



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Civil

## Válvulas de PVC

**Héctor Hugo Arrecis Cabrera**

Asesorado por el Ing. Carlos Salvador Gordillo García

Guatemala, noviembre de 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

## VÁLVULAS DE PVC

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA

FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

**HÉCTOR HUGO ARRECIS CABRERA**

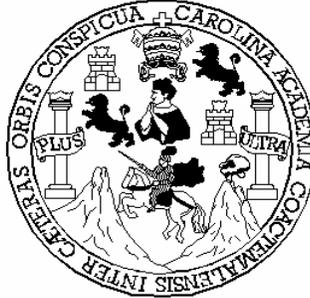
ASESORADO POR EL ING. CARLOS SALVADOR GORDILLO GARCÍA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2007

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO:	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I:	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II:	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III:	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV:	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
SECRETARIA:	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO:	Ing. Jorge Mario Morales González
EXAMINADOR:	Ing. Julio Guillermo García Ovalle
EXAMINADOR:	Ing. Oscar Armando Martínez Amaya
EXAMINADOR:	Ing. Byron Danilo Ramos González
SECRETARIO:	Ing. Edgar Aurelio Bravatti Castro

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **VÁLVULAS DE PVC,**

tema que me fue asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 04 de agosto de 2003.

**HÉCTOR HUGO ARRECIS CABRERA**

## **AGRADECIMIENTOS A**

### **DIOS**

Por darme sus bendiciones, llenarme de fortaleza en los momentos que los necesité y por permitirme terminar con una etapa más en mi vida.

### **MIS MAESTROS**

A quienes en la primaria me enseñaron mis primeras letras, mis primeros números, en especial a Nineth Ruano de Archila por enseñarme el camino que debía seguir.

### **MIS CATEDRÁTICOS**

Por todas sus enseñanzas que ayudaron a formarme como profesional.

### **MIS AMIGOS**

Por su amistad sincera y desinteresada.

### **MI FAMILIA**

Por su apoyo a lo largo de mi carrera y por el amor incondicional que me brindan.

### **LAS EMPRESAS DONDE LABORÉ**

Por darme la oportunidad de desenvolverme profesionalmente.

## **ACTO QUE DEDICO A**

### **MIS PADRES**

Elsa Cabrera Guzmán

Héctor Miguel Arrecis

Con el amor de siempre, y que este triunfo que también es de ellos sirva para enaltecer su nombre.

### **MI ESPOSA**

Licda. Mayra Lorena Rodas

Por todos estos años de amor y apoyo incondicional.

### **MIS HIJOS**

Andrea Gabriela y Héctor Eduardo, porque ustedes han sido la razón de mi esfuerzo.

### **LA FAMILIA MONTEAGUDO REVOLORIO**

Por el cariño que une nuestras familias, gracias por apoyarme siempre.

### **INGA. BECILIA PACHECO MAZARIEGOS, LICDA. ANA BEATRIZ ARAGÓN**

Por su amistad.

## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	<b>V</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>IX</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>XI</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>XIII</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>XV</b>
<b>1. CLORURO DE POLIVINILO (PVC)</b>	
1.1. Propiedades	1
1.2. Normas Standard	5
1.3. Pruebas	5
1.3.1. Prueba de presión	6
1.3.2. Prueba de pérdida de presión	6
<b>2. VÁLVULAS DE PVC</b>	
2.1. Tipos de válvulas	11
2.1.1. Válvula de bola	11
2.1.1.1. Válvula de bola tipo omni	11
2.1.1.2. Válvula de bola unión verdadera	12
2.1.1.3. Válvula de bola multipuerto	13
2.1.2. Válvula de Cheque	13
2.1.2.1. Válvula de cheque tipo columpio	14
2.1.2.2. Válvula de cheque tipo bola	15
2.1.3. Válvula de diafragma	15
2.1.4. Válvula de compuerta	16
2.1.5. Válvula de mariposa	17
2.1.6. Válvula de globo	17

2.2.	Características	18
2.2.1.	Válvula de bola unión verdadera	18
2.2.2.	Válvula de bola multipuerto	21
2.2.3.	Válvula de bola tipo omni	23
2.2.4.	Válvula de cheque tipo bola	26
2.2.5.	Válvula de cheque tipo columpio	28
	2.2.6. Válvula de compuerta	31
	2.2.7. Válvula de mariposa	33
	2.2.8. Válvula de diafragma	36
	2.2.9. Válvula de globo	40
2.3.	Pruebas de laboratorio	43
	2.3.1. Prueba de deflexión	43
	2.3.2. Prueba de enfriamiento	44
2.4.	Usos	46
<b>3.</b>	<b>INSTALACIÓN DE VÁLVULAS DE PVC</b>	
3.1.	Localización y ubicación	49
3.2.	Herramientas	49
	3.2.1. Junta cementada	49
	3.2.2. Válvula roscada	50
	3.2.3. Válvula flangeada o bridada	51
3.3.	Pruebas de campo	53
3.4.	Protección	53
<b>4.</b>	<b>ASPECTOS COMPARATIVOS CON LAS VÁLVULAS METÁLICAS</b>	
4.1.	Estructurales	55
	4.1.1. Válvula de bola	55
	4.1.2. Válvula de cheque	58
	4.1.3. Válvula de compuerta	60
	4.1.4. Válvula de mariposa	62
	4.1.5. Válvula de diafragma	64

4.1.6. Válvula de globo	66
4.2. Sanitarios	68
4.3. Operacionales	68
4.4. Costos	69
4.5. Funcionamiento hidráulico	71
4.6. Comparación de resultados con válvulas metálicas	83
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>87</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>89</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>91</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>93</b>



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Válvula de bola tipo omni	12
2.	Válvula de bola unión verdadera	12
3.	Válvula de bola multipuerto	13
4.	Válvula de cheque tipo columpio	14
5.	Válvula de cheque tipo bola	15
6.	Válvula de diafragma	16
7.	Válvula de compuerta	16
8.	Válvula de mariposa	17
9.	Válvula de globo	18
10.	Esquema válvula de bola unión verdadera	20
11.	Esquema válvula multipuerto	22
12.	Esquema válvula tipo omni	25
13.	Esquema válvula de cheque tipo bola	27
14.	Esquema válvula de cheque tipo columpio	30
15.	Esquema válvula de compuerta	32
16.	Esquema válvula de mariposa tipo 56	35
17.	Esquema válvula de diafragma flangeada	38
18.	Esquema válvula de diafragma unión verdadera	39
19.	Esquema válvula de globo flangeada	41
20.	Esquema válvula de globo roscada o cementada	42
21.	Forma correcta de apretar una válvula de PVC	51
22.	Orden para apretar tornillos en una válvula bridada	52
23.	Válvula de bola de bronce	57
24.	Válvula de cheque de bronce	59

25.	Válvula de compuerta de bronce	61
26.	Válvula de mariposa de bronce	63
27.	Válvula de diafragma de bronce	65
28.	Válvula flangeada de globo de bronce	67
29.	Equipo de laboratorio utilizado	72
30.	Determinación del coeficiente K para válvula de PVC de bola de diámetro de $\frac{3}{4}$ " completamente abierta	74
31.	Determinación de la longitud equivalente para válvula de PVC de bola de $\frac{3}{4}$ " de diámetro completamente abierta utilizando regresión lineal	75
32.	Determinación del coeficiente K para válvula de PVC de bola de diámetro de $\frac{3}{4}$ " semi abierta	76
33.	Determinación de la longitud equivalente para válvula de PVC de bola de $\frac{3}{4}$ " de diámetro semi abierta utilizando regresión lineal	77
34.	Determinación del coeficiente K para válvula de PVC de bola de diámetro de $\frac{1}{2}$ " completamente abierta	79
35.	Determinación de la longitud equivalente para válvula de PVC de bola de $\frac{1}{2}$ " de diámetro completamente abierta utilizando regresión lineal	80
36.	Determinación del coeficiente K para válvula de PVC de bola de diámetro de $\frac{1}{2}$ " semi abierta	81
37.	Determinación de la longitud equivalente para válvula de PVC de bola de $\frac{1}{2}$ " de diámetro semi abierta utilizando regresión lineal	82

## TABLAS

I. Valores de K utilizados en resinas utilizadas en la fabricación de PVC	2
II. Pérdida permisible para tubos plásticos de PVC con juntas elásticas en galones/hora	7
III. Presión vrs. Temperatura válvula de bola unión verdadera	19
IV. Dimensiones de válvula de PVC de bola unión verdadera	20
V. Presión vrs. Temperatura válvula multipuerto	22
VI. Dimensiones de válvula de bola multipuerto	23
VII. Presión vrs. Temperatura válvula de bola tipo omni	24
VIII. Dimensiones de válvula de bola tipo omni	25
IX. Presión vrs. Temperatura válvula de cheque tipo bola	26
X. Dimensiones de válvula de cheque tipo bola	27
XI. Presión vrs. Temperatura válvula de cheque tipo columpio	29
XII. Dimensiones de válvula de cheque tipo columpio	30
XIII. Presión vrs. Temperatura válvula de compuerta	31
XIV. Dimensiones de válvula de compuerta	33
XV. Presión vrs. Temperatura válvula de mariposa tipo 56	34
XVI. Dimensiones de válvula de mariposa tipo 56	35
XVII. Presión vrs. Temperatura válvula de diafragma	37
XVIII. Dimensiones de válvula de diafragma flangeada	38
XIX. Dimensiones de válvula de diafragma unión verdadera	39
XX. Presión vrs. Temperatura válvula de globo	40
XXI. Dimensiones de válvula de globo flangeada	41
XXII. Dimensiones de válvula de globo roscada o cementada	43

XXIII. Prueba de deflexión	44
XXIV. Prueba de enfriamiento	45
XXV. Par recomendado según el tamaño de válvula	52
XXVI. Dimensiones de válvula de bola de bronce	56
XXVII. Dimensiones de válvula de cheque de bronce	59
XXVIII. Dimensiones de válvula de compuerta de bronce	60
XXIX. Dimensiones de válvula de mariposa de bronce	62
XXX. Dimensiones de válvula de diafragma de bronce	64
XXXI. Dimensiones de válvula de globo de bronce	66
XXXII. Comparación de costos entre las válvulas de PVC y las válvulas metálicas	70
XXXIII. Resultados de laboratorio para válvula de bola PVC de $\frac{3}{4}$ " de diámetro completamente abierta	73
XXXIV. Resultados de laboratorio para válvula de bola PVC de $\frac{3}{4}$ " de diámetro semi abierta	75
XXXV. Resultados de laboratorio para válvula de bola de PVC de $\frac{1}{2}$ " de diámetro completamente abierta	78
XXXVI. Resultados de laboratorio para válvula de bola de PVC de $\frac{1}{2}$ " de diámetro semi abierta	81
XXXVII. Resumen de resultados obtenidos en el laboratorio para coeficiente de resistencia K y longitud equivalente para válvulas de bola de PVC de diámetros de $\frac{3}{4}$ " y $\frac{1}{2}$ "	83
XXXVIII. Resultados de laboratorio para válvulas metálicas	84
Comparación de resultados entre válvulas de PVC y bronce	85

## **GLOSARIO**

<b>PVC</b>	Cloruro de polivinilo
<b>PSI</b>	Libras por pulgada cuadrada
<b>Fluido</b>	Un fluido es una sustancia incapaz de resistir fuerzas o esfuerzos de corte sin desplazarse.
<b>Caudal</b>	Es el volumen de un fluido que pasa en la unidad de tiempo a través de una sección dada.
<b>Presión</b>	La presión en un fluido en reposo se define como la fuerza de compresión normal por unidad de área que actúa sobre una superficie sumergida en un fluido.
<b>Viscosidad</b>	La viscosidad es una propiedad de los fluidos que causa fricción. Además la viscosidad es una medida de la resistencia del fluido al corte cuando el fluido está en movimiento.
<b>Válvula</b>	Pieza de variadas formas que al colocarla en una abertura de máquinas o instrumentos

sirve para interrumpir alternativa o permanentemente la comunicación entre dos de sus órganos, controlan la dirección, la presión, el volumen o combinación de estas magnitudes.

**Manómetro**

Son aparatos que emplean columnas líquidas para determinar las diferencias de presiones.

**Rotámetro**

Es un medidor de área variable que sirve para medir caudales.

**Pérdidas locales**

Cualquier causa perturbadora, cualquier elemento o dispositivo que venga a establecer o elevar la turbulencia, cambiar la dirección o alterar la velocidad.

## RESUMEN

En el capítulo uno se describe las propiedades del material de PVC, como mecánicas, térmicas y eléctricas. También se da un resumen de las normas ASTM que el material de PVC debe de cumplir, así como las diferentes pruebas que se pueden realizar en campo para determinar la calidad del PVC.

En el segundo capítulo se da una breve descripción de cada uno de los diferentes tipos de válvula de PVC que existen gráficas de las mismas, cuadros con las dimensiones y pesos de las diferentes válvulas de PVC que se fabrican en la actualidad. Se describe las diferentes pruebas de laboratorio a las cuales deben de ser sometidas las válvulas de PVC así como los diferentes usos que se le puede dar a las mismas.

En el tercer capítulo se dan algunos consejos útiles para la colocación, uso y mantenimiento de los diferentes tipos de válvulas de PVC y algunas pruebas de campo.

En el cuarto capítulo se describen las válvulas de bronce que existen en el mercado sus dimensiones pesos y sus características, los cuales se utilizaron para realizar una comparación con las válvulas de PVC en sus aspectos estructurales, operacionales, sanitarios y funcionamiento hidráulico.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Caracterizar las válvulas de PVC para demostrar su conveniencia respecto de las válvulas de bronce.

### **Específicos**

1. Determinar cuales son los diferentes tipos de válvulas de PVC que se fabrican en la actualidad.
2. Determinar las características físicas de las válvulas de PVC en sus diferentes tipos y diámetros.
3. Determinar cuales son las pruebas de campo aplicables a válvulas de PVC ya instaladas en una red específica.
4. Determinar cuales son las medidas de protección, operación y mantenimiento que deben tomarse en las válvulas ya instaladas en una red.
5. Determinar en base a aspectos medibles como estructurales, sanitarios, operacionales y de costos que la válvula de PVC se constituye como una mejor opción que la válvula metálica.



## INTRODUCCIÓN

Los plásticos sintéticos comenzaron a desarrollarse en el siglo XIX e involucran una variedad de materiales que encontramos ampliamente usados en nuestros días por la sociedad moderna.

Los plásticos continuaron su desarrollo principalmente en las décadas de los años veinte y treinta. Muchos fueron usados extensivamente en la Segunda Guerra Mundial y en los principios de los años cincuenta del siglo pasado encontraron el camino para ingresar en la vida cotidiana de nuestros hogares.

La “Edad del Plástico” está ahora firmemente establecida entre nosotros. En los últimos sesenta años la producción mundial de termoplásticos ha aumentado considerablemente y el consumo ha crecido de algunos millones de toneladas en 1939 a más de 125 millones de toneladas en el año 2000.

En la actualidad, los plásticos reemplazan frecuentemente materiales tradicionales tales como madera, metales, vidrio, cerámica, cemento, cueros, papel y caucho porque son más livianos, más fuertes, más resistentes a la corrosión, muy durables y mejores aislantes.

El policloruro de vinilo, ampliamente conocido como PVC o vinilo, desempeña un rol muy importante en la familia de los polímeros sintéticos al cubrir las propiedades generales expuestas para los plásticos en general y otra en particular muy importante, como es su característica de autoextinguible, de no

ser propagante de llama debido a la presencia de cloro en su estructura molecular.

En la actualidad el PVC es el segundo plástico más usado en todo el mundo luego de todos los polietilenos sumados. La producción en la actualidad se aproxima a los 25 millones de toneladas por año.

El proceso químico para llegar al PVC involucra fabricar primeramente el monómero cloruro de vinilo o CVM, y luego unir estas unidades en un proceso de polimerización regulado que dará cadenas moleculares de estructura diferente de acuerdo a características preestablecidas para el polímero, las que son exigibles para el uso final al que será destinada la materia prima PVC.

El policloruro de vinilo, hoy día ampliamente difundido y conocido como PVC, ha sido parte de la evolución tecnológica de la ciencia y como resultado de sus aplicaciones se ha logrado un mejor desarrollo y confort de la humanidad. Veamos algunos hitos más importantes:

**1835.** Descubrimiento del monómero cloruro de vinilo por Von Liebig.

**1870-1890.** Descubrimiento de la polimerización del cloruro de vinilo por acción de la luz (Bauman).

**1912.** Klatte patentó el primer proceso de polimerización de PVC, logrado *vía emulsión*.

**1930- 1940.** Desarrollo de la polimerización de PVC *vía suspensión*.

**1947.** El PVC flexible comienza a ser utilizado en artículos de uso médico.

**1950.** Cinco compañías americanas producían PVC.

Se desarrolla en Francia el proceso de polimerización de PVC *vía masa*.

Los métodos de polimerización industrial del policloruro de vinilo en orden de importancias son: suspensión, emulsión y masa. La polimerización en solución sólo se utiliza para la obtención de copolímeros muy específicos.

- **Polimerización en emulsión.**

Fue el primer método desarrollado industrialmente. Da lugar a polímeros muy uniformes, con grandes rendimientos en la polimerización y permite obtener éstos en forma de látex, muy aptos para operaciones de transformación posterior. El uso de un medio acuoso en la polimerización en emulsión, que como todas las polimerizaciones de compuestos vinílicos es muy exotérmica, asegura la disipación de calor de las áreas individuales de reacción. Esto permite mantener la constancia de temperatura sin cuidados especiales. Puede hacerse de manera continua, con dispositivos no muy complicados y con seguridad absoluta. El único problema es la contaminación del polímero con las impurezas presentes en el agua, en particular el agente de emulsión que disminuye la pureza del polímero, modificando algunas propiedades del mismo.

- **Polimerización en suspensión**

Es el proceso más importante para la obtención de policloruro de vinilo, ya que el 80% de la producción mundial se obtiene por esta tecnología.

La polimerización se efectúa en autoclaves, en las que se cargan el agua (desmineralizada o de alta calidad controlada), el agente de suspensión (coloide protector), el iniciador (catalizador), buffers y seguidamente el monómero bajo presión.

La dispersión del cloruro de vinilo en agua se realiza mediante una agitación vigorosa y la acción protectora de las gotas, así dispersas, por un agente orgánico finamente disperso en agua.

El contenido del autoclave se calienta hasta la temperatura de polimerización empleando una mezcla de vapor y agua en la “camisa” que la recubre. Una vez alcanzada la temperatura prefijada, comienza la polimerización y el calor del proceso se desarrolla gradualmente. Este calor se elimina mediante la circulación de agua enfriada por la camisa del autoclave.

Es muy importante la constancia de la temperatura durante la polimerización porque hace al logro del peso molecular predeterminado.

- **Polimerización en masa.**

Hay dos fases diferentes en el proceso; primero la formación de partículas en una fase líquida y luego el crecimiento de las mismas en una fase esencialmente sólido en polvo. Los requerimientos de agitación en las dos fases son diferentes, cada etapa debe ser realizada en reactores distintos.

