



Reproducción de originales publicados en la

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

Sobre temas relacionados con la hidráulica y en particular en las conducciones y sus válvulas

Escritos por Manuel Mateos de Vicente

INDICE ARTÍCULOS SOBRE HIDRÁULICA

Revista de Obras Públicas

1. **COMENTARIOS al artículo "Un puente de esperanza"**, por M. Mateos, Núm. 3415, Pág. 77, Noviembre 2001.
2. **COMENTARIOS al artículo: "Las aguas subterráneas en los abastecimientos"**. Julio - Agosto de 2001.
3. **COMENTARIOS al artículo "El agua urbana en el siglo XXI: Futuros problemas y posibles soluciones"**, De Manuel Ramón Llamas Madurga, Octubre de 1996.
4. **"El puente de Valdesotos, un caso de tecnología barata, apropiada y de cooperación para construirlo sin prácticamente presupuesto"**. Septiembre 1996.
5. **"SOBRE EL PLAN HIDROLÓGICO"**. Julio-Agosto de 1993.
6. **COMENTARIO al artículo: "Ante el Debate del Plan Hidrológico"**. Abril de 1993
7. **COMENTARIO al artículo: "Los sistemas de previsión de avenidas en España"**. Abril de 1993.
8. **COMENTARIOS al artículo: "Bombeo de fangos a gran distancia"**. Agosto - Septiembre de 1992.
9. **Válvulas de Retención para Aguas Sucias**, publicado en Junio de 1991.
10. **COMENTARIOS al artículo: "Las inundaciones en España. Valoración de daños, prevención y gestión"**. Febrero de 1991.
11. **VÁLVULAS DE RETENCIÓN PARA AGUAS SUCIAS**. Diciembre de 1989.
12. **COMENTARIOS al artículo: "Cavitación en impulsaciones"**. Noviembre de 1989.
13. **COMENTARIOS al artículo "El estado actual de los transitorios hidráulicos"**, de E. Cabrera et al. Junio 1989, Pág. 447 a 445.
14. **HIDROPULSACIONES Y SUS REMEDIOS**. Diciembre de 1988.
15. **COMENTARIOS al artículo: "Discrepancias en el cálculo del golpe de ariete"**. Junio de 1988.

16. **COMENTARIOS al artículo “Influencia del drenaje subterráneo en el comportamiento estructural de las carreteras”** de Ignacio Morilla Abad. febrero 1988, pág. 99-129.
17. **COMENTARIOS al artículo “Impermeabilización de embalses de Anllares”** de R. de Hoyo Fernández-Gago y J. Luis FernándezBertólez. Octubre 1987, Pág. 641-647.
18. **OPTIMIZACIÓN DE RE-IMPULSIONES LARGAS O CON ALTAS PRESIONES.** Junio de 1986.
19. **COMENTARIOS al artículo “Impermeabilización de vasos de embalse”** de Fernando Muzás, N° 3.244, Febrero 1986.
20. **COMENTARIOS al artículo “Un estudio sobre las oscilaciones en las cámaras de aire”.** Febrero de 1986.
21. **COMENTARIOS al artículo “Las presas como complemento de las centrales térmicas”**, de Rodrigo del Hoyo Fernández-Gago et al. Mayo 1985.
22. **VENTOSAS. ANÁLISIS PRÁCTICO DE SU COMPORTAMIENTO Y PRESENTACIÓN DE 17 TIPOS.** Agosto 1985.
23. **COMENTARIOS al artículo “Peligrosidad del aire en el interior de las tuberías”.** Septiembre de 1984.
24. **COMENTARIOS al artículo “Chimeneas de equilibrio en instalaciones de bombeo”.** Enero de 1983.
25. **COMENTARIOS al artículo “Cálculo de las solicitaciones en las tuberías a presión”** de Enrique Mendiluce Rosich. Septiembre 1981.
26. **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”.** Enero de 1980.

Comentarios al artículo

Un Puente de Esperanza, por Guillermo Candela García,
publicado en la Revista de Obras Públicas nº 3.406 de enero de 2001.

Por Manuel Mateos de Vicente. Dr. ICCP

El artículo se refiere a la construcción de un puente, fuera de España, con aparentes restricciones de dinero y por métodos que ya no se usan en España, pero que eran comunes cuando yo estaba yo en la tercera edad.

Siempre referiré que en España hay mucho que hacer. Tal vez las necesidades sociales en España, humanas, sean mayores que en el Salvador, donde se construyó el puente, "de esperanza" como todos los puentes. Salvador es un país donde también hay buenos ingenieros de nuestra profesión y a algunos de los cuales no les va a caer bien que vayamos a tratar de minimizar su valía.

Sobre lo que se puede hacer sin dinero para construir un puente de esperanza necesario, quiero referir que vino a mis oídos que un pueblo de España, que necesitaba un puente, había sido agraciado con tan poco presupuesto inicial, que más bien parecía que se reían de su problema, pues la Diputación les concedió unas 50.000 pesetas, que fueron igualadas por un grupo que tenía un coto de caza y aumentadas por todo lo que disponía el Ayuntamiento, con lo que se llegó, redondeando a unas 150.000 pesetas. Los contratistas pedían bastante más de un millón para construirlo.

Enterado del problema reuní a los del pueblo y les propuse empezar a construir el puente, oyendo comentarios como que yo estaba loco. Pude convencerlos y me ofrecí a prestarles mi ayuda, técnica solamente, ya que no disponía de dinero. Se llegó al acuerdo de que todo el mundo trabajaría gratis, aunque yo exigí que se pagara la seguridad social por el Ayuntamiento, por si ocurría algún accidente, lo



Paso por un vado del río Yeltes, llamado de "pantones", usado por el autor en numerosas ocasiones, que conecta con otro igual en el río Huebra, a unos dos km. Estos vados fueron sustituidos por puentes de piedra cuando la mano de obra era barata en España y no se empleaba maquinaria. En países donde la mano de obra es barata, o basada en la llamada prestación personal, hay que empezar analizando la posibilidad de hacerlos de piedra.

que restó unas 50.000 pesetas al magro presupuesto. De esta manera se empezaron a buscar tablas para encofrados, a recoger toda clase de alambres y otros hierros y pusimos manos a la obra. El puente se hizo aunque cuando ya estábamos en el tablero dio la casualidad de que pasó por el pueblo alguien de la Diputación y supongo que se dieron cuenta del esfuerzo y nos ayudaron a terminarlo. De esta manera sobraron unas 30.000 pesetas y les convencí para que pavimentáramos la calle principal con técnicas propias de la zona; es decir con codones afianzados con mortero de cemento teñido para darle aspecto de tierra y que se desvaneciera el color verdoso característico del cemento. Pero nosotros no habíamos pedido dinero a nadie, ni a ONGs, ni a ACNUR ni a nadie.

Recientemente publicó "EL PAIS" un artículo en donde se menciona el hecho que refiero. Se puede hallar enlazado en www.manuelmateos.es.fm y yendo a pulsar en "Puente de Valdesotos". Aquí se verá, además, un puente hecho con muy pocos medios en el pueblo de Tortuero y que lógicamente se hizo de piedra, que es lo que se solía hacer cuando en España la mano de obra era barata (como lo es en muchos países) y es lo que se debe hacer cuando se ofrecen prestaciones personales y hay poco dinero. ■

Nota: La palabra *blondin* no está en mi diccionario de la Real; se deriva del señor Blondine, francés. En español ese artículo se ha llamado siempre *andarivel*. En algún país de América creo que se llama *tarabita*.

COMENTARIOS al artículo

Las aguas subterráneas en los abastecimientos

de Bernardo López-Camacho y J. A. Iglesias,

publicado en la REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS Nº 3.403 de noviembre de 2000

MANUEL MATEOS DE VICENTE. Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Ex- estudiante en la Universidad de Bagdad

Como el artículo se refiere a las aguas subterráneas de Madrid hay una introducción sobre el primitivo abastecimiento de aguas a esta ciudad. *Nos limitaremos a analizar el origen de la palabra Madrid.*

Se ha pretendido asociar la palabra Madrid a algo relacionado con el agua, sobre lo cual difiero. Cuando se estableció Madrid no habría todavía ninguna mina de recogida de aguas, luego su nombre no se puede referir a algo que no existía.

Tradicionalmente se dice que al principio se llamó Magerit. Luego habrá que partir de esta palabra para su análisis.

En el artículo se menciona "Según el ilustre filólogo y arabista

Oliver Asín el nombre de Madrid deriva del árabe Mayrit: lugar donde abundan los Mayra, término árabe aún en uso: <conducción de agua>, <arroyo madre>"

En el "ABC" del domingo 25 de Enero de 1981, se dice que Madrid procede de *Massera*, Madre de las Aguas, palabra que no se parece en nada a Magerit.

En los últimos 50 años se ha querido elevar al Manzanares a la categoría de gran río, para lo cual se hicieron las costosas obras de canalización del Manzanares. De este deseo pueden proceder las acepciones mencionadas más arriba.

Partiendo de la palabra Magerit veremos si tiene alguna relación con el agua o con otro aspecto. La palabra *Ma* o *May* está relacionada con el agua y de ella proviene el origen de la letra *M*, primera letra de *Ma*, que al principio se la hizo con varias líneas quebradas representando las olas del mar o sea el movimiento del agua (*Ma* deriva de *Ma*). La representación de la *M* se fue simplificando hasta que quedó sólo con las dos crestas de ola.

Pero *Ma*, *May*, es también una partícula negativa, que puede significar "no", "desprovisto" o "carente".

Parece que los primeros árabes que vinieron a España procedían de Siria, y muchos nombres de lugares tendrán su origen en el árabe hablado en Siria, luego habrá

que buscar allí las fuentes del Madrid primitivo. (En Iraq empleaban "macu" para expresar que "no hay" y "acu" para que hay. "May jalef" era "no importa").

La palabra Magerit puede proceder en principio de *Majroud*, del verbo *Jarad*. Estas palabras tienen varios significados, todos relacionados con algo desprovisto, cortado, segado, talado. Se aplica *Majroud* a un campo de trigo, yerba, árboles, etc, que ha sido cortado, talado y que tal situación haya ocurrido por la acción de animales, insectos o por el hombre. La palabra *Jarad* con *Alef* en la A intermedia tiene también un significado como sustantivo, pues significa langosta, insecto devastador de cosechas.

Partiendo de la semántica anterior el lugar donde ha ocurrido *Majroud*, se denomina *Majrid*, *Magrid* o *Magerid*, con lo cual ya estamos en Magerit, primer topónimo de Madrid. Para mi esta acepción parece más lógica que la deducida por el arabista Oliver Asín.

Conviene añadir que las minas para obtener agua eran entonces procedimientos comunes donde había diferencias de nivel en el terreno. Las más famosas han sido las de Teheran (o Tejran), ciudad que está a los pies de unas montañas muy altas. En España, actualmente hay muchos kilómetros de minas en funcionamiento en la isla de La Palma, para recogida de aguas por sudación del terreno. ■

Se ha pretendido asociar la palabra Madrid a algo relacionado con el agua, sobre lo cual difiero. Cuando se estableció Madrid no habría todavía ninguna mina de recogida de aguas, luego su nombre no se puede referir a algo que no existía

COMENTARIOS al artículo "**El agua urbana en el siglo XXI: Futuros problemas y posibles soluciones**", De Manuel Ramón Llamas Madurga, publicado en la REVISTA DE OBRAS PUBLICAS, de Octubre de 1996.

por **Manuel Mateos**, 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" (antes "Water Pollution Control Federation"); de la Asociación Española de Abastecimientos y Saneamientos, y de la Comisión 9ª sobre Recursos del Agua de la AEAS.

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

El autor trata uno de los problemas que nos afectan diariamente a todos. Los que hemos llegado a cierta edad hemos pasado a través de todos los ciclos del uso del agua en España, desde acudir por ella a los pozos o agadones, hasta utilizarla para reproducir en nuestros jardines, de la España árida, 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 pesticidas#. Llamas Madurga se preocupa del agua no solamente como "*elemento crucial para la salud humana, pero también crucial para la salud de la naturaleza*". Efectivamente, hay que pensar que nosotros estamos un tiempo insignificante en la Tierra, pero que ésta lleva millones de años y debemos conservarla# .

En los cambios que menciono en el primer párrafo hay que añadir los hechos por **el hombre, que se ha convertido de ser uno de tantos seres en la tierra a ser un depredador terrible**, sobrepasando con mucho a cualquier otro animal. No solamente el hombre destroza bosques y selvas, que es lo que vemos, sino que también destroza la parte interna del Planeta Tierra. Le arrancamos lo que tal vez es su savia, como el petróleo y los acuíferos, sin realmente saber que efectos tendrá ello en el futuro. Los efectos en el presente de tanta quema de bosques y de derivados del petróleo, parece que ya lo estamos sufriendo en los cambios en la capa protectora del ozono, y en el aumento de la temperatura de la Tierra. El aumento desorbitado de la población unido a un gran aumento de la depredación causada por el hombre en todos los niveles, de la Tierra, me hace pensar que nos hemos convertido en lo que llamo el "**geocancer**". No satisfechos, los que nos agrupamos en la llamada "civilización occidental, con los destrozos que estamos haciendo a la Tierra nos ha entrado la manía de que nuestra civilización y desarrollo es lo más adecuado para todas las etnias, y estamos tratando de que llegue a todos los rincones de la Tierra. Estamos haciendo todo lo posible para que **la célula "hombre" del Ser Tierra, domine a esta última enteramente, para lo cual está llevando en conjunto una gran labor de destroz vital del Ser Tierra.**

Referente a la toma de agua de los acuíferos, especialidad de nuestro compañero Llamas Madurga, hay que pensar en lo que estamos haciendo, lo que ello implica para el futuro, y si es posible rellenar los acuíferos. Podemos tomar cualquier región de España; él menciona el bodonal (mas bien que humedal), o pantano, y ahora más bien un simple bodón artificial, de Las Tablas de Daimiel. Yo mencionaré la Moraña (de Moranía -tierra de moros) -entre muchas- del norte de la provincia de Avila. En mi juventud el agua estaba todavía somera, a unos dos metros por debajo del terreno. Se sacaba de pozos con cigüeñales (Un poste, un palo haciendo balanza, con una piedra en un lado, y un cubo en el otro). Se empezó hace unos 40 o 50 años a sacar con bombas de succión que tienen una profundidad máxima de actuación de tan solo unos 8 metros. Después se desarrollaron las bombas de impulsión y se ha ido perforando para instalarlas cada vez más profundas. Ahora es común que se saque agua de 200 metros de profundidad. 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 por encima, como sucedió en Méjico Capital, lo que disminuye su capacidad para almacenar agua.

Propongo desde hace años que hay que conservar el agua lo más posible allá donde cae, bien sea por medio de presas, grandes o pequeñas, que es lo que menos destroza a nuestra Tierra, o llevando a cabo las bien conocidas prácticas de conservación del suelo y del agua#, que resumo una vez más# 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.

-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 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 o regueras.

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

•**Realizar un estudio científico de las plantaciones** en función de los suelos, y su rotación para evitar esquilar 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** de embalses.

•**Controlar la escorrentía**, con lo cual percola 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).

Sobre el aspecto internacional, en mi visita a Alma Ata, en Kazajastán, estaban muy preocupados por la desecación del mar de Aral, consecuencia de la promesa de Jruchef de “enterrar América”, que hizo cuando su visita a la Universidad (Iowa State), en 1961, significando un desarrollo agrícola intenso en zonas áridas de la URSS, paralelo al desarrollo industrial de la URSS de entonces. El National Geographic Magazine ha publicado uno de sus artículos sobre el mar de Aral#. Sobre el gran acuífero de Ogallala, en Estados Unidos, también mencionado por Llamas Madurga, que se formó a lo largo de 14 millones de años, han bastado 20 años para destruirlo#.

Parte de la inquina actual contra las grandes presas nace de los efectos catastróficos de la presa de Asuam, que, recuerdo, ya fueron anticipados antes de terminarse; hay que pensar que hace 150 años la población en Egipto era de 5 millones de personas y la tierra cultivada era de 2 millones de Hectáreas (2'5 habitantes por Ha cultivada), y actualmente hay 60 millones de personas y la tierra cultivada es tan solo de 2,8 millones de Ha (21'5 habitantes por Ha cultivada), lo que fraguó la construcción de dicha presa. La extracción de agua freática en el delta del Nilo ha hecho que se encuentre ya el agua salada en los acuíferos hasta 30 km tierra adentro. Un documentado análisis de los problemas actuales del Nilo se presenta en el National Geographic#.

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 por tanto bombeo de los acuíferos como se está llevando a cabo en todo el mundo. No hay que hacerse la ilusión de que será realidad el deseo de que lo que se saque de los acuíferos se vuelva a rellenar, pues se está tratando con un gran depredador, el **geocancer**.

El conocimiento que ya tenemos de comunicación entre seres que considerábamos no vivientes, como las plantas, y la conexión que existe entre todo el planeta, como claman algunas religiones conque “todo influencia a todo”, y como han experimentado aquellos que han tomado los cursos de control mental de Silva, pudiendo ver a quien sea donde sea, aunque esté a miles de kilómetros, me han hecho cambiar algunas ideas y conceptos. De pasar a ser un mero ecólogo, trabajando varios años en la utilización de residuos industriales#, o tratando de salvar vidas humanas#, he añadido el concepto de considerar a la Tierra como un ser vivo, inteligente, cuyo equivalente a nuestras neuronas individuales, son los cerebros de los seres humanos y de los animales, las células de las plantas, o aún la energía de los átomos de las piedras. De aquí me ha surgido el considerar al ser humano como gran depredador, destructor, del Ser Tierra, que trata de multiplicarse y de enseñar a todos los miles de millones de seres humanos ya existentes a depredar en conjunto, es decir del concepto de **geocancer**.

"El Puente de Valdesotos - Un Caso de Tecnología Barata, Apropiable y de Cooperación para Construirlo sin Prácticamente Presupuesto".

COMENTARIOS al artículo "El Puente de Teosinte - Un caso de Tecnología Apropiable", de Guillermo Candela García

REVISTA DE OBRAS PUBLICAS, de Septiembre de 1996.

por **Manuel Mateos**, Dr. Ing.CCP. y PhDr.

El artículo de Guillermo Candela (publicado en la ROP de Septiembre de 1995) me trae a la memoria un caso similar, pero aquí en España. La diferencia estriba en que el presupuesto que tenía el pueblo de Valdesotos (Guadalajara) era prácticamente nulo:

60.000 pesetas aportadas por el Gobierno
40.000 pesetas aportadas por la Diputación de Guadalajara

A este presupuesto para construir un puente cuyo coste hubiera sido muy superior, aún hace 25 años, hubo que añadir lo recogido en una colecta entre todos los habitantes del pueblo, que llegó a unas 35.000 pesetas. Una petición de ayuda a los cazadores, que tenían arrendado el coto de caza, hizo subir la aportación privada a la cantidad requerida por la Administración como aportación del pueblo, que era de 50.314 pesetas, con lo cual ya se podía, teóricamente y con la recepción de las 100.000 pesetas de la Administración, empezar a construir el puente.

Con el desnutrido presupuesto de 150.314 pesetas era imposible construir un puente para el paso de vehículos, cuya construcción suponía un coste varias veces superior a la cantidad existente. Ningún contratista lo quiso construir, como es natural. Mas el puente era necesario, pues durante el invierno el caminillo de tierra que unía a Valdesotos con el resto de España quedaba impracticable durante muchos días, debido a que el arroyo llevaba demasiada agua. Más de un coche, cuyo conductor se atreviera a vadearlo en esas circunstancias, fue arrastrado por la corriente.

Con el proyecto del puente sin solución, y con la desilusión de los habitantes de Valdesotos, me mencionaron éstos su problema. Entonces les propuse mi ayuda personal para construir el puente, y ante el escepticismo de todos puse manos a la obra. Organicé unas prestaciones personales de los habitantes del pueblo, lo que estaba previsto por la ley para casos excepcionales pero pagando, en este caso, el Ayuntamiento la seguridad social de aquellos que trabajaran, lo que creyeron eran un requisito que se podía soslayar, al ser una prestación personal; pero para mi la seguridad era algo necesario. Hice correr la voz cual "Organización No Gubernamental" actual y así conseguimos que regalaran al pueblo unos sacos de cemento que habían quedado abandonados en una casilla por alguna empresa constructora. El Ayudante de Obras Públicas, Don José Torija, nos permitió usar una pala cargadora con la condición de pagar el gasóleo que se necesitara, y la estancia y comida del conductor, lo que soportaron los vecinos del pueblo.

Pronto tuvimos construidos los estribos y empezamos a colocar cimbras con madera recogida donde podíamos, o prestada, para construir el tablero. Se empezó a construir éste y alguien aportó algunos hierros, empezando su hormigonado. Estando las obras en esta fase, se enteraron en la Diputación Provincial de Guadalajara de todos los esfuerzos que habíamos hecho y desplazaron personal y materiales que nos ayudaron a terminarlo.

Al recibir esta ayuda inesperada de la Diputación, sobró algo de dinero y entonces propuse encodonar la calle principal, a lo que se opusieron los vecinos en principio, debido al coste elevado que ello suponía, y a la falta de especialistas en tal trabajo. Fue una ayuda el que yo hubiera aprendido el oficio de empedrado con adoquines. Al final logré que se hiciera sin pedir más dinero a nadie, pero sí siguiendo con las prestaciones personales. Para darle un aspecto estético compré oxido de hierro que se mezcló con el cemento normal, dándole al mortero un aspecto de construcción antigua, y quedó una calle muy bella con codones, estilo medieval, a pesar de que ninguno habíamos sido empedradores con piedras irregulares. Todo ello se hizo sin sobrepasar las 150.314 pesetas, lo que nos parece ahora un milagro.

Hay muchas ocasiones en la vida donde podemos exponernos para hacer algo útil. Actualmente hay todavía muchas necesidades también en España para pensar en tratar de arreglar lo de otros países con esas ONGs multinacionales. Para mí sigue siendo una satisfacción el haberse construido aquel puente. Cabe mencionar al entonces alcalde, Herminio Lázaro, quién, al dar crédito a mis propuestas, fue de gran ayuda para llevar a cabo el proyecto. También agradezco que me nombraran después hijo adoptivo de Valdesotos y dieran mi nombre a la calle principal.

«Sobre el Plan Hidrológico»

Por Manuel Mateos de Vicente, Dr. Ing. C.C.P.; Ph.D.

Vocal del Comité sobre Recursos Hidráulicos de AEAS
Miembro de la Soil and Water Conservation Society de la AWWA y de la Water Environment Federation

Es una buena idea la propuesta hecha por la Revista de Obras Públicas, para expresar opiniones sobre el actual Plan Hidrológico. Este necesita efectivamente un amplio debate. Se necesita saber su rentabilidad en el momento de su terminación, y se debe tratar desde un plan holístico. Hay Planes en muchos países que una vez terminados se han quedado anticuados por no haber sabido anticipar los cambios sociales y tecnológicos.

Ya hemos hecho comentarios a artículos relacionados con problemas que se deben incluir en el Plan Hidrológico (Ref. 1 y 3). Manuel Díaz-Marta trata con amplitud en esta Revista una serie de factores que hay que analizar ante el Plan Hidrológico (Ref. 14). Quisiera añadir algo más sobre el tema.

Primero hay que analizar otros planes hidrológicos hechos en otros países y que hayan sido un fracaso. Por ejemplo el Plan Hidrológico, que se desarrolló en la URSS a finales de los años 50. Iban a llevar agua a las tierras secas, que estaban en el Kazajstan y el Uzbekistan y parece que fue un desastre (Ref. 19). Desviar el agua provocó grandes pérdidas en otras regiones, y el desecamiento de gran parte del mar de Aral.

También hay que tener en cuenta que cualquier conflagración puede sumir en el caos a una región que dependa de trasvases. En Iraq se ven muchos canales abandonados que datan de la época anterior a la invasión de los mongoles del siglo XII (Ref. 17).

Hay que recordar que podemos mover, trasladar, el agua, pero que también existen las migraciones. El movimiento de personas se ha acelerado mucho en los últimos 20 años, y es posible que cuando se terminara un Plan Hidrológico con grandes trasvases, estuviéramos en una sociedad de aún mayores migraciones que las actuales. O en una España con menor po-

blación que la actual, dada la tendencia actual a una bajada de la natalidad. También hay que tener en cuenta los posibles cambios geopolíticos, autonómicos, o sociales (Ref. 15).

Aparte del Plan Hidrológico Nacional, también se pueden llevar a cabo otros proyectos alternativos o complementarios que sean factibles. A continuación se mencionan algunos de ellos.

Es posible crear industrias en cualquier lugar si así nos lo proponemos. Hace 20 años me empeñé en crear una industria en un pueblo sin ninguna infraestructura (sin agua corriente, sin tener electricidad, sin carretera, sin teléfono). Esta industria que ya no poseo sigue en marcha habiéndose expandido. Acuden ahora personas de otros cinco pueblos colindantes a trabajar. Menciono esto que hice por su interés para un desarrollo de España sin concentrar la población en las grandes ciudades, con sus problemas de suministro de agua, entre otros muchos. Si las industrias se desparramaran por todo el país tal vez no necesitaríamos ningún Plan Hidrológico. A mi escala he demostrado que esto es factible (Ref. 12 y 16).

Existe la llamada Conservación del Agua y del Suelo. ¿Por qué no creamos expertos en Conservación? Puedo enumerar algunas asignaturas que tomé en este tema, como sub-especialidad del doctorado, para dar una pauta de las que serían necesarias para especializarse en suelos, o tierras agrícolas:

- Física del Suelo
- Química del Suelo
- Bio-físico-química
- Geomorfología
- Cartografía del Suelo
- Conservación del Suelo

Aparte, claro está, hay que fundamentarlo en asignaturas de hidrología de superficie y subterránea. Este programa puede coincidir con pequeñas modificaciones con alguno de Ingeniería Agrícola, o de Agrónomos.

Uno de los primeros libros de texto es el de Stallings (Ref. 2). en el Estado de Iowa, EE.UU., tienen desde hace muchos años granjas experimentales estatales donde se investiga sobre Conservación del agua y la erosión del suelo.

En la última reunión (1992) de la AEAS (Asociación Española de Abastecimientos y Saneamientos) en Córdoba di una Conferencia sobre «La recarga de acuíferos y la práctica de conservación del agua y del suelo». En ella expliqué sucintamente qué es la Conservación. (Hay muchos libros ya sobre el tema, y la propia Soil and Water Conservation Society, con residencia en Ankeny Iowa 50021, Estados Unidos, ofre-

ce muchos puestos al día.) A continuación mencionaré los beneficios de la Conservación:

— Tener un menor atarquinamiento de los embalses.

— Controlar la escorrentía, con lo que percola 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. Formación de setos donde sean necesarios.
5. Construcción de terrazas y bancales en terrenos en pendiente.
6. Nivelación de algunas zonas.
7. Construcción de miles de pequeñas presas de retención temporal del agua o embalse.
8. Corrección de las cárcavas.
9. Sembrar con hierbas especiales las cárcavas reformadas.
10. Usar abonos de acuerdo con las necesidades de la tierra.

11. Estudio científico de las plantaciones, de acuerdo con las tierras.

La técnica de la Conservación no es nueva. Empezó llamándose Conservación de Suelos, pero al conservar también el agua, ahora se llama Conservación del Agua y del Suelo. El primer libro donde se trata extensamente vio la luz en 1939 (hace 54 años!), escrito por H. Bennet (Ref. 4). Ya había tocado el tema Bennet 11 años antes, ¡hace 65 años! (Ref. 5).

Habría que recomendar la lectura detenida del libro de William Vogt a todo aquel que participa en el Plan Hidrológico Nacional (Ref. 6). Este libro que data de hace 45 años expone crudamente el problema del agua y de la erosión de los terrenos en el mundo. Lo estoy leyendo de nuevo y admiro las previsiones hechas por W. Vogt. Una condensación de su libro apareció en español (Ref. 7). También escribió otro libro sobre el peligro del gran aumento de la población en el Mundo (Ref. 13).

Algunos ingenieros agrónomos españoles se han especializado en esta materia, como el Catedrático Emérito Carlos Roquero, trabajando fuera de España. Estos españoles han informado del problema en varias publicaciones en español (Ref. 8 a

10). Algunas veces se confunden pequeños problemas con los grandes y graves (Ref. 11). La publicación más antigua sobre Conservación en español data de 1948, ¡hace 45 años! (Ref. 8).

También hay que considerar que gran parte de la España seca tiene el mar más cerca que la cuenca del Ebro o del Duero. El Ingeniero Manuel Luna, Profesor de Proyectos de la Escuela de Ingenieros Industriales, ha explicado en conferencias que en España se debería instalar las centrales térmicas y nucleares en la costa (Ref. 18). Manuel Luna aboga por las centrales duales agua-energía. El calor que producen y que no se aprovecha se pierde: se debería utilizar su energía para desalinizar agua del mar. Me viene a la mente el caso de Carboneras (Almería), donde existen una central térmica y una fábrica de cemento, ambas junto al mar. ¿Cuánta agua se podría recuperar del mar aprovechando el calor que se disipa (energía que se pierde) en ambas instalaciones?

El mismo Profesor Manuel Luna ha mencionado en sus conferencias que hay plantas que no necesitan agua para crecer, ya que la toman durante la noche del ambiente y la mandan a las raíces. Estas plantas son las laurisilvas. Se debería considerar su plantación en las nuevas repoblaciones forestales. Hay otras plantas que podrían traer a nuestras zonas áridas, más adaptadas a los microclimas de la España sedienta.

En cuanto a la repoblación forestal, que es un complemento a todo Plan Hidrológico, hay que ampliar las especies, pues se centró en el pasado en el pino; si se repobla con el pino me pregunto por qué no se hace con el canariense, ya que rebrota el tronco después de los incendios forestales. Hay que hacer plantaciones con una superficie manejable en caso de incendio, con amplios cortafuegos sembrados con plantas que no ardan con facilidad. Hay que aclarar que el eucalipto, del que hay decenas de variedades, no esquilma la tierra. A lo largo de las carreteras se debería dejar una franja con plantas autóctonas, que arden con poca facilidad, ya que parte de los incendios se originan junto a las carreteras. El tema de la repoblación ya lo hemos tratado en otras publicaciones (Ref. 11, 20 y 21).

