

NORMATIVA DE VÁLVULAS PARA SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO Y RIEGO

García-Serra García, J.

Catedrático de Ingeniería Hidráulica. Instituto Tecnológico del Agua,

Universidad Politécnica de Valencia

jpgarcias@ita.upv.es

Zazo Salinero, T.

Ingeniero Agrónomo. TRAGSA; CENTER (Centro Nacional de Tecnología de Regadíos)

tzazo@tragsa.es

Pardo Picazo, M.A.

Ingeniero Industrial. Instituto Tecnológico del Agua, Universidad Politécnica de Valencia

miparpi@ita.upv.es

Pinilla Herrero, I.

Ingeniero Agrónomo. TRAGSA.

ipinilla@tragsa.es

1 Introducción

Las válvulas sólo representan entre un 5 y un 10 % del coste de implantación de una red de distribución de agua a presión, pero son fundamentales para el buen funcionamiento de estos sistemas. Son el elemento principal para el control de dichas instalaciones y una de las herramientas sobre la que se realiza su automatización.

Al diseñar una red, el proyectista siempre debe pensar en la explotación del sistema, y por tanto, en el usuario final, al que se le tiene que garantizar la ausencia de problemas asociados al mal funcionamiento de la regulación del sistema (estaciones de bombeo, dosificación de abonos y productos desinfectantes, filtración, y valvulería en general).

En el caso concreto de las válvulas, se debe exigir al fabricante un mínimo de calidad de acuerdo con las necesidades y los usos de las mismas, determinando de forma clara valores como son la presión de trabajo, el rango de caudales con los que va a trabajar, número de maniobras, etc.

Asimismo, se precisará que la válvula supere los ensayos que aparecen en una norma, de forma que implícitamente quede garantizado el correcto funcionamiento de un determinado modelo a lo largo de la vida útil del mismo.

Para que una norma tenga validez como tal, tiene que ser editada por un Organismo de Normalización reconocido; pero lo más importante es que esa norma sea "útil", es decir que contenga los acuerdos técnicos a los que se ha llegado teniendo en cuenta los puntos de vista de todos los implicados en el tema a normalizar. De esa forma se contará con una norma que caracterizará perfectamente el producto o sistema del que se trate.

El contenido de este artículo, se va a centrar en explicar la normativa existente sobre válvulas a nivel nacional, europeo e internacional, dando a conocer cual es su campo de aplicación, así como los valores y los ensayos que se especifican en las mismas.

Es importante que una válvula supere los ensayos que aparecen en la normativa correspondiente, porque de esta forma, se asegura un mínimo de calidad para el usuario.

2 Importancia de la Normalización

Las normas son documentos que recogen las características técnicas que debe cumplir un producto, un sistema o un servicio, para asegurar su funcionalidad. Los agentes implicados: fabricantes, usuarios, administración, investigadores, coordinados por un Organismo de Normalización reconocido, acuerdan por consenso unos requisitos mínimos a satisfacer.

Todos ellos encuentran beneficios en la utilización de las normas:

- Los fabricantes encuentran en las normas los protocolos de ensayo a seguir para la verificación de las características mínimas que deben cumplir sus productos, de manera que garanticen su calidad y seguridad. Además, toda empresa que cumpla las normas tiene la ventaja de poder certificar su producto o sistema, tanto nacional como internacionalmente, eliminando de esta manera barreras comerciales.
- Los proyectistas pueden exigir mediante los pliegos de condiciones el cumplimiento de las normas, asegurando así la correcta funcionalidad de los equipos. Por otro lado, conociendo la norma de cada elemento, cuentan con la información para escoger los productos más aptos y seguros.
- Los técnicos encuentran en las normas los datos a facilitar por los fabricantes, y los métodos utilizados para la determinación de los mismos. Al usar las normas un lenguaje común se evitan errores de identificación y se facilita la comparación de elementos, asegurando también el acople de los elementos (intercambiabilidad), y el repuesto de piezas.
- Las Universidades aportan su conocimiento científico.
- Los usuarios son los grandes beneficiados, ya que con las normas tienen la garantía del correcto funcionamiento y durabilidad de los productos o servicios que utilizan.
- Por último, la Administración utiliza las normas como base para la reglamentación, haciéndolas, en muchos casos, obligatorias.

