
- 2.— "Ventosas — Análisis práctico de su comportamiento y presentación de 17 tipos" por M. Mateos, presentado a la Revista de Obras Públicas.
- 3.— "Válvulas especiales para aguas sucias", por M. Mateos, CIMBRA, Febrero 1984.

M.M.

METODOS PARA PROGRAMAR APERTURAS DIFERIDAS DE VALVULAS PARA LLENADO DE DEPOSITOS DE AGUA

Por: Manuel Mateos de Vicente
Ingeniero de Caminos C. y P
Ayudante de Obras Públicas
Profesional Civil Engineer

La apertura diferida de válvulas para control de llenado de depósitos de agua, es un problema que se presenta cada vez con más frecuencia. Ello es debido a la proliferación de impulsiones, carestía y escasez de agua y a las tarifas nocturnas más económicas de la electricidad. La apertura retardada de las válvulas de control de llenado de depósitos la venimos realizando desde hace varios años en válvulas tanto del tipo con flotador como del que utiliza pilotos (válvulas de altitud). A continuación exponemos los casos que se suelen presentar, así como sus soluciones.

- 1.— Que se desee llenar el depósito preferentemente durante la noche por aprovechar tarifas económicas de la electricidad.
- 2.— Que se desee mantener la válvula de llenado de depósitos herméticamente cerrada hasta que el agua haya bajado a una cota más baja, que puede ser del orden de varios centímetros o de varios metros, según las necesidades. De esta forma se minimizan las puestas en marcha de estaciones de bombeo que se ponen automáticamente en funcionamiento en combinación con presostatos.
- 3.— Que se desee llenar un depósito solamente cuando haya excedentes en la red.

Para facilitar la soluciones de éstos y otros casos similares, referimos a continuación algunas de nuestras soluciones.

CASO A.

Hacer que una válvula de flotador no se abra

hasta que el agua haya descendido unos centímetros.

Este caso es muy fácil de solucionar con algunos modelos de válvula de flotador. Para ello cambiamos el sistema normal de unión de la boya a la varilla, haciendo que éste pueda recorrer una cierta distancia antes de accionar el mecanismo de apertura o cierre de la válvula. Se puede decir que se coloca una boya itinerante, con una varilla que lleva unos topes arriba y abajo de la palanca de la válvula que hacen que ésta se abra o cierre de una forma retardada. Este sistema, ver Figura 1, tiene el inconveniente de que hay un límite al recorrido del flotador, generalmente del orden de medio metro, aunque con ciertas válvulas y en condiciones extremas se puede llegar a un metro.

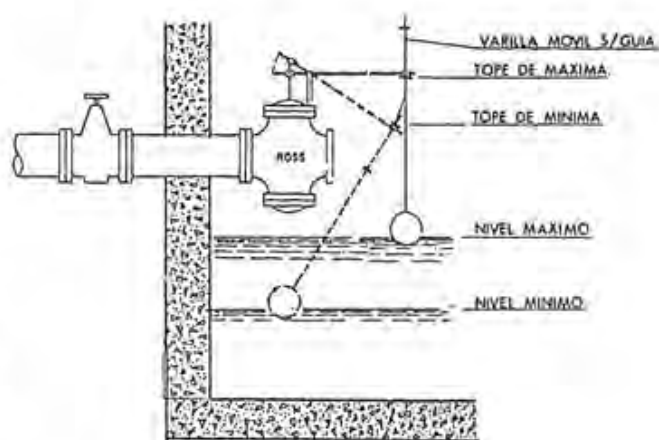


Fig. 1.— Dispositivo para retardar la apertura de una válvula de flotador.



CASO B.

Hacer que una válvula de flotador no se abra hasta que el agua haya descendido una distancia importante por debajo de la máxima lámina de agua.

Este caso se soluciona de manera muy sencilla utilizando válvulas con mando de flotador a distancia. La válvula se instala en la cámara de llaves y el flotador con mando a distancia de la válvula en una pequeña cámara situada en el depósito; esta cámara lleva una salida que está regulada por otro flotador adicional, ver Figura 2. Cuando el agua baja hasta hacer actuar el flotador adicional, vacía la cámara superior donde está colocado el flotador con mando a distancia de la válvula, con lo que ésta se abre. Por este método se puede hacer que el agua baje hasta la cota deseada, pues no hay más limitaciones que las naturales del depósito y de la presión del agua.

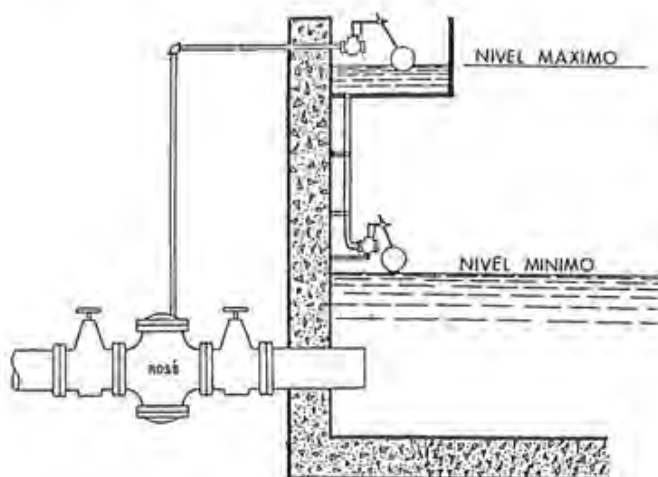


Fig. 2.— Dispositivo para hacer que una válvula de flotador no se abra hasta que la lámina de agua haya descendido hasta la cota deseada. La válvula va colocada en la cámara de llaves y se puede suministrar agua como se indica en la Figura o por arriba.

CASO C.

Hacer que una válvula de llenado de depósito mandada por presiómetros (tipo altitud, sin flotador), se abra cuando el agua haya descendido hasta una cota determinada.

Las válvulas para llenado de depósitos tipo altitud ofrecen grandes posibilidades para realizar ésta y otras funciones que pueden resolver muchos problemas de hidráulica. Son válvulas que pueden llevar a cabo funciones dobles o triples, tales como hacer también de válvulas de retención, permitir el flujo en ambos sentidos, actuar

como mantenedoras de presión, ser a la vez mantenedoras y de retención, ser también reductora, y poder ser fácilmente mandadas a distancia por electricidad.

Otra ventaja de las válvulas de altitud es que tanto la válvula como los mecanismos reguladores están colocados en la cámara de llaves no habiendo nada en el depósito, que ha de ser elevado.

Para solucionar este caso se coloca a la válvula de altitud un piloto adicional. Estos pilotos se regulan fácilmente para cambiar tanto la altura de la máxima lámina de agua, como la cota a la cual se desee que la válvula se vuelva a abrir. La única limitación es que la altura de la cota máxima del agua tiene que estar situada al menos a 3,50 metros por encima de donde esté colocada la válvula de altitud, aunque es preferible tener una cota mayor para no acudir a pilotos especiales.

CASO D.

Hacer la misma función anterior, pero por electricidad.

Generalmente las válvulas automáticas trabajan sin electricidad no obstante, ya hemos mencionado más arriba que algunas de las válvulas pueden estar accionadas por solenoides. Para esto se suelen emplear mecanismos eléctricos que funcionan tan sólo con un consumo de 9 vatios-hora y que pueden programarse para que actúen con seguridad cerrándose en el caso de una interrupción del suministro eléctrico. Para hacer que la apertura sea diferida, se colocan sensores a diversas alturas, como se indica en la Figura 3.

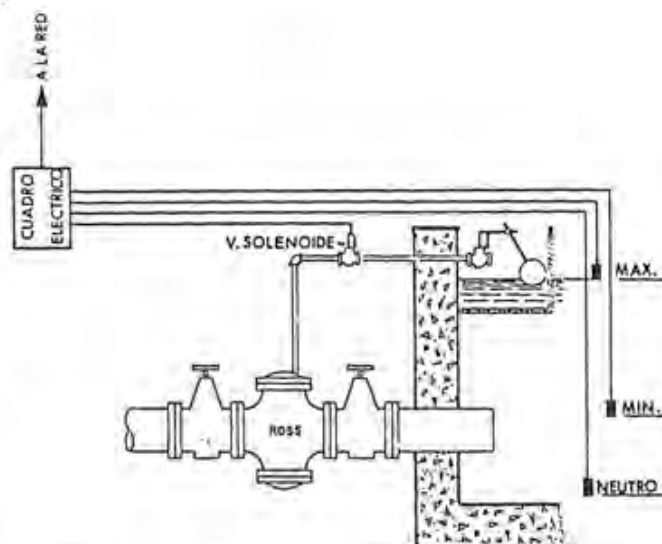


Fig. 3.— Dispositivos eléctricos para retardar la apertura de una válvula de llenado de depósitos de agua.

CASO E.

Hacer que se llene un depósito solamente cuando haya excedentes de agua en la red de suministro.

Este caso se presenta cuando se tiene un depósito en una ciudad entre dos zonas de suministro de agua. Se desea llenar el depósito preferentemente cuando haya excedentes de agua para no afectar al suministro. El depósito se alimenta de una zona y suministra agua a otra. La solución se lleva a cabo instalando una válvula de acción doble, mantenedora y de altitud.

Si el depósito se está llenando, pero baja la presión del agua de entrada por debajo de un mínimo establecido, la válvula se cerrará. Quedará cerrada y su apertura se diferirá hasta que la presión del agua de entrada suba de nuevo por encima del mínimo establecido. Al mismo tiempo, si el depósito se llena, la válvula se cerrará para

evitar que el agua desborde.

CONCLUSION

Es necesario tratar con amplitud el problema del llenado de depósitos: la regulación, presiones estática y dinámica, necesidades adicionales, costes, etc. Los tiempos en que se solucionaba el problema indicando solamente las medidas de la tubería han pasado. Las válvulas de flotador que no funcionan adecuadamente suponen un porcentaje muy importante. Las exigencias de las comunidades, hacen que la técnica de llenado de depósitos haya pasado a ser de gran complejidad. La solución de estos problemas necesita más y más de la colaboración de especialistas; de lo contrario, es muy posible que al colocar una válvula para el llenado de depósitos se vaya a engrosar el elevado número de las que no funcionan o lo hacen poco eficazmente.

Optimización de impulsiones largas o con altas presiones

Por: Manuel Mateos de Vicente
Ingeniero de Caminos
Ayudante de Obras Públicas
Master of Science
Profesor de Servicios Urbanos, Esc. Ing. T.O.P.

Sobre el autor:

Manuel Mateos es asiduo colaborador de CIMBRA en diversas áreas. Ha realizado una amplia labor de análisis básico e investigación de algunos problemas de ingeniería, plasmados en 60 publicaciones sobre tráfico, 70 sobre suelos, 30 sobre aprovechamiento de residuos industriales, etc. Ha estudiado o trabajado en varios países y realizado una labor mundial, siendo mencionada en "Who's Who in the World", "Men of Achievement", "Who's Who in Western Europe", etc. En hidráulica ha publicado 30 comunicaciones.

En el diseño de las estaciones de bombeo de agua conviene distinguir dos aspectos fundamentales:

- El dimensionamiento de las conducciones y la elección de las bombas que permitan suministrar los caudales de proyecto a las presiones óptimas de distribución.
- El sistema de protección de las instalaciones contra las sobrepresiones y golpes de ariete.

El primer aspecto citado es de sobra conocido y por ello sólo vamos a detenernos en el estudio de los sistemas de protección frente a las sobrepresiones y golpes de ariete.

Es sabido que la puesta en marcha y la parada de las bombas producen sobre presiones en las conducciones e instalaciones de la estación de bombeo; los mismos efectos causan las interrupciones en el suministro de energía eléctrica. La manera tradicional de eliminar las sobrepresiones consiste en colocar una válvula de clapeta y calderines. Actualmente, debido al considerable avance que ha experimentado el diseño de válvulas, es posible dar solución satisfactoria a los problemas de sobrepresiones y golpes de ariete por medio de válvulas automáticas.

En las páginas siguientes se describen algunos sistemas de protección de las instalaciones de bombeo y se explica la función desempeñada por cada válvula dentro del esquema correspondiente. Se han tenido en cuenta dos tipos de bombeo: el de aguas profundas y el de aguas someras.

La mayor inversión inicial que requieren los sistemas que a continuación se analizan está plenamente justificada, ya que no sólo permiten la optimización automática del bombeo sino que su mayor fiabilidad y eficacia les hacen competitivos con los sistemas de protección tradicionales que exigen, a menudo, cuantiosas inversiones en mantenimiento y reparación de roturas. Cuando la impulsión sobrepase los 3 km. puede ser lo más económico el instalar una válvula optimizadora del bombeo. Para longitudes menores de 3 km. se pueden consultar las referencias 1 y 2. Para casos especiales de optimización para caudal constante se puede consultar la referencia 3. Las re-impulsiones están estudiadas en las referencias 4 y 5, las anti-impulsiones están estudiadas en la referencia 6.

CASO PRIMERO: BOMBEO DESDE UN POZO PROFUNDO

Optimización de bombeos con válvula de Retención Controlada y análisis de válvulas auxiliares. (Figura 1).

En la Figura 1 se presenta el conjunto de válvulas que deben instalarse para optimizar el funcionamiento de una estación de bombeo de un pozo profundo. El diseño idóneo, en este caso, incluye una ventosa, una válvula de retención, una válvula de alivio, una válvula de optimización de bombeo y las correspondientes válvulas de cierre. A continuación, se explica la función particular de cada uno de estos elementos y se recomiendan los tipos de válvulas más apropiados.

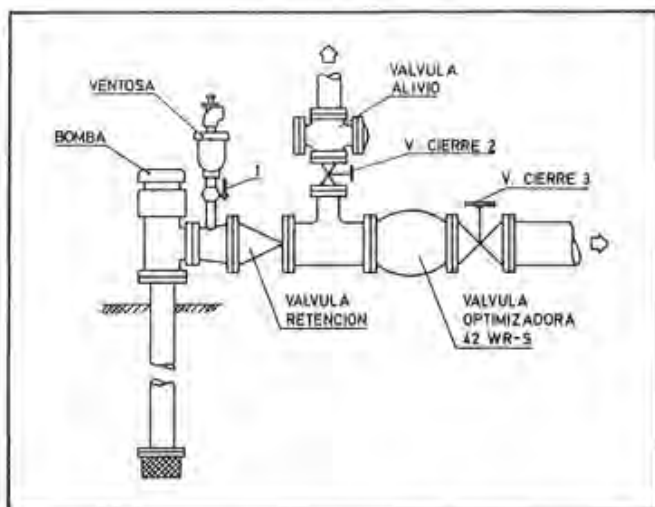


Figura 1. Esquema de una instalación de bombeo desde un pozo profundo con válvula optimizadora normal.

Ventosa

La finalidad de la ventosa es facilitar la evacuación de aire al iniciarse el bombeo y evitar que se haga el vacío en la tubería, permitiendo la admisión de aire, una vez que se haya detenido el bombeo.

Es conveniente que la ventosa vaya equipada con un mecanismo que regule la salida del aire, evitándose así los daños que los cierres bruscos suelen ocasionar en las ventosas que carecen de un sistema de regulación.

Recomendamos la ventosa "de pozo profundo" y aconsejamos que se instale una de tamaño ligeramente superior al estrictamente necesario, para facilitar la regulación in-situ de la salida de aire (ver referencia 7).

Válvula de Alivio Rápido

La inclusión de una válvula de alivio rápido en el diseño esquematizado en la Figura 1 se justifica sobradamente si tenemos en cuenta que esta válvula desempeña las siguientes funciones:

- Protege el tramo de conducción comprendido entre la bomba y la válvula de optimización de las sobrepresiones que se producen al poner en marcha la estación de bombeo.
- Expulsa las primeras aguas bombeadas que suelen contener sólidos indeseables.
- En el caso de que se cierre la válvula de retención por un fallo del suministro eléctrico, elimina el golpe de ariete que podría dañar la tubería de distribución.
- Permite reducir el timbraje de las conducciones ya

que neutraliza las sobrepresiones que se producen durante las operaciones de arranque y parada de las bombas.

- Protege a las bombas de las elevadas presiones que aparecen al iniciarse el bombeo, mientras está cerrada la válvula de optimización. Al evitar sobrepresiones en las bombas reduce considerablemente los gastos de conservación y mantenimiento de las mismas.
- Impide que comience el bombeo efectivo hasta que se alcance una presión mínima. Algunos fabricantes de válvulas recomiendan que se empiece bombeando en vacío hasta que la bomba llegue a la velocidad de régimen. Esta práctica es extremadamente perjudicial para las bombas y ya vemos que la instalación de una válvula de alivio rápido la hace completamente innecesaria.
- Asegura la circulación de un caudal de agua mínimo mientras que la bomba está trabajando. En el caso de bombas sumergibles esta función es primordial pues permite el enfriamiento de los motores.

El análisis de los epígrafes anteriores confirma la trascendencia del cometido de las válvulas de alivio en estas instalaciones.

Hemos diseñado válvulas de alivio rápido que se abren en cuanto la presión excede en un 10 por 100 a la presión manométrica de la conducción, descargando instantáneamente el volumen de agua preciso para que se anulen las sobrepresiones. El funcionamiento de estas válvulas es mucho más eficaz y fiable que el de las válvulas de seguridad que consisten en un resorte y un tapón.

Válvula de Retención

La misión de esta válvula de retención es aislar la bomba de la tubería impidiendo, al cerrarse, el retorno de la columna de agua sobre la bomba. La válvula se cerrará cuando ocurra alguna de las situaciones siguientes:

- Un fallo en el suministro de energía eléctrica; en este caso, la bomba dejará de funcionar y como la válvula de optimización se cierra paulatinamente existirá un retorno de la columna de agua sobre la bomba que se elimina intercalando entre ésta y la válvula de optimización una válvula de retención.
- Un fallo interno de la bomba; en esta circunstancia la bomba se detendrá y la válvula de optimización seguirá abierta por lo que se producirá una situación análoga a la descrita en a).

Nuestra experiencia nos indica que las válvulas de retención más apropiadas para este tipo de instalaciones son las Williams-Hager, de doble disco, de clapeta amortiguada, o de eje descentrado. La elección de uno u otro



Válvula Optimizadora del Bombeo con Cierre de Emergencia

Para comprender la diferencia entre esta válvula y la de cierre paulatino del CASO SEGUNDO analicemos la situación provocada por un fallo en el suministro de electricidad.

En el caso de un corte de corriente, la válvula, merced a un mecanismo que actúa sobre una válvula solenoide, se cierra con cierta rapidez evitando la acción de golpes de ariete sobre la impulsión. Simultáneamente la válvula de alivio, merced a la conexión en by-pass, elimina las sobrepresiones sobre la conducción mejorando el rendimiento del sistema de protección. Por el contrario, en el CASO PRIMERO era la válvula de retención la que eliminaba las sobrepresiones sobre la bomba cuando había un corte en el suministro eléctrico, pues la válvula optimizadora se cerraba muy lentamente.

La experiencia ha demostrado que se consigue mejor protección con la válvula con cierre de emergencia que con la combinación de cierre paulatino y válvula de retención.

CASO TERCERO: BOMBEO DESDE UN POZO SOMERO, O DEPOSITO

Optimización del bombeo con válvula de retención controlada. (Figura 3).

Este caso es muy similar al de la Figura 1, de pozo profundo. La única diferencia estriba en la VENTOSA que se coloca a la salida de la bomba. No se requiere que la ventosa sea modulante porque la cantidad de aire que expele es mínima.

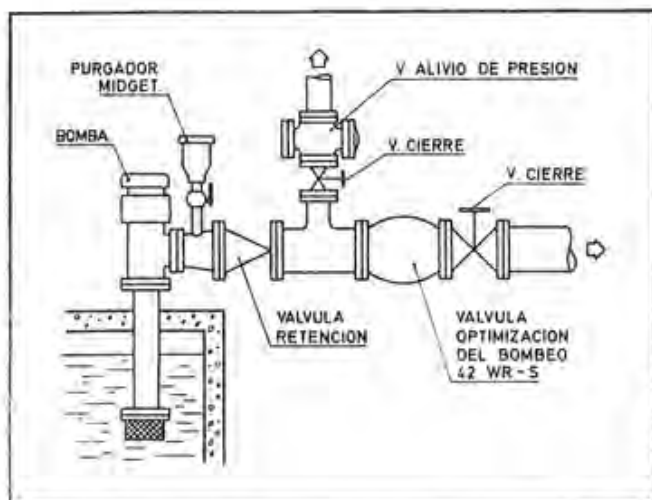


Figura 3. Esquema de una instalación de bombeo desde un pozo somero o depósito, con válvula optimizadora normal.

Se recomienda una ventosa purgador de tipo Midget, o si la instalación es de importancia, tipo purgador de bielas para expulsión de aire a presión. (Ver referencia 7).

CASO CUARTO: BOMBEO DESDE UN POZO SOMERO, O DEPOSITO, CON PROTECCION ESPECIAL

Optimización del bombeo utilizando una válvula de retención controlada con cierre de emergencia (Figura 4).

Este es un caso muy similar al de la Figura 2, de pozo profundo. La única diferencia estriba en la VENTOSA que se coloca a la salida de la bomba. No se requiere que la ventosa sea modulante porque la cantidad de aire que se expele es mínima.

Se recomienda ventosa purgador de tipo Midget, o, si la instalación es de importancia, del tipo purgador de levas para expulsión de aire a presión. (Ver referencia 7).

La explicación del funcionamiento de la válvula optimizadora está dado en el CASO SEGUNDO.