Hemos de tener en cuenta que genéticamente se están produciendo nuevas plantas. Algunas de estas nuevas plantas pueden aportar, tal como lo hacen las leguminosas, el necesario nitrógeno al suelo. Para la terminación del proyectado Plan Hidrológico Nacional habrá plantas creadas genéticamente que tal vez no necesiten se haga un gran trasvase desde la

cuenca del Ebro y Duero hasta las del Sur de España.

Dado que el regadío se lleva casi toda el agua consumida (Ref. 14), hay que aprovecharla mejor. Tal vez habría que suprimir, o cambiar, aquellos sistemas de regadío, como los de aspersión, que desperdician una gran cantidad de agua. O no cultivar aquellas plantas que necesiten mucha agua, y hacerlo con otras especies que consuman menos y sean también rentables.

En resumen, que este gran proyecto hidrológico se estudie a fondo y en toda su amplitud, pero también considerando, aparte de las recomendaciones de Díaz-Marta, entre otras, lo siguiente:

- las migraciones y cambios geopolíticos del futuro,
- la creación de industrias en todo el ámbito español,
- las instalaciones energéticas junto al mar,
- la existencia de plantas que toman la humedad del ambiente,
- los desarrollos de la genética aplicados a las plantas,
- la diversificación de la repoblación forestal,
- la mejora de los sistemas de regadío,
- y sobre todo la Conservación del Agua y Suelo.

— solucionar o disminuir el problema del paro en las zonas más deprimidas por ser donde más se necesita la Conservación.

Referencias

- (1) M. Mateos, Comentarios al artículo «Las inundaciones en España. Valoración de daños», de Mariano Palancar, Revista de Obras Públicas de febrero de 1991.
- (2) J. H. Stallings, «Soil Conservation», Libro de 575 páginas, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1957.
- (3) M. Mateos, Comentarios al artículo «Los sistemas de previsión de avenidas en España», de Luis Berga Casafont, Revista de Obras Públicas de abril 1993.
- (4) H. Bennett, «Soil Conservation», Mac Graw Hill, 1938.
- (5) H. Bennett, «Soil Erosion a National Menace», 1928.
- (6) William Vogt, «Road to Survival», William Sloane Associates, New York, 1948.
- (7) William Vogt, «No habrá donde esconderse», condensación del libro anterior. Selecciones del Readers Digest, ca. 1949.
- (8) J. Andreu Lázaro, «Defensa del Suelo Agrícola», Ministerio de Agricultura, 1948.
- (9) Carlos Roquero, «La Conservación del Suelo. Problema Nacional», Ministerio de Agricultura, 1954.
- (10) Carlos Roquero, «Estudios sobre Conservación y Mejora del Suelo en España», Inst. Nacional de Investigaciones Agronómicas, 1964.
- (11) M. Mateos, «Motociclismo y Erosión», Moto Sport, Federación Motociclista, junio 1983. M. Mateos «Motociclisme i erosió», en catalán, Moto-Club, Rial Moto Club de Catalunya, diciembre 1992.
- (12) M. Mateos, «El desarrollo industrial en áreas rurales», Boletín del Colegio de Ingenieros de Caminos, noviembre de 1980.
- (13) William Vogt, «People! Challenge to Survival», 157 páginas. W. Sloan Associates, New York, 1960.
- (14) Manuel Díaz-Marta, «Notas para un Análisis del Plan Hidrológico en Preparación», Revista de Obras Públicas, febrero de 1993.
- (15) P. R. Range, «Europe Faces an Immigrant Tide», National Geographic Magazine, mayo 1993.
- (16) M. Mateos, «Comentarios al artículo: Aproximación metodológica a la promoción y desarrollo industriales», Revista de Obras Públicas, octubre 1986.
- (17) M. Mateos, «Características Mineralógicas de Suelos de Mesopotamia», Revista de Obras Públicas, febrero de 1973.
- (18) M. Luna, Conferencia «Qué hacemos con la energía?», Instituto de la Ingeniería en España, septiembre de 1989.
- (19) W. S. Ellis y D. C. Turnely, «The Aral, A Soviet Sea Lies Dying», National Geographic Magazine, Febrero 1990.
- (20) M. Mateos, «Daños y perjuicios por la quema de rastrojos en la provincia abulense», El Diario de Avila, pág. 7, 10 Dic. 1981.
- (21) M. Mateos, «¿Es necesaria la quema de rastrojos?», El Adelanto, pág. 12, 8 mayo 1989.

Comentario al artículo

«Ante el Debate del Plan Hidrológico», de Mariano Palancar Penella, publicado en la REVISTA DE OBRAS PUBLICAS de enero de 1993

Por Manuel Mateos de Vicente, Dr. Ing. C.C.P.; PhD.*

El Plan Hidrológico necesita efectivamente un amplio debate. Se debe tratar desde un plan holístico, sistémico, generalístico. Se necesita tratarlo no sólo desde el aspecto restrictivo del agua, sino analizando lo que desde un punto social pasará el día que esté terminado. Recordemos que hay Planes que una vez terminados se han quedado anticuados por no haber sabido anticipar los cambios sociales.

Me extraña que Mariano Palancar no haga mención alguna a la **Conservación del Agua y del Suelo**, máxime cuando ya hice comentarios a otro artículo de él en esta misma Revista (Ref. 1 al final). Cualquier Plan Hidrológico debe tener en cuenta la Conservación del Agua y del Suelo, y ya es hora que esto sea así. Ya mencioné las prácticas de Conservación en los Comentarios que hice a Mariano Palancar, y las repito en otros Comentarios mandados ya a esta Revista (Ref. 2).

Ya se que en España no se tiene una noción clara de los beneficios que aporta una Conservación, en un país de lluvias torrenciales en algunas regiones, y donde gran parte se está desertizando. No se de quién será la culpa, pero se deben mencionar por los profesores en las clases de hidráulica aplicada.

No me extendiendo más sobre el tema, pues vista la invitación que se hace en el número de febrero de la Revista, para aportar ideas sobre el Plan Hidrológico Nacional (Ref. 3), voy a preparar un artículo sobre «La Conservación del Agua y del Suelo como parte del Plan Hidrológico Nacional» (Ref. 4).

(Ref. 1) M. Mateos, Comentarios al artículo «Las inundaciones en España. Valoración de daños», de Mariano Palancar Penella, REVISTA DE OBRAS PUBLICAS de febrero de 1991.

(2) M. Mateos, Comentarios al artículo «Los sistemas de previsión de avenidas de España», de Luis Berga Casafont, ROP de enero de 1993. Enviado a la REVISTA DE OBRAS PUBLICAS para su publicación.

(3) Editorial, «Ante el Plan Hidrológico Nacional», REVISTA DE OBRAS PUBLICAS de febrero de 1993, página 5.

(4) M. Mateos, «La Conservación del Agua y del Suelo como parte del Plan Hidrológico Nacional», a ser presentado, ca. Abril de 1993, a la REVISTA DE OBRAS PUBLICAS, para su publicación.

* Vocal del Comité sobre Recursos Hidráulicos de AEAS. Miembro de la AWWA (American Water Works Association), de la Soil and Water Conservation Society, y de las Water Environment Federation.

Comentario al artículo

«Los sistemas de previsión de avenidas en España», de Luis Berga Casafont, publicado en la Revista de Obras Públicas de enero de 1993

Por Manuel Mateos de Vicente, Dr. Ing. C.C.P.; PhD.*

Pienso que los problemas sobre hechos catastróficos deben tener prioridad en la Revista de Obras Públicas. Uno de ellos es el control de las avenidas; otro es el excesivo número de accidentes viales.

Luis Berga en su artículo de gran actualidad menciona que en España desde 1957 han muerto por inundaciones 1.439 personas. Por accidentes viales probablemente han muerto 200.000 personas desde 1957 (Hay que tener en cuenta que en España se contabilizan solamente los que mueren en el día del accidente, mientras que en otros países consideran períodos más largos; en Estados Unidos de un año). Digo probablemente porque hay que extrapolar las cifras oficiales para tener en cuenta los que mueren en los hospitales, lo que vengo mencionando desde hace 30 años (Referencias 1 y 2 al final).

Insisto una vez más en esta Revista de Obras Públicas que *en el análisis de las avenidas y en su control debemos tener en cuenta las obras de Conservación del Agua y Suelo* (Ref. 3). Para cada avenida se debería analizar lo que hubiera ocurrido de tener la cuenca perfectamente tratada con las técnicas de Conservación. Es muy posible que la presa de Tous con una cuenca tratada por Conservación no se hubiera destrozado (sí no recuerdo mal no se ha mencionado en profundidad la falta de Conservación en la cuenca de Tous en el informe sobre la avenida catastrófica).

En mis comentarios a otro artículo sobre el tema (Ref. 3), ya indicaba lo que son las prácticas agrícolas de conservación del suelo y del agua:

1. Cultivo en zonas llanas solamente.
2. Arar siguiendo las curvas de nivel.
3. Cultivar en franjas irregulares.
4. Formación de setos.
5. Construcción de terrazas y banquetes.
6. Nivelación de algunas zonas.
7. Construcción de centenas (o miles) de pequeñas presas (para retención temporal del agua y/o de embalse).
8. Corrección de las cárcavas.
9. Sembrar con hierbas especiales los arroyos.
10. Evaluar los abonos a utilizar.
11. Estudio científico de las plantaciones.

Necesitamos también la Conservación para ayudar a frenar la invasión del desierto en España, evitar el atarquinamiento de embalses y mejorar la agricultura. La Conservación complementa a las labores de repoblación forestal. No nos referimos aquí a las inundaciones causadas por roturas en tuberías, tema que ha sido tratado en otro lugar (Ref. 4).

No logro entender por qué no se ha empezado en España un amplio programa de Conservación, pues esta técnica ya la expuso Bennett con amplios detalles en su libro hace más de 50 años (Ref. 5), y su importancia hace más de 60 años (Ref. 5). Empezó a aplicarse la Conservación en Estados Unidos y se ha impuesto en muchos otros países pero no en España de una manera general, sino en pequeños tratamientos de poca entidad, según mis noticias. Tampoco entiendo por qué no se ha llevado en España un programa para reducir a la quinta parte las muertes por accidentes de la circulación, por mencionar los dos problemas principales atendiendo a las pérdidas de vidas y a las pérdidas económicas (Ref. 1).

En definitiva, necesitamos comparar los efectos de las grandes lluvias en las avenidas e inundaciones por una parte con el terreno tal como está y por otra considerando que se hubieran realizado las labores de Conservación del Agua y del Suelo. Nuestro retraso en este campo es del orden del medio siglo, s.e.u. o. La falta de atención a esta técnica con sus resultados catastróficos ya la analizó Vogt hace más de 40 años (Ref. 6). ■

(Ref. 1) M. Mateos, «Comentarios al artículo El Informe Gerondeau sobre una política europea de seguridad vial», *Revista de Obras Públicas*, enero de 1993.

(2) M. Mateos, «Los accidentes y sus causas», *Carreteras*, mayo 1964.

(3) M. Mateos, «Comentarios al artículo Las inundaciones en España» *Revista de Obras Públicas*, febrero 1991.

(4) M. Mateos «Válvulas de seguridad para prevenir inundaciones causadas por roturas en tuberías», *Servicio de Publicaciones, R.O.P., E.T.S. de Ingenieros de caminos*, 1985.

(5) H. Bennett, «Soil Conservation», *Mac Graw Hill*, 1938. (ver también «Soil Erosion, A National Menace», del mismo autor, publicado en 1928).

(6) William Vogt, «Road to Survival: William Sloane Associates, Inc. New York, 1948.

* Vocal del Comité sobre Recursos Hidráulicos de AEAS. Miembro de la AWWA (American Water Works Association), de la Soil and Water Conservation Society, y de las Water Environment Federation.

COMENTARIOS al artículo «Bombeo de fangos a gran distancia», de Z. Kovacs y J. Vivar, publicado en la REVISTA DE OBRAS PUBLICAS de Enero de 1991.

Por Manuel Mateos, Dr. ICCP, Master of Science (I.S.U.)

El bombeo de aguas sucias, de saneamiento y lodos se va haciendo cada vez más común. El artículo de los autores aporta una información muy necesaria para aquellos técnicos que estén trabajando en tales bombeos. Aprovecho la indicación de la *Revista de Obras Públicas* de admitir comentarios.

Se puede aportar información contradictoria a la que indican los autores referente a la evacuación del aire. Indican que «las experiencias han mostrado la inviabilidad de las ventosas automáticas ya que sus aperturas se taponan por una crosta de fango en muy poco tiempo», por lo que los autores recomiendan que «se eviten los puntos altos que conducen a la formación de bolsas de aire» en la conducción. Aunque la palabra «crosta» aparece varias veces en el artículo, parece que quiere decir «costra».



Válvula normal. Este tipo se debe usar solamente para aguas limpias. En aguas negras se colmatan, no cierran bien y se forman costras.

Para evacuar aire en conducciones de agua negras utilizamos unas **ventosas especiales**, similares a las representadas en las Figuras adjuntas. Se están usando en muchas conducciones de aguas negras desde hace muchos años. No eran conocidas en España, y por lo que vi tampoco en Europa, cuando empecé a recomendarlas, por lo que creo de interés mencionarlas en esta comunicación. Entonces se usaban para estos **fluidos** (no «fluidos»), las ventosas normales de aguas limpias, que se colmataban.

Para evitar la formación de **costras** recomendamos la limpieza periódica de las ventosas, para lo cual suministramos una manguera con sus adaptadores (ver Figuras). La formación de costras de grasa se puede también evitar utilizando las **bacterias** adecuadas.

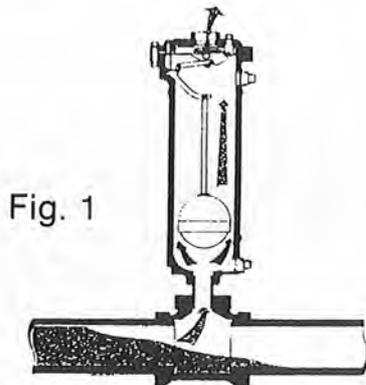


Fig. 1

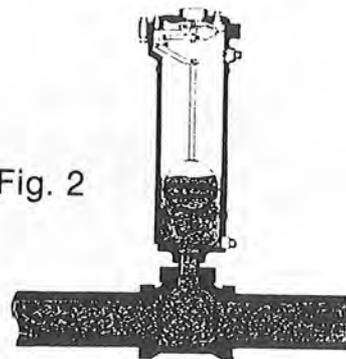


Fig. 2

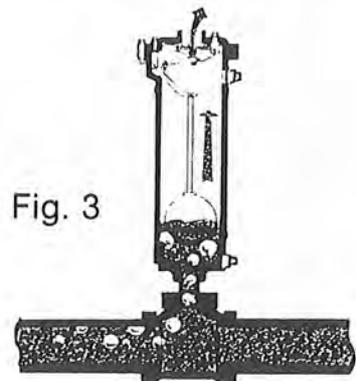


Fig. 3

La ventosa UNIVERSAL AGUAS SUCIAS está diseñada para evacuar automáticamente grandes cantidades de aire en una tubería cuando se está llenando, permitir la entrada de aire cuando se vacía y eliminar el aire acumulado cuando la conducción está trabajando en presión. Esto se consigue mediante DOS orificios diferentes.

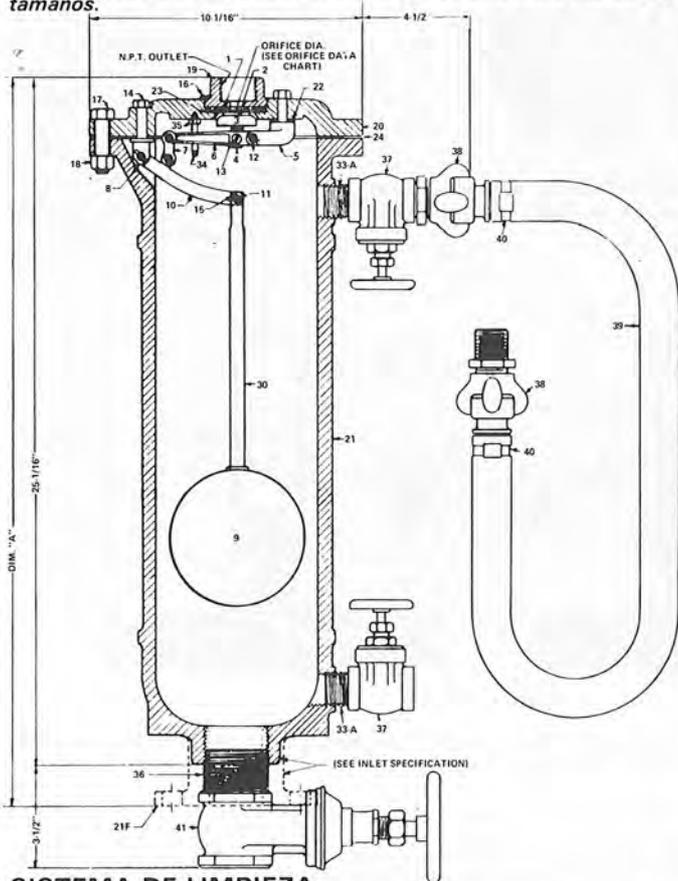
FIGURA 1: La ventosa está completamente abierta, posición que adopta cuando está vacía la tubería. Hasta que el líquido penetre en la ventosa, el aire puede salir libremente al exterior a través de un gran orificio.

FIGURA 2: Cuando el líquido ha elevado el flotador a su máximo nivel, se cierran los dos orificios de salida de aire de la ventosa. El orificio mayor se cierra por el asiento de una pieza de acero, perforada en su centro. Esta perforación, que constituye el orificio menor se cierra independientemente.

FIGURA 3: Una vez que la tubería funciona en presión, el aire suspendido en el agua se acumula en la ventosa y desplaza el líquido que se encuentra en ella. El flotador descende con el nivel del líquido y arrastra el tapón que obstruye el orificio de pequeño diámetro, permitiendo con ello la salida del aire. Una vez expulsado el aire, el flotador asciende y cierra de nuevo la ventosa.



Las ventosas para aguas sucias se fabrican en diferentes modelos y tamaños.



SISTEMA DE LIMPIEZA.

Para la eliminación de las costras se introducen bacterias o se limpian las ventosas especiales con mangueras. Las ventosas de las figuras tienen salidas en el cuerpo para acoplar tales mangueras.

Comentario al mismo artículo

Por Alberto Pérez Zunzunegui

He trabajado durante 30 años en problemas de conducciones, principalmente en su protección, por ello he leído el artículo de los autores, que encuentro muy interesante.

Sobre la comunicación escrita es necesario siempre emplear un lenguaje normal, claro, que facilite la labor de lectura. Los autores emplean todas las veces (unas 30) la palabra «fluido» acentuada, las palabras «crosta», «vehicular» o «vehiculado» aplicado al transporte o conducción del agua, que no va sobre ruedas. Al indicar en el artículo la palabra fangos, supuse era con contenido muy alto de sólidos; al ser este contenido inferior al 8 por 100 pa-

rece más apropiado denominarlos «lodos». En cuanto a los «diablos» o «cerdos», en español solemos emplear la palabra rascadores ya que define bien la labor de tales aparatos para la limpieza interna de tuberías.

El término «Area» en lugar de zona es incorrecto. Area solamente se puede referir a la medida de superficie. Observo con agrado que en las autovías nuevas empieza a aparecer la señalización de «Zona de Servicios» en lugar de «Area de Servicios». Es también grato observar en planos de carreteras que se sustituye el término «pantano» por el de «embalse». Pero aún surge «pantano» en nuevas señalizaciones de carreteras, por ejemplo en el embalse de San Juan.

Contestación de los autores

En contestación a la información contradictoria aportada por el Sr. Mateos respecto al empleo de las ventosas especiales, parece que sólo se citan en dicha información como aptas para las conducciones que transporten aguas residuales (solución reconocida por la práctica), sin mencionar el caso concreto de los fangos espesados (hasta una concentración de sólidos del 7%, aproximadamente 200 veces mayor que en el caso de un agua residual típica) que es el elemento que se trata de vehicular en este tipo de bombeo.

Otro dato de interés que puede desaconsejar el empleo de las ventosas automáticas en bombes de fangos es la posible presión de trabajo de estas impulsiones; en el caso a que hace referencia el artículo puede llegar a las 40 atmósferas. Esta presión podría en principio originar problemas en el funcionamiento de los componentes de las ventosas automáticas: el juego de palancas, la boya flotador y los demás elementos mecánicos.

Zsigmond Kovács
Jesús Vivar

COMENTARIOS al artículo "Las inundaciones en España. Valoración de daños, prevención y gestión", de M. Palancar Penella, publicado en la ROP de enero de 1990, págs. 61 a 66.

Por **MANUEL MATEOS**, Dr. ICCP, Dr. of Ph., Miembro "Soil and Water Conservation Society"

El artículo de Mariano Palancar, muy interesante y de mucha actualidad, nos aporta información en uno de los problemas más graves con que se enfrenta nuestra ingeniería en la actualidad, solamente sobrepasado por la seguridad vial. Aparte de las grandes pérdidas materiales que ambos problemas traen consigo, las inundaciones han causado en España 1.439 muertos desde el año 1957 (según M. Palancar), y los accidentes viales están actualmente segando 10.000 vidas al año, según mis cálculos (probablemente han muerto 200.000 personas en accidentes viales desde 1957, contando los que mueren en los hospitales después del accidente).

Tal vez el autor no hace bastante hincapié en el hecho que las inundaciones se pueden prácticamente eliminar, o al menos aminorar, como así ha sucedido en cuencas donde se han llevado a cabo los trabajos de obra civil necesarios, complementados con el cambio de prácticas agrícolas y forestales. El ejemplo más antiguo de mejora de una de estas cuencas es la llevada a cabo por la Tennessee Valley Authority. Otra cuenca es la del río Colorado.

Mariano Palancar resume las actuaciones en ocho recomendaciones al final de su artículo. Se pueden añadir otras siempre pensando que las inundaciones se pueden eliminar, o aminorar.

Primero sería conveniente que existiera una mayor retroalimentación de los ingenieros en práctica hacia los profesores. Habría que establecer en todas las ingenierías, no sólo la nuestra, que los estudiantes pasen unos meses en obras antes de graduarse, como se hace en muchos países. Esto haría que se creara una corriente más práctica hacia todos los problemas de ingeniería. También son necesarios unos años de práctica antes de ser ingenieros responsables, sistema en uso en los países sajones.

En cuanto a aspectos directos de las inundaciones, aparte de construir presas en los grandes ríos como se ha venido haciendo hasta ahora, se

debe recurrir a otras labores complementarias. Las que no he visto sean usadas en España son:

- a) la recarga de acuíferos, y
- b) las prácticas agrícolas de conservación del suelo y del agua.

Se pueden utilizar los embalses subterráneos para almacenar agua, retirándola así de los embalses de superficie, para que estos tengan más cabida ante precipitaciones extraordinarias inesperadas. En un reciente artículo en la revista *Civil Engineering* (número de junio 1990, páginas 63 a 66), se menciona que en Estados Unidos hay 558 pozos de inyección recargando acuíferos. Cabe preguntarse: ¿cuántos tenemos en España?

Referente a la conservación del suelo y del agua, creo que es la obra pública actualmente más necesaria en España. Más que actualmente debería indicar que es necesaria desde hace cincuenta años, dado el estado de erosión avanzada en la que se encuentran gran parte de los suelos agrícolas (horizonte A). La conservación del suelo y del agua forma también parte de los nuevos métodos de agricultura mantenedora, que parece ser la del futuro, pues no utiliza insecticidas ni herbicidas, que estaban contaminando las aguas superficiales y freáticas.

Las prácticas de conservación del suelo y del agua son:

1. Cultivo en zonas llanas solamente, dejando las menos llanas para pastos y las muy pendientes para bosques.
2. Arar siguiendo las curvas de nivel.
3. Cultivar en franjas irregulares, alternando cultivos en franjas.
4. Formación de setos para cortar el viento y la escorrentía.
5. Construcción de terrazas y bancales con máquinas especiales en zonas con poca pendiente.
6. Nivelación de algunas zonas.



Cultivo en franjas irregulares, siguiendo las curvas de nivel. Otras prácticas incluyen la formación de setos, la construcción de terrazas y bancales, nivelaciones, construcción de presas pequeñas, sembrado de hierbas especiales, utilizar abonos adecuados preferiblemente siguiendo los nuevos métodos de agricultura mantenedora, y estudiar científicamente el tipo de plantaciones más adecuado a las distintas condiciones del entorno.

7. Construcción de infinidad de **pequeñas presas**.

8. Corrección de las **cárcavas** para evitar su erosión.

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

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

11. Estudio científico de las **plantaciones en función de los suelos**, y su rotación para evitar esquilmar la tierra.

Esta ciencia se empezó a llevar a la práctica en Estados Unidos hace más de cincuenta años. Por ello tomé allá las primeras asignaturas en esta materia. En varias ocasiones he tratado de hacer ver la absoluta necesidad de la conservación de suelos. Por ejemplo insistí en llevar a cabo con-

servación después de las riadas de Valencia en 1958; también logré que se mencionara su utilidad en el proyecto de regulación del Bajo Llobregat de 1964; traté de recomendar se analizara su posible influencia en las inundaciones que causaron la rotura de la presa de Tous. En el año 1967 estuve colaborando estrechamente con el Servicio de Conservación de Suelos, del Ministerio de Agricultura, tratando de aplicar nueva tecnología en la construcción de pequeñas presas de tierra; al no haber ayuda económica no pudimos construir lo que quería hubiera sido la primera presa con suelo cemento del mundo. Al empezar en 1986 a dar clases de Obras Hidráulicas en la Universidad Politécnica de Madrid, incluí en mi programa mencionar la Conservación del Suelo y del Agua.

Sé que otros ingenieros agrónomos españoles

piensan que es necesario introducir las técnicas de conservación, de las que hay tal vez millones de kilómetros cuadrados tratados en el mundo. Bien es verdad que somos solamente 10 españoles miembros de la Sociedad de Conservación del Suelo y del Agua. Falta, obviamente, interés en estas técnicas, y creo necesario que los proyectistas de presas indiquen la absoluta necesidad de considerarlas como complemento al tratamiento de todas las cuencas.

No he visto que se haya hecho en España algo práctico en los métodos modernos (no ancestrales) de la ciencia de la Conservación del Suelo y del Agua, desde el punto de vista agrícola. Solamente he visto tratadas algunas pequeñas fincas en Murcia o Lérida. En cuanto a la parte forestal existen muchas repoblaciones de árboles, más o menos autóctonos, **poco entendidas por el pueblo**, o poco adaptadas al medio, y basadas en gran parte en una falta de visión de futuro, según creo, y que presentan un grave problema social por estar siendo destruidas por incendios, en su mayoría provocados.

Para llevar a cabo una explotación racional de las cuencas, las Confederaciones deberían absor-

ber lo que actualmente hace Icona en repoblación forestal, así como también el Servicio Agrícola de Conservación del Suelos. Una vez unificado todo lo relacionado con las cuencas podría ser más fácil analizar el problema en toda su amplitud y obtener las subvenciones necesarias para abordarlo.

En cuanto al **Sistema Automático de Información Hidrológica** encuentro muy realista que el actual Director General de Obras Hidráulicas haya resuelto detener los estudios en seis cuencas. Se han llevado a cabo proyectos similares en otras ramas de la ingeniería sin un resultado práctico. Hay que tener en cuenta que un presupuesto de 35 mil millones de pesetas, para el Sistema Automático, supone que tan sólo con sus intereses se pudiese construir una gran presa todos los años. Es decir en los diez años requeridos para su lanzamiento se podrían haber construido 10 grandes presas sin tocar el capital inicial. De otra forma si se continúa trabajando en dicho Sistema, y dado el estado práctico actual de la tecnología en punta que se pretende aplicar, **es probable que al cabo de 10 años estemos todavía al principio del problema.**

Válvulas de retención para aguas sucias^(*)

Por **MANUEL MATEOS DE VICENTE**

Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos; Dr. of Philosophy.

Se presentan varios tipos de válvulas de retención para aguas sucias, así como una evaluación sobre la idoneidad de cada una de ellas, basándose en el golpe de la clapeta, dimensión, y posición en al conducción.

Se está llevando a cabo actualmente un plan integral de tratamiento de aguas sucias. Ello implica en algunos casos tener que realizar impulsiones, que necesitan válvulas de retención generalmente distintas de las usadas con aguas limpias. Hemos visto que en algunos casos no se utilizaban las válvulas idóneas, lo que comporta fallos en las instalaciones, por lo que exponemos a continuación parte de nuestra experiencia en tales mecanismos.

A los efectos de selección de la válvula apropiada hemos de considerar dos clases de aguas sucias:

- Con materia fina en suspensión.
- Con materia sólida arrastrando o flotando.

Las primeras son las que generalmente han sido sometidas a un tratamiento primario para sedimentar los sólidos, y retirar los objetos flotantes. Proceden también a veces de plantas de tratamiento donde no se realiza el proceso de floculación.

Las segundas son aguas que suelen contener plásticos, papeles, trapos, cueros y una variedad de objetos.

A efectos de entenderse en adelante denominaremos a las primeras aguas sucias tratadas, y a las segundas aguas sucias brutas.

Las aguas sucias tratadas pueden admitir cualquier tipo de válvula de retención normalmente usada en aguas limpias. Por ello no nos extenderemos en sus análisis y nos concentraremos en las de aguas sucias brutas.

El paso de estas aguas brutas a través de la válvula de retención debe estar exento de cualquier obstrucción. Debe ser un paso libre. Es-

to se consigue con dos tipos de válvulas de retención:

- De clapeta colgada.
- De bola.

VALVULAS DE RETENCION DE CLAPETA COLGADA

Hay varios tipos:

1. Simple con recorrido de 90 grados, cuerpo en globo (figura 1).
2. La anterior con contrapeso.
3. La anterior con amortiguador (figura 2).
4. Simple con recorrido de 90° cuerpo «loncha».
5. La anterior con contrapeso (figura 3).
6. Simple con recorrido menor de 90°, cuerpo globo (figura 4).