En la primera se introduce el monómero y los iniciadores, siempre solubles en el mismo y generalmente azocompuestos, así como reguladores y estabilizadores en un reactor de acero inoxidable, con agitación vigorosa. Dado

que el cloruro de vinilo hierve a  $-13.4\text{ }^{\circ}\text{C}$  la polimerización es llevada a cabo bajo presión de 5–12 bar (75–175 psi) y a temperaturas de 40–70  $^{\circ}\text{C}$ . El calor de polimerización es eliminado por una combinación de “camisa” de enfriamiento con agua y condensadores de reflujo del CVM.

- **Polimerización en solución**

Como su nombre lo sugiere, requiere un solvente orgánico como medio donde se produce la polimerización. No tiene desarrollo comercial significativo y solo se lo conoce en aplicaciones muy particulares.

El principal valor de los polímeros obtenidos por este medio es que por no necesitar el proceso el agregado de tensoactivos, se obtienen resinas que dan lacas muy transparentes. Para aquellos usos en las cuales el polímero es usado en solución, esta es una excelente manera de hacer un producto disuelto en el solvente requerido.

Desafortunadamente, la producción de estos materiales es cara y el precio de venta de los mismos puede ser tres o cuatro veces el precio de un homopolímero normal.



# 1. CLORURO DE POLIVINILO

## 1.1 Propiedades

Según las condiciones (presión, temperatura, aditivos, etc.) y el proceso de fabricación se obtienen polímeros de PVC de cadenas más o menos largas (mayor o menor peso molecular medio), mayor o menor dispersión de los tamaños moleculares en relación al valor medio y distinta estructura de las partículas (forma, porosidad, etc.).

Una resina de PVC se define por una serie de parámetros: densidad aparente, granulometría, contenido de volátiles, cenizas y especialmente por el índice de viscosidad y el valor K (que expresa la longitud de las cadenas y, por consiguiente, el peso molecular del polímero).

El valor K de una resina se obtiene, por vía experimental, contrastando las viscosidades de una disolución del polímero y del disolvente puro.

Una ecuación empírica en la que figuran, además de las viscosidades la concentración de la disolución permite determinar el valor K de la resina analizada.

A medida que aumenta el peso molecular crece el valor K y paralelamente mejoran las propiedades mecánicas, pero disminuyen las facilidades en el proceso de fabricación.

Los tubos que se fabrican por extrusión, no requieren una fluidez tan elevada del material plástico, ablandado por el calor, como los accesorios del PVC que se fabrican por inyección, y en los que la masa debe llenar homogéneamente el molde. Por ello se utilizan resinas de valores K superiores en los tubos que en los accesorios. La resistencia mecánica del material es superior en los tubos, y por este motivo, a igualdad de resistencia a la presión interna, los accesorios deben tener una pared más gruesa que los tubos.

Los valores K usuales de las resinas de PVC empleadas en la fabricación de tuberías, así como sus cualidades que las caracterizan en relación a la aplicación y al proceso de fabricación se resumen en la tabla I.

**Tabla I. Valores de K en resinas utilizadas en la fabricación de PVC**

<i>Producto</i>	<i>Proceso</i>	<i>Valor K</i>	<i>Valor K (min-max)</i>	<i>Características Requeridas</i>
Tubos	Extrusión	67	66-69	Resistencia mecánica
Accesorios	Inyección	56	55-58	Facilidad de procesado

Para mejorar las características que tienen los polímeros (resistencia mecánica, duración, facilidad del proceso de fabricación, etc.) las resinas se mezclan con una serie de aditivos y se preparan las fórmulas que se utilizarán para la fabricación de los tubos y los accesorios.

Los grupos de aditivos son, según el producto:

- Estabilizadores y filtros ultravioleta para optimizar la duración del material
- Lubricantes para favorecer los procesos de fabricación
- Modificadores de impacto para mejorar la resistencia mecánica
- Pigmentos para dar una coloración final al producto.

Las propiedades físicas del PVC rígido son:

### **Mecánicas**

Peso específico (g/cm <sup>3</sup> )	1.38-1.40
Resistencia a la tracción (kg/cm <sup>2</sup> )	500-550
Alargamiento a la rotura (%)	80
Módulo de elasticidad (kg/cm <sup>2</sup> )	30,000-40,000
Dureza Shore D	80-85

### **Térmicas**

Calor específico (Cal/g°C)	0.25
Coefficiente de dilatación lineal (1/°C)	$7 \times 10^{-5}$
Conductibilidad térmica (Kcal / mh°C)	0.13
Temperatura de ablandamiento Vicat (°C)	80

### **Eléctricas**

Rigidez dieléctrica (Kv/mm)	30-40
Resistividad ( $\Omega \times \text{cm}$ )	$5 \times 10^{15}$

Existen dos diferentes tipos de plástico: los llamados termoestables y termoplásticos, la diferencia entre ambos consiste en que los primeros no

pueden refundirse mientras los termoplásticos sí. Otra diferencia consiste en que los termoplásticos ofrecen mayor flexibilidad dentro de los límites permitidos, mientras los termoestables tienden a solidificarse. Los termoplásticos se pueden considerar como una cadena de polímeros que a veces presenta una estructura cristalina compuesta por pequeñas moléculas que se denominan monómeros de carbono doble, estos se distinguen por su dureza así como la resistencia al impacto y su resistencia química como también su tolerancia a las altas temperatura.

El PVC está clasificado como un termoplástico. Solo los componentes aromáticos y los clorados orgánicos así como las lacas y solventes producen efectos en las propiedades químicas del PVC.

Los termoplásticos son en general resistentes a la corrosión, entendiendo por corrosión la capacidad de este material de resistir cualquier deterioro que pueda ocurrir como reacción al medio ambiente en el que han sido instaladas, en particular con el oxígeno.

La corrosión en sí es un proceso electroquímico que se da en los metales. Existe corrosión en los metales por las fuerzas eléctricas que se dan entre los polos positivos y negativos y se forma cuando se unen metales con igual medio de conductibilidad eléctrica, o cuando el fluido que circula dentro o afuera de él, tiene diferentes concentraciones iónicas.

Los termoplásticos no sufren este tipo de corrosión debido a que es un material dieléctrico (aislante). Por eso se dice que es resistente a la corrosión, aunque hay ciertos químicos que si pueden afectar los termoplásticos como los solventes orgánicos.

## 1.2 Normas standard

Existen muchas normas acerca de los tubos de PVC y sus productos derivados. Las normas se refieren a las especificaciones de las juntas, prácticas recomendadas, terminología, códigos de instalación y guías de diseño todas ellas de la sociedad americana de pruebas de materiales (ASTM). De las cuales es importante mencionar las siguientes:

<b>Propiedad</b>	<b>Norma de Prueba</b>
• Punto de falla de tubo de PVC bajo presión hidrostática	D1598
• Punto de ruptura de tubería y accesorios	D1599
• Propiedades de tensión longitudinal	D2105
• Calidad de extrusión por inmersión en acetona	D2152
• Tensión aparente en los anillos	D2290
• Resistencia al impacto	D2444
• Diseño hidrostático en base a materiales termoplásticos	D2837
• Resistencia a la presión externa de la tubería plástica	D2924

## 1.3 Pruebas

Las pruebas que se pueden realizar en campo a las tuberías de PVC son las siguientes:

### **1.3.1 Prueba de presión**

Antes de realizar la prueba de presión a una línea de tubería, hay que asegurarse que se encuentre rellena y reforzada para evitar movimientos mientras se realiza la prueba. Todos los accesorios deben estar seguros a fin de evitar movimientos, si se utiliza concreto para la sujeción de los mismos hay que esperar el tiempo del curado del mismo. El propósito de la prueba de presión es localizar defectos en los materiales o en la instalación de los tubos, y por medio de esto tener una reparación apropiada del mismo. En una línea de tubería diseñada apropiadamente, la presión puede elevarse un mínimo por el uso de válvulas de alivio automáticas, por abrir o cerrar una válvula o por el arranque de una bomba u otros controles. Una prueba de presión de 50 PSI arriba del uso normal puede ser suficiente para cubrir los aspectos anteriores. Las presiones más altas se dan en las partes bajas de las tuberías. Presiones más altas que las especificadas pueden causar daños en las tuberías.

Para realizar la prueba de presión se llena la tubería con agua por medio de conexiones temporales y se le adapta una bomba de presión para la prueba de la misma.

### **1.3.2 Prueba de pérdida de presión**

El propósito de esta prueba es establecer que sección de la tubería probada, incluyendo juntas, accesorios, podría ocasionar pérdidas en medio de los límites permisibles.

Para esta prueba la presión debe mantenerse constante durante la duración de la prueba. La cantidad de agua bombeada adicionalmente a la tubería nos da el dato de la pérdida de la tubería. El aire atrapado en la tubería,

afecta el resultado de esta prueba. En la tabla II se muestra el máximo de pérdida para esta prueba:

**Tabla II Pérdida permisible para tubos plásticos de PVC con juntas elásticas en galones / hora presión en la tubería (PSI)**

<b><i>Diámetro Nominal</i></b>	<b><i>50</i></b>	<b><i>100</i></b>	<b><i>150</i></b>	<b><i>200</i></b>	<b><i>250</i></b>
4"	0.19	0.27	0.33	0.38	0.43
6"	0.29	0.41	0.50	0.57	0.64
8"	0.38	0.54	0.66	0.76	0.85
10"	0.48	0.68	0.83	0.96	1.07
12"	0.57	0.81	0.99	1.15	1.28

Esta pérdida es por cada 1,000 pies de tubería o cada 50 juntas. Las propiedades físicas de los plásticos que se utilizan en las válvulas se rigen por las normas siguientes:

<b>Propiedad</b>	<b>Norma de prueba</b>
• Gravedad específica	ASTM D 792
• Resistencia a la presión	ASTM D 638
• Enlongación	ASTM D 638
• Resistencia a la flexión	ASTM D 790
• Resistencia a la compresión	ASTM D 695
• Proporción elementos dañinos	ASTM D 638, ASTM D 790
• Dureza (Rockwell R)	ASTM D 785
• Fuerza de impacto	ASTM D 256
• Expansión térmica	ASTM D 696
• Conductividad térmica	ASTM C 177
• Resistencia dieléctrica	ASTM D 149

- Volumen de resistencia
- Absorción de agua en 24 Horas  
1/8" de espesor de pared

ASTM D 257

ASTM D 570

## 2. VÁLVULAS DE PVC

Una válvula se puede definir como aquel elemento que dentro de una red cumple con alguna de las siguientes funciones:

- 1) Para cerrar completamente el flujo
- 2) Para controlar el flujo
- 3) Para prevenir cualquier contraflujo lo que se conoce como el golpe de ariete.

Entendiendo como flujo a cualquier líquido o fluido que se movilice dentro de una red.

Para controlar y cerrar el flujo existen varios tipos de válvula y su elección depende del medio ambiente, posibilidad de desgaste y viscosidad del flujo a transitar en ella.

También influyen otros factores como temperatura de trabajo, presión de trabajo a la que va a ser sometida así como el espacio físico a utilizar.

Existen otros materiales que se utilizan en la fabricación de las válvulas de PVC pero siempre considerados como materiales termoplásticos entre los que se pueden mencionar los siguientes:

### **ACRILONITRILO BUTANO ESTIRENO (ABS)**

Posee una gran resistencia al impacto.

## **CLORURO DE POLIVINILO CLORADO (CPVC)**

Las propiedades y usos de este termoplástico son parecidos a los del PVC la diferencia radica es que este material puede ser utilizado con líquidos corrosivos calientes cuya temperatura no exceda los 93 °C (noventitrés grados centígrados), al utilizarse este tipo de material debe hacerse siempre con un margen de seguridad.

## **POLIPROPILENO TIPO I (PP)**

Es uno de los plásticos más livianos conocidos, pero siempre conserva su alta resistencia al impacto y su resistencia química a muchos ácidos alcaloides y solventes orgánicos. No es aconsejable utilizarlo con hidrocarburos clorados y aromáticos. Su resistencia a la temperatura es un poco menor que la del CPVC.

## **POLIPROPILENO VITRIFICADO (PPG)**

Al agregarle vidrio al polipropileno le proporciona una mayor resistencia a la temperatura y al mismo tiempo le da una mayor solidez.

## **FLUORURO DE POLIVINILIDENO (PVDF)**

Es un fluorcarbono de alto peso molecular, que le proporciona una alta resistencia al desgaste y abrasivos químicos, propiedades dieléctricas y solidez mecánica. Mantiene sus características aún en temperaturas a la humedad y al cloro seco, ácidos fuertes, bromo, halógenos, alifáticos, aromáticos, alcoholes y solventes clorados. No son recomendables utilizarlas con ketonas o éteres.

## **2.1. Tipos de válvula de PVC**

Los tipos de válvula existentes son las siguientes: válvula de bola, válvula de cheque, válvula de diafragma, válvula de compuerta, válvula de mariposa y válvula de globo, estas pueden ser adquiridas actualmente en el mercado, aunque las que se comercializan con mayor volumen son las válvulas de bola.

### **2.1.1. Válvula de bola**

Este tipo de válvula realiza dos funciones, de apertura y cierre del flujo. Se les da este nombre ya que para que cumpla su función esta prevista de una bola central en la parte interna que es la que controla el flujo. En posición abierta el flujo pasa directamente y no existe una reducción en el flujo ni baja de presión, ya que el diámetro de la bola es exactamente igual al diámetro de la tubería al cual va a ser conectada.

Actualmente existen tres tipos diferentes de estas válvulas siendo ellas:

- Válvula de tipo omni
- Válvula de bola unión verdadera
- Válvula de bola multipuerto

#### **2.1.1.1. Válvula de bola tipo omni**

Esta válvula es de tipo económico ya que es construida de una sola pieza, no puede desmantelarse ni ser extraída de la red.

**Figura 1. Válvula de bola tipo omni**



**2.1.1.2. Válvula de bola unión verdadera**

Esta válvula tiene la facilidad de que al sufrir algún desgaste de una de sus piezas, puede ser reemplazada, con la ventaja que la válvula puede ser quitada de la red sin necesidad de desarmar el sistema de tubería.

**Figura 2. Válvula de bola unión verdadera**



### **2.1.1.3. Válvula de bola multipuerto**

Este tipo de válvula elimina el uso innecesario de válvulas adicionales o accesorios como tees, etc., la forma en que ha sido diseñada permite el flujo en dos direcciones diferentes, en uno de ellas o permanecer cerradas al mismo tiempo.

**Figura 3. Válvula de bola multipuerto**



### **2.1.2. Válvula de cheque**

Son válvulas que debido a su diseño no permite que el flujo regrese en dirección contraria a la que fluye.

En este tipo de válvula cuando el flujo va en dirección correcta el dispositivo de cierre fluye libremente en el líquido ofreciendo una leve resistencia y en cuanto se produce el contraflujo con una mínima presión se sellan automáticamente.

En las válvulas de cheque se pueden encontrar con dos diferentes mecanismos de cierre que son:

- Válvula de cheque tipo columpio
- Válvula de cheque tipo bola

#### **2.1.2.1. Válvula de cheque tipo columpio**

Esta válvula consta de un disco que cierra con una presión mínima de cinco libras por pulgada cuadrada (5 PSI). Puede utilizarse un contrapeso que sirva para balancear el disco de acuerdo a la presión de trabajo requerida.

**Figura 4. Válvula de cheque tipo columpio**



### **2.1.2.2. Válvula de cheque tipo bola**

Esta válvula tiene una bola que flota libremente mientras el flujo va en dirección correcta, al producirse el contraflujo la bola regresa y sella perfectamente las paredes.

**Figura 5. Válvula de cheque tipo bola**



### **2.1.3. Válvula de diafragma**

Las válvulas de diafragma son utilizadas principalmente en el control de los flujos por su fácil manejo en las aperturas y cierre de las mismas. Por la fabricación y construcción de sus elementos es recomendada cuando el flujo a transitar en la válvula es particularmente corrosivo.

La válvula de diafragma puede ser utilizada como cualquier otra apertura o cierre total del flujo. Las válvulas de diafragma pueden ser colocadas tanto en posición horizontal como vertical.

**Figura 6. Válvula de diafragma**



#### **2.1.4. Válvula de compuerta**

La válvula de compuerta es usada para apertura y cierre de flujos en diámetros mayores. Cuando la válvula está en posición abierta permite el libre tránsito ya que el diámetro interno es igual al diámetro interno de la tubería al cual va a ser utilizada.

Las válvulas de compuerta están provistas de una guillotina que es la que cierra o abre el flujo, todas estas guillotinas son rectas.

**Figura 7. Válvula de compuerta**



### **2.1.5. Válvula de mariposa**

Se le llama así, por la aleta externa que es la que se utiliza para el cierre o apertura de la misma. Como las otras se utiliza para el cierre total o control del flujo.

Por su construcción es fácil de manejar y provee de un sello hermético cuando no se desea que el flujo pase. Debido a que este tipo de válvula no tiene muchos elementos es fácil su mantenimiento.

**Figura 8. Válvula de mariposa**



### **2.1.6. Válvula de globo**

La válvula de globo es utilizada principalmente cuando se requiere control del flujo, aunque si es necesario, también efectúa labores de cierre o apertura completa. Funciona dándole al flujo dos cambios de dirección de 90° cada uno.

Como la válvula de globo opera con dos cambios de dirección si ocasiona una pérdida de presión significativa.

Todas las válvulas que se han mencionado anteriormente, pueden trabajar por medio de actuadores de tipo neumático o eléctrico, siendo la válvula de globo la única que se puede operar solo manualmente.

**Figura 9. Válvula de globo**



## **2.2. Características**

### **2.2.1. Válvula de bola unión verdadera**

- El diseño de válvula unión verdadera permite ser reparada sin necesidad de sacarla del sistema de conducción (ver anexo 3).
- En diámetros de hasta 2" (dos pulgadas) la válvula unión verdadera no ofrece pérdida de presión porque posee el mismo diámetro que la tubería por la cual transita.
- Todos los diámetros se pueden ser usadas en servicios al vacío.
- El cuerpo de estas válvulas pueden ser de PVC, CPVC, PP, o PVDF.

- Los asientos utilizados pueden ser de Teflón, EPDM, o Vitón.

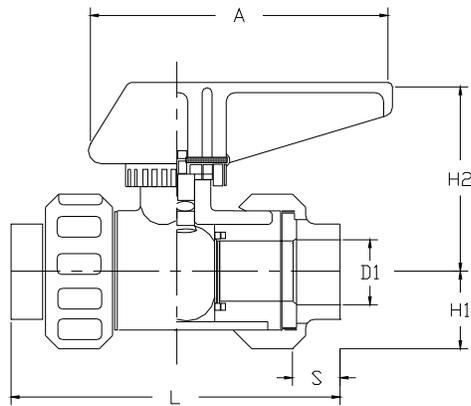
En la tabla III se presentan los datos de la presión de trabajo de esta válvula a diferentes temperaturas, y dependiendo del cuerpo de la misma.