3 Organismos de Normalización

Como se ha expuesto anteriormente, para que la norma tenga validez debe estar editada por un Organismo de Normalización reconocido. Los Organismos, y concretamente, los Comités y Subcomités técnicos donde se desarrollan las normas de válvulas para sistemas de abastecimiento y riego son los siguientes:

A nivel nacional: Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR):

- AEN/CTN19/SC3 “Valvulería”
- AEN/CTN68/SC2 “Riego”

A nivel europeo: Comité Europeo de Normalización (CEN):

- CEN/TC 69 “Válvulas industriales”
- CEN/TC334 “Técnicas de riego”

A nivel Internacional: Organización Internacional de Normalización (ISO):

- ISO/TC153 “Válvulas”
- ISO/TC23/SC18 “Equipamiento de riego y drenaje”

Los Comités nacionales tienen relación directa con los europeos e internacionales que cubren un campo de aplicación prácticamente idéntico. Asimismo, también existe comunicación entre los Comités de un mismo Organismo que pueden elaborar normas sobre el mismo tema, para evitar el solapamiento entre ellas. No obstante, hay que tener en cuenta unas premisas fundamentales y las consecuencias que traen consigo:

- Toda norma europea, pasa automáticamente a ser norma nacional de los países miembros de CEN, anulando las normas nacionales que existieran al respecto hasta ese momento.

- Las normas ISO son de adopción voluntaria, por lo que a nivel nacional, en los países miembros de ISO se puede hacer una norma nacional relacionada con la norma ISO en parte, redactarla exactamente igual o ni siquiera tenerla en cuenta.

En cualquier caso, desde un punto de vista global (tanto técnico como comercial), interesa que las normas sean lo más universales posible, y por tanto que un producto o sistema tenga una norma que recoja los mismos condicionantes técnicos en un país que en otro.

4 Normativa existente sobre Válvulas

4.1 Normas para clasificar las válvulas y definir sus componentes

UNE-EN 736 Válvulas – Terminología. Se trata de una norma con tres partes en las que se describen los componentes de una válvula y se clasifican según sus características constructivas y su función

- Parte 1: (1996) Definición de los tipos de válvulas.
- Parte 2: (1998) Definición de los componentes de las válvulas.
- Parte 3: (1999) Definición de términos.

Tanto en la parte 2 como en la parte 3 se incluye un anexo con un glosario de términos en 4 idiomas diferentes (español, inglés, francés y alemán).

4.2 Normas con requisitos de aptitud y ensayos de verificación. Suministro de agua destinada al consumo humano.

UNE-EN 1074 Válvulas para el suministro de agua – Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación apropiados.

Se trata de una norma con seis partes en las que se recogen los requisitos generales de diseño de las válvulas para suministro de agua en general, así como los métodos de ensayo para cualquier tipo de válvula en particular. Consta de 6 partes:

- Parte 1: (2001) Requisitos generales. Se establecen aquellos requisitos que son comunes a todo tipo de válvulas, así como los ensayos a realizar comunes a todas ellas para verificar su funcionamiento. En las otras partes (2 a 6) se especifican las particularidades que deben cumplir los diferentes tipos de válvulas.
- Parte 2: (2001) Válvulas de seccionamiento. Se aplica a las válvulas menores de diámetro nominal (DN) 2000 mm. y presiones de funcionamiento entre 6 y 25 bar.
- Parte 3: (2001) Válvulas antirretorno. De aplicación a válvulas de DN menor a 2000 mm. y presiones de funcionamiento entre 6 y 25 bar. Algunos ensayos, como el de pérdidas de carga o fatiga, solo se exigen para válvulas de DN igual o inferior a 300 mm.
- Parte 4: (2001) Purgadores y ventosas. Tanto para ventosas de gran orificio (expulsión y/o admisión de aire a baja presión para llenado o vaciado de conducciones) como para purgadores. Se aplica a cualquier ventosa que realice una o varias funciones con DN hasta 300 mm. y presiones de funcionamiento entre 6 y 25 bar.
- Parte 5: (2001) Válvulas de control. Para las válvulas destinadas a regular el caudal, el nivel o la presión (sea aguas arriba o aguas abajo) mediante el ajuste de la posición del obturador. Es de aplicación tanto para las válvulas de control autónomo (que utilizan la energía del agua conducida) de acción directa o pilotada (válvulas hidráulicas), como para las de control no autónomo (como por ejemplo las motorizadas de accionamiento eléctrico o neumático). Se aplica para válvulas de hasta DN 2000 y presiones de funcionamiento entre 6 y 25 bar.