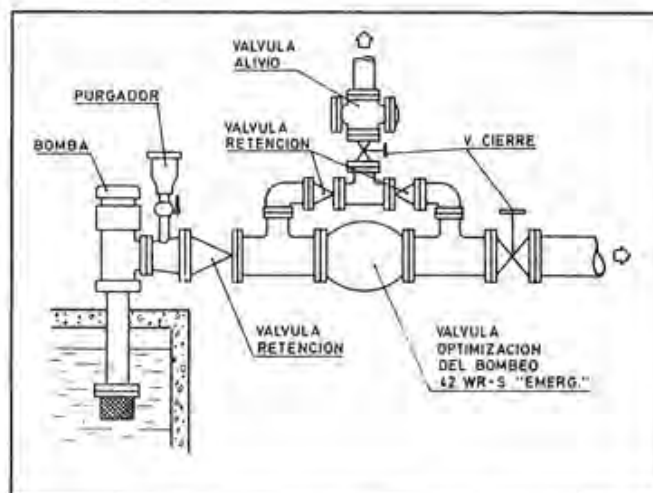


Figura 4. Esquema de una instalación de bombeo desde un pozo somero o depósito, con válvula optimizadora con cierre de emergencia por fallo en el suministro de energía eléctrica.

EFFECTOS DE LA OPTIMIZACION

En el CASO PRIMERO se mencionan los efectos favorables en el sistema. Las curvas del Golpe de Ariete para los CASOS PRIMERO al CUARTO pasan de ser similares a la de la Figura 5 a ser similares a la de la Figura 6.

CASO QUINTO: IMPULSION DE POCA ALTURA

Impulsión de poca altura para descargar en un depósito

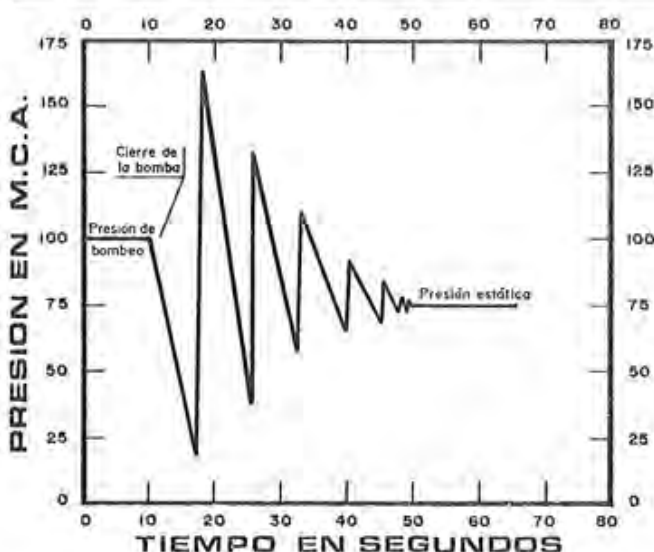


Figura 5. Gráfico de sobrepresiones y depresiones al pararse una bomba en una conducción sin proteger con válvulas automáticas.



Figura 6. Gráfico teórico de presiones que se obtiene en una estación de bombeo protegida con válvulas optimizadoras tal como se recomienda en los cuatro primeros Casos. Se supone la instalación protegida con ventosas fiables y válvula de retención idónea.

regulador adyacente situado por encima de la estación de bombeo. En este caso no se utilizan válvulas optimizadoras. Ver Figura 7. Se incluye como Caso Especial.

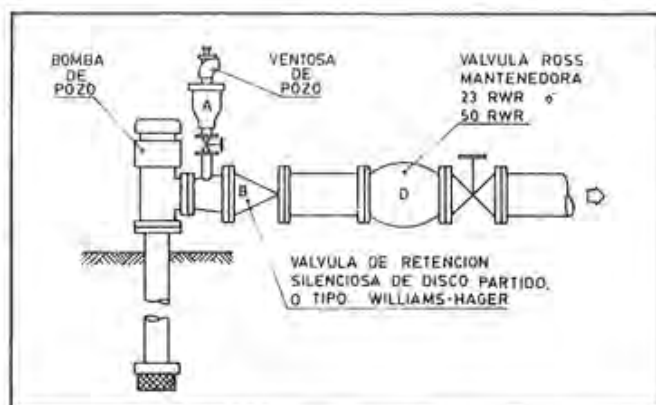


Figura 7. Esquema de una estación de bombeo especial donde el agua se impulsa a poca altura.

Ventosa (A) de Pozo Profundo

Si el pozo es profundo se utilizará una de bola especial, con dispositivo para pozo profundo. (Ver Referencia 6).

Válvula (B) de Retención

Dado el poco coste adicional que representa en el conjunto, es recomendable usar una buena válvula como puede ser una de disco partido o de Williams-Hager. (Ver Referencias 8, 9 y 10).

Válvula (D) de Regulación

Es una válvula mantenedora de la presión del lado de la bomba (Referencia 14). Solo se abre cuando la presión suba por encima de la mínima. Esta mínima se puede regular in-situ de acuerdo con las condiciones particulares del sistema en marcha. Impide que se saque del pozo más agua de la debida y asegura un caudal determinado en el bombeo.

CASO SEXTO: IMPULSION EN CONDUCCION LARGA DESCENDENTE

Optimización con válvula automática de retención controlada (Figura 8).

Ventosa

Si el pozo es profundo se utilizará una ventosa de esfera especial con dispositivo para pozo profundo (Referencia 7).

Válvula (C) de Alivio Rápido

Se debe colocar para evitar que la presión sea excesiva cuando se pone en marcha la bomba. Se regula en función de la válvula D.

Válvula (D) Optimizadora

Para automatización del sistema, esta válvula optimizadora se abre y se cierra lentamente con el fin de evitar sobrepresiones. La válvula se mantiene cerrada al comenzar a funcionar las bombas y se abre por un relé eléctrico cuando se haya evacuado el aire por la ventosa. También se le pueden programar a esta válvula sistemas de seguridad.

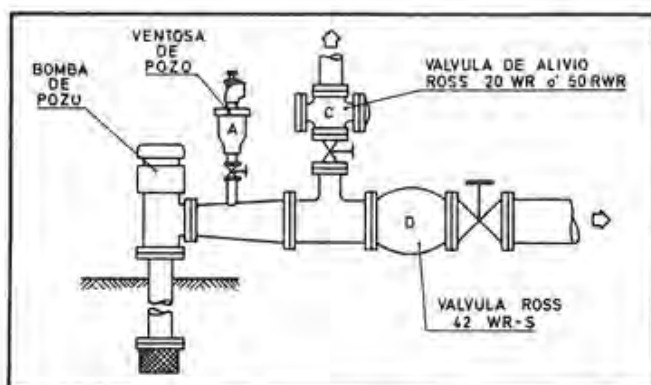


Figura 8. Esquema de una instalación de bombeo en conducción larga descendente, con válvula optimizadora normal.

CASO SEPTIMO: APROVECHAMIENTO DE UNA ESTACION DE BOMBEO DISEÑADA POR EXCESO

Se trata del funcionamiento óptimo de una estación de bombeo en donde las bombas suministran agua a una presión excesivamente alta que puede romper las tuberías. Se incluye como Caso Especial de Impulsiones.

Un ejemplo práctico de este caso nos puede ayudar a comprender el problema. Se nos consultó la solución para una estación de bombeo cuyas bombas producían 10 kg/cm², pero la conducción solo resistía 7 kg/cm². Nuestra solución consistió en colocar una válvula reductora y una válvula de alivio para no sobrecargar las bombas (Figura 9). Por muy poco coste adicional, preferimos la solución de la Figura 10, pues así tenemos un sistema de seguridad para que después de la válvula reductora no suba excesivamente la presión, aprovechando la válvula de alivio rápido.

SISTEMA OPCIONAL DE SEGURIDAD

Al haber una rotura en un tramo intermedio de una impulsión pueden las bombas seguir funcionando indefinidamente causando inundaciones, aparte de los costes de pérdidas de agua y de consumo de energía.

Para evitar esto se puede colocar en las válvulas optimizadoras un piloto especialmente conectado que capte una caída en la presión manométrica. Al ocurrir esto el piloto comanda la válvula optimizadora para que se cierre y que

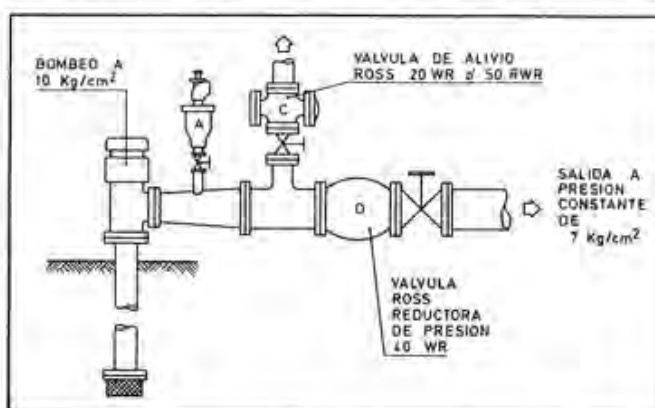


Figura 9. Aprovechamiento de una estación de impulsión con bombas diseñadas para dar un exceso de presión.

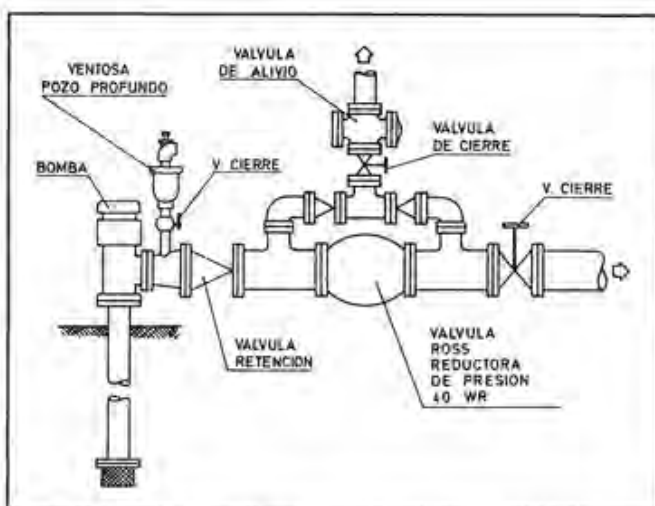


Figura 10. Esquema de un diseño óptimo para aprovechamiento de una impulsión con bombas diseñadas (o instaladas) para dar una presión excesiva que puede causar roturas en las tuberías.

ésta a su vez interrumpa el funcionamiento de las bombas. Este sistema lo hemos aplicado primeramente en España en conjunción con válvulas reductoras-reguladoras de presión. (Ver referencia 15).

OTROS PROBLEMAS EN IMPULSIONES

La inadecuada expulsión del aire puede causar roturas en las tuberías durante su llenado o aún en funcionamiento. La poca admisión de aire durante el vaciado ha causado muchos colapsamientos. Las ventosas hay que seleccionarlas debidamente. En la referencia 6 analizamos 17 tipos y en las referencias 16, 17 y 18 presentamos otros problemas de ventosas.

Generalmente las impulsiones terminan en depósitos. Hemos intervenido en numerosas instalaciones de llenado de depósitos. También hemos conocido problemas de toda índole, hasta causantes de heridos y muertos. En las referencias 19 y 24 se presentan los fundamentos de la selección de válvulas para llenado de depósitos y el estudio de 40 casos especiales.

El principal problema que es la interrupción inesperada y sin aviso de la corriente eléctrica y que está solucionado en los CASOS SEGUNDO y CUARTO está también expuesto en la referencia 25.

Otro caso que se nos consulta con frecuencia es proyectar la parada de las bombas cuando el depósito final esté lleno. Hemos diseñado un sistema económico que prescinde de transmisiones por radio o de cables eléctricos que comuniquen la estación de bombeo con el depósito. Para información ver la referencia 27.

Las impulsiones de aguas negras merecen un tratamiento especial. Parte de nuestras experiencias están recogidas en la referencia 28.

AUTOMATIZACION DEL SISTEMA

Actualmente se está empleando la informática para automatizar válvulas y mandarlas a distancia por electricidad, radio, o microondas. Los Casos anteriormente expuestos se prestan a ser automatizados. Más información sobre este aspecto se puede consultar en la referencia 26.

RESUMEN

Se presentan los cuatro casos típicos de impulsiones largas resueltos con válvulas especiales automáticas para eliminar el golpe de ariete. No se necesita la instalación de calderines ni de chimeneas de equilibrio.

Se presentan otros tres casos especiales de impulsiones con recomendaciones para su optimización.

REFERENCIAS

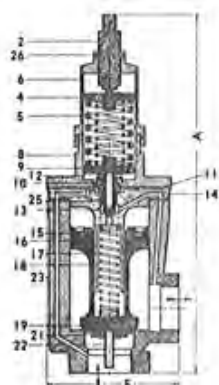
1. "Cálculo para la eliminación del golpe de ariete". Por M. Mateos. Informe. (Pedidos al Apartado 31.031 - 28080 Madrid).
2. "Eliminación del golpe de ariete mediante válvulas de alivio rápido". Por M. Mateos. Pendiente de Publicación.
3. "Optimización de impulsiones de caudal constante mediante válvulas anticipadoras del golpe de ariete". Por M. Mateos. Pendiente de publicación.
4. "Optimización de re-impulsiones largas". Por M. Mateos. Pendiente de publicación.

5. "Eliminación del golpe de ariete en re-impulsiones". Por M. Mateos. Pendiente de publicación.
6. "Optimización de anti-impulsiones". Por M. Mateos. Pendiente de publicación.
7. "Ventosas-Análisis práctico de su comportamiento y presentación de 17 tipos". Por M. Mateos. A ser publicado en la REVISTA DE OBRAS PUBLICAS.
8. "Las válvulas de retención tipo clapeta". Por M. Mateos. CIMBRA. Marzo 1983. Pág. 29 - 30.
9. "Válvulas de retención de disco sobre eje longitudinal centrado". Por M. Mateos. CIMBRA. Septiembre 1983. Pág. 19 - 20.
10. "Efecto de válvulas de retención como función adicional en válvulas con otras funciones específicas". Por M. Mateos. CIMBRA. Febrero 1983. Pág. 41 - 43.
11. Comentarios al artículo "De la conversión de energía de ondas en energía de masas en las impulsiones. Forma de calcular un calderín o una chimenea de equilibrio, de Emilio Herranz y María del Carmen de Andrés". Por M. Mateos. REVISTA DE OBRAS PUBLICAS. Enero 1980. Pág. 55.
12. Comentarios al artículo "Chimeneas de equilibrio en instalaciones de bombeo, de Luis Torrent". Por M. Mateos. REVISTA DE OBRAS PUBLICAS. Enero 1983. Pág. 33 - 35.
13. "Adios golpe de ariete, adios". Por M. Mateos. CIMBRA. Junio 1982. Pág. 19 - 20.
14. "Válvulas mantenedoras de presión". Por M. Mateos. TECNOLOGIA DEL AGUA. Noviembre 1983. Pág. 71 - 75.
15. "La válvula Ross-Mateos, bifuncional, reductora de presión y anti-inundaciones". Por M. Mateos. Pendiente de publicación.
16. "El problema del comportamiento de las ventosas y su solución con ventosas trifuncionales". Por M. Mateos. CIMBRA. Julio 1984. Pág. 15 - 17.
17. Comentarios al artículo "Peligrosidad del aire en el interior de las tuberías de Enrique Mendiluce". Por M. Mateos. REVISTA DE OBRAS PUBLICAS. Septiembre 1984. Pág. 725 - 726.
18. Comentarios al artículo "Desaireación de tuberías de Enrique Mendiluce". Por M. Mateos. CIMBRA. Septiembre 1984. Pág. 27 - 28.
19. "Abajo las válvulas de flotador". Por M. Mateos. CIMBRA. Octubre 1981. Pág. 27 - 29.



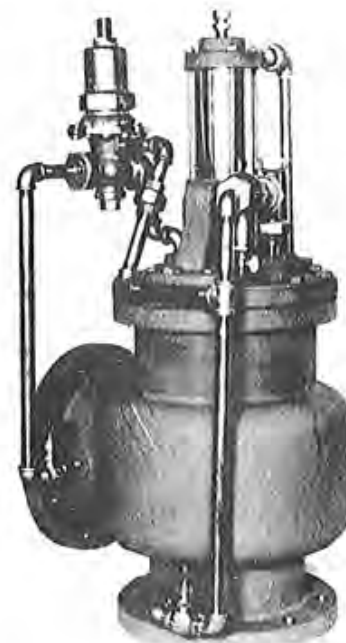
20. "Métodos para programar aperturas diferidas en válvulas para llenado de depósitos de agua". Por M. Mateos. CIMBRA. Diciembre 1984. Pág. 11 - 14.
21. "Fallos e inconvenientes del accionamiento eléctrico en las válvulas para llenado de depósitos". Por M. Mateos. CIMBRA. Noviembre 1983. Pág. 24 - 25.
22. "Válvulas para controlar el llenado de depósitos de agua - Estudio de 24 casos especiales". Por M. Mateos. CIMBRA. Noviembre 1982. Pág. 10 - 15.
23. "Factores determinantes en la elección de una válvula para controlar el llenado de depósitos de agua". Por M. Mateos. TECNOLOGIA DEL AGUA. Septiembre 1984. Pág. 76 - 79.
24. "Casos especiales adicionales en válvulas para controlar el llenado de depósitos". Por M. Mateos. Pendiente de publicación.
25. "El problema creado por la interrupción repentina del suministro de energía eléctrica en estaciones de bombeo y su solución". Por M. Mateos. Pendiente de publicación.
26. "Válvulas para hidráulica y su automatización". Por M. Mateos. A ser publicado en EQUIPAMIENTO y PROCESOS.
27. "Interrupción de la impulsión cuando el depósito de regulación se haya llenado". Por M. Mateos. Pendiente de publicación.
28. "Válvulas especiales para aguas sucias". Por M. Mateos. CIMBRA. Febrero 1984. Págs. 19 - 20.

M.M.V.

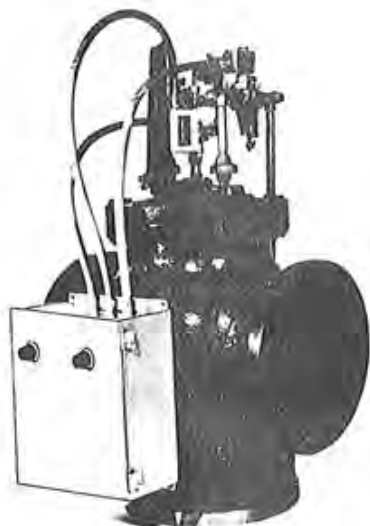


20 WR

TIPOS DE VALVULAS ROSS
ALIVIO Y OPTIMIZADORAS



50 RWR



42 WR-S "EMER"



TRES ASPECTOS POCO CONSIDERADOS EN LA SEGURIDAD DE LAS PRESAS:

**DIMENSIONAMIENTO ADECUADO DE VENTOSAS,
LA PROTECCION CATODICA Y
LA CONSTRUCCION DE PRESAS CON CENIZAS VOLANTES**

Por Manuel Mateos de Vicente
Ingeniero de Caminos, C. y P.
Ayudante de Obras Públicas
Professional Civil Engineer
Master of Sc.
Doctor of Ph.

NOTA SOBRE EL AUTOR:

El autor de esta comunicación, Manuel Mateos, es bien conocido en las páginas de CIMBRA donde tiene más de medio centenar de publicaciones. Desde su primer artículo en el N.º 3 hasta el actual ha tratado temas variados como pavimentos, señalización, reducción de accidentes viales, suelos, drenajes, programas de estudio, corrosión, válvulas para hidráulica, etc. En campos fuera de la ingeniería ha colaborado en CIMBRA sobre temas filológicos, poemas y de antropología. Aparte de CIMBRA también ha colaborado en otras Revistas españolas, así como en Journals, Proceedings, y Revistas de varios países.



A partir de la rotura de la presa de Tous se está extremando el análisis de la seguridad en las presas existentes. Se comprueban diseños, funcionamiento de compuertas, capacidades de vertederos, etc. Se han creado nuevos puestos de trabajo para personas que tienen que mantener los diversos ele-

mentos en estado óptimo. En virtud del procesamiento de dos Ingenieros hay compañeros que no quieren verse envueltos en proyectos de presas. Personalmente pienso que, como ocurre con frecuencia en España, nos estamos pasando; vamos de un extremo a otro. Esperemos que este otro extre-



mo no sea utópico, inconseguible, imposible de llevar a la práctica. Para que esto no ocurra hay que racionalizar el problema, analizar todos los factores y dar soluciones de ingeniería, no políticas.

Debemos conocer el problema presentarlo a través de Revistas Técnicas, para poderlo analizar y comentar. No se debe analizar a escondidas por ser algo que nos afecta a todos los Ingenieros, tanto de Caminos, como de Obras Públicas, pues de ambas ramas fueron procesados. Indico esto porque generalmente no damos a conocer en España los fracasos propios, sino los éxitos y las realizaciones. Esto nos obliga a aprender otros idiomas y subscribirnos a Revistas de países donde sí se publiquen los fracasos y sus causas.

Mi creencia como profesional es que debemos contribuir todos en este análisis. Dada la gran receptividad de aquellos compañeros de la especialidad de hidráulica me atrevo a comentar tres aspectos de la seguridad de las presas.