**Tabla III. Presión vrs. temperatura (presión de trabajo en PSI, sin golpes de fuerza)**

Tamaño Nominal		PVC							
		-1.11 °C	°F	21.67 °C	71 °F	41.11 °C	°F	49.44 °C	°F
pulgadas	mm	21.11 °C	°F	40.56 °C	10 °F	48.89 °C	°F	60.00 °C	°F
		30	70	5	106	120	121	140	
1/2"-2"	15-50	230		170		150		30	
2 1/2"	65	230		170		150		NA	
3"	80	230		170		150		NA	
4"-6"	100-	150		150		150		NA	
	150								

La Figura 10 muestra las dimensiones de este tipo de válvula, todas las dimensiones están dadas en pulgadas, se ha dibujado la mitad como una sección para poder observar los detalles internos de la misma. La tabla IV muestra las dimensiones y pesos para cada uno de los tamaños existentes.

**Figura 10. Válvula de Bola Unión Verdadera**



**Tabla IV. Dimensiones de válvula de PVC de bola unión verdadera**

Tamaño		A		L		H1		H2		D1 flangeada		D1 cementada	
Pulg.	mm	pul	mm	pul	mm	pul	mm	pul	mm	pul	mm	pul	mm
1/2	15	3.62	91.95	5.63	143.00	1.14	28.96	2.03	51.56	0.59	14.99	0.85	21.54
3/4	20	3.94	100.08	6.77	171.96	1.38	35.05	2.34	59.44	0.79	20.07	1.06	26.87
1	25	4.33	109.98	7.36	186.94	1.54	39.12	2.68	68.07	0.98	24.89	1.33	33.66
1 1/4	32	4.76	120.90	7.48	189.99	1.85	46.99	3.17	80.52	1.26	32.00	1.67	42.42
1 1/2	40	5.16	131.06	8.35	212.09	2.17	55.12	3.5	88.90	1.57	39.88	1.91	48.56
2	50	6.26	159.00	9.21	233.93	2.6	66.04	4.04	102.62	2.01	51.05	2.39	60.63
2 1/2	65	7.87	199.90	10.2	259.08	2.83	71.88	4.96	125.98	2.56	65.02	2.89	73.38
3	80	9.45	240.03	11.97	304.04	3.35	85.09	5.51	139.95	3.07	77.98	3.52	89.31
4	100	11.81	299.97	14.65	372.11	4.33	109.98	7.01	178.05	3.94	100.08	4.52	114.76

continúa

Tamaño		D1 roscada		S cementada		S roscada		Peso Flang.		Peso rosc./cem.	
Pulg.	mm	pul	mm	pul	mm	pul	mm	lb	Kg	lb	Kg
1/2	15	NPT 1/2	15	0.88	22.23	0.59	14.99	1.10	0.50	0.44	0.20
3/4	20	NPT 3/4	20	1.00	25.40	0.67	17.02	1.54	0.70	0.66	0.30
1	25	NPT 1	25	1.13	28.58	0.79	20.07	2.70	1.22	1.10	0.50
1 1/4	32	NPT 1 1/4	32	1.25	31.75	0.87	22.10	3.30	1.50	1.54	0.70
1 1/2	40	NPT 1 1/2	40	1.38	34.93	0.98	24.89	4.40	2.00	2.64	1.20
2	50	NPT 2	50	1.50	38.10	1.10	27.94	8.15	3.70	4.40	2.00
2 1/2	65	NPT 2 1/2	65	1.22	30.99	1.26	32.00	8.80	3.99	6.17	2.80
3	80	NPT 3	80	1.40	35.56	1.38	35.05	13.00	5.90	9.70	4.40
4	100	NPT 4	100	1.63	41.40	1.77	44.96	26.67	12.10	24.00	10.89

### 2.2.2 Válvula de bola multipuerto

El diseño en "L" permite que el flujo de una fuente común derive a la derecha o izquierda o mantener los dos sentidos completamente cerrados.

- Elimina el uso de una válvula o accesorio adicional.
- Todos los diámetros de este tipo de válvula permite su uso al vacío.
- Su tipo de unión puede ser cementada, roscada o flangeada.
- El cuerpo de las válvulas de este tipo puede ser de PVC, CPVC, PP, PVDF.
- Los asientos pueden ser de Teflón, EPDM, o Vitón.

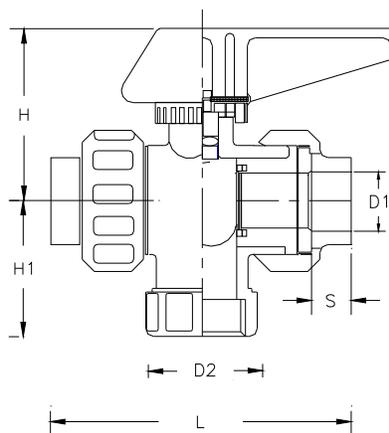
En la tabla V se presentan los datos de la presión de trabajo de esta válvula a diferentes temperaturas, y dependiendo del cuerpo de la misma.

**Tabla V. Presión vrs. temperatura (sin golpes de fuerza)**

Tamaño Nominal		PVC					
		°C	°F	21.67 °C	71.00 °F	41.11 °C	106.00 °F
pulgadas	mm	1.11	30.00	40.56 °C	105.00 °F	48.89 °C	120.00 °F
		1.11	70.00				
1/2-2	15-50	150		150		150	
3-4	80-100	150		150		150	

La Figura 11 muestra las dimensiones de este tipo de válvula, todas las dimensiones están dadas en pulgadas, se ha dibujado la mitad como una sección para poder observar los detalles internos de la misma. La tabla VI muestra las dimensiones y pesos para cada uno de los tamaños existentes.

**Figura 11. Válvula de Bola Multipuerto**



**Tabla VI. Dimensiones de válvula de bola multipuerto.**

Tamaño	L flangeada		L roscada		L cementada		H		H1 flangeada		H1 roscada		H1 cementada		
	Pulg.	mm	pul	mm	pul	mm	pul	mm	pul	mm	pul	mm	pul	mm	
1/2	15	5.63	143.00	4.02	102.11	4.45	113.03	2.03	51.56	3.70	93.98	2.89	73.41	3.08	78.23
3/4	20	6.77	171.96	4.72	119.89	5.08	129.03	2.34	59.44	4.50	114.30	3.48	88.39	3.56	90.42
1	25	7.36	186.94	5.16	131.06	5.75	146.05	2.68	68.07	5.24	133.10	4.13	104.90	4.32	109.73
1 1/2	40	8.35	212.09	6.42	163.07	7.24	183.90	3.50	88.90	6.50	165.10	5.53	140.46	5.71	145.03
2	50	9.21	233.93	7.76	197.10	8.23	209.04	4.04	102.62	7.34	186.44	6.61	167.89	6.66	169.16
3	80	11.97	304.04	10.39	263.91	11.10	281.94	5.51	139.95	10.06	255.52	9.25	234.95	9.59	243.59
4	100	14.65	372.11	14.17	359.92	13.90	353.06	7.01	178.05	12.01	305.05	11.77	298.96	11.58	294.13

Tamaño	D2		D1 roscada, flang		D1 cementada		S cementada		S roscada		Peso Flang.		Peso rosc./cem.		
	Pulg.	mm	pul	mm	pul	mm	pul	mm	pul	mm	lb	Kg	lb	Kg	
1/2	15	0.59	14.99	0.59	14.99	0.85	21.54	0.88	22.23	0.59	14.99	1.76	0.80	0.66	0.30
3/4	20	0.79	20.07	0.79	20.07	1.06	26.87	1.00	25.40	0.67	17.02	2.42	1.10	1.10	0.50
1	25	0.98	24.89	0.98	24.89	1.33	33.66	1.13	28.58	0.79	20.07	3.52	1.60	1.76	0.80
1 1/2	40	1.26	32.00	1.57	39.88	1.91	48.56	1.38	34.93	0.98	24.89	6.36	2.88	4.18	1.90
2	50	1.69	42.93	2.01	51.05	2.39	60.63	1.50	38.10	1.10	27.94	8.59	3.90	5.73	2.60
3	80	2.70	68.58	3.07	77.98	3.52	89.31	1.88	47.63	1.38	35.05	18.95	8.60	15.43	7.00
4	100	3.54	89.92	3.94	100.08	4.52	114.76	2.00	50.80	1.77	44.96	39.90	18.10	35.27	16.00

### 2.2.3 Válvula de bola Omni

- Es construida en una sola pieza.
- Es posible encontrarla en diámetros de 3/8" a 3"
- Es compacta y económica para ser utilizada con agua, agua salada y químicos leves.
- Ideal para utilizarse en casa, granjas o industrias.

- Su tipo de unión puede ser roscada, cementada o flangeada bajo las normas ANSI.
- El cuerpo de estas válvulas se encuentran en PVC, O CPVC.
- Los asientos son recubiertos con Teflón y EPDM, los sellos de EPDM.

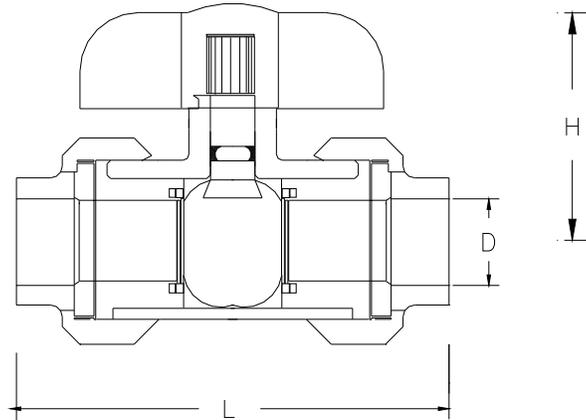
En la tabla VII se presentan los datos de la presión de trabajo de esta válvula a diferentes temperaturas.

**Tabla VII. Cuadro de presión vrs. temperatura sin golpes de fuerza**

Tamaño Nominal		PVC	
		-1.11 °C	°F
pulgadas	mm	21.11 °C	°F
		3/8 - 2	13-50
3	80	150	

La figura 12 muestra las dimensiones de este tipo de válvula, todas las dimensiones están dadas en pulgadas, se ha dibujado la mitad como una sección para poder observar los detalles internos de la misma. La tabla VIII muestra las dimensiones y pesos para cada uno de los tamaños existentes.

**Figura 12. Válvula de bola tipo omni.**



**Tabla VIII. Dimensiones de válvula de bola tipo omni.**

Tamaño		L		H		D cem		D rosc.		s cem.		s rosc.		Peso rosc/cem	
Pulg.	mm	pul	mm	pul	mm	pul	mm	pul	mm	pul	mm	pul	mm	lb	Kg
3/8	13	3.35	85.09	1.65	41.91	0.69	17.45	NPT 3/8	13.00	0.59	14.99	0.59	14.99	0.22	0.10
1/2	13	3.82	97.03	1.73	43.94	0.85	21.54	NPT 1/2	13.00	0.69	17.53	0.59	14.99	0.26	0.12
3/4	20	4.02	102.11	2.17	55.12	1.06	26.87	NPT 3/4	20.00	0.72	18.29	0.67	17.02	0.55	0.25
1	25	4.49	114.05	2.36	59.94	1.33	33.66	NPT 1	25.00	0.87	22.10	0.79	20.07	0.88	0.40
1 1/4	30	5.00	127.00	2.76	70.10	1.67	42.42	NPT 1 1/4	30.00	0.94	23.88	0.87	22.10	1.21	0.55
1 1/2	40	5.98	151.89	2.99	75.95	1.91	48.56	NPT 1 1/2	40.00	1.09	27.69	0.98	24.89	1.32	0.60
2	50	6.93	176.02	3.31	84.07	2.39	60.63	NPT 2	50.00	1.16	29.46	1.10	27.94	2.20	1.00
3	80	9.29	235.97	4.88	123.95	3.52	89.31	NPT 3	80.00	1.87	47.50	1.17	29.72	6.61	3.00

### 2.2.4 Válvula de cheque tipo bola

- La bola es la única parte móvil dentro de la válvula.
- Se puede utilizar tanto horizontal como verticalmente
- La bola flota libremente cuando el flujo es en una dirección, pero sella cuando el flujo viene en contra cierra con un mínimo de presión de 5 PSI (cinco libras por pulgada cuadrada).
- La unión verdadera facilita el mantenimiento de la válvula.
- El pie de válvula opcional permite un chequeo fuera de la red principal.
- El cuerpo de la válvula puede ser de PVC, CPVC, PP y PVDF.
- Tanto los asientos como los sellos pueden ser de EPDM, Teflón o Vitón.
- La forma de unión puede ser flangeada, roscada o cementada.

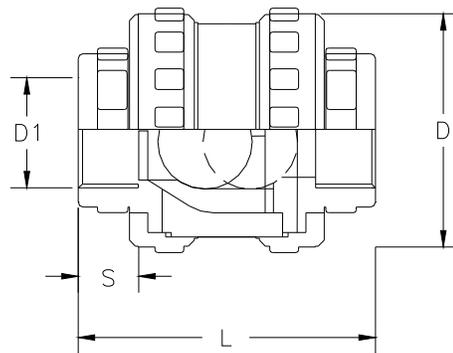
La tabla IX nos muestra la presión de trabajo contra la temperatura de estas válvulas, la presión está medida en PSI, con agua y sin golpes de fuerza.

**Tabla IX. Cuadro de presión vrs temperatura sin golpes de fuerza**

Tamaño Nominal		PVC	
		-1.11 °C	°F
pulgadas	mm	48.89 °C	°F
			120.00
1/2- 2	15-50	150	
3-4	80-100	100	

La figura 13 muestra las dimensiones de este tipo de válvula, todas las dimensiones están dadas en pulgadas, se ha dibujado la mitad como una sección para poder observar los detalles internos de la misma. La tabla X muestra las dimensiones y pesos para cada uno de los tamaños existentes.

**Figura 13. Válvula de Cheque Tipo Bola**



**Tabla X. Dimensiones de Válvula de Cheque Tipo Bola.**

Tamaño		D cem., rosc		D flangeada		L flangeada		L roscada		L cementada		D1 flang., cem.	
		pul	mm	pul	mm	pul	mm	pul	mm	pul	mm	pul	mm
1/2	15	1.89	48.01	3.50	88.90	5.12	130.05	3.39	86.11	3.43	87.12	0.59	14.99
3/4	20	2.36	59.94	3.88	98.55	6.10	154.94	4.06	103.12	3.86	98.04	0.79	20.07
1	25	2.76	70.10	4.25	107.95	6.50	165.10	4.45	113.03	4.37	111.00	0.98	24.89
1 1/4	30	3.78	96.01	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00	127.00	4.92	124.97	1.22	30.99
1 1/2	40	3.78	96.01	5.00	127.00	7.56	192.02	5.94	150.88	5.94	150.88	1.57	39.88
2	50	4.17	105.92	6.00	152.40	8.43	214.12	6.97	177.04	6.77	171.96	2.01	51.05
3	80	5.98	151.89	7.50	190.50	12.20	309.88	8.74	222.00	9.55	242.57	3.07	77.98
4	100	8.27	210.06	9.00	228.60	15.63	397.00	12.09	307.09	12.60	320.04	3.94	100.08

continúa

Tamaño		D1 rosc.		S roscado		S cement.		Peso flang.		Peso rosc/cem	
Pulg.	mm	pul	mm	pul	mm	pul	mm	lb	Kg	lb	Kg
1/2	15	NPT 3/8	13.00	0.59	14.99	0.69	17.48	0.66	0.30	0.22	0.10
3/4	20	NPT 1/2	13.00	0.67	17.02	0.72	18.26	1.10	0.50	0.44	0.20
1	25	NPT 3/4	20.00	0.79	20.07	0.88	22.23	1.54	0.70	0.66	0.30
1 1/4	30	NPT 1	25.00	0.87	22.10	0.94	23.83	0.00	0.00	0.00	0.00
1 1/2	40	NPT 1 1/4	30.00	0.98	24.89	1.09	27.79	2.20	1.00	1.54	0.70
2	50	NPT 1 1/2	40.00	1.10	27.94	1.16	29.36	3.31	1.50	2.20	1.00
3	80	NPT 2	50.00	1.38	35.05	1.88	47.63	9.92	4.50	6.17	2.80
4	100	NPT 3	80.00	1.77	44.96	2.00	50.80	24.25	11.00	14.99	6.80

### 2.2.5 Válvula de cheque tipo columpio

- Consta de una placa que sella al producirse el contraflujo.
- Ofrece una mínima resistencia al flujo.
- Puede ser instalado en forma horizontal y vertical dentro de la línea.
- El disco sella suavemente. Estas válvulas poseen una tapa superior que puede ser desmontada para la limpieza de la misma.
- Se encuentran en diámetros desde 3/4" hasta 8", su forma de unión es flangeada según normas ANSI. El cuerpo de las válvulas pueden ser de PVC, PP o PVDF, los asientos de EPDM, VITON, Teflón. Los sellos de EPDM, VITON, o Teflón.

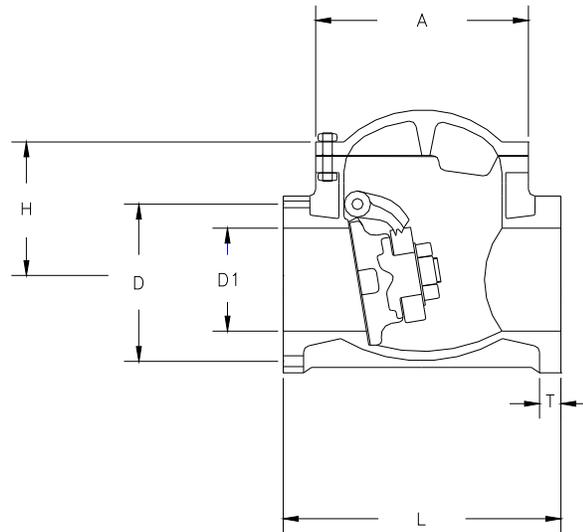
La tabla XI muestra la presión de trabajo contra la temperatura de la válvula, está medida en PSI, con agua y sin golpes de fuerza.

**Tabla XI. Cuadro de presión vrs temperatura sin golpes de fuerza**

Tamaño Nominal		PVC			
		Elásticos		Teflón	
		-1.11 °C	°F	-1.11 °C	°F
pulgadas	mm	48.89 °C	°F	48.89 °C	°F
			30.00		30.00
			120.00		120.00
3/4-2 1/2	20-65	100		85	
3	80	75		75	
4	100	75		75	
5	125	75		60	
6	150	75		45	
8	200	45		45	

La Figura 14 muestra las dimensiones de este tipo de válvula, todas las dimensiones están dadas en pulgadas, se ha dibujado la mitad como una sección para poder observar los detalles internos de la misma. La tabla XII muestra las dimensiones y pesos para cada uno de los tamaños existentes.