- Parte 6: (2004) Hidrantes. De aplicación general para todos los tipos, entendiendo por hidrante cualquier elemento de conexión con un sistema de distribución de agua que cuente con un dispositivo de cierre. Se aplica para hidrantes de DN 65 hasta DN 150, y presiones de funcionamiento hasta 16 bar. Para hidrantes de lucha contra incendios o hidrantes de riego existen normas específicas.

4.3 Normas con requisitos de aptitud y ensayos de verificación específicas para válvulas de riego.

UNE 68074: 1986 Material de riego – Válvulas volumétricas. Requisitos generales y métodos de ensayo. De aplicación a las válvulas volumétricas, que son aquellas que están dotadas de contador totalizador de volumen y de un mecanismo de cierre, y que permiten suministrar volúmenes prefijados.

Dado que se trata de una norma en muchos aspectos obsoleta, en la última reunión del Grupo de trabajo 5 (Válvulas y Ventosas) del AEN/CTN68/SC2 se decidió adoptar como norma nacional la norma internacional **ISO 7714 “Agricultural irrigation equipment. Volumetric valves. General requirements and test methods”**, publicada en 2008.

UNE-EN 14267: 2005 Técnicas de riego – Hidrantes para riego. Esta norma hace referencia a los hidrantes de riego, entiendo como tales a las válvulas que conectan un sistema de distribución de agua a presión, con la red de riego de un usuario, con una entrada y una o varias salidas y al menos deben de tener las funciones seccionamiento y contador volumétrico, con la posibilidad también de funcionar como válvulas limitadoras de caudal y/o como válvulas reductoras de presión.

En esta norma se hace referencia en muchos ensayos, a los apartados correspondientes de la UNE-EN 1074-1 que se ha descrito previamente.

4.4 Normas ISO referidas a válvulas y pertenecientes al comité ISO/TC23/SC18 “Equipamiento de riego y drenaje”.

ISO 9635 Equipamiento para riego. Válvulas de riego. Se trata de una norma con cinco partes en las que se recogen los requisitos generales de diseño y métodos de ensayo de las válvulas utilizadas en sistemas de riego, con DN igual o superior a 15.

Esta norma es prácticamente idéntica a las normas UNE-EN 1074 (Partes 1 a 5) de válvulas de suministro de agua. Sin duda, la equivalencia entre estas normas ISO y las UNE-EN facilitará el uso de las válvulas fabricadas de acuerdo con normas Europeas o Internacionales. No obstante, si bien el contenido de las normas es prácticamente el mismo, así como los ensayos a realizar, formalmente es necesario comprobar cada producto con arreglo a la norma ISO correspondiente, por un lado, y con arreglo a la norma UNE-EN por otro.

ISO 9911: 2006 Pequeñas válvulas de plástico de funcionamiento manual. En esta norma se especifican los requisitos y métodos de ensayos que deberían superar las válvulas de plástico de funcionamiento manual que se instalan en una red de riego y cuyo tamaño está comprendido entre DN8 y DN100.

ISO 7714: 2008 Válvulas volumétricas – Requisitos generales y métodos de ensayo. En la norma se realiza una clasificación de estas válvulas y se recogen los ensayos a realizar para comprobar lo especificado por el fabricante.