Hace unos días me comentaba un compañero que al abrir una de las válvulas de una presa aquello vibraba y hacía tal ruido que se oía molestando en unas viviendas que estaban a 100 m. La aducción, o inyección, de aire no era suficiente, lo que hacía también que la ventosa emitiera un silbido al paso del aire. En dos ocasiones se me ha consultado sobre ventosas para compuertas de presas. Analicé las que se suelen colocar y he de confesar que no me parecieron idóneas. Estoy analizando logísticamente el problema de las ventosas entre lo que incluiré el tema de las ventosas para presas. Parte de este análisis ha sido ya publicado. (Ver lista de publicaciones al final, 1 al 7).

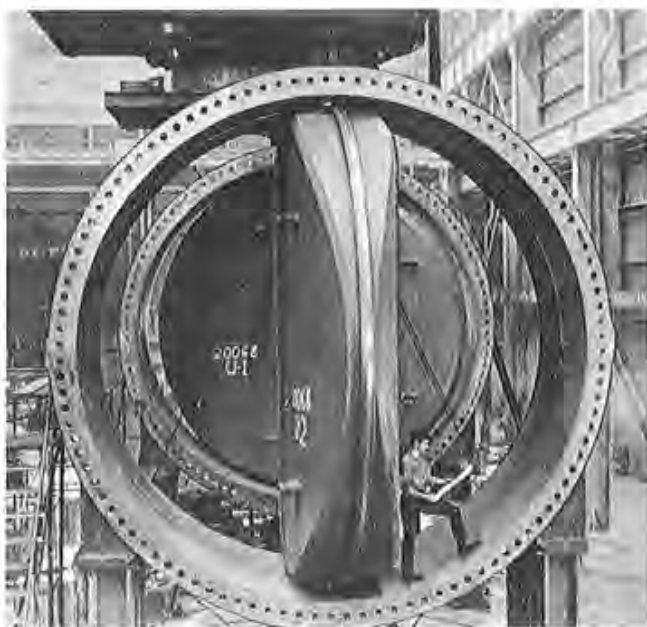
En numerosas ocasiones se me ha indicado que es imposible accionar las válvulas o compuertas de fondo de tal o cual presa. Los mecanismos de hierro al oxidarse aumentan varias veces de tamaño. Este aumento de volumen de las guías y de los demás elementos hace que el conjunto quede encajado y no se pueda a veces mover al hacer las maniobras pertinentes. Para contrarrestar esto existe la protección catódica de las estructuras metálicas, que es de coste módico de instalación y de mantenimiento poco importante.

Llevo desde el año 1968 informando sobre estos procedimientos, que están bien experimentados y que pueden evitar que las compuertas y válvulas se encajen por el óxido. En la Revista CIMBRA se publicó una comunicación donde explicábamos lo que es la **protección catódica** (Ver n.º 8 en la lista de publicaciones al final). Dentro de nuestro conocimiento no parece que pasen de media docena las

presas de España donde se ha aplicado la protección catódica. El que no nos hayan enseñado en las Escuelas de Ingeniería tal procedimiento, o que no entendamos su fundamento no quiere decir que no exista y que prácticamente sea el único procedimiento válido para proteger adecuadamente compuertas y válvulas que estén bajo agua. ¡Insisto que no es cosa de hadas, ni de magia!

A nuestro parecer es necesario darle la importancia debida a la **PROTECCION CATODICA** si queremos que las válvulas y compuertas bajo agua tengan más posibilidades de funcionar perfectamente.

En cuanto a construir presas seguras, en el año 1981 estuve evaluando para la empresa Vías y Construcciones la posibilidad de emplear cenizas volantes masivamente en la construcción de una de ellas. Este es un material barato, de desecho, sobre el que he trabajado muchos años, lo que me da cierta confianza en sus usos. Consulté con un experto mundial en presas de tierra, por ser un material suelto similar a las cenizas en algunos aspectos, y analizando las características de las cenizas me indicó que era factible el emplearlas en la construcción de la presa. Sin embargo mis gestiones en España cayeron en la incompreensión. Si el haber trabajado intensamente con este material sirva para algo, sigo creyendo firmemente en que las presas he-



Válvula de mariposa de 5,64 m de diámetro de la casa Allis - Chalmers para turbinas. La casa Allis - Chalmers patentó la válvula Howell - Bunger (llamada aquí de chorro hueco), que es la que se usa en España desde hace más de 20 años como desagüe de fondo.

chas con cenizas volantes pueden ser en algunas ocasiones más económicas que de otro material, y desde luego si las cenizas son buenas podemos tener una presa también segura. (Ver referencias 9 a 36).

LISTA DE PUBLICACIONES

Sobre Ventosas

1. "Ventosas-Análisis práctico de su comportamiento y presentación de 17 tipos distintos". Por M. Mateos. Pendiente de Publicación, ca. 1985, en la REVISTA DE OBRAS PUBLICAS.
 2. "El problema del comportamiento de las ventosas y su solución con ventosas trifuncionales". Por M. Mateos. CIMBRA. Julio 1984. Pág. 15-17.
 3. Comentarios al artículo "Peligrosidad del aire en el interior de las tuberías" por Enrique Mendiluce. Por Manuel Mateos. REVISTA DE OBRAS PUBLICAS. Septiembre 1984. Pág. 725-726.
 4. Comentarios al artículo "Desaireación de tuberías" por Enrique Mendiluce. Por Manuel Mateos. CIMBRA. Septiembre 1984. Pág. 27-28.
 5. "Mejora de las impulsiones de aguas negras". Por M. Mateos. TECNOLOGIA DEL AGUA. Marzo 1983. Pág. 101-103.
 6. "Válvulas especiales para aguas sucias". Por M. Mateos. CIMBRA. Febrero 1984. Pág. 19-20.
 7. "¿Se necesitan ventosas en los tramos ascendentes de impulsiones?". Por M. Mateos. Pendiente de publicación.
- #### Sobre Protección Catódica
8. "Protección contra la corrosión en tuberías de hormigón armado". Por M. Mateos. CIMBRA. Diciembre 1970.
- #### Sobre Cenizas Volantes
9. "Effect of trace chemicals on strength of Ottawa sand -lime- fly ash mixtures". Por M. Mateos. TESIS para el Master of Science, Iowa State University, Ames, Iowa, EE.UU. 1958.
 10. "Physical and mineralogical factors in stabilization of Iowa soils with lime and fly ash". Por M. Mateos. TESIS para el Doctor of Philosophy, Iowa State University, 1961.
 11. "Activation of the lime - fly ash reaction by trace chemicals". Por D.T. Davidson, M. Mateos y R.K. Katti. BULLETIN N.º 231. Highway Research Board. Pág. 67-81. 1959.
 12. "Further evaluation of promising chemical additives for accelerating hardening of soil - lime -fly ash mixtures". Por M. Mateos y D.T. Davidson. BULLETIN N.º 304. Highway Research Board. Pág. 32-50. 1961.
 13. "Lime and fly ash mixtures and some aspects of lime stabilization". Por M. Mateos y D.T. Davidson. BULLETIN N.º 335. Highway Research Board. Pág. 40-64. 1964.
 14. "Moisture - Density, Moisture - Strength and compaction characteristics of cement treated soils". Por D.T. Davidson, G.L. Pitre, M. Mateos y K.P. George. BULLETIN N.º 353. Highway Research Board. Pág. 42-63. 1962.
 15. "Fly ash and sodium carbonate as additives to soil-cement mixtures". Por C.A. O'Flaherty, M. Mateos y D.T. Davidson. BULLETIN N.º 353, Highway Research Board. Pág. 108-123. 1962.
 16. "Stabilization of soils with fly ash alone". Por M. Mateos. Highway Research Record, N.º 92. Pág. 9-11. 1965.
 17. "Compaction characteristics of soil-lime-fly ash mixtures". Por M. Mateos y D.T. Davidson. Highway Research Record, N.º 29. Pág. 27-41, 1963.
 18. "Estabilización de suelos de Alaska con aditivos inorgánicos". Por M. Mateos. y D.T. Davidson. REVISTA OBRAS PUBLICAS. Pág. 511-519. Agosto 1963.
 19. "Las cenizas volantes con cal en la construcción de firmes". Por M. Mateos. BOLETIN DE INFORMACION, Ministerio de Obras Públicas. N.º 137. Pág. 21-22. Mayo 1969.
 20. "Cementitious properties of some Iowa fly ashes without lime additives". Por M. Mateos y D.T. Davidson. PROCEEDINGS, Iowa Academy of Science. Vol. 69. Pág. 362-369. 1962.
 21. "Stabilization of two Iowa limestones with fly ash alone". Por M. Mateos. PROCEEDINGS, Iowa Academy of Science. Vol. 70. Pág. 290-294. 1963.
 22. "Recherches sur la stabilisation des sols par la chaux et les cendres volantes". Por M. Mateos. COMPTES RENDUS, 6.º Congreso Internacional de Mecánica del suelo e Ingeniería de Cimientos. Vol. II, Pág. 132-136. University of Toronto Press. 1965.



23. "Ladrillos de arena y cenizas volantes". Por M. Mateos. BOLETIN Sociedad Española de Mecánica del suelo y Cimentaciones. Pág. 16-24. Inst. E. Torroja. Mayo 1965.
24. "Estabilización de dos gravas calizas con cenizas volantes". Por M. Mateos. BOLETIN Sociedad Española de Mecánica del Suelo y Cimentaciones, Pág. 16-24, Inst. E. Torroja. Mayo 1965.
25. "Curado a diferentes temperaturas de mezclas de arena-cal-cenizas volantes". Por M. Mateos. MATERIALES DE CONSTRUCCION, N.º 125. Pág. 53-62. Inst. E. Torroja. Enero 1967.
26. "Pavimentos para caminos vecinales". Por M. Mateos. CIMBRA, N.º 3, Pág. 9-14. Mayo 1964.
27. "Efectos de la adición de arcilla montmorillonítica o caolinítica en las resistencias de mezclas de arena normalizada de Ottawa, cal y cenizas volantes". Por M. Mateos. CIMBRA, N.º 44, Pág. 17-20, Septiembre 1968.
28. "Efecto de aditivos químicos en la resistencia de mezclas de arena, cal y cenizas volantes curadas a baja temperatura". Por M. Mateos. CIMBRA, N.º 57, Pág. 11-14. Noviembre 1969.
29. "Estabilización de dos tipos de caliza con cenizas volantes solamente". Por M. Mateos. CIMBRA, N.º 148. Pág. 5. Diciembre 1977.
30. "Variation in puzzolanic behavior of fly ashes". Por D. Vincent, M. Mateos y D.T. Davidson. PROCEEDINGS, ASTM, Vol. 61, Pág. 1098-1118. 1961.
31. "Heat curing of sand - lime fly ash mixtures". Por M. Mateos. MATERIALS RESEARCH AND STANDARDS, ASTM, Pág. 112-117. Mayo 1964.
32. "Steam curing and x-rang studies of fly ashes". Por M. Mateos y D.T. Davidson. PROCEEDINGS, ASTM, Vol. 62. Pág. 1008-1018. 1962.
33. "Sand-fly ash bricks". Por M. Mateos. MATERIALS RESEARCH AND STANDARDS, ASTM, vol, 4, N.º 8. Pág. 427-430. Agosto 1964.
34. "Clayey soil-lime specimens hardened by steam". Por M. Mateos. JOURNAL OF MATERIALS, ASTM, Vol. 3, N.º 2, Pág. 294-303. Junio 1968.
35. "Cal y cenizas volantes como medio estabilizador". Por M. Mateos. INGENIERIA INTERNACIONAL - CONSTRUCCION. Pág. 29-32. Octubre 1965.
36. "Gypsum as an additive to stabilized soils". Por M. Mateos y D.T. Davidson. ACTAS I Coloquio Internacional sobre las Obras Públicas en los Terrenos Yesíferos, Servicios Geológicos de Obras Públicas. Madrid 1962.

M.M.V.



¿Se necesitan ventosas en los tramos ascendentes de impulsiones?

Por: Manuel MATEOS de VICENTE
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Ayudante de Obras Públicas

Hemos comprobado que en algunas ocasiones no se colocan en la parte ascendente de impulsiones o de sifones de canales (anti-sifones). Conviene mencionar sobre este tema que en varias ocasiones hemos sido consultados para ver y analizar impulsiones en donde la conducción era toda ascendente y ocurrían roturas inexplicables en las tuberías. Es muy arriesgado dejar tramos largos sin ventosas así como colocarlas que no funcionen correctamente.

Primeramente hemos de tener en cuenta que la hidráulica práctica se basa principalmente en hallazgos basados en observaciones y análisis empíricos. En este caso la lógica puede hacernos suponer que si la impulsión tiene una conducción siempre ascendente, aunque sea con quiebras, que no se necesiten ventosas. Sin embargo los análisis empíricos nos enfrentan con una realidad que nos aconseja lo contrario.

El aire al ir siendo desplazado y empujado hacia arriba por el agua puede hacer suponer que tendría que evacuarse todo él muy fácilmente. Sin embargo debido a fenómenos poco comprendidos (diferencias de temperatura entre el agua, la tubería y el aire; el aumento del volumen del aire al perder presión en un quiebro; o la causa que sea), el aire se puede acumular en ciertos puntos durante el llenado de la tubería o cuando la impulsión esté en marcha.

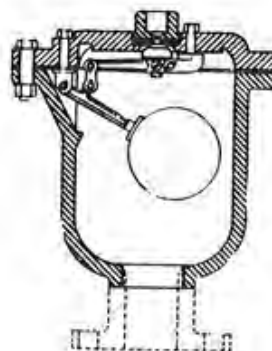


Figura 1.— Ventosa unifuncional del tipo "Purgador Automático". Generalmente para altas presiones. En posición cerrada.

Aunque asumiéramos que el aire se evacuara absolutamente durante el llenado de la tubería y por lo tanto creyéramos que no hicieran falta ventosas, lo que sí hay que tener en cuenta es que el proceso del bombeo introduce aire en las tuberías (bien sea aire en sí, oxígeno, o anhídrido carbónico). Este aire hay quien lo considera que tiene un volumen entre el 2 y el 6 por 100 del agua bombeada.

El aire que lleva el agua bien disuelto o en mezcla no se evacúa fácilmente por el movimiento ascendente del agua bajo presión. Puede formar largas bolsas o "longanizas" que ocasionan al menos dos fenómenos desfavorables. Primero al parar la impulsión pueden hacer aumentar considerablemente las sobrepresiones, muy por encima de las calculadas para el golpe de ariete, lo que puede ocasionar roturas inexplicables de las tuberías. Segundo, estas bolsas o "longanizas" de aire reducen en algunos tramos la sección real de la tubería, lo que se traduce en más gasto energético del bombeo; esto puede llegar a suponer como un 5 por 100 de la energía de las bombas, según comentarios hechos por fabricantes de bombas españoles y por fabricantes de ventosas extranjeras.

Por lo tanto aún en una conducción ascendente conviene colocar ventosas para el llenado y vaciado de las tuberías y purgadores automáticos para eliminar el aire a presión introducido continuamente durante el bombeo. Nos limitaremos en esta comunicación a la ubicación de tales aparatos, tratando en profundidad su dimensionamiento en otra comunicación.

Las ventosas y/o purgadores deben colocarse necesariamente en todos los puntos donde haya quiebras en la tubería. El tipo a colocar depende

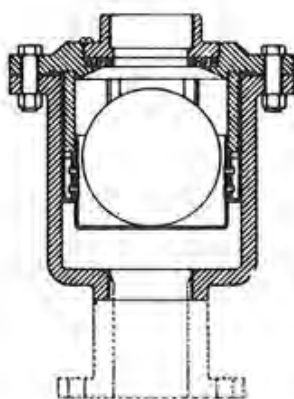


Figura 2.— Ventosa normal, bifuncional, es decir para llenado y vaciado. No elimina el aire cuando la tubería está bajo presión hidráulica. No se debe colocar solamente este tipo de ventosas, sino acompañarlo de purgadores o de ventosas trifuncionales tipo "Universal".

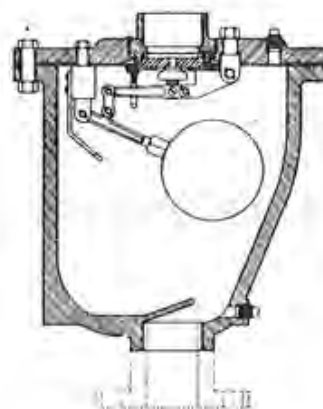


Figura 3.— Ventosa trifuncional "Universal". Patentada. De altas prestaciones. Para presiones entre 0 y 10; 0 y 20; 0 y 50 ó 0 y 199 atmósferas, dependiendo de los materiales de su construcción. En posición completamente abierta.

de las presiones y características de la conducción y pueden ser unifuncionales, bifuncionales o trifuncionales.

Unifuncionales: Ventosas de admisión y Purgadores.

Bifuncionales: Ventosas para llenado y vaciado.

Trifuncionales: Ventosas para llenado y vaciado con purgador incorporado.

En las Figuras 1, 2 y 3 se presentan tipos de ventosas uni- bi- y trifuncionales.

Aparte de colocar ventosas y/o purgadores en los quiebras no conviene dejar tramos de más de 600 m, a ser posible, sin aparato alguno para eliminar el aire. En la Figura 4 indicamos la ubicación de diversos tipos de ventosas y purgadores. Insistimos en que las ventosas deben ser fiables, pues hemos encontrado que una buena parte de ellas no funcionan adecuadamente, y culpamos a este mal funcionamiento gran parte de las roturas en tuberías, en válvulas de retención o en las bombas, bien debido a sobrepresiones excesivas y que son superiores a las calculadas para el golpe



UBICACION DE VENTOSAS EN CONDUCCION ASCENDENTE

Identificación

V = Ventosa normal

P = Purgador automático

U = Ventosa universal

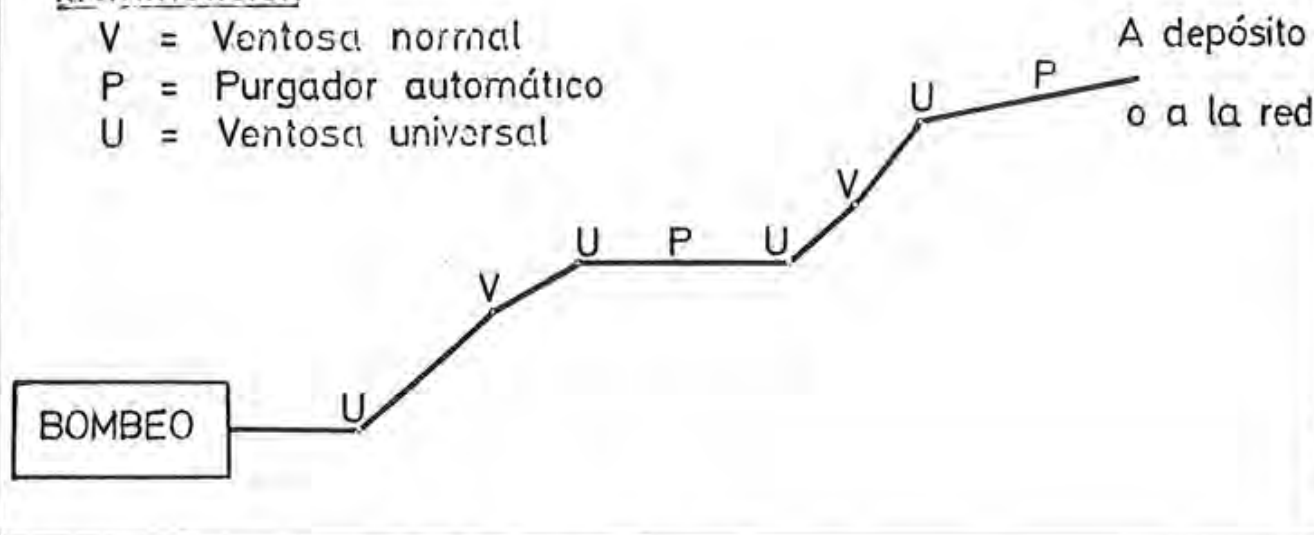


Figura 4.— Ventosas recomendadas en impulsión siempre ascendente.

de ariete o por la creación de vacío en tuberías colapsables. Información adicional sobre el problema de las ventosas lo hemos expuesto en la bibliografía citada al final o aparecerá en comunicaciones que estamos preparando basándonos en análisis de instalaciones.

INFORMACION ADICIONAL SOBRE VENTOSAS

1.— "El problema del comportamiento de las ventosas y su solución con ventosas trifuncionales". Por M. Mateos. CIBRA. Julio 1984. Pág. 15-17.

2.— Comentarios al artículo "Peligrosidad del aire en el interior de las tuberías" por Enrique Mendiluce. Por M. Mateos. REVISTA DE OBRAS PUBLICAS. Septiembre 1984. Pág. 725-726.

3.— Comentarios al artículo "Desaireación de tuberías" por Enrique Mendiluce. Por M. Mateos. CIBRA. Septiembre 1984. Pág. 27-28.

4.— "Mejora de las impulsiones de aguas negras". Por M. Mateos. TECNOLOGIA DEL AGUA. Marzo 1983. Pág. 101-103.

5.— "Válvulas especiales para aguas sucias". Por M. Mateos. CIBRA. Febrero 1984. Pág. 19-20.

6.— "Ventosas-Análisis práctico de su comportamiento y presentación de 17 tipos distintos". Por M. Mateos. Pendiente de publicación ca. 1985, en la REVISTA DE OBRAS PUBLICAS.