**Figura 14. Válvula de cheque tipo columpio**



**Tabla XII. Dimensiones de válvula de cheque tipo columpio.**

Tamaño	A		D		D1		H		L		T		Peso		
	Pulg.	mm	pul	mm	pul	mm	pul	mm	pul	mm	pul	mm	lb	Kg	
3/4	20	3.39	86.11	3.88	98.55	0.79	20.07	3.54	89.92	5.51	139.95	0.59	14.99	2.20	1.00
1	25	5.12	130.05	4.25	107.95	0.98	24.89	4.72	119.89	6.30	160.02	0.63	16.00	4.40	2.00
1 1/2	40	5.71	145.03	5.00	127.00	1.57	39.88	5.43	137.92	7.09	180.09	0.71	18.03	6.61	3.00
2	50	7.09	180.09	6.00	152.40	1.97	50.04	6.46	164.08	7.87	199.90	0.79	20.07	10.14	4.60
2 1/2	65	7.87	199.90	7.00	177.80	2.56	65.02	6.61	167.89	9.45	240.03	0.87	22.10	14.33	6.50
3	80	8.07	204.98	7.50	190.50	3.15	80.01	6.73	170.94	10.24	260.10	0.87	22.10	16.53	7.50
4	100	10.43	264.92	9.00	228.60	3.94	100.08	8.39	213.11	11.81	299.97	0.94	23.88	26.45	12.00
5	125	12.99	329.95	10.00	254.00	4.92	124.97	9.76	247.90	13.78	350.01	0.94	23.88	44.00	19.96
6	150	14.57	370.08	11.00	279.40	5.91	150.11	11.14	282.96	15.75	400.05	0.98	24.89	59.52	27.00
5	200	16.73	424.94	13.50	342.90	7.87	199.90	13.23	336.04	19.69	500.13	1.18	29.97	92.59	42.00

### 2.2.6 Válvula de compuerta

- Es resistente a la corrosión. Permite una pequeña baja de presión en el flujo continuo.
- El sistema de cierre cilíndrico provee un área mayor de asiento que las válvulas convencionales de metal.
- Posee un indicador que muestra a que nivel se encuentra la guillotina de cierre.
- El tipo de unión hasta 8" van de acuerdo a las normas ANSI. Se encuentran en diámetros de 1 1/2" hasta 14".
- El vástago de apertura y cierre no sale por lo que evita necesidad de mayor espacio.
- El cuerpo de la válvula es de PVC. Los sellos de EPDM

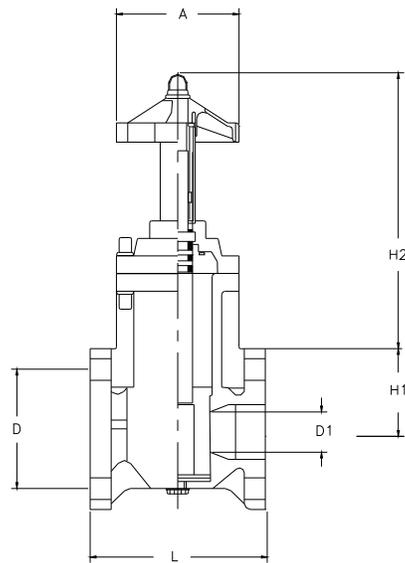
La tabla XIII muestra una comparación entre la temperatura y la presión de la válvula, la presión está dada en PSI , sin golpes de fuerza

**Tabla XIII. Cuadro de presión vrs temperatura sin golpes de fuerza**

Tamaño Nominal		PVC	
		-1.11 °C	30.00 °F
pulgadas	mm	48.89 °C	120.00 °F
1 1/2-8	40-200	150	
10	250	110	
12-14	300-350	75	

La Figura 15 muestra las dimensiones de este tipo de válvula, todas las dimensiones están dadas en pulgadas, se ha dibujado la mitad como una sección para poder observar los detalles internos de la misma. La tabla XIV muestra las dimensiones y pesos para cada uno de los tamaños existentes.

**Figura 15. Válvula de compuerta.**



**Tabla XIV. Dimensiones de válvula de compuerta.**

Tamaño		A		D		D1		H1		H2		L		Peso		
Pulg.	mm	pul	mm	pul	mm	pul	mm	pul	mm	pul	mm	pul	mm	lb	Kg	
1	1/2	40	4.72	119.89	5.00	127.00	1.57	39.88	4.21	106.93	5.20	132.08	6.50	165.10	7.50	3.40
	2	50	5.12	130.05	6.00	152.40	1.97	50.04	5.28	134.11	5.35	135.89	7.01	178.05	10.20	4.63
	2 1/2	65	6.10	154.94	7.00	177.80	2.56	65.02	5.98	151.89	5.91	150.11	7.48	189.99	13.00	5.90
	3	80	6.69	169.93	7.50	190.50	2.95	74.93	6.69	169.93	6.10	154.94	7.99	202.95	16.60	7.53
	4	100	7.68	195.07	9.00	228.60	3.94	100.08	8.15	207.01	6.42	163.07	9.02	229.11	22.00	9.98
	5	125	9.25	234.95	10.00	254.00	4.92	124.97	8.94	227.08	7.09	180.09	10.24	260.10	29.00	13.15
	6	150	10.63	270.00	11.00	279.40	5.91	150.11	10.35	262.89	7.17	182.12	10.51	266.95	42.00	19.05
	8	200	12.20	309.88	13.50	342.90	7.72	196.09	9.45	240.03	13.27	337.06	11.50	292.10	68.50	31.07
	10	250	14.17	359.92	16.00	406.40	9.72	246.89	10.63	270.00	16.54	420.12	14.96	379.98	95.00	43.09
	12	300	16.14	409.96	19.00	482.60	11.73	297.94	12.60	320.04	18.90	480.06	15.75	400.05	150.00	68.04
	14	350	17.91	454.91	21.00	533.40	13.70	347.98	12.2	309.88	23.62	599.95	16.93	430.02	188.00	85.28

### 2.2.7 Válvula de mariposa

- En este tipo de válvula existen varios modelos en diversos materiales termoplásticos pero específicamente con el cuerpo de PVC, existe el tipo llamado 56 y la tipo SP.
- Trabaja en servicios al vacío, se encuentra en diámetros de 1 1/2"(40 mm) hasta 8" (200mm).
- La forma del sello es según las normas ANSI para válvulas flangeadas.
- Tanto el cuerpo como el disco de la válvula son de PVC, los anillos del asiento como los sellos son de EPDM.
- El disco puede ser reemplazado por EPDM, opera con una mínima fuerza en la manivela

- El tipo SP es recomendada para trabajar en contacto con agua clorada, como el de las piscinas.

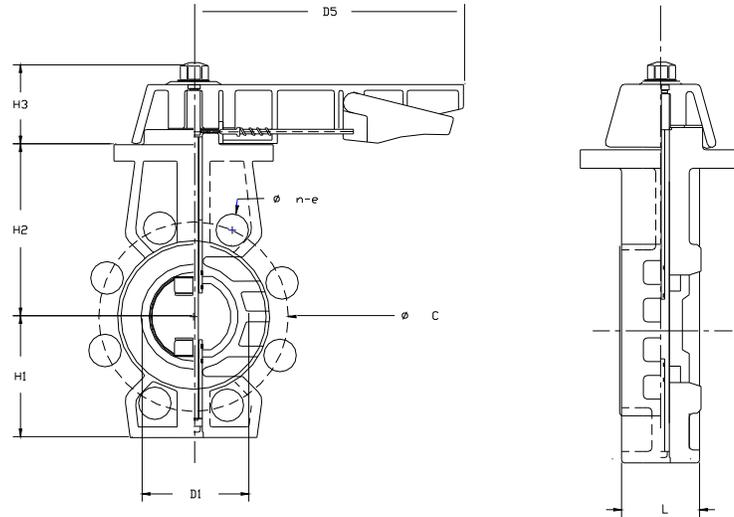
La tabla XV muestra una comparación de la presión contra la temperatura de la válvula de mariposa del Tipo 56, la presión está dada en psi sin golpes de fuerza.

**Tabla XV. Cuadro de presión vrs temperatura sin golpes de fuerza**

Tamaño Nominal		PVC					
		-1.11 °C	30.00 °F	49.44 °C	121.00 °F	60.56 °C	141.00 °F
pulgadas	mm	48.89 °C	120.00 °F	60.00 °C	140.00 °F	79.44 °C	175.00 °F
1 1/2	40	150		70		30	
2	50	150		70		30	
2 1/2	65	150		70		30	
3	80	150		70		30	
4	100	150		45		30	
5	125	150		45		30	
6	150	150		45		30	
8	200	150		40		20	

La Figura 16 muestra las dimensiones de este tipo de válvula, todas las dimensiones están dadas en pulgadas, se ha dibujado la mitad como una sección para poder observar los detalles internos de la misma. La tabla XVI muestra las dimensiones y pesos para cada uno de los tamaños existentes.

**Figura 16. Válvula de mariposa tipo 56.**



**Tabla XVI. Dimensiones de válvula de mariposa tipo 56.**

Tamaño		D5		D1		H1		H2		H3		L		Peso	
Pulg.	mm	pul	mm	pul	mm	pul	mm	pul	mm	pul	mm	pul	mm	lb	Kg
1 1/2	40	1.57	101.60	1.87	47.25	2.95	74.93	4.21	106.93	5.20	132.08	1.54	39.12	2.70	1.22
2	50	1.97	127.00	2.24	56.90	3.27	83.06	5.28	134.11	5.35	135.89	1.65	41.91	3.10	1.41
2 1/2	65	2.56	165.10	2.80	71.12	3.66	92.96	5.98	151.89	5.91	150.11	1.81	45.97	3.50	1.59
3	80	3.15	203.20	3.15	80.01	3.94	100.08	6.69	169.93	6.10	154.94	1.81	45.97	4.00	1.81
4	100	3.94	250.00	4.13	104.90	4.53	115.06	8.15	207.01	6.42	163.07	2.20	55.88	5.50	2.49
5	125	4.92	317.50	5.16	131.06	5.00	127.00	8.94	227.08	7.09	180.09	2.60	66.04	10.80	4.90
6	150	5.91	381.00	6.06	153.92	5.63	143.00	10.35	262.89	7.17	182.12	2.80	71.12	13.30	6.03
8	200	7.87	508.00	8.03	203.96	6.69	169.93	9.45	240.03	13.27	337.06	3.43	87.12	19.90	9.03

### 2.2.8 Válvula de diafragma

- Es el tipo de válvula ideal para controles de flujo, su cierre es completamente hermético.
- Existen varios modelos del tipo diafragma, flangeados Tipo 14 en medidas desde ½" (40 mm) hasta 4" ( 100 mm), flangeados Tipo 15 de 5" (125 mm) y 6" (150mm) y flangeados Tipo G de 8" (200 mm) y 10" (250 mm) según normas ANSI, y en unión verdadera en medidas de ½" (40 mm) hasta 2" (50 mm).
- El cuerpo de la válvula puede ser de PVC, CPVC o PVDF
- Los diafragmas se fabrican en Teflón, EPDM o cualquier otro material elástomérico como nitrilo, hypalon, neopreno o caucho natural.
- Los actuadores pueden ser neumáticos o eléctricos.
- Hay opciones en este tipo de válvula en servicios al vacío.
- Las tipo flangeado, las medidas son las mismas que una válvula de diafragma de acero.
- Flujo preciso de líquidos corrosivos.
- El asiento del diafragma es amplio, el control de los flujos es con menos movimiento del diafragma lo que hace alargar la vida de éste.
- Indicador de posición ajustable.

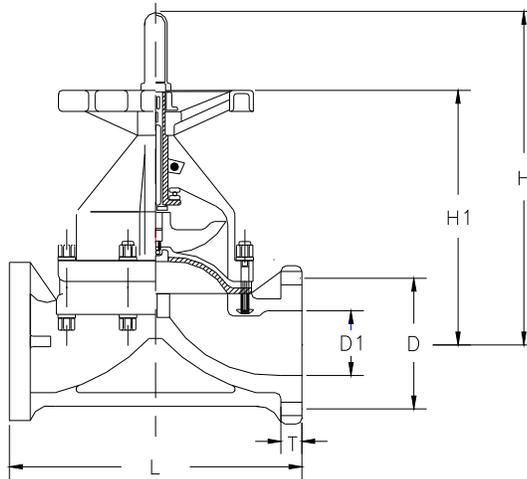
La tabla XVII muestra una comparación entre la presión y la temperatura de la válvula del tipo flangeado Tipo 14, la presión está dada en psi y sin golpes de fuerza.

**Tabla XVII. Cuadro de presión vrs temperatura sin golpes de fuerza**

Tamaño Nominal		PVC			
		-1.11 °C	30.00 °F	41.11 °C	106.00 °F
pulgadas	mm	40.56 °C	105.00 °F	60.00 °C	140.00 °F
1/2	15	150		100	
3/4	20	150		100	
1	25	150		100	
1 1/4	32	150		100	
1 1/2	40	150		100	
2	50	150		100	
2 1/2	65	150		115	
3	80	150		115	
4	100	150		115	

La Figura 17 muestra las dimensiones para la válvula de diafragma del tipo Flangeada, todas las dimensiones están dadas en pulgadas, se ha dibujado la mitad como una sección para poder observar los detalles internos de la misma. La tabla XVIII muestra las dimensiones y pesos para cada uno de los tamaños existentes.

**Figura 17. Válvula de diafragma flangeada.**



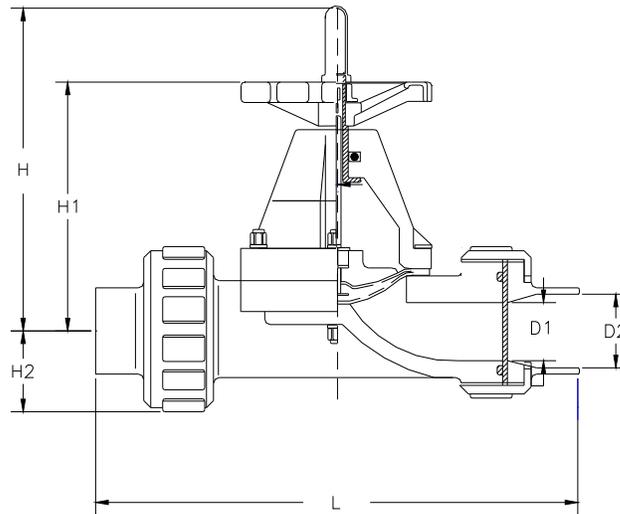
**Tabla XVIII. Dimensiones de válvula de diafragma flangeada.**

Tamaño	D		D1		H		H1		L		T		Peso		
	Pulg.	mm	pul	mm	pul	mm	pul	mm	pul	mm	pul	mm	lb	Kg	
1/2	15	3.50	88.90	0.63	16.00	4.09	103.89	3.39	86.11	4.25	107.95	0.43	10.92	1.50	0.68
3/4	20	3.88	98.55	0.79	20.07	4.17	105.92	3.46	87.88	5.88	149.35	0.51	12.95	1.80	0.82
1	25	4.25	107.95	0.98	24.89	4.37	111.00	3.66	92.96	5.88	149.35	0.59	14.99	2.40	1.09
1 1/4	32	4.62	117.35	1.26	32.00	4.57	116.08	3.82	97.03	6.38	162.05	0.63	16.00	3.10	1.41
1 1/2	40	5.00	127.00	1.57	39.88	6.97	177.04	5.67	144.02	6.94	176.28	0.63	16.00	6.20	2.81
2	50	6.00	152.40	2.05	52.07	7.57	192.28	6.22	157.99	7.94	201.68	0.79	20.07	8.00	3.63
2 1/2	65	7.00	177.80	2.64	67.06	10.47	265.94	7.40	187.96	9.84	249.94	0.87	22.10	14.33	6.50
3	80	7.50	190.50	3.07	77.98	11.02	279.91	7.95	201.93	10.38	263.65	0.87	22.10	17.64	8.00
4	100	9.00	228.60	3.94	100.08	12.95	328.93	9.49	241.05	12.94	328.68	0.87	22.10	25.80	11.70

La Figura 18 muestra las dimensiones de la válvula de diafragma del tipo unión verdadera, todas las dimensiones están dadas en pulgadas, se ha

dibujado la mitad como una sección para poder observar los detalles internos de la misma. La tabla XIX muestra las dimensiones y pesos para cada uno de los tamaños existentes.

**Figura 18. Válvula de diafragma unión verdadera.**



**Tabla XIX. Dimensiones de válvula de diafragma unión verdadera.**

Tamaño	D1		D2		H		H1		H2		L		Peso		
	Pulg.	mm	pul	mm	pul	mm	pul	mm	pul	mm	pul	mm	lb	Kg	
1/2	15	0.85	21.54	0.84	21.23	4.09	103.89	3.39	86.11	0.49	12.45	5.47	138.94	1.10	0.50
3/4	20	1.06	26.87	1.05	26.57	4.17	105.92	3.46	87.88	0.57	14.48	6.18	156.97	1.30	0.59
1	25	1.33	33.66	1.31	33.27	4.37	111.00	3.66	92.96	0.73	18.54	7.32	185.93	2.00	0.91
1 1/4	32	1.67	42.42	1.66	42.04	4.57	116.08	3.82	97.03	0.89	22.61	7.95	201.93	2.40	1.09
1 1/2	40	1.91	48.56	1.89	48.11	6.97	177.04	5.67	144.02	1.08	27.43	10.47	265.94	5.80	2.63
2	50	2.39	60.63	2.37	60.17	7.57	192.28	6.22	157.99	1.42	36.07	11.54	293.12	6.40	2.90

### 2.2.9 Válvula de Globo

- Es el tipo de válvula que se utiliza frecuentemente en el control de flujos ya que permite el paso del flujo a través de ella con un mínimo de erosión en el asiento.
- Es de fácil operación, porque permite abrir y cerrar sin ninguna dificultad.
- Todos los diámetros se pueden utilizar en servicios al vacío.
- Existen varios modelos entre ellos el flangeado que se encuentra en diámetros que van desde 1/2" hasta 4", en los modelos roscados o cementados van desde 1/2" hasta 2".
- El cuerpo de la válvula puede ser de PVC o PP.
- Los sellos de este tipo de válvula vienen en el material elástico conocido como EPDM.

La tabla XX muestra una comparación de la presión de trabajo con respecto a la temperatura, la presión está dada en PSI sin golpes de fuerza.

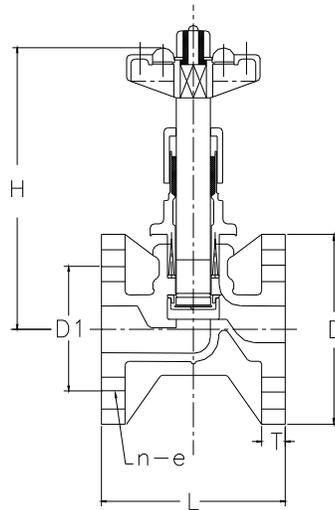
**Tabla XX. Cuadro de presión vrs temperatura sin golpes de fuerza**

Tamaño		PVC					
Nominal		-1.11 °C	30.00 °F	21.67 °C	71.00 °F	41.11 °C	106.00 °F
pulgadas	mm	21.11 °C	70.00 °F	40.56 °C	105.00 °F	48.89 °C	120.00 °F
1/2- 1 1/2	15-40	150		150		110	
2	50	150		150		95	
2 1/2-3	65-80	110		110		95	
4	100	110		80		65	

La Figura 19 muestra las dimensiones para la válvula de Globo del tipo Flangeada, todas las dimensiones están dadas en pulgadas y su equivalencia en cms, se ha dibujado la mitad como una sección para poder observar los

detalles internos de la misma. La tabla XXI muestra las dimensiones y pesos para cada uno de los tamaños existentes.