ISO 9644: 2008 Pérdidas de carga en válvulas de riego – Métodos de ensayo. Muy semejante a la UNE-EN 1267:2000 “Válvulas – Ensayos de resistencia al flujo utilizando agua como fluido de ensayo”. Además, es la norma de referencia en las ISO 9635 para definir los ensayos de pérdidas de carga.

5 Principales ensayos recogidos en la Normativa

5.1 Conceptos previos

Antes de describir los ensayos más significativos que recogen las normas anteriormente comentadas, es necesario definir una serie de conceptos referidos a la presión que aparecen en todas las normas sobre válvulas. Estas definiciones aparecen en la norma UNE-EN 805 (2000) “Abastecimiento de agua. Especificaciones para redes exteriores a los edificios y sus componentes” y en la actualidad sirven de referencia para designar las diferentes presiones:

- PFA (Presión de funcionamiento admisible) presión hidrostática máxima que un componente es capaz de resistir, de forma permanente, en servicio. Equivale a la Presión Nominal (PN).
- PMA (Presión máxima admisible) valor máximo de presión que se alcanza en momentos puntuales del funcionamiento.
- PEA (Presión de ensayo admisible) máxima presión hidrostática que puede resistir un componente durante un tiempo relativamente corto, para asegurar integridad y estanqueidad.
- DP (Presión de diseño), presión máxima de funcionamiento (en régimen permanente) de la red o de la zona de presión, fijada por el proyectista, considerando futuras ampliaciones, pero excluyendo golpe de ariete.
- MDP (Presión máxima de diseño), presión máxima de funcionamiento de la red o de la zona de presión, fijada por el proyectista, considerando futuras ampliaciones e incluyendo golpe de ariete.
- STP (Presión de prueba de la red), presión hidrostática aplicada a una conducción recientemente instalada de forma que se asegure su integridad y estanqueidad.

Para una instalación dada, los valores de PEA, PMA y PFA del elemento a instalar (Válvula en este caso), deben ser mayores que la DP, MDP y STP fijadas por el proyectista.

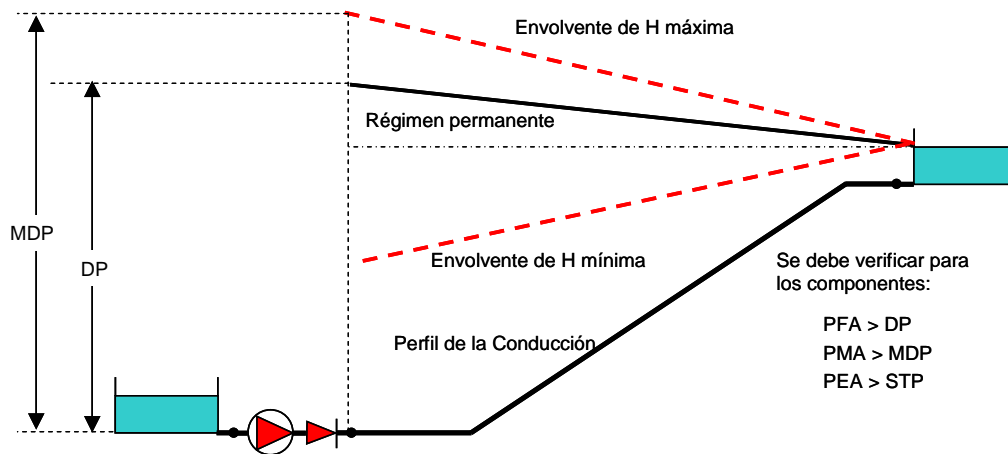


Figura 1 Valores de MDP y DP en una impulsión

Figura 2

5.2 Ensayos recogidos en las normas 1074

En las normas 1074 hay una serie de ensayos básicos, iguales para todos los tipos de válvulas, recogidos en la Parte 1. En las siguientes partes (de la 2 a la 6), se definen los ensayos específicos para cada tipo de válvula en particular. Estos ensayos son prácticamente los mismos que aparecen recogidos en las normas ISO 9635. Los ensayos que aparecen en la norma UNE-EN 1074 son:

Resistencia Mecánica:

- A la presión interior. Ensayo a válvula abierta con los extremos obturados a realizar en un banco de presión hidrostática. Presión prueba = máx (PEA y 1,5 PEA).
- A presión diferencial. Ensayo a válvula cerrada, en un banco de presión hidrostática, aplicando entre caras del obturador una presión diferencial que será el menor de los valores 1,5 PFA y PFA + 5 bar, pero un valor superior a PMA.
- A la flexión: Ensayo a presión diferencial PFA, con la válvula montada entre dos carretes apoyados sobre soportes. Se somete a la válvula a un momento flector M mediante la aplicación de fuerzas F sobre los carretes a los que está conectada.
- Al esfuerzo de maniobra: Se aplica al órgano de maniobra, tanto en apertura como en cierre, un par definido por el fabricante (valor máximo que se puede aplicar sin que sufra daños) y que debe superar al par mínimo de resistencia (mst) definido en la norma.

Estanqueidad de la carcasa;

- A la presión interior. Ensayo análogo al de resistencia mecánica a la presión interior.
- A la presión exterior: Para comprobar la estanqueidad a la entrada de aire, agua o cualquier otra materia extraña desde el exterior. En el banco hidrostático, se reduce la presión en el interior de la válvula hasta -0,8 bar durante dos horas.

Estanqueidad del asiento:

- A presión diferencial elevada. El ensayo se realiza en banco hidrostático, cerrando el obturador con un par que definirá el fabricante y que asegurará la estanquidad. Este par deberá ser inferior al par máximo de maniobra (MOT) particularizado en la norma para el tipo de válvula de que se trate. Aplicando una presión diferencial de valor igual a 1,1 PFA, el ratio de fuga no debe superar al ratio definido por la norma.
- A presión diferencial baja: Mismo ensayo que el anterior, pero con una presión diferencial de 0,5 bar.

Características Hidráulicas:

Ensayo según la norma UNE-EN 1267 para determinar el coeficiente de caudal Kv y el coeficiente adimensional de Pérdidas de carga k (ξ). Para ventosas se exige, solo para diámetros igual o inferior a 100 mm, un ensayo de la capacidad de expulsión/admisión de aire (Caudal-Presión) solo para las funciones entrada y salida.

Resistencia a los productos desinfectantes/fertilizantes:

En la norma UNE-EN 1074 este ensayo aparece como resistencia a productos desinfectantes y en la norma ISO 9635 como resistencia a fertilizantes. El protocolo y el objeto del ensayo es el mismo: se mide la resistencia de la válvula a la corrosión, dejando la válvula llena de agua con una concentración determinada de un reactivo químico durante 48 horas y evaluando posteriormente si existe deterioro de algún componente.

Resistencia a la fatiga:

Los ensayos de fatiga se corresponden con ciclos de maniobras de apertura y cierre del obturador bajo determinadas condiciones de presión y/o caudal. Tras la realización de estos ensayos, se exige realizar un ensayo de estanquidad tanto de la carcasa como del asiento para comprobar que la válvula no ha sufrido deterioro. Los ensayos de fatiga pueden ser o bien sin flujo de agua circulante, ensayos de fatiga estáticos que solo comportan ciclos de apertura y cierre, o bien con flujo de agua, ensayos de fatiga dinámicos, con una velocidad de circulación de 1 m/s generalmente. Cada tipo de ensayo de durabilidad (estático o dinámico) debe realizarse en un banco de ensayo diferente.

Normalmente, caso todos los ensayos se realizan con una presión PFA. El número de ciclos de apertura-cierre es variable, oscilando entre 250 y 2500, según el caso.