En preparación:

- 7.— "Ubicación de las ventosas".
- 8.— "Ventosas para aguas sucias"
- 9.— "Dimensionamiento de ventosas"
- 10.— "Dimensionamiento de purgadores"
- 11.— "Ventosas y los efectos del golpe de ariete"
- 12.— "Ventosas para pozos profundos"
- 13.— "Ventosas como complemento a válvulas de hidráulica"
- 14.— "Ventosas para estaciones de bombeo"
- 15.— "Ventosas para aguas agresivas"
- 16.— "Ventosas para tuberías colapsables"
- 17.— "Ventosas en tramos horizontales de tuberías"
- 18.— "Ventosas para compuertas de presas"
- 19.— "Aumento de la eficacia de ventosas y purgadores"
- 20.— "La rotura de la vena líquida en impulsiones"
- 21.— "Sobrepresiones de resonancia en tuberías por defectos en el funcionamiento de ventosas"



Tecnología del petróleo aplicable a los problemas del agua

Por: Manuel Mateos de Vicente
Ing. AOP - MS - Ph D.
Profesor, Escuela de Ing. Tecn. de
Obras Públicas,
Universidad Politécnica de Madrid

INTRODUCCION

El mundo del petróleo debe ser fascinante. Creo que todos los ingenieros deberíamos trabajar en una plataforma petrolífera, durante un mes, antes de obtener el diploma. El desarrollo tecnológico aplicado en tales islas artificiales es fantástico. Es como para empujarnos a los de tierra adentro. Entre las varias técnicas y procesos que podemos aprender de los ingenieros del petróleo, diploma que dan varias Universidades de otros países, vamos a mencionar tres que pueden tener aplicación en algunos de nuestros problemas de hidráulica.

PROTECCION CATODICA

Un experto en oleoductos me mencionó una vez que éstos no existirían si no fuera por la protección catódica. Esto es así en las largas conducciones con tubería metálica, o de hormigón armado con soldadura que dé continuidad eléctrica a la tubería. Pero también en ocasiones puede haber corrosión en tuberías cortas o en tramos de menos de 10 m.

Mi contacto con esta especialidad empezó en 1967, cuando hubo una rotura en una tubería de hormigón armado que llevaba menos de un año colocada. Se creyó que era un problema de suelos, de asentamientos, pero en realidad era de corrosión rápida de las armaduras en un terreno donde hasta se veían los trozos de yeso, haciendo que el agua del terreno hiciera de electrolito. Este tipo de corrosión lo mencioné en CIMBRA, en la Referencia 1 indicada al final.

Para solucionar aquel problema me puse en contacto con técnicos que habían trabajado en problemas similares en oleoductos, barcos petroleros, así como en abastecimientos de agua. Desde entonces he sido llamado para analizar numerosos casos de corrosión de tuberías, para lo cual nos sirve mucho la experiencia de los técnicos del petróleo.

Como ejemplo no hidráulico podemos indicar que en el año 1966 participamos en la introducción en España de los ánodos de aluminio para proteger los petroleros. Se pusieron por primera vez en el buque "Juan de Austria", pero costó mucho convencer a la empresa de Ingeniería que quería colocar ánodos de magnesio, como era corriente entonces, pero que costaban casi el doble que los de aluminio.

En nuestra profesión he visto tuberías de fundición dúctil rotas en menos de un año debido a corrosión acelerada de las juntas o tornillos. Aunque todos los elementos eran del mismo tipo de hierro dúctil, las pequeñas diferencias de la colada hacían que partes de la tubería actuaran como cátodos (que no se corroen) y partes como ánodos (que sí se corroen).

He visto tuberías de uralita inutilizadas en menos de un año por corrosión acelerada de sus juntas metálicas y tornillos.

También he visto tornillos de acero inoxidable oxidados y que se habían colocado como sustitución de los de hierro o acero, que también se oxidaban. En este caso el acero inoxidable hacía de ánodo, oxidándose en el medio acuoso-yesoso de las tierras. Como curiosidad debemos indicar que últimamente se ha descubierto que los aceros inoxidables

pueden ser atacados por cierto tipo de bacterias cuando están enterrados. También puede ser de interés el indicar que tanto el acero inoxidable como el hierro de fundición normal, tienen una resistencia a la cavitación del doble que la de la fundición dúctil. La cavitación es una corrosión.

En definitiva cualquier elemento metálico enterrado en ambiente electrolítico está sujeto a la corrosión, aunque sea de hormigón armado si es que hay, sobre todo, continuidad en las armaduras o camisa de chapa. Para tener una idea de cuáles son los metales que se corroen, podemos referirnos a la SERIE GALVANICA de los metales. Los que están más cerca del magnesio son los que se oxidan con respecto a otro metal que esté del lado del platino. Por ejemplo, el acero se corroe junto al hierro fundido, plomo, estaño, latón, cobre, bronce, plata, oro y platino.

SERIE GALVANICA DE LOS METALES Y ALGUNAS ALEACIONES

ANODO
(se corroen)

Magnesio
Zinc
Aluminio
Acero
Hierro fundido
Plomo
Estaño
Latón
Cobre
Bronce
Plata
Oro
Platino

(se protegen)
CATODO

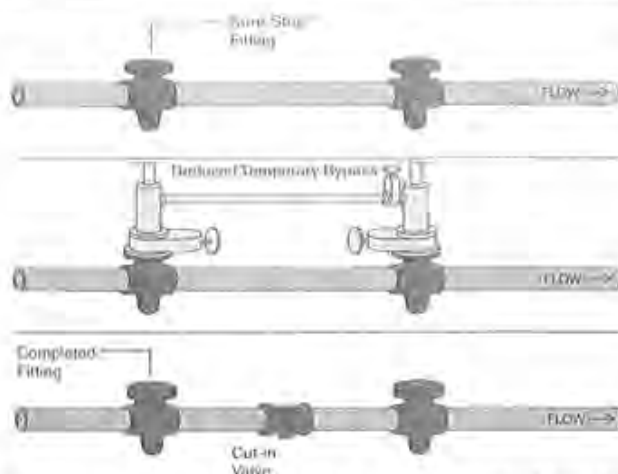
DESVIAR TUBERIAS O COLOCAR VALVULAS SIN INTERRUPIR EL FLUJO DE UN LIQUIDO

Este caso ocurre con frecuencia en instalaciones industriales donde no se puede suspender la fabricación ni un instante.

Hace unos años me visitó un ingeniero de Chicago para explicarme estos métodos, desarrollados por la compañía Advance Valve Installations. No es necesario explicar todo el método sino saber que existe por si alguna vez nos tenemos que enfrentar con la modificación de un trazado de tubería sin interrumpir el paso del agua. En las figuras que se acompañan se ilustran diversos casos con sus secuencias.

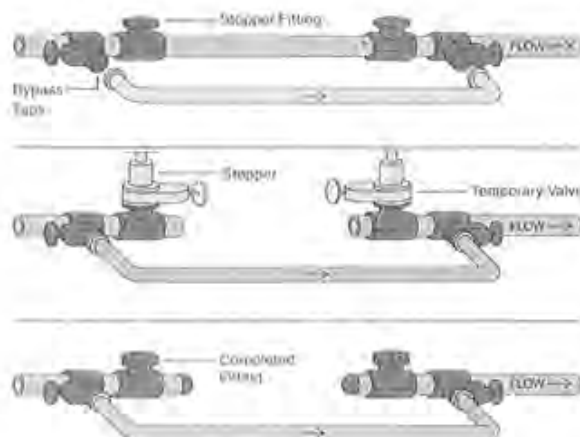
En el primer esquema se han colocado dos adaptadores con máquinas especiales.

En el segundo esquema se han colocado dos aparatos especiales con actuadores internos para abrir los adaptadores, válvulas de corte y trozo de tubería que puentea los dos aparatos especiales, para no interrumpir el paso del fluido.



Procedimiento para montar una válvula sin interrumpir el paso del fluido.

En el tercer esquema se ha cortado ya la tubería y colocado una válvula, retirando los aparatos especiales y el puenteo (by-pass).



Desviación de una tubería sin interrumpir el paso del fluido.

En el primer esquema se advierte la tubería inicial, donde ya se han colocado adaptadores y donde se presenta el by-pass, o puente.

En el segundo esquema se han colocado aparatos especiales para cortar el flujo y hacer que pase por el puente.

En el tercer esquema se ha cortado ya la tubería, retirado los aparatos especiales y dejado en su sitio definitivo el puente (o by-pass) que se pretendía colocar.

CONGELAR UN FLUIDO DENTRO DE UNA TUBERÍA PARA HACER CONEXIONES O COLOCAR VALVULAS

Existen unos congeladores adaptables a tuberías de hasta 60 mm. que pueden helar el agua formando así



Colocación de un aparato especial de la casa Advance para marginar una tubería y colocar en ella una válvula.

un tapón interno de hielo. Estos aparatos me fueron mostrados por la casa Vriax, de Francia. Vienen en pares para poder aislar tramos de tubería para poder trabajar entre los tapones de hielo. Utilizan gas carbónico en bombonas para hacer descender la temperatura del líquido en el interior de las tuberías.

ULTILOGO

Hemos presentado tres casos de tecnología corriente del petróleo que son muy poco o nada usados en la del agua. Las soluciones a problemas de tránsito del petróleo pueden ser, en algunos casos, aplicadas a problemas de tránsito del agua una vez que se abaratan los productos, aparatos, o



Aparato especial de la casa Advance perforando una tubería sin interrumpir el flujo para después puentearla por una nueva tubería.

materiales, o se encarece el agua. Dado que el petróleo o sus destilados cuestan 500 o 1000 veces más que el agua, tienen una tecnología muy avanzada. Si queremos estar al día en hidráulica, hay que seguir las investigaciones y aplicaciones de los técnicos del petróleo.

REFERENCIAS

"Prevención contra la corrosión de tuberías de hormigón armado". Por Manuel Mateos, CIMBRA Nº 69, Diciembre 1970.

M.M.V.



Casos especiales adicionales en válvulas para controlar el llenado de depósitos

Por: Manuel MATEOS
Ayudante de Obras Públicas
Ingeniero de C.C y P.

En la Revista CIMBRA de Diciembre de 1982, se presentaron 24 problemas de llenado de depósitos con sus soluciones. A continuación presentamos otros problemas distintos de aquéllos junto con la solución adoptada.

Caso 25.— DISEÑAR UNA VALVULA DE FLOTADOR PARA GRANDES CAUDALES DEL ORDEN DE CIENTOS DE LITROS POR SEGUNDO, SIN QUE EL FLOTADOR SEA DE GRANDES DIMENSIONES.

En casos de grandes caudales hemos visto que se usan flotadores descomunales de hasta 1 m. de diámetro. Sin embargo ciertas válvulas funcionan con flotadores de esfera de diámetro máximo de 30 cm. y un corto brazo de palanca.

Caso 26. REGULACION DEL LLENADO DE UN DEPOSITO VARIANDO A VOLUNTAD LA ALTURA DE LA LAMINA MAXIMA DEL AGUA.

Este caso puede presentarse en el control de consumos en verano o invierno o para anular la parte superior de un depósito a causa de obras o grietas. Este caso se resuelve fácilmente sin desplazar la válvula si el depósito dispone de válvulas automáticas tipo Altitud.

Caso 27.— UTILIZACION SECUNDARIA DE UN DEPOSITO ANEGANDO EL SISTEMA DE FLOTADOR.

Este problema surgió por la necesidad de utilizar el depósito como servicio secundario de cámara de aliviadero. En esta segunda función, la válvula de flotador quedaba inundada y no debía sifonar agua hacia el sistema de abastecimiento. Este caso se resuelve fácilmente con cualquier válvula, automática de llenado de depósito, pues pueden trabajar

perfectamente aún estando anegadas y todas ellas cierran herméticamente.

Caso 28.— EVITAR EL GOLPE DE ARIETE PRODUCIDO POR UNA VALVULA DE FLOTADOR CORRIENTE.

Algunos tipos de válvulas cierran excesivamente deprisa, lo que produce golpe de ariete. A veces estas sobrepresiones han despedazado la válvula y las tuberías causando la muerte de algún técnico y heridas a otros.

Para eliminar estas sobrepresiones peligrosas se coloca una válvula de alivio estabilizada. Referencia Bibliográfica 1.

Caso 29.— EMPLEO DE UNA SOLA VALVULA DE FLOTADOR PARA LLENAR INDISTINTAMENTE LOS COMPARTIMENTOS DE UN DEPOSITO.

Este problema está indicado como resuelto con válvulas de altitud (que funcionan por pilotos sensores de las presiones en la red) en el Caso P de la publicación "Válvulas para controlar el llenado de Depósitos de Agua. Estudio de 24 casos especiales". Referencia Bibliográfica 2.

Para resolverlo con válvulas automáticas de flotador, se le bifurca la tubería de media pulgada que comunica con el flotador y se colocan tan sólo dos flotadores, uno en cada compartimento. Se puede después anular uno de ellos cerrando la comunicación entre ambos y cerrando una llave de bola de media pulgada.

Caso 30.— VALVULAS EN ANGULO PARA LLENADO DE DEPOSITOS.

Existen en el mercado desde hace tiempo, válvulas de flotador de este tipo, pero que sólo se

pueden colocar en el depósito a la salida del agua. Varios de los modelos de válvulas automáticas se pueden construir en ángulo. Las ventajas estriban en tener menor pérdida de carga que las válvulas en línea; los inconvenientes pueden ser de espacio. En el Gráfico Nro. 1 adjunto se muestra un esquema de cómo puede ir colocada una válvula en ángulo para llenado de depósitos.

Caso 31.— DISEÑAR UNA VALVULA DE FLOTADOR DE MANERA QUE SE ABRA PERFECTAMENTE POR LA NOCHE, CIERRE HERMETICAMENTE Y SU APERTURA SEA RETARDADA.

Existen dos razones para necesitar este tipo de válvula:

1. Minimizar las puestas en marcha de la estación de bombeo.
2. Utilizar al máximo la energía eléctrica en horas nocturnas para acogerse a tarifas económicas.

Este caso puede ser resuelto apoyándose en una válvula automática especial. Al desear bombear preferentemente por la noche hay que optar por un sistema automático con ayuda eléctrica. Sin embargo hay que empezar mencionando que la energía eléctrica necesaria es tan sólo 9 watios, por lo que se puede utilizar electricidad normal, o captada por unos pequeños paneles solares y baterías.

La válvula automática va situada en la cámara de llaves, y no dentro del depósito. Lleva una conexión por tubo de media pulgada hasta el depósito, y a este tubo se le aplican unas válvulas de solenoide en unión con contactores eléctricos especiales que hacen actuar la válvula para cumplir con la condición de diferir su apertura.

La operación nocturna se apoya en la utilización de un reloj programador eléctrico.

La estanquidad a válvula cerrada es necesaria, para lo cual habrá que acudir a las de tipo globo con pistón.

Caso 32.— PRESIONES ESTATICAS ALTAS QUE PUEDEN IMPEDIR QUE SE ABRA UNA VALVULA DE FLOTADOR.

En alguna ocasión, ha surgido este problema. Según parece se puede quedar la esfera o flotador en el aire, al bajar el agua en el depósito, impidiendo su llenado; es decir se puede atascar el cierre por la presión. La presión estática a la que ocurre esto suponemos variará con el diseño de la válvula.

En algún problema consultado por Contratistas la única solución que hemos visto es retirar las válvulas de flotador colocadas en los depósitos y sus-

tituir las por otras en las que no ocurra este problema.

Caso 33.— PRESIONES DINAMICAS ALTAS Y EL PELIGRO DE CAVITACION.

Hay que esperar problemas de cavitación cuando la presión dinámica de entrada es superior a 25 ó 30 m.c.a. en válvulas de flotador ya que a la salida la presión es nula.

Para presiones dinámicas entre 25 y 50 m.c.a. solucionamos el problema incorporando a la válvula un sistema mantenedor de presión. (Ref. 3 y 8).

También se puede colocar una válvula mantenedora delante de la válvula de llenado de depósitos.

Para presiones dinámicas superiores a 50 m.c.a. la cavitación puede interferir con el funcionamiento de la válvula de llenado de depósitos, sea cual sea su marca, tipo o modelo. Es necesario estudiar el problema con detenimiento y recurrir, aparte de colocar un mecanismo mantenedor (como se explica en el caso anterior), a colocar una válvula reductora de presión.

En algunos casos hemos recurrido a otros métodos económicos, pues algunos problemas admiten una variedad de soluciones.

NUNCA SE DEBE COLOCAR UNA VALVULA REDUCTORA DE PRESION SOLA ANTES DE UNA VALVULA DE FLOTADOR O DE ALTITUD PARA LLENADO DE DEPOSITOS, PUES NO REDUCIRIA; SE PUEDE COLOCAR SOLAMENTE SI HAY UNA MANTENEDORA ENTRE AMBAS.

Caso 34.— VALVULAS CON PERIODOS MINIMOS DE CERRADO.

El objeto en desear un período mínimo de cerrado es para no dar lugar a golpes de ariete. Las válvulas automáticas no cierran de golpe porque el cierre no es directo sino por un sistema hidráulico en el que el agua es el líquido que se transfiere hacia una cámara. El período de tiempo de cierre se puede variar en los modelos para grandes caudales, mediante la regulación de una válvula de aguja que controla el llenado de la cámara reguladora que realiza el cierre de la válvula. Ver Figura Nro. 1.

Caso 35.— QUE HACER CUANDO UNA VALVULA AUTOMATICA DE LLENADO DE DEPOSITOS NO SE NECESITA.

Se puede aprovechar el cuerpo, y en algunos casos parte de los mecanismos exteriores, para convertirla en otro tipo de válvula. Se la puede convertir, en general, en reductora, mantenedora,

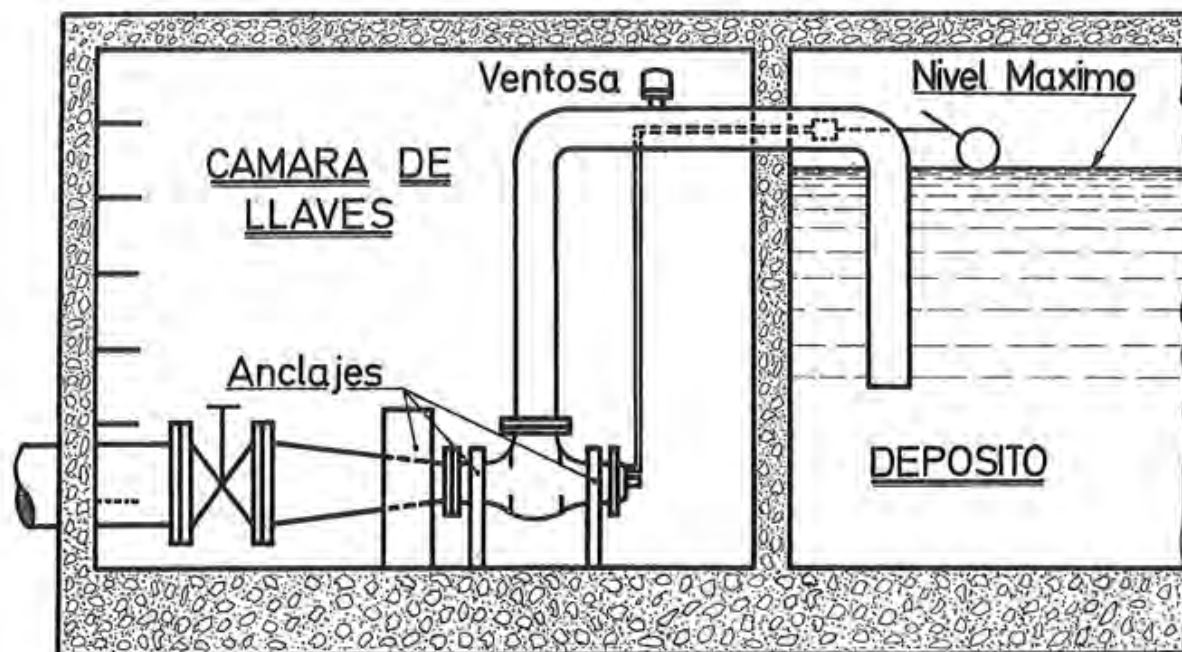


GRAFICO 1.— Esquema de la instalación de una válvula automática con flotador a distancia, colocada en ángulo dentro de la cámara de llaves.

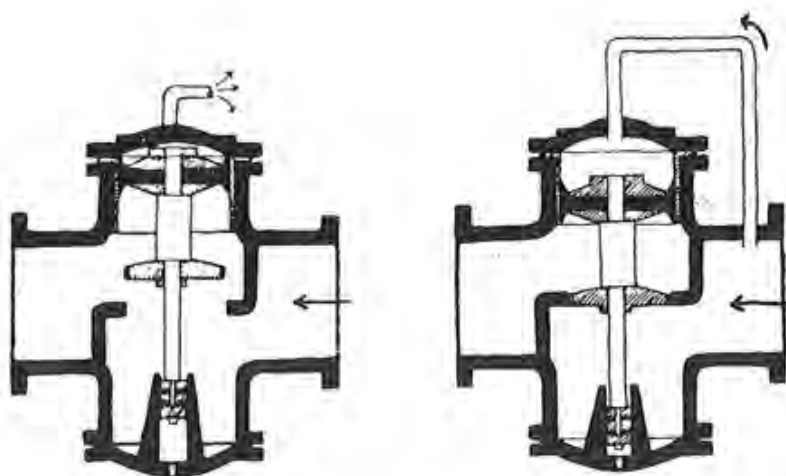


FIGURA 1.— Válvula automática de cerrado lento. En la posición de la izquierda está abierta. En la posición de la derecha está cerrada. Para ello se ha tenido que llenar de agua la cámara superior del pistón, lo que suele tardar desde unos segundos a varios minutos.

etc. y aún en bifuncional o trifuncional. Esta facilidad de reconversión puede ser un factor económico muy importante en algunos casos.