**Figura 19. Válvula de globo flangeada**

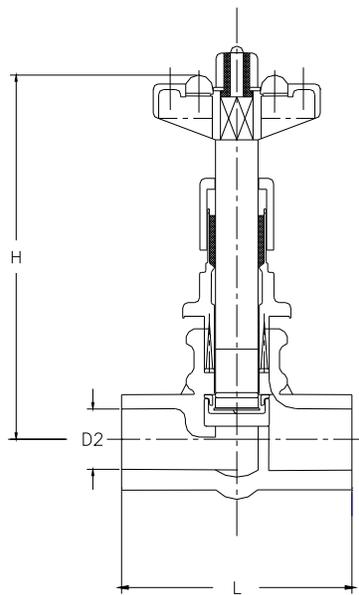


**Tabla XXI. Dimensiones de válvula de globo flangeada.**

Tamaño		D		D1		L		T		H		Peso	
Pulg.	mm	pul	mm	pul	mm	pul	mm	pul	mm	pul	mm	lb	Kg
1/2	15	3.50	88.90	0.71	18.03	3.35	85.09	0.47	11.94	5.20	132.08	0.88	0.40
3/4	20	3.88	98.55	0.94	23.88	3.74	95.00	0.55	13.97	5.51	139.95	1.10	0.50
1	25	4.25	107.95	1.10	27.94	4.33	109.98	0.55	13.97	6.34	161.04	2.20	1.00
1 1/4	32	4.62	117.35	1.46	37.08	5.31	134.87	0.63	16.00	6.57	166.88	2.90	1.32
1 1/2	40	5.00	127.00	1.61	40.89	7.48	189.99	0.63	16.00	9.06	230.12	4.41	2.00
2	50	6.00	152.40	2.05	52.07	7.87	199.90	0.63	16.00	9.92	251.97	5.30	2.40
2 1/2	65	7.00	177.80	2.64	67.06	8.66	219.96	0.71	18.03	13.58	344.93	13.25	6.01
3	80	7.50	190.50	3.07	77.98	9.45	240.03	0.71	18.03	14.13	358.90	15.00	6.80
4	100	9.00	228.60	3.94	100.08	11.42	290.07	0.71	18.03	16.50	419.10	22.00	9.98

La Figura 20 muestra las dimensiones para la válvula de Globo del tipo Roscada y Cementada, todas las dimensiones están dadas en pulgadas, se ha dibujado la mitad como una sección para poder observar los detalles internos de la misma. La tabla XXII muestra las dimensiones y pesos para cada uno de los tamaños existentes.

**Figura 20. Válvula de globo roscada o cementada.**



**Tabla XXII. Dimensiones de válvula de globo roscada o cementada.**

Tamaño		D2 roscada		D2 cement.		Lroscada		L cement.		H		Peso	
Pulg.	mm	pul	mm	pul	mm	pul	mm	pul	mm	pul	mm	lb	Kg
1/2	15	NPT 1/2	15.00	0.85	21.59	3.35	85.09	4.33	109.98	5.20	132.08	0.88	0.40
3/4	20	NPT 3/4	20.00	1.06	26.92	3.74	95.00	5.12	130.05	5.51	139.95	1.10	0.50
1	25	NPT 1	25.00	1.33	33.78	4.33	109.98	5.91	150.11	6.34	161.04	2.20	1.00
1 1/4	32	NPT 1 1/4	32.00	1.67	42.42	5.32	135.13	5.32	135.13	6.58	167.13	2.90	1.32
1 1/2	40	NPT 1 1/2	40.00	1.91	48.51	5.51	139.95	5.51	139.95	9.06	230.12	4.41	2.00
2	50	NPT 2	50.00	2.38	60.45	7.09	180.09	7.09	180.09	9.92	251.97	5.30	2.40

### 2.3 Pruebas de laboratorio

Las pruebas de laboratorio para las válvulas de PVC están sujetas a las Normas ASTM (American Standard Testing and Materials). Entre las pruebas que se realizan podemos mencionar las siguientes: Prueba de Deflexión, Prueba Akron de Desgaste, Prueba de Enfriamiento.

#### 2.3.1. Prueba de deflexión

Esta prueba consiste en fijar uno de los extremos de la válvula y el otro se coloca una carga puntual que hace fracturar la válvula, que da el máximo ángulo de deflexión de la misma.

La tabla XXIII muestra los resultados de la prueba de deflexión en las válvulas termoplásticas en diferentes diámetros.

**Tabla XXIII. Prueba de deflexión.**

Diámetro	PVC	
	Momento Pie-Libra	Ang. Def.
1/2"	318.3	45.0
3/4"	361.7	23.0
1"	665.4	11.0
1 1/2"	1735.9	11.5
2"	2538.8	11.7
2 1/2"	2748.5	11.5
3"	3327.2	10.5
4"	6205.9	10.5
5"	10024.9	8.9
6"	11298	6.0
8"	13844	6.2
10"	15117	6.5

### **2.3.2 Prueba de enfriamiento**

Esta prueba consiste en presurizar la válvula en forma interna, llenándola con agua a 42 PSI (cuarenta y dos libras por pulgada cuadrada) y una temperatura de 14°F (catorce grados Fahrenheit) o sea unos 10°C (diez grados centígrados). El congelamiento se determina por medio de la manivela, operándola cada minuto, el congelamiento se ha completado al quedar la manivela rígida sin poder operarla.

Según análisis de laboratorio al efectuarles la prueba de enfriamiento nos muestra que a diámetros mayores, mayor es la resistencia al congelamiento.

La tabla XXIV muestra los resultados de la prueba de enfriamiento a algunas válvulas de PVC en comparación con válvulas de hierro fundido.

**Tabla XXIV. Prueba de enfriamiento.**

Diam.	Tipo Válvula	Material	Tiempo ( horas)												Observaciones
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	19	20	
1"	Válvula Globo	PVC	-O---X												El cuerpo explotó 45 minutos después de haberse completado el congelamiento.
	Válvula Diafragma	PP	---O-----			-----Δ---									Se observó una rajadura en la tapa pero no reventó hasta 20 horas después
2"	Válvula Globo	Hierro Fundido	--X												El cuerpo reventó antes de completarse el congelamiento
		PVC	---O-----			-X									El cuerpo reventó 3 horas después de completarse el congelamiento.
	Válvula Compuerta	PVC	-----O			-----X									El cuerpo reventó 1.25 horas después de completarse el congelamiento.
	Válvula Bola	PVC	----OX												El cuerpo reventó 15 minutos después de completarse el congelamiento.
	Válvula Diafragma	Hierro Fundido	---O-X												El cuerpo reventó 40 minutos después de completarse el congelamiento.
3"		PVC	---O-----			---Δ-----									
		PP	---O-----			-----Δ---									Se observó una rajadura en la tapa pero no hubo explosión hasta las 20 horas.
		PVDF	---O-----			-----Δ---									

continúa

4"	Válvula Compuerta	Hierro Fundido	----OX				El cuerpo reventó 3 minutos después de de completarse el enfriamiento.
		PVC	-----	---O-----	-----	-----	El cuerpo no reventó hasta las 20 Horas.
8"	Válvula Mariposa	PVC	--O-----	-----	-----	-----	El cuerpo no reventó hasta llegar a las 20 horas.
		PP	---O-----	-----	-----	-----	

#### 2.4. Usos

Como se ha mencionado, estas válvulas debido a su resistencia a la mayoría de químicos pueden ser utilizadas en la industria y en el sector químico. Otro uso importante es el que le puede dar en los sistemas de tratamientos de agua, piscinas canalización de flujos alimenticios y en proyectos de riego.

- Su ligereza: El reducido peso permite su traslado en obra sin necesidad de medios auxiliares facilidad de montaje.
- Resistencia a los suelos agresivos. Por su elevada resistencia a los agentes químicos, se instalan sin recubrimientos.
- Baja rugosidad interna: El PVC no facilita la adherencia de solutos, manteniendo un buen coeficiente de fricción en el tiempo de servicio.
- Facilidad de mantenimiento: Son fáciles de mantener por la variedad de accesorios existentes, que permiten realizar ampliaciones e incluso algunas reparaciones en carga.

- Elevada resistencia a fenómenos transitorios: Su moderada elasticidad hace que su comportamiento a fenómenos transitorios, golpe de ariete, sea excelente.



## **3. INSTALACIÓN DE VÁLVULAS DE PVC**

### **3.1. Localización y ubicación**

La localización y ubicación de la válvula depende de donde se requiera un control de flujo, el cierre o apertura del mismo, y la misma será determinada por el cálculo hecho por un Ingeniero Sanitario, profesional que situará los puntos a su conveniencia.

### **3.2. Herramientas**

Como se ha visto en capítulos anteriores las válvulas de PVC tienen tres formas de conectarse a la red y dependiendo del mismo así será la herramienta a utilizar.

#### **3.2.1. Junta Cementada**

En este caso no se necesita de herramienta especial para colocarla, debido a que se instala como cualquier accesorio de PVC, para su instalación se siguen los pasos siguientes:

- Limpiar la tubería y la válvula con un paño limpio para quitarle cualquier tipo de suciedad.
- Montar la tubería y la válvula mecánicamente para asegurar que se unen con facilidad.

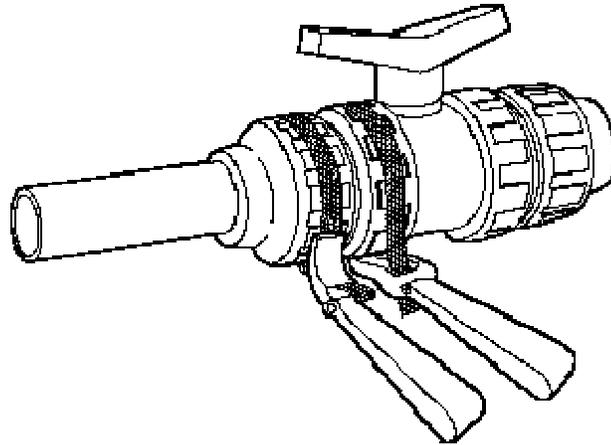
- Colocar pegamento solvente para PVC en la parte exterior del tubo y en el diámetro interno de la válvula.
- Unir la tubería con la válvula asegurándose que la tubería llegue al tope de la campana de la válvula.
- El sobrante de pegamento que queda en la tubería al colocar la válvula esparcirlo alrededor de la tubería.

### **3.2.2. Válvula roscada**

Cuando la válvula es roscada se recomienda los siguientes pasos para la instalación de cualquier válvula roscada:

- El tubo donde se va a acoplar la válvula, debe estar cortado perpendicularmente a la longitud del mismo y sin rebabas.
- Se afloja la tuerca de la válvula unas dos o tres vueltas y a continuación se introduce el tubo hasta que haga tope.
- Las tuercas de las válvulas de  $\frac{1}{2}$ " hasta  $1 \frac{1}{4}$ " se apretarán fuertemente a mano hasta asegurar que se encuentre fijado con la tubería.
- Las tuercas de las válvulas de  $1 \frac{1}{2}$ " en adelante deberán apretarse con una llave de cinta y sujetando al mismo tiempo la tuerca de la llave con otra llave de cinta, evitando así la transmisión del torque a la válvula. Se apretará la tuerca hasta conseguir la máxima presión sobre el tubo. En la Figura 21 se muestra la forma correcta de realizar dicha operación.

**Figura 21. Forma correcta de apretar una válvula de PVC**



### **3.2.3. Válvula flangeada o bridada**

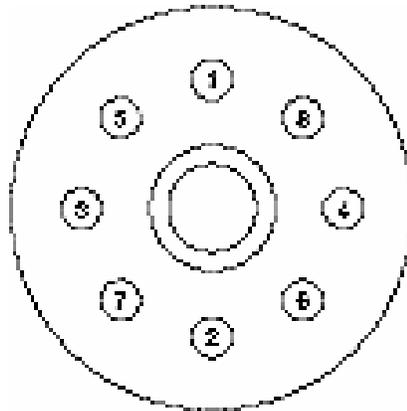
La herramienta para colocar este tipo de válvula es la que se usará para colocar las bridas, y podría ser dependiendo del tamaño de la válvula desde un cangrejo hasta una llave Sthil. Los pasos a seguir para la instalación de la válvula en la red son los siguientes:

- Colocar las bridas de unión a las válvulas antes de instalarla en la red.
- Se debe respetar los pares de apriete de los tornillos, así como el orden de los mismos según se especifica a continuación en la Figura 22, y en la tabla XXV se especifica el par de aprietes recomendado según el tamaño de la válvula.

**Tabla XXV. Par recomendado según el tamaño de la válvula.**

Diámetro Nominal		Tornillo	Par de aprietes recomendado Newton- metro (N-m)
Pulg.	mm		
2	50	M16	29-41
2 1/2	65	M16	29-41
3	80	M16	29-41
4	100	M16	29-41
5	125	M16	29-41
6	150	M20	46-70
8	200	M20	46-70

**Figura 22. Orden para apretar tornillos en una válvula bridada o flangeada.**



### **3.3. Pruebas de campo**

Las pruebas de campo recomendadas para verificar la correcta colocación y funcionamiento son:

- Hay que dejar que el cemento solvente de PVC, haya secado por lo menos 24 horas antes de ser utilizado.
- Las tuberías, accesorios y válvulas de PVC deben ser probados solo hidrostáticamente.
- Cuando se instalen las válvulas de PVC hay que abrirlas y cerrarlas frecuentemente, para evitar la entrada de aire y formación de bolsas dentro del sistema.

### **3.4. Protección**

Dependiendo del uso o la aplicación que se de a una válvula, así debe ser el cuidado que debe tenerse con ellas, como por ejemplo:

- Si es usada para conducción de agua potable, dentro de un sistema para una urbanización, debe protegerse mediante la construcción de una caja de mampostería o concreto fundido que tenga las dimensiones necesarias para permitir la inspección, manipulación y además que permita la extracción de la misma, el tamaño de la caja debe ser por lo menos de 1.00 metro de espacio libre por lado para ejecutar dicha operación.
- En cualquier uso que se le de, debe tenerse el cuidado de no exceder la presión de trabajo especificada para cada tipo de válvula, y evitar en lo posible los golpes de ariete.

- Si el líquido que fluye por la válvula es algún químico, observar las especificaciones de la misma para evitar que se deteriore.
- En el caso que se utilice para riego, existe también válvulas de color negro, que evitan la absorción de rayos ultravioleta y resisten mejor a la intemperie.

## **4. ASPECTOS COMPARATIVOS CON LAS VÁLVULAS METÁLICAS**

Para demostrar los aspectos planteados en los objetivos de este trabajo de graduación, se hace necesario comparar las válvulas de PVC con las válvulas metálicas que son las generalmente utilizadas en cualquier tipo de proyecto, al hablar de válvulas metálicas es referirse a una gran variedad de probabilidades ya que se fabrican en diferentes metales, tales como el bronce, acero, acero reforzado, aluminio, etc. En el presente capítulo, para realizar las comparaciones con las válvulas de PVC, se utilizará la válvula de bronce que es la más común en el mercado y los aspectos que serán tomados en cuenta para dicha comparación serán las siguientes:

### **4.1. Aspectos estructurales**

Como aspectos estructurales se consideran los detalles a nivel constructivo de la válvula, es decir las dimensiones y pesos de las mismas.

#### **4.1.1. Válvula de bola**

Al igual que en las válvulas de PVC existe una variedad de tipos en cuanto a válvulas metálicas de bola. Para que el presente análisis sea lo más objetivo posible es necesario tomar algunas consideraciones iniciales, se tomará como referencia la más económica y utilizada en el mercado que es una válvula de bronce clase T-580 construida en dos cuerpos de material de bronce incluyendo la bola interna que sirve para graduar o detener el flujo, este tipo de válvula puede ser solo roscada o soldada se comercializa en diámetros desde

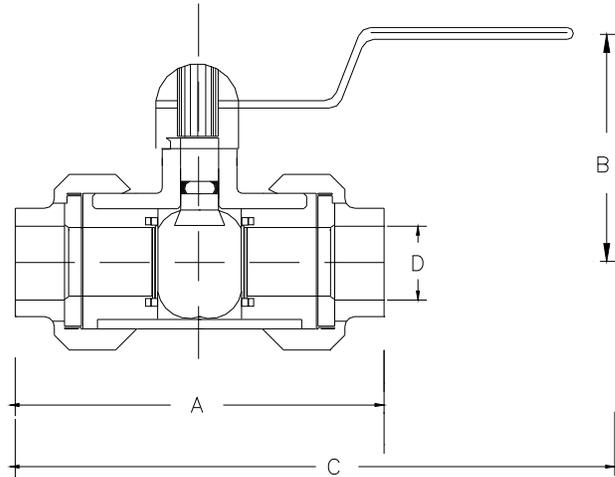
½" ( 12.70 mm) hasta 2" (50.80 mm). Está diseñada para soportar 400 PSI sin golpes de ariete, puede conducir agua fría, aceite o gas.

La tabla XXVI se presenta las diferentes dimensiones para cada uno de los diferentes diámetros en este tipo de válvula.

**Tabla XXVI. Dimensiones válvula de bola de bronce.**

Tamaño	A		B		C		D		Peso en lb
	pulgadas	mm	pulgadas	mm	pulgadas	mm	pulgadas	mm	
1/2"	2.00	50.80	1.56	39.69	4.88	123.83	0.38	9.53	0.50
3/4"	2.28	57.94	1.72	43.66	5.00	127.00	0.50	12.70	0.70
1"	2.88	73.03	2.06	52.39	6.06	153.99	0.75	19.05	1.30
1 1/4"	3.41	86.52	2.31	58.74	6.34	161.13	1.00	25.40	1.60
1 1/2"	3.75	95.25	2.81	71.44	8.56	217.49	1.25	31.75	2.50
2"	4.44	112.71	3.06	77.79	8.88	225.43	1.50	38.10	3.60

**Figura 23. Válvula de bola de bronce.**



Las diferencias estructurales entre las válvulas de PVC y las válvulas de bronce de bola son las siguientes:

- La diferencia en el peso entre estas válvulas puede variar según el modelo de válvula de bola que se este analizando debido a que en las válvulas de PVC existen tres diferentes opciones (unión verdadera, multipuerto y tipo omni). Así en las válvulas de PVC de Bola Unión Verdadera los pesos son menores del 12 % que una válvula metálica, mientras que en válvulas a partir de 1 ½" son más pesadas que las válvulas metálicas en un 22%. En las válvulas de bola tipo Multipuerto son más pesadas las válvulas de PVC.
- Las válvulas de bola de PVC tipo omni son más livianas que las válvulas metálicas, la válvula de bola de PVC de diámetro de ½" tiene un 92% menos de peso que la válvula metálica, mientras que en válvulas de diámetro de 2"

la válvula de bola de PVC tipo Omni tiene un 64% menos de peso que una válvula metálica.