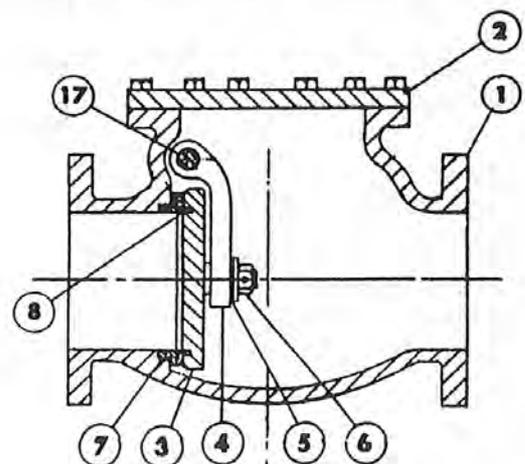


Fig. 1.—Sección de una válvula de retención simple, de clapeta colgada de una bisagra, con recorrido de 90 grados, cuerpo en globo. Hasta hace pocos años era prácticamente el único modelo que se instalaba en aguas limpias, pues entonces no se bombeaban aguas sucias.

(*) Se admiten comentarios sobre el presente artículo que podrán remitirse a la Redacción de esta Revista hasta el 28 de febrero de 1990.

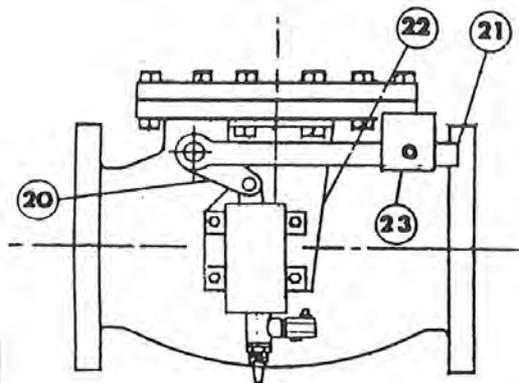


Fig. 2.—Vista lateral de una válvula similar a la de la figura 1, pero con la incorporación de un contrapeso y un amortiguador.

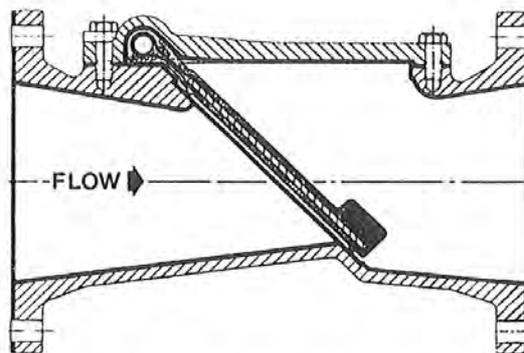


Fig. 4.—Sección de una válvula de retención con clapeta colgada de una bisagra, pero con recorrido de tan sólo 45 grados, lo que aminora el golpe de la clapeta.

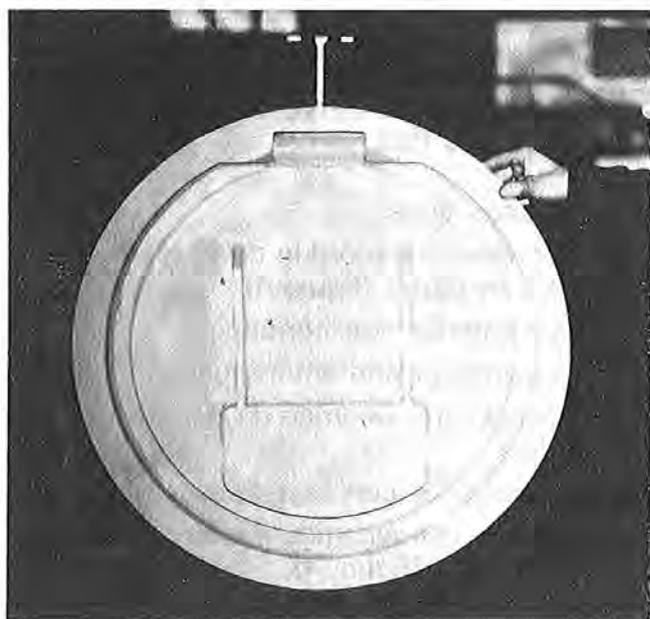


Fig. 3.—Fotografía de una válvula simple con cuerpo de pocos centímetros de espesor, tipo loncha, colocada entre bridas, con contrapeso soldado a la clapeta.

Tal vez la más aconsejable en la mayoría de los casos sea esta última (N.º 6); es decir la simple de clapeta colgada de una bisagra y con un recorrido de unos 45 grados. Sin embargo no tenemos noticia que tal válvula se construya en España.

La siguiente que se puede aconsejar es la simple con cuerpo en globo (N.º 3), recorrido de 90 grados con contrapeso y amortiguador. Tiene el inconveniente, aparte de ser pesada como todas las de globo, de su alto precio.

Después está la de tipo loncha con recorrido de 90 grados y contrapeso interno (N.º 5).

La selección final, bien de una de las tres anteriores o de otra, dependerá de las condiciones particulares de la conducción, así como de las características particulares de fabricación de cada tipo de válvula, materiales empleados, repuestos que puedan necesitarse, etc.

VALVULAS DE RETENCION DE BOLA

Esta es una válvula de retención sencilla, algo muy parecido a una ventosa al revés. (Figura 5). La bola que cierra el paso se aparta a un lado al paso del agua y retrocede para cerrar el paso del agua en sentido inverso.

En este tipo de válvula hay que tener en cuenta que los esfuerzos internos hacia el exterior pueden ser muy elevados. Por ello se suelen usar para pequeños diámetros y bajas presiones. Conviene calcular las presiones que ejercería la bola en todo el círculo de asiento.

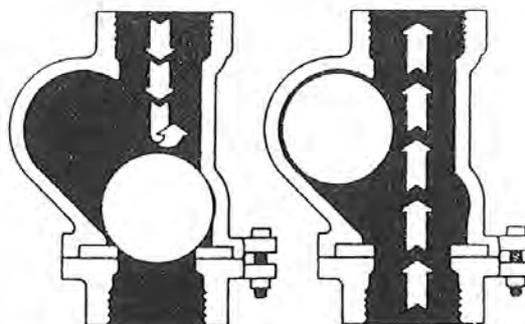


Fig. 5.—Válvula de retención de bola. A la derecha se observa el paso del agua y como la bola se esconde lateralmente. A la izquierda la bola retrocede al cambiar el sentido del flujo, obstruyendo la tubería.

VALVULAS DE RETENCION PARA AGUAS SUCIAS

tomando en cuenta las sobrepresiones de golpe de ariete, así como las debidas al aire acumulado si no se tienen colocadas ventosas idóneas. Estas presiones pueden originar, al cerrarse, un golpe de varias toneladas contra el anillo de cierre interior. Esto ha ocasionado, según tenemos noticias, que en algunos casos la bola haya hecho explotar algunas de estas válvulas.

VALVULAS DE RETENCION PARA AGUAS SUCIAS BRUTAS

Tipo de válvula	Menor golpe	Menor dimensión	Menor pérdida de carga	Posición de colocación
1. Simple 90°	5	5	1	Horizontal
2. Id. con contrapeso	3	5	2-3	Horizontal y vertical
3. Id. con contrapeso y amortiguador	1	5	3-5	Horizontal
4. Loncha 90°	2	1	1	Vert. y Hor.
5. Id. con contrapeso	2	1	1-2	Horizontal
6. Simple 45°	1	5	1	Horizontal
7. De bola	3-5	3-4	1-4	Hor, variable

NOTA: En la clasificación 1 es la mejor y 5 la peor, siempre subjetivamente; la numeración no es proporcional. Aguas brutas se entiende con materia sólida flotando o arrastrada. Por vertical se entiende flujo normal hacia abajo. Las de amortiguador pueden producir un retrogiro en las bombas.

SELECCION

Para ayudar en la selección de la válvula de retención apropiada se ha preparado la Tabla adjunta. De los dos tipos de aguas sucias, las que sólo tienen **materia fina** en suspensión y las que llevan **materia sólida** arrastrada o flotando, sólo se consideran estas últimas. Se omiten los precios o costes proporcionales. Se dan valores de 1 para la más recomendada, hasta 5 para la menos recomendada, sin proporción entre ellos. Hay que tener en cuenta que esto es una apreciación personal, sin compromiso alguno y solamente a título orientativo, pues todo depende de métodos y materiales de fabricación.

CAUSAS AJENAS DE ROTURA DE VALVULAS DE RETENCION

En algunos casos las válvulas de retención se

han destrozado, debido a la acumulación de aire y gases dentro de la tubería. Por ello es sumamente importante colocar las ventosas adecuadas para aguas sucias con intervalos generalmente no superiores a 600 m. Dada la amplitud del problema del aire en las tuberías de aguas sucias será tratado en una comunicación aparte.

INFORMACION DISPONIBLE

No he encontrado información sobre este tipo de válvulas para aguas sucias. Por ello he expuesto lo que he averiguado en experiencias personales y basado también en información dada por varios fabricantes, tanto españoles como en otros países.

1. «Mejora de las impulsiones de aguas negras», por M. Mateos, TECNOLOGIA DEL AGUA, marzo 1983.
2. «Válvulas especiales para aguas sucias», por M. Mateos, CIMBRA, febrero 1984.
3. «Válvulas para emisarios submarinos», por M. Mateos, INDUEQUIPO, abril 1987.
4. Libro sobre «Válvulas para abastecimientos de agua», por M. Mateos, EDITORIAL BELLISCO, Apartado 156.133, Madrid, 1989.

Manuel Mateos de Vicente.



Especializado en la solución de problemas de hidráulica mediante el empleo de válvulas especiales, tema sobre el que ha preparado un centenar de comunicaciones, y dirige actualmente la publicación de una serie de libros prácticos sobre obras hidráulicas. También ha investigado sobre seguridad vial, con más de un centenar de comunicaciones; sobre la utilización de las cenizas volantes con 40 publicaciones, descubriendo que algunas cenizas eran un cemento de coste nulo; sobre estabilización de suelos y otros temas. Ha presentado comunicaciones en varias Academias de Ciencia, habiendo estudiado o trabajado en varios países.

COMENTARIOS al artículo «Cavitación en impulsiones», de Enrique Mendiluce Rosich, publicado en la REVISTA DE OBRAS PUBLICAS, Febrero 1989.

Por **MANUEL MATEOS**, Doctor Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos; Dr. of Philosophy.

Es mi opinión como la del autor, Mendiluce, que hay demasiada falta de comprensión sobre la cavitación. Primero debemos ponernos de acuerdo en qué fenómenos se entienden por cavitación, pues a veces se incluye:

La **implosión** de las miniburbujas.

La erosión o **explosión** causada por las moléculas de agua, a muy alta velocidad, al chocar contra las paredes de las válvulas o tuberías.

La **erosión** causada por partículas sólidas de arena, etc.

Mendiluce se centra en la cavitación por vacío, es decir en la posible «implosión de miniburbujas» que se pudieran producir al parar las bombas en las impulsiones.

En más de una ocasión me ha llamado la atención que algunos técnicos indicaran en sus informes, o proyectos, que el vacío era de -40 , -50 ó -100 m.c.a. (figura 1). Esto es algo inconcebible, ya que el vacío no puede ser inferior a $-10,33$ m.c.a. al nivel del mar, como nos repitió infinidad de veces el Ing. José Juan Ara-

cil quién fue profesor de las primeras asignaturas que tomé en temas hidráulicos. **El $-10,33$ se nos quedaba a todos muy grabado como cifra del vacío absoluto.** No me explico que haya alguien que indique que el vacío sea menor que $-10,33$ m.c.a. Esto puede ocurrir porque, según parece, **no se explican estos conceptos básicos** en algunas escuelas; por ejemplo cuando empecé a dar clase de Obras Hidráulicas en la Escuela de Obras Públicas de Madrid, pregunté que era cavitación y donde se colocaba una bomba de aspiración; la mayor parte de las respuestas reflejaban una preocupante carencia de conocimientos básicos, que se debe remediar. Pregunté que era el golpe de ariete, y como a ningún estudiante se lo habían mencionado en las asignaturas previas de hidráulica, no lo sabían, por lo que gestioné unos premios para estudiantes que escribieran sobre el tema; sentí desilusión al no presentarse ninguno.

Alguna vez he visto gráficos similares al de la figura 2, en donde se indica que se ha alcanzado plenamente el vacío teórico, lo que es

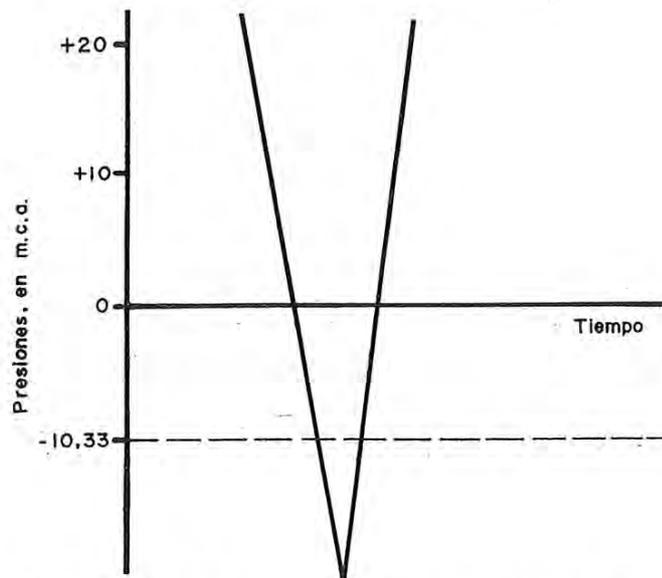


Fig. 1.—Hay todavía quién indica que el vacío en las hidropulsiones, o golpe de ariete, puede estar por debajo del vacío absoluto.

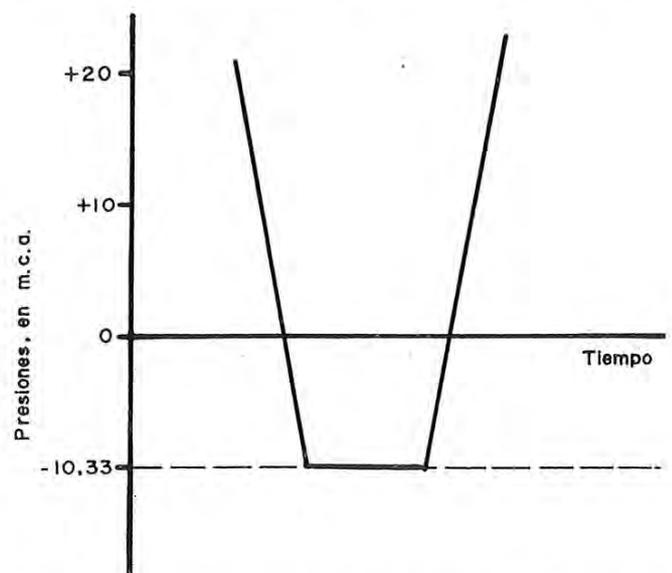


Fig. 2.—Hay quién corta el vacío en los $-10,33$ mca, lo que supondría hacer alcanzado el vacío absoluto, lo que es imposible.

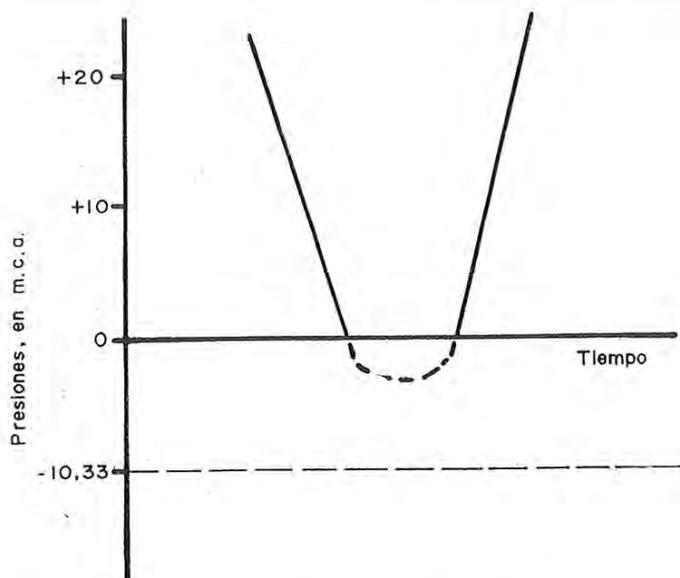


Fig. 3.—Estoy de acuerdo con E. Mendiluce en que la representación del vacío en las hidropulsaciones (golpe de ariete), debe ser similar a la línea de puntos.

imposible. Sin embargo presenta una mejora respecto a la figura 1.

Cuando estuve investigando sobre físico-química de las arcillas en la Universidad Iowa State of Science and Technology, en 1961, necesitábamos una cámara a alto vacío. Al no tener presupuesto la construimos, y desde luego nunca se persiguió el tener un vacío completo; es decir los $-10,33$ m.c.a. Por ello la primera vez que Mendiluce me indicó que el golpe de ariete negativo es parecido a lo representado en la figura 3 estuve de acuerdo con él.

Cuando hacia 1981 aumentaron el caudal en las tres impulsiones en serie de Saucelle (Salamanca), el golpe de ariete subía de 18 atm impulsando a más de 40 atm al parar las bombas. Quise colocar un manómetro pidiéndolo a un organismo oficial, pero todo ello resultaba complicado y caro. Desde hace tiempo deseo hacer mediciones de vacío y he gestionado el año pasado un premio para estudiantes de las Escuelas de Ing. de Caminos, titulado «El Golpe de Ariete Negativo en Impulsiones.» He de confesar que me gustaría tener algún apoyo para hacer una amplia investigación sobre este tema, ya que nos podemos beneficiar todos.

También hay que tener en cuenta que se puede eliminar el vacío de las «hidropulsacio-

nes» (golpe de ariete), colocando en el bombeo una válvula optimizadora». Esta y otras soluciones están mencionadas en nuestra comunicación «Hidropulsaciones y sus remedios» (REVISTA DE OBRAS PUBLICAS, Diciembre 1988, Pág. 1135-1140).

Siendo tan necesario conocer exactamente el grado de vacío en una tubería en carga, me pregunto por qué no se le ha ocurrido a nadie investigarlo no ya en España sino en otro de los muchos países donde se sentaron las bases para analizar el golpe de ariete. No le veo explicación a ello.

Con esta aportación Mendiluce vuelve a:

Plantear sencillamente otro problema, aclarar en parte mal entendidos, no darle tanta importancia a «la rotura de la vena líquida», animarnos para averiguar qué ocurre al bajar la depresión en las tuberías por debajo de la atmosférica.

Si algún compañero tiene algún dato le agradecería me lo mandara, o si necesita un vacuómetro para medir una presión negativa se lo podríamos facilitar. Debemos tratar de recopilar datos para un análisis práctico, empírico, del problema.

CONTESTACION DEL AUTOR

Me confortan los comentarios de Manuel Mateos, en relación con mi oposición a la posibilidad de cavitación «estática» en impulsiones, deducción razonada sobre la que parece haberse creado un extraño silencio en las esferas académicas y en algunas entidades relacionadas con temas hidráulicos, al que no encuentro explicación, salvo el desinterés o la falta de argumentos contrarios.

Llevo más de dos años tratando de obtener ayuda para plantear una discusión amplia y constructiva sobre esta interesante cuestión. Con este objeto, envié mi trabajo antes de su publicación a unos quince Catedráticos, Profesores, Titulados especialistas y a varias entidades relacionadas con el estudio o investigación hidráulica y salvo un Catedrático de Mecánica

de Fluidos que se declaró poco preparado en el tema, nadie se dignó ni acusar recibo.

Raro es el texto hidráulico en el que no se trate de justificar la cavitación en impulsiones admitiendo una caída de presión, como consecuencia de la parada de bombas, mayor que la presión geométrica de presiones inferiores al vacío absoluto, situación absurda que Mateos representa de forma gráfica muy acertadamente en sus comentarios, para justificar su rechazo a la cavitación (fig. 1).

Creo que quienes incurren en este intento de justificación «contra natura» y en su caso la transmisión a sus alumnos o seguidores, están moralmente obligados a contemplarla en su aspecto fundamentalmente físico, a recapacitar sobre el absurdo que aceptan y meditar profundamente sobre tal especial situación, en vez de recordar el comportamiento del avestruz, especialmente aquellos a los que solicité su opinión sobre mis conclusiones, sin obtener respuesta.

Es decepcionante pensar que posiblemente la primera referencia a esta cavitación procede de Bergeron, como indico en mi trabajo, sobre

la que los especialistas y docentes de todo el mundo, han venido practicando, años tras año, el conocido método del «copio, copias, copiare...», sin la menor preocupación de estudiar y analizar la veracidad de una enseñanza que transmiten.

Después de todos mis esfuerzos para conseguir un diálogo o algunas opiniones sobre la cuestión por el momento fracasados, ¿En que postura moral quedarán los silenciosos, si también tengo razón en este caso, como la tuve hace veinticinco años al establecer la fórmula del tiempo de maniobra en parada de bombas, EN LA QUE NADIE EN EL MUNDO HABIA PENSADO?

En esta ocasión cuento, en apoyo de esta posibilidad, con la opinión favorable a mi tesis del catedrático de Física de la Escuela T.S. de Ingenieros Industriales de Madrid, D. Juan José Scala Estalella único físico consultado, con todos los técnicos hidráulicos que me han dado la oportunidad de exponerles sosegadamente mis razonamientos, como Manuel Mateos y con la experiencia vacuométrica de Vitoria, que no desisto de repetir en próxima oportunidad.

COMENTARIOS al artículo «El estado actual de los transitorios hidráulicos», de E. Cabrera et al., publicado en la R. O. P. de junio 1989, págs. 447 a 455

Por **MANUEL MATEOS**, Dr. ICCP, Dr. of Ph., Professional Civil Engineer (USA)

Los autores ponen el dedo en la llaga sobre varios problemas graves de la enseñanza y de la investigación en España. Me permito hacer unos comentarios sobre los temas reseñados.

Enseñanza

Es interesante saber que los autores están muy preocupados por la enseñanza en España y sobre todo por las dificultades que se presentan al investigador. Este tema también me preocupa mucho. (Ver Referencias 1 a 5 al final.)

Aportaciones al conocimiento de las hidropulsaciones

Debo aclarar que no me parece adecuado el término "transitorios", pues todo es transitorio en una conducción; el caudal transita continuamente por la tubería. A los fenómenos de cambio de presiones los llamo **hidropulsaciones**.

Estoy de acuerdo con los autores en que el trabajo de Mendiluce es de gran difusión. En Portugal me llamó la atención que en varios de mis viajes allá mencionaran que seguían el método del español Rosich... hasta que me di cuenta que era el segundo apellido de Enrique Mendiluce.

Mendiluce no ha contribuido a facilitar el estudio de lo que los autores entienden por transitorios, por métodos numéricos, sencillamente porque en el año 1965 no existían los ordenadores, pero los métodos que había entonces eran peores que lo que presentó él. Esto hay que reconocerlo. A los métodos modernos de cálculo les falta en muchos casos el respaldo de la práctica; es decir, de la comprobación en campo (*field correlation*).

Investigación en España sobre hidropulsaciones

En cuanto a esta investigación, estoy ahora preocupado por el Golpe de Ariete

Negativo (hidropulsaciones con vacío) y así he instituido un premio para estudiantes de Caminos sobre este tema. Se están cometiendo errores, algunos de los cuales comento en la Referencia 13.

Elementos protectores

Falta mencionar por los autores las muy importantes **válvulas optimizadoras de bombes**, y las de **alivio anticipado**, con la instalación de las cuales huelga el cálculo del golpe de ariete, pues se eliminan prácticamente las que llamo **hidropulsaciones** (ver Referencias 6 a 11 al final).

Cálculo de ventosas

Hay muy poco escrito en español sobre el dimensionamiento de ventosas. Lo que he encontrado es un artículo aparecido en la REVISTA DE OBRAS PUBLICAS de marzo 1984, titulado "Peligrosidad del aire en el interior de las tuberías", escrito por Enrique Mendiluce. Ya indicaba entonces Mendiluce que:

"Tratamos de realizar algún cálculo sobre la capacidad de desaireación de las ventosas, pero encontramos una clara falta de orientación en los medios especializados consultados..."

Me llama la atención que los autores expongan únicamente el método de una empresa comercial que vende un solo modelo y de un único diámetro. En "Válvulas Automáticas Ross, S. A." ofrecemos 30 modelos distintos de ventosas y casi todos en varios tamaños; tenemos métodos para dimensionarlas, que aparecen en los catálogos, y no hemos publicado nada sobre ellos. Para paliar este fallo presento a continuación uno de ellos, ya que los autores indican *"...ningún fabricante, al menos en España, los proporciona..."*

Nos basaremos aquí en lo recomendado por la casa de ventosas Multiplex, ya que tienen una experiencia de 85 años, para su modelo Universal.

Caso A: ventosa bifuncional
(ver Referencias 14 y 15)

Ejemplo: determinar el Caudal del Aire Libre a Eliminar (CAE) en litros/segundo, sabiendo que el CAE es el mismo caudal que el del llenado de agua. Para calcular el caudal:

Si es una impulsión, será el caudal de llenado del bombeo.

Si es por gravedad, se debe de calcular. Una de las fórmulas posibles es:

$$Q (1/s) = \sqrt{P \cdot D^5} / 1000,$$

donde

P = pendiente en metro por metro (%)

D = diámetro de la tubería en milímetros

Se deben utilizar los gráficos adjuntos (Figuras 1 y 2), hallados experimentalmente por el fabricante, y cuyos resultados no son aplicables a otros tipos de ventosas. Se usa uno u otro gráfico dependiendo del caudal. Se entra con el valor de CAE y se busca la intersección con el valor de 1,5 metros de columna de agua (m.c.a.). Se elige entonces el diámetro de la ventosa seleccionándola en la curva más próxima a la derecha del punto de corte. El valor de 1,5 m.c.a. se ha elegido como la presión diferencial máxima que debemos permitir en el interior de la tubería para evitar que mayores presiones den lugar a fenómenos relacionados con la compresión del aire. De entrada se considera también el valor obtenido como válido para el vaciado de la tubería.

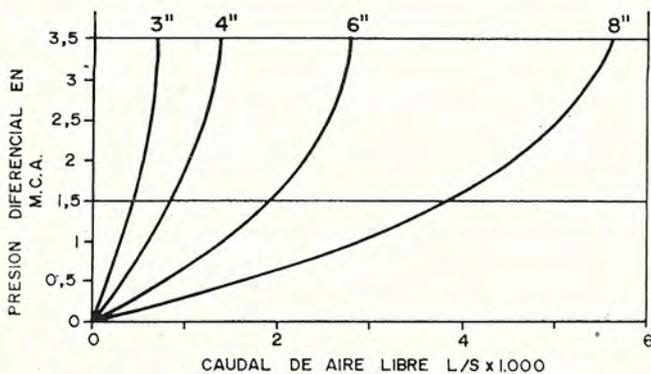


Fig. 1.—Aire expulsado para distintas presiones en la ventosa Universal, de 3 a 8 pulgadas.

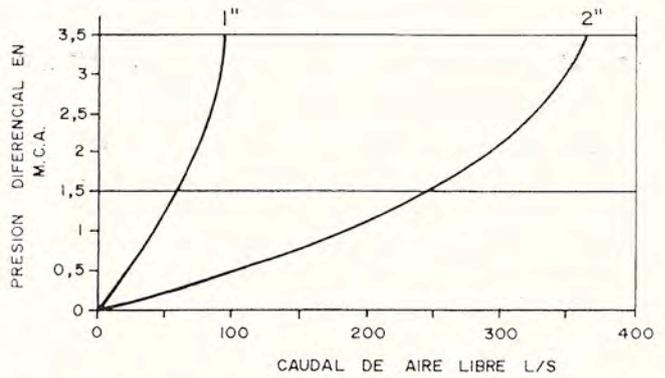


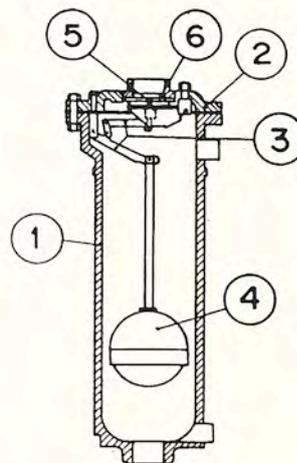
Fig. 2.—Aire expulsado para distintas presiones en la ventosa Universal de 1 y 2 pulgadas.

Puede haber un riesgo de aplastamiento de la tubería durante el vaciado. Por ello es conveniente asegurarse y conocer la depresión diferencial máxima tolerable por la tubería. Es un dato que debe suministrar el fabricante de los tubos; en general, se puede considerar 3,5 m.c.a. como la depresión máxima tolerable. La mayoría de las conducciones aguantan perfectamente depresiones mayores, pero no así algunas juntas elásticas de unión entre tubos.

El cálculo de la presión de colapsamiento (aplastamiento) para tuberías de fundición es:

$$P = 11.500.000 (E/D)^3, \text{ para}$$

P = Presión de colapsamiento en m.c.a.
E = Espesor de la tubería en mm.
D = Diámetro de la tubería en mm.



LISTA DE PARTES

1. Cuerpo
2. Tapa
3. Levas
4. Flotador
5. Orificio llenado/vaciado
6. Orificio de purga

Fig. 3.—Sección de la ventosa Universal, de triple efecto, para aguas sucias.

Se entra en las curvas para 3,5 m.c.a. y se compara con el valor de P. Se elige entonces el diámetro de la ventosa.

De los dos diámetros obtenidos entre el cálculo de vaciado normal y el de la presión de aplastamiento, se elige el mayor como diámetro óptimo de la ventosa.

Caso B: purgador

El dimensionamiento de una ventosa purgador del modelo análogo a la ventosa Universal, o del orificio purgador incorporado en tal ventosa, es principalmente una selección racional basada en la experiencia y en el conocimiento de valores de expulsión de aire bajo un número de parámetros. Como regla simplificada, los porcentajes siguientes corresponden al aire que habría que eliminar para los caudales determinados:

$0 < Q < 75$ l/s	$Q \times 6\% = \text{CAE l/s}$
$75 < Q < 150$ l/s	$Q \times 5\% = \text{CAE l/s}$
$150 < Q < 350$ l/s	$Q \times 2\% = \text{CAE l/s}$
$350 < Q < 3500$ l/s	$Q \times 1,5\% = \text{CAE l/s}$
$3500 < Q:$	$Q \times 1,2\% = \text{CAE l/s}$

Para determinar el orificio de purga se entra en la Tabla 1 con el valor CAE en l/s y la presión de servicio, obteniéndose el

TABLA 1

Presión ATM	Orif. peq. pul.		
	1/8	3/16	1/4
10.5	11.5	25.7	46.2
21.0	22.0	49.5	88

TABLA 2

Tamaño de la ventosa	Presión ATM	
	0-10.5	0-21
1"	3/16"	1/8"
2"	1/4"	1/8"
3"	1/4"	1/8"
4"	1/4"	1/8"

diámetro del orificio pequeño. Con este diámetro y la presión se entra en la Tabla 2 y se obtiene el tamaño del agujero del purgador. Se elige como tamaño óptimo el mayor de los hallados para llenado, vaciado y purga.