Caso 36.— SISTEMA DE SEGURIDAD EN EL LLENADO DE UN DEPOSITO.

Con válvula de mariposa motorizada. En un depósito dentro de una zona urbana conflictiva se deseó tener un sistema de seguridad por si la válvula de llenado de depósito quedaba atascada o no funcionaba lo que podría dar lugar a que rebosase el agua fuera del depósito. Se aprovechó la existencia de una válvula de mariposa que actuaría mediante unos contactores eléctricos situados por encima de la máxima lámina de agua.

Con timbre. También se pueden colocar unos contactores por encima de la lámina máxima de agua que hagan que suene un timbre de gran potencia que avise a la vecindad para que se tomen las medidas necesarias para cerrar las válvulas en el depósito o comunicar que interrumpan el bombeo.

Caso 37.— VALVULA TRIFUNCIONAL: a) DE LLENADO DE DEPOSITO, b) MANTENEDORA DE PRESION y c) DE APERTURA DIFERIDA.

Esta válvula se necesitaba para hallar el punto más óptimo de funcionamiento conjuntando las necesidades, minimizar las puestas en marcha de la estación de bombeo y poder suministrar a unos caseríos situados antes del depósito. Se puede solucionar con válvulas automáticas de flotador o de altitud.

Caso 38.— APERTURA DIFERIDA EN VALVULAS PARA LLENADO DE DEPOSITOS.

Este caso tiene varias soluciones, tanto usando válvulas automáticas de flotador como de altitud. Por ello se trata en un informe aparte, indicando en la Referencia Bibliográfica 4.

Caso 39.— VALVULAS PARA LLENADO DE DEPOSITOS CON AGUA CALIENTE.

Cualquiera de las válvulas automáticas se pueden construir para trabajar con agua caliente o con otros líquidos (aceites, gasolina, etc.). Únicamente es necesario indicarlo para construirla con los materiales adecuados.

Caso 40.— SUMINISTRAR UN CAUDAL CONSTANTE A UN CANAL ABIERTO CON AGUA

PROCEDENTE DE UNA PRESA CON ALTURA DE AGUA VARIABLE.

Este caso se solucionó con una válvula especial colocada en un pequeño depósito de regulación con una salida de agua al canal. El problema es poder mantener en todas circunstancias una altura constante del agua en el depósito de regulación. Esto se consigue mediante una válvula mandada por un equipo electrónico especial.

RESUMEN

Se han analizado 40 problemas que han surgido en el llenado de depósitos y cuya solución se ha llevado a cabo con distintos modelos de válvulas. A continuación se indican las referencias bibliográficas citadas así como otras adicionales.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1.— "Cálculo para la eliminación del golpe de ariete mediante válvulas de alivio rápido", Por M. Mateos, pendiente de publicación.
- 2.— "Válvulas para controlar el llenado depósitos — Estudio de 24 casos especiales", por M. Mateos, CIMBRA, Diciembre 1982, páginas 10-15.
- 3.— "Válvulas mantenedoras de presión - Funcionamiento y aplicaciones prácticas", por M. Mateos, TECNOLOGIA DEL AGUA, Noviembre de 1983.
- 4.— "Métodos para programar aperturas diferidas de válvulas para llenado de depósitos de agua", Por M. Mateos, CIMBRA, Diciembre de 1984.
- 5.— "Abajo las válvulas de flotador", Por M. Mateos, CIMBRA, Octubre de 1981.
- 6.— "Fallos e inconvenientes del accionamiento eléctrico en las válvulas para llenado de depósitos", Por M. Mateos, CIMBRA, Noviembre de 1983.
- 7.— "Factores determinantes en la elección de una válvula para controlar el llenado de depósitos de agua", Por M. Mateos, TECNOLOGIA DEL AGUA, Septiembre de 1984.
- 8.— "Solución a un problema de falta de presión mediante una válvula mantenedora", Por M. Mateos, CIMBRA, Mayo 1981.
- 9.— "Cavitación en válvulas para llenado de depósitos", Por M. Mateos, pendiente de publicación.

M.M.

OPTIMIZACION DE ANTI-IMPULSIONES

Por: Manuel Mateos
Ingeniero de Caminos, C y P.
Master of Sc.
Doctor of Ph.
Ayudante de Obras Públicas.

Llamamos anti-impulsión a toda conducción de agua en la que la entrada está a cota más elevada que la de la salida, y en donde el agua circula bajo presión. A veces el agua es ayudada por una estación de bombeo, pero generalmente baja por gravedad.

En estas conducciones que suponemos terminan en un depósito pueden ocurrir sobrepresiones peligrosas. Estos aumentos de presión pueden producirse al llenarse la tubería con ventosas que funcionen deficientemente o por estar mal diseñadas, o también por válvulas de flotador que cierran rápidamente. Esto da lugar a roturas en tuberías y, en ocasiones, causan la muerte de técnicos. Estos problemas los hemos tratado en las Referencias 1 a 10 citadas al final.

Referimos a continuación tres casos que se pueden presentar de anti-impulsiones.

CASO PRIMERO.- Impulsión hacia un depósito de regulación situado por debajo de la estación de bombeo, en conducción de poca longitud.

En la figura 1 se presenta el esquema de la instalación. Las válvulas accesorias recomendadas son la (A) y la (D).

Ventosa (A)

Esta ventosa se elegirá de acuerdo con los pormenores de la instalación. Si se extrae el agua de un pozo profundo se deberá instalar una ventosa de bola especial con dispositivo modulante (ver Referencia 4). Si el bombeo es desde un pozo somero, o depósito, la ventosa debe ser de tipo purgador simple Midget, o si la instalación es de importancia el

purgador debe ser de bielas para la expulsión de gran cantidad de aire presión.

Válvula (D) de Regulación

Es una mantenedora de presión (ver Referencia 11). Esta válvula solo se abrirá cuando la presión suba por encima de la mínima. Esta mínima se puede regular in situ de acuerdo con las condiciones particulares del sistema. Impide que se saque del pozo, o depósito, más agua de la debida y asegura un caudal determinado.

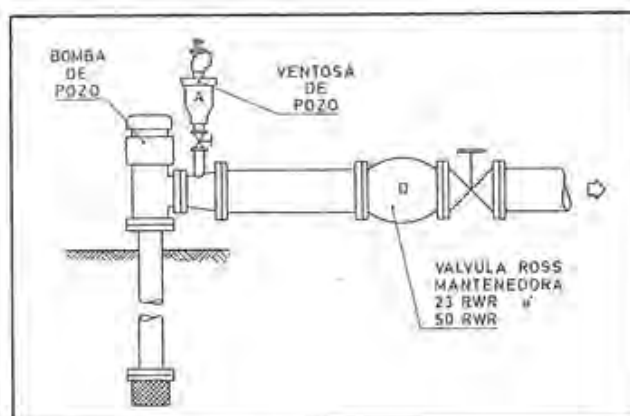


Figura 1. Impulsión hacia un depósito de regulación situado por debajo de la estación de bombeo, en conducción de poca longitud.



CASO SEGUNDO.- Impulsión hacia un depósito de regulación situado por debajo de la estación de bombeo, en conducción de larga longitud.

En la figura 2, se presenta el esquema de la instalación. Las válvulas accesorias recomendadas son en este caso las (A), (C) y (D).

Ventosa (A)

Se aplican las mismas consideraciones que para el CASO PRIMERO anteriormente presentado.

Válvula (C) de Alivio Rápido

La inclusión de una válvula de alivio rápido en el diseño esquematizado en la figura 2 se justifica sobradamente si tenemos en cuenta que ésta válvula desempeña las siguientes funciones:

- Protege el tramo de conducción comprendido entre la bomba y la válvula (D) de optimización de las sobrepresiones que se producen al poner en marcha la estación de bombeo.
- Expulsa las primeras aguas bombeadas que suelen contener sólidos indeseables.
- Protege las bombas de las elevadas presiones que aparecen al iniciarse el bombeo, mientras está cerrada la válvula de optimización (D). Al evitar sobrepresiones en las bombas se reducen considerablemente los gastos de conservación y mantenimiento de las mismas.
- Impide que comience el bombeo efectivo hasta que no se alcance una presión mínima. Algunos fabricantes de bombas recomiendan que se empiece bombeando en vacío hasta que la bomba llegue a la velocidad de régimen. Esta práctica es extremadamente perjudicial para las bombas y ya vemos que la instalación de una válvula de alivio rápido se hace completamente necesaria. En la figura 3 se presenta un corte de una de estas válvulas.

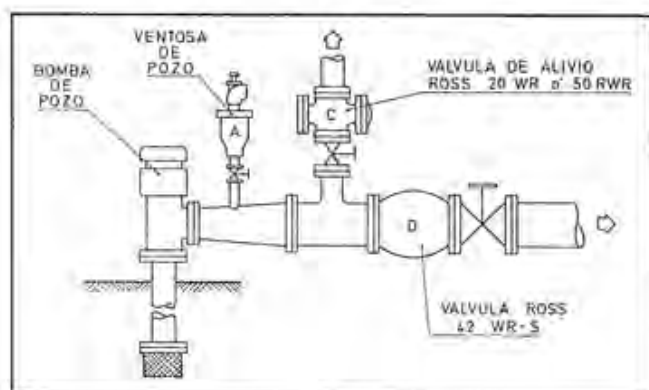


Figura 2. Impulsión hacia un depósito de regulación situado por debajo de la estación de bombeo, en conducción de larga longitud.

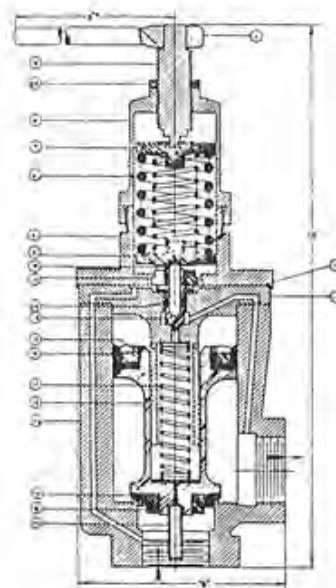


Figura 3. Sección de una válvula de alivio rápido por vaciado de cámaras, para reducir las sobrepresiones que ocurren dentro de las tuberías. Modelo 20 WR de la casa Ross.

- Asegura la circulación de un caudal mínimo mientras la bomba esté trabajando. En el caso de bombas sumergidas esta función es primordial pues permite el enfriamiento de los motores.

El análisis de los epígrafes anteriores confirma la trascendencia de las válvulas de alivio en estas instalaciones. Algunas válvulas de alivio, como la de la figura 3, se abren rápida y totalmente cuando la presión excede en un 10% sobre la presión manométrica de la conducción, descargando instantáneamente el volumen de agua preciso para que se anulen casi totalmente las sobrepresiones. El funcionamiento de estas válvulas es mucho más eficaz y fiable que el de las válvulas de seguridad que consiste en un resorte y un tapón.

Válvula (D) optimizadora

Esta válvula es la que incide más directamente en el proceso de bombeo, pues introduce las ventajas siguientes:

- Protege contra presiones excesivas en la impulsión y en los sistemas de distribución de agua, debido a que su apertura se efectúa gradualmente.
- Durante la parada de la instalación, la válvula se va cerrando lentamente con la bomba aún en marcha. Solamente cuando la válvula optimizadora (D) se ha cerrado en un 95%, es

cuando un interruptor detiene la bomba. De esta manera se eliminan las oscilaciones del agua que originarían golpes de ariete.

- c) La válvula optimizadora solo se abre cuando se haya expulsado todo el aire existente desde la impulsión y cuando se haya evacuado, a través de la válvula de alivio, las primeras aguas bombeadas.
- d) Esta válvula puede eliminar la formación del vacío durante el tiempo de cerrado del sistema de bombeo.

Válvula de Cierre

La función de estas válvulas es aislar los elementos que integran la instalación en el caso que se tenga que proceder a la substitución o revisión de alguno de ellos.

En la figura 2 se indica la posición de estas válvulas. En cuanto al tipo recomendamos que las que aíslan la ventosa (A) y la válvula (C) de alivio sean de bola para pequeños diámetros, y de mariposa para grandes diámetros, y la que aísla la optimizadora (D) sea de mariposa o de compuerta.

Para más información sobre las válvulas de alivio y optimizadoras ver las Referencias 12 a 19.

CASO TERCERO.- Eliminación de las sobrepresiones causadas al cerrarse rápidamente una válvula de llenado de depósitos.

Lo más adecuado es colocar una válvula de flotador, o de altitud, que cierre paulatinamente. Cuando las presiones dinámicas son elevadas hay que tener en cuenta que no vale cualquier válvula de flotador. Los fundamentos para la selección de una válvula idónea para llenado de depósitos están expuestos en la Referencia 9.

Si existe en el depósito una válvula de cerrado rápido solemos recomendar una válvula de alivio rápido colocada tal como se presenta en la figura 4. Estas válvulas, analizadas anteriormente y representada una de ellas en la figura 3, reducen considerablemente las sobrepresiones y disminuyen por lo tanto las posibles roturas o accidentes.

OBSERVACIONES

En las anti-impulsiones hay que analizar debidamente la evacuación del aire de las tuberías; al estar contrapuestas las tendencias del agua a bajar y del aire a subir, se pueden formar bolsas o "longanizas" de aire que potencien varias veces las sobrepresiones que sobrevienen al cerrarse rápidamente una válvula de flotador. Estas sobrepresiones pueden llegar a que la instalación explote pudiendo causar la muerte a las personas que estén alrededor. En las

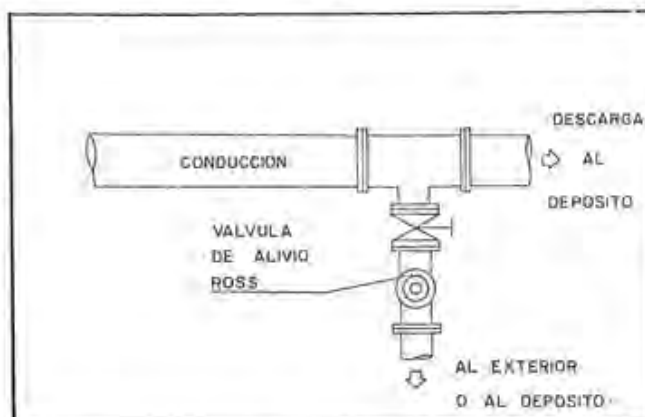


Figura 4. Esquema de colocación de una válvula de alivio para evitar sobrepresiones en válvulas de flotador que se cierran con rapidez causando golpes de ariete.

Referencias 1 a 4 comentamos los problemas de las ventosas.

Las ventosas son también necesarias para evitar el colapsamiento de las tuberías cuando se crea el vacío en su interior.

Debido al gran número de ventosas que hemos visto sin funcionar, conviene elegir las que sean fiables, aún yendo a tamaños menores de los recomendados, es decir, hasta del orden de un décimo del diámetro de la tubería. Es mejor tener una ventosa sub-dimensionada que sea fiable que tener una ventosa de tamaño adecuado que falle.

REFERENCIAS

- 1 "El problema del comportamiento de las ventosas y su solución con ventosas trifuncionales. Por M. Mateos, CIMBRA, Julio 1984. Pág. 15-17
- 2 Comentarios al artículo "Peligrosidad del aire en el interior de las tuberías" de Enrique Mendiluce. Por M. Mateos. REVISTA DE OBRAS PUBLICAS. Septiembre 1984. Pág. 725-726
- 3 Comentarios al artículo "Desaireación de tuberías" de Enrique Mendiluce. Por Manuel Mateos. CIMBRA. Septiembre 1984. Pág. 27-28
- 4 "Ventosas — Análisis práctico de su comportamiento y presentación de 17 tipos distintos". Por M. Mateos. Pendiente de publicación en LA REVISTA DE OBRAS PUBLICAS.
- 5 "Abajo las válvulas de flotador". Por M. Mateos. CIMBRA. Octubre 1981. Pág. 27-29
- 6 "Métodos para programar aperturas diferidas en válvulas para llenado de depósitos de agua". Por M. Mateos. CIMBRA, Diciembre 1984. Pág. 11-14.
- 7 "Válvulas para controlar el llenado de depósitos de agua — Estudio de 24 casos especiales". Por



- M. Mateos. CIMBRA, Diciembre 1982. Pág. 10-15.
- 8 "Factores determinantes en la elección de una válvula para controlar el llenado de depósitos de agua". Por M. Mateos. TECNOLOGIA DEL AGUA, Septiembre 1984. Pág. 76-79.
- 9 "Casos especiales adicionales en válvulas para controlar el llenado de depósitos. Por M. Mateos. Pendiente de publicación.
- 10 "Válvulas mantenedoras de presión: Funcionamiento y aplicaciones prácticas". Por M. Mateos. TECNOLOGIA DEL AGUA, Noviembre 1983. Pág. 71-75.
- 11 "Adiós golpe de ariete, adiós". Por M. Mateos. CIMBRA.
- 12 "Cálculo para la eliminación del golpe de ariete mediante válvulas de alivio rápido". Por M. Mateos. Pendiente de publicación.
- 13 "Cálculo para la eliminación del golpe de ariete". Por M. Mateos. Informe (Pedidos al Apartado 31031 - 28080 MADRID).
- 14 "Optimización de las impulsiones de caudal constante mediante válvulas anticipadoras del golpe de ariete". Por M. Mateos. Pendiente de publicación.
- 15 "Optimización de re-impulsiones largas o con altas presiones. Por M. Mateos. Pendiente de publicación en la REVISTA DE OBRAS PUBLICAS.
- 16 Comentarios al artículo "Chimeneas de equilibrio en instalaciones de bombeo" de Luis Torrent. Por M. Mateos. REVISTA DE OBRAS PUBLICAS, Enero 1983. Pág. 33-35.
- 17 Comentarios al artículo "De la conversión de energía de ondas en energía de masas en las impulsiones" de Emilio Herranz y María del Carmen de Andrés. Por M. Mateos. REVISTA DE OBRAS PUBLICAS, Enero 1980. Pág. 55.
- 18 Optimización de impulsiones largas o con altas presiones. Por M. Mateos. CIMBRA, Marzo 1985, Pág. 9 a 14.
-

REPLICA A LOS COMENTARIOS DE DON ENRIQUE MENDILUCE SOBRE LA COMUNICACION “ADIOS GOLPE DE ARIETE, ADIOS”

Por: Manuel MATEOS

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.
Ayudante de Obras Públicas
Master of Science
Doctor of Philosophy
Professional Civil Engineer
Professional Highway Engineer
Profesor de Servicios Urbanos, Escuela de
Ingeniería T. de Obras Públicas de Madrid.

Agradezco a Enrique Mendiluce su interés por mis experimentos para eliminar el golpe de ariete y sus comentarios hechos a CIMBRA, número de septiembre de 1982. Mendiluce trabajó durante años en este problema y desarrolló una fórmula que he podido comprobar es ampliamente usada por los proyectistas de impulsiones. El trabajo de Mendiluce supone la existencia del problema, lo analiza, lo evalúa y desarrolla la fórmula que contribuye a tener una solución para paliarlo.

Yo dejo de lado todas las fórmulas matemáticas por seguir un método que elimina de raíz el golpe de ariete, sea éste importante o no.

Ciñéndome al caso de la comunicación que titulé “Adiós golpe de ariete, adiós” (CIMBRA, Junio 1982), el contratista de la obra, Sr. San Román me dijo que el golpe de ariete llegó a pasar de 400 m en una ocasión en que pusieron las bombas en marcha sin ninguna protección.

Cuando yo estuve en la impulsión ya habían instalado las dos válvulas que recomendé; es decir, una válvu-

la de alivio estabilizada y una válvula de retención controlada. Estaban bombeando a 180 m. Al parar las

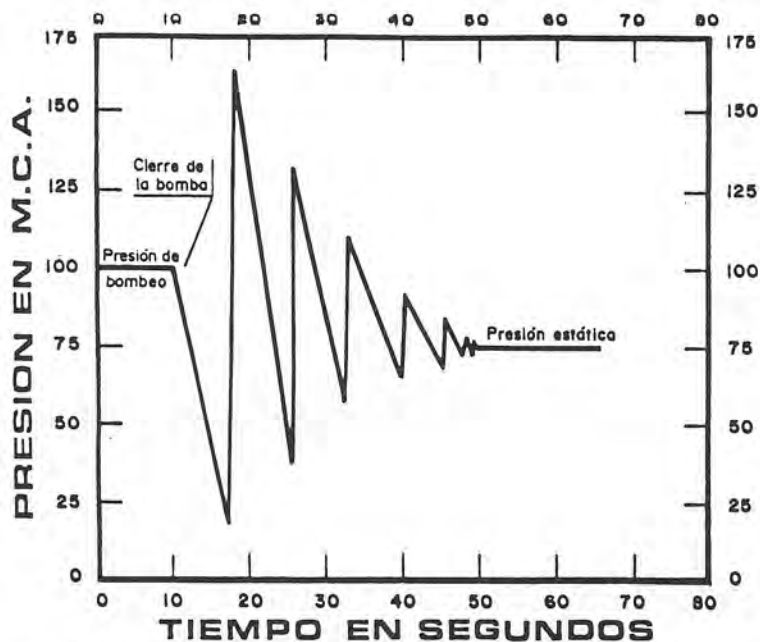


Figura 1. Gráfico de presiones típicas de un golpe de ariete.