- En cuanto a la longitud las válvulas de bola de PVC en cualquiera de los tres diferentes tipos (unión verdadera, multipuerto y omni), son mayores que las válvulas metálicas, estas variaciones de longitud son del orden del 15% en diámetros menores a 1" y de un 4% en diámetros de 2".

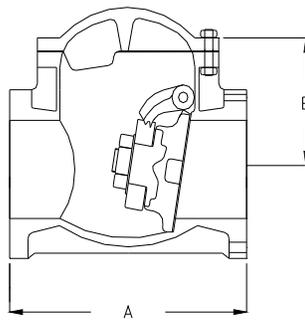
#### **4.1.2. Válvula de cheque**

Como se explicó en el capítulo IV, las válvulas de cheque funcionan para evitar el regreso del flujo en una red de tubería, entre las válvulas de cheque metálicas se encuentran las de bronce en dimensiones de ¼" (6.35 mm) hasta 2" (50.80 mm) en este tipo de válvula todo el cuerpo es de bronce incluyendo el disco que evita el retorno del flujo, para todos estos diámetros las válvulas son roscadas en los extremos. Las válvulas de cheque en acero para diámetros desde 2" (50.8 mm) hasta 12" (304.80mm) el cuerpo de la válvula es acero y el disco continua siendo de bronce. La tabla XXVII se presenta las dimensiones completas para este tipo de válvula.

**Tabla XXVII. Dimensiones válvula de cheque de bronce.**

Tamaño	A		B		Peso en lb
	pulgadas	mm	pulgadas	mm	
1/4"	2.13	53.98	1.44	36.51	0.38
3/8"	2.13	53.98	1.44	36.51	0.44
1/2"	2.31	58.74	1.44	36.51	0.40
3/4"	2.63	66.68	1.69	42.86	0.52
1"	3.25	82.55	2.00	50.80	0.85
1 1/4"	3.56	90.49	2.13	53.98	1.28
1 1/2"	4.00	101.60	2.38	60.33	1.75
2"	4.75	120.65	2.81	71.44	2.70

**Figura 24. Válvula de cheque de bronce.**



Las diferencias estructurales entre las válvulas de PVC de Cheque tipo Columpio y las válvulas de bronce comparando las tablas XXII y XXVII son las siguientes:

- En cuanto al peso la válvula de Cheque tipo Columpio de PVC es cuatro veces más pesada que una válvula de cheque tipo columpio de bronce.

- La longitud de la válvula de cheque de PVC tipo columpio es mayor en un 100% que una válvula de cheque de bronce.

#### 4.1.3. Válvula de compuerta

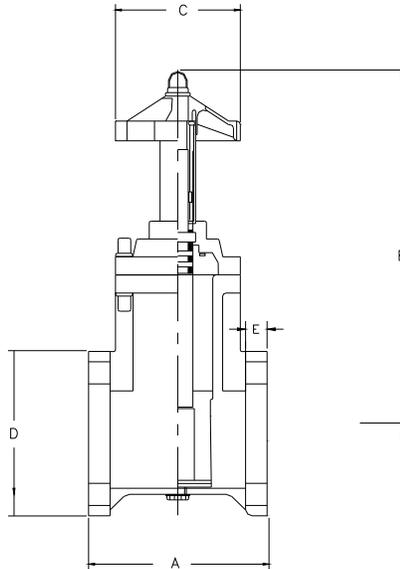
Las válvulas de compuerta son construidas en bronce para diámetros hasta 2" (50.8mm), y para diámetros de 2 ½" (63.50 mm) hasta 12" (304.80mm) el cuerpo de las válvulas es en acero y sus diferentes partes en diferentes materiales metálicos como bronce, aluminio. En la tabla XXVIII aparece las dimensiones de las válvulas de cuerpo de acero, la resistencia de estas válvulas es de 175 PSI sin golpes de fuerza y agua fría.

**Tabla XXVIII. Dimensiones válvula de compuerta de bronce.**

Tamaño		A		B		C		D		E		Peso en lb
Pulg.	mm	Pulg.	mm	Pulg.	mm	Pulg.	mm	Pulg.	mm	Pulg.	mm	
2 1/2"	63.50	7.50	190.50	16.88	428.63	8.00	203.20	7.00	177.80	0.69	17.46	50.00
3"	76.20	8.00	203.20	19.75	501.65	8.00	203.20	7.50	190.50	0.75	19.05	62.00
4"	101.60	9.00	228.60	24.00	609.60	10.00	254.00	9.00	228.60	0.94	23.81	104.00
5"	127.00	10.00	254.00	27.50	698.50	10.00	254.00	10.00	254.00	0.94	23.88	137.00
6"	152.40	10.50	266.70	31.20	792.48	12.00	304.80	11.00	279.40	1.00	25.40	173.00
8"	203.20	11.50	292.10	40.75	1,035.05	14.00	355.60	13.50	342.90	1.13	28.58	306.00
10"	254.00	13.00	330.20	48.50	1,231.90	16.00	406.40	16.00	406.40	1.19	30.16	494.00
12"	304.80	14.00	355.60	57.00	1,447.80	18.00	457.20	19.00	482.60	1.25	31.75	699.00

En la figura 25 se muestra un esquema de una válvula típica de compuerta de bronce, con las dimensiones indicadas en la tabla XXVIII.

**Figura 25. Válvula de compuerta de bronce.**



Las diferencias estructurales entre las válvulas de compuerta de PVC y las válvulas de bronce se pueden observar comparando las tablas XIV y XXVIII son las siguientes:

- Las diferencias en cuanto a las dimensiones entre la válvula de compuerta de PVC y la válvula de compuerta de bronce no es significativa.
- En cuanto al peso una válvula de compuerta de bronce es cuatro veces más pesada que una válvula de compuerta de PVC.

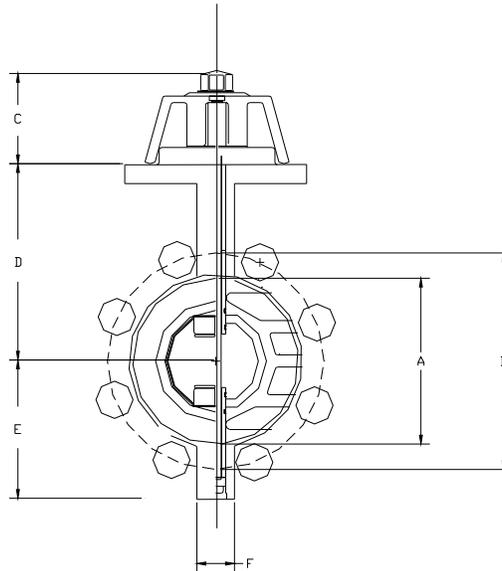
#### 4.1.4. Válvula de mariposa

Las válvulas de mariposa construidas en metal el cuerpo de la válvula es en acero dúctil, mientras que el disco se construye en aluminio y bronce en diámetros que van desde 2" (50.80mm) hasta 12" (304.80mm). Las dimensiones de estas válvulas se describen en la tabla XXIX la resistencia de estas válvulas es de 200 PSI, sin golpes de fuerza.

**Tabla XXIX. Dimensiones válvula de mariposa.**

Tamaño		A		B		C		D		E		F		Peso en lb
Pulg.	mm	Pulg.	mm	Pulg.	mm	Pulg.	mm	Pulg.	mm	Pulg.	mm	Pulg.	mm	
2"	50.80	2.53	64.26	4.00	101.60	1.25	31.75	5.38	136.65	2.62	66.55	0.31	7.92	7.00
2 1/2"	63.50	2.90	73.66	4.75	120.65	1.25	31.75	5.88	149.35	3.12	79.25	0.37	9.40	9.00
3"	76.20	3.15	80.01	5.25	133.35	1.25	31.75	6.12	155.45	3.38	85.85	0.37	9.40	9.50
4"	101.60	4.15	105.41	6.75	171.45	1.25	31.75	6.88	174.75	4.00	101.60	0.40	10.24	15.00
5"	127.00	5.15	130.81	7.62	193.55	1.25	31.75	7.38	187.45	4.75	120.65	0.50	12.60	19.00
6"	152.40	6.15	156.21	8.62	218.95	1.25	31.75	8.00	203.20	5.25	133.35	0.50	12.60	24.00
8"	203.20	8.15	207.01	10.87	276.10	1.25	31.75	9.25	234.95	6.50	165.10	0.56	14.22	35.00
10"	254.00	10.15	257.81	13.25	336.55	1.25	31.75	10.50	266.70	8.00	203.20	0.69	17.42	56.50
12"	304.80	12.15	308.61	16.00	406.40	1.25	31.75	12.00	304.80	9.25	234.95	0.75	19.00	87.00

**Figura 26. Válvula de mariposa.**



Las diferencias estructurales entre las válvulas de mariposa de PVC y las válvulas de bronce se pueden observar comparando las tablas XVI y XXIX, y son las siguientes:

- Las diferencias en cuanto a las dimensiones entre la válvula de PVC y las metálicas en lo que al cuerpo se refiere no es significativa.
- En cuanto al peso una válvula de mariposa metálica es mayor en un 100% que una válvula de mariposa de PVC, mientras una válvula de 2" de diámetro de PVC pesa 3.10 lb, una válvula del mismo diámetro en bronce pesa 7.00 lb.

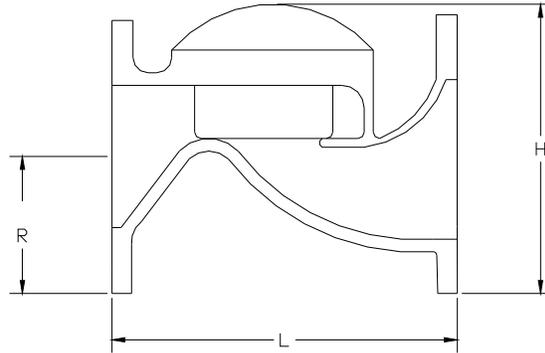
#### 4.1.5. Válvula de diafragma

Las válvulas de diafragma construidas en metal el cuerpo de la válvula es en bronce recubierto en poliéster y el diafragma que hace el control del flujo es de caucho natural, las medidas de estas válvulas van desde 3/4" (19.05mm) hasta 12" (304.80mm). Las dimensiones de estas válvulas se describen en la tabla XXX para válvulas de diafragma de 2" (50.80 mm) hasta 12" (304.80mm) del tipo bridado o flangeado la resistencia de estas válvulas es de 200 PSI, sin golpes de fuerza.

**Tabla XXX. Dimensiones válvula de diafragma.**

Tamaño		L		H		R		Peso en lb
Pulg.	mm	Pulg.	mm	Pulg.	mm	Pulg.	mm	
2"	50.80	8.07	205.00	6.10	155.00	3.07	78.00	19.80
2 1/2"	63.50	8.07	205.00	7.01	178.00	3.50	89.00	23.10
3"	76.20	9.84	250.00	8.27	210.00	3.94	100.00	41.80
4"	101.60	12.60	320.00	9.53	242.00	4.41	112.00	61.60
6"	152.40	16.34	415.00	13.58	345.00	5.51	140.00	149.60
8"	203.20	19.69	500.00	16.93	430.00	6.69	170.00	275.00
10"	254.00	23.82	605.00	18.11	460.00	7.95	202.00	308.00
12"	304.80	28.50	724.00	25.00	635.00	9.45	240.00	638.00

**Figura 27. Válvula de diafragma de bronce.**



Las diferencias estructurales entre las válvulas de diafragma de PVC y las válvulas de bronce se pueden observar comparando XVIII y XXX, y son las siguientes:

- Las diferencias en cuanto a las dimensiones entre la válvula de PVC y las metálicas no es significativa.
- En cuanto al peso si se compara la válvula de menor tamaño entre ambas, la válvula de 2" en PVC es de 8.00 libras (3.00 Kg) contra 19.80 libras (9.00 kg) en la válvula metálica. Mientras en la válvula de 4" en PVC es de 25.80 libras (11.70 kg) y en válvula metálica es de 61.60 libras (27.94 kg) que representa un 138% más de peso.

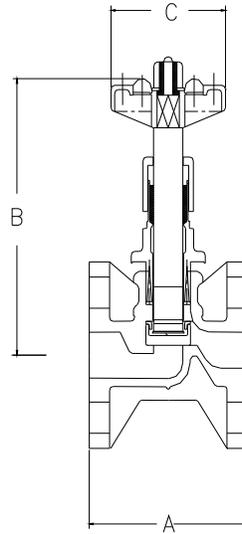
#### 4.1.6. Válvula de globo

Las válvulas de globo construidas en metal el cuerpo de la válvula es en bronce, los diámetros fabricados van desde 1/4" (6.35mm) hasta 3" (76.20mm). Las dimensiones de estas válvulas se describen en la tabla XXXI la resistencia de estas válvulas es de 300 PSI, sin golpes de fuerza.

**Tabla XXXI. Dimensiones válvula de globo de bronce**

Tamaño		A		B		C		Peso en lb
pulgadas	mm	pulgadas	mm	pulgadas	mm	pulgadas	mm	
1/4"	6.35	2.00	50.80	4.44	112.71	2.50	63.50	0.88
3/8"	9.53	2.31	58.74	4.50	114.30	2.50	63.50	1.23
1/2"	12.70	2.69	68.26	5.06	128.59	2.50	63.50	1.56
3/4"	19.05	3.13	79.38	9.00	228.60	3.25	82.55	2.42
1"	25.40	3.75	95.25	6.94	176.21	4.63	117.48	3.80
1 1/4"	31.75	4.19	106.36	7.63	193.68	4.63	117.48	4.99
1 1/2"	38.10	4.56	115.89	7.94	201.61	4.63	117.48	7.14
2"	50.80	5.44	138.11	9.94	252.41	6.88	174.63	11.31
2 1/2"	63.50	6.81	173.04	10.63	269.88	6.88	174.63	19.72
3"	76.20	8.50	215.90	11.81	300.04	8.50	215.90	35.80

**Figura 28. Válvula de globo flangeada de bronce.**



Las diferencias estructurales entre las válvulas de globo flangeada de PVC y las válvulas de bronce se pueden observar comparando las tablas XXI y XXXI, y son las siguientes:

- Las diferencias en cuanto a las dimensiones tienen mayor longitud las válvulas de PVC. La longitud de una válvula de PVC de 1/2" de diámetro es un 24% mayor que una válvula metálica, en diámetros de 3" es un 11% mayor la longitud de una válvula de PVC de globo que una válvula metálica.
- En cuanto al peso si se compara la válvula de menor tamaño entre ambas, la válvula de 1/2" en PVC es de 0.88 libras (0.40 Kg) contra 1.56 libras (0.71 kg) en la válvula metálica que representa alrededor de un 77% más de peso en la válvula metálica. Mientras en la válvula de 3" en PVC es de 15.00

libras (6.80 kg) y en la válvula metálica es de 35.80' libras (16.22 kg) que representa un 138% más de peso en la válvula metálica.

#### **4.2. Aspectos sanitarios**

Como aspectos sanitarios se toma en cuenta cuales son los efectos que sufren tanto las válvulas metálicas como las válvulas fabricadas de PVC al entrar en contacto con diferentes líquidos y como afectan esto a la salud.

Por las pruebas realizadas por los diferentes fabricantes de válvulas nos damos cuenta que las válvulas de PVC no contaminan los líquidos que transportan, por tener superficies internas lisas, las tasas de filtración son mínimas y la más importante son resistentes a la corrosión. Las válvulas de PVC están certificadas bajo normas internacionales de la NSF (National Sanitation Foundation) por lo que no representa ningún efecto sobre la salud humana.

Las válvulas metálicas a pesar de no tener superficies completamente lisas, al entrar en contacto con el cloro las mismas se corroen y contaminan el líquido que transportan pero las cantidades no son significativos como para causar daño en la salud humana.

#### **4.3. Aspectos operacionales**

Como aspectos operacionales se toma en cuenta las diferencias que puedan existir entre los tipos de válvulas metálicas y las válvulas fabricadas de PVC en el sentido de operación y mantenimiento de las mismas. Luego de comparar estos aspectos encontramos que las diferencias operacionales en ambos tipos de válvulas son mínimos o no considerables, debido a que las mismas se pueden operar bajo las mismas condiciones y en cuanto al mantenimiento, por lo expuesto en capítulos anteriores, sí son operadas a la

intemperie los dos tipos de válvula tanto metálicas como las de PVC resultaran con algún deterioro, una causada por los rayos UV que deterioraran el cuerpo de la válvula y las metálicas sufrirán daño debido a la corrosión. Por lo que es aconsejable siempre mantenerlas en cajas que aseguren que el deterioro sea a un plazo mayor.

#### **4.4. Costos**

Para el tema de la comparación de costos entre las válvulas de PVC y las válvulas metálicas se hizo una investigación con algunos proveedores de materiales que funcionan en nuestro medio, muchas empresas ya están comercializando las válvulas de PVC, siendo la más común la válvula de bola, el resto de válvulas es comercializada en un par de empresas y las proveen bajo pedido y no facilitan la información. De las válvulas que se logró cierta información se muestra en la tabla XXXII, los precios se expresan en Quetzales.

**Tabla XXXII. Comparación de costos entre las válvulas de PVC y las válvulas metálicas.**

No.	Dimensión (pulgadas)	Dimensión (mm)	Válvula de Compuerta	Válvula de Globo	Válvula de Cheque Horizontal	Válvula Bola de PVC	Válvula de Globo PVC
1	1/2	12.70	32.03	134.88	76.12	27.14	-
2	3/4	19.05	41.32	171.15	120.21	27.47	-
3	1	25.40	53.95	233.25	166.83	32.36	-
4	1 1/4	31.75	103.51	307.01	236.11	58.76	-
5	1 1/2	38.10	124.25	429.51	306.85	77.34	-
6	2	50.80	182.72	644.26	480.52	131.22	-
7	2 1/2	63.50	401.96	-	-	-	-
8	3	76.20	578.24	-	1,272.54	-	-
9	3 1/2	88.90	-	-	-	-	-
10	4	101.60	1,225.00	4,137.00	-	-	3,400.00

Del cuadro anterior podemos ver que la válvula de globo de bronce tiene un mayor costo que la correspondiente en PVC aproximadamente en un 21%.

#### 4.5. Funcionamiento hidráulico

Para el funcionamiento hidráulico se hizo pruebas en el laboratorio de hidráulica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Por el equipo con que se cuenta en este laboratorio no fue posible ensayar todos los tipos de válvulas que se han descrito en el presente trabajo, analizando solo las de mayor uso siendo estas las válvulas de bola de  $\frac{3}{4}$ " y de  $\frac{1}{2}$ ".