Colofón

La aparición de los ordenadores ha hecho posible la creación de modelos y el desarrollo rápido de otros métodos analíticos para fenómenos como las hidropulsaciones. Las recomendaciones de Mendiluce siguen siendo válidas para la mayoría de las impulsiones; sin embargo, hay que estar abiertos a los nuevos métodos de cálculo (Referencia 12) apoyados por ordenadores y por una confirmación en correlaciones de campo. Hay que tener presente que la preparación universitaria adolece en todos los campos de falta de prácticas, y que existe una tendencia a resolver los problemas desde el despacho, despreciando los imprescindible trabajos con impulsiones reales.

Referencias

1. Sobre «El papel social del ingeniero», por M. Mateos, REVISTA DE OBRAS PUBLICAS, septiembre 1988, págs. 895-896.
2. «Las asignaturas requeridas en la universidad USA para estudios de ingeniería civil», por M. Mateos, CIMBRA, julio 1987.
3. «Aclaraciones sobre las carreras de ingeniería en la América sajona», por M. Mateos, CIMBRA, abril 1982.
4. «Las carreras de ingeniería en la América sajona», por M. Mateos, CIMBRA, julio 1981.
5. «Sobre la profesionalidad del ingeniero», por M. Mateos, LA VOZ DEL COLEGIADO, Colegio Oficial de Ingenieros de Caminos, junio 1980.
6. «Hidropulsaciones y sus remedios», por M. Mateos, REVISTA DE OBRAS PUBLICAS, diciembre 1988.
7. Sobre «Discrepancias en el cálculo del golpe de ariete», por M. Mateos, REVISTA DE OBRAS PUBLICAS, junio 1988.
8. Sobre «Un estudio sobre las oscilaciones en las cámaras de aire», por M. Mateos, REVISTA DE OBRAS PUBLICAS, febrero 1986.
9. Sobre «Chimeneas de equilibrio en instalaciones de bombeo», por M. Mateos, REVISTA DE OBRAS PUBLICAS, enero 1983.
10. Sobre «De la conversión de energía de ondas en energía de masas en las impulsiones», por M. Mateos, enero 1980.
11. Libro «Válvulas para abastecimientos de agua», por M. Mateos, Editorial Bellisco, Madrid.
12. «Análisis del golpe de ariete en impulsiones protegidas con válvulas de alivio», por E. Cabrera, V. Espert, M. Mateos y B. López, TECNOLOGIA DEL AGUA, abril 1986.
13. Sobre «Cavitación en impulsiones», comentarios al artículo de Enrique Mendiluce publicado en

la REVISTA DE OBRAS PUBLICAS, ca. 1989-1990.

14. «Ventosas trifuncionales», por M. Mateos, TECNOLOGIA DEL AGUA, núm. 34, 1987.
15. «Ventosas. Análisis práctico de su comportamiento y presentación de 17 tipos», por M. Mateos, REVISTA DE OBRAS PUBLICAS, agosto 1985.

COMENTARIO AL MISMO ARTICULO

Por ENRIQUE MENDILUCE ROSICH,

Investigador

Aún no me he recuperado de la perplejidad que me produce la lectura de este artículo, ni el asombro que me causa la involución de la opinión del primer firmante, sobre mis logros en relación con el cálculo del golpe de ariete en impulsiones.

Sin embargo, el mayor impulso que me mueve a presentar estos comentarios, es mi deseo de evitar la evidente desorientación y recelo de los lectores adictos a mi sencillez y racional proceso de cálculo, de masiva utilización en España y Portugal, ante manifestaciones descalificadoras, cuyas motivaciones prefiero no analizar en profundidad.

Tratándose de la única crítica negativa, algo tardía, que he visto publicada sobre mi trabajo, estas alegaciones pueden resultar extensas y en este sentido ruego encarecidamente al Comité de Redacción su máxima benevolencia.

Cálculo del golpe de ariete

Enrique Cabrera, primer firmante del trabajo que enjuicio, es desde hace unos 10 años Catedrático de Mecánica de Fluidos de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Valencia, habiendo publicado en la revista «Dyna» de diciembre de 1977, un resumen de su tesis doctoral «Cálculo del golpe de ariete por el método de las características».

En este trabajo dice: «En España, por otra parte, es muy conocido el estudio de Enrique Mendiluce sobre tuberías de impulsión, publicado en 1965 y que ha gozado de gran aceptación entre los proyectistas. Nosotros estimamos que es una aportación interesante.»

«De hecho hemos contrastado con diversos ejemplos y los resultados que se obtienen de sus fórmulas empíricas con los valores derivados de nuestro programa de cálculo y sobre todo en los cierres rápidos las desviaciones son mínimas, siendo en todos los casos observados los valores de Mendiluce conservadores.»

En otro pasaje se dice: «Queremos consignar un valor experimental de gran importancia y que constituye en el estudio de Mendiluce punto de partida de todos los cálculos: el tiempo que tarda la válvula de retención en cerrar desde que se produce la falta de corriente.»

En una carta de Cabrera de abril de 1977 que conservo y que me produjo gran satisfacción por su opinión tan favorable, me decía textualmente: «Te adjunto un cuadro donde comparo los valores de los ejemplos deducidos de tu fórmula y en los que se corrobora la genial intuición (subrayado el original), que tuviste con tu tiempo de parada.»

La tesis doctoral en cuestión toma como ejemplo una impulsión de Valencia, cuya prueba dio los siguientes resultados: presión manométrica total en parada: 56,5 m.c.a.; resultado informático: 56,38 m.c.a.; tiempo de parada informático: 3,99 seg. Los resultados de mi cálculo: 56,23 y 3,84, respectivamente. A continuación reproduzco el cuadro comparativo mencionado.

Ejemplos	Cabrera	Mendiluce	
		Analíticos	Empíricos
1.º	3,99	3,84	4,52
2.º	4,40	3,77	4,37
3.º	2,00	2,45	2,17
4.º	2,20	2,23	2,41

No me resisto a presentar otro cuadro con la coincidencia de resultados que se produce también con los tiempos calculados por Bergeron para las elevaciones de Madrid (AMSO):

Estaciones		
	1	2
Bergeron, parada de 1 grupo	0,6	1,5
Mendiluce, parada de 1 grupo	0,5	1,4
Bergeron, parada de 4 grupos	1,4	3
Mendiluce, parada de 4 grupos	1,4	2,8

Podría continuar estas aportaciones, pero creo que son suficientes para dejar en situación muy desairada al autor de las tales descalificaciones que, de estar justificadas, debería haber presentado, en su momento, en lugar de sus alabanzas.

La relación de 31 referencias, es un canto extranjerizante a la informática, cuyos problemas hay que desarrollarlos con cautela, para no darle la razón al Premio Príncipe de Asturias, Mario Bunge, en sus frases lapidarias pronunciadas en la inauguración de las II Jornadas de la Comunicación, celebradas en Madrid en 1984: EL ORDENADOR PUEDE SERVIR DE TAPARRABOS PARA OCULTAR LA INDIGENCIA INTELECTUAL Y EL ORDENADOR, COMO LA IMPRENTA, PUEDE PRODUCIR NUEVOS CONOCIMIENTOS O BASURA INTELECTUAL. Estas frases sí que son geniales.

La alusión a la coincidencia de mi publicación de 1965 con un Simposio en Chicago, parece indicar que desconoce o menosprecia la celebración en el mismo año del Primer Coloquio Nacional sobre Golpe de Ariete, organizado por el Ministerio de Obras Públicas en el Centro de Estudios Hidrográficos con la colaboración del Colegio de Ingenieros Industriales de Madrid, del que mi trabajo fue la Ponencia General.

En la relación se ignora mi libro «El golpe de ariete en impulsiones», editado por el Servicio de Publicaciones de la Escuela de Ingenieros de Caminos de Madrid en 1974 (nueva edición 1988, Editorial Bellisco, apartado 165.133, Madrid), que amplía y completa mi ponencia de 1965 con los estudios, deducciones y comprobaciones prácticamente definitivas, lo que me hace suponer que también desconocen mi fórmula analítica:

$$T = C + \frac{LV + \frac{Pd^2 w^2 r}{8Q}}{g \left(H + \frac{J}{2} \right)}$$

publicada en la REVISTA DE OBRAS PUBLICAS en julio de 1972, que confirmó el acierto de los resultados de la experimental, circunstancia que la Cátedra conocería si se hubiese molestado en leer, como es su obligación, mis numerosas publicaciones sobre el tema.

También se omiten las referencias a más de veinte trabajos publicados en otros tantos años de preocupación ininterrumpida sobre el tema, en esta REVISTA y en otras, especialmente en la TECHNIQUE DE L'EAU en mayo y junio de 1970. «Le coup de Belier dans les pompages» y en la revista alemana GWF de Múnich, en enero y julio de 1971, «Vereinfachte Berechnung von Druckstoffen in Druck Rohleitungen», ambas de notable divulgación en Europa.

La cátedra de Valencia tiene editado un curso de ingeniería hidráulica y en su sesión 9.^a «Golpe de ariete en tuberías a presión» presenta una lista de 47 referencias en las que no se menciona ninguno de mis artículos.

Con lo anterior queda demostrado que mediante mis fórmulas, experimental y analítica, se calcula de forma sencilla y rápida el tiempo de maniobra, parada en impulsiones, y el golpe de ariete, con similar exactitud que por ordenador, siempre que este último se programe correctamente. Queda igualmente en evidencia que los juicios de ahora son de una poco disculpable ligereza, impropia de personalidades académicas, que aparentan desconocer mis trabajos continuados a lo largo de más de 20 años.

Está fuera de discusión que el cálculo informático es operativamente más riguroso, eliminando los coeficientes de ignorancia, pero como el mismo Cabrera reconoce, el valor del momento de inercia de las partes móviles de los grupos facilitado por los fabricantes no ofrecen ninguna garantía, complemento energético que introduce el coeficiente k, con más posibilidades de acierto que el programador, por mis reiteradas comprobaciones experimentales.

En definitiva, la cuestión planteada es la misma que cuando se trata de elegir la forma de subir a un piso elevado. Yo personalmente elijo la escalera, a pesar de mis 76 años, si tengo que subir un primer piso, no equivocándome de planta, ganando tiempo y seguro de no quedar atrapado entre pisos o aparecer en el que no me interesa (Bunge). Mi cálculo de golpe de ariete está a nivel técnico de gran sencillez, equivalente a una primera planta, y esta es la causa de su masiva utilización, consciente del escaso error que aporta.

Naturalmente que el proceso de cálculo que recomiendo PUEDE PROGRAMARSE INFORMATICAMENTE Y DE ESTA FORMA LO UTILIZA LA EMPRESA QUE MAS CALCULOS DE ESTE TIPO Y MAS INSTALACIONES ANTIARIETE REALIZA. Me refiero a Válvulas ROSS de Manuel Mateos de Vicente.

Investigación

Sobre golpe de ariete se han realizado y publicado, que yo conozca, solamente dos investigaciones analíticas y experimentales organizadas y realizadas metódicamente, en número importante para que resultasen representativas.

La primera en saltos de agua, la realizaron entre 1914 y 1918 Camichel, Eydoux y Gariel en los saltos de Cauteret, consiguiendo conclusiones de extraordinario interés, que los franceses se ocuparon de divulgar internacionalmente.

La segunda es la investigación teórico-experimental en bombeos realizada desde 1962 a 1965, en la que colaboraron conmigo en las distintas regiones españolas unos 10 ingenieros que realizaron con entusiasmo los ensayos programados de casi un centenar de impulsiones a su puesta en servicio.

El detalle de esta segunda investigación fue discutido en el Centro de Estudios Hidrográficos, como he indicado, y la Delegación Española de IWSA entregó su breve resumen, como documento informativo, a los asistentes en número aproximado de mil, al Congreso de este organismo internacional celebrado en Barcelona en 1966. Posteriormente intenté reiteradamente que se propusiera al Comité Internacional su discusión en siguientes congresos, recibiendo la llamada por respuesta.

Esta extraña circunstancia sorprendió a la revista GWF de Múnich según me indicaba en su carta de 1969: «Señor, vuestros estudios Cálculo simplificado de Golpe de ariete fue entregado en lengua española a los participantes al Congreso Internacional de Agua de 196 (?) en Barcelona. El Sr. Kottman nos ha hablado de vuestro trabajo y al mismo tiempo nos ha enviado una traducción al alemán.»

«El tema (golpe de ariete), no habiendo sido objeto de discusión en el Congreso de Viena en 1969, desearíamos comunicarlo a nuestros lectores de GWF en Alemania y el extranjero. Es a nuestro juicio extremadamente importante continuar tratando el tema y plantear las discusiones, hasta hoy académicas en su mayor parte, en forma que se haga accesible y comprensible a un bastante mayor número de técnicos.

LA TECHNIQUE DE L'EAU me dijo en su carta de marzo de 1969: «En su artículo ya publicado se prevé su continuación; esta continuación es reclamada en diferentes partes por nuestros lectores.»

El ingeniero por la Politécnica de Zúrich, Dr. Bar Slomo, investigador del Instituto de Hidrología de Haifa, recomienda la utilización de mi fórmula del tiempo de parada, junto con las de Angus y Allievi, en su artículo de 1974 de la revista A.C. número 1.

Con estos antecedentes, queda en evidencia que mis trabajos despertaron también un notable interés en Europa, mientras que los estamentos académicos españoles no les prestaron atención alguna, ni interés en enjuiciarlos y divulgarlos, a pesar de la oportunidad histórica de su realización, como reconoce la revista GWC.

Cavitación

Puesto que el artículo que comento hace alusión a este fenómeno que tanto parece preocupar a los especialistas hidráulicos de todo el mundo, recuerdo que en mi Ponencia al Congreso Español de 1965, detallaba mi experiencia vacuométrica en parada de bomba con vacío, en la que baso fundamentalmente mi convencimiento de que no es posible que por esta causa se produzca una situación tan extrema en instalaciones de tubería, y mucho menos presiones interiores inferiores al vacío absoluto, inconcebibles en nuestra Tierra. Después de meditar durante muchos años y trabajar un terreno apenas desbrozado, preparé el artículo «Cavitación en impulsiones» publicado en esta REVISTA en febrero de este año, en el que me enfrento abiertamente con el criterio mundial.

Es muy frecuente encontrar peregrinas explicaciones sobre la cavitación, diciendo

más o menos que si en una impulsión se produce un golpe de ariete de 120 m. y su presión absoluta es solamente de 70, en ella tendrá lugar la ebullición del agua.

¿Cómo es posible que a nivel académico se acepte ciegamente semejante absurdo de presiones inferiores al vacío absoluto, cuando hace casi 30 años comuniqué y se leyó el resultado de mi prueba vacuométrica, única en el mundo según parece? ¿Cómo es posible que nadie se haya ocupado de recapacitar sobre un tema tan trascendente?

Este comportamiento no puede calificarse ni de infantil, dado que podemos estar seguros de que si un profesor pregunta a un alumno de más de cuatro años: ¿Pepito, si tienes diez manzanas y te quito 30, cuántas te quedarán? Todos los niños normales a partir de dicha edad contestarán como el rayo: no me líe, «profe», eso no puede ser.

A finales del pasado año, envié tal artículo a unos 15 catedráticos, especialistas hidráulicos y varios estamentos de investigación consultando su opinión sobre mis afirmaciones y en ningún caso he recibido contestación, ni de Cabrera que tanto interés manifiesta sobre el tema y sobre el fomento de la investigación.

LA UNICA OPINION, COINCIDENTE CON MIS TESIS Y CON MI INTERPRETACION GRAFICA, LA OBTUVE EN ENTREVISTA PERSONAL DE UNAS DOS HORAS, DEL CATEDRATICO DE FISICA DE LA ESCUELA T.S. DE I.I. DE MADRID, don Juan José Scala Estalella, en forma similar a cuantos ingenieros interesados en el tema y sin prejuicios, han prestado atención a mis razonamientos durante media hora. Esto me hace pensar que siendo la cuestión indudablemente de FISICA GENERAL, los destacados especialistas hidráulicos, que guardan un sospechoso silencio, estén poco preparados en esta disciplina y no encuentren argumentos que oponerme, resistiéndose a ultranza a darme la razón, en conclusiones diametralmente opuestas al criterio mundial, al que están tan aferrados.

No es extraño que no se investigue en España, mientras no haya otros estímulos que los económicos, que indudablemente son de interés y no fáciles de conseguir, pero

creo que hay otros estímulos morales que serían muy efectivos y que se regatean excesivamente.

Me quedan ganas de continuar comentando otras facetas, especialmente la parte referente a los mecanismos hidráulicos, pero prefiero no alargar mis consideraciones. Únicamente deseo manifestar que es un lamentable error generalizado introducir estrechamientos en la entrada del agua al calderín de aire o perforaciones en las clapetas de las válvulas de retención, cuyo efecto será aumentar el volumen de aire y, por lo tanto, el costo, para una misma reducción de la sobrepresión en la tubería, error debido, probablemente, a un defectuoso programa del cálculo informático.

La Sociedad General de Aguas de Barcelona, tiene experiencia directa en calderines antiariete desde principios de siglo y en los numerosos que tiene en funcionamiento, la unión entre la tubería de elevación y el recipiente es de diámetro importante, totalmente libre en ambos sentidos. LA COMPROBACION ES MUY SENCILLA CONSULTANDO LA CUESTION AL INGENIERO JEFE DE REDES, SR. MIRALLES.

Conclusiones

Me parece que queda clara la influencia de la cómoda butaca académica, para algunos de los que se sientan en ellas, en el escaso conocimiento físico de lo que realmente ocurre en las instalaciones hidráulicas y resulta paradójico que se impute tal desconocimiento al único en el mundo, no es jactancia sino realidad, que hubiese preferido no tener que recordar, que tiene realizada una extensa y prolongada experimentación puramente física en el campo, y que tiene publicados más artículos sobre particularidades del comportamiento del agua en las tuberías, que los inventariados en total por la Cátedra de Valencia, a la que «felicitó» por su labor de información.

Estamos de enhorabuena porque el Curso de la Cátedra de Valencia, cuya publicación nos anuncian, resolverá los problemas de los «transitorios» cuyo «estado actual» de salud es excelente.

Hidropulsaciones y sus remedios^(*)

Por **MANUEL MATEOS**

Dr. Ingeniero de Caminos, Ph. D., M. Sc.
Profesor Titular de Obras Hidráulicas, de la Universidad Politécnica de Madrid.

La posibilidad de golpe de ariete en impulsiones exige el empleo de una gama de dispositivos, uno de los cuales son las válvulas, cuyos diversos tipos se describen en el artículo.

Entenderemos por *Hidropulsaciones* el llamado hasta ahora *golpe de ariete*. Creemos que **HIDROPULSACIONES** es una palabra que define mejor el fenómeno. golpe de ariete se deriva de la traducción literal del francés «*coup de belier*» («*belier* = carnero, ariete»). Más expresiva sería la traducción del inglés, pues lo llaman «*water hammer*» que en español sería algo así como «*martilleo del agua*».

El fenómeno está analizado sencilla y muy claramente en la segunda edición (1987) del libro de Mendiluce (Ver referencia 1 al final). No expondremos la teoría, que está explicada en todos los libros de hidráulica con mayor o menor amplitud, sino que nos limitaremos a mencionar los mecanismos o artilugios que se han empleado o se emplean para aminorar o eliminar sus efectos, ya que algunos de ellos son poco conocidos.

Los que se conocían y se aplicaban en España hasta hace 20 años, para eliminar o disminuir las hidropulsaciones, eran los seis siguientes:

1. Chimeneas de equilibrio.
2. Depósitos amortiguadores simples.
3. Depósitos amortiguadores con membranas o vejigas.
4. Válvulas de retención en serie a lo largo de la conducción.
5. Volantes de inercia.
6. Válvulas de seguridad del tipo muelle-y-tapón.

Estas seis soluciones están analizadas en la primera y segunda edición del libro de Mendiluce, por lo que no creemos conveniente exponerlas aquí una vez más.

(*) Se admiten comentarios sobre el presente artículo que podrán remitirse a la Redacción de esta Revista hasta el 28 de febrero de 1989.

Existen otros métodos más modernos, ya ampliamente experimentados, y que empezamos a dar a conocer en España en el año 1970. Algunos fueron presentados en comunicaciones publicadas por la REVISTA DE OBRAS PUBLICAS (Ver las referencias 2 a 5 al final). Dado el interés demostrado por muchos compañeros por estas nuevas soluciones las presentamos sucintamente a continuación:

7. Válvulas optimizadoras de bombeos.
8. Válvulas de alivio rápido o de seguridad compensadas, monobloque.
9. Válvulas de alivio actuadas por piloto externo.
10. Válvulas de alivio anticipado, mecánicas, con pilotos externos.
11. Válvulas de alivio anticipado, eléctricas.
12. Válvulas de seguridad con varios muelles.

VALVULAS OPTIMIZADORAS DE BOMBEO

Esta válvula también la denominamos *de retención controlada* y su situación en una impulsión de alta seguridad se puede ver en la figura 1. Es la que más incide en el proceso de bombeo y con ella se pueden eliminar casi absolutamente las hidropulsaciones tanto las sobrepresiones como las depresiones (en algunos casos de presión negativa no se «cortaría» la vena líquida). Sus ventajas son:

- a) Protege contra las presiones excesivas en la impulsión y en los sistemas de distribución debido a que su *apertura es diferida* y se efectúa gradualmente.
- b) Durante la parada de la instalación, la válvula se va cerrando lentamente con la bomba aún en marcha; sólo cuando la

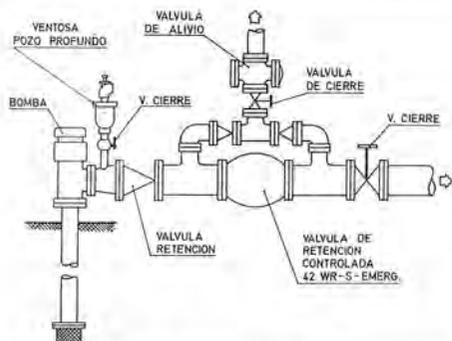


Figura 1.—Sistema de alta seguridad para optimización de bombos.

optimizadora se ha cerrado en aproximadamente un 95 por 100, un interruptor detiene la bomba. De esta manera se eliminan las causas que originarían hidropulsaciones.

- c) La optimizadora se abre cuando se ha expulsado todo el aire existente desde el grupo impulsor y cuando se han evacuado, a través de la válvula de alivio, las primeras aguas bombeadas.
- d) Elimina la formación del vacío durante el ciclo de parada del sistema de bombeo.
- e) El modelo que se indica en la Figura 1 (42 WR-S-Emerg), se cierra rápidamente al haber un corte imprevisto de la energía eléctrica. De esta manera se resuelve el problema más grave de toda impulsión.
- f) Se puede programar para que deje de funcionar si hay una rotura en la conducción.
- g) Se puede incorporar un mecanismo para abertura y cierre manual.
- h) Se puede reajustar in-situ para condiciones cambiantes.
- i) Se puede instalar un mecanismo que interrumpa el bombeo en caso de que el depósito, al cual se vierta el agua, se haya llenado y se haya cerrado la válvula que evite se desborde.

Se recomienda estudiar la colocación de es-

te sistema de válvulas en impulsiones con una longitud mayor que 2 kms.

En la figura 2 se representa la variación teórica de las hidropulsaciones como en las depresiones.

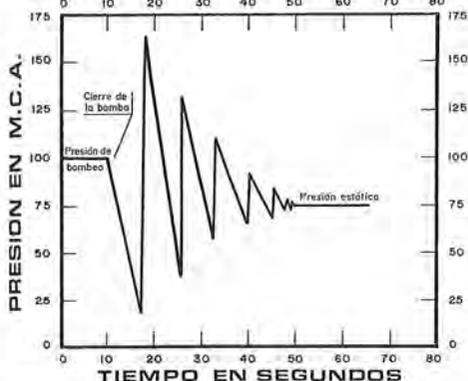


Figura 2.— Representación teórica de las hidropulsaciones



Figura 3.—Representación teórica de las hidropulsaciones residuales en un sistema de bombeo optimizado.

VALVULA DE ALIVIO RAPIDO, COMPENSADA, MONOBLOQUE

Esta válvula tiene la misión de abrirse enteramente y con rapidez cuando la presión den-

tro de la tubería sobrepasa un tarado establecido, el cual se puede modificar in-situ, sin desmontarla. Actúa por vaciado de una cámara interna, no por muelles que opriman un simple tapón.

En el esquema de la Figura 1 se ha incluido una válvula de alivio rápido porque desempeña las funciones que se indican a continuación:

- 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.
- En caso de que haya un fallo en el suministro de energía eléctrica, ayuda a la válvula optimizadora a eliminar las sobrepresiones.
- 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 optimizadora. 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 no se alcance una presión mínima. Algunos fabricantes recomiendan que se empiece bombeando en vacío hasta que la bomba llegue a la velocidad normal, o de régimen. Esta operación es extremadamente perjudicial para las bombas y se puede colegir que la instalación de una válvula de alivio compensada la hace completamente innecesaria.
- Asegura la circulación de un caudal mínimo mientras que la bomba esté funcionando, lo cual permite su enfriamiento.

Estas válvulas de alivio pueden ir solas, como se indica en la Figura 4. Entonces no se eliminan completamente las hidropulsaciones, sino que se aminoran las sobrepresiones en un 10

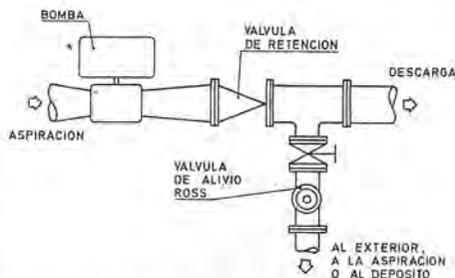


Figura 4.—Tratamiento simple de un bombeo por medio de una válvula de alivio.



Figura 5.—Representación teórica de las hidropulsaciones en un bombeo con válvula de alivio solamente (como en la figura 4).

ó 20 por 100, según se presenta esquemáticamente en la Figura 5. Una de estas válvulas de alivio rápido se presenta seccionada en la Figura 6.

Este tipo de válvulas se ha analizado por ordenador en cooperación con el Laboratorio de Hidráulica de la Universidad Politécnica de Valencia (referencia 6).

VALVULAS DE ALIVIO ACTUADAS POR PILOTO EXTERNO

Las válvulas anteriores, de alivio compensadas, se fabrican de pequeños diámetros; hasta

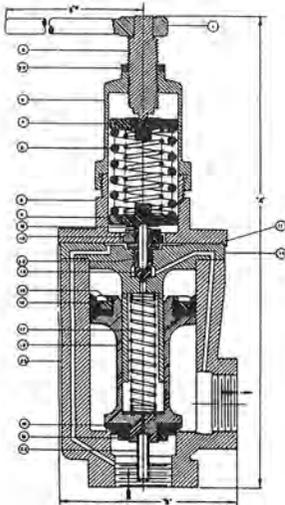


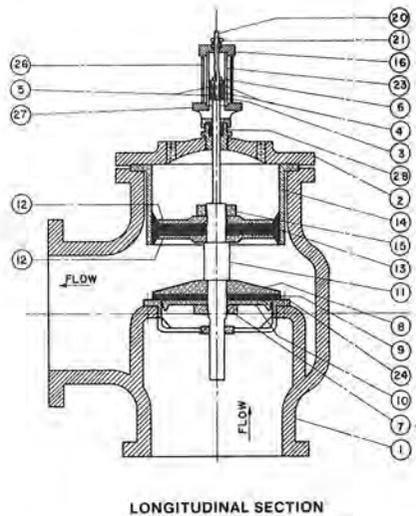
Figura 6.—Sección de una válvula de alivio rápido compensada (por vaciado de cámaras internas).

75 milímetros. Una sola puede colocarse en tuberías de hasta 300 milímetros, pues generalmente su diámetro es una cuarta parte del diámetro de la tubería. Si la tubería es mayor se pueden colocar varios o recurrir a válvulas mayores, que son las mandadas por piloto externo. Recomendamos que estas se coloquen en tuberías de diámetros de 400 milímetros o superiores, ya que se suelen fabricar a partir de 100 milímetros. en la Figura 7 se presenta una vista lateral de un modelo de 300 milímetros.

Estas válvulas son análogas conceptualmente a las anteriores de alivio rápido, excepto que el mando es exterior. Por ello no son tan rápidas como las de la Figura 6. También se están analizando por ordenador, como las válvulas de alivio rápido.

VALVULAS DE ALIVIO ANTICIPADO, MECANICAS, POR PILOTO

El fundamento es análogo al de las dos anteriores. Presentan una gran mejora al incorporarles un piloto adicional, que hace que la válvula se abra cuando se inicia la depresión en



LONGITUDINAL SECTION

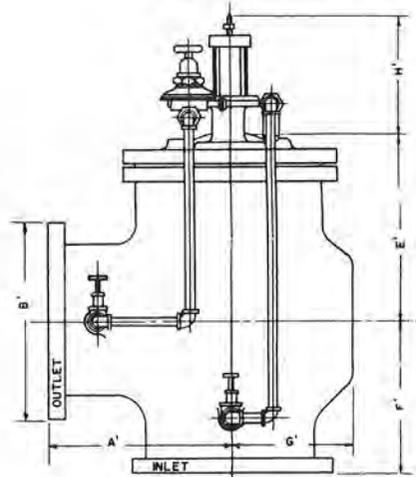


Figura 7.—Sección y vista lateral de una válvula de alivio por piloto captador de sobrepresiones que actúa haciendo vaciar rápidamente la cámara superior, lo que da origen a la apertura de la válvula.

la conducción. Con esto su función se acerca a la de la optimizadora, pues puede eliminar casi completamente las hidropulsaciones, tanto en su parte de sobrepresiones, como en la de de-

presiones. Hay que ser muy cauto en su diseño, pues de no seleccionarla de tamaño adecuado, sino excesivo, puede dar lugar a que no se cierre, tirando el agua bombeada al exterior.