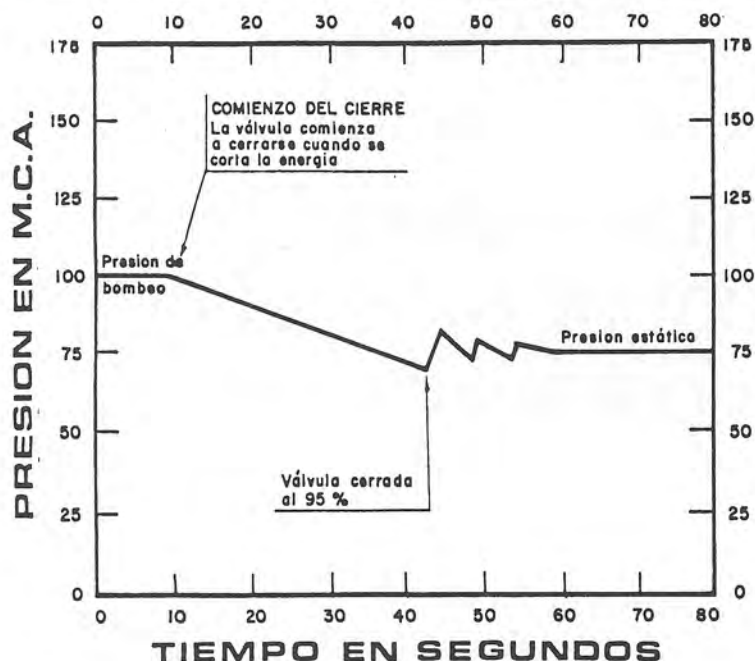


Figura 2. Gráfico característico del golpe de ariete en una instalación con válvula de retención controlada más válvula de alivio estabilizada.

bombas, la presión subió a unos 220 m, es decir un 22 por 100 más. Ofrecí al contratista, Sr. San Román, llevar a cabo un ajuste de las válvulas para reducir esos 220 m,

pero lo rechazó porque esa presión se podía soportar bien por la tubería y porque no existía ya ningún problema.

Debo indicar que las instalacio-

nes de bombeo no eran nuevas, pues estaban en funcionamiento desde hacía varios años, bombeando unos 3 ó 4 l/seg. El problema de tener un importante golpe de ariete surgió al querer bombear 9 l/seg aprovechando la instalación existente, con las mismas tuberías, torre de toma, etc.

He de mencionar que las tres instalaciones gemelas (es un bombeo en serie triple) funcionan perfectamente y que no existe golpe de ariete alguno. Solamente ligeras sobrepresiones y depresiones, pero sin el golpeteo característico del golpe de ariete. Poniéndolo gráficamente, pasamos de una condición de presiones similar a la de la Figura 1, a otra condición similar a la de la Figura 2.

Aparte del método expuesto en la comunicación mencionada, debo indicar que hemos puesto en práctica otros para eliminar solamente las sobrepresiones, y cuyos resultados venimos analizando desde hace varios años. Serán presentados en una próxima comunicación, ya que los consideramos de gran interés por su reducido coste.

M.M.

Comentarios a la comunicación "La seguridad en las instalaciones para transporte y distribución de aguas"

de DON ENRIQUE MENDILUCE;

PUBLICADO EN EL NUMERO 232 (Mayo 1986) DE ESTA REVISTA.

Por: Manuel MATEOS
AOP, ICCP, PhD, Master

He leído con interés la comunicación de Enrique Mendiluce porque siempre se aprende algo nuevo en ellas. He observado que en sus escritos se refiere sencillamente a problemas que ha resuelto. Es uno de los ingenieros que estudia los fallos para proponer soluciones, pues en general se exponen solamente los logros y a veces se aprende más de los fallos que de los éxitos.

Estoy de acuerdo en que gran parte de las roturas en tuberías se deben a acciones poco conocidas del aire dentro de las mismas y el cual entra en ellas disuelto en el agua aunque vaciado, también entra cuando la tubería está en carga, funcionando. Sin embargo hay todavía algún técnico que no coloca ventosas por miedo al aire que pueda entrar por ellas, o porque la conducción vaya constantemente subiendo, o porque la tubería discorra horizontalmente. Algunas de nuestras opiniones han sido expuestas en esta Revista: (1) "¿Se necesitan ventosas en los tramos ascendentes de impulsiones?" CIMBRA, Septiembre 1985. (2) "Válvulas especiales para aguas sucias", CIMBRA, Febrero 1984. (3) "El problema del comportamiento de las ventosas y su solución con ventosas trifuncionales", CIMBRA, Julio 1984. (4) "Comentarios a la comunicación Desaireación de Tuberías, de Enrique Mendiluce", CIMBRA, Septiembre 1984.

Me he enterado recientemente que Mendiluce recomendó colocar en Granada las válvulas de seguridad para eliminar inundaciones causadas por roturas en tuberías. Se da la casualidad que tales válvulas hechas por la casa Ramus, de Francia, las suministré yo a la empresa Dragados y las puse a punto una vez en su emplazamiento. Estuve en Granada, por coincidencia con un viaje mío, el día que se rompió la tubería que baja del depósito de la Cartuja; la válvula de seguridad se había cerrado y apenas salieron unos metros cúbicos de agua, que no causaron inundaciones ni por lo tanto dieron lugar a posibles indemnizaciones. Aunque la simulación de la rotura ya se había hecho durante la puesta a punto (abriendo desagües agua abajo), ví que el hecho que se cierra por sí sola al haber una rotura pudo convencer mucho mejor que las simulaciones que les

había hecho durante el tarado y puesta a punto. Mi experiencia en este campo me llevó a considerar la necesidad de escribir un librito sobre estos tipos de válvulas ("Válvulas de seguridad para suprimir inundaciones causadas por roturas en tuberías", por M. Mateos, 50 pág. Servicio de Publicaciones de la Revista de Obras Públicas, 1965).

Mi profesión me ha llevado a coincidir en algunos problemas con Mendiluce y a poder discutir libremente sobre fallos y casos prácticos de hidráulica y a aprender de él, siendo de admirar que siga en la brecha y piense revisar su bien conocido libro sobre el golpe de ariete.



Lo mismo que el aire puede ocasionar grandes sobrepresiones que causen la explosión de las tuberías, también se puede producir colapso, aplastamiento o implosión si durante el vaciado no entra aire suficiente en la conducción.

M.M.

El problema de las incrustaciones aceleradas de caliza en tuberías y su remedio

Por: Manuel Mateos de Vicente
Ayudante de Obras Públicas
Ingeniero de Caminos
Profesional Civil Engineer

La formación de anillos concéntricos en tuberías por depósitos de carbonato cálcico es un problema bien conocido por todos los ingenieros. Sin embargo, menos conocida es la incidencia del fenómeno en las tuberías de distintos materiales. Más de un fabricante puede afirmar que en el material de sus tubos no se deposita la caliza. Así algunos compañeros están padeciendo las consecuencias de esta desinformación, sufriendo por tanto fracasos en los suministros de aguas proyectados por ellos. Conviene estar bien informado para no ir experimentando provincia a provincia los efectos del mismo problema.

Mi opinión actual es que la caliza se puede depositar en toda clase de tubos, mientras no vea demostrado lo contrario. He visto tubos de fibrocemento con anillos de caliza que reducen enormemente la sección del tubo (Ver figura 1), por lo tanto, su efectividad quedaba disminuída al perder sección. Lo mismo he visto en tuberías de hierro y de plástico.

Los depósitos de caliza, cal, o carbonatos cálcicos en los tubos son de tres modalidades:

- 1.- Concéntricos, en anillos
- 2.- En piedras sin forma especial
- 3.- En escamas múltiples, tipo esponja

He de indicar que las dos últimas modalidades parecen que ocurren solamente en tubos de plás-

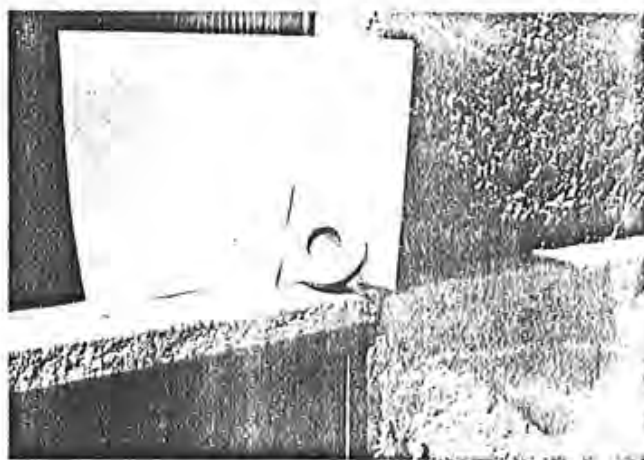


Figura 1.- Sección de una tubería de fibrocemento con una capa despesa de carbonato cálcico de tal manera que ha reducido considerablemente la sección, conllevando serios problemas al abastecimiento normal de agua.

tico, concretamente PVC. En la fig. 2 se presenta un tubo de plástico que quedó completamente obturado en menos de un año. Esto puede ocurrir en tramos lineales, en conexiones, o en bifurcaciones, sin que tengamos ninguna explicación técnica para ello hasta ahora. Hay tramos lineales



Figura 2.- Sección de una tubería de plástico PVC completamente inutilizada por depósitos de carbonato cálcico en escamas, como si fuera una esponja, y que ocurrió en menos de un año. El buscar el punto donde se ha obturado la tubería puede ser extremadamente costoso, pues de momento no podemos saber exactamente los lugares donde ocurren estas formaciones aceleradas. Estas incrustaciones o depósitos se pueden contrarrestar utilizando el sistema magnético que se menciona en esta comunicación y que consiste simplemente en sustituir un trozo de tubo del abastecimiento por otro construido con imanes especiales, de coste muy económico.

donde sólo se incrusta la caliza en puntos concretos que no tienen nada de especial.

El procedimiento clásico para eliminar estos efectos es tratar la cal con zeolitas, polifosfatos, ácidos, sales, etc. Esto conlleva la construcción de depósitos y un gasto continuo en productos. Empleando sales y fosfatos podemos estar incorporando al cuerpo humano, si es para usos domésticos, iones o moléculas perjudiciales. El ión sodio particularmente puede tener efectos nocivos en el organismo por una mayor propensión a tener presión de sangre elevada, aparte de otros efectos secundarios no bien conocidos.

El procedimiento que he usado últimamente es magnético. Consiste en intercalar en la tubería un simple tubo especial construido con imanes de una potencia determinada. Al pasar el agua por este tubo magnético sufre algunos cambios, suponemos

que sub-atómicos, que hacen que no solamente no se formen incrustaciones de caliza sino que vaya retirando las existencias poco a poco. El coste de este procedimiento con respecto al clásico es insignificante. A veces no se pueden poner en funcionamiento los descalcificadores de tipo clásico por ser su mantenimiento muy caro. El aparato magnético aparte de su coste reducido no necesita mantenimiento alguno ni incorporación de ningún producto.

Sobre sus posibles efectos en el organismo tenemos certificados de personas que indicaban les habían desaparecido los cálculos del riñón. También tenemos referencias de hospitales donde se han llevado a cabo experimentos con agua magnetizada con resultados muy espectaculares en cuanto a la eliminación de piedras (o cálculos) salivares o de las vías urinarias. Ver Referencia bibliográfica al final.

Según parece al magnetizar el agua no cambia su dureza pero sí los efectos de la misma. Aparte de disminuir o desaparecer los problemas de las incrustaciones en tuberías, electrodomésticos, duchas, etc., hay quién afirma que se consume menos jabón y que si la dureza es elevada mejora el sabor del agua.

También tenemos informes sobre un aumento en la productividad agrícola cuando se riegan las plantas con agua magnetizada.

Es posible que muchos compañeros sean exépticos a utilizar este procedimiento. Yo particularmente he realizado muchos trabajos de investigación a nivel iónico con resultados a veces muy interesantes. Parte de estos trabajos han sido mencionados en la Referencia Bibliográfica 2.

1.- Yan Yue, "Studies on the effect of magnetized water in the treatment of urinary stone and salivary calculus". Teng Ren Hospital, Shanghai, China.

2.- Manuel Mateos, "Las soluciones pequeñas pueden ser grandes soluciones — Alternativas para una época en crisis", CIMBRA, Junio 1985.

M.M.

VENTOSAS PARA SIFONES PUROS

Por: Manuel MATEOS

Ing. de C.C. y P. — Ay. de O.P.

Master of Science.

Los sifones puros son aquellos basados en succión del líquido. Aclaremos este concepto porque también se emplea la palabra sifón para designar el paso de una vaguada con una tubería, lo que sería más exacto llamar antisifón, si sigue la vaguada, o puente-sifón si la salva por encima pero siempre con el agua a presión.

Tales sifones puros se emplean generalmente en algunas presas para iniciar un desagüe prematuro, o anticipado, antes que las aportaciones de caudal extraordinarias hagan que la presa se desborde. (Fig. 1).

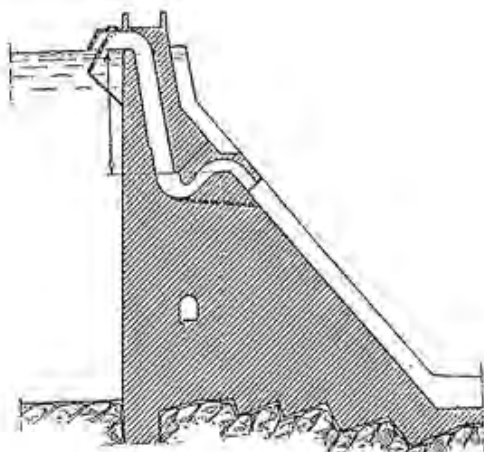


Figura 1. Ejemplo típico de sifón en presa de gravedad.

Estos sifones suelen funcionar sin complicaciones, al menos aparentemente. Pero hemos de tener en cuenta que el agua siempre lleva en disolución aire y otros gases que se pueden acumular en la parte alta del sifón, disminuyendo, o hasta anulando, su capacidad de desagüe.

Para tratar que el sifón debidamente se le suelen acoplar unas bombas de vacío, movidas por motores eléctricos, que evacúan el aire que se va acumulando en la parte alta del sifón. Esto no significa que no se pueda diseñar instalaciones que no empleen energía para evacuar el aire y mantener el vacío en el sifón.

Hemos estudiado la problemática del aire que se acumula en las conducciones, no tan solo durante el vaciado de las mismas sino en funcionamiento, transportando agua a presión. Parte de estas experiencias las hemos plasmado en algunos artículos publicados en CIMBRA.

Para mantener el funcionamiento de un sifón puro se puede recomendar la instalación de una ventosa de diseño análogo a la representada en la Figura 2.

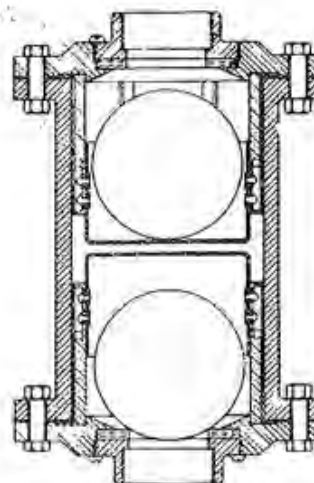


Figura 2. Tipo de ventosa que se recomienda para evitar el descebamiento de sifones en tuberías o en presas.

El funcionamiento de tal ventosa, de doble bola en un mismo eje vertical, es sencillo. Si el sifón trabaja normalmente la ventosa tiene las dos esferas—flotadores tal como están representadas en la Figura 2. Si el sifón acumula aire entonces se levanta la esfera inferior hasta que haya salido completamente el aire, momento en el cual la esfera superior sube y cierra el paso del agua.

Con esta solución sencilla se pueden eliminar los procedimientos a base de bombas de vacío que requieren la instalación de aporte de energías externas más costosas que la solución presentada en esta comunicación.

M.M.

Las cámaras de rotura de carga y su alternativa. Las válvulas reductoras de presión

Por: Manuel Mateos
Ayudante de Obras Públicas
Dr. Ing. de Caminos

"Presentamos información sobre el análisis necesario para poder seleccionar uno de los dos métodos de reducir la presión, según las condiciones de cada caso en particular"

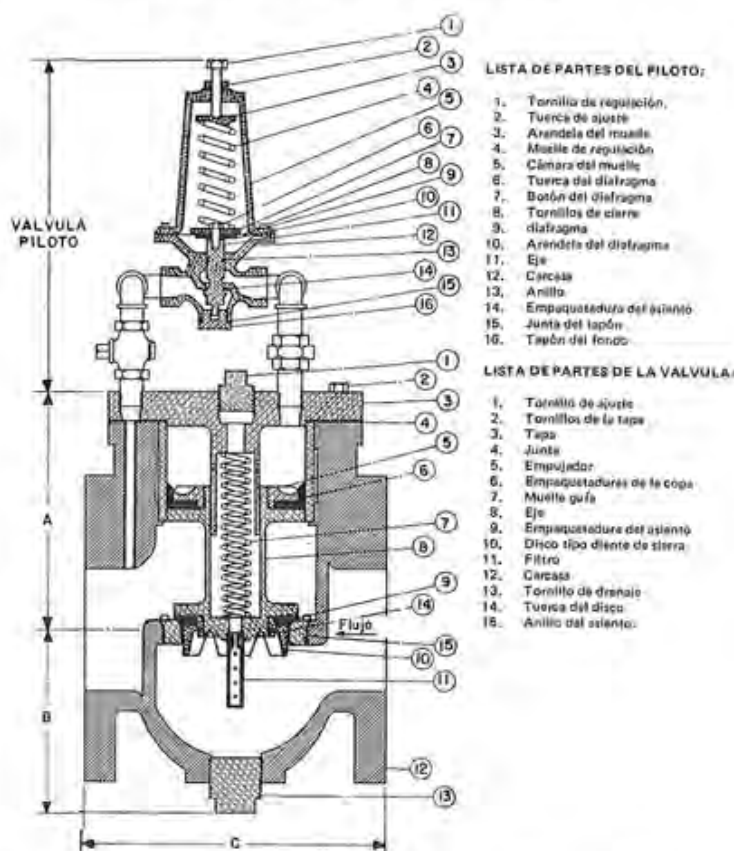
Una cámara de rotura de carga es un pequeño depósito donde desemboca una tubería con agua a presión, para perder esta y tener en tal punto una salida con presión nula.

Aparentemente puede parecer que la elección de una cámara de rotura de carga puede ser la mejor solución, porque en ocasiones no se sopesan sus ventajas e inconvenientes. Los **inconvenientes** principales de una cámara de rotura de carga son:

1- La cámara, o depósito necesita generalmente una válvula de flotador, cuyo coste puede ser el mismo que el de una válvula reductora de presión.

2 - Una válvula de flotador para presiones de entrada superiores a unos 30 metros de columna de agua (mca), al verter a la presión nula de la cámara de rotura de carga, puede sufrir los efectos de la cavitación. Para presiones entre 30 y 50 mca, puede necesitar un mecanismo especial que actúe de tal manera que la válvula tenga una acción gradual, lo que se consigue incorporando en la válvula un piloto mantenedor si lo admite, o bien instalando una válvula mantenedora de la presión agua arriba antes del flotador. Para presiones superiores a 50 mca no basta la solución anterior, sino que hay que acudir además a reducir la presión. De lo contrario en algunos casos puede quedar inutilizada la válvula de flotador después de uno o dos años. Debemos indicar también que una válvula reductora de presión colocada delante de una válvula de flotador no funciona porque se mantendría siempre abierta al no haber retención de la presión.

SECCION DE VALVULA Y PILOTO



Componentes de un modelo de válvulas para conducciones de pequeño diámetro.



3 — Para que la válvula de flotador actúe eficazmente se necesita que la cámara de rotura de carga tenga el volumen apropiado. Suponiendo que deba poder almacenar el agua que llega en dos minutos, tendremos que para:

Un caudal de 20 litros por segundo, se necesita un depósito de 2.400 L.

Un caudal de 500 L/s, se necesita un depósito de 60.000 L.

Lo anterior da una idea de la importancia de la obra civil que supone la construcción de cámaras de rotura de carga. El tiempo de dos minutos se ha adoptado para tener una regulación normal, evitar pérdidas por rebosamiento, y paliar los posibles golpes de ariete al cerrarse paulativamente la válvula de flotador.

4 — Hay que tener en cuenta que aparte del coste de la válvula de flotador, válvulas reductoras y/o mantenedoras, y de la construcción de la cámara, hay que contar con el de las EXPROPIACIONES del terreno a ocupar, que puede ser de consideración en algunas zonas urbanas.

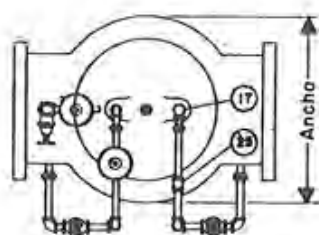
5 — La cámara de rotura de carga puede perder agua difícil de detectar, por grietas o por asentamientos del terreno.

6 — La cámara de rotura de carga se puede considerar SOLAMENTE donde no se necesite a la salida presión alguna. Por lo tanto en poblamientos habría que construirla elevada, lo que encarecería mucho su coste. Es corriente en ciudades necesitar al menos 40 mca, lo que obligaría a construir una torre-depósito de 40 m de altura, lo que es prácticamente impensable por su elevado coste y el desequilibrio de la estética urbanística.