Para el caso de ventosas de gran orificio (expulsión de aire en el llenado y admisión de aire en el vaciado de la conducción) se realizan 250 ciclos, comprendiendo cada uno de ellos la expulsión del aire de la conducción por entrada de agua, con presión PFA, y el vaciado posterior del agua del interior de la ventosa para provocar la entrada de aire. Para los purgadores, que permiten la expulsión de pequeñas cantidades de aire a presión de funcionamiento normal del sistema, el número de ciclos de desgasificación a realizar (apertura del obturador para permitir la expulsión del aire acumulado) es de 2500. Tanto para ventosas como para purgadores se debe realizar un ensayo de apertura tras un cierre prolongado, manteniéndose durante 5 días llenas de agua a PFA y temperatura entre 45 y 50 °C.

Los ensayos con flujo de agua se realizan sobre válvulas de retención (cerrando las mismas tras detener el flujo con una presión PMA aplicada en el lado aguas abajo) e hidrantes (1000 ciclos con cierre del hidrante, presurización hasta PFA y apertura para establecer una caudal de agua a una velocidad de 1 m/s.

Características de Regulación:

Este ensayo se realiza tan solo a las válvulas de control, a fin de determinar si sus características de regulación coinciden con las que da el fabricante. Se definen ensayos para la función reguladora de presión, limitadora de caudal y control de nivel.

5.3 Otros ensayos

En las normas UNE 68074 y UNE-EN 14267 se definen ensayos prácticamente iguales a los comentados anteriormente para la UNE-EN 1074 e ISO 9635, y además algunos otros ensayos adicionales.

Asimismo, dado que estas normas hacen referencia a válvulas que cuentan con dispositivos de medición, se exigen ensayos para comprobar la precisión de los mismos. El ensayo de precisión consiste en determinar la curva de error del medidor para diversos caudales, entre el caudal mínimo y el caudal de sobrecarga.

Los ensayos de resistencia a la fatiga prescritos hacen referencia tanto al dispositivo de medición como al mecanismo de cierre. En el primer caso se somete a la válvula a un funcionamiento ininterrumpido, a diversos caudales, durante un número determinado de horas. Asimismo, se hace pasar agua cargada con partículas y con fibras para determinar la resistencia del dispositivo de medición. Finalmente, se debe de comprobar de nuevo la precisión.

Los ensayos de durabilidad del mecanismo de cierre se hacen con caudal circulante, consistiendo en aperturas totales y cierres parciales del obturador a velocidad prefijada (2500 ciclos). Tras el ensayo se deben comprobar los valores del par de maniobra o tiempo de cierre nominal, así como realizar un ensayo de estanquidad del hidrante.

Tanto la norma UNE 68074 como la UNE-EN 14267 prescriben ensayos de sobrepresión (golpe de ariete). En el caso de la UNE-EN 14267 la metodología es mucho más compleja. Se trata de determinar la sobrepresión que genera el cierre de la válvula, siendo para ello necesario disponer de una costosa instalación, por la que se hace circular el agua a una velocidad de 2 m/s. Para ello es necesario disponer de una conducción de 500 m de longitud, que alimentará al hidrante situado en su extremo final. En el caso de hidrantes con mecanismo de cierre mecánicamente controlado, es suficiente realizar una simulación con un programa informático que permita realizar cálculos de fenómenos transitorios.

6 Equipos necesarios para la realización de los ensayos

Para realizar los ensayos descritos en el apartado anterior son necesarios distintos Bancos de Ensayo. En cada uno de ellos es posible realizar unas pruebas diferentes. Asimismo, para alimentar los bancos en los que se exige circulación de flujo, es necesario disponer de una estación de bombeo de capacidad suficiente y con los dispositivos de regulación adecuados para lograr los puntos de funcionamiento prescritos.

Los Bancos de ensayo a instalar serían:

- Banco de presión hidrostática: Para realizar todas las pruebas de resistencia a la presión interior y estanquidad. No necesita circulación de caudal.

- Banco de pérdidas de carga y comprobación de los dispositivos de regulación: Para medir pérdidas de carga y comprobar las características de regulación de las válvulas.
- Banco de ensayo de contadores: Para realizar todos los ensayos relacionados con las características metrológicas de los medidores de caudal/volumen.
- Banco de durabilidad estático: Para realizar los ensayos de resistencia a la fatiga sin circulación de caudal.