VALVULAS DE ALIVIO ANTICIPADO ELECTRICAS

Es igual que la anterior excepto que el piloto, que abre la válvula de alivio al ocurrir la depresión en la tubería, ha sido substituido por un mecanismo eléctrico.

VALVULAS DE SEGURIDAD CON VARIOS MUELLES

Hemos pretendido mejorar las prestaciones de las válvulas corrientes de seguridad de muelle y tapón substituyendo en algunos casos las válvulas de seguridad con muelle único por otra con varios muelles para aumentar la sensibilidad. Una sección de una de estas válvulas se presenta en la Figura 8.

Este modelo lo solemos recomendar exclusivamente para impulsiones de aguas sucias.

VALVULAS DE RETENCION Y VENTOSAS

Como es lógico, después de la bomba se coloca una válvula de retención. En la Figura 1 se podría haber suprimido, ya que la optimizadora es en si una válvula de retención. También se observa en la Figura 1 que hay instalada una ventosa de pozo profundo.

No vamos a analizar los distintos modelos que se pueden colocar; ya mencionamos varios tipos de válvulas de retención y de ventosas en la segunda edición del libro de Mendiluce, y de ventosas en la referencia 7 publicada en la REVISTA DE OBRAS PUBLICAS. Llamamos la atención sobre la selección de estos tipos de válvulas; hemos visto muchas impulsiones inutilizadas por rotura de la clapeta, y también por no colocar las ventosas adecuadas en los lugares apropiados (que no son únicamente los puntos altos).

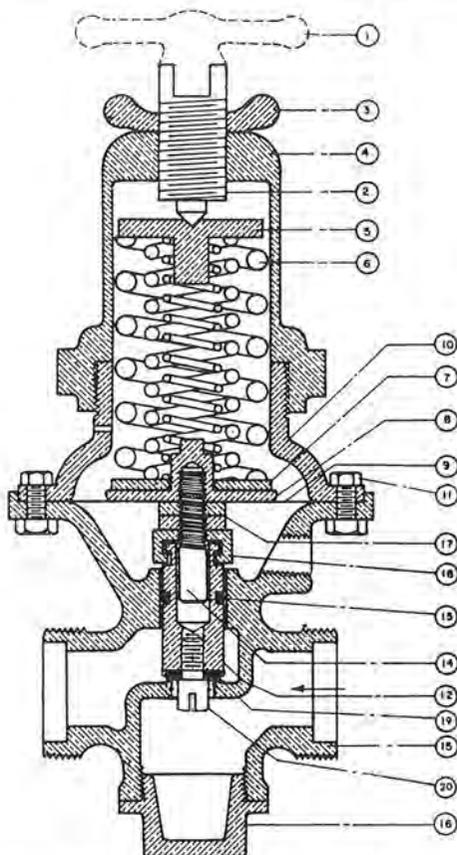


Figura 8.—Válvula del tipo «seguridad» con varios y muelles.

Hemos de tener en cuenta que las buenas válvulas, aunque fueren costosas, representan un coste mínimo en toda instalación de agua impulsada, pues suele ser del orden del 2 por 100 del total del proyecto. Sin embargo, casi siempre, las roturas de las tuberías son causadas por un ahorro insignificante, y por tanto incomprensible, en la adquisición de las válvulas.

UTILOGO

Hemos enumerado las *seis soluciones anti-guas* para la eliminación de las hidropulsaciones, así como *seis mecanismos nuevos* pero muy experimentados en gran número de instalaciones en España y en otros muchos países y que suponen sendas soluciones para paliar económicamente los efectos de las hidropulsaciones.

REFERENCIAS

1. MENDILUCE, E.: «El Golpe de Ariete en Impulsiones» de la colección OBRAS HIDRAULICAS, dirigida por M. Mateos. Editorial Bellisco, apartado 156, 133, Madrid, 1987.
2. MATEOS, M.: «Sobre la conversión de energía de ondas en energías de masas en las impulsiones», REVISTA DE OBRAS PUBLICAS, enero 1980.
3. MATEOS M.: «Sobre chimeneas de equilibrio en instalaciones de bombeo», REVISTA DE OBRAS PUBLICAS, febrero 1986.
5. MATEOS M.: «Optimización de reimpulsiones largas o con altas presiones»; REVISTA DE OBRAS PUBLICAS, julio 1986.
6. CABRERA E., ESPERT V., MATEOS M. y LOPEZ

B.: «Análisis del golpe de ariete en impulsiones protegidas por válvulas de alivio», TECNOLOGIA DEL AGUA, abril 1986.

7. MATEOS M.: «Ventosas. Análisis práctico de su comportamiento y presentación de 17 tipos», REVISTA DE OBRAS PUBLICAS, agosto 1985.

Manuel Mateos de Vicente



Especializado en la solución de problemas de hidráulica mediante el empleo de válvulas especiales, tema sobre el que ha preparado 30 comunicaciones. También ha investigado problemas de tráfico con 60 publicaciones, problemas de suelos con 70 publicaciones, de utilización de cenizas volantes con 25 publicaciones, aparte de otras aportaciones en campos no ingenieriles. Su labor ha sido reconocida en «Who's Who in the World», «Men of Achievement», «Who's Who in Western Europe», Sigma Xi, etc. Es miembro de varias Asociaciones profesionales o científicas y estudiado o trabajado en varios países.



COMENTARIOS al artículo «Discrepancias en el cálculo del golpe de ariete», de Enrique Mendiluce, publicado en la R.O.P., septiembre de 1987.

Por **MANUEL MATEOS** Doctor I.C.C.P. Ph.D. Profesor Obras Hidráulicas, Universidad Politécnica de Madrid.

Encuentro interesante la cuestión planteada por Mendiluce y estimo que para atribuir valores al golpe de ariete, en impulsiones «cortas», superiores a los de Michaud, Sparre y Angus, habría que invalidar previamente estas fórmulas.

Pienso que el problema se debería plantear directamente con los autores de los gráficos impugnados, quienes seguramente hallarán argumentos para justificarlos. Me pregunto si Mendiluce ha considerado esto.

Mi actividad principal está muy relacionada con mecanismos hidráulicos y trato de mantenerme informado del comportamiento de muchas impulsiones que se proyectan y construyen. Esto incluye las soluciones anti-ariete que se adoptan y las incidencias que se producen. No tengo constancia que la depresión inicial, no corregida, ocasione sobrepresiones extraordinarias que nuestros dispositivos anti-ariete tendrían que haber acusado.

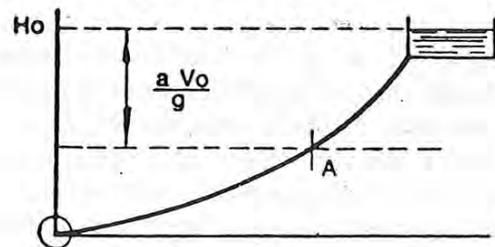
CONTESTACION DEL AUTOR

Mi conocimiento de los estudios analizados, se produjo de forma indirecta y en tales condiciones puede resultar delicado tratar de discutirlos personalmente con los autores, a pesar de lo cual lo intenté en dos de los casos, en uno de los cuales no pude localizar al responsable y en el otro comprobé el inconveniente que he apuntado.

Pudiera pensarse en que la comodidad proporcionada por la sencilla fórmula de Allievi, arraigara de tal manera en destacados especialistas que la consideraron excluyente, como Bergeron parece demostrar por omisión absoluta de otras fórmulas en su conocido tratado «Du coup de bélier en hydraulique au coup de foudre en électricité» de 1950 y como su destacado seguidor Charles Dubin, quien en su ponencia general n.º 1 del III Congreso de la IWSA de 1955 en Londres, dice:

«La teoría enseña y la práctica demuestra que en la canalización no protegida, la parada brusca de la bomba provocará una depresión cuyo valor será $\frac{a v}{g}$ ».

Para que no haya duda en la interpretación de esta frase, reproduzco la figura que Dubin presentó en su ponencia.



He de manifestar que estas fueron mis primeras fuentes de información y la confusión que me produjeron estuvo a punto de hacerme desistir del estudio de este apasionante fenómeno.

La aplicación de la informática evidencia la exclusión del máximo de Allievi en la zona crítica, pero distorsiona en ocasiones, con inaceptable alza, los valores de la oscilación de presión en esta zona, de forma nada ortodoxa, en la que, sin embargo, coinciden sensiblemente estudios de relieve realizados en Madrid en 1972, 1978 y 1987 así como el de Holanda de 1980 por los Laboratorios Hidráulicos Delft, de reconocido prestigio internacional.

Quizas parezca audaz manifestar abiertamente mi total discrepancia, frente a criterios aparentemente de gran solvencia, pero creo que esta debe ser la manera de intentar aclarar conceptos fundamentales y a la vez evitar desvíos lamentables.

Esta oposición es menos atrevida de lo que pueda parecer, puesto que conozco muy bien las presiones cuidadosamente calculadas por el método de las características y comprobadas fotográficamente en la impulsión de Valencia,

COMENTARIOS A ARTICULOS PUBLICADOS

citada en mi comunicación, que detallo a continuación:

Resultado informático	56,28	m.c.a.
Lectura manométrica	56,50	m.c.a.
Sparre-Mendiluce	56,23	m.c.a.
Michaud-Mendiluce	66,96	m.c.a.

Ante tales resultados, queda bien claro que una programación informática correcta confirma mi discrepancia y coloca en evidencia, también, a distinguidos especialistas hidráulicos y a destacados gabinetes de cálculo.

COMENTARIOS al artículo: «Influencia del drenaje subterráneo en el comportamiento estructural de las carreteras», de Ignacio Morilla Abad, publicado en la R.O.P., febrero 1988 págs. 99-129

Por **MANUEL MATEOS DE VICENTE** Dr. I.C.C.P. Master of Science (Iowa State University).

INTRODUCCION

La comunicación de Ignacio Morilla trata muy ampliamente el problema de lo que se puede llamar *SUBDRENAJE*. Plasma en español conocimientos y experiencias que hasta ahora sólo se encontraban en la literatura técnica escrita en inglés. Su lectura es absolutamente necesaria para aquellos ingenieros que proyecten carreteras.

Cuando por motivos indirectos entré en contacto con los problemas prácticos de drenaje de firmes, me llamó la atención el vacío que existía en la técnica del *subdrenaje*. Encontré muy difícil, sino imposible, hacer ver que el *subdrenaje* es una ciencia que no se puede basar en la hidráulica de superficie, en discusiones con técnicos de carreteras. Alguna vez hice algunos comentarios escritos sobre ello (Ref. 1 al final).

Tuve que tomar varias asignaturas en temas relacionados con el *subdrenaje*. Dos de ellas con Don Kirkham (pionero en la solución matemática en problemas de *subdrenaje*; (Ref. 2). Dos con M.G. Spangler (que fue discípulo de A. Marston), y otras varias con Richard L. Handy (continuador de los trabajos de Marston, Schlick y Spangler; (Ref. 3). Estos estudios los pude aplicar en buscar nuevos métodos para consolidar corrimientos de tierras (Ref. 4).

Panorama histórico

Quisiera hacer unas observaciones sobre el Panorama Histórico. Primero he de indicar que nunca he visto en España pavimentos MacAdam; en la práctica las piedras no las he visto del tamaño recomendado por aquel técnico histórico, sino de dimensiones doble, triple o cuádruple. Ello comporta el fallo que se debería prohibir a nivel Ministerial la ejecución de pavimentos de MacAdam a menos que se justificara bien su elección y se comprobara que las

piedras son del tamaño máximo recomendado.

Ignacio Morilla omite trabajos muy importantes en la técnica de *subdrenaje*, que fueron los iniciados en 1908 por Anston Marston en la actual Iowa State University of Science and Technology, y continuados por los mencionados Schlick, Spangler y Handy. Estudiaron los suelos, las zanjas, su relleno, los tubos en sus formas y materiales, así como el movimiento del agua en el suelo. Fueron muy numerosas sus comunicaciones sobre el tema. Algunas de las primeras, que conservo, están reseñadas en las referencias 5 a 9.

Apoyo Científico

En comunicaciones donde se presentan datos no corrientes, que no se encuentran en los libros de texto, es imprescindible indicar las fuentes de donde se han obtenido. Con ello se da reconocimiento legal a aquellos investigadores cuyas elucubraciones han hecho que podamos conocer mejor los problemas del *subdrenaje*. Ignacio Morilla no indica de donde proceden numerosos Abacos y Figuras de su artículo, lo que puede implicar que algunos lectores no le presten la credibilidad que merece su extenso y completo artículo.

Fuentes de la comunicación

He visto que buena parte de las figuras proceden de los libros de Harry R. Cedergreen:

«Seepage, Drainage and Flow Nets», John Wiley & Sons, 1967.

«Structural Section Drainage», coautor W.R. Lovering, I Congreso sobre diseño estructural de pavimentos de asfalto, Universidad de Michigan en Ann Arbor, 1963.

Algunas de Cedergreen están tomadas indirectamente (Figs. 11, 13, 15, 16, 17, 33 y 34) del libro:

«La Ingeniería de Suelos», por A. Rico y H. del Castillo, Editorial Lumusa S. A., México, 1974.

Ignacio Morilla debería haber indicado la existencia de estos libros, pues ello podrá ayudar muchísimo al lector interesado por los problemas de drenaje. El libro de Rico y Castillo contiene un capítulo extenso sobre *Métodos de subdrenaje en vías terrestres*, que es de gran utilidad al estar en español (de este capítulo proceden las figuras 12, 15, 17, 33, 34 y 35 del artículo de Ignacio Morilla).

Aportaciones

Entre las innovaciones que pueda haber aportado está la realización de zanjas de corte muy estrecha, rellenas con arena y con un tubo ranurado en el fondo. Con ello eliminó la gradación de los filtros o el relleno de grava (práctica muy corriente, aún en la actualidad), que siempre tiene el peligro que se colmate. Ahora con los geotextiles el relleno con grava tiene la desventaja que puede pincharlos y hacerlos inefectivos, no así cuando se rellena con arena. Para entenderlo hay que pensar que el movimiento del agua en los suelos es muy lento, olvidándose de la hidráulica de superficie.

Otra aportación que deseo probar desde hace décadas es el análisis de pavimentos en los que la subrasante sea más resistente que la base y subbase. Se puede conseguir aplicando la técnica de estabilización de suelos a la subrasante. Las capas de encima, base y subbase, al ser permeables evacuarían el agua teniendo así un pavimento mejor y más barato que por el método actual de ir aumentando la resistencia de la subrasante hasta el pavimento.

Recomendaciones

Basándome en lo expresado en el artículo de Ignacio Morilla y en lo que he observado en trabajos realizados, me permito recomendar que se debe dar, por parte de los profesores de obras hidráulicas, el énfasis debido a las enseñanzas del *subdrenaje*, ya que un desconocimiento de ello supone la pérdida de muchos millones de pesetas al año en el deterioro de pavimentos.

REFERENCIAS

1. MATEOS, M.: «Tubos porosos o no porosos», CIMBRA, N.º 33, págs 21-23. Sept. 1967. «Innovaciones en la construcción de carreteras», Comunicación libre a la Ponencia 4: Drenaje, Semana de la Carretera, 1968.
2. KIRKHAM, DON y POWERS, W.L.: «Advance Soil Physics», Wiley-Interscience, New York, 1972.
3. SPANGLER, M.G. y HANDY, R.L.: «Soil Engineering», 3.ª Edición, Harper & Row Publishers, New York, 1973.
4. MATEOS, M.: «Experimentos para estabilizar corrimientos de tierra en activo», II Simposio sobre taludes y laderas inestables, Andorra, marzo 1988.
5. MARSTON, A. y ANDERSON, O.A.: «The theory of loads on pipes in ditches and tests of cement and clay tile and sewer pipe», Bulletin 31, Iowa Engineering Experiment Station, Iowa State University of Science and Technology, Ames, Iowa, (Usa), 1913.
6. SCHLICK, W.J.: «The theory of underdrainage», Bulletin 50, Iowa Engng. St., Iowa State University, 1918.
7. SCHLICK, W.J.: «Recommendations for farm drainage», Bulletin 51, Iowa Engng. Expr. St., Iowa State University, 1918.
8. SPANGLER, M.G.: «A preliminary experiment on the supporting strength of culvert pipes in actual embankment», Bulletin 76, Iowa Engng. Expr. Sta., Iowa State University, 1926.
9. SCHLICK, W.J.: «Loads on pipe in wide ditches», Bulletin 108, Iowa Engng. Expr. Sta., Iowa State University, 1932.

LITERATURA TECNICA ADICIONAL

En varios capítulos de la referencia 3, «Soil Engineering», se citan otros libros y comunicaciones sobre subdrenaje.

«Manual de Drenaje», por HERNANDEZ MUÑOZ, Aurelio, Editado por Formica Española, S. A., 1979.

«Drenaje Urbano», coordinador BOLINAGA, Juan José, Instituto Nacional de Obras Sanitarias, Caracas 1979.

«Ensayos de Drenaje», por DIELEMAN, P.J. y TRAFORD, B.D., FAO, Roma, 1976.

«Drenajes Agrícolas para Ingenieros», por ROE, H.B., AYRES, Q.C. y SUSI, M. Ed. Omega, Barcelona, 1960.

«Drainage Manual», A Water Resources Technical Publication, US Department of the Interior, Washington DC, 1978.

«Drainage Engineering», por LUTHIN, James N., WILEY, John and Sons, New York, 1966.

«Drainage of Agricultural Lands», coordinado por LUTHIN, James N., American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, 1957.

«Soil Physics», por BAVER, L.D., WILEY, John & Sons, N.Y. 1956.

CONTESTACION DEL AUTOR

Agradezco a Manuel Mateos las observaciones que hace a mi artículo ya que coincido con él en lo fundamental que es la importancia del drenaje subterráneo y la cantidad de problemas técnicos que pueden resolverse con un buen proyecto de drenaje que por otra parte cuesta poco dinero en comparación con la totalidad de una obra de carreteras.

En cuanto al panorama histórico, los firmes de Macadam han sido y son muy abundantes en España, sobre todo en la red secundaria y terciaria, aunque la mayoría de ellos no se han ejecutado con las granulometrías y recebos adecuados, con lo que se han deteriorado por contaminación y falta de drenaje, en lo que coincido con M. Mateos. También hay muchos que funcionan estructuralmente bien y drenan perfectamente como los tramos que construí en el año 1965 en vías de servicio de la CN II que aún están en utilización en buen estado.

Los autores que cita (Marston, Spangler, Handy y Schlick) los he omitido por no conocerlos, ya que cuando empecé a ocuparme de estos temas alrededor de 1968 no manejé bibliografía más que de 5 ó 10 años antes y algunos autores como Marston publicaron en 1908. Por otra parte cuando traduje el libro de Cedergren (1974) en abril de 1976, consulté la mayor parte de la bibliografía que cita este autor que es casi toda de 1974 a 1960 y sólo cita a Kirkham en una publicación de 1952 en la bibliografía del Capítulo 4 («Field Measurements for tests of Soil Drainage Theory», 13 páginas) cometiendo la misma omisión que yo al no citar a los otros tres autores.

Es de lamentar que no se haya incluido la bibliografía del artículo ni la pequeña reseña biográfica. En todas las publicaciones que he realizado para la ETS de Ing. de Caminos (66, de ellas 10 sobre drenaje) he incluido siempre amplia bibliografía sobre el tema y para subsa-

nar esto, incluso al final algunos libros fundamentales entre ellos los que cita M. Mateos.

En cuanto a las figuras del artículo algunas proceden del libro de Rico y Castillo (7 de ellas), pero el resto hasta 43 están traducidas y adaptadas de publicaciones norteamericanas, inglesas y francesas (75 por 100) o elaboradas por mí (25 por 100) además de los cuadros de control de calidad que son originales e inéditos.

En cuanto a las aportaciones nuevas, no se citan las innovaciones en materia de drenaje subterráneo, en el artículo (febrero-88) ya que coincidía prácticamente en el tiempo con mi comunicación a la XVIII Semana de la Carretera, en la que presenté: «Innovaciones en el proyecto y construcción del Drenaje subterráneo», en la que además de las zanjas estrechas realizadas con máquina integral de escavación, colocación de geotextil, tubería, material granular y cierre de zanja se incluyen otras innovaciones del cálculo, construcción y colocación de geotextiles y otros drenes.

BIBLIOGRAFIA

1. «Drainage of highways and field pavements» (1974), de Harry R. Cedergren (Libro fundamental).
2. «Leepage, drainage and flow nets» (1967), de Harry R. Cedergren (Libro teórico y amplio).
3. «Guidelines for the design of subsurface drainage systems for Highway Structural Sections» FHWA, 1973 (Práctico pero poco profundo).
4. «La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres» de A. Rico y H. Castillo. Ed. Limusa, 1974 (Libro interesante y muy amplio incluye un capítulo de subdrenaje).
5. Manual de Drenaje Subterráneo. Ignacio Morilla (Redactado para el MOPU, inédito, en curso de aprobación).
6. Revue generale des Routes et Clerodromes. Cahiers de Recyclage (Varios cuadernos dedicados al drenaje subterráneo).
7. Assainissement Routier. Recommandation Ministère des Transports. 1982 (Práctico y sencillo, incluye drenaje superficial).

COMENTARIOS al artículo «Impermeabilización de embalses de Anllares», de R. de Hoyo Fernández-Gago y J. Luis Fernández Bertólez, publicado en R.O.P., octubre 1987, pág. 641-647.

Por Manuel MATEOS, Doctor I.C.C.P., PhD, MSc.
Profesor Obras Hidráulicas de la Universidad Politécnica de Madrid.

El título del artículo ha hecho que lo leyera con gran interés porque estoy tratando de dar soluciones innovadoras a problemas de impermeabilización de vasos de embalse o depósitos de agua (Ver referencias bibliográficas 1 y 2 al final). Sin embargo el artículo se refiere casi enteramente a métodos constructivos de la presa, y no se da información respecto al tema del título: impermeabilización.

Hubiera sido muy interesante que los autores nos dieran información sobre que tipo de clase de arcillas emplearon en la impermeabilización. El término arcilla para los especialistas en suelos no significa nada, pues hay muchas variedades. Los grupos más importantes de las cristalinas son las montmorillonitas, ilitas y caolinitas. Además hay variedades y combinaciones de ellas. Algunas se comportan en laboratorio como perfectamente impermeables y después son un coladero en el campo, como ya ha ocurrido en alguna ocasión con la consiguiente pérdida. Esto se hubiera sabido en la-

laboratorio si se hubiera analizado los componentes del suelo por métodos físico químicos, o de análisis corrientes, como difracción de rayos X, térmico diferencial, o microscopio electrónico (Ref. 3).

Por ello creo que los autores deben aclarar el tema base de la impermeabilización con detalle para dar a conocer sus experiencias, ya que ello es lo que puede ser verdaderamente útil a otros compañeros.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. MATEOS, M. (1986): Sobre «Impermeabilización de vasos de embalse». Revista de Obras Públicas, junio, pág. 471-472.
2. MATEOS, M. (1985): «Las soluciones pequeñas pueden ser grandes soluciones. Alternativas para una época de crisis». Címbra, junio, pág. 21-24.
3. MATEOS, M. (1988): «Experimentos para estabilizar corrimientos de tierras en activo». II Simposio sobre taludes y laderas inestables, Andorra la Vella, Principado de Andorra.

Optimización de re-impulsiones largas o con altas presiones^(*)

Por **MANUEL MATEOS DE VICENTE**

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.
Master of Science.

Se presentan diversos casos prácticos de valvulería para re-impulsiones, con exposición de los diversos tipos que mejoran el funcionamiento de las bombas y evitan los golpes de ariete.

Entendemos por re-impulsión a una estación de bombeo instalada en una tubería para aumentar la presión del agua. Entendemos que es necesario analizar las re-impulsiones por haber comprobado que en ocasiones se contruyen en su lugar impulsiones sucesivas. Una re-impulsión supone ahorro al no tener que construir un depósito regulador y al aprovechar la presión residual (lo que puede suponer un gasto menor en energía).

En el diseño de las estaciones de re-impulsión 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 frente a las presiones óptimas de distribución.

- El sistema de protección de las instalaciones frente a 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 sobrepresiones 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 estas 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; re-impulsión por bomba centrífuga y re-impulsión por bomba normal.

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. Para impulsiones normales que sobrepasen los 3 km. pueden ser lo más económico el instalar una válvula optimizadora del bombeo; ver referencia 1 y 2. Para longitudes menores de 3 km. se pueden consultar las referencias 3 y 4. Para casos especiales de caudal constante se puede consultar la referencia 5. Las reimpulsiones menores de 3 km. están estudiadas en la referencias 6 y las anti-impulsiones en la referencia 7.

Hemos de advertir que si no se desea optimizar plenamente la re-impulsión, se puede recurrir a la solución por válvulas de alivio solamente, como alternativa a los calderines. El coste con válvulas de alivio suele ser del orden de una cuarta parte del coste de los calderines. (Ver referencias 3, 4 y 6).

(*) Se admiten comentarios sobre el presente artículo, que podrán remitirse a la Redacción de esta Revista hasta el 31 de octubre de 1986.

CASO PRIMERO: RE-IMPULSION POR BOMBA CENTRIFUGA

Optimización de bombeo con válvula de retención controlada y análisis de válvulas auxiliares

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.

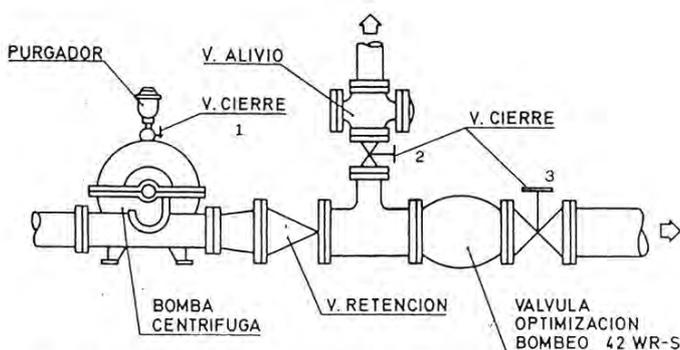


Figura 1. Caso Primero. Esquema de una instalación de re-impulsión por bomba centrífuga con válvulas optimizadora normal.

A continuación, se explica la función particular de cada uno de estos elementos y se recomiendan los tipos de válvulas más apropiados.

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 bomba permitiendo la salida de aire bajo presión.

Se recomienda que sea de tipo purgador Midget, o, si la instalación es de importancia, que sea purgador de bielas (Referencia 8).

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.
- En el caso 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 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 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.

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

Hemos diseñado impulsiones con 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. Sus funciones están analizadas en las Referencias 1 a 7.

Válvulas 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:

- a) 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. Para paliar el fallo en el suministro de energía eléctrica ver el CASO TERCERO (ver también referencia 21).
- b) 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 disco partido, de clapeta amortiguada, o de eje descentrado. La elección de uno u otro tipo vendrá impuesta por condiciones tales como el espacio disponible para la instalación de la válvula, la máxima pérdida de carga admisible, la presión manométrica de la conducción o la economía de la inversión. (Ver referencias, 9, 10 y 11).

Válvula para optimización del bombeo

Esta válvula que aparece a la derecha en la Figura 1, es la que incide más directamente sobre el proceso de bombeo pues introduce las ventajas siguientes:

- a) Protege contra presiones excesivas en la impulsión y en los sistemas de distribución debido a que su apertura se efectúa gradualmente.
- b) Durante la parada de la instalación, la válvula se puede ir cerrando lentamente con la bomba aún en marcha; sólo cuando la válvula se ha cerrado en un 95 por. 100, un interruptor detiene la bomba. De esta manera se mantiene una presión mínima en el lado de la succión de la bomba re-impulsora.
- c) Esta válvula puede eliminar la formación del vacío durante el ciclo de cerrado del sistema de bombeo.

Las posibilidades de la válvula de optimización pueden ampliarse mediante la incorporación de equipos adicionales tales como: apertura y cierre manual, control que cierra la válvula en caso de rotura de la tubería de impulsión, y cierre de emergencia de la válvula. También se puede colocar un conmutador de presión para mantener la válvula optimizadora desenergizada y cerrada, hasta que la presión suministrada por la bomba, al empezar a funcionar, exceda la presión del lado del sistema hacia donde se impulsa. Instalaciones con estas válvulas están comentadas en la Referencia 1.

Válvulas 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 sustitución o revisión de algunos de ellos.

En la figura 1 se indica la posición de estas válvulas; en cuanto al tipo, recomendamos que las válvulas (1) y (2) sean de bola y la (3) de mariposa o de compuerta.

CASO SEGUNDO: RE-IMPULSION POR BOMBA VERTICAL

Optimización del bombeo mediante una válvula de retención controlada y válvula auxiliares.

Este caso está presentado esquemáticamente en la figura 2. Es análogo al CASO PRIME-

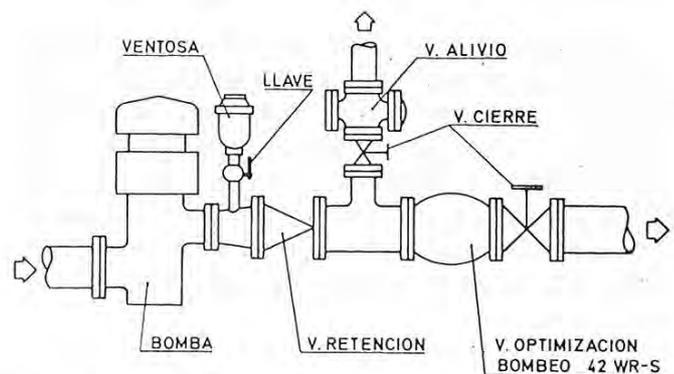


Figura 2. Caso Segundo. Esquema de una instalación de re-impulsión por bomba vertical con válvula optimizadora normal.

RO (Figura 1), excepto que la ventosa no es solo purgador sino que debe ser fiable de bola, o trifuncional (Ver referencias 8, 12, 13 y 14).

CASO TERCERO: RE-IMPULSION POR BOMBA CENTRIFUGA CON PROTECCION ESPECIAL

Optimización de la re-impulsión con válvula de retención controlada y sistema de cierre de emergencia en caso de fallar el fluido eléctrico, con posibilidad de instalar un presiómetro para parar las bombas en caso de rotura en la conducción.