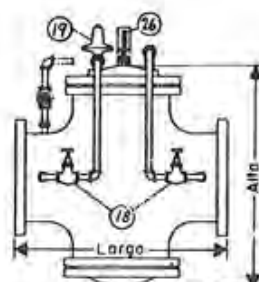
7 — El flotador de la cámara puede fácilmente quedar atascado por los hielos en lugares fríos; para evitarlo se necesita una válvula especial, cara, o aislar debidamente la cámara de rotura de carga.

8 — El agua de una cámara de rotura de carga puede ser contaminada muy fácilmente.

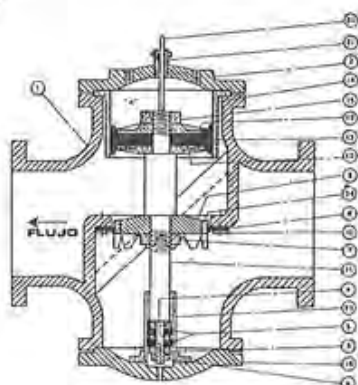
Una cámara de rotura de carga puede tener sus ventajas bajo las condiciones siguientes:



Planta



Alzado



Sección

LISTA DE COMPONENTES

1. Cuerpo de la válvula.
2. Tapa superior.
3. Tuerca inferior de guía.
4. Anillos del pistón inferior.
5. Cueros del pistón inferior.
6. Tuerca inferior del eje.
7. Tuerca media del eje.
8. Disco de asiento.
9. Empaquetadura del asiento.
10. Soporte del cuero del asiento.
11. Eje.
12. Base de la cámara.
13. Empaquetadura de la cámara.
14. Camisa del pistón superior.
15. Tuerca superior del eje.
16. Tapa inferior.
17. Estrangulador de aguja.
18. Llaves de aislamiento.
19. Piloto.
20. Varilla indicadora del grado de apertura.
21. Guía de la varilla.
22. Camisa del pistón inferior.
23. Anillo del asiento.
24. Filtro, o llave de purga.
25. Escala indicadora del grado de apertura.

Detalles internos y vistas de una válvula reductora de presión Ross para grandes diámetros.

1 - Que la presión que se desea eliminar sea de poca importancia, no superior a los 30 mca.

2 - Que no importe que se desborde el agua, lo que puede ocurrir porque los aportes sean mayores que el gasto o caudal absorbido por la conducción siguiente, o porque quede atascado el flotador.

La opción alternativa a la construcción de las cámaras de rotura de presión son las válvulas REDUCTORAS DE PRESIÓN, que también tienen sus ventajas e inconvenientes. Estos últimos pueden ser:

1 - Que su coste sea mayor que el de una válvula de flotador, lo que puede ocurrir generalmente para bajas presiones del agua y en algunos casos para válvulas en tuberías de diámetro superior a 300 mm.

2 - Las de gran diámetro necesitan un mantenimiento cada cierto número de años, pero lo mismo ocurre con las válvulas de flotador de gran diámetro.

3 - Las válvulas se pueden quedar atascadas por piedras, tablones y otros objetos transportados dentro de la conducción, debido a la negligencia del constructor o de las cuadrillas de conservación, pero esto también afecta a las válvulas de flotador. Para paliar estas emergencias se deben colocar filtros, rejillas o coladores en algunos puntos de la red, o lavar la tubería después de colocarla o de una reparación.

4 - Hay que seleccionar bien las válvulas reductoras de presión, pues hay algunas poco fiables, sobre todo para diámetros mayores de 100 a 200 mm, según las marcas. Las válvulas de flotador para pequeños diámetros y poca presión tienen sin embargo un mecanismo simple muy fiable.

5 - Las válvulas reductoras también están afectadas por la cavitación, aunque en menor grado que las de flotador.

6 - Que se pueda construir el conjunto de válvula de flotador, más cámara de rotura, más arqueta —si es precisa— más coste del terreno por un monto total inferior al de la válvula reductora de presión más su pequeña arqueta. (Consideramos que la necesidad de filtros es independiente de una u otra elección).

Las ventajas de una válvula reductora de presión pueden ser las siguientes:

1 - Una válvula reductora de presión de buena calidad puede costar lo mismo, o menos, que una válvula de flotador de buena calidad.

2 - Los problemas de cavitación se solucionan mejor en una válvula reductora.

3 - La válvula reductora de presión adapta sus mecanismos para dejar pasar solamente el caudal necesario para que la presión agua abajo se mantenga constante. (En general no se recomienda colocar válvulas reductoras de acción proporcional, ya que la presión agua abajo cambia con las fluctuaciones de la presión agua arriba de la misma).

4 - No producen golpes de ariete; algunas válvulas de flotador si que lo originan.

5 - Ocupan un espacio reducido, y van colocadas dentro de una arqueta, por lo que la obra civil es mucho más barata que en las cámaras de rotura de presión.

6 - Ocupan poco espacio, lo que reduce las expropiaciones, o las anula al ir colocadas bajo tierra.

7 - En ciudades se pueden colocar en cualquier punto de la conducción. No se necesitan torres ni depósitos elevados.

8 - Al colocarse en la misma línea que la tubería, es decir bajo el nivel del terreno, no sufren apenas los efectos de las heladas. En lugares muy fríos se puede empacar la arqueta, donde esté colocada la válvula reductora, con sacos rellenos con material aislante.

En resumen, hemos expuesto las ventajas e inconvenientes que es necesario considerar cuando se analice el problema de reducir la presión dentro de una conducción mediante una CÁMARA DE ROTURA DE CARGA o una VALVULA REDUCTORA DE PRESION. Solamente un análisis de todos los factores, que incluyen los costes de las válvulas, obra civil y expropiaciones, así como el futuro mantenimiento, proporcionarán bases sólidas para elegir uno u otro sistema.

M.M.

BASES PARA UNA ACTUACION INDEPENDIENTE: EL TOPO NEUMATICO

Por Manuel MATEOS
Ayudante de Obras Públicas

Iniciamos hoy una serie de artículos sobre sugerencias e ideas, para una actuación independiente de los compañeros, en aspectos de trabajo distintos a los tradicionales. Según parece la competencia aumentará en el futuro y las salidas profesionales usuales quedarán pronto colmatadas. Desearíamos que fueran varios los compañeros que mandaran sugerencias o artículos sobre el tema. El autor del artículo de este mes, Manuel Mateos, que ha trabajado y estudiado en diferentes países y cuenta con experiencia en los variados campos de la profesión, nos ha prometido el envío de otros trabajos sobre este interesante tema.

En numerosas ocasiones se han expresado algunos compañeros sobre sus deseos de constituirse en independientes, generalmente al nivel que sea. Desde ciertos puntos de vista, el trabajar autónomamente ofrece unas magníficas perspectivas por la flexibilidad del horario, la ausencia de un jefe, el tener su propia empresa y, en ocasiones, tener grandes beneficios.

Luego, la realidad puede ser otra, y es necesario que lo sea, sobre todo al principio, pues a la flexibilidad en el horario se opone una actuación continua y los beneficios se han de incorporar a la inversión necesaria de la empresa, para pasar cuanto antes a una fase más segura y equilibrada.

Pensando en los compañeros que quieran independizarse, informamos sobre un nuevo aparato, de precio razonable, que puede ser la base para ello.

Este aparato hace sondeos horizontales por un

procedimiento nuevo, abriéndose camino y compactando lateralmente la tierra desplazada.

En una demostración que nos hicieron, la máquina se colocó con mucha facilidad, recorrió bajo tierra 8 metros en media hora, aproximadamente, entre dos zanjas abiertas previamente para simular el paso por debajo de una carretera. Esta simplicidad contrasta con las engorrosas maniobras de las máquinas usadas hasta hoy, más lentas y que requieren más tiempo y más espacio para poder trabajar.

Viendo la actuación de esta máquina, pensé que puede ser pie para una actuación independiente de cualquier compañero que resida en una ciudad de más de doscientos mil habitantes, donde en muchas ocasiones se abren zanjas en las calles para instalar cables o tuberías.

Nuestro interés comercial en este aparato es nulo y únicamente informamos por si le interesa la propuesta a algún compañero.

El topo neumático, colocado, empezando a penetrar en la tierra.



Abriendo paso a través del terraplén.

Salida del topo neumático después de haber taladrado 8 metros lineales en una media hora.



PREVENCION DE ROTURAS EN CONDUCCIONES

Por Manuel MATEOS
Ayudante de Obras Públicas

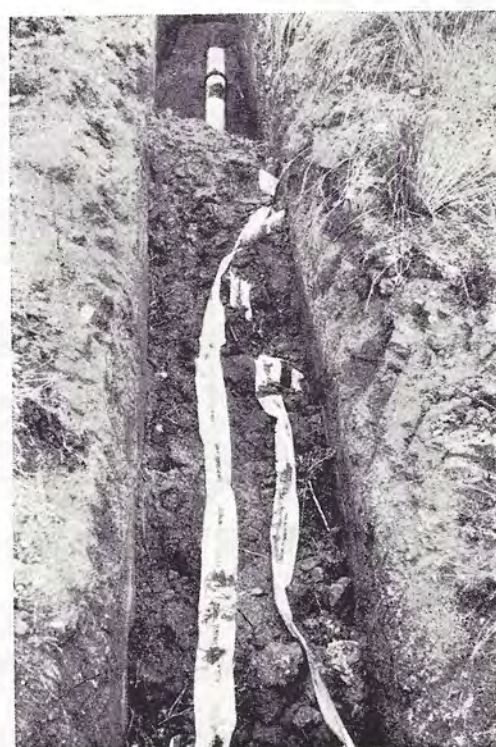
Siempre es mejor prevenir que curar; sin embargo, la prevención no se tiene siempre en cuenta. Esto es debido a la mentalidad de hacer las cosas para el momento, y a que la preocupación por el futuro necesita una programación, que por desidia técnica muchas veces no se considera. Este afán por hacer las cosas para salir del paso y pensar que la programación vendrá después, encarece las obras, y llega, en ocasiones, a suponer una importancia económica próxima a los gastos de la ejecución en sí.

Muchas veces hemos participado de las dificultades de trabajar en el subsuelo urbano, donde, sin aviso, aparecen toda clase de canalizaciones. Algunas se rompen encharcándolo todo, si son de agua; otras dejan sin luz a un sector de la población, si son de electricidad.

Para tratar de paliar estos males y para evitar pérdidas absurdas en el futuro, hemos probado a colocar una cinta avisadora en la conducción y abastecimiento de agua a una pequeña población. Para ello hemos encargado varios miles de metros de cinta de plástico a una de las muchas casas que se dedican a la venta de estos materiales. La escogimos de color amarillo, de 10 cms. de ancho y pedimos se nos imprimieran cada 40 cms. las palabras CUIDADO: TUBERIA DE AGUA con letra negra de 15 mm. de altura.

Esta cinta nos la han suministrado continua en rollos de 1.000 metros, y su precio ha sido muy razonable. El coste depende de la cantidad de metros que se encarguen, y puede resultar a menos de una peseta por metro lineal. La cinta no se pudre o deteriora al quedar enterrada.

Hemos colocado esta cinta mediado el relleno de la zanja. Recomendamos que quede a unos 40 cms. de la superficie del terreno. Una vez colocada esperamos que en el día de mañana se reduzcan las averías al tener los futuros zanjistas un aviso de la existencia de esa conducción de agua.



PREVENCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN EN TUBERÍAS DE HORMIGÓN ARMADO

PREVENCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN EN TUBERÍAS DE HORMIGÓN ARMADO

Por Manuel MATEOS DE VICENTE
Ing. C. C. y P.—Ay. de O. P.

(Separata de la Revista CIMBRA,
mes de diciembre, número 69)

Diciembre 1970

PREVENCION CONTRA LA CORROSION EN TUBERIAS DE HORMIGON ARMADO

Por Manuel MATEOS DE VICENTE
Ing. C. C. y P.—Ay. de O. P.

Es un hecho conocido por los expertos en corrosión que la protección catódica en un área municipal es un problema muy complejo, que requiere se aborde con gran experiencia y con cuidado. No es de extrañar que se obtengan muchas ventajas al proyectar adecuadamente y planear con cuidado antes de realizar los trabajos de instalación de los tubos. El hacer estas consideraciones a tiempo puede no sólo ahorrar cantidades importantes en el coste total, sino contribuir a poseer una especie de seguro contra roturas en tuberías.

Las roturas en arterias municipales pueden dar lugar a verdaderas catástrofes; por lo tanto se deben tomar todas las medidas posibles para que no ocurran. La experiencia ha demostrado que en el caso de tuberías de hormigón armado, y aún más de hormigón pretensado, cuanto más se tarde en aplicar medidas correctivas es más difícil y más costoso hacerlo.

FUNDAMENTOS DE LA CORROSION EN ESTRUCTURAS ENTERRADAS

La corrosión de un metal no es ni más ni menos que la formación de algunos compuestos químicos en donde los átomos del metal son parte integrante. Lo más importante desde el punto de vista de la corrosión no es la formación del compuesto químico, ni aún su naturaleza, sino la disolución del metal. Este es el primer paso, el que tiene que ocurrir primero, y que al impedirse que ocurra se puede parar el proceso de corrosión.

Todos los metales tienen cierta tendencia a disolverse en presencia del agua—y debe tenerse presente que siempre hay agua, humedad, aún en el suelo más seco—. El proceso por el cual la más pequeña partícula de un metal va en solución se puede describir de una manera sencilla como sigue:

El átomo en el metal forma una parte integral de la estructura del metal, es decir, es un *átomo*—sin carga eléctrica—. La única manera de que entre en solución es al convertirse en *ión*; esto ocurre al apropiarse una carga positiva de cualquier procedencia. Dondequiera que hay agua está, en mayor o menor grado, ionizada, esto es separada en iones de hidrógeno H^+ positivamente cargados, y en iones hidroxílicos OH^- negativamente cargados. El átomo del metal puede apropiarse de una carga positiva de un ión de hidrógeno, convirtiéndose así en un ión de metal, y logrando ir en solución. Lo que pasa después, rapidez de la reacción y su alcance, depende de un gran número de parámetros y variables; pero lo que interesa es el

primer paso, pues si se puede prevenir, se puede parar la corrosión.

Los distintos metales difieren en la facilidad para mantener las cargas; así algunos metales se pueden apropiarse las cargas de otros. El hierro, por ejemplo, puede tomar rápida y fácilmente cargas positivas de los iones de cobre. De esta manera, un trozo de hierro en una disolución de sulfato de cobre va rápidamente en solución y el cobre metálico se precipita, porque los iones, al haber perdido su carga, no pueden quedar en la disolución. La tendencia relativa de los distintos metales a mantener sus cargas está tabulada en la Serie Electromotiva de los Metales.

La diferencia entre los potenciales dados en las series para los metales es una indicación aproximada del voltaje que se desarrollará entre trozos de los mismos cuando se ponen en una disolución que sea eléctricamente conductora, esto es, que contenga iones. El voltaje exacto desarrollado depende de la clase de disolución, concentración, temperatura y otros varios factores. Si se establece una conexión entre dos trozos de metales distintos, pasará una corriente, y uno de los metales será atacado. Este es desde el que fluye la corriente, y es conocido como el *ánodo*. El otro metal, *cátodo*, no será atacado en el proceso. El ánodo se corroe, el cátodo no. La cuantía de corrosión depende de la cuantía total del flujo de corriente; esto es de su valor y del tiempo. El flujo de corriente está a su vez determinado por el voltaje desarrollado y por la resistencia total del circuito. A medida que continúa el proceso, hay cambios, por ejemplo, en el potencial (al cambiar la naturaleza de la disolución y la de la superficie del metal) y en la resistencia del circuito (por cambios en la disolución y al formarse películas en las superficies). La diferencia de potencial da, entonces, sólo una ligera indicación de la tendencia inicial a la corrosión.

Este mecanismo, descrito brevemente, es una explicación de la corrosión galvánica, o bi-metálica, en donde dos metales distintos están conectados entre sí y colocados en un suelo o agua conductivos. Sin embargo, los potenciales en electrodos están influenciados por factores distintos de la naturaleza del metal. Esto significa que es posible tener una célula de corrosión, en donde los dos electrodos son del mismo metal; este tipo de pila es la causa más común de la corrosión en estructuras enterradas.

Otro tipo de pila, aparte de la bi-metálica mencionada, es la célula de *concentración*. La diferencia en esta estriba en la disolución o electrolito; contiene distintas concentraciones de sustancias disueltas en los pun-

tos que están en contacto con una misma pieza de metal. En general, el metal en contacto con la parte de disolución más concentrada será el ánodo (que se corroe) mientras que el otro lado será el cátodo. La pieza de metal forma dos electrodos y el circuito de conexión. En estructuras subterráneas ocurre este tipo de pila cuando la estructura está en contacto con dos suelos distintos. También puede ocurrir cuando el contacto se hace a través de un suelo mezclado, heterogéneo, en cuyo caso los ánodos y cátodos están, generalmente, muy cerca unos de otros.

Otra clase de pila responsable de gran parte de la corrosión bajo tierra es la de *oxígeno diferencial* o de *aireación diferencial*. Esta ocurre cuando parte de la estructura tiene mejor acceso al aire que otra; la porción aireada será el cátodo, mientras que aquella donde el oxígeno no abunda será el ánodo. Este tipo de pila da lugar a un ataque en la parte baja de la tubería. La parte alta tiene acceso al aire a través del menor espesor del suelo, mientras que en la parte baja el aire no se renueva.

Cuando se construye una nueva tubería, se crean cientos, o mejor, miles de pilas de variados tamaños y potencias. Estas pilas se solapan, suman y restan sus voltajes en una gran complejidad. No obstante, en cada punto de la superficie de la tubería, hay, o bien un flujo neto de corriente *hacia* la superficie del metal (en este caso ese área es un cátodo y no hay nada que temer) o bien un flujo neto *desde* la superficie del metal (en cuyo caso es un ánodo y hay corrosión). A medida que el tiempo pasa ocurren cambios; invariablemente algunos de los ánodos débiles se vuelven primero neutros y después cátodos. Así, pues, con el tiempo, hay una menor área anódica, lo que significa que en ella el régimen final del proceso es una penetración completa de la pared de la tubería, y una fuga.

Cuando la tubería se cubre con una capa de pintura o betún, el panorama difiere poco en principio. Inevitablemente habrá algunas grietas en la capa protectora, y la humedad del suelo tendrá acceso hasta el me-



Corrosión del acero de la armadura en espiral de un tubo de hormigón armado.

tal. Algunos de los puntos de acceso serán ánodos y otros cátodos—lo que está determinado por las características de las pilas ya mencionadas—. El flujo total de corriente será bastante menor, y la pérdida total de metal será, de igual manera, menor. Puede ocurrir, sin embargo, que en el peor ánodo, la rapidez de penetración será mayor que si la tubería estuviera sin cubrir. Las tuberías pintadas y enterradas no son inmunes a la corrosión.

Además de las corrientes generadas por las pilas que ocurren naturalmente, y que se han mencionado, las estructuras subterráneas están también expuestas a corrientes de otros orígenes que pasan por la tierra. Algunas de estas corrientes pueden ser interceptadas por la estructura, y donde dejan a ésta hay también corrosión. Por ejemplo, en las tuberías o estructuras metálicas enterradas en las proximidades de líneas de ferrocarriles electrificados con corriente continua, parte de la corriente de retorno de la línea férrea electrificada se bifurca en las redes metálicas indicadas, dando lugar, cuando la abandonan, a fenómenos de electrolisis de gran intensidad.

También deben ser objeto de especial atención las tuberías enterradas en las proximidades de plantas electro-químicas, ya que estas industrias utilizan preferentemente corriente continua, y la bifurcación por las estructuras enterradas de parte del retorno del circuito, producen en poco tiempo grandes daños por electrolisis.

TUBERIAS DE HORMIGON ARMADO Y PRENSADO

Susceptibilidad a su deterioración

El acero embebido en el hormigón ha sido considerado durante muchos años como libre de los peligros de corrosión. Esto se basó, entre otras consideraciones, en el hecho de que el hormigón es altamente alcalino y hace pasivo al acero embebido en él, haciéndole de esta manera inmune a la corrosión. Esta situa-



Corrosión de la armadura en la junta de un tubo de hormigón.

ción se alcanza en muchas estructuras, y bajo las condiciones normales de trabajo tienen una vida probable de 50 a 100, o más, años. Sin embargo, bajo ciertas condiciones adversas, el fallo de una estructura puede ocurrir en un año, o menos, después de su instalación.

Significación de algunas propiedades electroquímicas del hormigón

El hormigón no es en absoluto un material inerte. Sus propiedades dependen en primer lugar de la mezcla que se aplica. El hormigón es, desde un punto de vista electroquímico, tanto un electrolito como una capa o coraza aislante donde está embebido el acero.

Como electrolito responde muy activamente a los cambios en el contenido de humedad y también a la aireación. El grado de respuesta depende de las propiedades originales del hormigón, así como del ambiente que le rodea. De una manera general, una buena mezcla, uniforme y bien compactada, resulta en una baja porosidad. Así se mantendrá la absorción de humedad en un mínimo y resultará también que la absorción de aire es mínima.

Las grietas en el hormigón son otro de los aspectos a considerar. Las grietas capilares, bajo condiciones normales, tendrán poco o nulos efectos adversos. Es bien conocido también que las grietas capilares del hormigón tienden a cerrarse por sí mismas. Cuanto más fina sea la grieta hay menos posibilidades de que tenga efectos adversos. Las grietas no capilares pueden, sin embargo, ser la causa de daños muy serios en un plazo de tiempo corto.