Figura 3 Banco de durabilidad Estático. Ensayo de Ventosas

- Banco de durabilidad dinámico: Para realizar los ensayos de resistencia a la fatiga con circulación de caudal. Para ensayos con aguas contaminadas es necesario realizar modificaciones en el banco de ensayo.
- Banco de durabilidad de contadores: Para realizar ensayos de envejecimiento acelerado de contadores, válvulas volumétricas e hidrantes, haciendo pasar un caudal continuo a través de ellos. Cuando se exigen aguas contaminadas, es necesario realizar modificaciones en el banco de ensayo.
- Instalación para comprobación del golpe de ariete: Conjunto de tuberías, de diferentes diámetros nominales y de 500 m. de longitud cada una de ellas, alimentadas desde una estación de bombeo y con los elementos de regulación necesarios para provocar un golpe de ariete por cierre de hidrantes.
- Banco de ensayo de capacidad de ventosas: Permite realizar el ensayo de capacidad de ventosas. Debe estar dotado de una soplante capaz de hacer circular el caudal de aire necesario, así como de medidores de presión y de caudal de aire.

En las instalaciones del Laboratorio Central de ensayos de materiales y equipos de riego, (<http://www.center.es/laboratorio.php>), ubicado en el CENTER (Centro Nacional de Tecnología de Regadíos), se cuenta con bancos diseñados para realizar la gran mayoría de ensayos prescritos por las normativas a las que se ha hecho referencia en el presente trabajo.

7 Conclusiones

Es fundamental el conocimiento de las normas por todos los implicados en el sector de la distribución de agua a presión: fabricantes, proyectistas, usuarios...

Se tiene que exigir a los fabricantes que las válvulas sean capaces de cumplir las especificaciones que aparecen en las normas correspondientes, para así asegurar un nivel mínimo de calidad.

Se deben incluir las normas en los pliegos de condiciones de los proyectos.

Se necesitan Centros de referencia, tanto a nivel nacional como internacional, en los que se puedan realizar los ensayos que recogen las normas, para que los fabricantes puedan caracterizar sus productos y los usuarios verificar el correcto funcionamiento de los mismos. Asimismo, en estos Centros también podrán llevarse a cabo actividades de I+D+i para mejorar el desarrollo de los productos.

Interesa que las normas sean lo más “universales” posible, pues ello facilita la comercialización entre países, la comparación de productos iguales de distintas marcas, etc.

Hay que fomentar la comunicación entre los distintos comités de normalización que se ocupan de temas paralelos, para lograr esas normas “únicas” y mejorar las existentes incorporando las innovaciones tecnológicas que van apareciendo.



Figura 4 - Banco de pérdidas de carga y comprobación de los dispositivos de regulación

8 Referencias bibliográficas

Business Plan CEN/TC334 1998/2000 – European Committee for Standardization

Business Plan CEN/TC69 1998/2000 – European Committee for Standardization

Hdraulics of pipelines. Pumps, Valves, Cavitation, Transients. J.Paul Tullis. Ed. Wiley Interscience, 1989

Hydrostatic testing of control valves. A.S.M.E., 1980

Ingeniería Hidráulica aplicada a los sistemas de distribución de agua. Cabrera, E., Espert, V., García-Serra, J., Martínez, F., Andrés, M., García, M. Universidad Politécnica de Valencia, 1996

ISO/TC23 Business Plan – AFNOR, 2004-10-14; International Standardization Organization

The dynamic behaviour of check valves in pipeline systems. Kruisbrink A. C. H. Ed. Delft University Press, 1996

Vienna Agreement: Agreement on technical cooperation between ISO and CEN. 2001.

9 Agradecimientos

Se agradece al equipo técnico del Laboratorio Central de Materiales de Ensayo y Equipos de Riego del Centro Nacional de Tecnología del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, la colaboración aportada para posibilitar la realización de este artículo.