El esquema representado en la figura 3 constituye la mejor protección contra las sobrepresiones que se generan durante las operaciones de bombeo. Este diseño introduce algunas variantes en relación con el de la figura 1. Analicemos las diferencias.

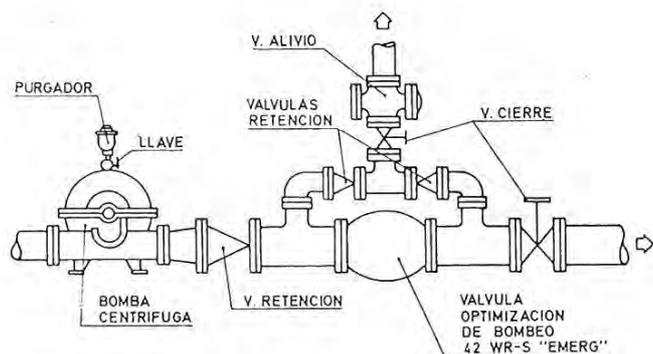


Figura 3. Caso Tercero. Esquema de una instalación de re-impulsión por bomba centrífuga con válvula optimizadora con cierre de emergencia al suspenderse el suministro eléctrico.

El esquema de la figura 3 se distingue del de la figura 1 en que incluye el sistema de emergencia con cierre rápido en vez de cierre paulatino, y en que la válvula de alivio rápido, esta unida a la conducción principal por un «by-pass» en vez de por una conexión en T. El principio de funcionamiento de los dos esquemas es similar salvo en los puntos explicados a continuación.

Válvula de Alivio conectada en by-pass

La conexión en by-pass permite que la válvula pueda realizar una doble función: alivio en

el tramo comprendido entre la bomba y la válvula optimizadora y alivio en la conducción agua abajo de la optimizadora. El alivio del primer tramo se efectuará durante el arranque y la parada de las bombas. El alivio de la conducción se producirá cuando se active el cierre de emergencia de la válvula optimizadora por un fallo en el suministro de energía eléctrica.

Para conectar la válvula de alivio en by-pass se han de intercalar dos válvulas de retención adicionales en las posiciones que aparecen en la Figura 3. Estas válvulas pueden ser del tipo Williams-Hager, de disco partido o de clapeta; en cualquier caso, serán de tamaño reducido, y seleccionadas en función de las presiones a que estén sometidas.

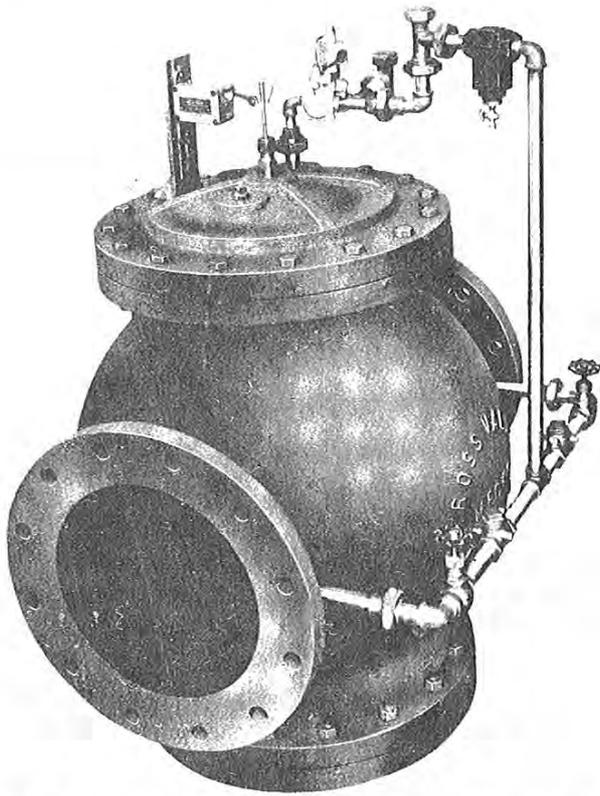
Los tipos de válvula de alivio recomendados coinciden con las del caso correspondiente a la figura 1.

Válvula optimizadora del bombeo con cierre de emergencia

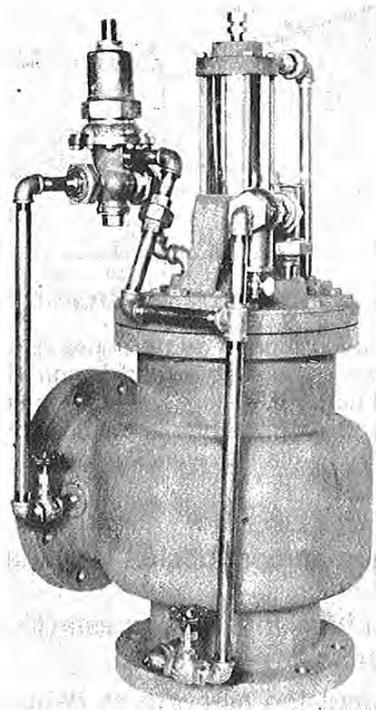
Para comprender la diferencia entre esta válvula y la de cierre paulatino analicemos la situación provocada por un fallo en el suministro de electricidad.

En caso de un corte de la corriente eléctrica, la válvula con cierre de emergencia, merced a un mecanismo que actúa sobre una válvula solenoide, se cierra con cierta rapidez evitando la acción de los golpes de ariete sobre la impulsión. Simultáneamente la válvula de alivio merced a la conexión en by-pass, elimina las sobrepresiones residuales 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.

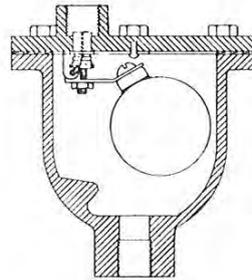
La experiencia ha demostrado que se consigue mejor protección con la válvula con cierre de emergencia que con la combinación de la de cierre paulatino y la válvula de retención. La válvula de retención normal (situada entre la bomba y la optimizadora) es opcional; no es necesaria pero introduce una seguridad adicional al sistema de re-impulsión.



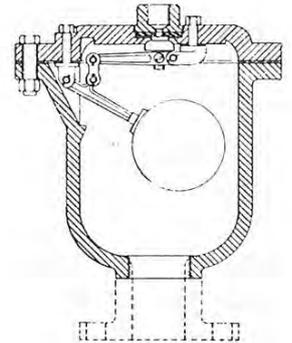
Válvula optimizadora de las estaciones de bombeo. Cortesía de la casa Ross.



Válvula de alivio rápido para eliminar el golpe de ariete. Modelo para tuberías superiores a 400 mm de diámetro. Cortesía de la casa Ross.



Purgador tipo «Midget», de flotador. Cortesía de la casa Hy-Con.



Ventosa tipo «Universal», de bielas. Funciona como ventosa y como purgador. Cortesía de la casa Hy-Con.

A veces se recurre a una solución optimizadora barata explicada en la referencia 5. No nos hemos extendido aquí con estas soluciones por no hacer excesivamente larga esta comunicación.

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 la referencia 7 analizamos parte de estos problemas, así como en las referencias 15 a 20 y en la 23.

Todas estas válvulas automáticas se pueden controlar a distancia con un gasto mínimo de energía. (Ver referencia 23).

Las impulsiones de aguas negras merecen un tratamiento especial. Parte de nuestras experiencias están recogidas en las referencias 24 y 25.

Si la tubería es débil conviene estudiar la aducción rápida de aire para evitar que se colapse.

REFERENCIAS

1. «Adios golpe de ariete, adios». Por M. Mateos. CIMBRA. Junio 1982. Pág. 19-20.
2. «Optimización de impulsiones largas o con altas presiones». Por M. Mateos. CIMBRA. Marzo 1985.
3. «Cálculo para la eliminación del golpe de ariete». Por M. Mateos. Informe. (Pedidos al Apartado 31031-28080 Madrid).
4. «Eliminación del golpe de ariete mediante válvulas de alivio rápido». Por M. Matos. Pendiente de publicación.

CASO CUARTO: RE-IMPULSION POR BOMBA VERTICAL CON PROTECCION ESPECIAL

Optimización con válvula de retención controlada y sistema de cierre de emergencia en caso de fallar el fluido eléctrico, con posibilidad de instalar un presiómetro para parar las bombas en caso de rotura en la conducción.

Este caso presentado en la figura 4, es análogo al TERCERO (Figura 3), excepto que la ventosa no es solo purgador, sino que debe ser de bola, (fiable) o trifuncional (Ver referencias 8, 12, 13 y 14).

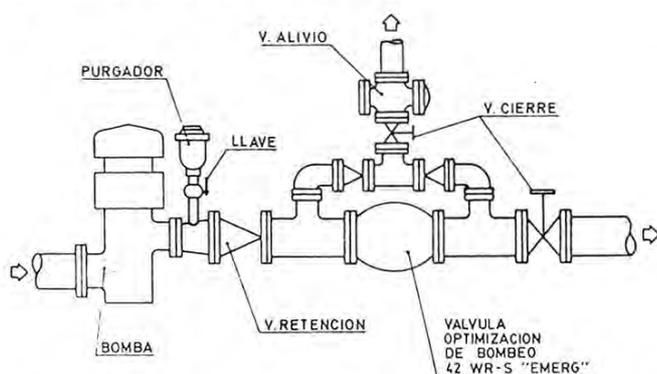


Figura 4. Caso Cuarto. Esquema de una instalación de re-impulsión por bomba vertical con válvula optimizada con cierre de emergencia al suspenderse el suministro de energía eléctrica.

EFFECTOS DE LA OPTIMIZACION

En el CASO PRIMERO se mencionan los efectos favorables de las válvulas optimizadas en los sistemas de bombeo. Aparte de las ventajas en menor mantenimiento de las bombas, las curvas del golpe de ariete para los cuatro casos estudiados pasan de ser similares a la de la figura 5, a ser similares a la de la figura 6.

OTROS CASOS

En la referencia 2 se estudian otros casos especiales que pueden ocurrir en impulsiones, como:

- a) Impulsión de poca altura.

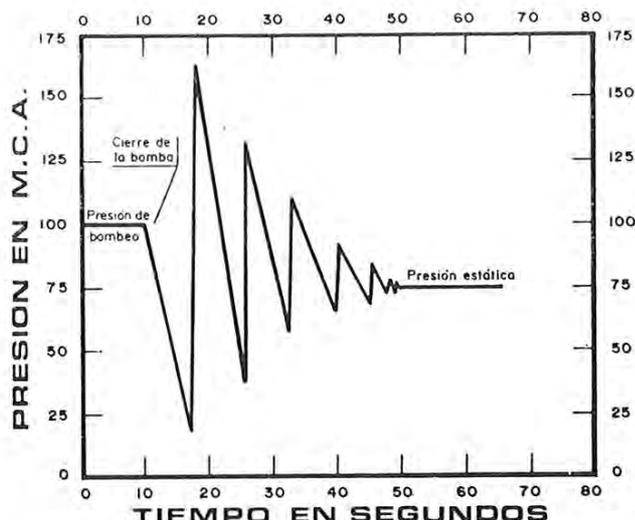


Figura 5. Gráfico de sobrepresiones y depresiones al pararse una bomba en una conducción sin proteger con válvulas automáticas.

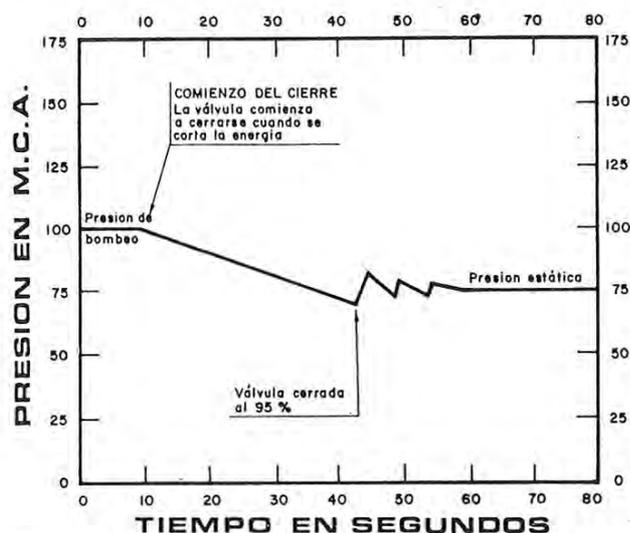


Figura 6. Gráfico teórico de presiones que se obtiene en una estación de bombeo protegida con válvulas optimizadas tal como se recomienda en los cuatro casos mencionados. Se supone que la conducción lleva ventosas fiables y válvula de retención idónea.

- b) Impulsión en conducción larga descendente.
- c) Aprovechamiento de una estación de bombeo diseñada por exceso.

Si la reimpulsión es corta se debe optar por una solución sin válvulas optimizadas. Este caso está específicamente estudiado en la referencia 6 y analizado en las referencias 3 y 4.

5. «Optimización de impulsiones de caudal constante mediante válvulas anticipadoras del golpe de ariete». Por M. Mateos. Pendiente de publicación.
6. «Eliminación del golpe de ariete en re-impulsiones». Por M. Mateos. Pendiente de publicación.
7. «Optimización de anti-impulsiones». Por M. Mateos. Pendiente de publicación.
8. «Ventosas-Análisis práctico de su comportamiento y presentación de 17 tipos». Por M. Mateos. REVISTA DE OBRAS PUBLICA. Agosto 1985.
9. «La válvulas de retención tipo clapeta». Por M. Mateos. CIMBRA. Marzo 1983. Pág. 29-30.
10. «Válvula de retención de disco sobre eje longitudinal centrado». Por M. Mateos. CIMBRA. Septiembre 1983. Pág. 19-20.
11. «Efecto de válvula de retención como función adicional en válvulas con otras funciones específicas». Por M. Mateos. CIMBRA. Febrero 1983. Pág. 41-43.
12. «El problema del comportamiento de las ventosas y su solución con ventosas trifuncionales». Por M. Mateos CIMBRA. Julio 1984. Pág. 15-17.
13. 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.
14. Comentarios al artículo «Desaireación de tuberías» de Enrique Mendiluce. Por M. Mateos. CIMBRA. Septiembre 1984. Pág. 27-28.
15. «Abajo las válvulas de flotador». Por M. Mateos. CIMBRA. Octubre 1981. Pág. 27-29.
16. «Métodos para programar aperturas diferidas en válvulas para llenado de depósitos de agua». Por M. Mateos. CIMBRA. Diciembre 1984. Pág. 11-14.
17. «Fallos e inconvenientes del accionamiento eléctrico en las válvulas para llenado de depósitos». Por M. Mateos. CIMBRA. Noviembre 1983. Pág. 24-25.
18. «Válvula para controlar el llenado de depósitos de agua — Estudio de 24 casos especiales». Por M. Mateos. CIMBRA. Diciembre 1982. Pág. 10-15.
19. «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.
20. «Casos especiales adicionales en válvulas para controlar el llenado de depósitos». Por M. Mateos. CIMBRA. Noviembre 1985.
21. «El problema creado por la interrupción repentina del suministro de energía eléctrica en estaciones de bombeo». Por M. Mateos. Pendiente de publicación.
22. «Interrupción de la impulsión cuando el depósito de regulación se haya llenado». Por M. Mateos. Pendiente de publicación.
23. «Válvula para hidráulica y su automatización». Por M. Mateos. EQUIPAMIENTO Y PROCESOS. Abril 1985.
24. «Mejora de las impulsiones de aguas negras». Por M. Mateos. TECNOLOGIA DEL AGUA. Marzo 1983. Pág. 101-103.
25. «Válvula especiales para aguas sucias». Por M. Mateos. CIMBRA. Febrero 1984. Pág. 19-20.

Manuel Mateos de Vicente



Especializado en la solución de problemas de hidráulica mediante el empleo de válvulas especiales, tema sobre el que ha preparado 30 comunicaciones. También ha investigado problemas de tráfico con 60 publicaciones, problemas de suelos con 70 publicaciones, de utilización de cenizas volantes con 25 publicaciones, aparte de otras aportaciones en campos no ingenieriles. Su labor ha sido reconocida en «Who's Who in the World», «Men of Achievement», «Who's Who in Westen Europe», Sigma Xi, etc. Es miembro de varias Asociaciones profesionales o científicas y estudiado o trabajado en varios países.



COMENTARIOS al artículo «Impermeabilización de vasos de embalse» de Fernando Muzás, publicado en el n.º 3.244 del mes de febrero de 1986.

Por **MANUEL MATEOS DE VICENTE** Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
M. Sc. - Doctor of Philosophy (Universidad Iowa State)

He leído con interés la comunicación de Fernando Muzás. Se concentra en su trabajo en la solución con láminas impermeables tratando exhaustivamente los diferentes problemas secundarios.

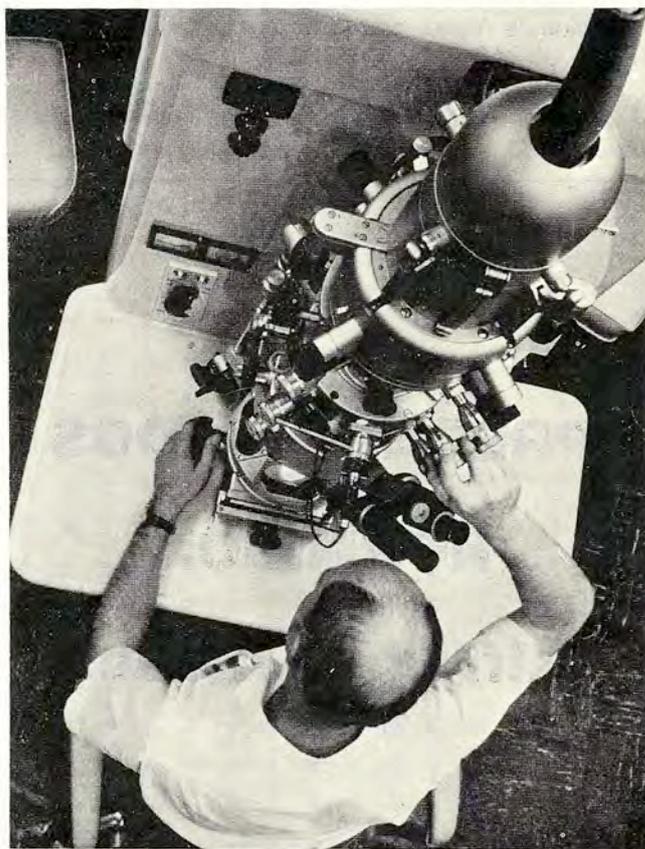
Al destacar la solución de impermeabilidad con arcillas debido a diversos problemas que cita Muzás, estimamos que este tipo de solución merece ser defendido. Al fin y al cabo prácticamente todos los embalses españoles mantienen sus aguas en vasos, o cuencos, de tierra con más o menos piedras o rocas.

Las tierras son muy variadas. Su permeabilidad depende de los tipos y proporción de las arcillas presentes. Esta permeabilidad se puede cambiar por compactación, mezcla, estabilización, o tratamientos químicos. Algunos de estos cambios no son enteramente de ingeniería, por lo que se suelen recibir con escepticismo o sin prestarles atención. En algún caso se ha tratado de impermeabilizar el cuenco con arcilla basándose en ensayos corrientes de mecánica del suelo, con fracasos que después pueden hacer perder la confianza en las variadas soluciones que pueden prestar las arcillas.

Un caso en el que he estado muy interesado es la creación de balsas en las islas Canarias, aunque no haya intervenido en ello. Pero debo referir algo acerca de la caldera en Barlovento, según creo recordar, que comenté en uno de mis viajes a Tenerife. Se me mencionó que se había tratado de impermeabilizar con arcilla pero que no dio el resultado esperado. Pregunté si se sabía que tipos de arcilla eran, indicándome que era atapulgita. Esta arcilla es de las que menos sabemos sobre su comportamiento, aunque por analizarlas con el microscopio electrónico se pueden considerar muy diferentes a las otras arcillas. No se presenta en capas sino en tubitos o agujas aglomerados o conjuntados en formas muy diversas; tiene una estructura cristalina en cadena; poco potencial de hinchamiento; poca cantidad de intercambio de cationes; mucha absorción; y poca capacidad para flocular. Antes

de haber empleado atapulgita basándose en ensayos de mecánica del suelo había que haberla analizado más científicamente.

Verdad es que la ciencia de las arcillas es muy compleja. Es distinta de la mecánica del suelo. Mi preparación fuera de España no fue profunda en esta ciencia de las arcillas, pero me hicieron estudiar asignaturas en físico-química, varias en física del suelo, y otras que incluían génesis de las arcillas, química del suelo, química de los coloides, etc. Sin embargo esta preparación me ha permitido dar soluciones distintas a las corrientes a algunos problemas de tierras, según mencionamos en la bibliografía que in-



Microscopio electrónico para el estudio de las arcillas. Este es uno de los varios instrumentos que se emplean para observar la estructura y comportamiento de las arcillas. Otros son difracción de rayos X, análisis térmico diferencial, etc.

COMENTARIOS A ARTICULOS PUBLICADOS

dicamos al final.

También hemos de mencionar que gran parte del agua se puede perder por evaporización. En días calurosos en tierras áridas se pueden evaporar fácilmente 10 l/m². Es decir 100 m³/ha. Comparando este valor con el límite práctico internacional, que menciona Muzás, de 8,6 m³/ha. (0,1 l/ha. seg. por m.c.a.), vemos que también es muy importante limitar la evaporización para lo que se ha estudiado en algunos países el cubrir la superficie del agua con líquidos mono-moleculares, bolitas de plástico, etc.

En definitiva creemos que se debe dar importancia al uso de las diversas arcillas para impermeabilizar cuencos y no desecharlas sistemáticamente. Un compañero me ha mencionado que en la provincia de Alava hay ya muchos cuencos perfectamente estabilizados con arcillas.

Manuel Mateos y Donald T. Davidson. «Estabilización de suelos de Alaska con aditivos inorgánicos», REVISTA DE OBRAS PUBLICAS, agosto 1963.

Manuel Mateos. «Características mineralógicas de suelos de Mesopotamia», REVISTA DE OBRAS PUBLICAS, febrero 1973.

Manuel Mateos. «Efecto de la difusión de sales potásicas en la residencia de una arcilla marina de Noruega», REVISTA DE OBRAS PUBLICAS, septiembre 1982.

Manuel Mateos. «Estabilización de suelos con cloruro cálcico», REVISTA DE OBRAS PUBLICAS, marzo 1961.

Manuel Mateos. «Efecto de la adición montmorillonítica o caolinítica en las resistencias de mezclas de arena normalizada de Ottawa, cal y cenizas volantes», CIMBRA, septiembre 1968.

Manuel Mateos. «Características mineralógicas de una arcilla de bujeo», CIMBRA, enero 1969.

Manuel Mateos. «Las soluciones pequeñas pueden ser grandes soluciones - Alternativas para una época en crisis», CIMBRA, junio 1985.

Manuel Mateos. «Composiciones arcillosas de corrientes de tierras en carreteras de Guadalajara y Santander», BOLETIN DEL MOP, (ahora MOPU), diciembre 1968.

Manuel Mateos. «El ácido fosfórico - un producto antiguo como nuevo material de carreteras», CARRETERAS, febrero 1963.

Manuel Mateos. «La estabilización de suelos en el Plan General de Carreteras», CARRETERAS, marzo 1963.

Manuel Mateos. «La resina anilina-furfural en la estabilización de suelos», CARRETERAS, julio 1963.

Manuel Mateos. «Comentarios al Suelo como cimiento de la carretera», CARRETERAS, octubre 1985, páginas 39, 40 y 41.

COMENTARIOS al artículo «Un estudio sobre las oscilaciones en las cámaras de aire» de M. Llorens y J. Massons, publicado en el número de noviembre de 1985.

Por MANUEL MATEOS DE VICENTE

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
M. Sc. - Ph. D. Univ. Polit. de Madrid (EUITOP)

He leído este artículo con interés, aunque debo reconocer que a veces me costó entender su sintaxis peculiar. El análisis matemático tiene ciertamente su valor teórico, así como el modelo reducido, aunque todavía no he visto ninguna instalación relacionada con el campo de nuestra ingeniería en donde la válvula de regulación se cierre «de forma súbita».

Cuando hace unos años tuve que analizar los dispositivos para paliar, reducir o eliminar el golpe de ariete, acabé desechando la utilización de las cámaras de aire favoreciendo la instalación de otros mecanismos sin gastos de mantenimiento como volantes de inercia, válvulas de seguridad y válvulas de alivio compensadas. Me he concentrado en el estudio de estas últimas, tanto teórico como práctico, por su eficacia y bajo coste. Estas válvulas de alivio compensadas hacen innecesarios los cálculos para analizar el golpe de ariete, pues lo eliminan haciendo que las sobrepresiones no pasen del 10-20 por 100 de la presión de bombeo, y no estando su comportamiento afectado por bolsas de aire que puedan existir en la conducción.

Las mencionamos aquí por ser poco conocidas. Sus efectos han sido expuestos o analizados en las referencias bibliográficas que se mencionan a continuación.

E. CABRERA, V. ESPERT, M. MATEOS Y B. LOPEZ-BOADO. «Análisis del golpe de ariete en impulsiones protegidas por válvulas de alivio». Pendiente de publicación en Tecnología del agua.»

M. MATEOS. Comentarios al artículo «De la conversión de energía de ondas en energía de masas en las impulsiones» de E. Herranz y M. C. de Andrés. REVISTA DE OBRAS PUBLICAS, enero 1980.

M. MATEOS. «Optimización de re-impulsiones largas». Presentado a la REVISTA DE OBRAS PUBLICAS para su posible publicación.

M. MATEOS. Comentarios al artículo «Chimeneas de equilibrio de instalaciones de bombeo» de Luis Torrent. REVISTA DE OBRAS PUBLICAS, enero 1983.

M. MATEOS. «Adios golpe de ariete, adios». CIMBRA, junio 1982.

M. MATEOS. «Optimización de impulsiones largas o con altas presiones». Cimbra, marzo 1985.

COMENTARIOS AL MISMO ARTICULO

Por E. MENDILUCE ROSICH,

Doctor Ingeniero Industrial.

La referencia a mi artículo de la revista Ingeniería Química, «Una protección eficaz contra el golpe de ariete», y el interés que siempre despiertan en mí, los contados artículos que se publican sobre golpe de ariete, me anima a presentar estos comentarios de carácter general, que no presentan objeción particular al laborioso estudio matemático realizado por Martí Llorens y Jaime Massons.

Por las razones indicadas, abordé interesado la lectura del trabajo, con la esperanza de que la interpretación matemática de las oscilaciones, tuviese una conclusión práctica que facilitase el cálculo de una cámara de aire, pero he de reconocer mi frustración.

Es evidente que para la interpretación de los fenómenos físicos, será necesario su planteamiento matemático, con mucha frecuencia de gran complejidad, pero si no desembocan en alguna expresión u orientación concreta que puedan ser aplicadas por la «infantería técnica», es

COMENTARIOS A ARTICULOS PUBLICADOS

decir, por los titulados que tienen que realizar proyectos o las obras, dimensionando los elementos que intervienen, se obtendrá la impresión de que tales planteamientos han constituido, para los autores, más un fin, que un medio para resolver numéricamente un problema.

Ante trabajos de tal índole, me siento confuso al percibir dos mundos concatenados, pero que en realidad permanecen disociados, a pesar de que la finalidad de ambos, pienso yo, es la misma.

Debo aclarar que impulsado, en un principio, por el compromiso adquirido con mi cargo profesional en 1961, me vi obligado a navegar en la solución de continuidad en que se encontraba el cálculo del golpe de ariete en bombeo, consiguiendo llegar, con mis investigaciones, a establecer un proceso de cálculo numérico de general aceptación. Posteriormente me encontré en similar situación con el dimensiona-

miento de los recipientes de aire, con las sollicitaciones de las tuberías enterradas, con las sobrepresiones producidas por el aire incontrolado en las tuberías, con el cálculo de los volantes de inercia, etc, cuestiones expuestas, con ejemplos resueltos, en mi libro «El golpe de airete en impulsiones», actualmente en revisión para su reedición y en otros trabajos publicados en diversas revistas.

Admito la posibilidad de que mi óptica, en este sentido, esté deformada y por ello espero no molestar con estas reflexiones a quienes considero en mejores condiciones que yo lo estuve, para conseguir resultados que ayuden a la resolución de los problemas diarios.

Refiriéndome concretamente al trabajo de Llorens y Massons, tengo que exponer mis reservas respecto a que la magnitud del período típico del golpe de ariete sea de milisegundos y que las chimeneas de equilibrio puedan ser tratadas como casos límite de cámaras.

COMENTARIOS al artículo «Las presas como complemento de las centrales térmicas», de Rodrigo del Hoyo Fernández-Gago *et al.*, publicado en el número de mayo-junio de 1985

Por **MANUEL MATEOS DE VICENTE** Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Master of Science. Doctor of Philosophy.

Primero debo justificar esta comunicación ya que puedo ser más bien conocido por otras especialidades en las que he profundizado: firmes, tráfico, suelos, válvulas. Mis conocimientos y experiencias en presas han sido adquiridos (aparte de las asignaturas normales) en estudios avanzados, en la solución de problemas específicos y en trabajos rutinarios. Fuera de España intervine en problemas especiales en la presa de Razaza (o Rasasa) en Iraq (Referencia 1 y 2), cuyo volumen embalsado es prácticamente análogo al de todas las presas españolas, y en Estados Unidos tomé la asignatura Presas de Tierra con el Profesor M. G. Spangler, lo que incluía visitas a grandes presas en construcción. En España he sido llamado por el entonces director del Canal de Isabel II, don José García Agustín, para analizar la estabilización de las arcillas de las numerosas fallas de la presa de El Atazar, lo que conseguí pero no quise aplicar porque entonces mi creencia era que tal presa debía sufrir una modificación en su diseño (Ref. 3). También intervine en la señalización interior de las galerías de dicha presa de El Atazar, una vez terminadas, empleando materiales especiales resistentes totalmente a la humedad ambiental (Ref. 4). En protección catódica intervine en el tratamiento de las compuertas de fondo de la presa de Cedillo, y en la colocación de ánodos de sacrificio como demostración en una de las compuertas de la presa de Puentes Viejas (Refs. 5 y 7). Trabajos rutinarios los he realizado en las presas de Riosequillo, El Vado, El Vellón, etc. Aparte en la presa del Vellón, solucioné el problema de proporcionar siempre la misma presión agua abajo para la utilización de unos filtros, independientemente de la altura del agua en el embalse (Ref. 6). En la presa de Guadarranque tratamos taludes agua abajo para su estabilización por métodos propios de intercambios de cationes (Ref. 7). Sobre impermeabilización de vasos de embalse he dado soluciones basadas en la química de las arcillas (Ref. 7).