El procedimiento utilizado fue colocar las válvulas en un circuito hidráulico, que cuenta con tomas de presión antes y después de las mismas mediante un manómetro diferencial de agua y mercurio (Figura No. 29). En un circuito hidráulico existen dos tipos de pérdidas de energía, la primera debido a la fricción del fluido en el conducto que la transporta y la segunda pérdida, que también se le conoce como pérdida menor es debido a los accesorios. Estas pérdidas menores son proporcionales a la cabeza de la velocidad del fluido al fluir a través de un codo, una dilatación o contracción de la sección del flujo o a través de una válvula. Los valores experimentales de pérdidas de energía generalmente se reportan en términos de un coeficiente de resistencia K, de la siguiente forma:

$$H_L = K[V^2/2g]$$

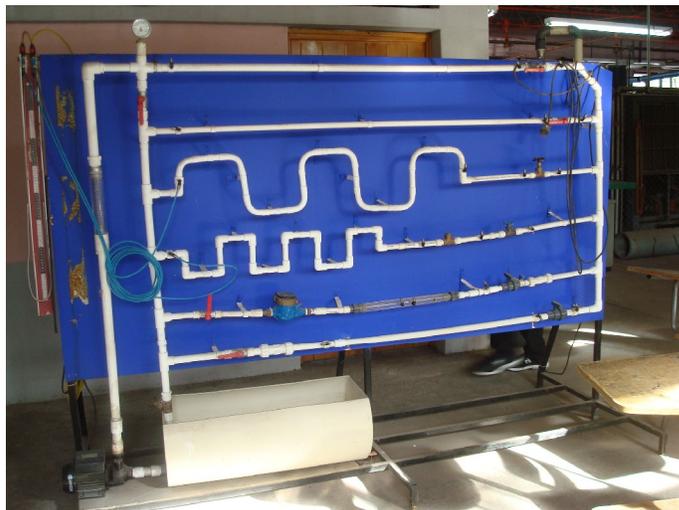
En esta ecuación  $H_L$  es la pérdida menor, K es el coeficiente de resistencia y V es la velocidad del flujo promedio en el conducto en la vecindad donde se presenta la pérdida menor. El coeficiente de resistencia K, no tiene unidades ya que representa la constante de proporcionalidad entre la pérdida de energía y la velocidad. La magnitud del coeficiente de resistencia K, depende de la geometría del dispositivo que ocasiona la pérdida y algunas veces depende de la velocidad del flujo.

Otro método que toma en cuenta las pérdidas de carga es de las longitudes equivalentes de tuberías, una tubería que comprende diversas piezas especiales y otras características, bajo el punto de vista de pérdidas de carga, equivale a una tubería rectilínea de mayor extensión.

Teniéndose en consideración todas las piezas especiales y demás causas de pérdidas, se llega a una extensión virtual de tubería. La pérdida de carga a lo largo de las tuberías puede ser determinada por la fórmula de Darcy-Weisbach.

Para una determinada tubería,  $L$  y  $D$  son constantes y como el coeficiente de fricción  $F$  no tiene dimensiones, la pérdida de carga será igual al producto de un número puro por la carga de velocidad  $V^2/2g$ .

**Figura 29. Equipo de laboratorio utilizado.**



#### 4.5.1. Ensayos para válvula de bola de diámetro de 3/4"

De la fórmula de Darcy-Weisbach  $H_L=K[V^2/2g]$  , el valor de  $H_L$  es la pérdida de carga por fricción del accesorio y el valor de  $V^2/2g$  es la energía cinética. Cuando graficamos estos dos valores y ajustamos la tendencia de esta recta por medio de regresión lineal, la pendiente de dicha grafica es el valor de K que es el coeficiente de resistencia de la válvula.

Los resultados obtenidos para la válvula de PVC de bola de diámetro de 3/4" y con el manómetro con un ángulo  $\theta=33^\circ$ , esta inclinación fue necesaria para que las lecturas pudieran apreciarse mediante una mayor longitud de la diferencia entre los meniscos de mercurio (ver anexo 1). Los resultados de este ensayo se presentan en la tabla XXXIII.

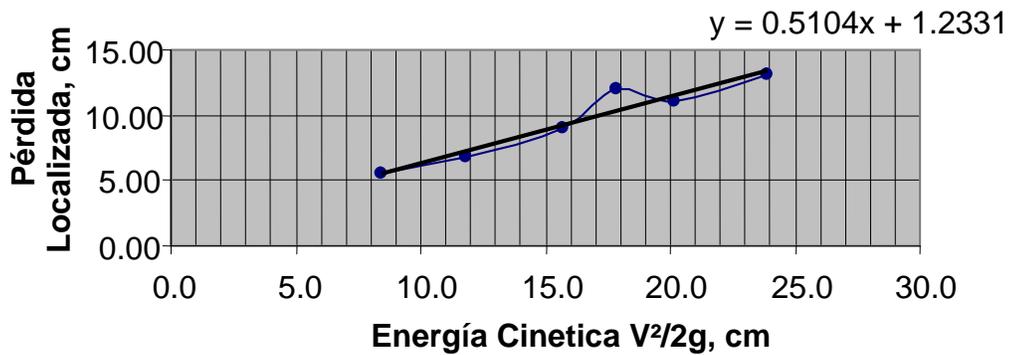
**Tabla XXXIII. Resultados de laboratorio para válvula de bola de PVC de 3/4" de diámetro completamente abierta.**

accesorio:		Valvula de Bola de 3/4" completamente abierta				
No.	CAUDAL (L/min)	$\Delta L$ (cm)	Q (cm <sup>3</sup> /s)	hl (cm)	V (cm/s)	V <sup>2</sup> /2g (cm)
1	37	1.9	616.666667	13.04	216.4	23.9
2	34	1.6	566.67	10.98	198.8	20.1
3	32	1.75	533.333333	12.01	187.1	17.8
4	30	1.3	500.00	8.92	175.4	15.7
5	26	1	433.33	6.86	152.0	11.8
6	22	0.8	366.666667	5.49	128.7	8.4

En la Figura 30 se muestra la tendencia de los puntos utilizando regresión lineal.

**Figura 30. Determinación del coeficiente K para válvula de PVC de bola de diámetro de 3/4" completamente abierta.**

**Válvula de PVC de bola de 3/4" de diámetro completamente abierta**

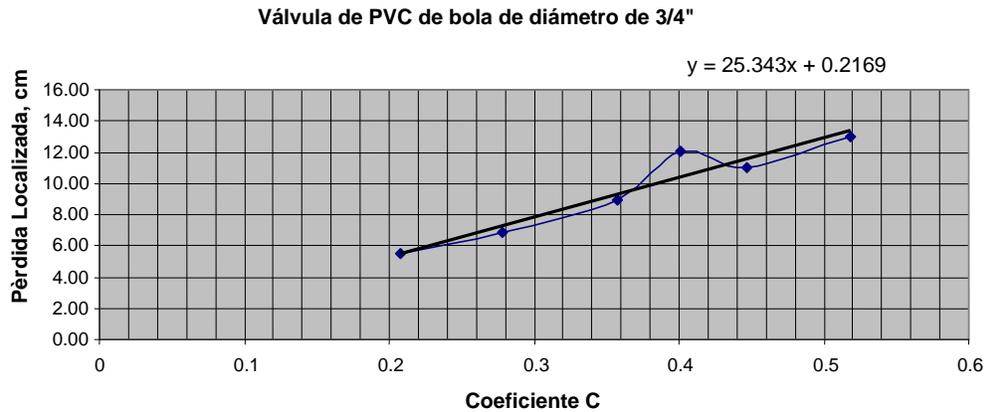


La longitud equivalente es otro dato importante que se obtiene de la

fórmula de Darcy-Weisbach  $hl = f \left( \frac{Le}{D} \right) \frac{V^2}{2g}$  donde el producto de  $f \left( \frac{V^2}{2g} \right)$  se identifica como una constante C, por lo que la fórmula de Darcy-Weisbach nos

queda de la siguiente forma  $hl = \left( \frac{Le}{D} \right) * C$ . La Figura 31 nos muestra la longitud equivalente de la válvula de PVC de bola de 3/4" de diámetro completamente abierta.

**Figura 31. Determinación de la longitud equivalente para válvula de PVC de bola de 3/4" de diámetro completamente abierta utilizando regresión lineal.**



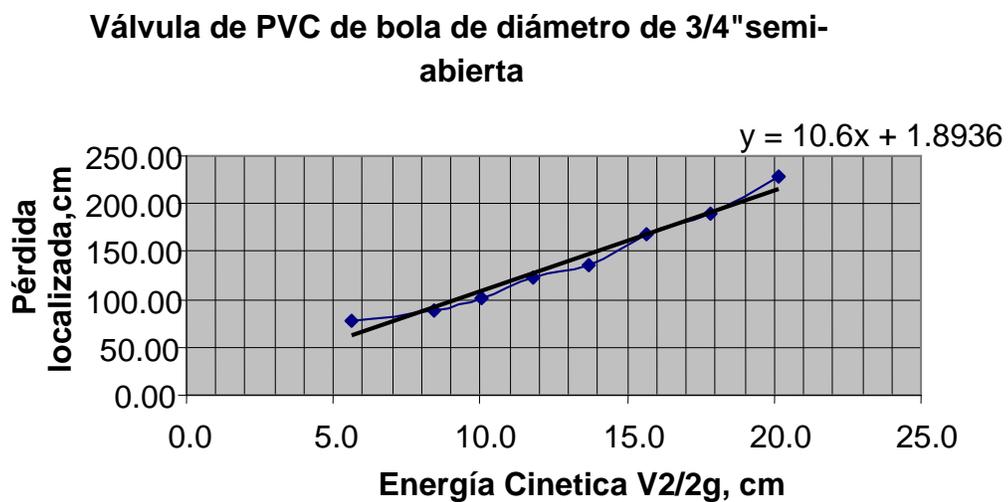
En la tabla XXXIV se muestran los resultados para la válvula de bola de 3/4" de diámetro semi-abierta siempre tomando en cuenta los mismos parámetros que el ensayo anterior, en este caso se inclinó el manómetro con un ángulo de  $\theta=88.50^\circ$ .

**Tabla XXXIV. Resultados de laboratorio para válvula de bola de PVC de 3/4" semi-abierta.**

accesorio:		Valvula de Bola de 3/4" medio abierta				
No.	CAUDAL (L/min)	$\Delta L$ (cm)	Q (cm <sup>3</sup> /s)	HI (cm)	V (cm/s)	V <sup>2</sup> /2g (cm)
1	34	18.1	566.666667	227.98	198.8	20.1
2	32	15	533.33	188.94	187.1	17.8
3	30	13.3	500	167.52	175.4	15.7
4	28	10.8	466.67	136.03	163.7	13.7
5	26	9.8	433.33	123.44	152.0	11.8
6	24	8	400	100.77	140.4	10.0
7	22	7	366.67	88.17	128.7	8.4
8	18	6.1	300.00	76.83	105.3	5.6

La figura 32 muestra los puntos obtenidos al realizar este ensayo y la tendencia de la línea al ser ajustada por el método de regresión lineal.

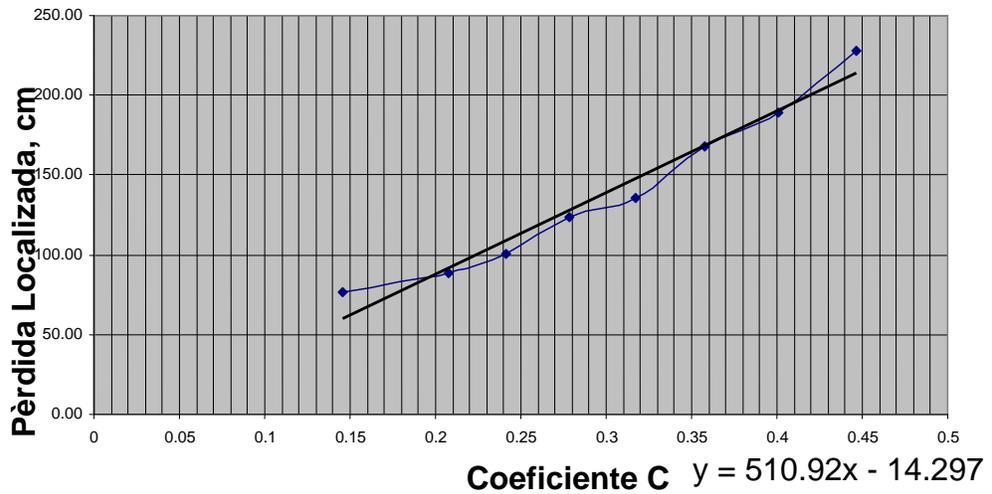
**Figura 32. Determinación del coeficiente K para válvula de PVC de bola de diámetro de 3/4" semi-abierta.**



La figura 33 muestra los resultados para la longitud equivalente cuando la válvula de PVC de bola de diámetro de 3/4" se encuentra semi-abierta.

**Figura 33. Determinación de la longitud equivalente para válvula de PVC de bola de 3/4" de diámetro semi-abierta utilizando regresión lineal.**

**Válvula de PVC de bola de diámetro de 3/4" semi-abierta**



#### **4.5.2 Ensayos para válvula de bola de diámetro de 1/2"**

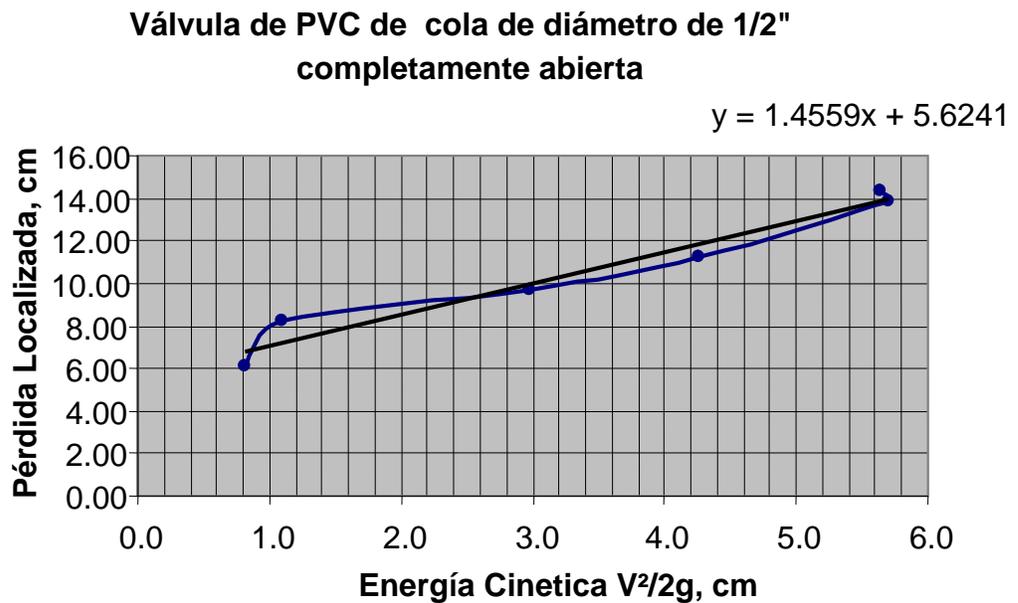
Se realizaron los mismos ensayos que para la válvula de PVC de bola de diámetro de 3/4", y los resultados para la válvula de PVC de Bola de diámetro de 1/2" completamente abierta se muestran en la tabla XXXV, para este ensayo se hizo necesario inclinar el manómetro con un ángulo de  $\theta=24^\circ$ .

**Tabla XXXV. Resultados de laboratorio para válvula de bola de PVC de 1/2" completamente abierta.**

accesorio:		Valvula de Bola de 1/2" completamente abierta					
No.	Tiempos de llenado		$\Delta L$ (cm)	Q (cm <sup>3</sup> /s)	h <sub>l</sub> (cm)	V (cm/s)	V <sup>2</sup> /2g (cm)
	t1	t2					
1	26.67	26.69	2.8	299.85	14.35	105.2	5.6
2	26.47	26.64	2.7	301.26	13.84	105.7	5.7
3	30.76	30.65	2.2	260.54	11.27	91.4	4.3
4	36.95	36.55	1.9	217.69	9.74	76.4	3.0
5	60.48	60.76	1.6	131.97	8.20	46.3	1.1
6	70.68	70.32	1.2	113.48	6.15	39.8	0.8

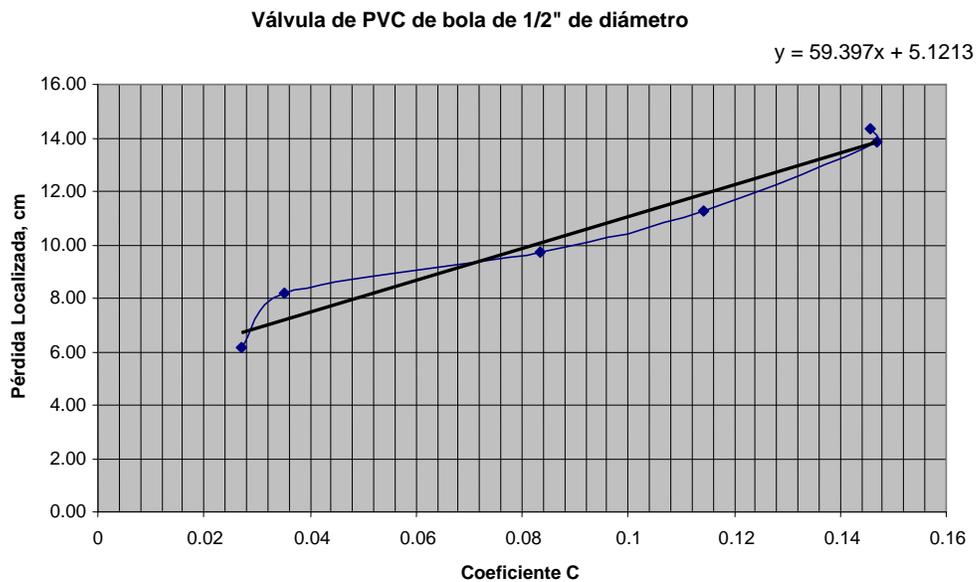
En la Figura 34 se observa los puntos obtenidos de este ensayo y la tendencia de la línea al ser ajustado por el método de regresión lineal.

**Figura 34. Determinación del coeficiente K para válvula de PVC de bola de diámetro de 1/2" completamente abierta.**



La Figura 35 muestra los resultados para la longitud equivalente cuando la válvula de PVC de bola de diámetro de 1/2" se encuentra completamente abierta y con un ángulo en el manómetro  $\theta=24^\circ$ .

**Figura 35. Determinación de la longitud equivalente para válvula de PVC de bola de 1/2" de diámetro completamente abierta utilizando regresión lineal.**



En la tabla XXXVI se muestran los resultados para la válvula de PVC de bola de 1/2" de diámetro semi-abierta siempre tomando en cuenta los mismos parámetros que el ensayo anterior, en este caso se inclinó el manómetro con un ángulo de  $\theta=88.50^\circ$ .