Considerando las medidas de protección, se deben tratar de obtener, en primer lugar, las mejores propiedades durante la fase de construcción, seguido de una vigilancia o conservación permanente para aminorar en lo posible la deterioración de los tubos.

Consideraciones eléctricas

En los tubos de hormigón armado con camisas de chapa soldada, se obtiene una buena continuidad eléctrica. La armadura, especie de jaula en espiral, puede tener una resistencia lineal alta. Al considerar la tubería como una red eléctrica, tanto la camisa de acero como la armadura en espiral llevan en sí propiedades definidas que afectan grandemente el modo del flujo de la corriente, tanto axial como longitudinalmente, ya que si se consigue que la arteria no tenga solución de continuidad eléctrica, habremos conseguido igualar en gran medida los potenciales en todo su trayecto, y, por tanto, se simplificará la adopción de la protección catódica al sistema.

RESISTIVIDAD DEL SUELO

La unidad de resistividad del suelo es el *ohmio-centímetro*, abreviado *Ohm-cm*. La resistencia de un suelo dado es numéricamente igual a la resistencia de

un cubo de suelo cuyas dimensiones sean un centímetro. La resistencia de un sólido rectangular que no sea un cubo viene dada por la fórmula.

$$R = \frac{p L}{W D}$$

donde, W, L y D son las dimensiones en centímetros, (ver la figura 1) y p es la resistividad; la unidad debe ser ohm-cm. para que la ecuación sea compatible. La resistencia entre dos terminales, de cualquier tamaño y forma, en contacto con una masa de suelo, de cualquier extensión, está determinada por las relaciones de tamaño y espaciamiento y por la resistividad del suelo. Para casos simples se puede computar fácilmente la

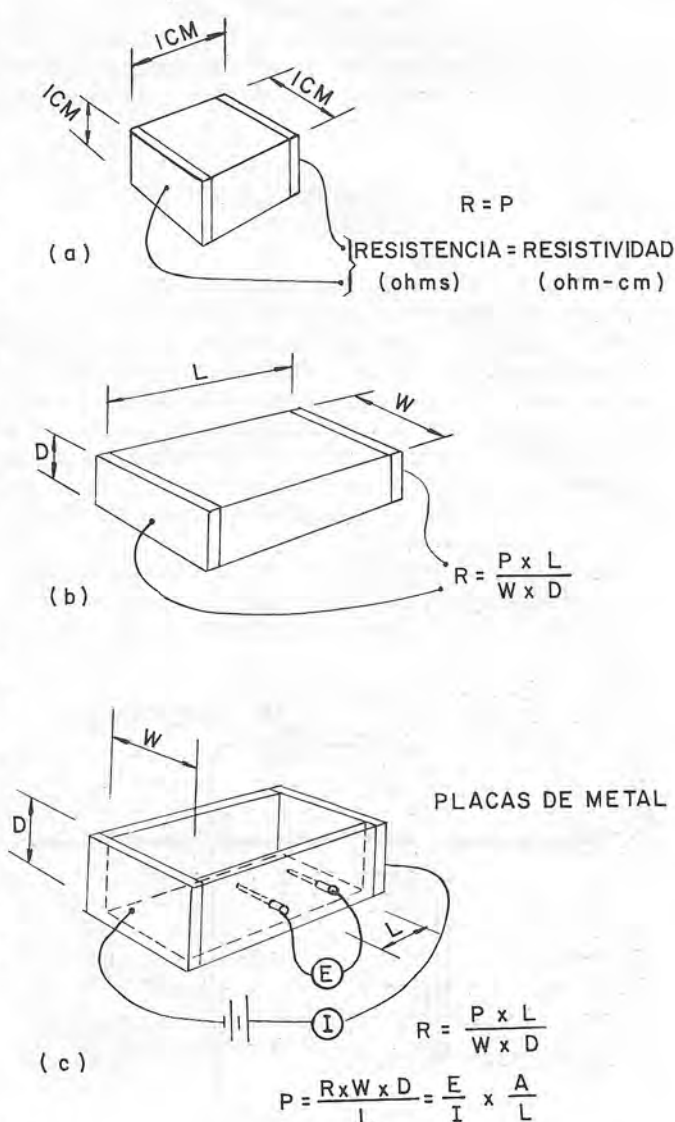


Fig. 1

resistencia, pero para casos complejos las dificultades matemáticas son a veces grandes.

Se puede utilizar un aparato como el ilustrado en la figura 1 para hallar la resistividad de las mezclas de suelo. En investigaciones sobre corrosión es, sin embargo, más útil el medir la resistividad del suelo «in situ».

Si se colocan dos terminales en el suelo, se podrá entonces determinar la resistividad midiendo la resistencia entre dos electrodos. Si se colocan cerca uno de otro, será necesario mantener una distancia fija y conocida entre ellos. Pero si se colocan con una separación suficiente, el valor que se obtiene es virtualmente independiente de la distancia. Se puede usar tanto corriente alterna como continua, y la resistencia puede ser determinada midiendo la corriente y el potencial, o por un circuito puente, en el cual la resistencia desconocida es comparada con una que está dentro del instrumento.

En la figura 2 se ilustran los bastones o cañas Shepard, que usan corriente continua. Este aparato es rápido, pero da la medida de tan sólo una pequeña parte del suelo, la inmediata al sitio donde se colocan los electrodos.

PRINCIPIOS BASICOS DE LA PROTECCION CATODICA

En cualquier clase de pila electrolítica en donde el flujo de corriente está causado por potenciales autogeneradores, debido a las diversas clases de diferencias, o está impreso, o aportado, desde una fuente externa, los ánodos se corroen pero *no los cátodos* (hay algunas excepciones, pero sólo con metales distintos del acero o hierro). Este principio básico es en el que se funda la protección catódica; a toda la superficie de la estructura amenazada, se la hace actuar como un cátodo, y así no se corroe.

Ahora bien, si queremos tener un cátodo, también tenemos que tener en algún sitio un ánodo, es decir un terminal desde donde la corriente pueda fluir al

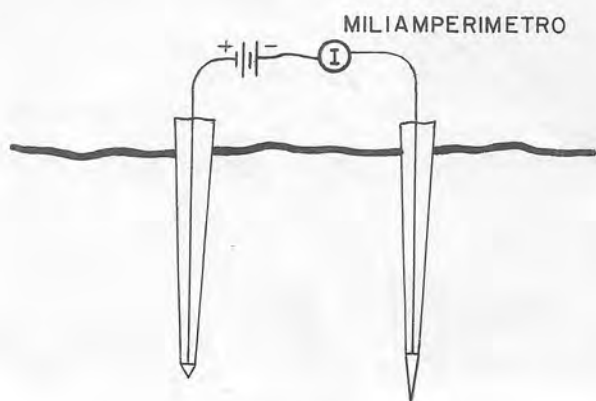


Fig. 2

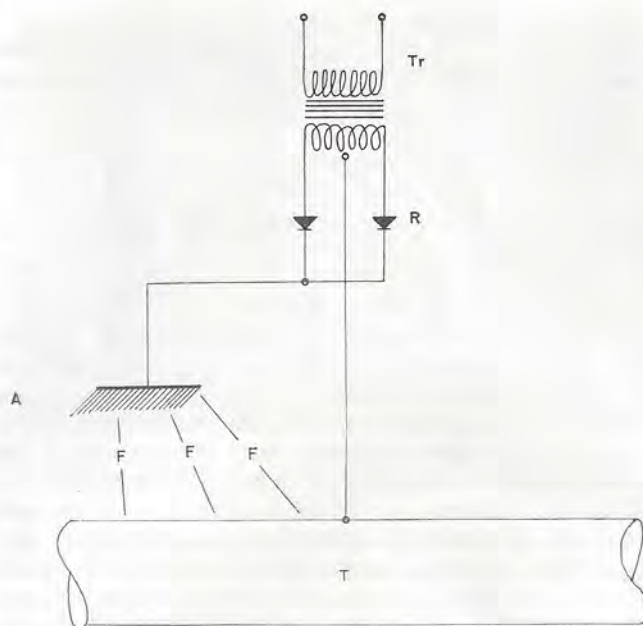
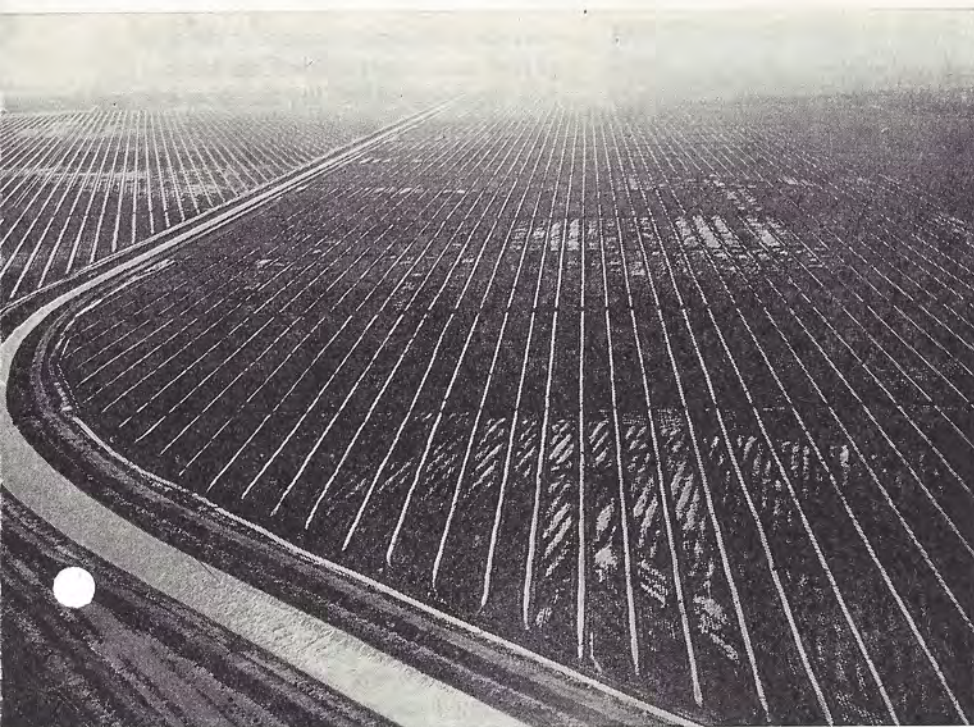


Fig. 3

electrolito, que en el caso de una tubería es el suelo que le rodea. Los ánodos pueden ser hechos de un metal que es naturalmente anódico al hierro; magnesio es el más comúnmente usado. Los ánodos pueden ser también de alguna otra substancia—barras de carbono o de grafito, hierro o acero de chatarra, o aleaciones especiales, en cuyo caso se necesita una fuente exterior para aplicar el voltaje necesario, usualmente un rectificador. Los detalles de proyecto son variados y numerosos; el principio es simple (figura 3). Se puede, en este último caso, proveer al sistema de un dispositivo que, teniendo por referencia la diferencia de potencial entre cátodo y ánodo, aplique en cada momento al ánodo la tensión positiva en valor variable necesaria para neutralizar la pila formada, evitándose, de esta forma, consumo de corrientes innecesario y destrucción precoz de los ánodos.

Otro punto de vista para la descripción de la protección catódica está basado en el primer paso de la corrosión—la conversión de un átomo de metal en un ión, al tomar una carga positiva—. Si la superficie del metal está conectada a una fuente de electricidad negativa, y se hace que haya cargas negativas asequibles y en cantidad suficiente, entonces cualquier ión positivo descarriado que venga por ese camino será neutralizado; no habrá cargas positivas disponibles para la formación de iones de metal, y el metal no puede en absoluto ir en solución. Al parar así el primer paso necesario en la corrosión, se puede prevenir todo el proceso de la corrosión. Esto es también protección catódica, pero vista desde otro ángulo.

M. M. V.



De "Cimbra"
Nº 33
Septiembre 1967

¿Tubos porosos o no porosos?

Por Manuel MATEOS
A.O.P., I.C.C.P., Ph.D.

Impresionante aspecto del sistema de drenaje de suelos en las marismas del río Guadalquivir.
(Foto de Paisajes Españoles.)

En el número de febrero de «Cimbra» ha aparecido un artículo sobre drenaje de suelos en el que se indican las ventajas de ciertos tubos no porosos y se comenta el efecto drenante de las juntas en contraposición al de los tubos porosos (Ver «Cimbra», No. 26, pp. 7-9, «Nuevo Dispositivo para Drenajes», por F. García Fernández).

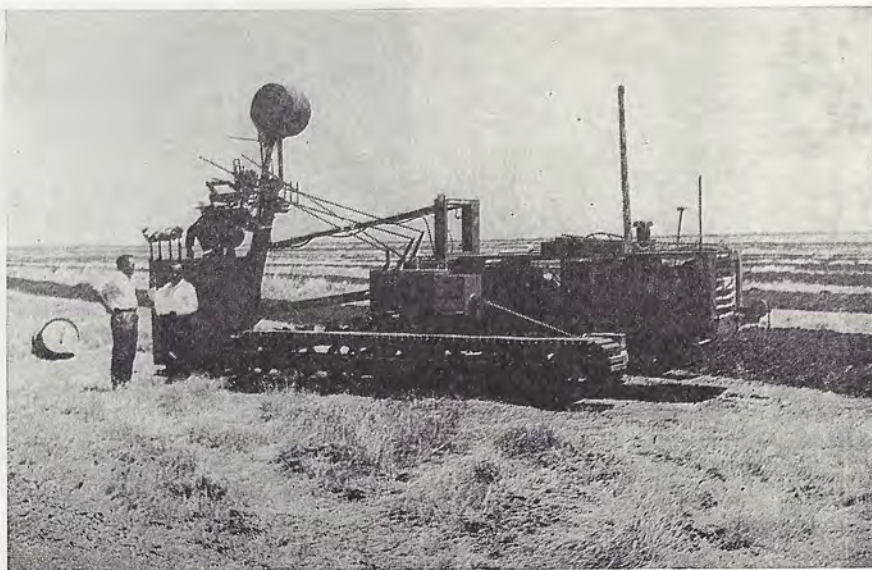
Hemos observado que en los últimos años se ha incorporado la práctica del drenaje interno en la construcción y conservación de carreteras. En recorridos por carretera hemos observado que el drenaje se hace casi exclusivamente a base de tubos porosos, cubiertos en toda su longitud con una arena limpia.

Nos ha extrañado esta generalidad en la utilización del tubo poroso, porque nuestra experiencia sobre drenaje de suelos la hemos

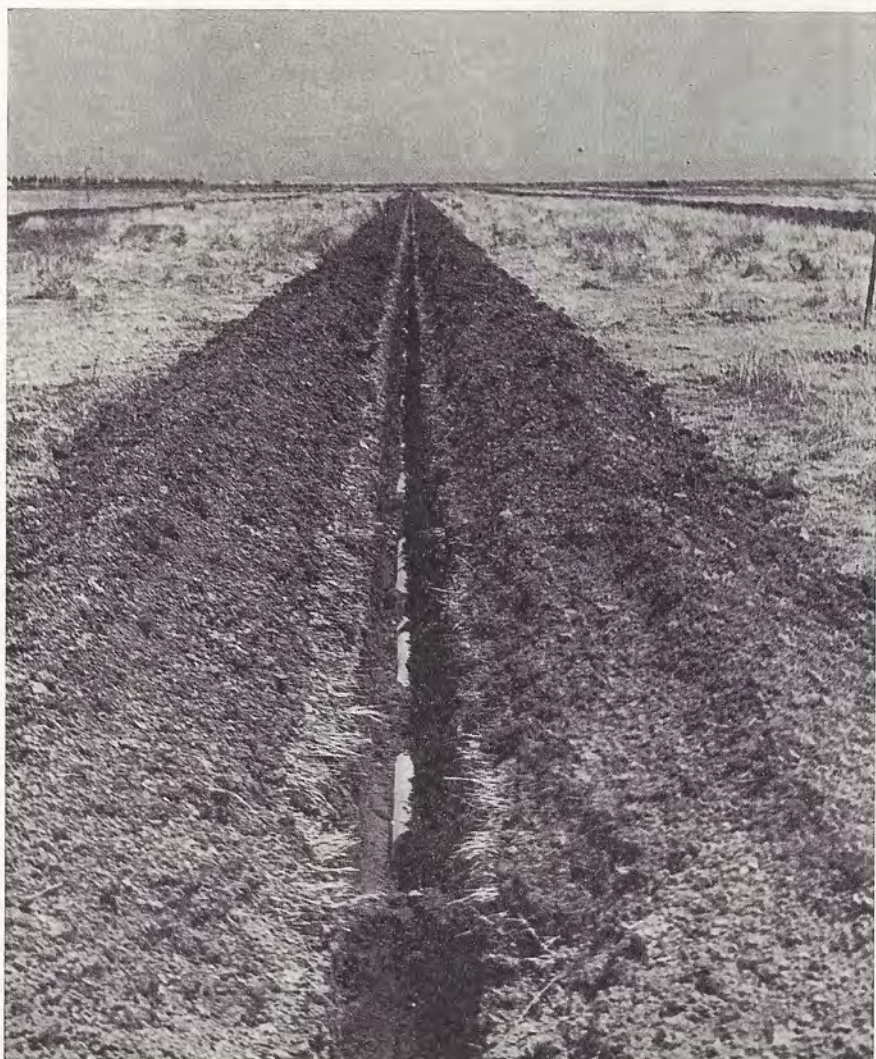
adquirido en estudios agronómicos. El tubo poroso ha sido desechado por los agrónomos por no creerlo superior en cuanto a capacidad drenante al de los tubos no porosos en los que las juntas se dejan sin recibir, y son cubiertas con las

tierras existentes in situ o a veces con un poco de arena para aumentar su capacidad de desagüe.

Hay que reconocer que el tubo poroso ofrece un favorable impacto visual al lego en la técnica de drenaje de suelos y se hallará in-



Máquina empleada por los agrónomos para la mecanización de la instalación de drenes internos. Esta máquina abre la zanja y coloca los tubos. (Foto del autor.)



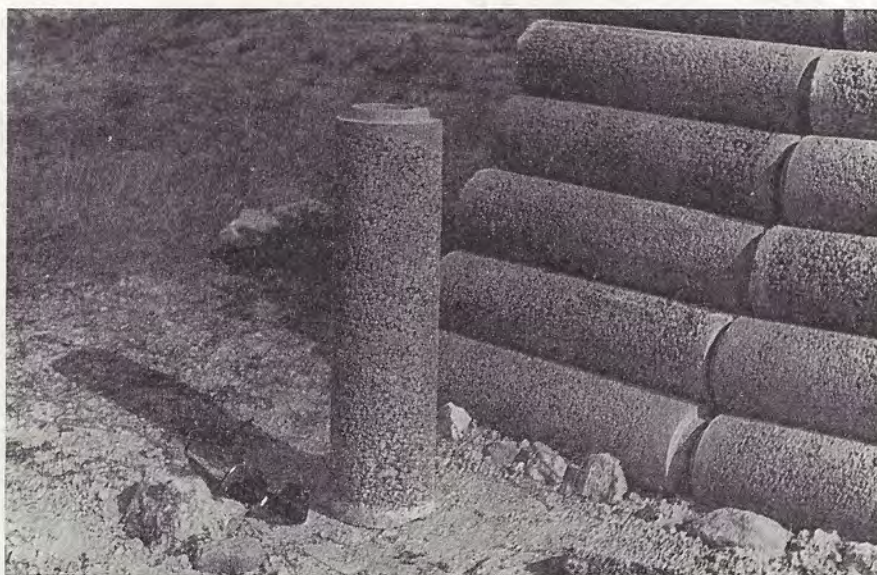
clinado a dejarse convencer de que existe una superioridad de los tubos porosos sobre los no porosos cuando extrapola los conceptos de la hidráulica de superficie a la hidráulica en los suelos.

Creemos que el sistema de drenaje por juntas que indica García Fernández puede ser tan eficaz como el drenaje por tubos porosos, siempre que las condiciones de contorno sean las mismas. Las bases teóricas del sistema propuesto por García Fernández son las mismas por las que se guían los agrónomos para establecer sus complicados sistemas de drenajes de suelos.

El objeto de estas notas es simplemente mencionar que los tubos no porosos son tan eficaces para drenajes internos como los tubos porosos. No nos extendemos en ninguna consideración teórica o discusión de experimentos por estar todo esto plasmado en numerosos libros sobre drenaje, entre ellos: «Drainage of Agricultural Lands», recopilado por James N. Luthin y donde contribuyen las

Tubería no porosa colocada por la máquina que se presenta en la fotografía anterior (Foto del autor.)

Tubo poroso comúnmente empleado en drenes para carreteras. De longitud igual a la de los tubos no porosos empleados por los agrónomos, lo que puede hacer que sigan drenando perfectamente independientemente de los poros. ¿No pueden las paredes porosas facilitar la transferencia de agua desde una zona saturada a otra no saturada? (Foto del autor.)



más conocidas autoridades en la materia, publicado por la American Society of Agronomy, 2702 Monroe Street, Madison 5, Wisconsin. «Soil Physics» por L. D. Bayer, publicado por John Wiley and Sons, New York. «Assainissement Agricole» por M. Poirée y Ch. Ollier, publicado por Eyrolles, París.

En las fotografías adjuntas se presentan algunos aspectos del drenaje de suelos.

M. M.

Drenaje con tubos no porosos no cubiertos de arena ni aún en las juntas, demostrando la eficacia de los sistemas de drenaje instalados por los agrónomos. Marismas del río Guadalquivir. (Foto de A. Vázquez.)