Algunos de los aspectos que según hemos observado están poco considerados en los proyectos de presas son:

- a) Los diferentes tipos de compuertas de fondo.
- b) La protección catódica de elementos metálicos.
- c) Los diferentes tipos de ventosas.
- d) El uso de nuevos materiales.

Los tres primeros aspectos los hemos tratado en otro lugar (Refs. 8 a 14). Centrándonos solamente en el uso de nuevos materiales, me hubiera gustado leer en la comunicación que comentamos («Las Presas como complemento de las Centrales Térmicas») que se había usado en su construcción materiales de desecho, los que abundan en las centrales térmicas de carbón, tales como las escorias o las cenizas volantes.

Las cenizas volantes (en inglés *fly ash*) son un material con el que he trabajado con cierta amplitud (Refs. 15 a 42). Se acumula en montañas en las centrales térmicas que queman carbón en polvo. Presenta graves problemas de vertido. Se considera un material de desecho. Suelen ser de características muy variadas. Apenas se potencia su utilización. No se investiga su uso en algo nuevo, distinto. Hay que tener en cuenta que puede tener múltiples aplicaciones. En mis trabajos de investigación fui el primero que descubrió sus cualidades hidráulicas, lo que supuso el poderlo considerar en ocasiones como material de características hidráulicas en si, sin necesidad de añadirle cal o cemento. He tratado personalmente de hacer conocer este material a todos los compañeros, a través de publicaciones, de conferencias, o de informes mandados directamente a todos los Ingenieros de Caminos y de Obras Públicas, en una labor cara pero exenta de intereses comerciales. Por ello me preocupa sobremedida el que se construyan presas al lado de centrales térmicas de carbón sin utilizar los productos de desecho de tales centrales.

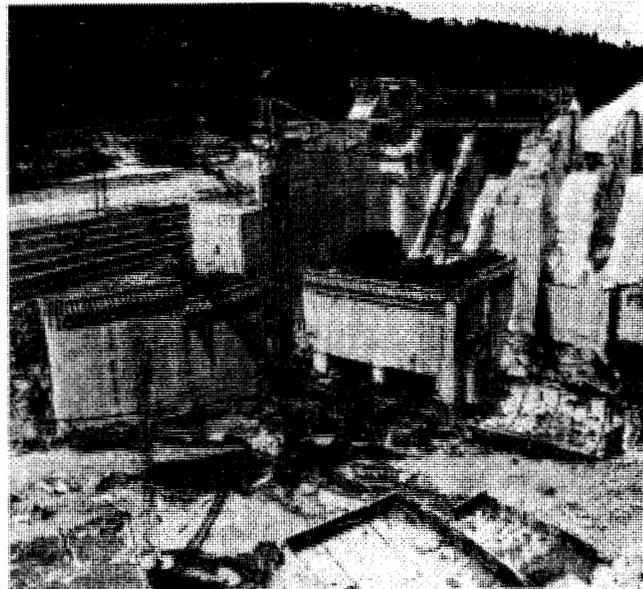
En el año 1981 estuve evaluando para la Empresa Vías y Construcciones, S. A. la posibilidad de emplear cenizas volantes masivamente en la construcción de una presa para la central térmica de Andorra (Teruel). Las cenizas son un material de desecho en dicha central y he trabajado en su utilización durante muchos años, lo que me da cierta confianza en sus posibles usos. No obstante consulté con un experto mundial en presas de tierra, el ingeniero Guillermo Noguera, de Chile, quién ha sido consultor para empresas españolas. Esto lo hice por ser la ceniza un material suelto similar a las tierras en algunos aspectos. Analizando sus características el ingeniero Noguera me indicó que era factible el emplearlas en la construcción de la presa. Sin embargo mis gestiones ante los proyectistas cayeron en la incomprensión. ¿Hay miedo a la originalidad en nuestro país?. ¿Es que tenemos siempre que ir detrás de lo que desarrollan otros?. ¿Qué es lo que nos falla?.

Si el haber trabajado intensamente con este material como se refleja en la Lista de Referencias al final, sirve para algo, he de indicar que sigo creyendo firmemente en que las presas hechas usando 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 además de barata, segura.

Una anécdota: Hace unos tres años me llamaron varios compañeros para indicarme que iban a dar una charla sobre cenizas en la Dirección General de Carreteras. Se presentaron datos recogidos sobre este material que ya habíamos recogido otros 25 años antes (nuestros 25 años de retraso). Otra anécdota: Hace varios años ASINEL quería hacer una carretera experimental con cenizas volantes. En Estados Unidos había yo construido carreteras normales, no experimentales, 20 años antes (nuestros, al menos, 20 años de retraso).

Mi pregunta de siempre es ¿por qué hay tanto miedo a experimentar en España?. Tenemos que dejar ya el complejo U-namuno («que invente ellos»). He de mencionar que durante mi época de estudiante en España supe de los experimentos en presas de anillos del compañero Peña Boeuf; recuerdo que hasta hice una visita a una presa en El Tiemblo que se había construí-

do por tal método original. ¿Qué está pasando ahora?. ¿Es la culpa de los profesores?, ¿del curriculum de estudios?, ¿del sistema?. Lo que si es descorazonador es el poco deseo de experimentar, de salirse de las normas o conceptos existentes o aprendidos.



LISTA DE REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS

1. «Características mineralógicas de suelos de Mesopotamia», por Manuel Mateos, «REVISTA DE OBRAS PUBLICAS», febrero, 1973.
2. «Diseño de mezclas asfálticas con escasos medios», por M. Mateos, «ALEMAS», septiembre, 1973.
3. «Procedimiento para la estabilización de terrenos por la difusión de ácido fosfórico en los mismos», «PATENTE» de invención a nombre de Manuel Mateos, 1968.
4. Comentarios al artículo «Aproximación al conocimiento del poliéster reforzado con fibra de vidrio» de Jaime Vila Miró, por Manuel Mateos, «REVISTA DE OBRAS PUBLICAS», noviembre, 1983.
5. «Tres aspectos poco considerados en la seguridad de las presas», por M. Mateos, «CIMBRA», mayo 1985.
6. «Válvulas reductoras de presión de agua: funcionamiento y aplicaciones prácticas», por M. Mateos, «CIMBRA», abril, 1980.
7. «Las soluciones pequeñas pueden ser grandes soluciones, alternativas para una época de crisis», por M. Mateos, «CIMBRA», junio 1985.
8. «Prevención contra la corrosión», por M. Mateos, «CIMBRA», diciembre, 1970.
9. «Compuertas para presas», por M. Mateos, pendiente de publicación.

COMENTARIOS A ARTICULOS PUBLICADOS

10. «Ventosas-Análisis práctico de su comportamiento y presentación de 17 tipos distintos», por M. Mateos, «REVISTA DE OBRAS PUBLICAS». Agosto, 1985.
11. «El problema del comportamiento de las ventosas y su solución con ventosas trifuncionales», por M. Mateos, «CIMBRA», julio 1984.
12. Comentarios al artículo «Peligrosidad del aire en el interior de las tuberías» por Enrique Mendiluce, por M. Mateos. «REVISTA DE OBRAS PUBLICAS», septiembre 1984.
13. Comentario al artículo «Desaireación de tuberías» por Enrique Mendiluce, por M. Mateos «CIMBRA», septiembre, 1984.
14. «Sobrepresiones de resonancia en tuberías por falta de ventosas o por ventosas que no funcionan», por M. Mateos, «BOLETIN DE INFORMACION», del Colegio de Ing. C. C. y P., abril 1985.
15. «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.
16. «Physical and mineralogical factors in stabilization of Iowa soils lime and fly ash», por M. Mateos, «TESIS» para el doctor of Philosophy, Iowa State University, 1961.
17. «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. 1959.
18. «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, 1961.
19. «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, 1964.
20. «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, 1962.
21. «Fly ash and sodium carbonate as additives to soil-cemento mixtures», por C. A. O'Flaherty, M. Mateos y D. T. Davidson, «BULLETIN N.º 353», Highway Research Board, 1962.
22. «Stabilization of soils with fly ash alone», por M. Mateos, Highway Research Record, N.º 92, 1965.
23. «Compaction characteristics of soil-lime-fly ash mixtures», por M. Mateos y D. T. Davidson, Highway Research Record, N.º 29, 1963.
24. «Estabilización de suelos de Alaska con aditivos inorgánicos», por M. Mateos y D. T. Davidson, «REVISTA OBRAS PUBLICAS», agosto, 1963.
25. «Las cenizas volantes con cal en la construcción de firmes», por M. Mateos, «BOLETIN DE INFORMACION», Ministerio de Obras Públicas, N.º 137, mayo 1969.
26. «Cementious properties of some Iowa fly ashes without lime additives», por M. Mateos y D. T. Davidson, «PROCEEDINGS», Iowa Academy of Science, vol. 69. 1962.
27. «Stabilization of two Iowa limestones with fly ash alone», por M. Mateos, «PROCEEDINGS», Iowa Academy of Science, vol. 70. 1963.
28. «Recherches sur la stabilization de sols para la chaux et les cendres volantes», por M. Mateos, «COMPTE RENDUS», 6.º Congreso Internacional de Mecánica del suelo e Ingeniería de Cimientos, vol II University of Toronto Press. 1965.
29. «Ladrillos de arena y cenizas volantes», por M. Mateos «BOLETIN», Sociedad Española de Mecánica del suelo y Cimentaciones. Inst. E. Torroja, mayo, 1965.
30. «Estabilización de dos gravas calizas con cenizas volantes», por M. Mateos, «BOLETIN» Sociedad Española de Mecánica del Suelo y Cimentaciones. Inst. E. Torroja, mayo, 1965.
31. «Curado a diferentes temperaturas de mezclas de arena-cal-cenizas volantes», por M. Mateos, «MATERIALES DE CONSTRUCCION N.º 125», Inst. E. Torroja, enero, 1967.
32. «Pavimentos para camino vecinal», por M. Mateos, «CIMBRA N.º 3», mayo 1964.
33. «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», septiembre 1968.
34. «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» noviembre, 1969.
35. «Estabilización de dos tipos de caliza con cenizas volantes solamente», por M. Mateos, «CIMBRA, N.º 148», diciembre, 1977.
36. «Variation in puzzolanic behavior of fly ashes», por D. Vincent, M. Mateos y D. T. Davidson, «PROCEEDINGS, ASTM», Vol. 61, 1961.
37. «Heat curing of sand-lime-fly ash mixtures», por M. Mateos, «MATERIALS RESEARCH AND STANDARDS, ASTM», mayo 1964.
38. «Steam curing and x-ray studies of fly ashes», por M. Mateos y D. T. Davidson, «PROCEEDINGS, ASTM» Vol. 62. 1962.
39. «Sand-fly ash bricks», por M. Mateos, «MATERIALS RESEARCH AND STANDARDS, ASTM», Vol. 4, N.º 8, agosto, 1964.
40. «Clayey soil-lime specimens hardened by steam», por M. Mateos, «JOURNAL OF MATERIALS, ASTM», Vol. 3, N.º 2, junio 1968.
41. «Cal y cenizas volantes como medio estabilizador», por M. Mateos, «INGENIERIA INTERNACIONAL CONSTRUCCION», octubre 1965.
42. «Gypsum as an additive to stabilized soils», por M. Mateos y D. T. Davidson, ACTAS 1 coloquio internacional sobre las Obras Públicas en los Terrenos Yesíferos, Servicio Geológico de Obras Públicas, Madrid 1962.

Ventosas. Análisis práctico de su comportamiento y presentación de 17 tipos (*)

Por MANUEL MATEOS

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.
Master of Science.
Doctor of Philosophy

En este artículo se analizan las causas de los fallos de algunos tipos de ventosas, y se presentan 17 modelos fiables no usados corrientemente.

El comportamiento de algunas ventosas es, a veces, defectuoso. Una ventosa que no realice su función adecuadamente puede dar lugar a roturas en las tuberías. Según se indica en el Manual de Uralita (páginas 698 a 701), una bolsa de aire puede hacer aumentar la presión dentro de la tubería 22 veces. Es decir que puede pasar de una presión de trabajo de dos atmósferas a una peligrosa de 44 atmósferas, lo que obviamente causaría la rotura de prácticamente todo tipo de tuberías normales. Imaginemos que si la presión de trabajo es de cuatro atmósferas, una bolsa de aire puede causar una presión dentro de las tuberías del orden de 80 atmósferas.

El problema del aire en las tuberías y la posible fiabilidad de los aparatos para evacuación del mismo es tal que en dicho Manual (página 701) no recomiendan colocar ventosas, sino grifos para ser usados como purgadores de acción manual. La misma falta de confianza en las ventosas hace que algunos técnicos sigan el mismo criterio, que también es compartido por algunos profesores de hidráulica.

Hemos visto gran número de ventosas que no funcionaban y analizado las posibles causas de su mal comportamiento. Algunas ventosas habían llegado a tener las bolas, flotadores o esferas deformadas hasta adquirir formas tan extrañas como la de un ocho; otras tenían las bolas hendidas con lo que era imposible que cerraran herméticamente; otras de cierre por cilindro hueco lo tenían acodalado, dejando es-

capar grandes cantidades de agua. Los ensayos que han hecho algunos técnicos para paliar tales males son múltiples y variados. Desde el golpe con el martillo, o con una vara, hasta taponarlas con plomo fundido, pasando por el cambio periódico de las esferas.

Aparte de las bolsas de aire que se forman en los puntos altos y que siempre se tienen en cuenta, hemos comprobado que también se forman bolsas alargadas o «longanizas» de aire en largos tramos de bajada o subida con poca pendiente o en tramos largos horizontales. Es casi general el colocar ventosas solamente en los puntos altos, pero se deben colocar también en los quiebrros y en largos tramos horizontales o con poca pendiente. Recientemente ha aparecido en la REVISTA DE OBRAS PUBLICAS una comunicación donde se analizan problemas debidos a la carencia o mal diseño de ventosas (ver referencia bibliográfica 1). En la referencia 2 se comenta dicha comunicación.

En una aproximación que podemos hacer basada en nuestra experiencia se puede adelantar que aproximadamente la mitad de las ventosas instaladas no funcionan adecuadamente. Muchos de los problemas atribuidos al golpe de ariete, válvulas automáticas que funcionan mal, así como válvulas mantenedoras, de altitud, de flotador que no funcionan adecuadamente pueden tener el origen de sus fallos en que la instalación no tenga el número de ventosas necesario o que las instaladas no realicen su labor de evacuar el aire de la tubería. Las causas del mal funcionamiento de algunas ventosas son varias y se pueden resumir a continuación:

Diseño: No funcional. Hechas con materia-

(*) Se admiten comentarios sobre el presente artículo, que podrán remitirse a la Redacción de esta Revista hasta el 31 de octubre de 1985.

VENTOSAS: ANALISIS PRACTICO DE SU COMPORTAMIENTO

les oxidables o deformables. Bola mal dimensionada.

Bola: A veces están hechas de materiales que no son adecuados para las presiones o temperaturas que tienen que soportar. Pueden ser de flotabilidad excesiva. Deformables al sufrir sobrepresiones debido al mal funcionamiento de otras ventosas o a golpes de ariete.

Frecuencia: No suele ser la necesaria. Se tiende a colocarlas tan sólo en los puntos altos y no en los quiebras de la tubería tanto en subidas como en bajadas. Se deben colocar también en pendientes suaves largas o en tramos horizontales largos.

Dimensionamiento: Creemos que a veces es excesivo, tal vez debidos a dudas en su fiabilidad. En los tramos con poca pendiente u horizontales se pueden colocar de tamaños pequeños y nunca dejar más de un kilómetro sin ventosas o purgadores automáticos.

Proteccion: Nunca hemos visto ventosas protegidas contra golpes de ariete fuertes que puedan deformar la bola o hacer que la parte superior de la ventosa salga disparada.

Varietades: Se suelen conocer tan solo una o dos variedades de ventosas, cuando existe una gama muy completa de modelos.

Para tener una instalación con ventosas fiables conviene primeramente conocer los diver-

sos tipos disponibles y su comportamiento. Por ello nos centramos en esta comunicación en la presentación de ciertos modelos de ventosas que no son corrientemente usadas en nuestro país. Para su presentación las dividiremos en los siguientes tipos:

- Trifuncionales de bola.
- Trifuncionales tipo Universal, de bielas y flotador.
- Bifuncionales o normales.
- Unifuncionales o purgadores.
- Especiales para pozos profundos.
- Especiales para sifones por vacío.
- Especiales para aguas sucias.
- Compuestas.
- En racimo, o paralelo.

VENTOSAS TRIFUNCIONALES DE BOLA

Las ventosas trifuncionales son aquéllas que realizan la triple función de (1) admitir aire durante el vaciado de la tubería para evitar su colapsamiento, (2) expulsar aire durante el llenado para evitar las sobrepresiones producidas por las bolas de aire o para no crear un tapón de aire que impida el paso del agua, y (3) evacuar las cantidades ínfimas de aire que se acumula en las tuberías que conducen agua a presión. Las ventosas trifuncionales han sido tratadas



Figura 1.—Ventosa trifuncional Ramus para presiones de trabajo hasta 8 atm. En bronce. Con válvula de cierre incorporada.



Figura 2.—Ventosa trifuncional Ramus para presiones de trabajo hasta 12 atm. En bronce. Con válvula de cierre incorporada y posición de esta como purgador manual.



Figura 3.—Ventosa semi-trifuncional Ramus, purgador sónico hasta 20 atm. Con válvula de cierre incorporada, y aperturas para purgadores de acción manual.

más ampliamente en la comunicación de la referencia 3.

Unos tipos de ventosas trifuncionales idóneos son los representados en las figuras 1, 2 y 3. Estas ventosas incorporan la necesaria válvula de apertura y cierre. Los modelos de las figuras 1 y 2 son de bronce, por lo que se anulan los peligros de oxidación. La bola es maciza, con lo que no se deforma ni por las presiones del agua en la tubería ni por las altas temperaturas estivales. Tampoco quedan adheridas al agujero de salida del aire debido a la configuración especial de aquel. La densidad de la bola es muy cercana a la del agua, por lo que cede enseguida ante la más mínima acumulación de aire. La de la figura 3 difiere de las anteriores en sus materiales, al ser de hierro fundido, y en que está más dirigida a la expulsión del aire bajo presión.

VENTOSAS TRIFUNCIONALES TIPO UNIVERSAL, DE BIELAS

La ventosa Universal está representada en la figura 4. Es trifuncional de alta tecnología y puede ser construida con distintos materiales para presiones entre 0 y 10, 0 y 20, 0 y 50 y hasta 0 y 100 atmósferas de presión. Considerando sus prestaciones, tamaños recomendados, y coste, es tal vez la ventosa más idónea y fiable que hemos analizado.

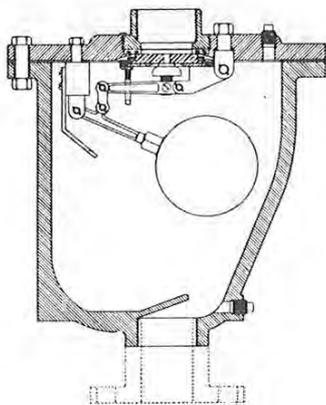


Figura 4.—Ventosa tipo Universal de alta tecnología, para presiones escalonadas hasta de 100 atm, trifuncional, muy fiable.

VENTOSAS BIFUNCIONALES

Son las del tipo más normalmente usado. Permiten la entrada de aire durante el vaciado de la tubería y la salida masiva de aire durante el llenado. Son las que más se han utilizado pero deben ser seleccionadas con criterio científico, pues según nuestras experiencias gran parte de las instaladas no funcionan adecuadamente. Mendiluce, en su comunicación de la referencia 1 analiza ampliamente este tipo de ventosas. En la figura 5 se presenta una de ellas, de cierre con bola, de gran fiabilidad. Esta fia-

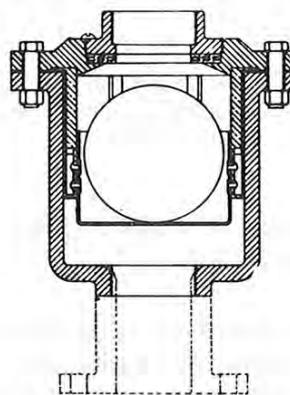


Figura 5.—Ventosa de bola, especial, con receptáculo para la bola, que es de acero inoxidable, hueca. Cortesía de la casa Hy-Con.

bilidad se debe a que la bola es de acero inoxidable (no de plástico) y su receptáculo está completamente cerrado por debajo y es de bronce para que no se oxide. Su coste es tal que solamente la bola puede costar más que una ventosa completa de las corrientes del mercado y del mismo tipo. Sin embargo su comportamiento es tal que ha trabajado perfectamente con presiones superiores a 10 atmósferas.

Otra ventosa bifuncional es la de boya cilíndrica. Esta ventosa es de concepción antigua, de antes de disponer de una tecnología que permitiera fabricar esferas huecas de acero inoxidable. En la figura 6 se presenta un diseño moderno de este tipo de ventosa. La parte inferior es semiesférica para, junto con su cazoleta de diseño especial, evitar acodamientos del cilindro de cierre. El cilindro-semiesfera de esta ventosa es de acero inoxidable.

VENTOSAS: ANALISIS PRACTICO DE SU COMPORTAMIENTO

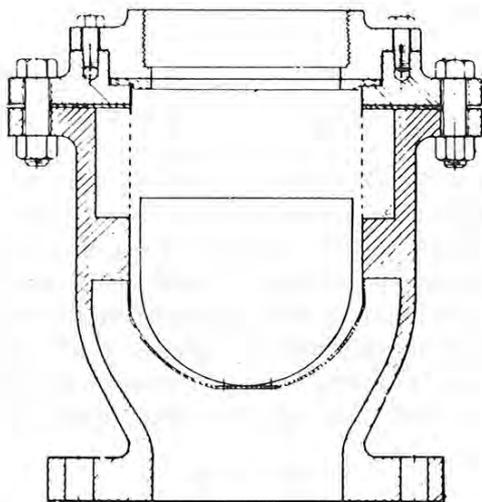


Figura 6.—Ventosa de diseño primitivo con cierre cilíndrico, mejorada al ser la base semiesférica, poco fiable por su tendencia a acodarse la boya.

PURGADORES, O VENTOSAS UNIFUNCIONALES

Este tipo de ventosas, que mejor llamaremos purgadores, expulsan el aire que se acumula dentro de las tuberías bajo presión. Este aire no se tiene generalmente en cuenta al proyectar el sistema de evacuación de aire en las tuberías. Sin embargo es de suma importancia el considerar su existencia porque puede acumularse en bolsas o «longanizas» y contribuir en las operaciones de apertura y cierre de válvulas a potenciar enormemente las sobrepresiones dando lugar a roturas en las tuberías difíciles de explicar. Este aire puede también hacer reducir el caudal que pasa por la tubería. En las figuras 7

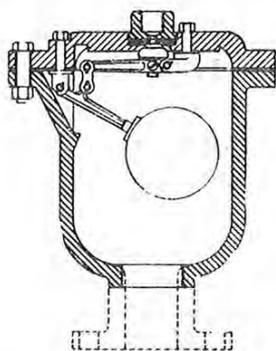


Figura 7.—Purgador de bielas y flotador para altas presiones y grandes volúmenes de aire a alta presión a evacuar. Cortesía de la casa Hy-Con.

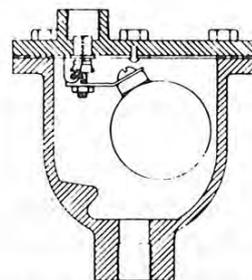


Figura 8.—Purgador Midget de flotador y acción directa.

y 8 se presentan dos variedades de purgadores automáticos para aguas limpias (más adelante se presentan purgadores para aguas sucias). Estos purgadores se deben colocar junto a ventosas en los puntos altos, así como en tramos horizontales largos o con poca pendiente. También se deben colocar en la parte superior de las bombas de acción centrífuga, detrás de las bombas normales, y detrás de las válvulas reductoras de presión.

VENTOSAS ESPECIALES PARA POZOS PROFUNDOS

Para este caso es recomendable colocar una ventosa de tipo normal, bifuncional, de bola, con un dispositivo de regulación mediante mando superior accionable desde el exterior, según se presenta en la figura 9.

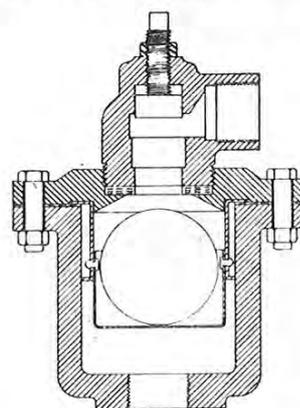


Figura 9.—Ventosa especial para pozos profundos.

PROTECCION CONTRA EL GOLPE DE ARIETE

En ciertos casos se producen golpes de ariete o sobrepresiones que pueden dañar las par-

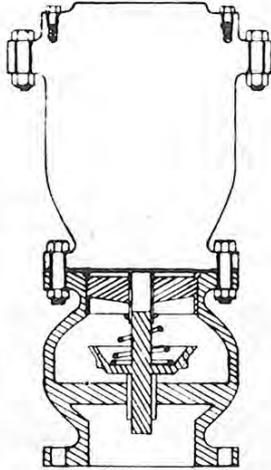


Figura 10.—Protección contra sobrepresiones (o golpe de ariete) de las ventosas.

tes internas de algunos tipos de ventosas. Para que esto no suceda recomendamos la instalación de una válvula de retención del tipo Williams-Hager, como se indica en la figura 10. Información sobre este tipo de válvulas se presenta en la referencia bibliográfica 4.

VENTOSAS ESPECIALES PARA SIFONES POR VACIO

En los sifones puros, tal como los diseñados en los vertederos de algunas presas, se deben colocar ventosas del tipo representado en la figura 11 para evitar su descebamiento prematuro.

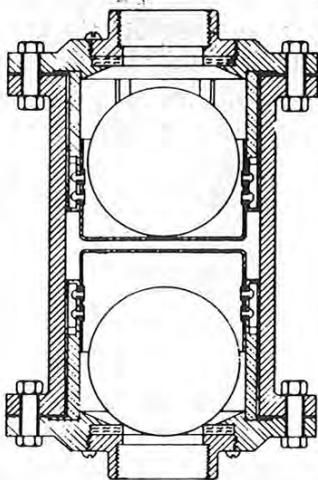


Figura 11.—Ventosa especial para colocar en sifones que actúan por vacío.

VENTOSAS ESPECIALES PARA AGUAS SUCIAS

Actualmente se están bombeando aguas sucias en muchos casos. En estas instalaciones no se pueden colocar ventosas normales porque se colmatarían rápidamente. Para aguas sucias existen los tipos representados en las figuras 12 (bifuncional) y 13 (purgador). Ambas ventosas se pueden combinar para formar una ventosa compuesta, según se presenta a continuación. Más información sobre este tipo de ventosas se puede encontrar en la referencia 5.

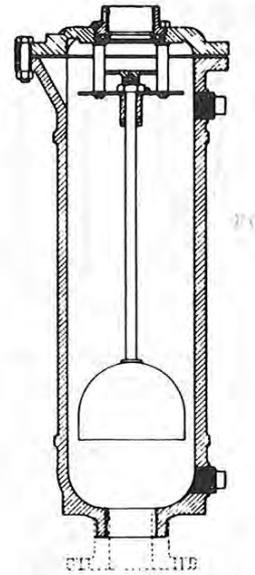


Figura 12.—Ventosa especial para aguas sucias, bifuncional.

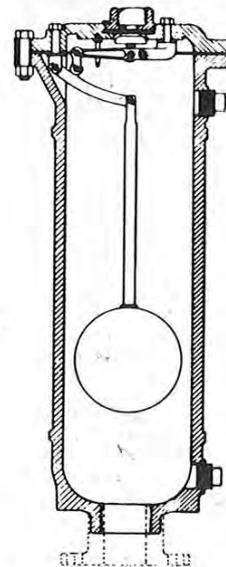


Figura 13.—Ventosa-purgador para aguas sucias, para evacuar el aire bajo presión.

VENTOSAS COMPUESTAS

Las ventosas se pueden combinar con purgadores para realizar separadamente las funciones de las ventosas trifuncionales o Universales. Estas soluciones dependen del criterio del Ingeniero Proyectista. Cuando se exige una separación de las funciones tenemos las ventosas compuestas, que pueden ser para aguas sucias (figura 14), o para aguas limpias con un purgador (figura 15), o con un purgador de gran capacidad (figura 16).

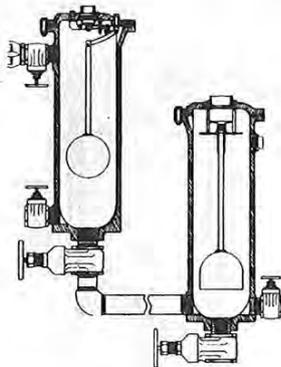


Figura 14.—Ventosa compuesta para aguas sucias. Consta de las ventosas de las figuras 12 y 13.

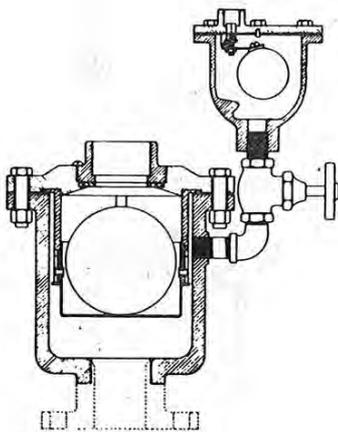


Figura 15.—Ventosa trifuncional compuesta con las ventosas de las figuras 5 y 8.

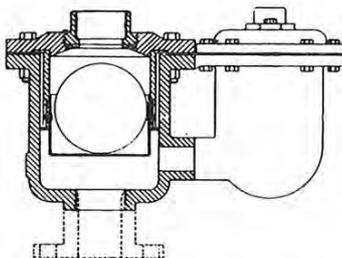


Figura 16.—Ventosa trifuncional compuesta con las de las figuras 5 y 7.

VENTOSAS EN RACIMO O PARALELO

En ocasiones puede ser más económico y fiable colocar varias ventosas pequeñas en la misma toma para obtener así mayor capacidad de evacuación de aire, o poder solucionar el problema en tuberías de gran diámetro con una serie de pequeñas ventosas en racimo (ver la figura 17).