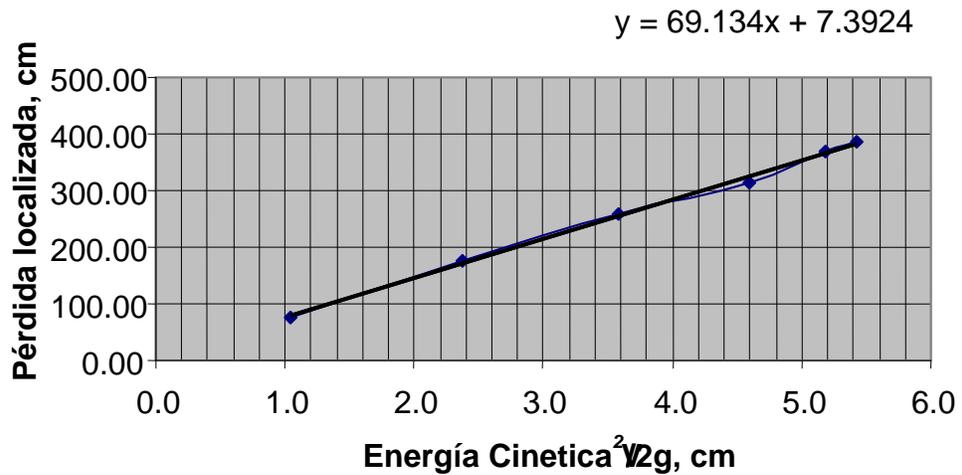
**Tabla XXXVI. Resultados de laboratorio para válvula de bola de PVC de 1/2" semi-abierta.**

accesorio:		Valvula de Bola de 1/2" medio abierta					
No.	Tiempos de llenado		$\Delta L$ (cm)	Q (cm <sup>3</sup> /s)	h <sub>l</sub> (cm)	V (cm/s)	V <sup>2</sup> /2g (cm)
	t1	t2					
1	27.1	27.31	30.6	294.06	385.43	103.2	5.4
2	27.91	27.74	29.2	287.51	367.79	100.9	5.2
3	29.6	29.51	25	270.68	314.89	95.0	4.6
4	33.21	33.81	20.6	238.73	259.47	83.8	3.6
5	40.9	41.28	13.9	194.69	175.08	68.3	2.4
6	62.03	62.27	6.1	128.72	76.83	45.2	1.0

La Figura 36 muestra los puntos obtenidos al realizar este ensayo y la tendencia de la línea al ser ajustada por el método de regresión lineal.

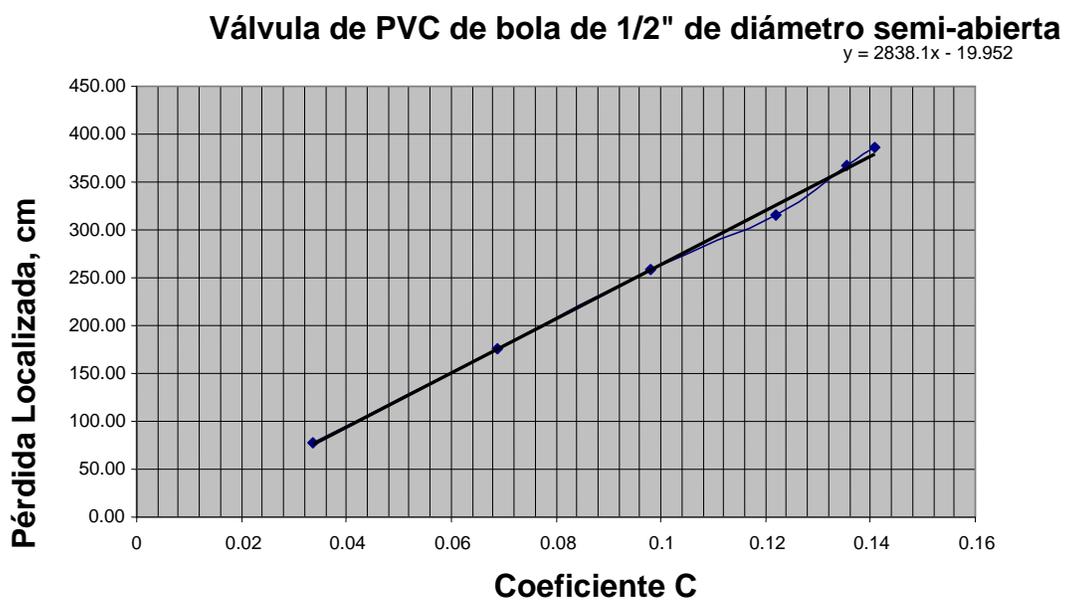
**Figura 36. Determinación del coeficiente K para válvula de PVC de bola de diámetro de 1/2" semi-abierta.**

**Válvula de PVC de bola de 1/2" de diámetro semi-abierta**



En la figura 37 muestra los resultados para la longitud equivalente cuando la válvula de PVC de bola de diámetro de 1/2" se encuentra semi-abierta.

**Figura 37. Determinación de la longitud equivalente para válvula de PVC de bola de 1/2" de diámetro semi-abierta utilizando regresión lineal.**



En la tabla XXXVII se presenta un resumen de los resultados obtenidos en laboratorio.

**Tabla XXXVII. Resumen de resultados obtenidos en el laboratorio para coeficiente de resistencia K y longitud equivalente para válvulas de PVC de bola de diámetros de 3/4" y 1/2".**

Descripción de Válvula	Coefficiente K	Longitud equivalente (cm)
Válvula de bola diámetro de 3/4" completamente abierta	0.5104	48.28
Válvula de bola diámetro de 3/4" semi abierta	10.6	973.30
Válvula de bola diámetro de 1/2" completamente abierta	1.4559	75.43
Válvula de bola diámetro de 1/2" semi abierta	69.13	3604.39

#### 4.6 Comparación de resultados con válvulas metálicas

Para la comparación de los resultados obtenidos de laboratorio con las válvulas metálicas se buscó información acerca del coeficiente K para las válvulas de bola de bronce sin mayores resultados.

De la fórmula de Darcy-Weisbach  $h_l = f \left( \frac{L_e}{D} \right) \frac{V^2}{2g}$ , se obtiene la siguiente fórmula equivalente  $L_e/D = K/f_t$ .

En donde,

$L_e$ = longitud equivalente

$D$ = Diámetro de la válvula

$K$ =Coeficiente de resistencia de la válvula

$f_t$ = Coeficiente de fricción en flujos turbulentos

Al despejar el valor de  $K$  de la formula anterior se obtiene

$$K = L_e * f_t / D$$

En los manuales de hidráulica la relación  $L_e/D$  para las válvulas de bola de bronce tiene un valor de 150, y el coeficiente de fricción para este tipo de válvulas es el siguiente:

$$f_t(1/2'') = 0.027$$

$$f_t(3/4'') = 0.025$$

Por lo que al sustituir los valores anteriores se obtiene que para una válvula de bola de bronce de  $3/4''$  el valor de  $K$  es de 3.75.

Para la válvula de bola de bronce de diámetro de  $1/2''$  al sustituir los valores el coeficiente de  $K$  es de 4.05.

Los resultados se presentan en la tabla XXXVIII.

**Tabla XXXVIII. Resultados de Laboratorio para Válvulas Metálicas**

<i>Descripción de Válvula</i>	<i>Coeficiente K</i>	<i>Longitud Equivalente (cm)</i>
Válvula de bola de bronce de diámetro de $1/2''$ completamente abierta	3.75	191.00
Válvula de bola de bronce diámetro de $3/4''$ completamente abierta	4.05	287.00

- Al comparar los resultados obtenidos entre la válvula de bola de PVC y la válvula de bola de bronce de  $\frac{3}{4}$ " , el valor de K de la válvula de bola de PVC es el 13.71% de una válvula de bola de bronce.
- El valor de K para la válvula de bola de  $\frac{1}{2}$ " de PVC es el 35.95 % de la válvula de bola de bronce.
- La longitud equivalente de una válvula de bola de PVC de  $\frac{3}{4}$ " es el 16.82% de la válvula de bola de bronce.
- La longitud equivalente de una válvula de bola de PVC de  $\frac{1}{2}$ " es el 40% de una válvula de bola de bronce.

En la tabla XXXIX se presenta un resumen de los resultados obtenidos para los dos tipos de válvula de Bola.

**Tabla XXXIX. Comparación de coeficiente de resistencia K y longitud equivalente para válvulas de bola de PVC y de bronce.**

<i>Descripción de Válvula</i>	<i>Coeficiente K</i>	<i>Longitud Equivalente (cm)</i>
Válvula de bola diámetro de $\frac{3}{4}$ " de PVC abierta	0.5104	48.28
Válvula de bola diámetro de $\frac{3}{4}$ " de bronce abierta	3.75	191.00
Válvula de bola diámetro de $\frac{1}{2}$ " PVC abierta	1.4559	75.43
Válvula de bola diámetro de $\frac{1}{2}$ " bronce abierta	4.05	287.00



## CONCLUSIONES

- Actualmente en el mercado nacional ya se encuentran distribuidores de válvulas de PVC, las mismas aún no se comercializan a la misma escala que las válvulas metálicas.
- Las válvulas de PVC ocupan un mayor espacio físico que las válvulas metálicas.
- Las válvulas de PVC por el material de que están fabricadas poseen un peso menor que las válvulas metálicas y esto permite manejarlas con mayor facilidad.
- Los costos de las válvulas de PVC en relación con las válvulas metálicas es menor en una relación aproximadamente del 23%.
- Las válvulas de PVC no sufren de corrosión.
- De las pruebas realizadas en el laboratorio el valor de K de las válvulas de bola de bronce de diámetro de  $\frac{3}{4}$ " es mayor en un 700% que la válvula de bola de PVC.
- La válvula de bola de bronce de diámetro de  $\frac{1}{2}$ " el valor de K es mayor en un 278% que la válvula de PVC.

- Que las válvulas de bola de PVC son capaces de conducir caudales con mayor eficiencia y con pérdidas de carga menores que las válvulas de bola de bronce.

## RECOMENDACIONES

- Considerar el uso de las válvulas de PVC en redes en las cuales se tengan líquidos o materiales altamente corrosivos.
- Al instalar cualquier válvula de PVC tomar en cuenta los datos del fabricante en cuanto a la resistencia química de las mismas.
- En la instalación de este tipo de válvulas considerar el protegerlas de la intemperie para evitar el deterioro de las mismas.
- Considerar las recomendaciones del fabricante en cuanto a la resistencia de presión de las válvulas.
- Utilizar herramienta adecuada para la instalación de este tipo de válvulas.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Nibco. Catalogo C-BV-0506 Válvulas de Bola de Bronce. (NIBCO, Estados Unidos).
2. Asahi America. Catalogo de Válvulas Termoplásticas. (Editorial Asahi-America, Estados Unidos, 2007).
3. División de Ingeniería Crane. Flujo de Fluidos en Válvulas, Accesorios y Tuberías. (Edición McGraw Hill, México, 1993).
4. The Uni-Bell Plastic Pipe Association. Handbook of PVC Pipe. (Primera Edición 1977, EEUU).
5. J.M. Acevedo y Guillermo Acosta A. Manual de Hidráulica.(Editorial Harla, México, 1976).
6. Ponce Victoria, Fernando. Manual para Ensayo de Pérdidas de Energía en Accesorios de Tubería del Laboratorio de Hidráulica.(Trabajo de Graduación Ingeniero Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2006).
7. Streeter, Víctor L. Mecánica de los Fluidos.(9ª edición. Editorial McGraw-Hill, México, 2000).



## ANEXOS

### ANEXO 1.

#### Datos Obtenidos de Laboratorio de Hidráulica.

Accesorio: Válvula de PVC, Bola Unión Verdadera diámetro de  $\frac{3}{4}$ "  
abierta.

Angulo de Inclinación del Manómetro: F= 33°

Volumen de Aforo: 8 litros

No. de Tomas	$\Delta h$ (cm)	Q (l/min)
1	1.90	37.00
2	1.60	34.00
3	1.75	32.00
4	1.30	30.00
5	1.00	26.00
6	0.85	28.00
7	0.80	22.00

Accesorio: Válvula de PVC, Bola Unión Verdadera diámetro de 3/4" semi-abierta.

Angulo de Inclinación del Manómetro: F= 88.5°

Volumen de Aforo: 8 litros

No. de Tomas	$\Delta h$ (cm)	Q (l/min)
1	18.10	34.00
2	15.00	32.00
3	13.30	30.00
4	10.80	28.00
5	9.80	26.00
6	8.00	24.00
7	7.00	22.00
8	6.10	18.00

Accesorio: Válvula de PVC, Bola Unión Verdadera diámetro de 1/2" abierta.

Angulo de Inclinación del Manómetro: F= 24°

Volumen de Aforo: 8 litros

No. de Tomas	$\Delta h$ (cm)	Tiempo de Llenado $T_1$ (seg)	Tiempo de Llenado $T_2$ (seg)
1	2.80	26.67	26.69
2	2.70	26.47	26.64
3	2.20	30.76	30.65
4	1.90	36.95	36.55
5	1.60	60.48	60.76
6	1.20	70.68	70.32

Accesorio: Válvula de PVC, Bola Unión Verdadera diámetro de ½" semi-abierta.

Angulo de Inclinación del Manómetro: F= 88.5°

Volumen de Aforo: 8 litros

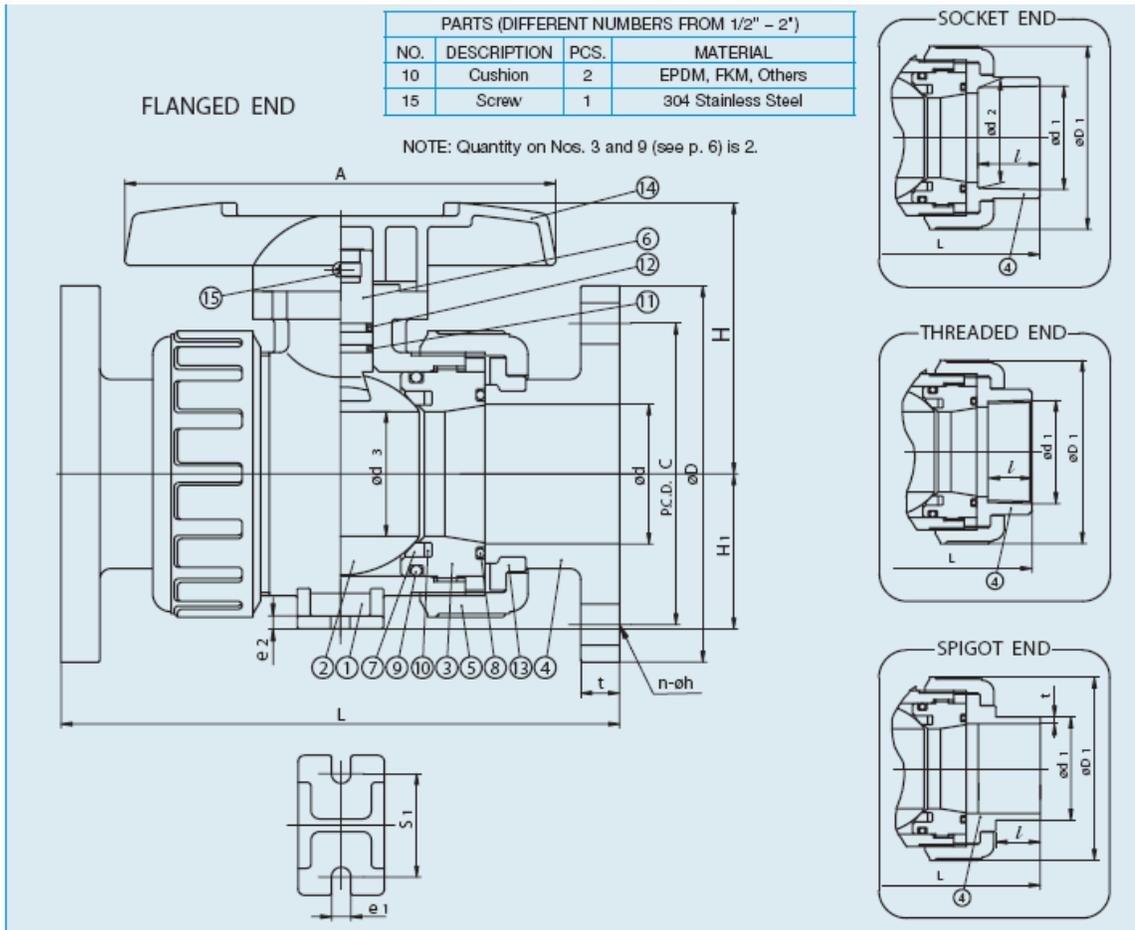
No. de Tomas	$\Delta h$ (cm)	Tiempo de Llenado $T_1$ (seg)	Tiempo de Llenado $T_2$ (seg)
1	30.60	27.70	27.31
2	29.20	27.91	27.74
3	25.00	29.60	29.51
4	20.60	33.21	33.81
5	13.90	40.90	41.38
6	6.10	62.03	62.27

## ANEXO 2.

### Tabla de resistencia química del PVC.

Chemicals	Concentration (%)	Temperature (°F)	Plastic	
			Elastomer PVC EPCDM	
Acetic acid $\text{CH}_3\text{COOH}$	10	70	A	
		105	B	
		140		
		175		
		210		
		250		
	20	70	A	
		105	B	
		140		
		175		
		210		
		250		
	50	70	B	
		105		
		140		
175				
210				
250				
Adipic acid $\text{HOOC}(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$	Satu	70	A	
		105	A	
		140	B	
		175		
		210		
		250		
Bear		70	A	
		105	A	
		140	B	
		175		
		210		
		250		
Beet sugar liquor		70	A	
		105	A	
		140	B	
		175		
		210		
		250		
Bleaching agent $\text{Ca}(\text{ClO})_2 \cdot \text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Effectivity Chlorine 5	70	A	
		105	A	
		140		
		175		
		210		
		250		
	Effectivity Chlorine 12	70	C	
		105		
		140		
		175		
		210		
		250		
	Boric acid $\text{H}_3\text{BO}_3$	Satu	70	A
			105	A
			140	B
175				
210				
250				
Butyl alcohol $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$	Pure	70	A	
		105	B	
		140		
		175		
		210		
		250		
Butyric acid $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$	Pure	70	C	
		105		
		140		
		175		
		210		
		250		
Cane sugar liquor		70	A	
		105	A	
		140	A	
		175		
		210		
		250		

**ANEXO 3.**  
**Gráfica de partes reemplazables en válvula de PVC de bola unión verdadera.**



## Listado de Partes en válvulas de 1/2" a 2"

### Parts List (Sizes 1/2" – 2")

PARTS			
NO.	DESCRIPTION	PCS.	MATERIAL
1	Body	1	PVC, CPVC, PP, PVDF
2	Ball	1	PVC, CPVC, PP, PVDF
3	Carrier	1	PVC, CPVC, PP, PVDF
4	End Connector	2	PVC, CPVC, PP, PVDF
5	Union Nut	2	PVC, CPVC, PP, PVDF
6	Stem	1	PVC, CPVC, PP, PVDF
7	Seat	2	PTFE
8	O-Ring (A)	2	EPDM, FKM, Others
9	O-Ring (B)	1	EPDM, FKM, Others
10	O-Ring (C)	2	EPDM, FKM, Others
11	O-Ring (D)	1	EPDM, FKM, Others
12	O-Ring (E)	1	EPDM, FKM, Others
13	Stop Ring*	2	PVDF
14	Handle	1	ABS
4a	Ring**	2	304 Stainless Steel

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.  
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.  
This page will not be added after purchasing Win2PDF.