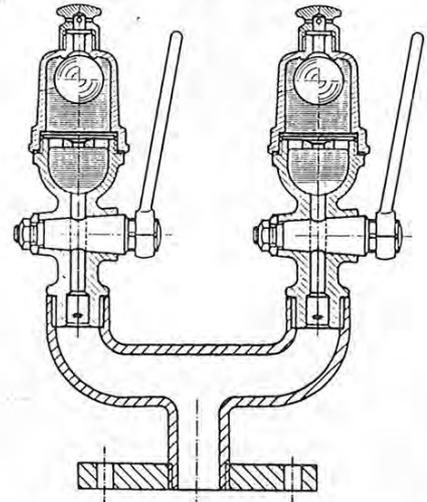


Figura 17.—Ventosas en racimo o paralelo.

DIMENSIONAMIENTO DE VENTOSAS

En cuanto al dimensionamiento hemos visto que, generalmente, se recomiendan de un diámetro igual a un cuarto o un quinto del diámetro de la tubería, sin tener en cuenta las presiones internas en la tubería. Analizando las presiones a veces recomendamos ventosas de un diámetro de un octavo del de la tubería o aún menor. Este tema está tratado en parte en las referencias 1 y 3. Hay siempre que tener en cuenta que es mejor colocar una ventosa pequeña que funcione que no una de tamaño adecuado pero que no cumpla su cometido automáticamente.

FRECUENCIA

La distancia entre ventosas del perfil de la conducción. Como hemos indicado se suelen colocar solamente en los puntos altos, pero se deben colocar también en los quiebros y en los tramos largos horizontales o con poca pendien-

te. Es absolutamente necesario colocar purgadores, o mejor ventosas trifuncionales, para evacuar el aire y los gases que siempre están disueltos en el agua.

ELECCION

La elección del tipo de ventosa depende de la experiencia del técnico, tamaño de la tubería, presión dentro de la misma, posible colapso de los tubos, golpes de ariete y economía. Probablemente la más idónea sea la trifuncional tipo Universal para diámetros superiores a 200 milímetros. Para bajas presiones y diámetros hasta 250 milímetros puede resultar más conveniente colocar las de las figuras 1 o 2, aunque sea en paralelo, y siempre para aguas limpias. Para aguas sucias no hay más que las de las figuras 12 y 13 que sean absolutamente fiables.

RESUMEN

Las ventosas pueden originar, si no funcionan adecuadamente, roturas en las tuberías. Hay ventosas de alta tecnología para cualquier condición de evacuación de aire. Aunque la elección de una ventosa idónea parezca difícil, se simplifica recurriendo a la instalación de ventosas trifuncionales.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. «Peligrosidad del aire en el interior de las tuberías», por Enrique Mendiluce Rosich, REVISTA DE OBRAS PUBLICAS, marzo 1984, págs. 177 a 184.
2. «Comentarios», a la referencia (1), por Manuel Mateos, REVISTA DE OBRAS PUBLICAS ca. septiembre 1984, págs. 725-726.
3. «El problema del comportamiento de las ventosas y su solución con ventosas trifuncionales», por Manuel Mateos, CIMBRA, julio 1984, págs. 14 a 17.
4. «Válvulas de retención de disco sobre eje longitudinal centrado», por Manuel Mateos, CIMBRA, septiembre 1983, págs. 19 a 20.
5. «Mejora de las impulsiones de aguas negras», por Manuel Mateos, TECNOLOGIA DEL AGUA, marzo 1983, págs. 101 a 103.

Manuel Mateos



Especializado en la solución de problemas de hidráulica mediante el empleo de válvulas especiales, tema sobre el que ha publicado 30 comunicaciones. También ha investigado problemas de tráfico con 50 publicaciones, problemas de suelos con 70 publicaciones, de utilización de cenizas volantes con 25 publicaciones, aparte de otras aportaciones en campos no ingenieriles. Su labor mundial ha sido reconocida en «Who's in the World», «Men of Achievement», «Who's Who in Western Europe», Sigma Xi, etc. Es miembro de varias Asociaciones profesionales y científicas y estudiado o trabajado en varios países.

COMENTARIOS al artículo «Peligrosidad del aire en el interior de las tuberías», de don Enrique Mendiluce Rosich, publicado en el número de marzo de 1984.

Por MANUEL MATEOS, Ing. de Caminos, C. y P. Master of Science.

Considero de suma importancia la comunicación de Mendiluce. Se ha perdido la fé en las ventosas por el mal comportamiento de algunas de ellas, lo que trae como consecuencia costosas roturas de tuberías. Creemos de interés hacer una evaluación oficial de las ventosas que no trabajan adecuadamente en nuestro país o lo hacen deficientemente. Hacer esta evaluación por medios estadísticos costaría tal vez menos que un par de ventosas de alta calidad, y de esta manera conoceríamos la magnitud del problema.

Mi primera experiencia en el problema de las ventosas data de hace treinta años. Mi padre, como contratista, había ejecutado una conducción en una ciudad del norte. Al terminarla se tuvo que comprobar su funcionamiento. Se abrieron las válvulas para que entrara el agua en la conducción, pero nunca llegó al final de la misma. Recuerdo que se pretendía culpar del fallo al contratista, pero la experiencia del encargado salvó esta situación difícil abriendo una junta en la parte alta de la conducción, por donde empezó a salir aire y lo que dió lugar a que el agua llegara al otro extremo de la tubería. El aire había hecho de tapón eficaz al paso del agua.

Posteriormente y ya como técnico y en mis análisis de roturas en tuberías he entrado en contacto con toda clase de problemas originados por bolsas de aire en las conducciones.

Basándonos en nuestra experiencia haremos un comentario poco extenso a la comunicación de Mendiluce.

Magnitud del problema. Creemos posible que las ventosas que no funcionan adecuadamente sumen decenas, o tal vez centenas, de miles.

Efectos en el golpe de ariete. Pueden hacer inútiles los cálculos y aún hacer perder la fé en algunas fórmulas.

Modelos. Mendiluce se refiere a dos mode-

los solamente. En nuestra comunicación de la Referencia 1 analizamos 17 modelos.

Costes. Se pueden tener ventosas de muy alta calidad a precios razonables, teniendo en cuenta las 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 de acuerdo con él, aunque he de mencionar que hemos colocado ventosas de bola de gran diámetro hechas con materiales de calidad en tuberías con presiones de más de 10 atmósferas y funcionaban perfectamente.

La pequeña ventosa de la figura 1 trabaja perfectamente hasta presiones de 8 atmósferas y es de bola. Lo mismo la de la figura 2 que funciona hasta con 12 atmósferas. La de la figura 3 puede trabajar hasta 10, 20, 50 o 100 atmósferas, dependiendo de los materiales empleados para su construcción.

Ubicación. La regla general es colocarlas en los puntos altos. Estoy de acuerdo con Mendiluce en que también hay que colocarlas en las subidas y en las bajadas de las conducciones.



Figura 1.



Figura 2.

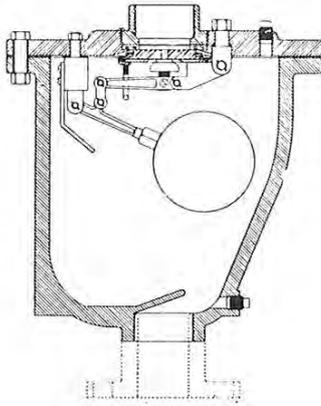


Figura 3.

Es más, nosotros las aconsejamos también en tramos horizontales largos (Referencia 2).

Prestaciones. Creemos que es preferible tener colocada una ventosa subdimensionada antes que una bien dimensionada pero que no funcione.

Dimensionamiento. Generalmente se sobredimensionan. No hay que seleccionarlas suponiendo su dimensión como un cuarto o un quinto del diámetro de la tubería. Hay que tener en cuenta ritmos de llenado y vaciado de la tubería, así como la presión del agua cuando la conducción está en carga, y el límite al colapsamiento de los tubos. En la figura 4 presentamos curvas de la ventosa trifuncional de la figura 3 para sus funciones de llenado y vaciado de la tubería.

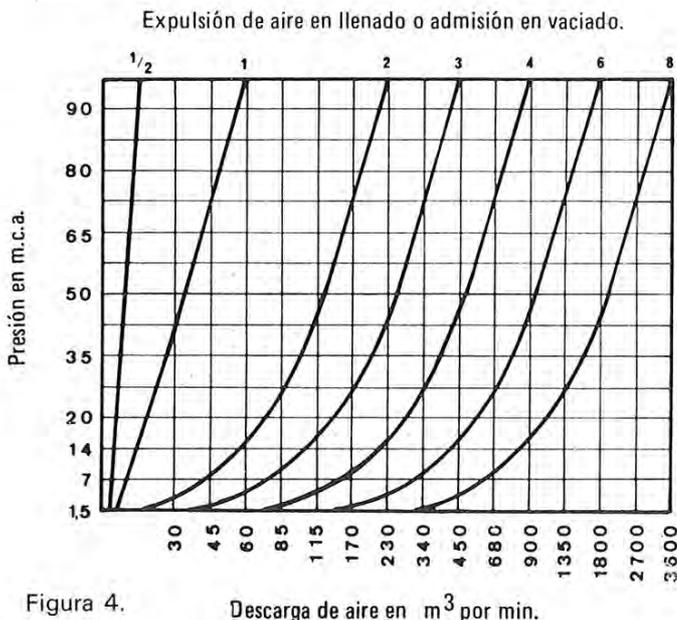


Figura 4.

Descarga de aire en m³ por min.

Purgadores. Los corrientemente usados adolecen también de defectos. Personalmente favorecemos los purgadores incorporados en ventosas trifuncionales (Referencia 3).

Ventosas para aguas sucias. Hay que tener en cuenta que no se pueden utilizar en aguas sucias las ventosas corrientemente empleadas en aguas limpias. Para aguas sucias las ventosas requieren un diseño especial (Referencia 4 y 5).

Ventosas en bombas, válvulas automáticas. No hemos visto se usen los tipos especiales idóneos (ver Referencia 1).

Ventosas para altas presiones. Ya hemos indicado más arriba que esto no es ningún problema.

Resumen. El problema de las ventosas es grave. La comunicación de Mendiluce da luz para que se pueda ver mejor tal problema.

REFERENCIAS

1. «Ventosas. Análisis práctico de su comportamiento y presentación de 17 tipos», por Manuel Mateos, presentado a la Revista de Obras Públicas.
2. «Ubicación de las ventosas», por M. Mateos, pendiente de publicación.
3. «El problema del comportamiento de las ventosas y su solución con ventosas trifuncionales», por M. Mateos, presentado a la revista Cimbra.
4. «Mejora de las impulsiones de aguas negras», por M. Mateos, publicado en Tecnología del agua, n.º 8, págs. 101-103, enero 1983.
5. «Válvulas especiales para aguas sucias», por M. Mateos, publicado en Cimbra, págs. 19 y 20, febrero 1984.

CONTESTACION DEL AUTOR

Agradezco a Manuel Mateos sus satisfactorios comentarios y sus coincidencias con las ideas expresadas en mi trabajo comentado.

No pretendo ser un experto en modelos de ventosa, pero pienso que, de forma simplista, es válida la división en dos modelos, según sean de bola flotante de material ligero o de mecanismo de obturación metálico.

COMENTARIOS A ARTICULOS PUBLICADOS

En el mercado se siguen ofreciendo y se siguen instalando los mismos modelos de ventosa que figuraban en los catálogos comerciales de hace más de 30 años y concretamente la Maquinista y Fundiciones del Ebro, recomendaba en aquellos años no pasar de 5 atmósferas con las de bola.

He sido responsable de la colocación de muchas ventosas de bola con presiones mayores que la indicada, pudiendo comprobar que la seguridad de su funcionamiento correcto disminuye en estos casos, pero como son notablemente más baratas, únicamente el Canal de Isabel II y Aguas Potables de Barcelona y quizás otras distribuidoras, las tienen proscritas.

No obstante quiero dejar bien claro que la incidencia del posible funcionamiento defectuoso de las ventosas, en las roturas de tubería es despreciable frente a las que se producen exclusivamente por el olvido de su instalación.

Estas puntualizaciones me sugieren dos nuevas e importantes recomendaciones:

Cuando en una conducción o distribución se produzcan más de una rotura de tubería, en zonas relativamente próximas y su timbraje sea el adecuado a la presión real de trabajo, colóquese como primera medida una ventosa del diámetro adecuado al de la tubería, en la zona de las roturas y después se puede estudiar, si se quiere, el perfil de la traza y se puede discutir entre los responsables de la instalación sobre las causas de las roturas, pero el problema habrá sido resuelto en la casi totalidad de los casos.

Salvo que se tenga la evidencia de haber instalado una amplia desaireación en una conducción o red de distribución, sus llenados deben hacerse muy lentamente, abriendo escasas vueltas de llave de paso inicial. La frecuente impaciencia por reponer en servicio la instalación vacía, es tradicionalmente su peor enemigo.

Comentarios al artículo «Chimeneas de equilibrio en instalaciones de bombeo», de Luis Torrent, publicado en el número de octubre de 1982

Por **MANUEL MATEOS**, Ing. de C. C. y P. Master of Sc. Doctor of Ph. Professional Engineer
 Profesor de Servicios Urbanos, Esc. de Ing. T. de Obras Públicas de Madrid

Es de agradecer que Luis Torrent haya plasmado sus experiencias y nuevas ideas para eliminar el golpe de ariete en esta comunicación. De esta manera tenemos una ayuda importante en el cálculo y diseño de estos dispositivos.

Debo mencionar, como contrapunto, las soluciones que he aplicado para eliminar el golpe de ariete con caudales menores que aquellos que son posibles aplicar por el método de Luis Torrent.

Los métodos que he empleado se basan en la utilización de unas válvulas especiales automáticas, de retención controlada y de alivio estabilizadas. Mediante el empleo de estos mecanismos hemos marginado la necesidad de cálculos teóricos. El fundamento de ello es no dejar que aparezca el problema; es decir no tener golpe de ariete. Nada mejor que explicar una de las instalaciones construidas.

La válvula de retención controlada se diseña para que se mantenga cerrada al poner en marcha el motor de la bomba. Una vez que la pompa ha adquirido su régimen normal de trabajo, se empieza la válvula a abrir lentamente, estando después completamente

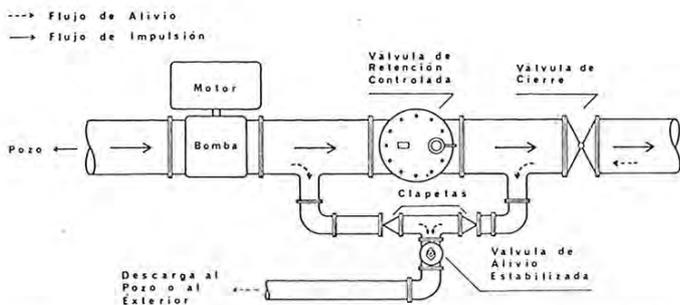


Figura 1.—Sistema de eliminación total del golpe de ariete utilizando una válvula de retención controlada y una válvula de alivio estabilizada.

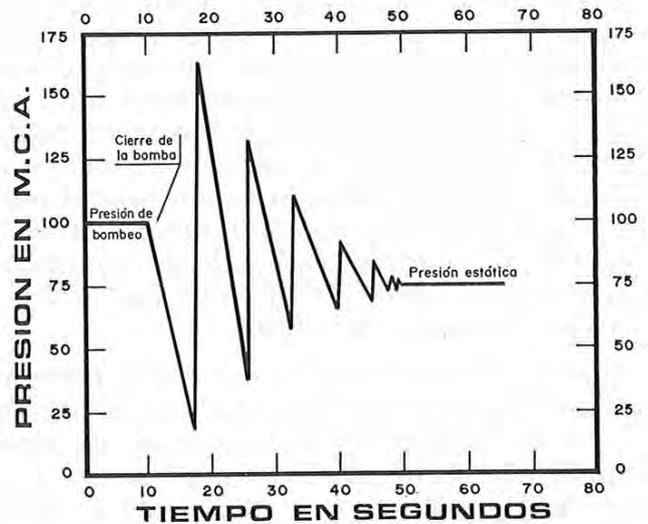


Figura 2.—Gráfico de sobrepresiones y depresiones al pararse la bomba en una conducción sin proteger con válvulas automáticas ni chimeneas de equilibrio.

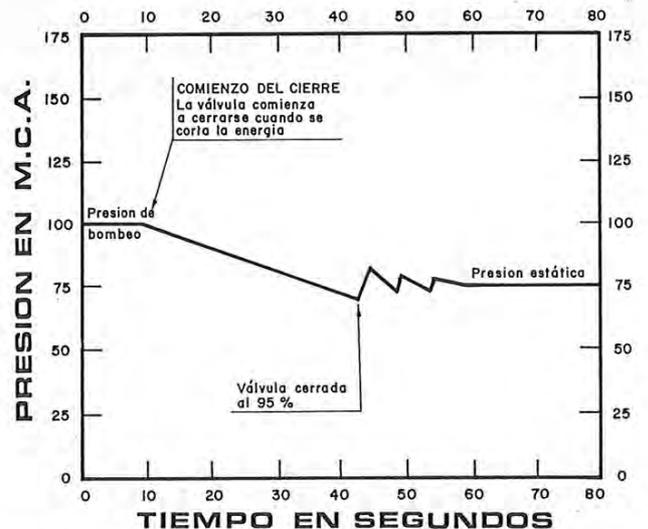


Figura 3.—Resultado al aplicar el sistema de eliminación del golpe de ariete representado en la figura 1.

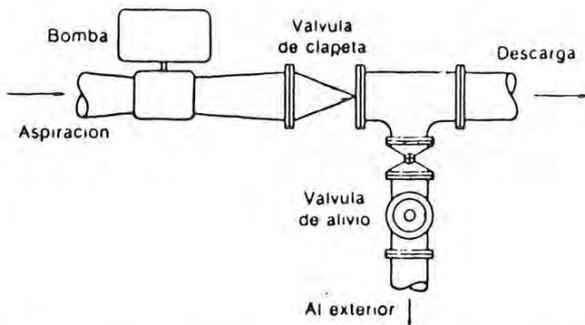


Figura 4.—Dispositivo para eliminar las sobrepresiones del golpe de ariete mediante una válvula de alivio estabilizada.

abierta cuando la instalación está trabajando normalmente. Cuando se quiere desconectar la impulsión, se programa para que primero se empiece a cerrar la válvula de retención controlada; una vez que esta válvula se ha cerrado en un 95 % desconecta ella misma el motor de la bomba. También se programa para que si hay una interrupción inesperada de la corriente eléctrica, la válvula de retención controlada se cierre velozmente para evitar o aminorar el golpe de ariete.

Aparte de la válvula de retención mencionada en el párrafo anterior, se necesita colocar en la instalación una válvula de alivio estabilizada. Esta válvula de alivio se abre cuando la presión sube al poner en marcha la bomba y estar cerrada la válvula de retención controlada. También se abre al parar la bomba, bien normalmente o por fallar el fluido eléctrico.

La disposición de las válvulas anteriores está representada en la figura 1. El golpe de ariete pasa de tener unos efectos como en la figura 2, a anularse como se representa en la figura 3.

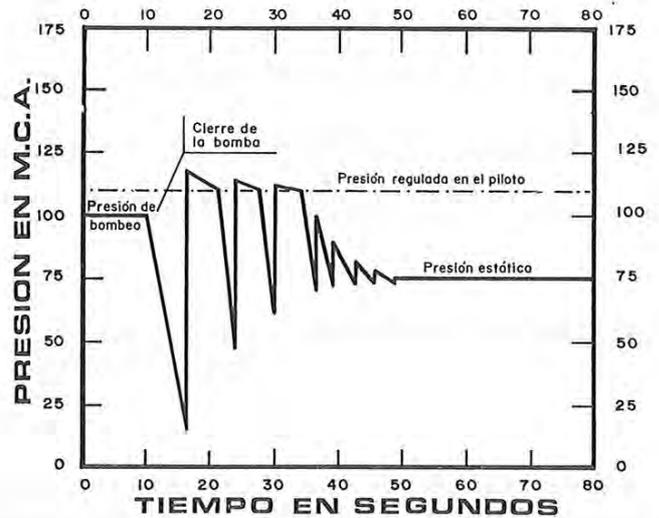


Figura 5.—Resultado al aplicar los dispositivos de la figura 4.

Aparte de la solución anterior, podemos eliminar muy económicamente la parte de sobrepresiones del golpe de ariete empleando tan sólo una válvula de alivio estabilizada como se presenta en la figura 4. El golpe de ariete queda entonces reducido a como se presenta en la figura 5. Esta solución se puede mejorar aplicando a la válvula de alivio estabilizada un dispositivo que actúe sobre la válvula haciéndola abrir al haber la rotura de la vena líquida de agua (es decir la depresión inicial del golpe ariete).

Con los dispositivos reseñados, y que están en funcionamiento en distintos puntos de España, podemos contrarrestar económicamente el posible golpe de ariete para caudales hasta 2.000 l:seg., o más, dependiendo de las condiciones de presiones de cada impulsión.

CONTESTACION DEL AUTOR

Hace relativamente poco tiempo, me lamentaba en las páginas de esta revista de que una comunicación que me llevó innumerables horas de trabajo no había merecido, al cabo de diez años de su publicación, ni una

referencia ni una réplica, lo que, a mi entender, significaba que a nadie había interesado. Y resultó que no era así, que los gráficos y tablas que con tanto esfuerzo preparé para este artículo eran habitualmente utilizados

COMENTARIOS A ARTICULOS PUBLICADOS

por otros compañeros, ninguno de los cuales había dicho oxe ni moxe cuando leyeron mi trabajo.

Como señala Don Francisco Benjumea en su artículo «¿Para qué las grandes presas? (R.O.P. de noviembre de 1982) hay un defecto de comunicación entre los ingenieros de caminos, que se pone de manifiesto en el escazo o nulo eco que despiertan los trabajos aparecidos en nuestra Revista, lo que contrasta con publicaciones extranjeras —en especial, las anglosajonas— en las que ocupan casi el mismo espacio las páginas de discusión que las destinadas a los artículos técnicos.

Para los que tenemos la, a mi entender, sana costumbre de ofrecer nuestras experiencias, positivas o negativas, a la atención de los compañeros, es reconfortante recibir contestaciones o discusiones, aunque sean tangenciales, aprovechando que el Pisuerga pasa por Valladolid, o aunque sean los oxtes y los moxtes a que antes aludimos y que no sabemos exactamente qué significan. Porque el silencio total a que nos tienen habituados los presuntos lectores de la revista nos hace sentirnos chalados soliloqueantes, voceros que claman en el desierto o conferenciantes sin auditorio, como los ridiculizados en los clásicos chistes de oradores a sala vacía.

Comentarios al artículo "Cálculo de las solicitaciones en las tuberías a presión enterradas" de Enrique Mendiluce Rosich, publicado en el número de abril de la Revista.

Por **MANUEL MATEOS** Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

He seguido siempre con interés los diversos trabajos de investigación del ingeniero Enrique Mendiluce por los aportes que suponen en los conocimientos técnicos sobre tuberías y en su aplicación a obras.

En las distintas publicaciones sobre el tema de esta comunicación, me he fijado que no se citan las últimas investigaciones llevadas a cabo por los seguidores de Marston en la Estación Experimental de Ingeniería de Iowa (USA). Se mencionan a veces los trabajos realizados por uno de los colaboradores de Marston, el profesor Schlick, dejando de lado la también importante labor de otro de ellos, el profesor M.G. Spangler, quien a pesar de ser octogenario sigue activo en su especialidad de Solicitaciones en Tuberías Enterradas.

Estuve afecto, desde 1958 a 1963, a la mencionada Estación Experimental de la Universidad Estatal de Iowa. En esa universidad tuve como

profesor en dos asignaturas al señor Spangler. En una de ellas se extendió ampliamente sobre la teoría y la práctica de las cargas en tuberías enterradas. El profesor Spangler es uno de los más didácticos que he tenido y sus explicaciones sobre conductos subterráneos fueron una sólida base para mi especialización posterior en roturas de tuberías.

Creo que todos aquéllos que trabajen con conductos subterráneos deberían estar familiarizados con los completos trabajos realizados en la Iowa Engineering Experiment Station por Marston-Schlick-Spangler. La mejor recopilación de sus trabajos, según mi opinión, se recoge en el capítulo "Underground Conduits", de unas 50 páginas, contenido en el libro de Spangler "Soil Engineering", publicado por "International Textbook Company" de Scranton. Debo mencionar por último que durante mi estancia en dicha Estación Experimental, continuaban desarrollándose tesis doctorales sobre el tema.

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". Por Emilio Herranz García y María del Carmen de Andrés Conde, publicado en el número de mayo de 1979.

Por **MANUEL MATEOS DE VICENTE**

Ing. de C., C. y P.; A. O. P.; P. E.; M. S.; Ph. D.
Analista de roturas en tuberías.

El trabajo realizado por Herranz y de Andrés para conocer la magnitud de las sobrepresiones o golpes de ariete, pienso que es de gran interés teórico. Hace veinticinco años me hicieron aprender de memoria fórmulas sobre el golpe de ariete, aunque realmente nos falta aún mucho para conocer perfectamente el problema.

Cuando existe un problema intrincado, hay dos posibles soluciones: 1. Tratar de conocerlo a fondo, o 2. Eliminarlo. El trabajo de Herranz y de Andrés contribuye activamente a la primera solución. Como ellos mismos expresan, aporta una clarificación de ideas sobre el fenómeno físico. Por mi parte, en el caso de las sobrepresiones o golpes de ariete, he tratado de actuar en forma activa sobre la segunda solución, es decir, eliminándolo.

Hace unos años entré en contacto con las soluciones de problemas hidráulicos a través del uso de válvulas automáticas. En el caso de sobrepresiones en estaciones de bombeo, captó mi atención el artículo de Russell L. Sutphen, ingeniero profesional, con los consultores O'Brien y Gere, de Syracuse, Nueva York (publicado en "Water and Wastes Engineering", noviembre de 1973). En este artículo titulado "Las válvulas Ayudan a cortar las sobrepresiones" indica que cuando no se pueden eliminar las sobrepresiones o el golpe de ariete, se necesita controlarlos por medio de válvulas.

He tratado de llevar a la práctica alguna solución por medio de válvulas automáticas, pero hasta el año 1975 no surgió la oportunidad de hacerlo. A instancia mía se colocó una válvula contra sobrepresiones, después de una válvula automática reguladora de presión. De esta forma si la reguladora de presión fallara en mantenerla constante, entraría a funcionar la válvula contra sobrepresiones. Esta instalación fue hecha junto a Madrid por técnicos extranjeros en una conducción de 300 milímetros, siendo el coste actual de la válvula de alivio de unas 120.000 pesetas. Estos técnicos están muy satisfechos del comportamiento de la instalación.

Otra oportunidad de instalar una válvula contra sobrepresiones en nuestro país, ha tenido lugar este año en el abastecimiento de agua a Puento del Arzobispo. En este caso la conducción es de 150 milímetros, de varios kilómetros de longitud y el coste de la válvula ha sido de 40.000 pesetas.

Fuera de nuestro país, tengo noticias de numerosas instalaciones, tanto en conducciones como en estaciones de bombeo. Este año tuve ocasión de ver en funcionamiento una válvula para regular una impulsión, con destino a Adén.

En ensayos hechos por la casa Ross Automatic Valves, se ha podido comprobar que es posible una disminución casi total de las sobrepresiones (ver figuras 1 y 2). Una vez eliminado el problema, no son necesarios ni calderines ni chimeneas de equilibrio.

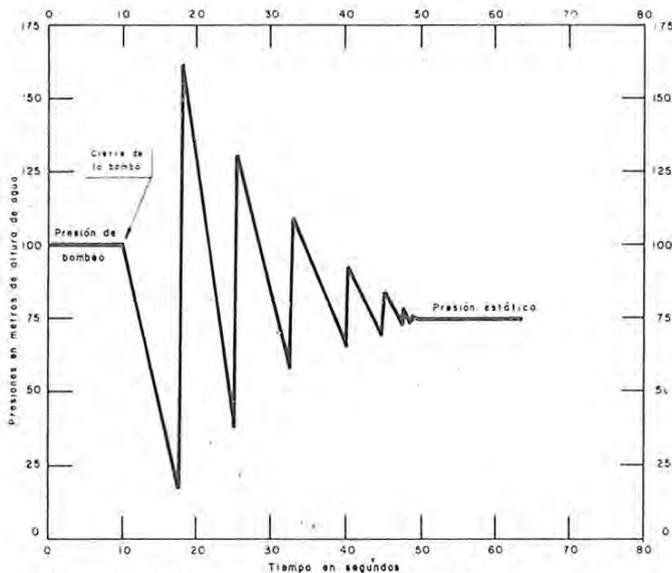


Figura 1. Curva típica de sobrepresiones al pararse la bomba en una conducción sin proteger con válvulas automáticas.

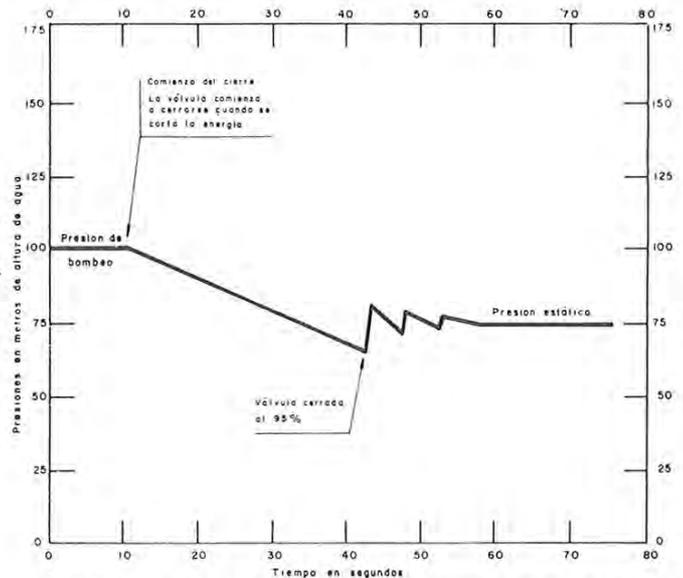


Figura 2. Curva típica de sobrepresiones al pararse la bomba en una conducción con válvulas automáticas de control, según Ross Automatic Valves.